



ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ
И ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

Center for Diagnostics & Telemedicine

ISSN 2712-8490 (Print)
ISSN 2712-8962 (Online)

DIGITAL DIAGNOSTICS

Рецензируемый научный медицинский журнал | A peer-reviewed scientific medical journal

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК | SPECIAL ISSUE

Сборник тезисов докладов
IV открытой научной конференции
молодых ученых ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»
3-4 апреля 2024

Book of Abstracts of
The IVth Youth Scientific Conference
Center for Diagnostics & Telemedicine
3-4 April 2024



2024

ЭКО • ВЕКТОР
Eco-Vector

jdigitaldiagnostics.com

УЧРЕДИТЕЛИ

- ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ»
- ООО «Эко-Вектор»

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ
№ ФС 77 - 74099 от 19.10.2018

ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор»

Адрес: 191181, Санкт-Петербург, Аптекарский
переулок, д. 3, литера А, помещение 1Н
E-mail: info@eco-vector.com
WEB: https://eco-vector.com

РЕКЛАМА

Отдел рекламы

Тел.: +7 (968) 545 78 20

E-mail: adv2@eco-vector.com

РЕДАКЦИЯ

Зав. редакцией

Елена Андреевна Филиппова

E-mail: ddjournal@eco-vector.com

Тел: +7 (965) 012 70 72

Адрес: 127051, Москва, ул. Петровка,
д. 24, стр. 1

ПОДПИСКА

Подписка на печатную версию через
интернет:

www.journals.eco-vector.com

www.akc.ru

www.ppressa-rf.ru

OPEN ACCESS

В электронном виде журнал
распространяется бесплатно —
в режиме немедленного открытого доступа

ИНДЕКСАЦИЯ

- SCOPUS
- РИНЦ
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals Directory
- WorldCat

Оригинал-макет

подготовлен в издательстве «Эко-Вектор».
Литературный редактор: *Е.П. Врублевская*
Корректор: *И.В. Сметанина*
Вёрстка: *Л.А. Минченко*
Обложка: *Е.Д. Бугаенко*

ISSN 2712-8490 (Print)

ISSN 2712-8962 (Online)

Digital Diagnostics

Том 5 | Выпуск S1 | 2024

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

Главный редактор

Синицын Валентин Евгеньевич, д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-5649-2193

Заместитель главного редактора

Васильев Юрий Александрович, к.м.н., (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-0208-5218

Научный редактор

Березовская Татьяна Павловна, д.м.н., профессор (Обнинск, Россия)

ORCID: 0000-0002-3549-4499

Ответственный секретарь

Виноградова Ирина Александровна, к.т.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-6465-4132

Редакционная коллегия

Андрейченко А.Е., к.ф.-м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-6359-0763

Berlin L., профессор (Иллинойс, США)

ORCID: 0000-0002-0717-0307

Беляев М.Г., к.ф.-м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-9906-6453

Важенина Д.А., д.м.н., доцент (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-6236-709X

Bisdas S., MBBS, MD, PhD (Лондон, Великобритания)

ORCID: 0000-0001-9930-5549

Гомболевский В.А., к.м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-1816-1315

Доможилова А.С., д.м.н., доцент (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-0806-3164

Frija G., профессор (Париж, Франция)

ORCID: 0000-0003-0415-0586

Guglielmi G., MD, профессор (Фоджа, Италия)

ORCID: 0000-0002-4325-8330

Holodny A., д.м.н. (Нью-Йорк, США)

ORCID: 0000-0002-1159-2705

Лебедев Г.С., д.т.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-4289-2102

Li H., MD, профессор (Пекин, КНР)

Mannelli L., MD (Нью-Йорк, США)

ORCID: 0000-0002-9102-4176

Матвеев И.А., д.т.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-2005-9467

Мащеплишвили С.Т., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-5670-167X

Митков В.В., д.м.н., профессор (Санкт-Петербург, Россия)

ORCID: 0000-0003-1959-9618

Морозов С.П., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-6545-6170

Neri E., д.м.н. (Пиза, Италия)

ORCID: 0000-0001-7950-4559

Омельяновский В.В., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-1581-0703

Омельянская О.В., (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-0245-4431

Van Ooijen P., к.м.н. (Гронинген, Нидерланды)

ORCID: 0000-0002-8995-1210

Oudkerk M., профессор (Гронинген, Нидерланды)

ORCID: 0000-0003-2800-4110

Ros P.R., MD, MPH, PhD, профессор (Нью-Йорк, США)

ORCID: 0000-0003-3974-0797

Rovira A., профессор (Барселона, Испания)

ORCID: 0000-0002-2132-6750

Решетников Р.В., к.ф.-м.н., (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-9661-0254

Румянцев П.О., д.м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-7721-634X

Храмов А.Е., докт.ф.-м.н., профессор (Санкт-Петербург, Россия)

ORCID: 0000-0003-2787-2530

Аншелес А.А., д.м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-2675-3276

Арутюнов Г.П., д.м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-6645-2515

Белевский А.С., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-6050-724X

Васильева Е.Ю., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-4111-0874

Гехт А.Б., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-1170-6127

Кобякова О.С., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-0098-1403

Кремнева Е.И., к.м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0001-9396-6063

Петриков С.С., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0003-3292-8789

Проценко Д.Н., к.м.н. (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-5166-3280

Хатьков И.Е., д.м.н., профессор (Москва, Россия)

ORCID: 0000-0002-4088-8118

16+

© ООО «Эко-Вектор», 2024



Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. С правилами для авторов и договором публичной оферты можно ознакомиться на сайте: <https://journals.eco-vector.com/DD/>. Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения издателя — издательства «Эко-Вектор».

FOUNDERS

- Moscow Center for Diagnostics and Telemedicine
- Eco-Vector

PUBLISHER

Eco-Vector

Address: 3 liter A, 1H, Aptekarsky pereulok,
191181, Saint Petersburg, Russian Federation
E-mail: info@eco-vector.com
WEB: <https://eco-vector.com>

ADVERTISE

Adv. department

Phone: +7 (968) 545 78 20
E-mail: adv2@eco-vector.com

EDITORIAL OFFICE

Executive editor

Elena A. Philippova
E-mail: ddjournal@eco-vector.com
Phone: +7 (965) 012 70 72

SUBSCRIPTION

For print version:
www.journals.eco-vector.com

PUBLICATION ETHICS

Journal's ethic policies are based on:

- ICMJE
- COPE
- ORE
- CSE
- EASE

OPEN ACCESS

Immediate Open Access is mandatory for all published articles

INDEXATION

- SCOPUS
- Russian Science Citation Index
- Google Scholar
- Ulrich's International Periodicals Directory
- WorldCat

TYPESET

complete in Eco-Vector
Copyeditor: *E.P. Vrublevskaya*
Proofreader: *I.V. Smetanina*
Layout editor: *L.A. Minchenko*
Cover: *E. Bugaenko*

16+

© Eco-Vector, 2024

ISSN 2712-8490 (Print)
ISSN 2712-8962 (Online)

Digital Diagnostics

Volume 5 | Issue S1 | 2024

QUARTERLY PEER-REVIEW MEDICAL JOURNAL

EDITOR-IN-CHIEF

Valentin E. Sinitsyn, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-5649-2193

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Yurii A. Vasilev, MD, Cand.Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-0208-5218

SCIENTIFIC EDITOR

Tatiana P. Berezovskaya MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Obninsk, Russia)
ORCID: 0000-0002-3549-4499

RESPONSIBLE SECRETARY

Irina A. Vinogradova, Cand.Sci. (Tech.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-6465-4132

EDITORIAL BOARD

A.E. Andreychenko, Cand.Sci. (Phys.-Math.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-6359-0763
L. Berlin, Professor (Illinois, United States)
ORCID: 0000-0002-0717-0307
M.G. Belyaev, Cand.Sci. (Phys.-Math.), Assistant Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-9906-6453
S. Bisdas, MBBS, MD, PhD (London, United Kingdom)
ORCID: 0000-0001-9930-5549
D.A. Vazhenina, MD, Dr.Sci. (Med.), Associate Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-6236-709X
V.A. Gombolevskiy, MD, Dr.Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-1816-1315
A.S. Domozhirova, MD, Dr.Sci. (Med.), Associate Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-0806-3164
G. Frija, Professor (Paris, France)
ORCID: 0000-0003-0415-0586
G. Guglielmi, MD, Professor (Foggia, Italy)
ORCID: 0000-0002-4325-8330
A. Holodny, MD (New York, United States)
ORCID: 0000-0002-1159-2705
H. Li, MD, Professor (Beijing, China)
G.S. Lebedev, Dr.Sci. (Tech.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-4289-2102
L. Mannelli, MD (New York, United States)
ORCID: 0000-0002-9102-4176
I.A. Matveev, Dr.Sci. (Tech.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-2005-9467
S.T. Matskeplishvili, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-5670-167X
V.V. Mit'kov, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Saint Petersburg, Russia)
ORCID: 0000-0003-1959-9618
S.P. Morozov, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-6545-6170
E. Neri, MD, Associate Professor (Pisa, Italy)
ORCID: 0000-0001-7950-4559
V.V. Omel'yanovskiy, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-1581-0703
D.V. Omelyanskaya, (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-0245-4431
P. van Ooijen, PhD, Associate Professor (Groningen, Netherlands)
ORCID: 0000-0002-8995-1210
M. Oudkerk, Professor (Groningen, Netherlands)
ORCID: 0000-0003-2800-4110
P.R. Ros, MD, MPH, PhD, Professor (New York, United States)
ORCID: 0000-0003-3974-0797
A. Rovira, Professor (Barcelona, Spain)
ORCID: 0000-0002-2132-6750
R.V. Reshetnikov, Cand.Sci. (Phys.-Math.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-9661-0254
P.O. Rumyantsev, MD, Dr.Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-7721-634X
A.E. Khramov, Dr.Sci. (Phys.-Math.), Professor (Saint Petersburg, Russia)
ORCID: 0000-0003-2787-2530

A.A. Ansheles, MD, Dr.Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-2675-3276
G.P. Arutyunov, MD, Dr.Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-6645-2515
A.S. Belevskiy, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-6050-724X
E.Y. Vasilieva, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-4111-0874
A.B. Gekht, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-1170-6127
O.S. Kobayakova, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-0098-1403
E.I. Kremneva, MD, Cand.Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0001-9396-6063
S.S. Petrikov, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-3292-8789
D.N. Protzenko, MD, Cand.Sci. (Med.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-5166-3280
I.E. Khatkov, MD, Dr.Sci. (Med.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-4088-8118

The editors are not responsible for the content of advertising materials. The point of view of the authors may not coincide with the opinion of the editors. Only articles prepared in accordance with the guidelines are accepted for publication. By sending the article to the editor, the authors accept the terms of the public offer agreement. The guidelines for authors and the public offer agreement can be found on the website: <https://journals.eco-vector.com/DD/>. Full or partial reproduction of materials published in the journal is allowed only with the written permission of the publisher — the Eco-Vector publishing house.



СОДЕРЖАНИЕ

К.Э. Пантелеев, К.В. Максимов, А.Е. Шкляев

Магнитно-резонансная томография — метод оценки влияния питьевых минеральных вод на эвакуаторную функцию желудка при функциональной диспепсии 9

М.Н. Бельшева, А.В. Гусева, Ф.А. Коледа, П.В. Мурлина, Л.П. Сафонова

Позиционно-силовой контроль при идентификации тканевых структур спектрофотометрическим методом 12

Д.Ю. Зубарева, О.Б. Богомякова, А.А. Тулупов

Применение методики Т2-картирования для оценки суставного хряща у пациентов с риском развития хондромалиции 15

А.Д. Душкин, М.С. Афанасьев, С.С. Афанасьев, Т.Г. Гришачева, А.В. Караулов

Цифровой анализ изображений шейки матки с использованием программного обеспечения ImageJ..... 18

Е.В. Блохина, А.С. Безымянный

Технологии искусственного интеллекта в деятельности первичного звена здравоохранения города Москвы 21

Е.В. Казанцева, А.А. Иванников, А.И. Тарзиманова, В.И. Подзолков

Прогнозирование развития фибрилляции предсердий у коморбидных пациентов с артериальной гипертензией и хронической обструктивной болезнью лёгких по данным лабораторных методов исследования: подход с использованием машинного обучения 24

А.В. Гусева, М.Р. Коденко

Создание антропоморфных тест-объектов брюшного отдела аорты для компьютерно-томографической ангиографии..... 27

Е.М. Барскова, А.Д. Куклев, Н.В. Полукаров, Е.Е. Ачкасов

Использование алгоритмов искусственного интеллекта для аппроксимации данных датчиков микроэлектромеханических систем и тензодатчиков у баскетболистов..... 30

М.А. Коваленко

Правовое регулирование дистанционной консультации в сфере телемедицины 34

Е.П. Калинина, И.Б. Белова

Диагностика тромбозов лёгочных артерий у пациентов с вирусной пневмонией с использованием мультиспиральной компьютерной томографической ангиографии 37

Ф.А. Лапутин, И.В. Сидоров, А.С. Мошкин

Определение фолликулярного резерва яичников по данным ультразвукового исследования на основе методов машинного обучения..... 40

Э.А. Гумерова, С.Н. Дубровских, А.В. Татарина, Ю.А. Степанова, А.Д. Корягина

Ультразвуковая оценка структурных изменений периферических нервов конечностей после ампутации при огнестрельной травме 43

Е.В. Воронкова, М.В. Ублинский, А.А. Кобзева, И.А. Мельников

Количественная оценка железа как маркера нейродегенерации после черепно-мозговой травмы..... 47

М.В. Соломинов, Д.В. Пахомов, Т.А. Загряжская

Применение методов машинного обучения и обработки медицинских изображений в решении задачи обнаружения стенозов средней мозговой артерии по данным компьютерно-томографической ангиографии 50

В.Г. Логункова, М.М. Мазлум, А.В. Кузнецов

Применение разборных хирургических шаблонов при полном протезировании с немедленной нагрузкой 53

Ш. Алали, Д.А. Балакин

Применение модернизированного вейвлет-преобразования для выделения динамики изменения длительности интервалов при электрокардиографической диагностике 56

<i>Д.В. Юдаков, А.А. Трухин, М.С. Шеремета, А.С. Макеев, В.Д. Ярцев</i> Система учёта и контроля дозовых нагрузок на слёзный аппарат при проведении радиойодтерапии рака щитовидной железы	59
<i>М.С. Мальцев, А.А. Трухин, А.В. Манаев, М.В. Рейнберг</i> Эмиссионные текстурные признаки I-131 ткани дифференцированного рака щитовидной железы.	62
<i>З.В. Карасева, А.С. Аметов, В.Г. Салтыкова, Е.Ю. Пашкова, Л.В. Кузнецова, К.Г. Юдина</i> Диагностика диабетической полинейропатии при сахарном диабете 2-го типа: фокус на изменениях в периферических нервах по данным ультразвукового метода исследования	65
<i>Е.А. Финота</i> Магнитно-резонансная томография в оценке состояния гипофиза у детей с задержкой роста	68
<i>Е.Д. Никитин, Н.С. Плаксин, М.Б. Гарец, Е.М. Гутин</i> Сравнение способов работы системы искусственного интеллекта в режиме сверхвысокой чувствительности для автономного описания цифровых флюорограмм без патологии	71
<i>Е.А. Кириллова, Е.С. Семёнова, П.В. Козлова, Е.Д. Вышедкевич, И.А. Мащенко</i> Аномальная гиперваскуляризация при приращении плаценты: когда ожидать тяжёлую кровопотерю при оперативном родоразрешении.	74
<i>Е.Р. Фролова, У.Н. Туманова, В.А. Сакало, К.А. Гладкова, В.Г. Быченко, А.И. Щеголев</i> Комплексная морфологическая и компьютерно-томографическая характеристика васкуляризации монохориальных диамниотических плацент при дискордантной массе новорождённых	77
<i>А.И. Кузнецов</i> Разработка прогностической модели для диагностики рака предстательной железы на основе радиомикри бипараметрической магнитно-резонансной томографии карт измеряемого коэффициента диффузии и стекинга алгоритмов машинного обучения	80
<i>Р.Ю. Епифанов, Р.И. Мулладжанов, А.А. Карпенко</i> Одноэтапная генерация сетки поверхности просвета аневризмы брюшной аорты гибридной нейронной сетью на основе снимка компьютерной томографии	83
<i>В.В. Попов, Ю.А. Станкевич, Л.М. Василькив, А.А. Тулупов</i> Бесконтрастное количественное исследование перфузионных изменений головного мозга при рассеянном склерозе.	86
<i>Н.Е. Левашов, А.А. Олейников, С.А. Романов</i> Возможности 3D-сканирования в современной стоматологии.	89
<i>А.В. Манаев, А.А. Трухин, С.М. Захарова, М.С. Шеремета, Е.А. Трошина</i> Искусственный интеллект в ультразвуковом исследовании узловых образований щитовидной железы, прогноз накопления I-131	92
<i>О.В. Савва, У.Н. Туманова, В.Г. Быченко, А.И. Щеголев</i> Посмертные гипостазы печени у новорождённых: лучевые и патологоанатомические характеристики	95
<i>Е.А. Сафьянникова, А.И. Крюков, Н.Л. Кунельская, П.А. Сударев, С.Г. Романенко, Д.И. Курбанова, Е.В. Лесогорова, Е.Н. Красильникова, А.А. Иванова, А.П. Осадчий, Н.Г. Шевырина</i> Возможности нейросети в диагностике новообразований гортани.	98
<i>А.Г. Хубларян, А.И. Крюков, Н.Л. Кунельская, Е.В. Гаров, П.А. Сударев, В.Э. Киселюс, В.Н. Зеленкова, А.А. Иванова, А.П. Осадчий, Н.Г. Шевырина</i> Применение алгоритмов искусственного интеллекта для диагностики патологии заболеваний уха.	102
<i>А.В. Тишкина, А.Л. Гусева, А.И. Крюков, А.Е. Демкина</i> Дистанционное консультирование пациентов с вестибулярными расстройствами.	106
<i>Д.В. Гордиенко, А.О. Кравченко</i> Разработка метода обработки сигнала электрокардиографии для эффективной оценки сердечного ритма пациента с использованием свёрточной нейронной сети.	109

Э.А. Мартиросян, Г.Г. Кармазановский, Е.В. Кондратьев, Е.А. Соколова Возможности текстурного анализа компьютерных томограмм в дифференциальной диагностике гастроинтестинальных стромальных опухолей и лейомиом желудка. Обзор литературы	112
Е.Д. Белякова, А.А. Насибуллина, Ю.В. Булгакова, О.В. Власова, В.В. Гребенникова, О.В. Омелянская, А.В. Петряйкин, Д.В. Леонов Антропоморфный фантом коленного сустава для исследований методом компьютерной томографии	115
А.А. Федорцов, И.П. Мошуров, О.В. Мануковская, С.М. Поварков «Живая хирургия» как современный и наглядный способ обучения врачей-специалистов	118
А.С. Тянь, Г.Г. Кармазановский, Н.А. Карельская, Е.В. Кондратьев, А.Д. Ковалев Радиомика в диагностике клинически-значимого рака предстательной железы в категории PI-RADS 3. Что уже известно, и что делать дальше?	121
Е.Е. Поликер, К.А. Кошечкин, А.М. Тимохин, Е.В. Ключкина, А.М. Бровко, Е.Д. Белякова, А.С. Лалаян, А.С. Ермолаева Применение нейронных сетей для неинвазивного определения уровня гликированного гемоглобина на примере инновационного портативного глюкометра в клинической практике	124
Б.Б. Бородулин, Ю.Т. Гогоберидзе, К.В. Жилинская, И.А. Просвиркин, Р.А. Сабитов Опыт применения искусственного интеллекта для автоматизированного анализа цифровых рентгенограмм в условиях городской больницы	127
А.А. Кныш, В.В. Сосновцев, И.Р. Набиев, П.С. Самохвалов Композитные материалы на основе квантовых точек и полимерных матриц для регистрации гамма-излучения в сцинтилляционных детекторах нового поколения	130
М.А. Телелясова, А.О. Укина Исследование преимуществ и недостатков тонометра iSage: перспективы использования в медицинской практике	133
А.А. Ибрагимов, С.А. Сенотрусова, А.А. Литвинов, А.А. Беляева, Е.Н. Ушаков, Ю.В. Маркин Классификация наличия злокачественных образований на маммограмме с помощью методов глубокого обучения	137
А.В. Кокухин, М.Н. Журавлев, Е.А. Пономарева, Р.Ф. Бакиева, Е.П. Стремаус, Е.Л. Жигалова, С.А. Мурунов, Я.В. Яценко Изменения на диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии в гиппокампе при транзиторной глобальной амнезии	140
М.Г. Косенко, Г.Б. Немковский, О.Ю. Цветкова, И.Д. Акинфеев, В.А. Долгова Разработка системы автоматического анализа морфокинетического состояния эмбриона человека	143
П.М. Игнатов, А.А. Олейников, А.В. Гуськов, А.Л. Шлыкова, Д.А. Суров Нейронная сеть для помощи принятия клинических решений при выборе ортопедической конструкции	146
А.В. Воробьева, М.А. Якушин Экспертная оценка организации комплексной поддержки пролонгации профессиональной эффективной деятельности врача	149
А.В. Соловьёв, В.Е. Синицын, М.В. Соколова, Н.Д. Кудрявцев, А.В. Владзимирский, Д.С. Семенов Эпидемиологический анализ распространённости дилатации лёгочного ствола в Москве: автоматизированный анализ изображений компьютерной томографии	152
Д.И. Абызова, М.Р. Коценко Обзор тканеимитирующих материалов для антропоморфного моделирования артериальных сосудов	155
Л.И. Трушина Изменения функциональных связей головного мозга в состоянии покоя у пациентов с острым ишемическим инсультом и гиперсомнией	157

CONTENTS

Kirill E. Pantelev, Kirill V. Maksimov, Alexey E. Shklyayev

Magnetic resonance imaging as a method for evaluating the effect of drinking mineral water on motor-evacuation function 9

Mariia N. Belsheva, Anastasia V. Guseva, Fedor A. Koleda, Polina V. Murlina, Larisa P. Safonova

Position-force control in the identification of tissue structures using the spectrophotometric method. 12

Daria Yu. Zubareva, Olga B. Bogomyakova, Andrei A. Tulupov

Application of T2 mapping to assess articular cartilage in patients at risk of developing chondromalacia. 15

Alexander D. Dushkin, Maxim S. Afanasiev, Stanislav S. Afanasiev, Tatyana G. Grishacheva, Alexander V. Karaulov

Digital approach to estimate clinical images of the cervix with ImageJ software. 18

Ekaterina V. Blokhina, Alexey S. Bezmyanny

Artificial intelligence technologies in the activities of primary healthcare in Moscow. 21

Evgeniya V. Kazantseva, Aleksander A. Ivannikov, Aida I. Tarzimanova, Valeriy I. Podzolkov

Predicting atrial fibrillation in comorbid patients with arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease using laboratory research methods: a machine learning approach 24

Anastasia V. Guseva, Maria R. Kodenko

Anthropomorphic abdominal aortic phantoms for computed tomography angiography 27

Ekaterina M. Barskova, Aleksandr D. Kuklev, Nikolay V. Polukarov, Evgeny E. Achkasov

Using artificial intelligence algorithms to approximate data from inertial measurement unit sensors and strain gauges in basketball players 30

Maria A. Kovalenko

Legal regulation of remote consultation in the field of telemedicine 34

Ekaterina P. Kalinina, Irina B. Belova

Diagnosis of pulmonary embolism in patients with viral pneumonia using multislice spiral computed tomographic angiography 37

Fedor A. Laputin, Ivan V. Sidorov, Andrey S. Moshkin

Assessment of ovarian follicular reserve according to ultrasound data based on machine learning methods. 40

Elmira A. Gumerova, Svetlana N. Dubrovskikh, Alena V. Tatarina, Yulia A. Stepanova, Anna D. Koryagina

Ultrasound assessment of structural changes in peripheral nerves of extremities after amputation in case of gunshot injury 43

Elena V. Voronkova, Maxim V. Ublinskiy, Anna A. Kobzeva, Ilya A. Melnikov

Quantitative assessment of iron as a marker of neurodegeneration after traumatic brain injury 47

Maksim V. Solominov, Denis V. Pakhomov, Tatiana A. Zagriazkina

Application of machine learning methods and medical image processing in solving the problem of detecting stenoses of the middle cerebral artery according to computed tomographic angiography data 50

Valeria G. Logunkova, Mahmoud M. Mazlum, Alexandr V. Kuznetsov

Use of collapsible surgical templates in full dentures with immediate loading. 53

Charif Alali, Dmitry A. Balakin

Application of the modernized wavelet transform to highlight the dynamics of changes in the duration of intervals during electrocardiogram diagnostics 56

Danila V. Yudakov, Alexey A. Trukhin, Marina S. Sheremeta, Anatoliy S. Makeev, Vasilij D. Yatsev

The system of accounting and control of dose loads on the lacrimal apparatus during radiotherapy of thyroid cancer 59

<i>Mikhail S. Maltsev, Alexey A. Trukhin, Almaz. V. Manaev, Maria.V. Reinberg</i> Emission textural features I-131 of differentiated thyroid cancer tissue	62
<i>Zoya V. Karaseva, Alexander S. Ametov, Victoria G. Saltykova, Evgeniya Yu. Pashkova, Larisa V. Kuznetsova, Ksenia.G. Yudina</i> Diagnosis of diabetic polyneuropathy in type 2 diabetes mellitus: focus on changes in peripheral nerves according to ultrasonic research method.....	65
<i>Elena A. Finota</i> Magnetic resonance imaging in assessing the condition of the pituitary gland in children with growth retardation	68
<i>Evgeniy D. Nikitin, Nikita S. Plaksin, Maria B. Garetz, Evgeniy M. Gutin</i> Comparison of the methods of operation of the artificial intelligence system in the ultra-high sensitivity mode for the autonomous description of chest X-rays without pathology	71
<i>Elizaveta A. Kirillova, Elena S. Semenova, Polina V. Kozlova, Elena D. Vyshedkevich, Irina A. Mashchenko</i> Abnormal hypervascularity in placenta accreta spectrum disorders: when to expect severe blood loss during surgical delivery	74
<i>Ekaterina R. Frolova, Ulyana N. Tumanova, Viktorya A. Sakalo, Kristina A. Gladkova, Vladimir G. Bychenko, Aleksandr I. Shchegolev</i> Complex morphological and computed tomographic characteristics of vascularization of monochorionic diamniotic placentas with discordant weight of newborns	77
<i>Anton I. Kuznetsov</i> Development of a prognostic model for diagnosis of prostate cancer based on radiomics of biparametric magnetic resonance imaging apparent diffusion coefficient maps and stacking of machine learning algorithms	80
<i>Rostislav Yu. Epifanov, Rustam I. Mullyadzhyanov, Andrey A. Karpenko</i> One shot lumen mesh generation of abdominal aortic aneurysm by hybrid neural network	83
<i>Vladimir V. Popov, Yuliya A. Stankevich, Liubov M. Vasilkiv, Andrey A. Tulupov</i> Non-contrast quantitative study of brain perfusion changes in multiple sclerosis	86
<i>Nikita E. Levashov, Aleksandr A. Oleynikov, Sergey A. Romanov</i> 3D scanning possibilities in modern dentistry	89
<i>Almaz V. Manaev, Alexey A. Trukhin, Svetlana M. Zakharova, Marina S. Sheremeta, Ekaterina A. Troshina</i> Artificial intelligence in ultrasound of thyroid nodules, prognosis of I-131 uptake	92
<i>Oksana V. Savva, Ulyana N. Tumanova, Vladimir G. Bychenko, Aleksandr I. Shchegolev</i> Postmortem liver hypostases in newborns: radiation and pathological characteristics	95
<i>Evgeniya A. Safyannikova, Andrey I. Kryukov, Natalya L. Kunelskaya, Pavel A. Sudarev, Svetlana G. Romanenko, Diana I. Kurbanova, Ekaterina V. Lesogorova, Ekaterina N. Krasilnikova, Anastasiya A. Ivanova, Anton P. Osadchij, Natalya G. Shevyrina</i> Potential of a neural network in the diagnosis of laryngeal tumors.....	98
<i>Alvina G. Khublaryan, Andrey I. Kryukov, Natalya L. Kunelskaya, Evgeny V. Garov, Pavel A. Sudarev, Vitautas E. Kiselyus, Victoria N. Zelenkova, Anastasiya A. Ivanova, Anton P. Osadchij, Natalya G. Shevyrina</i> Application of artificial intelligence algorithms for diagnosing the pathology of ear diseases.....	102
<i>Anna V. Tishkina, Alexandra L. Guseva, Andrei I. Kryukov, Alexandra E. Demkina</i> Telehealth for patients with vestibular disorders.....	106
<i>Daniel V. Gordienko, Artem O. Kravchenko</i> Electrocardiography signal processing method for effective assessment of a patient's heart rate using a convolutional neural network	109
<i>Elina A. Martirosyan, Grigory G. Karmazanovsky, Evgeniy V. Kondratyev, Elena A. Sokolova</i> Radiomics in the differential diagnosis of gastrointestinal stromal tumors and leiomyomas. A literature review.....	112
<i>Ekaterina D. Belyakova, Anastasia A. Nasibullina, Julia V. Bulgakova, Olga V. Vlasova, Veronika V. Grebennikova, Olga V. Omelyanskaya, Alexey V. Petraikin, Denis V. Leonov</i> Medical phantom of the knee joint for computed tomography studies.....	115

<i>Alexander A. Fedortsov, Ivan P. Moshurov, Olga V. Manukovskaya, Sergey M. Povarkov</i> "Live surgery" as a modern and visual way of training medical specialists.	118
<i>Alexandra S. Tyan, Grigoriy G. Karmazanovskij, Natalia A. Karelskaya, Evgeniy V. Kondratyev, Alexander D. Kovalev</i> Radiomics for diagnosing clinically significant prostate cancer PI-RADS 3: what is already known and what to do next?	121
<i>Ekaterina E. Poliker, Konstantin A. Koshechkin, Alexander M. Timokhin, Ekaterina V. Klyukina, Artem M. Brovko, Ekaterina D. Belyakova, Alina S. Lalayan, Alexandra S. Ermolaeva</i> Using neural networks for non-invasive determination of glycated hemoglobin levels, illustrated by the application of an innovative portable glucometer in clinical practice.	124
<i>B.B. Borodulin, Yu.T. Gogoberidze, K.V. Zhilinskaya, I.A. Prosvirkin, R.A. Sabitov</i> The experience of using artificial intelligence for automated analysis of digital radiographs in a city hospital	127
<i>Alexander A. Knysh, Valery V. Sosnovtsev, Igor R. Nabiev, Pavel S. Samokhvalov</i> Composite materials based on quantum dots and polymer matrices for gamma radiation registration in the next-generation scintillation detectors	130
<i>Mariya A. Telelyasova, Anastasiia O. Ukina</i> Advantages and disadvantages of the iCare tonometer: prospects for medical use	133
<i>Alisher A. Ibragimov, Sofya A. Senotrusova, Arseniy A. Litvinov, Aleksandra A. Beliaeva, Egor N. Ushakov, Yury V. Markin</i> Classification of the presence of malignant lesions on mammogram using deep learning	137
<i>Alexey V. Kokukhin, Mikhail N. Zhuravlev, Elena A. Ponomareva, Railya F. Bakieva, Ekaterina P. Stremaus, Evgenia L. Zhigalova, Sergey A. Murunov, Yana V. Yatsenko</i> Changes on diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the hippocampus in transient global amnesia	140
<i>Mark G. Kosenko, Gleb B. Nemkovskiy, Olesya Yu. Tsvetkova, Ivan D. Akinfeev, Valeriia A. Dolgova</i> Development of a system for automatic analysis of the morphokinetic state of the human embryo	143
<i>Pavel M. Ignatov, Aleksandr A. Oleynikov, Aleksandr V. Gus'kov, Alina L. Shlykova, Dmitrii A. Surov</i> A neural network for clinical decision support in orthopedic dentistry.	146
<i>Anna V. Vorobeva, Mikhail A. Yakushin</i> Expert assessment of the organization of comprehensive support for the prolongation of professional effective activity of a doctor.	149
<i>Alexander V. Solovev, Valentin E. Sinitsyn, Maria V. Sokolova, Nikita D. Kudryavtsev, Anton A. Vladzimirskyy, Dmitry S. Semenov</i> Epidemiological analysis of pulmonary artery dilation prevalence in Moscow: automated computed tomography image analysis.	152
<i>Dariya I. Abyzova, Maria R. Kodenko</i> Review of tissue-mimicking materials for anthropomorphic modeling of arterial vessels.	155
<i>Lidiya I. Trushina</i> Changes in the functional connections of the brain at rest in patients with acute ischemic stroke and hypersomnia	157

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626507>

Магнитно-резонансная томография — метод оценки влияния питьевых минеральных вод на эвакуаторную функцию желудка при функциональной диспепсии

К.Э. Пантелеев, К.В. Максимов, А.Е. Шкляев

Ижевская государственная медицинская академия, Ижевск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Одним из основных патофизиологических механизмов функциональной диспепсии является нарушение постпрандиального рефлекторного расслабления проксимального отдела желудка, что вызывает нарушение его эвакуаторной функции [1], верифицируемое при магнитно-резонансной томографии с нагрузочным питьевым тестом [2]. Коррекция нарушений релаксационной аккомодации желудка при функциональной диспепсии возможна с помощью питьевых минеральных вод [3], однако требуется исследование их влияния на моторно-эвакуаторную функцию желудка.

Цель — провести сравнительную оценку влияния приёма лечебной среднеминерализованной сульфатно-натриево-кальциевой минеральной воды и обычной питьевой воды на эвакуаторную функцию желудка с помощью магнитно-резонансной томографии.

Материалы и методы. На аппарате закрытого типа Philips Intera 1.5T (Philips, Нидерланды) проведена двукратная магнитно-резонансная томография желудка натощак 10 пациентам в возрасте $22,8 \pm 1,2$ года с диагнозом «функциональная диспепсия». В первый день использовалось 200 мл питьевой воды, во второй — 200 мл минеральной воды. Исследование проводилось в абдоминальном режиме лёжа на спине с толщиной среза 3 мм в коронарной, аксиальной и сагиттальной проекциях каждые 5 минут в течение 20 минут. Использовались следующие режимы: T1, T2-взвешенные изображения, T2 Spair, b-FFE. В программе RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Польша) рассчитывали объём желудочного содержимого и скорость эвакуации жидкости.

Результаты. У пациентов с функциональной диспепсией на 1-й минуте исследования объём жидкости в желудке после приёма 200 мл питьевой воды составил $163,71 \pm 28,9$ мл, после приёма минеральной воды — $101,57 \pm 26,88$ мл, а объём эвакуированной жидкости после приёма минеральной воды был в 1,04–2,5 раза больше. К 15-й минуте исследования после приёма минеральной воды объём жидкости в желудке составил $8,0 \pm 6,16$ мл, после питьевой воды — $58,85 \pm 40,06$ мл. Средняя скорость эвакуации содержимого желудка в исследовании с обычной питьевой водой составила $12,9 \pm 5,29$ мл/мин; с минеральной водой — $24,1 \pm 4,53$ мл/мин (в 1,07–3,76 раза больше). Увеличение скорости эвакуации содержимого желудка у обследованных при использовании минеральных вод составило от 7,58% до 276,21%.

Заключение. Магнитно-резонансная томография желудка верифицирует влияние минеральной воды на его эвакуаторную функцию, позволяя оценить скорость опорожнения желудка. Однократный приём исследованной минеральной воды оказывает прокинетическое действие, что может быть использовано для коррекции моторных нарушений у пациентов с функциональной диспепсией.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; функциональная диспепсия; эвакуаторная функция желудка; бальнеотерапия.

Как цитировать:

Пантелеев К.Э., Максимов К.В., Шкляев А.Е. Магнитно-резонансная томография — метод оценки влияния питьевых минеральных вод на эвакуаторную функцию желудка при функциональной диспепсии // *Digital Diagnostics*. Т. 5, № S1. С. 9–11. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626507>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Quarter A.O., de Wit N.J., Lodder A.C., et al. Disturbed Solid-Phase Gastric Emptying in Functional Dyspepsia (A Meta-Analysis) // *Digestive Diseases and Sciences*. 1998. Vol. 43. P. 2028–2033. doi: 10.1023/A:1018803129779
2. Шкляев А.Е., Максимов К.В., Григорьева О.А. МРТ-диагностика функциональной диспепсии // *Digital Diagnostics*. 2021. Т. 2, № 1S. С. 12–13. doi: 10.17816/DD2021s12
3. Шкляев А.Е., Казарин Д.Д., Григорьева О.А. Бальнеотерапия синдрома боли в эпигастрии: значение мотилина в реализации терапевтического эффекта // *Медицинский вестник Юга России*. 2023. Т. 14, № 1. С. 24–30. doi: 10.21886/2219-8075-2023-14-1-24-30

Рукопись получена: 05.02.2024

Рукопись одобрена: 22.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626507>

Magnetic resonance imaging as a method for evaluating the effect of drinking mineral water on motor-evacuation function

Kirill E. Panteleev, Kirill V. Maksimov, Alexey E. Shklyayev

Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: One of the primary pathophysiological mechanisms of functional dyspepsia is a disruption in the postprandial reflex relaxation of the proximal part of the stomach, which results in an impairment of its motor-evacuation function. This impairment can be verified by magnetic resonance imaging with a stress drinking test. Correction of gastric relaxation accommodation disorders in functional dyspepsia is possible with the help of drinking mineral waters. However, further studies are required to assess the effect of these waters on the motor-evacuation function of the stomach.

AIM: The study was aimed at comparative evaluation of the effect of intake of therapeutic medium mineralized sulfate-sodium-calcium mineral water and ordinary drinking water on gastric evacuation function using magnetic resonance tomography.

MATERIALS AND METHODS: A two-fold magnetic resonance imaging procedure was conducted on an empty stomach using a closed-type Philips Intera 1.5T device (Philips, Netherlands) in 10 patients aged 22.8 ± 1.2 years with a diagnosis of functional dyspepsia. On day 1, 200 ml of drinking water was used, and on day 2, 200 ml of mineral water was used. The examination was conducted in abdominal mode, with the subjects lying on their back. A slice thickness of 3 mm was used in coronal, axial, and sagittal projections, with images acquired every 5 minutes for 20 minutes. The following imaging modes were employed: T1, T2-weighted images, T2 Spair, and b-FFE. The volume of gastric contents and the rate of fluid evacuation were calculated using the RadiAnt DICOM Viewer program (Medixant, Poland).

RESULTS: In patients with functional dyspepsia, the volume of liquid in the stomach after ingestion of 200 ml of drinking water was 163.71 ± 28.9 mL, while after ingestion of mineral water, the volume was 101.57 ± 26.88 mL. Furthermore, the volume of evacuated liquid after ingestion of mineral water was 1.040–2.5 times greater. By minute 15, the volume of liquid in the stomach was 8.0 ± 6.16 mL after mineral water intake and 58.85 ± 40.06 mL after drinking water. The mean gastric evacuation rate following ingestion of ordinary drinking water was 12.9 ± 5.29 mL/min, while that following ingestion of mineral water was 24.1 ± 4.53 mL/min (1.07–3.76 times greater). The increase in gastric evacuation rate observed in the examined subjects when using mineral water ranged from 7.58% to 276.21%.

CONCLUSIONS: Magnetic resonance imaging of the stomach allows for the verification of the effect of mineral water on its motor-evacuation function, thus enabling the estimation of the rate of gastric emptying. A single intake of the studied mineral water has a prokinetic effect, which can be used to correct motor disorders in patients with functional dyspepsia.

Keywords: magnetic resonance imaging; functional dyspepsia; gastric evacuation function; balneotherapy.

To cite this article:

Panteleev KE, Maksimov KV, Shklyayev AE. Magnetic resonance imaging as a method for evaluating the effect of drinking mineral water on motor-evacuation function. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):9–11. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626507>

REFERENCES

1. Quarter AO, de Wit NJ, Lodder AC, et al. Disturbed Solid-Phase Gastric Emptying in Functional Dyspepsia (A Meta-Analysis). *Digestive Diseases and Sciences*. 1998;43:2028–2033. doi: 10.1023/A:1018803129779
2. Shklyayev AE, Maksimov KV, Grigorieva OA. MRI diagnostics of functional dyspepsia. *Digital Diagnostics*. 2021;2(1S):12–13. doi: 10.17816/DD20211s12
3. Shklyayev AE, Kazarin DD, Grigoreva OA. Balneotherapy of epigastric pain syndrome: the meaning of motilin in the implementation of the therapeutic effect. *Medical Herald of the South of Russia*. 2023;14(1):24–30. doi: 10.21886/2219-8075-2023-14-1-24-30

Received: 05.02.2024

Accepted: 22.03.2024

Published online: 30.06.2024

ОБ АВТОРАХ

*** Пантелеев Кирилл Эдуардович;**

ORCID: 0000-0001-8011-9017;

eLibrary SPIN: 2444-3751;

e-mail: kirillpanteleev@mail.ru

Максимов Кирилл Вячеславович;

ORCID: 0000-0001-6478-1721;

e-mail: maksimovk1983@gmail.com

Шкляев Алексей Евгеньевич;

ORCID: 0000-0003-2281-1333;

eLibrary SPIN: 3537-8929;

e-mail: shklyaevaleksey@gmail.com

AUTHORS' INFO

*** Kirill E. Panteleev;**

ORCID: 0000-0001-8011-9017;

eLibrary SPIN: 2444-3751;

e-mail: kirillpanteleev@mail.ru

Kirill V. Maksimov;

ORCID: 0000-0001-6478-1721;

e-mail: maksimovk1983@gmail.com

Alexey E. Shklyae;

ORCID: 0000-0003-2281-1333;

eLibrary SPIN: 3537-8929;

e-mail: shklyaevaleksey@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626641>

Позиционно-силовой контроль при идентификации тканевых структур спектрофотометрическим методом

М.Н. Бельшева, А.В. Гусева, Ф.А. Коледа, П.В. Мурлина, Л.П. Сафонова

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Спектрофотометрия с временным разрешением обеспечивает контактное зондирование биологических тканей на глубину от двух миллиметров до нескольких сантиметров с пространственным разрешением от одного до пяти миллиметров. При этом осуществляется количественная оценка оптических показателей, концентраций основных хромофоров, идентификация типа ткани и включений в объёме, что актуально для интраоперационной диагностики [1–3]. Изменчивость оптических свойств при сдавливании зондом определяет необходимость силового контроля прижатия, что, как и позиционирование, используется в роботизированной хирургии и диагностике [4–11], где перспективна реализация сочетанного механического и спектрофотометрического подхода. Однако требуются дополнительные исследования, касающиеся настройки спектрофотометра, разработки тест-объектов, определения возможностей спектрофотометрии с позиционно-силовым контролем для идентификации тканей и включений.

Цель — разработка подходов к активному позиционно-силовому контролю для исследования функциональных возможностей спектрофотометрии в идентификации тканевых структур.

Материалы и методы. Подготовлен экспериментальный стенд на основе двухволнового спектрофотометра с частотным подходом OxiplexTS (ISS Inc., США) с возможностью позиционного контроля оптического зонда с помощью роботизированного мини-манипулятора (U-Arm, Китай). Разработано программное обеспечение для регистрации силы прижатия изготовленного зонда в индивидуальной насадке для манипулятора. Предложен алгоритм обработки экспериментальных данных для оценки биомеханических, оптических и физиологических параметров ткани. В тестовом экспериментальном исследовании принимал участие один здоровый испытуемый. Измерения проводились на тыльной и внутренней поверхностях предплечья и на гипотенаре ладони.

Результаты. Данные сила–перемещение позволяют количественно оценивать упругие свойства исследуемой биологической ткани. Одновременно регистрируемые, в динамике прижатия зонда, оптические показатели, концентрации фракций гемоглобина в единице исследуемого объёма и тканевая сатурация позволяют оценить микроциркуляторный кровоток, выявить наличие и тип крупных сосудов. Применяемые для настройки спектрофотометра стандартные силиконовые тест-объекты не соответствуют биотканям по механическим свойствам, что при малых габаритах оптического зонда вносит дополнительную неопределённость в количественные оценки свойств тканей.

Заключение. Добавление активного силового контроля и автоматизированного позиционирования оптического зонда при спектрофотометрии позволяет увеличить её функциональные возможности для идентификации тканевых структур, расширить её области применения в роботизированной пред-, интра- и постоперационной диагностике. Для дальнейших исследований большого количества тканей, тканевых структур и имитирующих их разрабатываемых тест-объектов требуется усовершенствование экспериментального стенда: увеличение чувствительности датчика силы, плавности и дискретности хода при позиционировании, например, заменой мини-манипулятора коллаборативным роботом. Улучшение программной части предполагает реализацию синхронизации с OxiplexTS через его интерфейсный модуль ввода, написание программы для автоматического сканирования поверхности.

Ключевые слова: силовой контроль; оптические свойства; механические свойства; биоткань.

Как цитировать:

Бельшева М.Н., Гусева А.В., Коледа Ф.А., Мурлина П.В., Сафонова Л.П. Позиционно-силовой контроль при идентификации тканевых структур спектрофотометрическим методом // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 12–14. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626641>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fantini S., Sassaroli A. Frequency-domain techniques for cerebral and functional near-infrared spectroscopy // *Frontiers in neuroscience*. 2020. Vol. 14. P. 300. doi: 10.3389/fnins.2020.00300
2. Barstow T.J. Understanding near infrared spectroscopy and its application to skeletal muscle research // *Journal of Applied Physiology*. 2019. Vol. 126, N 5. P. 1360–1376. doi: 10.1152/jappphysiol.00166.2018
3. Safonova L.P., Orlova V.G., Shkarubo A.N. Investigation of Neurovascular Structures Using Phase-Modulation Spectrophotometry // *Optics and Spectroscopy*. 2019. Vol. 126. P. 745–757. doi: 10.1134/S0030400X19060201
4. Zhang X.U., Faber D.J., van Leeuwen T.G., Sterenborg H.J.C.M. Effect of probe pressure on skin tissue optical properties measurement using multi-diameter single fiber reflectance spectroscopy // *Journal of Physics: Photonics*. 2020. Vol. 2, N 3. P. 034008. doi: 10.1088/2515-7647/ab9071
5. Abookasis D., Malchi D., Robinson D., Yassin M. Pressure estimation via measurement of reduced light scattering coefficient by oblique laser incident reflectometry // *Journal of Laser Applications*. 2024. Vol. 36, N 1. doi: 10.2351/7.0001263
6. Bregar M., Bürmen M., Aljancic U., et al. Contact pressure-aided spectroscopy // *Journal of biomedical optics*. 2014. Vol. 19, N 2. P. 020501. doi: 10.1117/1.JBO.19.2.020501
7. Cugmas B., Bregar M., Bürmen M., Pernuš F., Likar B. Impact of contact pressure-induced spectral changes on soft-tissue classification in diffuse reflectance spectroscopy: problems and solutions // *Journal of biomedical optics*. 2014. Vol. 19, N 3. P. 037002. doi: 10.1117/1.JBO.19.3.037002
8. Cugmas B., Bürmen M., Bregar M., Pernuš F., Likar B. Pressure-induced near infrared spectra response as a valuable source of information for soft tissue classification // *Journal of biomedical optics*. 2013. Vol. 18, N 4. P. 047002. doi: 10.1117/1.JBO.18.4.047002
9. Cheng X., Xu X. Study of the pressure effect in near-infrared spectroscopy // *Optical Tomography and Spectroscopy of Tissue V* // SPIE. 2003. Vol. 4955. P. 397–406. doi: 10.1117/12.476783
10. Ahmed I., Ali M., Butt H. Investigating the Influence of Probe Pressure on Human Skin Using Diffusive Reflection Spectroscopy // *Micromachines*. 2023. Vol. 14, N 10. P. 1955. doi: 10.3390/mi14101955
11. Патент РФ на изобретение № 2758868/ 02.11.2021. Бюл. № 31. Сафонова Л.П., Шкарубо А.Н., Беликов Н.В., Федоренко В.И., Колпаков А.В. Система для интраоперационного обнаружения и распознавания нейроваскулярных структур в объеме биологической ткани. EDN: KQMGQM

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626641>

Position-force control in the identification of tissue structures using the spectrophotometric method

Mariia N. Belsheva, Anastasia V. Guseva, Fedor A. Koleda, Polina V. Murlina, Larisa P. Safonova

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Time-resolved spectrophotometry enables the contact probing of biological tissues at a depth of two millimeters to several centimeters, with a spatial resolution of one to five millimeters. This technique provides a quantitative assessment of optical parameters, concentrations of main chromophores, identification of tissue type and inclusions in the volume, which is relevant for intraoperative diagnostics [1–3]. The variability of optical properties during probe squeezing necessitates the implementation of force control of squeezing, which, like positioning, is used in robotic surgery and diagnostics [4–11]. A combined mechanical and spectrophotometric approach holds promise in this regard. However, further research is required concerning spectrophotometer setup, the development of test objects, and the determination of the possibilities of positioning-force-controlled spectrophotometry for the identification of tissues and inclusions.

Development of approaches to active positional force control to study the functionality of spectrophotometry in identifying tissue structures.

MATERIALS AND METHODS: An experimental bench was constructed based on a two-wavelength spectrophotometer with OxiplexTS frequency approach (ISS Inc., USA). This bench allows for the position control of the optical probe using a robotic mini-manipulator (U-Arm, China). Additionally, a software program was developed to record the pressing force of the fabricated probe in a customized nozzle for the manipulator. Finally, an algorithm was proposed for processing experimental data to estimate biomechanical, optical, and physiological parameters of the tissue. A single healthy subject participated in the experimental study. Measurements were conducted on the dorsal and ventral surfaces of the forearm and on the palmar surface of the hypotenar.

RESULTS: The quantitative assessment of elastic properties of biological tissue can be achieved through the use of force-displacement data. The simultaneous registration of optical parameters, concentrations of hemoglobin fractions in a unit of the investigated volume, and tissue saturation in the dynamics of probe pressing allows for the estimation of microcirculatory blood flow, the revelation of the presence and type of large vessels. The standard silicone test objects used for spectrophotometer

Received: 08.02.2024

Accepted: 01.03.2024

Published online: 30.06.2024

calibration do not align with the mechanical properties of biological tissues. Given the diminutive dimensions of the optical probe, this discrepancy introduces an additional degree of uncertainty in the quantitative assessment of tissue properties.

CONCLUSIONS: The addition of active force control and automated positioning of the optical probe during spectrophotometry enhances its functional capabilities for identifying tissue structures and expands its applications in robotic pre-, intra- and post-operative diagnostics. For further studies on a larger number of tissues, tissue structures and mimicking tissue test objects, an improvement of the experimental bench is required: increase of the sensitivity of the force sensor, smoothness and discreteness of the motion during positioning, e.g. by replacing the mini manipulator by a collaborative robot. The improvement of the software part implies the implementation of synchronization with OxiplexTS through its input interface module, writing a program for automatic surface scanning.

Keywords: force control; optical properties; mechanical properties; biotissue.

To cite this article:

Belsheva MN, Guseva AV, Koleda FA, Murlina PV, Safonova LP. Position-force control in the identification of tissue structures using the spectrophotometric method. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):12–14. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626641>

REFERENCES

1. Fantini S, Sassaroli A. Frequency-domain techniques for cerebral and functional near-infrared spectroscopy. *Frontiers in neuroscience*. 2020;14:300. doi: 10.3389/fnins.2020.00300
2. Barstow TJ. Understanding near infrared spectroscopy and its application to skeletal muscle research. *Journal of Applied Physiology*. 2019;126(5):1360–1376. doi: 10.1152/jappphysiol.00166.2018
3. Safonova LP, Orlova VG, Shkarubo AN. Investigation of Neurovascular Structures Using Phase-Modulation Spectrophotometry. *Optics and Spectroscopy*. 2019;126:745–757. doi: 10.1134/S0030400X19060201
4. Zhang XU, Faber DJ, van Leeuwen TG, Sterenborg HJCM. Effect of probe pressure on skin tissue optical properties measurement using multi-diameter single fiber reflectance spectroscopy. *Journal of Physics: Photonics*. 2020;2(3):034008. doi: 10.1088/2515-7647/ab9071
5. Abookasis D, Malchi D, Robinson D, Yassin M. Pressure estimation via measurement of reduced light scattering coefficient by oblique laser incident reflectometry. *Journal of Laser Applications*. 2024;36(1). doi: 10.2351/7.0001263
6. Bregar M, Bürmen M, Aljancic U, et al. Contact pressure-aided spectroscopy. *Journal of biomedical optics*. 2014;19(2):020501. doi: 10.1117/1.JBO.19.2.020501
7. Cugmas B, Bregar M, Bürmen M, Pernuš F, Likar B. Impact of contact pressure-induced spectral changes on soft-tissue classification in diffuse reflectance spectroscopy: problems and solutions. *Journal of biomedical optics*. 2014;19(3):037002. doi: 10.1117/1.JBO.19.3.037002
8. Cugmas B, Bürmen M, Bregar M, Pernuš F, Likar B. Pressure-induced near infrared spectra response as a valuable source of information for soft tissue classification. *Journal of biomedical optics*. 2013;18(4):047002. doi: 10.1117/1.JBO.18.4.047002
9. Cheng X, Xu X. Study of the pressure effect in near-infrared spectroscopy. *Optical Tomography and Spectroscopy of Tissue V. SPIE*. 2003;4955:397–406. doi: 10.1117/12.476783
10. Ahmed I, Ali M, Butt H. Investigating the Influence of Probe Pressure on Human Skin Using Diffusive Reflection Spectroscopy. *Micromachines*. 2023;14(10):1955. doi: 10.3390/mi14101955
11. Patent RUS № 2758868/ 02.11.2021. Byul. № 31. Safonova LP, Shkarubo AN, Belikov NV, Fedorenko VI, Kolpakov AV. *System for intraoperative detection and recognition of neurovascular structures in the volume of biological tissue*. EDN: KQMGQM

ОБ АВТОРАХ

* **Бельшева Мария Николаевна;**

ORCID: 0000-0003-3809-6397;

e-mail: belsheva.masha@gmail.com

Гусева Анастасия Викторовна;

ORCID: 0009-0006-1787-4726;

e-mail: anastas_g01@mail.ru

Коледа Фёдор Александрович;

ORCID: 0009-0000-1742-2355;

e-mail: fkoleda@bk.ru

Мурлина Полина Валерьевна;

ORCID: 0009-0004-3111-2379;

e-mail: pmurlina@mail.ru

Сафонова Лариса Петровна;

ORCID: 0000-0001-6607-7359;

eLibrary SPIN: 3522-7990;

e-mail: larisa.safonova@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Mariia N. Belsheva;**

ORCID: 0000-0003-3809-6397;

e-mail: belsheva.masha@gmail.com

Anastasia V. Guseva;

ORCID: 0009-0006-1787-4726;

e-mail: anastas_g01@mail.ru

Fedor A. Koleda;

ORCID: 0009-0000-1742-2355;

e-mail: fkoleda@bk.ru

Polina V. Murlina;

ORCID: 0009-0004-3111-2379;

e-mail: pmurlina@mail.ru

Larisa P. Safonova;

ORCID: 0000-0001-6607-7359;

eLibrary SPIN: 3522-7990;

e-mail: larisa.safonova@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626650>

Применение методики T2-картирования для оценки суставного хряща у пациентов с риском развития хондромалиции

Д.Ю. Зубарева¹, О.Б. Богомякова^{1,2}, А.А. Тулупов^{1,2}¹ Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия;² Институт «Международный томографический центр», Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Хондромалиция — распространённая патология суставов, приводящая к снижению качества жизни пациента. Магнитно-резонансная томография является методом выбора для диагностики дефекта суставного хряща [1]. T2-картирование хряща — это неинвазивная количественная методика, позволяющая оценить его время T2-релаксации, что может быть актуально пациентам, которым рекомендовано наблюдение за суставным хрящом [2–5].

Цель — изучить магнитно-резонансные характеристики хряща коленного сустава с использованием рутинного протокола и методики T2-картирования у пациентов с риском развития хондромалиции.

Материалы и методы. Проспективно в период с 2022 по 2023 г. выполнили магнитно-резонансное исследование коленного сустава 35 пациентам в возрасте 18–70 лет, подписавшим информированное добровольное согласие. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Института «Международный томографический центр» (Новосибирск) Критерии исключения: стадия обострения коморбидных заболеваний, деформирующий остеоартроз коленного сустава III–IV степени. Основную группу составили пациенты с признаками хондромалиции; группу с начальными дегенеративными изменениями — пациенты с локальными участками истончения и/или изменения сигнальных характеристик суставного хряща при незначительных дегенеративных изменениях сустава или их отсутствии; группу контроля составили пациенты без изменений сигнальных характеристик хряща, травматических и дегенеративных изменений коленного сустава. Исследование коленного сустава проводилось на магнитно-резонансном томографе Philips INGENIA (с напряжённостью 1,5T) с использованием рутинного протокола: T2-взвешенные изображения, PD-SPAIR, PD-взвешенные изображения, T1-взвешенные изображения и методики T2-картирования с расчётом времени T2-релаксации хрящевой ткани. Статистический анализ проводился с использованием непараметрических методов исследования (U-критерий Манна–Уитни, коэффициент корреляции Спирмена). Критический уровень значимости $p < 0,05$.

Результаты. Медиана возраста в группе контроля — 28,0 [24,0; 38,0] лет, в основной группе — 48,0 [37,2; 55,7] лет, в группе с начальными дегенеративными изменениями — 48,0 [38,2; 59,5] лет. При анализе локализации дефекта хряща коленного сустава выявлено, что у 11 (91,6%) пациентов хондромалиция определялась на медиальной фасетке надколенника, у 4 (33,3%) — на латеральной фасетке надколенника, у 4 (33,3%) — на медиальном мыщелке бедренной кости. При измерении толщины хряща выявлена высокая индивидуальная вариабельность значений с её достоверным уменьшением только в области дефекта ($p < 0,05$), без достоверных различий между группами в остальных отделах ($p > 0,05$). При оценке значений времени T2-релаксации хряща выявлено его статистически значимое увеличение в области хряща надколенника — у пациентов из основной группы и с начальными дегенеративными изменениями ($p < 0,001$ и $p < 0,01$), хряща медиального мыщелка бедренной кости — у пациентов с дегенеративными изменениями ($p < 0,05$), в сравнении с группой контроля. Был проведён корреляционный анализ между толщиной хряща и временем T2-релаксации, выявлены значимые пары: в группе контроля — в области латерального мыщелка бедренной кости ($p=0,011$, $r=0,636$), в основной группе — на медиальной фасетке надколенника ($r=-0,591$, $p=0,043$) и в области медиального мыщелка бедренной кости ($r=-0,760$, $p=0,004$). В остальных случаях достоверных значимых корреляций между толщиной хряща и группами пациентов не выявлено.

Заключение. Выявлено статистически значимое локальное увеличение времени T2-релаксации в группах пациентов в сравнении с группой контроля при высокой вариабельности толщины хряща. Представленные результаты свидетельствуют о том, что преобладающим диагностическим критерием является изменение сигнальных характеристик и повышение времени T2-релаксации в структуре хряща.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; T2-картирование; хрящ; хондромалиция.

Как цитировать:

Зубарева Д.Ю., Богомякова О.Б., Тулупов А.А. Применение методики T2-картирования для оценки суставного хряща у пациентов с риском развития хондромалиции // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 15–17. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626650>

Рукопись получена: 08.02.2024

Рукопись одобрена: 22.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Horng A. Knorpelschäden des Kniegelenks beim Sport // Radiologie (Heidelb). 2023. Vol. 63, N 4. P. 241–248. (In German). doi: 10.1007/s00117-023-01128-5
2. Eck B.L., Yang M., Elias J.J., et al. Quantitative MRI for Evaluation of Musculoskeletal Disease: Cartilage and Muscle Composition, Joint Inflammation, and Biomechanics in Osteoarthritis // Invest Radiol. 2023. Vol. 58, N 1. P. 60–75. doi: 10.1097/RLI.0000000000000909
3. Zhao H., Li H., Liang S., et al. T2 mapping for knee cartilage degeneration in young patients with mild symptoms // BMC Med Imaging. 2022. Vol. 22. P. 72. doi: 10.1186/s12880-022-00799-1
4. Roth C., Hirsch F.W., Sorge I., et al. Preclinical Cartilage Changes of the Knee Joint in Adolescent Competitive Volleyball Players: A Prospective T2 Mapping Study // Rofo. 2023. Vol. 195, N 10. P. 913–923. doi: 10.1055/a-2081-3245
5. Williams J.R., Neal K., Alfayyadh A., et al. Knee cartilage T2 relaxation times 3 months after ACL reconstruction are associated with knee gait variables linked to knee osteoarthritis // J Orthop Res. 2022. Vol. 40, N 1. P. 252–259. doi: 10.1002/jor.25043

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626650>

Application of T2 mapping to assess articular cartilage in patients at risk of developing chondromalacia

Daria Yu. Zubareva¹, Olga B. Bogomyakova^{1,2}, Andrei A. Tulupov^{1,2}

¹ Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia;

² International Tomography Institute, Novosibirsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Chondromalacia is a common pathology of joints, leading to a decrease in the patient's quality of life. Magnetic resonance imaging is the method of choice for the diagnosis of articular cartilage defects [1]. T2 mapping of cartilage is a non-invasive quantitative technique that allows estimation of its T2-relaxation time, which may be relevant in cases where articular cartilage surveillance is recommended [2–5].

AIM: To study the magnetic resonance characteristics of knee cartilage using a routine protocol and T2 mapping technique in patients at risk of chondromalacia.

MATERIALS AND METHODS: Magnetic resonance research of the knee joint was prospectively performed on 35 patients aged 18–70 years who signed informed voluntary consent in the period from 2022 to 2023. The study was approved by the local ethical committee of International Tomography Center (Novosibirsk, Russia). Exclusion criteria: exacerbation stage of comorbid diseases, knee joint osteoarthritis of stages 3–4. The main group consisted of patients with signs of chondromalacia; the group with initial degenerative changes — of patients with local areas of thinning and/or changes in the signaling characteristics of articular cartilage with minor/no degenerative changes of the joint. The control group consisted of patients without changes in cartilage signaling characteristics, traumatic and degenerative changes of the knee joint. The study of the knee joint was performed on a Philips INGENIA magnetic resonance tomograph (1.5T intensity) using the routine protocol: T2-weighted images, PD-SPAIR, PD-weighted images, T1-weighted images and T2 mapping technique with calculation of the T2-relaxation time of the cartilage tissue. Statistical analysis was performed using non-parametric research methods (Mann–Whitney U-test, Spearman correlation coefficient). The critical level of significance (p) is 0.05.

RESULTS: The median age in the control group was 28.0 [24.0; 38.0] years, in the main group 48.0 [37.2; 55.7] years, and in the group with initial degenerative changes 48.0 [38.2; 59.5] years. Analysis of the localization of the cartilage defect of the knee joint revealed that chondromalacia was determined on the medial facet of the patella in 11 (91.6%) patients, on the lateral facet of the patella in 4 (33.3%) patients, and on the medial femoral condyle in 4 (33.3%) patients. When measuring cartilage thickness, a high individual variability of values was revealed with its significant decrease only in the defect area ($p < 0.05$), with no significant differences between the groups in the other sections ($p > 0.05$). When evaluating the values of cartilage T2-relaxation time, its statistically significant increase was revealed in the area of patella cartilage in patients from the main group and with initial degenerative changes ($p < 0.001$ and $p < 0.01$), cartilage of medial femoral condyle in patients with initial degenerative changes ($p < 0.05$) in comparison with the control group. Correlation analysis between cartilage thickness and

Received: 08.02.2024

Accepted: 22.03.2024

Published online: 30.06.2024

T2-relaxation time was performed, significant pairs were found: in the control group — in the area of lateral femoral condyle ($p=0.011$, $r=0.636$), in the main group — on the medial facet of the patella ($r=-0.591$, $p=0.043$), and in the area of medial femoral condyle ($r=-0.760$, $p=0.004$). In other cases, no significant correlations between cartilage thickness and patient groups were found.

CONCLUSION: A statistically significant local increase in the T2-relaxation time in the patient groups revealed in comparison with the control group at high variability of cartilage thickness. The presented results indicate that the predominant diagnostic criterion is the change in signaling characteristics and increase in T2-relaxation time in the cartilage structure.

Keywords: MRI; T2 mapping; cartilage; chondromalacia.

To cite this article:

Zubareva DYu, Bogomyakova OB, Tulupov AA. Application of T2 mapping to assess articular cartilage in patients at risk of developing chondromalacia. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):15–17. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626650>

REFERENCES

1. Horng A. Knorpelschäden des Kniegelenks beim Sport. *Radiologie (Heidelb)*. 2023;63(4):241–248. (In German). doi: 10.1007/s00117-023-01128-5
2. Eck BL, Yang M, Elias JJ, et al. Quantitative MRI for Evaluation of Musculoskeletal Disease: Cartilage and Muscle Composition, Joint Inflammation, and Biomechanics in Osteoarthritis. *Invest Radiol*. 2023;58(1):60–75. doi: 10.1097/RLI.0000000000000909
3. Zhao H, Li H, Liang S, et al. T2 mapping for knee cartilage degeneration in young patients with mild symptoms. *BMC Med Imaging*. 2022;(22):72. doi: 10.1186/s12880-022-00799-1
4. Roth C, Hirsch FW, Sorge I, et al. Preclinical Cartilage Changes of the Knee Joint in Adolescent Competitive Volleyball Players: A Prospective T2 Mapping Study. *Rofo*. 2023;195(10):913–923. doi: 10.1055/a-2081-3245
5. Williams JR, Neal K, Alfayyadh A, et al. Knee cartilage T2 relaxation times 3 months after ACL reconstruction are associated with knee gait variables linked to knee osteoarthritis. *J Orthop Res*. 2022;40(1):252–259. doi: 10.1002/jor.25043

ОБ АВТОРАХ

* **Зубарева Дарья Юрьевна;**

ORCID: 0000-0002-2645-8381;

eLibrary SPIN: 5726-0306;

e-mail: dashazubareva0904@gmail.com

Богомякова Ольга Борисовна;

ORCID: 0000-0002-8880-100X;

eLibrary SPIN: 9172-6975;

e-mail: bogom_o@tomo.nsc.ru

Тулупов Андрей Александрович;

ORCID: 0000-0002-1277-4113;

eLibrary SPIN: 6630-8720;

e-mail: taa@tomo.nsc.ru

AUTHORS' INFO

* **Daria Yu. Zubareva;**

ORCID: 0000-0002-2645-8381;

eLibrary SPIN: 5726-0306;

e-mail: dashazubareva0904@gmail.com

Olga B. Bogomyakova;

ORCID: 0000-0002-8880-100X;

eLibrary SPIN: 9172-6975;

e-mail: bogom_o@tomo.nsc.ru

Andrei A. Tulupov;

ORCID: 0000-0002-1277-4113;

eLibrary SPIN: 6630-8720;

e-mail: taa@tomo.nsc.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626768>

Цифровой анализ изображений шейки матки с использованием программного обеспечения ImageJ

А.Д. Душкин¹, М.С. Афанасьев², С.С. Афанасьев³, Т.Г. Гришачева⁴, А.В. Караулов²¹ Московская городская онкологическая больница № 62, Московская область, пос. Истра, Россия;² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия;³ Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.Н. Габричевского, Москва, Россия;⁴ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Визуальный осмотр и кольпоскопическое исследование являются субъективными методами оценки состояния шейки матки. В настоящее время большинство кольпоскопов имеют возможность цифровой передачи и записи изображения состояния шейки матки, а современное программное обеспечение обрабатывать их. Для объективной оценки, предупреждения развития и оценки рисков развития предраковых изменений (SIL+) и рака шейки матки необходимо использовать современные методы обработки изображений.

Цель — продемонстрировать возможности цифрового анализа изображений шейки матки на основе программного обеспечения ImageJ [1].

Материалы и методы. 500 кольпоскопических изображений теста Шиллера, полученных во время проведения расширенной кольпоскопии. Цифровой анализ проводили с использованием программного обеспечения ImageJ на основе минимального (MinGV), максимального (MaxGV) значений серого пикселя (0–255) и площади поражённой поверхности (%Area). Изображения были разделены на 4 группы согласно проведённому цитологическому исследованию: здоровые доноры ($n=19$; 3,8%); плоскоклеточное интраэпителиальное поражение лёгкой степени ($n=113$; 22,6%); плоскоклеточное интраэпителиальное поражение тяжёлой степени ($n=327$; 65,4%) и инвазивный рак шейки матки ($n=41$; 8,2%). Математический и статистический анализ полученных данных проводили с использованием пакетов языка программирования Python в среде Google Colab. Сравнение количественных показателей между тремя и более группам проводили с использованием критерия Краскела–Уоллиса и апостериорным сравнениям по критерию Данна с поправкой Холма.

Результаты. Статистически значимо MinGV ($p=0,035$), MaxGV ($p<0,001$) и %Area ($p=0,022$) нарастали от лёгкой (88/141/31) к тяжёлой (83/142/32) степени плоскоклеточного интраэпителиального поражения и раку шейки матки (88/162/36). Получены объективные параметры оценки степени поражения поверхности шейки матки при проведении цифровой кольпоскопии. Проведение цифрового анализа поверхности шейки матки может помочь клиническому специалисту в определении дальнейшей тактики ведения пациентки, в частности проведении скарификационной или инцизионной биопсии с последующим морфологическим исследованием.

Заключение. Использование цифрового анализа кольпоскопических изображений может снизить субъективную оценку состояния шейки матки, повысить эффективность первичного приёма врача гинеколога и отбора пациенток для проведения цитологического исследования.

Ключевые слова: цифровой анализ; шейка матки; ImageJ; прогноз.

Как цитировать:

Душкин А.Д., Афанасьев М.С., Афанасьев С.С., Гришачева Т.Г., Караулов А.В. Цифровой анализ изображений шейки матки с использованием программного обеспечения ImageJ // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 18–20. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626768>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis // Nature Methods. 2012. Vol. 9, N 7. P. 671–675. doi: 10.1038/nmeth.2089

Received: 12.02.2024

Accepted: 07.03.2024

Published online: 30.06.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626768>

Digital approach to estimate clinical images of the cervix with ImageJ software

Alexander D. Dushkin¹, Maxim S. Afanasiev², Stanislav S. Afanasiev³, Tatyana G. Grishacheva⁴, Alexander V. Karaulov²

¹ Moscow City Oncology Hospital No 62, Moscow region, Istra village, Russia;

² The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russia;

³ G.N. Gabrichevsky Research Institute for Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russia;

⁴ Academician I.P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Visual inspection and colposcopy are subjective methods of cervical evaluation. Currently, the majority of colposcopes are equipped with the capacity to digitally transmit and record cervical images, in addition to modern software for image processing. For the objective assessment, prevention of development, and risk assessment of precancerous changes (SIL+) and cervical cancer, it is essential to use modern methods of image processing.

AIM: The study aimed at demonstrating the capabilities of digital analysis of cervical images based on ImageJ software [1].

MATERIALS AND METHODS: A total of 500 colposcopic images of the Schiller test were obtained during dilated colposcopy. Digital analysis was performed using ImageJ software, which employed minimum (MinGV) and maximum (MaxGV) gray pixel values (0–255) and lesion surface area (%Area) as parameters. The images were divided into 4 groups according to the cytologic examination performed: healthy donors ($n=19$; 3.8%), mild grade squamous cell intraepithelial lesion ($n=113$; 22.6%), severe grade squamous cell intraepithelial lesion ($n=327$; 65.4%), and invasive cervical cancer ($n=41$; 8.2%). Mathematical and statistical analysis of the obtained data was performed using Python programming language packages in the Google Colab environment. Comparisons of quantitative measures between three or more groups were conducted using the Kruskal-Wallis criterion and posteriori comparisons by Dunn's criterion with Holm's correction.

RESULTS: Statistical significance was observed in the increase of MinGV ($p=0.035$), MaxGV ($p<0.001$) and %Area ($p=0.022$) from the mild (88/141/31) to the severe (83/142/32) degree of squamous cell intraepithelial lesion and cervical cancer (88/162/36). Objective parameters for the assessment of the degree of cervical surface lesions during digital colposcopy were obtained. Digital analysis of the cervical surface may assist the clinical specialist in determining further management strategies, including scarification or incisional biopsy with subsequent morphological examination.

CONCLUSIONS: The application of digital analysis to colposcopic images has the potential to reduce the subjective assessment of cervical condition, enhance the efficiency of the initial appointment with a gynecologist, and facilitate the selection of patients for cytologic examination.

Keywords: digital approach; cervix; ImageJ; prognosis.

To cite this article:

Dushkin AD, Afanasiev MS, Afanasiev SS, Grishacheva TG, Karaulov AV. Digital approach to estimate clinical images of the cervix with ImageJ software. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):18–20. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626768>

REFERENCES

1. Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*. 2012;9(7):671–675. doi: 10.1038/nmeth.2089

ОБ АВТОРАХ

*** Душкин Александр Дмитриевич;**

ORCID: 0000-0002-8013-5276;

eLibrary SPIN: 3857-0010;

e-mail: alex@drdushkin.ru

Афанасьев Максим Станиславович;

ORCID: 0000-0002-5860-4152;

eLibrary SPIN: 5137-1449;

e-mail: maxim.afanasyev78@gmail.com

Афанасьев Станислав Степанович;

ORCID: 0000-0001-6497-1795;

e-mail: afanasievss409.4@bk.ru

Гришачева Татьяна Георгиевна;

ORCID: 0000-0002-9515-914X;

eLibrary SPIN: 4170-4253;

e-mail: grishatanchik82@gmail.com

Караулов Александр Викторович;

ORCID: 0000-0002-1930-5424;

eLibrary SPIN: 4122-5565;

e-mail: karaulov_a_v@staff.sechenov.ru

AUTHORS' INFO

*** Alexander D. Dushkin;**

ORCID: 0000-0002-8013-5276;

eLibrary SPIN: 3857-0010;

e-mail: alex@drdushkin.ru

Maxim S. Afanasiev;

ORCID: 0000-0002-5860-4152;

eLibrary SPIN: 5137-1449;

e-mail: maxim.afanasyev78@gmail.com

Stanislav S. Afanasiev;

ORCID: 0000-0001-6497-1795;

e-mail: afanasievss409.4@bk.ru

Tatyana G. Grishacheva;

ORCID: 0000-0002-9515-914X;

eLibrary SPIN: 4170-4253;

e-mail: grishatanchik82@gmail.com

Alexander V. Karaulov;

ORCID: 0000-0002-1930-5424;

eLibrary SPIN: 4122-5565;

e-mail: karaulov_a_v@staff.sechenov.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626790>

Технологии искусственного интеллекта в деятельности первичного звена здравоохранения города Москвы

Е.В. Блохина, А.С. Безымянный

Дирекция по координации деятельности медицинских организаций, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В последние годы сфера здравоохранения становится одной из ключевых областей, где технологии искусственного интеллекта приобретают стратегическое значение. Особая актуальность и значимость проявляется во внедрении данных технологий в первичное звено здравоохранения [1–3].

Цель — дать характеристику этапов внедрения технологий искусственного интеллекта в деятельность городских поликлиник г. Москвы.

Материалы и методы. Для анализа данных использовали статистический, социально-гигиенический и экспериментальный методы.

Результаты. Основной задачей введения искусственного интеллекта в деятельность городских поликлиник было повышение эффективности обработки медицинской информации, снижения рисков профессиональных ошибок и улучшение координации взаимодействия между различными специалистами.

В решении первой задачи по обработке массива информации определено, что использование искусственного интеллекта в анализе данных из электронных медицинских карт позволяет создать интегрированные и безопасные системы, где данные о пациентах легко доступны для врачей и медицинского персонала, для проведения аналитической работы качества медицинской помощи.

В решении второй задачи по использованию технологий искусственного интеллекта для оказания консультационных услуг врачам в постановке диагноза работа проводилась в несколько этапов.

В 2020 году внедрена система поддержки принятия врачебных решений «Топ-3», которая помогает терапевтам ставить предварительные диагнозы на основе МКБ-10.

С 2023 года активно используется система «Диагностический Ассистент», которая анализирует данные электронной медицинской карты пациента и предлагает второе мнение о подтверждённом диагнозе. Сейчас эта система включает 95 кодов Международной классификации болезней 10-го пересмотра и схожие диагнозы, планируется расширение функционала до 268 диагнозов. В результате обучения и внедрения расширения система покрывает около 85% наиболее часто устанавливаемых подтверждённых диагнозов.

В процессе настройки и тестирования систем задействовались несколько десятков врачей-экспертов, было разобрано более 10 000 кейсов.

В декабре 2023 года проведён пилотный проект в рамках работы Городской поликлиники № 64 (Москва) с привлечением почти 100 врачей данного медицинского учреждения в целях выявления возможности повышения достоверности модели. По его результатам установлено, что диагнозы, поставленные врачом и системой искусственного интеллекта, совпадают на 89%. Несмотря на впечатляющие достижения технологий, важно подчеркнуть, что искусственный интеллект не призван заменить врача, а скорее служит для подстраховки в качестве второго мнения в работе специалиста.

Заключение. Внедрение искусственного интеллекта в деятельность поликлиник города Москвы не только сокращает время, необходимое для поиска и обработки большого объёма информации, и помогает избежать профессиональных ошибок, но и повышает эффективность работы первичного звена здравоохранения города Москвы в целом.

Ключевые слова: технологии в медицине; искусственный интеллект; врач первичного звена; поликлиники; здравоохранение.

Как цитировать:

Блохина Е.В., Безымянный А.С. Технологии искусственного интеллекта в деятельности первичного звена здравоохранения города Москвы // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 21–23. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626790>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фершт В.М., Латкин А.П., Иванова В.Н. Современные подходы к использованию искусственного интеллекта в медицине // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2020. Т. 12, № 1. С. 121–130. EDN: JSADGO doi: 10.24866/VVSU/2073-3984/2020-1/121-130
2. Хусанов У.А., Кудратиллаев М.Б., Сиддииков Б.Н., Довлетова С.Б. Искусственный интеллект в медицине // Science and Education. 2023. Т. 4, № 5. С. 772–782.
3. Рязанова С.В., Комков А.А., Мазаев В.П. Российский и мировой опыт применения новых технологий искусственного интеллекта в реальной медицинской практике // Научное обозрение. Медицинские науки. 2021. № 6. С. 32–40. EDN: FIBIWT doi: 10.17513/srms.1215

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626790>

Artificial intelligence technologies in the activities of primary healthcare in Moscow

Ekaterina V. Blokhina, Alexey S. Bezmyanny

Directorate for Coordination of Medical Organizations' activities, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: In recent years, the healthcare sector has emerged as a key area where artificial intelligence technologies are gaining strategic importance. In particular, the implementation of these technologies in primary healthcare has demonstrated particular relevance and importance [1–3].

AIM: The aim of the study is to characterize the stages of implementation of artificial intelligence technologies in the activities of urban polyclinics in Moscow.

MATERIALS AND METHODS: Analytical, statistical, socio-hygienic, and experimental methods were used.

RESULTS: The primary objective of integrating artificial intelligence into the operations of city polyclinics was to enhance the efficacy of medical data processing, mitigate the likelihood of professional missteps, and optimize the coordination of interactions between different medical professionals.

The initial challenge of processing a vast quantity of information was met by the implementation of artificial intelligence in the analysis of electronic medical records. This approach resulted in the development of integrated and secure systems that facilitate the accessibility of patient data to physicians and medical staff for the purpose of quality of care analysis.

In addressing the second task of using artificial intelligence technologies to provide consulting services to physicians in making a diagnosis, the work was carried out in several stages. In 2020, the top three medical decision support systems were implemented, which assist therapists in making preliminary diagnoses based on the International Classification of Diseases 10th revision (ICD-10).

Since 2023, the Diagnostic Assistant system, which analyzes data from a patient's electronic medical record and offers a second opinion on a confirmed diagnosis, has been actively used. Currently, this system includes 95 codes of ICD-10 and similar diagnoses, with plans to expand its functionality to 268 diagnoses. As a consequence of the training and implementation of the expansion, the system will be capable of covering approximately 85% of the most frequently established confirmed diagnoses. A considerable number of expert physicians were involved in the establishment and evaluation of the systems, with over 10,000 cases being handled.

In December 2023, a pilot project was conducted at the City Polyclinic No. 64 (Moscow) with the involvement of almost 100 doctors of this medical institution to identify the possibility of improving the reliability of the model. According to its results, it was found that the diagnoses made by the doctor and the artificial intelligence system coincide by 89%. Despite the impressive achievements of technology, it is important to emphasize that the use of artificial intelligence is not intended to replace the doctor, but rather serves as a second opinion in the work of a specialist.

CONCLUSIONS: The integration of artificial intelligence into the operations of Moscow's polyclinics not only reduces the time required to search and process a substantial volume of information, but also helps to avoid professional errors. Furthermore, it enhances the efficiency of primary health care in Moscow as a whole.

Keywords: technologies in medicine; artificial intelligence; primary care physician; polyclinics; healthcare.

Received: 12.02.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

To cite this article:

Blokhina EV, Bezmyanny AS. Artificial intelligence technologies in the activities of primary healthcare in Moscow. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):21–23. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626790>

REFERENCES

1. Fersht VM, Latkin AP, Ivanova VN. Modern approaches to the use of artificial intelligence in medicine. The territory of new opportunities. *The herald of Vladivostok State University of Economics and Service*. 2020;12(1):121–130. EDN: JSADGO doi: 10.24866/VVSU/2073-3984/2020-1/121-130
2. Khusanov UA, Kudratillaev MB, Siddikov BN, Dovletova SB. Artificial intelligence in medicine. *Science and Education*. 2023;4(5):772–782.
3. Ryazanova SV, Komkov AA, Mazaev VP. Russian and world experience in the application of new artificial intelligence technologies in real medical practice. *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. 2021;(6):32–40. EDN: FIBIWT doi: 10.17513/srms.1215

ОБ АВТОРАХ

* **Блохина Екатерина Васильевна;**

ORCID: 0009-0000-1620-8293;

e-mail: lebedeva488@gmail.com

Безымянный Алексей Сергеевич;

ORCID: 0000-0002-3685-9111;

eLibrary SPIN: 9362-1390;

e-mail: bezpromo@ya.ru

AUTHORS' INFO

* **Ekaterina V. Blokhina;**

ORCID: 0009-0000-1620-8293;

e-mail: lebedeva488@gmail.com

Alexey S. Bezmyanny;

ORCID: 0000-0002-3685-9111;

eLibrary SPIN: 9362-1390;

e-mail: bezpromo@ya.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626797>

Прогнозирование развития фибрилляции предсердий у коморбидных пациентов с артериальной гипертензией и хронической обструктивной болезнью лёгких по данным лабораторных методов исследования: подход с использованием машинного обучения

Е.В. Казанцева, А.А. Иванников, А.И. Тарзимова, В.И. Подзолков

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Артериальная гипертензия и хроническая обструктивная болезнь лёгких оказывают пагубное влияние на структуру сердца, приводя к развитию фибрилляции предсердий, которая остаётся основной причиной развития мозгового инсульта и преждевременной смерти [1]. Так, ранняя диагностика факторов риска фибрилляции предсердий у пациентов с артериальной гипертензией и хронической обструктивной болезнью лёгких имеет важнейшее значение для профилактики. Именно поэтому в предиктивной кардиологии используют методы машинного обучения, которые превосходят классические статистические методы прогнозирования [2–4].

Цель — разработать прогностическую модель развития фибрилляции предсердий у коморбидных пациентов с артериальной гипертензией и хронической обструктивной болезнью лёгких на основе многослойного перцептрона.

Материалы и методы. В исследование было включено 419 пациентов, проходивших лечение в Университетской клинической больнице № 4 Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова. Первую группу составил 91 (21,7%) пациент с верифицированным диагнозом «фибрилляция предсердий», вторую группу — 328 (78,3%) пациентов без фибрилляции предсердий. Алгоритмом машинного обучения «случайный лес» осуществлён отбор предикторов, с которыми была разработана нейронная сеть типа «многослойный перцептрон», состоявшая из двух слоёв — входного слоя из 12 нейронов, использующих функцию активации ReLU, и выходного слоя, который получает входные данные от предыдущего слоя и передаёт их на один выход, используя функцию активации сигмоиды. Определение порогового значения, чувствительности, специфичности и диагностической эффективности полученной модели проводился с помощью ROC-анализа с расчётом площади под кривой (AUC).

Результаты. Первым этапом разработки прогностической модели алгоритмом машинного обучения «случайный лес» были отобраны наиболее значимые предикторы развития фибрилляции предсердий: концентрация С-реактивного белка (отношение шансов 1,04; 95% доверительный интервал 1,015–1,067; $p=0,002$), скорость оседания эритроцитов (отношение шансов 1,04; 95% доверительный интервал 1,019–1,08; $p<0,001$) и концентрация креатинина (отношение шансов 1,03; 95% доверительный интервал 1,011–1,042; $p<0,001$), которые использовались для разработки модели многослойного перцептрона, обучавшейся на тестовой выборке в течение 500 эпох. После окончания обучения разработанная модель имела чувствительность 85%, специфичность 80%, диагностическую эффективность — 79,6%. AUC составила 0,900.

Заключение. В ходе исследования была разработана прогностическая модель на основе применения методов машинного обучения, обладающая хорошими показателями метрик, что позволяет рассматривать её в качестве вспомогательного средства в клинической практике.

Ключевые слова: фибрилляция предсердий, прогноз, машинное обучение, нейросети.

Как цитировать:

Казанцева Е.В., Иванников А.А., Тарзимова А.И., Подзолков В.И. Прогнозирование развития фибрилляции предсердий у коморбидных пациентов с артериальной гипертензией и хронической обструктивной болезнью лёгких по данным лабораторных методов исследования: подход с использованием машинного обучения // Digital Diagnostics. 2024. Т. 5, № S1. С. 24–26. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626797>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шапкина М.Ю., Рябиков А.Н., Титаренко А.В., и др. Артериальная гипертензия, уровень артериального давления и риск фибрилляции предсердий у жителей Сибири // Атеросклероз. 2023. Т. 19, № 3. С. 258–261. doi: 10.52727/2078-256X-2023-19-3-258-261
2. Мишкин И.А., Концевая А.В., Гусев А.В., Драпкина О.М. Прогнозирование сердечно-сосудистых событий с помощью моделей пропорциональных рисков и моделей машинного обучения: систематический обзор // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2023. № 2. С. 804–829. EDN: PQZXOT doi: 10.24412/2312-2935-2023-2-804-829
3. Seetharam K., Balla S., Bianco C., et al. Applications of machine learning in cardiology // Cardiology and Therapy. 2022. Vol. 11, N 3. P. 355–368. doi: 10.1007/s40119-022-00273-7
4. Johnson K.W., Torres Soto J., Glicksberg B.S., et al. Artificial intelligence in cardiology // Journal of the American College of Cardiology. 2018. Vol. 71, N 23. P. 2668–2679. doi: 10.1016/j.jacc.2018.03.521

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626797>

Predicting atrial fibrillation in comorbid patients with arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease using laboratory research methods: a machine learning approach

Evgeniya V. Kazantseva, Aleksander A. Ivannikov, Aida I. Tarzimanova, Valeriy I. Podzolkov

The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease have a deleterious effect on the structure of the heart, leading to the development of atrial fibrillation, which remains the leading cause of cerebral stroke and premature death [1]. Consequently, the early identification of atrial fibrillation risk factors in patients with arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease is of paramount importance for the prevention of such conditions. This is why predictive cardiology employs machine learning methods, which are demonstrably superior to classical statistical methods of prediction [2–4].

AIM: The study aimed to develop a prognostic model of atrial fibrillation in comorbid patients with arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease based on multilayer perceptron.

MATERIALS AND METHODS: The study included 419 patients treated at the University Clinical Hospital No. 4 of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University. Group 1 consisted of 91 (21.7%) patients with a verified diagnosis of atrial fibrillation, while Group 2 comprised 328 (78.3%) patients without atrial fibrillation. The random forest machine learning algorithm was used to identify predictors, which were then utilized to develop a neural network of the multilayer perceptron type. This consisted of two layers: an input layer of 12 neurons with the ReLU activation function and an output layer that receives input data from the previous layer and transmits them to one output with the sigmoid activation function. The threshold value, sensitivity, specificity, and diagnostic efficiency of the obtained model were determined using receiver operating characteristic analysis with the calculation of the area under the curve (AUC).

RESULTS: By the first stage of prognostic model development, the most significant predictors of atrial fibrillation development were selected by the random forest machine learning algorithm. The model was developed using three variables: C-reactive protein concentration (odds ratio, OR 1.04; 95% confidence interval, CI 1.015–1.067; $p=0.002$), erythrocyte sedimentation rate (OR 1.04; 95% CI 1.019–1.069; $p=0.002$), and creatinine concentration (OR 1.03; 95% CI 1.011–1.042; $p<0.001$). These variables were used to train a multilayer perceptron model on a test sample for 500 epochs.

Following training, the developed model exhibited a sensitivity of 85%, a specificity of 80%, and a diagnostic efficiency of 79.6%. AUC amounted to 0.900.

CONCLUSIONS: The study resulted in the development of a prognostic model based on the application of machine learning methods, which exhibited favorable metrics. This model may be considered a valuable tool for clinical practice.

Keywords: atrial fibrillation, prognosis, machine learning, neural network.

To cite this article:

Kazantseva EV, Ivannikov AA, Tarzimanova AI, Podzolkov VI. Predicting atrial fibrillation in comorbid patients with arterial hypertension and chronic obstructive pulmonary disease using laboratory research methods: a machine learning approach. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):24–26. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626797>

Рукопись получена: 15.02.2024

Рукопись одобрена: 22.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

REFERENCES

1. Shapkina MYu, Ryabikov AN, Titarenko AV, et al. Arterial hypertension, blood pressure levels and risk of atrial fibrillation in Siberian residents. *Atherosclerоз*. 2023;19(3):258–261. (In Russ). doi: 10.52727/2078-256X-2023-19-3-258-261
2. Mishkin IA, Kontsevaya AV, Gusev AV, Drapkina OM. Prediction of cardiovascular events using proportional risk models and machine learning models: A systematic review. *Current problems of health care and medical statistics*. 2023;(2):804–829. EDN: PQZXOT doi: 10.24412/2312-2935-2023-2-804-829
3. Seetharam K, Balla S, Bianco C, et al. Applications of machine learning in cardiology. *Cardiology and Therapy*. 2022;11(3):355–368. doi: 10.1007/s40119-022-00273-7
4. Johnson KW, Torres Soto J, Glicksberg BS, et al. Artificial intelligence in cardiology. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018;71(23):2668–2679. doi: 10.1016/j.jacc.2018.03.521

ОБ АВТОРАХ

*** Казанцева Евгения Владимировна;**

ORCID: 0000-0001-8552-5364

eLibrary SPIN: 4018-8734;

e-mail: kazantseva_ev@inbox.ru

Иванников Александр Александрович;

ORCID: 0000-0002-9738-1801;

e-mail: ivannikov_a95@mail.ru

Тарзимова Аида Ильгизовна;

e-mail: tarzimanova_a_i@staff.sechenov.ru

Подзолков Валерий Иванович;

e-mail: podzolkov_v_i@staff.sechenov.ru

AUTHORS' INFO

*** Evgeniya V. Kazantseva;**

ORCID: 0000-0001-8552-5364;

eLibrary SPIN: 4018-8734;

e-mail: kazantseva_ev@inbox.ru

Aleksander A. Ivannikov;

ORCID: 0000-0002-9738-1801;

e-mail: ivannikov_a95@mail.ru

Aida I. Tarzimanova;

e-mail: tarzimanova_a_i@staff.sechenov.ru

Valeriy I. Podzolkov;

e-mail: podzolkov_v_i@staff.sechenov.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626820>

Создание антропоморфных тест-объектов брюшного отдела аорты для компьютерно-томографической ангиографии

А.В. Гусева¹, М.Р. Коденко^{1,2}¹ Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва, Россия;² Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Антропоморфные тест-объекты сосудов — важный инструмент совершенствования компьютерно-томографических ангиографических исследований, так как они позволяют избежать воздействия лучевой нагрузки на пациента. Представленная работа является продолжением исследования в сфере разработки и внедрения системы имитации пульсового кровенаполнения сосудов для компьютерно-томографических ангиографических исследований. На основании результатов успешной апробации экспериментального стенда с использованием тест-объектов упрощённой формы [1] была инициирована и проведена работа по созданию антропоморфных тест-объектов брюшного отдела аорты, имитирующих нормальный и аневризматически расширенный сосуд.

Цель — создание антропоморфных тест-объектов брюшного отдела аорты из материалов, одновременно имитирующих биомеханические и рентгеновские свойства реального сосуда.

Материалы и методы. Для создания тест-объектов антропоморфной формы были выбраны данные компьютерной томографии пациентов, находящиеся в открытом доступе [2]. С помощью программного обеспечения 3D Slicer проведена сегментация исследований, содержащих нормальный и аневризматически расширенный просвет брюшной аорты. Обработка полученных в ходе сегментации моделей проведена с помощью системы автоматизированного проектирования Autodesk Meshmixer. Подготовка модели к печати выполнена с помощью системы автоматизированного проектирования Polygon X. Печать моделей выполнена из водорастворимого пластика с использованием 3D-принтера Picaso X PRO. Полученная модель использована в качестве основы для создания тест-объекта методом намазки. Для обеспечения равномерной по толщине стенки сосуда разработана конструкция, представляющая собой вращающуюся рамку с регулируемой частотой вращения. В качестве тканеимитирующего материала, обладающего требуемыми рентгеновскими и биомеханическими свойствами, использовано сочетание силиконового матрикса и армирующих нитей [3].

Результаты. Были изготовлены тест-объекты антропоморфной формы для случаев нормального и аневризматически расширенного просвета брюшной аорты в масштабе 1:3 и 1:1. Разработан технологический процесс нанесения материала, который позволил получать равномерный слой материала по всему объёму модели.

Заключение. Результаты предназначены для развития компьютерно-томографических ангиографических исследований с использованием антропоморфных тест-объектов, позволяющих учитывать индивидуальные особенности пациента. Дальнейшее развитие проекта предполагает апробацию полученных тест-объектов в рамках компьютерно-томографического ангиографического исследования с помощью устройства, имитирующего пульсовое кровенаполнение.

Ключевые слова: тест-объект; тканеимитирующий материал; антропоморфное моделирование; брюшной отдел аорты; компьютерно-томографическая ангиография.

Как цитировать:

Гусева А.В., Коденко М.Р. Создание антропоморфных тест-объектов брюшного отдела аорты для компьютерно-томографической ангиографии // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 27–29. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626820>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коденко М.Р., Гусева А.В. Устройство для имитации пульсового кровенаполнения брюшного отдела аорты // Digital Diagnostics. 2023. Т. 4, № S1. С. 35–36. EDN: SATOLX doi: 10.17816/DD430337
2. MosMedData KT с признаками аневризмы аорты тип III [Интернет]. Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамен-
- та здравоохранения города Москвы»; с2013–2023 [дата обращения: 13.06.2023]. Доступ по ссылке: <https://mosmed.ai/datasets/mosmeddata-kt-s-priznakami-anevrizmyi-aortyi-tip-iii/>
3. Kwon J., Ock J., Kim N. Mimicking the mechanical properties of aortic tissue with pattern-embedded 3D printing for a realistic phantom // Materials. 2020. Vol. 13, N 21. P. 5042. doi: 10.3390/ma13215042

Рукопись получена: 13.02.2024

Рукопись одобрена: 13.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626820>

Anthropomorphic abdominal aortic phantoms for computed tomography angiography

Anastasia V. Guseva¹, Maria R. Kodenko^{1,2}

¹ Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia;

² Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Anthropomorphic vascular test objects are an important tool for improving computed tomography angiography studies, as they allow avoiding the impact of radiation exposure on the patient. The presented work is a continuation of the research in the field of development and implementation of the system of pulse blood flow simulation of vessels for computed tomography angiography studies. Based on the results of successful validation of the experimental test bench using simplified test objects [1], the work on creation of anthropomorphic test objects of the abdominal aorta imitating normal and aneurysmatically dilated vessels was initiated and carried out.

AIM: Creation of anthropomorphic test objects of the abdominal aorta from materials that simultaneously mimic the biomechanical and X-ray properties of the real vessel.

MATERIALS AND METHODS: Publicly available computed tomography data of patients were selected to create anthropomorphic test objects [2]. 3D Slicer software was used to segment studies containing normal and aneurysmatically dilated abdominal aortic lumen. The models obtained during segmentation were processed using Autodesk Meshmixer computer-aided design system. Model preparation for printing was performed using Polygon X computer-aided design system. The models were printed from water-soluble plastic using Picaso X PRO 3D printer. The resulting model was used as the basis for creating a test object using the smearing method. In order to ensure uniform thickness of the vessel wall, a structure, which is a rotating frame with adjustable speed, was developed. A combination of silicone matrix and reinforcing threads was used as a tissueimitating material with the required X-ray and biomechanical properties [3].

RESULTS: Anthropomorphic test objects were made for cases of normal and aneurysmatically dilated abdominal aortic lumen in 1:3 and 1:1 scale. A technological process of material application was developed, which made it possible to obtain a uniform layer of material over the entire volume of the model.

CONCLUSION: The results are intended for the development of computed tomography angiography using anthropomorphic test objects that allow taking into account the individual characteristics of the patient. Further development of the project involves testing of the obtained test objects within the framework of computed tomography angiography research using a device simulating pulse blood flow.

Keywords: tissue-mimicking materials; anthropomorphic phantom; abdominal aorta; computed tomography angiography.

To cite this article:

Guseva AV, Kodenko MR. Anthropomorphic abdominal aortic phantoms for computed tomography angiography. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):27–29. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626820>

REFERENCES

1. Kodenko MR, Guseva AV. Hydraulic circuit for pulse flow simulation in the tissue-mimicking aortic phantom. *Digital Diagnostics*. 2023;4(S1):35–36. EDN: SATOLX doi: 10.17816/DD430337
2. MosMedData CT scan with signs of aortic aneurysm type III [Internet]. State Budget-Funded Health Care Institution of the City of Moscow «Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of Moscow Health Care Department»; c. 2013–2023 [cited 2023 Jun 13]. Available from: <https://mosmed.ai/datasets/mosmeddata-kt-s-priznakami-anevrizmyi-aortyi-tip-iii/> (In Russ)
3. Kwon J, Ock J, Kim N. Mimicking the Mechanical Properties of Aortic Tissue with Pattern-Embedded 3D Printing for a Realistic Phantom. *Materials*. 2020;13(21):5042. doi: 10.3390/ma13215042

Received: 13.02.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

ОБ АВТОРАХ

*** Гусева Анастасия Викторовна;**

ORCID: 0009-0006-1787-4726;

e-mail: anastas_g01@mail.ru

Мария Романовна Коденко;

ORCID: 0000-0002-0166-3768;

eLibrary SPIN: 5789-0319;

e-mail: kodenkomaria@yandex.ru

AUTHORS' INFO

*** Anastasia V. Guseva;**

ORCID: 0009-0006-1787-4726;

e-mail: anastas_g01@mail.ru

Maria R. Kodenko;

ORCID: 0000-0002-0166-3768;

eLibrary SPIN: 5789-0319;

e-mail: kodenkomaria@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626858>

Использование алгоритмов искусственного интеллекта для аппроксимации данных датчиков микроэлектромеханических систем и тензодатчиков у баскетболистов

Е.М. Барскова, А.Д. Куклев, Н.В. Полукаров, Е.Е. Ачкасов

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В настоящее время процесс получения визуальных данных с датчиков микроэлектромеханических систем делает работу клинициста трудоёмкой и продолжительной во времени. Аппроксимация данных с помощью алгоритмов искусственного интеллекта поможет сэкономить время и увеличить объём проводимой работы.

Цель — провести аппроксимацию данных, приходящих с датчиков, расположенных в обувной стельке спортсменов баскетболистов; сравнить показатели изменения параметров движения спортсменов при использовании CAD/CAM стелек.

Материалы и методы. Для проведения исследования было получено разрешение локального этического Комитета Сеченовского Университета (протокол № 19-23). Основную когорту составили 39 спортсменов: 21 мужчина (53%) и 18 женщин (47%). Средний возраст спортсменов — $22,4 \pm 7,54$ года. Спортсменов разделили на три равнозначные группы сравнения в зависимости от вида стелек, в период проведения исследования все спортсмены были здоровы, без травм. Перемещение в пространстве оценивали по трёх-тестовой системе. Оценку проводили с помощью датчиков микроэлектромеханических систем с алгоритмом искусственного интеллекта, который помогал строить визуально понятные и хорошо интерпретируемые срединные линии (аппроксимация данных).

Результаты. Для объективной оценки прыжковых характеристик, угловых изменений, скоростных перемещений в пространстве и сравнения всех параметров в 0-й день и 21-й день была разработана и использована собственная программная система, основанная на математической алгоритмизации и формуле преобразования по определённым осям. Все данные мы занесли в выстроенную нами нейронную сеть для построения усреднённых значений параметров перемещения в пространстве. Такой подход позволяет врачу оценивать не единичные изменения каждого пикового движения по трём разным осям. Кроме того, можно суммировать при помощи искусственного интеллекта параметры движения спортсмена и замечать изменения по разным осям на 0-й и 21-й день. Модель стельки С-1: скорость перемещения по оси X на +7,7%, высота прыжка по оси Y +17,3%, выносливость +3,1% и улучшение параметра гашения ударной нагрузки в 1,43 раза. Модель стельки С-2: скорость перемещения по оси X +8,4%, высота прыжка по оси Y +20,8%, выносливость +6,6% и улучшение параметра гашения ударной нагрузки в 1,48 раза. Модель стельки С-3: скорость перемещения по оси X +13,5%, высота прыжка по оси Y +22,4%, выносливость +9,5% и улучшение параметра гашения ударной нагрузки в 1,53 раза.

Заключение. Аппроксимация данных (посторонние срединных линий при помощи алгоритма искусственного интеллекта) позволяет легко интерпретировать и проводить сравнение различных параметров и делать выводы не только об эффективности индивидуальных спортивных CAD/CAM стелек, но и оценить изменение показателей повышения выносливости, скорости передвижения при длительном и интенсивном перемещении и снижения риска влияния ударных нагрузок на опорно-двигательный аппарат спортсмена.

Ключевые слова: аппроксимация данных; датчики микроэлектромеханических систем; тензодатчики; алгоритм искусственного интеллекта; баскетбол.

Как цитировать:

Барскова Е.М., Куклев А.Д., Полукаров Н.В., Ачкасов Е.Е. Использование алгоритмов искусственного интеллекта для аппроксимации данных датчиков микроэлектромеханических систем и тензодатчиков у баскетболистов // Digital Diagnostics. 2024. Т. 5, № S1. С. 30–33. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626858>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Warden S.J., Edwards W.B., Willy R.W. Preventing Bone Stress Injuries in Runners with Optimal Workload // *Curr Osteoporos Rep*. 2021. Vol. 19, N 3. P. 298–307. doi: 10.1007/s11914-021-00666-y
2. Hostrup M., Bangsbo J. Performance Adaptations to Intensified Training in Top-Level Football. *Sports Med*. 2023. Vol. 53, N 3. P. 577–594. doi: 10.1007/s40279-022-01791-z
3. Жукова Е.В., Ачкасов Е.Е., Полукаров Н.В. Влияние индивидуального подхода консервативной терапии плоскостопия на снижение болевого синдрома и улучшения качества жизни пациентов // *Вестник Восстановительной медицины*. 2019. Т. 5, № 93. С. 74–80. EDN: ZKGTWQ
4. Jonnala U.K., Sankineni R., Ravi Kumar Y. Design and development of fused deposition modeling (FDM) 3D-Printed Orthotic Insole by using gyroid structure // *J Mech Behav Biomed Mater*. 2023. Vol. 145. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.106005
5. Nickerson K.A., Li E.Y., Telfer S., Ledoux W.R., Muir B.C. Exploring the mechanical properties of 3D-printed multilayer lattice structures for use in accommodative insoles // *J Mech Behav Biomed Mater*. 2024. Vol. 150. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.106309
6. Daryabor A., Kobayashi T., Saeedi H., et al. Effect of 3D printed insoles for people with flatfeet: A systematic review // *Assist Technol*. 2023. Vol. 35, N 2. P. 169–179. doi: 10.1080/10400435.2022.2105438
7. Danko M., Sekac J., Dzivakova E., Zivcak J., Hudak R. 3D Printing of Individual Running Insoles — A Case Study // *Orthop Res Rev*. 2023. Vol. 15. P. 105–118. doi: 10.2147/ORR.S399624
8. Hasan H., Davids K., Chow J.Y., Kerr G. Compression and texture in socks enhance football kicking performance // *Hum Mov Sci*. 2016. Vol. 48. P. 102–111. doi: 10.1016/j.humov.2016.04.008
9. Jandova S., Mendricky R. Benefits of 3D Printed and Customized Anatomical Footwear Insoles for Plantar Pressure Distribution // *3D Print Addit Manuf*. 2022. Vol. 9, N 6. P. 547–556. doi: 10.1089/3dp.2021.0002
10. Hsu C.Y., Wang C.S., Lin K.W., et al. Biomechanical Analysis of the FlatFoot with Different 3D-Printed Insoles on the Lower Extremities // *Bioengineering (Basel)*. 2022. Vol. 9, N 10. P. 563. doi: 10.3390/bioengineering9100563
11. Jin H., Xu R., Wang J. The Effects of Short-Term Wearing of Customized 3D Printed Single-Sided Lateral Wedge Insoles on Lower Limbs in Healthy Males: A Randomized Controlled Trial // *Med Sci Monit*. 2019. Vol. 25. P. 7720–7727. doi: 10.12659/MSM.919400
12. Grouvel G., Carcreff L., Moissenet F., Armand S. A dataset of asymptomatic human gait and movements obtained from markers, IMUs, insoles and force plates // *Sci Data*. 2023. Vol. 10, N 1. P. 180. doi: 10.1038/s41597-023-02077-3
13. Menez C., L'Hermette M., Coquart J. Orthotic Insoles Improve Gait Symmetry and Reduce Immediate Pain in Subjects With Mild Leg Length Discrepancy // *Front Sports Act Living*. 2020. Vol. 2. P. 579152. doi: 10.3389/fspor.2020.579152
14. Shi Q.Q., Li P.L., Yick K.L., Jiao J., Liu Q.L. Influence of Contoured Insoles with Different Materials on Kinematics and Kinetics Changes in Diabetic Elderly during Gait // *Int J Environ Res Public Health*. 2022. Vol. 19, N 19. P. 12502. doi: 10.3390/ijerph191912502
15. Wang B., Sun Y., Guo X., et al. The efficacy of 3D personalized insoles in moderate adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled trial // *BMC Musculoskelet Disord*. 2022. Vol. 23, N 1. P. 983. doi: 10.1186/s12891-022-05952-z
16. Peebles A.T., Ford K.R., Taylor J.B., et al. Using force sensing insoles to predict kinetic knee symmetry during a stop jump // *J Biomech*. 2019. Vol. 95. P. 109293. doi: 10.1016/j.jbiomech.2019.07.037
17. Costa B.L., Magalhães F.A., Araújo V.L., et al. Is there a dose-response of medial wedge insoles on lower limb biomechanics in people with pronated feet during walking and running? // *Gait Posture*. 2021. Vol. 90. P. 190–196. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.09.163
18. Жукова Е.В., Ачкасов Е.Е., Полукаров Н.В., и др. Влияние биомеханики ходьбы на формирование патологии стоп // *Вопросы практической педиатрии*. 2018. Т. 13, № 4. С. 91–97. EDN: VQBSBY doi: 10.20953/1817-7646-2018-4-91-97

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626858>

Using artificial intelligence algorithms to approximate data from inertial measurement unit sensors and strain gauges in basketball players

Ekaterina M. Barskova, Aleksandr D. Kuklev, Nikolay V. Polukarov, Evgeny E. Achkasov

The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The process of acquiring visual data from microelectromechanical sensors currently requires significant time and effort on the part of the clinician. The use of artificial intelligence algorithms to approximate data could potentially reduce the time required and increase the amount of work performed.

AIM: The aim of this study is to approximate the data generated by sensors located in the shoe insole of basketball athletes and to compare the change in movement parameters of athletes when using CAD/CAM insoles.

MATERIALS AND METHODS: Prior to the commencement of the study, permission was obtained from the local ethical committee of Sechenov University (protocol No. 19–23). The main cohort consisted of 39 athletes, comprising 21 men (53%) and 18 women (47%). The mean age of the athletes was 22.4 ± 7.54 years. The athletes were divided into three equal comparison groups according to the type of insoles they were wearing. Throughout the study period, all athletes remained healthy and free from injuries. The assessment of movement in space was conducted using a three-test system. This involved the use of microelectromechanical system sensors with an artificial intelligence algorithm, which facilitated the construction of visually clear and well-interpreted median lines (data approximation).

RESULTS: For objective assessment of jumping characteristics, angular changes, velocity movements in space, and a comparison of all parameters on days 0 and 21, we developed and used our own software system, which was based on mathematical algorithmization and transformation formulas on specific axes. All data were entered into a neural network to construct averaged values of the parameters of movement in space. This approach allows the doctor to evaluate the changes of each peak movement on three different axes. Furthermore, it is possible to summarize the athlete's movement parameters with the aid of artificial intelligence, thereby enabling the detection of changes in different axes on days 0 and 21. Insole model C-1 exhibited the following improvements: X-axis movement speed (+7.7%), Y-axis jump height (+17.3%), endurance (+3.1%), and a 1.43-fold enhancement in shock absorption. Insole model C-2 exhibited an 8.4% increase in X-axis travel speed, a 20.8% enhancement in Y-axis jump height, a 6.6% improvement in endurance, and a 1.48-fold enhancement in shock absorption. Insole model C-3 demonstrated an 13.5% surge in X-axis travel speed, a 22.4% surge in Y-axis jump height, a 9.5% surge in endurance, and a 1.53-fold enhancement in shock absorption.

CONCLUSIONS: The approximation of the data (median lines using an artificial intelligence algorithm) allows for the straightforward interpretation and comparison of various parameters, as well as the drawing of conclusions regarding the efficacy of individual sports CAD/CAM insoles. Additionally, it enables the assessment of changes in endurance, speed of movement during prolonged and intensive movement, and the reduction of the risk of impact loads on the musculoskeletal system of the athlete.

Keywords: data approximation; inertial measurement unit sensors; strain gauge; artificial intelligence algorithm; basketball.

To cite this article:

Barskova EM, Kuklev AD, Polukarov NV, Achkasov EE. Using artificial intelligence algorithms to approximate data from inertial measurement unit sensors and strain gauges in basketball players. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):30–33. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626858>

REFERENCES

1. Warden SJ, Edwards WB, Willy RW. Preventing Bone Stress Injuries in Runners with Optimal Workload. *Curr Osteoporos Rep*. 2021;19(3):298–307. doi: 10.1007/s11914-021-00666-y
2. Hostrup M, Bangsbo J. Performance Adaptations to Intensified Training in Top-Level Football. *Sports Med*. 2023;53(3):577–594. doi: 10.1007/s40279-022-01791-z
3. Zhukova EV, Achkasov EE, Polukarov NV. Influence of the individual approach of conservative therapy of flatfoot on reducing the pain syndrome and improving the quality of life of patients. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2019;5(93):74–80. EDN: ZKGTWQ
4. Jonnalal UK, Sankineni R, Ravi Kumar Y. Design and development of fused deposition modeling (FDM) 3D-Printed Orthotic Insole by using gyroid structure. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2023;145. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.106005
5. Nickerson KA, Li EY, Telfer S, Ledoux WR, Muir BC. Exploring the mechanical properties of 3D-printed multilayer lattice structures for use in accommodative insoles. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2024;150. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.106309
6. Daryabor A, Kobayashi T, Saeedi H, et al. Effect of 3D printed insoles for people with flatfeet: A systematic review. *Assist Technol*. 2023;35(2):169–179. doi: 10.1080/10400435.2022.2105438
7. Danko M, Sekac J, Dzivakova E, Zivcak J, Hudak R. 3D Printing of Individual Running Insoles — A Case Study. *Orthop Res Rev*. 2023;15:105–118. doi: 10.2147/ORR.S399624
8. Hasan H, Davids K, Chow JY, Kerr G. Compression and texture in socks enhance football kicking performance. *Hum Mov Sci*. 2016;48:102–111. doi: 10.1016/j.humov.2016.04.008
9. Jandova S, Mendricky R. Benefits of 3D Printed and Customized Anatomical Footwear Insoles for Plantar Pressure Distribution. *3D Print Addit Manuf*. 2022;9(6):547–556. doi: 10.1089/3dp.2021.0002
10. Hsu CY, Wang CS, Lin KW, et al. Biomechanical Analysis of the FlatFoot with Different 3D-Printed Insoles on the Lower Extremities. *Bioengineering (Basel)*. 2022;9(10):563. doi: 10.3390/bioengineering9100563
11. Jin H, Xu R, Wang J. The Effects of Short-Term Wearing of Customized 3D Printed Single-Sided Lateral Wedge Insoles on Lower Limbs in Healthy Males: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit*. 2019;25:7720–7727. doi: 10.12659/MSM.919400
12. Grouvel G, Carcreff L, Moissenet F, Armand S. A dataset of asymptomatic human gait and movements obtained from markers, IMUs, insoles and force plates. *Sci Data*. 2023;10(1):180. doi: 10.1038/s41597-023-02077-3
13. Menez C, L'Hermette M, Coquart J. Orthotic Insoles Improve Gait Symmetry and Reduce Immediate Pain in Subjects With Mild Leg Length Discrepancy. *Front Sports Act Living*. 2020;2:579152. doi: 10.3389/fspor.2020.579152
14. Shi QQ, Li PL, Yick KL, Jiao J, Liu QL. Influence of Contoured Insoles with Different Materials on Kinematics and Kinetics Changes in Diabetic Elderly during Gait. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(19):12502. doi: 10.3390/ijerph191912502
15. Wang B, Sun Y, Guo X, et al. The efficacy of 3D personalized insoles in moderate adolescent idiopathic scoliosis: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022;23(1):983. doi: 10.1186/s12891-022-05952-z

16. Peebles AT, Ford KR, Taylor JB, et al. Using force sensing insoles to predict kinetic knee symmetry during a stop jump. *J Biomech*. 2019;95:109293. doi: 10.1016/j.jbiomech.2019.07.037

17. Costa BL, Magalhães FA, Araújo VL, et al. Is there a dose-response of medial wedge insoles on lower limb biomechanics in people with pronated feet during walking and running. *Gait Posture*. 2021;90:190–196. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.09.163

18. Zhukova EV, Achkasov EE, Polukarov NV, et al. Influence of the biomechanics of walking on the formation of foot pathologies. *Clinical Practice in Pediatrics*. 2018;13(4):91–97. EDN: VQBSBY doi: 10.20953/1817-7646-2018-4-91-97

ОБ АВТОРАХ

*** Куклев Александр Дмитриевич;**

ORCID: 0009-0004-8778-7244;

e-mail: kuklev_a@list.ru

Барскова Екатерина Михайловна;

ORCID: 0000-0003-4683-795X;

eLibrary SPIN: 3988-7003;

e-mail: doc.barskova@gmail.com

Полукаров Николай Викторович;

ORCID: 0000-0002-5035-7265;

eLibrary SPIN: 1886-7044;

e-mail: nvpolukarov@mail.ru

Ачкасов Евгений Евгеньевич;

ORCID: 0000-0001-9964-5199;

eLibrary SPIN: 5291-0906;

e-mail: 2215.g23@rambler.ru

AUTHORS' INFO

*** Aleksandr D. Kuklev;**

ORCID: 0009-0004-8778-7244;

e-mail: kuklev_a@list.ru

Ekaterina M. Barskova;

ORCID: 0000-0003-4683-795X;

eLibrary SPIN: 3988-7003;

e-mail: doc.barskova@gmail.com

Nikolay V. Polukarov;

ORCID: 0000-0002-5035-7265;

eLibrary SPIN: 1886-7044;

e-mail: nvpolukarov@mail.ru

Evgeny E. Achkasov;

ORCID: 0000-0001-9964-5199;

eLibrary SPIN: 5291-0906;

e-mail: 2215.g23@rambler.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626878>

Правовое регулирование дистанционной консультации в сфере телемедицины

М.А. Коваленко

Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Использование телемедицинских технологий при оказании медицинской помощи становится распространённым явлением. Право призвано регулировать возникающие общественные отношения, чтобы не допустить негативных проявлений и организовать их гармоничное развитие. В области медицины важным является установление правовых норм, направленных на защиту и охрану прав и законных интересов пациента, поскольку затрагиваются фундаментальные естественные права человека — право на охрану здоровья и жизнь. Предоставление субъектам медицинских правоотношений широты свободы усмотрения может привести к существенному нарушению конституционного права гражданина на здоровье. Одной из главных форм использования телемедицинских технологий является проведение дистанционной консультации с пациентом.

Цель — рассмотрение действующего правового регулирования проведения дистанционной консультации с пациентом, выявление проблемных вопросов, а также путей их разрешения.

Материалы и методы. Материалами настоящего исследования выступают Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30.11.2017 № 965н, Приказ Министерства здравоохранения РФ от 14 сентября 2020 г. N 972н. Методами исследования являются формально-юридический, сравнительно-правовой, а также общенаучные методы познания.

Результаты. Общее правовое регулирование предусматривает возможность проведения дистанционной консультации с пациентом при отсутствии очного предварительного посещения лечащего врача. (Ст. 36.2 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»). Однако в этом случае врач ограничен в своих полномочиях: он не может назначить лечение, осуществить коррекцию ранее назначенной терапии, а также выдать электронный рецепт. Результатом такой консультации выступает медицинское заключение. Если врач принимает решение о необходимости очного приёма, то оно может содержать рекомендации пациенту о необходимости проведения предварительных обследований (п. 47, 48 Порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий, утверждённых приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30.11.2017 г. № 965н). Следовательно, возникают проблемы, связанные с определением возможного содержания медицинского заключения (п. 9 вышеуказанного Порядка). Это влияет на объём ответственности, поскольку врач-консультант несёт ответственность в пределах выданного им медицинского заключения. Кроме того, данные положения коллидируют с требованиями об указании в медицинском заключении обоснованных выводов о наличии (отсутствии) заболеваний, о наличии медицинских показаний или медицинских противопоказаний для применения методов медицинского обследования и (или) лечения, определении эффективности и обоснованности лечебно-диагностических мероприятий (пп. «б», «в» п. 14 Порядка выдачи медицинскими организациями справок и медицинских заключений, утверждённого приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 14.09.2020 г. № 972н).

Заключение. Для развития телемедицины необходимо её адекватное регулирование, а также устранение пробелов и коллизий. К ним следует отнести отсутствие специальных требований к содержанию медицинского заключения, выдаваемого в рамках дистанционной консультации, определению его юридического значения. При этом Порядок выдачи медицинскими организациями справок и медицинских заключений предусматривает предоставление медицинского заключения по обращению пациента, тогда как Порядок организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий регламентирует, что оно выдаётся по итогам дистанционной консультации. Кроме того, не определён вопрос о соотношении медицинского заключения и консультативного листа.

Ключевые слова: телемедицина; дистанционная консультация; правовое регулирование; медицинская помощь; медицинское заключение.

Как цитировать:

Коваленко М.А. Правовое регулирование дистанционной консультации в сфере телемедицины // Digital Diagnostics. 2024. Т. 5, № S1. С. 34–36.
DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626878>

Received: 13.02.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации №323-ФЗ от 21 ноября 2011 г. «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации». Режим доступа: <http://www.rosminzdrav.ru/documents/7025-federalnyy-zakon-323-fz-ot-21-noyabrya-2011-g>
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30.11.2017 № 965н «Об утверждении порядка организации и оказания медицинской помощи с применением телемедицинских технологий». Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201801100021>
3. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 14.09.2020 г. № 972н «Об утверждении Порядка выдачи медицинскими организациями справок и медицинских заключений». Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012040021>
4. Буянова А.В. Телемедицина — проблемы регулирования и правоприменения // Социально-политические науки. 2018. № 2. С. 235–238. EDN: XNYHVZ
5. Вошев Д.В., Вошева Н.А., Сон И.М., Драпкина О.М. Факторы, оказывающие влияние на цифровую трансформацию в первичной медико-санитарной помощи (обзорная статья) // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2023. № 4. С. 751–774. EDN: ABMOMT doi: 10.24412/2312-2935-2023-4-751-774
6. Зингерман Б.В., Шкловский-Корди Н.Е., Воробьев А.И. О телемедицине «Пациент-врач» // Врач и информационные технологии. 2017. № 1. С. 61–79. EDN: XXJBTJ
7. Галлезе-Нобиле К. Правовые аспекты использования искусственного интеллекта в телемедицине // Journal of Digital Technologies and Law. 2023. №2. С. 314–336. EDN: VSKCFB doi: 10.21202/jdtl.2023.13
8. Аксенова Е.И., Горбатова С.Ю. Регулирование услуг телемедицины в различных странах мира: экспертный обзор. Москва : ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2023. EDN: CHVKIY

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626878>

Legal regulation of remote consultation in the field of telemedicine

Maria A. Kovalenko

Volgograd State University, Volgograd, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The use of telemedicine technologies in the provision of medical care is becoming a widespread phenomenon. The law is designed to regulate emerging social relations in order to prevent negative manifestations and organize their harmonious development. In the field of medicine, it is important to establish legal norms aimed at protecting and safeguarding the rights and legitimate interests of the patient, since fundamental natural human rights — the right to health care and life — are affected. The provision of a wide margin of discretion to those engaged in medical-legal relations may result in a significant violation of the constitutional right of a citizen to health. One of the principal applications of telemedicine technologies is remote consultation with the patient.

AIM: The aim of the study was to review the current legal framework regulating remote patient consultations, identify problematic issues, and propose solutions to address these issues.

MATERIALS AND METHODS: The materials of the present study are the Federal Law dated November 21, 2011 № 323-FZ “On the Fundamentals of Health Protection of Citizens in the Russian Federation”, Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated November 30, 2017 № 965n, Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated September 14, 2020 N 972n. The research methods are formal-legal, comparative-legal, as well as general scientific methods of cognition.

RESULTS: The general legal regulation permits remote consultation with the patient in the absence of a face-to-face preliminary visit to the attending physician (Art. 36.2 of the Federal Law dated November 21, 2011 No. 323-FZ “On the Fundamentals of Health Protection of Citizens in the Russian Federation”). Nevertheless, the physician is constrained in his authority to prescribe treatment, modify previously prescribed therapy, or issue an electronic prescription. The result of such a consultation is a medical report. Should the physician determine that a face-to-face appointment is necessary, the patient may be advised to undergo preliminary examinations (clauses 47 and 48 of the Procedure for the Organization and Provision of Medical Care with the Use of Telemedicine Technologies, approved by Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 965n dated November 30, 2017). Consequently, there are issues pertaining to the determination of the potential content of the medical report (clause 9 of the aforementioned Order). This affects the scope of liability, as the consulting physician is liable within the limits of the issued medical opinion. Furthermore, these provisions conflict with the requirements to indicate in

Рукопись получена: 13.02.2024

Рукопись одобрена: 13.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

the medical report reasonable conclusions about the presence (absence) of diseases, the presence of medical indications or medical contraindications for the use of methods of medical examination and (or) treatment, to determine the effectiveness and validity of therapeutic and diagnostic measures (paragraphs “b” and “c” of the Procedure for Issuing Certificates and Medical Reports by Medical Organizations, approved by Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 972n dated September 14, 2020).

CONCLUSIONS: The development of telemedicine necessitates the implementation of appropriate regulatory frameworks, as well as the resolution of existing gaps and conflicts. These include the absence of specific requirements pertaining to the content of a medical report issued within the context of remote consultation, as well as the definition of its legal significance. Concurrently, the Procedure for Issuing Certificates and Medical Opinions by Medical Organizations stipulates that a medical opinion may be provided upon the patient’s request. In contrast, the Procedure for Organizing and Providing Medical Care Using Telemedicine Technologies specifies that it is issued following a remote consultation. Furthermore, the correlation between a medical report and a consultation sheet remains undefined.

Keywords: telemedicine; telehealth visit; legal regulation; medical care; regulatory sandbox.

To cite this article:

Kovalenko MA. Legal regulation of remote consultation in the field of telemedicine. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):34–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626878>

REFERENCES

1. Federal Law of Russian Federation №323-F3 of 21 November 2011. “On the Fundamentals of Health Protection of Citizens of the Russian Federation”. Available from: <http://www.rosminzdrav.ru/documents/7025-federalnyy-zakon-323-fz-ot-21-noyabrya-2011-g> (In Russ).
2. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of 30.11.2017 No. 965n “On approval of the order of organization and provision of medical care with the use of telemedicine technologies”. Available from: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201801100021> (In Russ).
3. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 972n of 14.09.2020 “On Approval of the Procedure for issuing certificates and medical reports by medical organizations”. Available from: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012040021> (In Russ).
4. Buyanova AV. Telemedicine – problems of regulation and law enforcement. *Sotsial'no-politicheskie nauki*. 2018;(2):235–238. EDN: XNYHVZ
5. Voshev DV, Vosheva NA, Son IM, Drapkina OM. Factors influencing the digital transformation in primary health care (review article). *Current problems of health care and medical statistics*. 2023;(4):751–774. EDN: ABMOMT doi: 10.24412/2312-2935-2023-4-751-774
6. Zingerman BV, ShklovskyKordi NE, Vorobiev AI About telemedicine “patient to doctor”. *Medical doctor and IT*. 2017;(1):61–79. EDN: XXJBTJ
7. Gallese Nobile C. Legal Aspects of the Use Artificial Intelligence in Telemedicine. *Journal of Digital Technologies and Law*. 2023;1(2):314–336. EDN: VSKCFB doi: 10.21202/jdtl.2023.13
8. Aksenova EI, Gorbatova SYu. *Regulation of telemedicine services around the world: an expert review*. Moscow: GBU «NII OZMM DZM»; 2023. (In Russ). EDN: CHVKIY

ОБ АВТОРЕ

* Коваленко Мария Андреевна;

адрес: 400021, г. Волгоград, ул. Кирова, д. 92Б, кв. 50;

ORCID: 0000-0002-8412-7900;

elibrary SPIN: 4965-4358;

e-mail: veruver@mail.ru

AUTHOR’S INFO

* Maria A. Kovalenko;

address: Volgograd, Kirova Street, 92B, 50,

ORCID: 0000-0002-8412-7900;

elibrary SPIN: 4965-4358;

e-mail: veruver@mail.ru

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626886>

Диагностика тромбоэмболии лёгочных артерий у пациентов с вирусной пневмонией с использованием мультиспиральной компьютерной томографической ангиографии

Е.П. Калинина^{1,2}, И.Б. Белова¹¹ Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орёл, Россия;² Больница скорой медицинской помощи имени Н.А. Семашко, Орёл, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Вирусная пневмония является серьёзным осложнением коронавирусной инфекции и может приводить к различным последствиям, включая тромбоэмболию лёгочных артерий. Однако частота встречаемости тромбоэмболии лёгочных артерий у таких пациентов до сих пор не полностью изучена. Мультиспиральная компьютерная томографическая ангиография позволяет изучить особенности лучевой диагностики при этом заболевании и выявить наличие специфических признаков развития данного осложнения.

Цель — улучшить диагностику тромбоэмболии лёгочных артерий у пациентов с пневмонией, вызванной вирусом SARS-CoV-2, с использованием мультиспиральной компьютерной томографической ангиографии.

Материалы и методы. Ретроспективно были изучены медицинская документация и данные мультиспиральной компьютерной томографической ангиографии 200 пациентов с вирусной пневмонией (COVID-19), находившихся на лечении с 25.05.2021 по 15.10.2021, при подозрении на тромбоэмболию лёгочных артерий по результатам лабораторных методов исследования.

Результаты. Из всех пациентов (женщины — 58,5%, мужчины — 41,5%) большинство в возрасте 60–69 лет. Тромбоэмболия лёгочных артерий подтверждена у 42 пациентов, что составило 21% общего числа. В этой группе 36% мужчин и 62% женщин. При оценке локализации тромбоэмболов было обнаружено, что 64,3% случаев имели периферическую локализацию, в 24% случаев тромбоэмболы находились на уровне долевого ветвей, в главных артериях и лёгочном стволе обнаружены в 7,1% и в 4,6% случаев соответственно. При оценке нарушения лёгочной перфузии I степень тяжести была выявлена у 78,6% пациентов, III и IV степени — в 11,9% случаев, II степень — в 9,5% случаев. При анализе частоты встречаемости тромбоэмболии лёгочных артерий у пациентов с разной степенью тяжести пневмонии было обнаружено, что более чем в половине случаев она подтверждена у пациентов с минимальным объёмом поражения лёгочной паренхимы — 22 (52,4%) пациента. На вторую часть пришлось 16,6% случаев с критической степенью тяжести пневмонии, 16,7% — средней, 11,9% — значительной, и всего 2,4% случаев с регрессом воспалительной инфильтрации. Среди пациентов с тромбоэмболией лёгочных артерий пневмония была в стадии прогрессирования в 35,7% случаев, в пиковой стадии — 33,3%, в стадии неполного разрешения — 21,4%, в ранней стадии — 7,2% и в стадии разрешения — 2,4%. Однако при сравнении степени тяжести и стадии пневмонии у пациентов с подтверждённой и не подтверждённой тромбоэмболией лёгочных артерий не было обнаружено статистически значимых различий между этими показателями ($p > 0,05$).

Заключение. Из всех случаев вирусной пневмонии, где было подозрение на тромбоэмболию лёгочных артерий, в 21% получили подтверждение данного диагноза. Из них 64,3% пациентов имели периферическую локализацию тромбоэмболов, 78,6% — I степень нарушения перфузии лёгких, большинство случаев с пневмонией в прогрессирующей (35,7%) и пиковой (33,3%) стадиях. Взаимосвязи между частотой встречаемости тромбоэмболии лёгочных артерий, степенью тяжести и стадией вирусной пневмонии не установлено.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография; ангиография; тромбоэмболия лёгочных артерий; COVID-19.

Как цитировать:

Калинина Е.П., Белова И.Б. Диагностика тромбоэмболии лёгочных артерий у пациентов с вирусной пневмонией с использованием мультиспиральной компьютерной томографической ангиографии // Digital Diagnostics. 2024. Т. 5, № S1. С. 37–39. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626886>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краев А.Р., Соловьев О.В., Кононов С.К., Ральникова У.А. Тромбоэмболические осложнения у пациентов с перенесенной новой коронавирусной инфекцией // Вятский медицинский вестник. 2023. № 2. С. 26–30. doi: 10.24412/2220-7880-2023-2-26-31
2. Сеницын В.Е., Тюрин И.Е., Митьков В.В. Временные согласительные методические рекомендации Российского общества рентгенологов и радиологов (РОРР) и Российской Ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) "методы лучевой диагностики пневмонии при новой коронавирусной инфекции COVID-19" (версия 2) // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2020. № 1. С. 78–102. EDN: HZLFSS doi: 10.24835/1607-0771-2020-1-78-102
3. Kalso M., Cardi T., Marzak H., et al. Delayed pulmonary embolism after COVID-19 pneumonia: a case report // Eur. Heart J. Case Rep. 2020. Vol. 4, N 6. P. 1–4. doi: 10.1093/ehjcr/ytaa449
4. Klok F.A., Kruip M.J.H.A., van der Meer N.J.M. Incidence of thrombotic complications in critically ill ICU patients with COVID-19 // Thromb Res. 2020. Vol. 191. P. 145–147. doi: 10.1016/j.thromres.2020.04.013

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626886>

Diagnosis of pulmonary embolism in patients with viral pneumonia using multislice spiral computed tomographic angiography

Ekaterina P. Kalinina^{1,2}, Irina B. Belova¹

¹ Orel State University, Orel, Russia;

² Emergency Medical Care Hospital named after N.A. Semashko, Orel, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Viral pneumonia represents a significant and potentially life-threatening complication of coronavirus infection. It can result in a range of adverse outcomes, including pulmonary embolism. However, the prevalence of pulmonary embolism in these patients remains poorly understood. Multislice computed tomographic angiography offers a valuable tool for studying the unique characteristics of radiation diagnostics in this disease and identifying specific signs of this complication.

AIM: The aim of this study is to improve the diagnosis of pulmonary embolism in patients with SARS-CoV-2 virus-induced pneumonia using multislice computed tomographic angiography.

MATERIALS AND METHODS: A retrospective review of medical records and multislice computed tomographic angiography data from 200 patients with viral pneumonia (COVID-19) who were treated between May 25, 2021, and October 15, 2021, for suspected pulmonary embolism based on laboratory findings was conducted.

RESULTS: Of the total number of patients (58.5% female, 41.5% male), the majority were aged between 60 and 69 years. Pulmonary embolism was confirmed in 42 patients, which constituted 21% of the total number. This group included 36% males and 62% females. When the localization of thromboemboli was assessed, it was found that 64.3% of cases had a peripheral localization, 24% of cases had thromboemboli at the level of lobular branches, 7.1% of cases had thromboemboli in the main arteries and pulmonary trunk, and 4.6% of cases had thromboemboli in the pulmonary trunk. In the assessment of pulmonary perfusion disorders, the majority of patients exhibited a degree of severity classified as I (78.6%), with a smaller proportion classified as III or IV (11.9% and 9.5%, respectively). A statistical analysis of the incidence of pulmonary embolism in patients with varying degrees of pneumonia severity revealed that in over half of the cases, the condition was confirmed in patients with minimal pulmonary parenchyma lesions. Specifically, 22 (52.4%) patients exhibited this pattern. The second part accounted for 16.6% of cases with critical severity of pneumonia, 16.7% with moderate severity, 11.9% with significant severity, and only 2.4% of cases with regression of inflammatory infiltration. Among patients with pulmonary embolism, pneumonia was in the advanced stage in 35.7% of cases, the peak stage in 33.3%, the incomplete stage in 21.4%, the early stage in 7.2%, and the resolution stage in 2.4%. However, when comparing the severity and stage of pneumonia in patients with confirmed and unconfirmed pulmonary embolism, no statistically significant differences between these parameters were found ($p > 0.05$).

CONCLUSIONS: Among patients with suspected pulmonary embolism and viral pneumonia, 21% had a confirmed diagnosis. Of these, 64.3% had a peripheral localization of thromboemboli, 78.6% had grade I impairment of pulmonary perfusion, and most cases were in the advanced (35.7%) and peak (33.3%) stages of pneumonia. There was no correlation between the incidence of pulmonary embolism, severity, and stage of viral pneumonia.

Keywords: multislice spiral computed tomography; angiography; pulmonary embolism; COVID-19.

Received: 13.02.2024

Accepted: 01.03.2024

Published online: 30.06.2024

To cite this article:

Kalinina EP, Belova IB. Diagnosis of pulmonary embolism in patients with viral pneumonia using multislice spiral computed tomographic angiography. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):37–39. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626886>

REFERENCES

1. KraevAR, Solov'ev OV, Kononov SK, Ralnikova UA. Thrombotic complications in post-Covid patients. *Medical Newsletter of Vyatka*. 2023;(2):26–30. doi: 10.24412/2220-7880-2023-2-26-31
2. Sinitsyn VE, Tyurin IE, Mitkov VV. Guidelines of Russian Society of Radiology (RSR) and Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) "Role of imaging (X-Ray, CT, and US) in diagnosis of Covid-19 pneumonia" (Version 2). *Ultrasound and functional diagnostics*. 2020;(1):78–102. EDN: HZLFSS doi: 10.24835/1607-0771-2020-1-78-102
3. Kanso M, Cardi T, Marzak H, et al. Delayed pulmonary embolism after COVID-19 pneumonia: a case report. *Eur. Heart J. Case Rep*. 2020;4(6):1–4. doi: 10.1093/ehjcr/ytaa449
4. Klok FA, Kruip MJHA, van der Meer NJM. Incidence of thrombotic complications in critically ill ICU patients with COVID-19. *Thromb Res*. 2020;191:145–147. doi: 10.1016/j.thromres.2020.04.013

ОБ АВТОРАХ

*** Калинина Екатерина Петровна;**

ORCID: 0009-0009-0437-7386;

eLibrary SPIN: 9559-4991;

e-mail: kalinina1212033@yandex.ru

Белова Ирина Борисовна;

ORCID: 0009-0000-3549-4643;

eLibrary SPIN: 4014-1902;

e-mail: info@oreluniver.ru

AUTHORS' INFO

*** Ekaterina P. Kalinina;**

ORCID: 0009-0009-0437-7386;

eLibrary SPIN: 9559-4991;

e-mail: kalinina1212033@yandex.ru

Irina B. Belova;

ORCID: 0009-0000-3549-4643;

eLibrary SPIN: 4014-1902;

e-mail: info@oreluniver.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626171>

Определение фолликулярного резерва яичников по данным ультразвукового исследования на основе методов машинного обучения

Ф.А. Лапутин¹, И.В. Сидоров¹, А.С. Мошкин²¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия;² Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Орёл, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Овариальный резерв отражает способность женщины к успешной реализации репродуктивной функции. Оценка овариального резерва является актуальной задачей для клинической практики [1] и важна при проведении научных исследований. Использование методов компьютерной обработки диагностических изображений способно ускорить и облегчить выполнение рутинных задач в клинической практике. Их применение при ретроспективном анализе данных в научных целях позволяет повысить объективность исследования, дополнить его вспомогательной информацией [2].

Рассматриваемая задача локализации яичников и фолликулов на ультразвуковых снимках уже исследовалась в других работах. Например, Z. Chen и соавт. [3] применяли модель U-net для сегментации фолликулов на ультразвуковых снимках. А в статье V.K. Singh и соавт. [4] похожая задача решалась с использованием модификации U-net, называемой UNet++ [5], которая является очень популярной моделью для анализа медицинских изображений [6].

Цель — разработка моделей машинного обучения для анализа изображений яичников, полученных с аппарата ультразвуковой диагностики.

Материалы и методы. Для предварительного обучения моделей сегментации яичников и детекции фолликулов использовался открытый набор данных с размеченной областью яичника [7]. Затем для обучения и тестирования использовался собранный нами набор данных, который содержит разметку областей яичников и фолликулов. Всего в нём находится около 800 примеров 50 уникальных пациентов.

Локализация фолликулов на ультразвуковом снимке является сложной задачей, поэтому проектируемая система детектора была разделена на две части: сегментация яичника и детекция фолликулов внутри выделенной области. Это позволяет сконцентрировать внимание модели на области, где нет других органов и различных артефактов ультразвуковой диагностики, которые могут быть ложно восприняты как исследуемый объект. Для сегментации яичников мы использовали архитектуру UNet++ [5] с ResNeSt кодировщиком [8], который объединяет в себе механизмы внимания SE-Net [9] и SK-Net [10].

Для нахождения местоположения фолликулов внутри яичника используется модель детекции объектов, поскольку она позволяет произвести точный подсчёт количества фолликулов, даже если они перекрывают друг друга, чего не может сделать модель сегментации. В своей работе мы использовали YOLOv8 [11].

Кроме того, для улучшения качества предсказаний моделей использована предобработка данных: детекция и удаление области со вспомогательной информацией, снижение шума и аугментация.

Результаты. По результатам данной работы представлены две модели локализации яичников: модель сегментации с качеством IoU не менее 50% и модель детекции с качеством mAP не менее 65%. Модель для детекции фолликулов с последующим подсчётом их количества с ошибкой MAPE не выше 35%.

Заключение. В результате проведённого исследования было предложено, как применить методы машинного обучения для задачи анализа снимков ультразвуковых снимков. Разработанные модели сегментации и детекции уменьшают время и ошибки при анализе яичников и фолликулов на снимках. Использование механизма внимания и предобработки данных повышает качество моделей. Нейронная сеть для детекции фолликулов обеспечивает их подсчёт, даже при их перекрывании.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика; диагностика яичников; диагностика фолликулов; машинное обучение; глубинное обучение; сегментация; детекция.

Как цитировать:

Лапутин Ф.А., Сидоров И.В., Мошкин А.С. Определение фолликулярного резерва яичников по данным ультразвукового исследования на основе методов машинного обучения // Digital Diagnostics. 2024. Т. 5, № S1. С. 40–42. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626171>

Received: 28.01.2024

Accepted: 07.03.2024

Published online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николенко В.Н., Геворгян М.М., Мошкин А.С., Унанян А.Л., Оганесян М.В. Сравнительная характеристика объема яичников и количества фолликулов по данным МРТ-исследования в аспекте оценки овариального резерва в различные возрастные периоды женщин // Международная научно-практическая конференция «Современная медицина: новые подходы и актуальные исследования»; Октябрь 22, 2020; Грозный. EDN: RWSZNS doi: 10.36684/33-2020-1-584-593
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022666924/ 12.09.2022. Мошкин А.С. Программа анализа видеорезультатов проведения ультразвуковой доплерографии (ПАВУД). EDN: LPERUS
3. Chen Z., Zhang C., Li Z., Yang J., Deng H. Automatic segmentation of ovarian follicles using deep neural network combined with edge information // *Frontiers in Reproductive Health*. 2022. Vol. 4. doi: 10.3389/frph.2022.877216
4. Singh V.K., Yousef Kalafi E., Cheah E., et al. HaTU-Net: Harmonic Attention Network for Automated Ovarian Ultrasound Quantification in Assisted Pregnancy // *Diagnostics*. 2022. Vol. 12, N 12. P. 3213. doi: 10.3390/diagnostics12123213
5. Zhou Z., Rahman Siddiquee M.M., Tajbakhsh N., Liang J. UNet++: A Nested U-Net Architecture for Medical Image Segmentation // *Deep Learning in Medical Image Analysis and Multimodal Learning for Clinical Decision Support - 4th International Workshop, DLMIA 2018 and 8th International Workshop, ML-CDS 2018 Held in Conjunction with MICCAI 2018; September 20, 2018; Granada*. doi: 10.1007/978-3-030-00889-5_1
6. Zaev R.I., Romanov A.Y., Solov'yev R.A. Segmentation of Prostate Cancer on TRUS Images Using ML // *International Russian Smart Industry Conference, SmartIndustryCon; 2023*. doi: 10.1109/SmartIndustryCon57312.2023.10110727
7. Zhao Q., Lyu S., Bai W., et al. MMOTU: A Multi-Modality Ovarian Tumor Ultrasound Image Dataset for Unsupervised Cross-Domain Semantic Segmentation // *arXiv. Preprint*. 2022.
8. Zhang H., Wu C., Zhang Z., et al. ResNeSt: Split-Attention Networks // *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW); 2022; New Orleans*. doi: 10.1109/CVPRW56347.2022.00309
9. Hu J., Shen L., Sun G. Squeeze-and-Excitation Networks // *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition; 2018, Salt Lake City*. doi: 10.1109/CVPR.2018.00745
10. Li X., Wang W., Hu X., Yang J. Selective Kernel Networks // *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR); June, 2019*. doi: 10.1109/CVPR.2019.00060
11. Ultralytics YOLOv8 Docs [интернет]. Ultralytics Inc.; c2024. [дата обращения: 09.02.2024]. Режим доступа: <https://docs.ultralytics.com/ru>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626171>

Assessment of ovarian follicular reserve according to ultrasound data based on machine learning methods

Fedor A. Laputin¹, Ivan V. Sidorov¹, Andrey S. Moshkin²

¹ Higher School of Economics, Moscow, Russia;

² Orel State University, Orel, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Ovarian reserve reflects a woman's ability to successfully realize reproductive function. The assessment of ovarian reserve is an urgent task for clinical practice [1] and is important in scientific research. The use of computerized diagnostic image processing methods can accelerate and facilitate the performance of routine tasks in clinical practice. Their use in retrospective data analysis for scientific purposes allows to increase the objectivity of the study and supplement it with auxiliary information [2].

The issue of ovarian localization and follicle segmentation on ultrasound images has been previously investigated in other works. For instance, Z. Chen et al. [3] employed the U-net model to identify follicles on ultrasound images. Similarly, V.K. Singh et al. [4] addressed a related problem using a variant of U-net, namely UNet++ [5], which has gained considerable traction in the field of medical image analysis [6].

AIM: The study aimed to develop machine learning models for analyzing ovarian images obtained from an ultrasound machine.

MATERIALS AND METHODS: An open dataset with a labeled ovary region was used for pre-training ovarian segmentation and follicle detection models. Subsequently, the dataset, which contains marked-up ovarian and follicle regions, was employed for training and testing. It encompasses a total of approximately 800 examples from 50 unique patients.

The localization of follicles in an ultrasound image is a challenging task. To address this, the designed detector system was divided into two parts: ovary segmentation and follicle detection within the selected region. This approach allows the model to focus on a region where there are no other organs and various ultrasound artifacts that can be falsely perceived as the object under investigation. For the purpose of ovarian segmentation, the UNet++ architecture [5] was employed in conjunction with the ResNeSt encoder [8], which incorporates the SE-Net [9] and SK-Net [10] attention mechanisms.

Рукопись получена: 28.01.2024

Рукопись одобрена: 07.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

The object detection model is employed to identify the location of follicles within the ovary, as it enables precise enumeration of the number of follicles, even in the presence of overlapping structures, a capability that the segmentation model lacks. In our study, we used the YOLOv8 model [11].

Furthermore, data preprocessing has been employed to enhance the quality of model predictions. This has involved the identification and removal of regions with auxiliary information, the reduction of noise, and the augmentation of data.

RESULTS: Two ovarian localization models are presented based on the results of this study. The first model is a segmentation model with an IoU quality of at least 50%. The second model is a detection model with a mAP quality of at least 65%. A third model is a model for follicle detection with subsequent follicle counting. This model has an MAPE error not exceeding 35%.

CONCLUSIONS: The study resulted in the proposal of a method for applying machine learning techniques to the task of analyzing ultrasound images. The developed segmentation and detection models reduce the time and errors in analyzing ovaries and follicles in the images. The use of an attention mechanism and data preprocessing improves the quality of the models. The neural network for follicle detection provides follicle counting, even when follicles overlap.

Keywords: ultrasound diagnostics; ovary diagnostics; follicle diagnostics; machine learning; deep learning; segmentation; object detection.

To cite this article:

Laputin FA, Sidorov IV, Moshkin AS. Assessment of ovarian follicular reserve according to ultrasound data based on machine learning methods. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):40–42. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626171>

REFERENCES

1. Nikolenko VN, Gevorgyan MM, Moshkin AS, Hunanyan AL, Hovhannisyan MV. Comparative characteristics of the volume of ovaries and the number of follicles according to MRI studies in the aspect of assessing the ovarian reserve in different age periods of women. *Proceedings of International Scientific and Practical Conference "Modern medicine: new approaches and topical research"*; 2020 Nov 22; Grozny. (In Russ). EDN: RWSZNS doi: 10.36684/33-2020-1-584-593
2. Certificate of state registration of computer program No. 2022666924/ 12.09.2022. Moshkin AS. Program for analysis of video results of ultrasound Dopplerography (PAVUD). (In Russ). EDN: LPERUS
3. Chen Z, Zhang C, Li Z, Yang J, Deng H. Automatic segmentation of ovarian follicles using deep neural network combined with edge information. *Frontiers in Reproductive Health*. 2022;4. doi: 10.3389/frph.2022.877216
4. Singh VK, Yousef Kalafi E, Cheah E, et al. HaTU-Net: Harmonic Attention Network for Automated Ovarian Ultrasound Quantification in Assisted Pregnancy. *Diagnostics*. 2022;12(12):3213. doi: 10.3390/diagnostics12123213
5. Zhou Z, Rahman Siddiquee MM, Tajbakhsh N, Liang J. UNet++: A Nested U-Net Architecture for Medical Image Segmentation. *Deep Learning in Medical Image Analysis and Multimodal Learning for Clinical Decision Support - 4th International Workshop, DLMIA 2018 and 8th International Workshop, ML-CDS 2018 Held in Conjunction with MICCAI 2018*; 2018 Sept 20; Granada. doi: 10.1007/978-3-030-00889-5_1
6. Zaev RI, Romanov AY, Solov'yev RA. Segmentation of Prostate Cancer on TRUS Images Using ML. *Proceedings of International Russian Smart Industry Conference, SmartIndustryCon*; 2023. doi: 10.1109/SmartIndustryCon57312.2023.10110727
7. Zhao Q, Lyu S, Bai W, et al. MMOTU: A Multi-Modality Ovarian Tumor Ultrasound Image Dataset for Unsupervised Cross-Domain Semantic Segmentation. arXiv. Preprint. 2022.
8. Zhang H, Wu C, Zhang Z, et al. ResNeSt: Split-Attention Networks. *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*; 2022; New Orleans. doi: 10.1109/CVPRW56347.2022.00309
9. Hu J, Shen L, Sun G. Squeeze-and-Excitation Networks. *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*; 2018, Salt Lake City. doi: 10.1109/CVPR.2018.00745
10. Li X, Wang W, Hu X, Yang J. Selective Kernel Networks. *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*; June, 2019. doi: 10.1109/CVPR.2019.00060
11. Ultralytics YOLOv8 Docs [Internet]. Ultralytics Inc.; c2024. [cited 2024 Feb 9]. Available from: <https://docs.ultralytics.com/ru>

ОБ АВТОРАХ

* Лапутин Фёдор Александрович;

ORCID: 0009-0009-4037-799X;

e-mail: falaputin@edu.hse.ru

Сидоров Иван Владимирович;

ORCID: 0009-0004-5150-2737;

e-mail: ivsidorov@edu.hse.ru

Мошкин Андрей Сергеевич;

ORCID: 0000-0003-2085-0718;

eLibrary SPIN: 9718-2516;

e-mail: as.moshkin@internet.ru

AUTHORS' INFO

* Fedor A. Laputin;

ORCID: 0009-0009-4037-799X;

e-mail: falaputin@edu.hse.ru

Ivan V. Sidorov;

ORCID: 0009-0004-5150-2737;

e-mail: ivsidorov@edu.hse.ru

Andrey S. Moshkin;

ORCID: 0000-0003-2085-0718;

eLibrary SPIN: 9718-2516;

e-mail: as.moshkin@internet.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626173>

Ультразвуковая оценка структурных изменений периферических нервов конечностей после ампутации при огнестрельной травме

Э.А. Гумерова¹, С.Н. Дубровских¹, А.В. Татарина¹, Ю.А. Степанова², А.Д. Корягина¹¹ Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий — Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневого, Красногорск, Россия;² Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневого, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Учитывая большое количество раненых с ампутациями конечностей при огнестрельной травме в условиях военных действий, важна ранняя диагностика терминальных невром с целью адекватного протезирования конечностей.

Цель — определить возможности ультразвукового исследования в оценке концов периферических нервов и выявлении терминальных невром у пациентов после ампутации конечностей при огнестрельной травме.

Материалы и методы. Обследован 71 пациент (мужчины 20–57 лет), 179 периферических нервов. Ультразвуковое исследование проводили по стандартной методике с использованием сканера ACUSON S2000 (Siemens Healthineers, Германия) линейным датчиком с частотой 7–17 МГц после установки программы исследования опорно-двигательного аппарата. Причина ампутации: огнестрельная травма. Давность огнестрельной травмы — от 11 до 362 дней, оперативного вмешательства — от 11 до 340 дней. Показание к исследованию: боли в культих конечностей.

Результаты. При осмотре 179 периферических нервов выявлено 149 травмированных концов для оценки. Распределение частоты повреждений: на верхних конечностях лидировал уровень плеча, на нижних — бедра. В обоих случаях преобладали поражения на левой стороне. Все изменения концов разделены на три группы: 1-я группа (60%) — структурные изменения без признаков терминальной невром, 2-я группа (25%) — структурные изменения с терминальной невромой, 3-я группа (15%) — структурные изменения с потенциальной (формирующейся) терминальной невромой.

Ультразвуковые признаки структурных изменений без терминальной невром: утолщение конца нерва с сохранённой фасцикулярностью строения, снижение эхогенности и усиление васкуляризации конца нерва при цветовом доплеровском картировании.

Ультразвуковые признаки потенциальной терминальной невром: то же + наличие шаровидного гипозоногенного образования, исходящего из конца нерва, отсутствие дифференцировки на фасцикулы в образовании, последнее занимает не всю площадь поперечного сечения конца нерва, образование аваскулярно при цветовом доплеровском картировании.

Ультразвуковые признаки сформированной терминальной невром: то же + наличие булавовидного или шаровидного гипозоногенного образования, превосходящего площадь поперечного сечения нерва проксимальнее в 2 и более раз, исходящего из конца нерва; отсутствие в образовании дифференцировки на фасцикулы; образование занимает всю площадь поперечного сечения конца нерва и также аваскулярно при цветовом доплеровском картировании.

Сроки формирования терминальных невром: потенциальные выявляли в среднем на сроке 109,9 дня (14–362) после огнестрельной травмы и через 98,2 дня (14–340) после оперативного вмешательства. Сформированные терминальные невром выявляли в среднем на сроке 153,3 дня (31–341) после огнестрельной травмы и через 139,5 дня (14–327) после оперативного вмешательства.

Заключение. Ультразвуковое исследование является эффективным методом выявления терминальных невром как потенциальной причины болевого синдрома на ампутированных конечностях при огнестрельной травме. Для диагностики терминальных невром ультразвуковую диагностику следует проводить не ранее, чем через 31 день от момента оперативного вмешательства, при этом необходим ультразвуковой контроль в динамике.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование; периферические нервы; терминальная неврома; повреждение периферического нерва; огнестрельная травма.

Как цитировать:

Гумерова Э.А., Дубровских С.Н., Татарина А.В., Степанова Ю.А., Корягина А.Д. Ультразвуковая оценка структурных изменений периферических нервов конечностей после ампутации при огнестрельной травме // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 43–46. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626173>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов А.В., Бадалов В.И., Крайнюков П.Е., и др. Структура и характер современной боевой хирургической травмы // Военно-медицинский журнал. 2021. Т. 342, № 9. С. 12–20. EDN: XGUMHF doi: 10.52424/00269050_2021_342_9_12
2. Мешков Н.А. Эпидемиология боевой патологии в вооруженных конфликтах и медицинская реабилитация участников боевых действий // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2022. Т. 21, № 4. С. 176–190. EDN: XZZINK doi: 10.37903/vsgma.2022.4.25
3. Левкин В.Г., Лецкая О.А. Характеристика инвалидности вследствие травм и увечий, полученных в ходе Специальной военной операции, и реабилитационные мероприятия // Физическая и реабилитационная медицина. 2022. Т. 4, № 4. С. 7–16. EDN: EBRBUU doi: 10.26211/2658-4522-2022-4-4-7-16
4. Суслиев В.Г., Щербина К.К., Смирнова Л.М., и др. Медицинская технология раннего восстановления способности к самостоятельному передвижению после ампутации нижней конечности // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2019. № 2(66). С. 101–109. EDN: HHFKUJ
5. Поправка С.Н., Будко А.А., Матвиенко В.В., Юдин В.Е. Особенности хирургической подготовки культей к протезированию // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2021. Т. 98, № 3-2. С. 154–155. EDN: PGBYBZ doi: 10.17116/kurort20219803221
6. Богоявленский С.С. К вопросу о топографо-анатомической характеристике тканей ампутационных культей конечностей // Известия Российской военно-медицинской академии. 2022. Т. 41, № S2. С. 71–74. EDN: AUNCJY
7. Журбин Е.А., Гайворонский А.И., Декан В.С., и др. Диагностическая эффективность ультразвукового исследования при повреждениях периферических нервов // Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова. 2019. Т. 11, № 1. С. 23–29. EDN: CLJKKZ
8. Giray E., Atalay K.G., Sirazi S., Alp M., Yagci I. An ultrasonographic and electromyographic evaluation of jumping stump possibly due to a neuroma in a patient with transradial amputation: A case report // J Back Musculoskelet Rehabil. 2021. Vol. 34, N 1. P. 33–37. doi: 10.3233/BMR-191645
9. Endo Y., Sivakumaran T., Lee S.C., Lin B., Fufa D. Ultrasound features of traumatic digital nerve injuries of the hand with surgical confirmation // Skeletal Radiol. 2021. Vol. 50, N 9. P. 1791–1800. doi: 10.1007/s00256-021-03731-w
10. Causeret A., Lapègue F., Bruneau B., et al. Painful Traumatic Neuromas in Subcutaneous Fat: Visibility and Morphologic Features With Ultrasound // J Ultrasound Med. 2019. Vol. 38, N 9. P. 2457–2467. doi: 10.1002/jum.14944
11. Wijntjes J., Borchert A., van Alfen N. Nerve Ultrasound in Traumatic and Iatrogenic Peripheral Nerve Injury // Diagnostics (Basel). 2020. Vol. 11, N 1. P. 30. doi: 10.3390/diagnostics11010030
12. Aydemir K., Demir Y., Güzelküçük U., Tezel K., Yılmaz B. Ultrasound Findings of Young and Traumatic Amputees With Lower Extremity Residual Limb Pain in Turkey // Am J Phys Med Rehabil. 2017. Vol. 96, N 8. P. 572–577. doi: 10.1097/PHM.0000000000000687
13. Holzgrefe R.E., Wagner E.R., Singer A.D., Daly C.A. Imaging of the Peripheral Nerve: Concepts and Future Direction of Magnetic Resonance Neurography and Ultrasound // J Hand Surg Am. 2019. Vol. 44, N 12. P. 1066–1079. doi: 10.1016/j.jhssa.2019.06.021

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626173>

Ultrasound assessment of structural changes in peripheral nerves of extremities after amputation in case of gunshot injury

Elmira A. Gumerova¹, Svetlana N. Dubrovskikh¹, Alena V. Tatarina¹, Yulia A. Stepanova², Anna D. Koryagina¹

¹ National Medical Research Center for High Medical Technologies — Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky, Krasnogorsk, Russia;

² A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Considering the large number of limb amputations in war-related gunshot wounds, early diagnosis of terminal neuromas is important to provide appropriate limb replacement.

AIM: The aim of this study was to determine the feasibility of ultrasound in evaluating peripheral nerve endings and detecting terminal neuromas in patients after limb amputation due to gunshot trauma.

MATERIALS AND METHODS: A total of 71 patients (men aged 20–57 years old) underwent ultrasound examination of 179 peripheral nerves. The examination was conducted according to standard technique using the ACUSON S2000 scanner (Siemens Healthineers, Germany) with a linear transducer with a frequency of 7–17 MHz, after setting the program of musculoskeletal examination. The cause of amputation was gunshot trauma. The duration of gunshot trauma ranged from

Received: 28.01.2024

Accepted: 13.02.2024

Published online: 30.06.2024

11 to 362 days, while the period between surgical intervention and the examination ranged from 11 to 340 days. The indication for the examination was pain in the limb stumps.

RESULTS: A comprehensive examination of 179 peripheral nerves revealed 149 injured endings that were subjected to further evaluation. The distribution of lesion frequency revealed that the shoulder level was the most affected area in the upper extremities, while the thigh was the most affected area in the lower extremities. Notably, lesions on the left side were more prevalent in both cases. All observed changes in the endings were classified into three distinct groups: Group 1 (60%) comprised structural changes without signs of terminal neuroma. Group 2 (25%) consisted of structural changes with terminal neuroma. Group 3 (15%) included structural changes with potential (forming) terminal neuroma.

In the absence of a terminal neuroma, ultrasound findings may include thickening of the nerve ending with preserved fascicular structure, decreased echogenicity, and increased vascularization of the nerve ending in color Doppler mapping.

The ultrasound findings suggestive of a potential terminal neuroma include the following: the same and the presence of a globular hypoechogenic mass emanating from the nerve ending, the absence of differentiation into fasciculi in the mass, the latter not occupying the entire cross-sectional area of the nerve ending, and the mass being avascular on color Doppler mapping.

The ultrasound findings of a formed terminal neuroma include the following: a club-shaped or globular hypoechogenic mass exceeding the cross-sectional area of the nerve proximally by 2 or more times, emanating from the nerve ending; absence of differentiation into fasciculi in the formation; the formation occupying the entire cross-sectional area of the nerve ending and being avascular in color Doppler mapping.

The timing of terminal neuroma formation was observed to occur on average 109.9 days (14–362) after gunshot trauma and 98.2 days (14–340) after surgical intervention. The formation of terminal neuromas was observed on average 153.3 days (31–341) after gunshot trauma and 139.5 days (14–327) after surgical intervention.

CONCLUSIONS: Ultrasound examination is an effective method of detecting terminal neuromas as a potential cause of pain syndrome in amputated limbs in gunshot trauma. It is recommended that ultrasound diagnosis of terminal neuromas be performed no earlier than 31 days after surgical intervention, and that ultrasound monitoring in dynamics be conducted.

Keywords: ultrasound; peripheral nerves; terminal neuroma; peripheral nerve damage; gunshot injury.

To cite this article:

Gumerova EA, Dubrovskikh SN, Tatarina AV, StepanovaYuA, Koryagina AD. Ultrasound assessment of structural changes in peripheral nerves of extremities after amputation in case of gunshot injury. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):43–46. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626173>

REFERENCES

1. Denisov AV, Badalov VI, Krainyukov PE, et al. The structure and nature of modern combat surgical trauma. *Military Medical Journal*. 2021;342(9):12–20. EDN: XGUMHF doi: 10.52424/00269050_2021_342_9_12
2. Meshkov NA. Epidemiological view of combat-related injuries incurred during armed conflicts and medical rehabilitation of combatants. *Vestnik of the Smolensk State Medical Academy*. 2022;21(4):176–190. EDN: XZZINK doi: 10.37903/vsgma.2022.4.25
3. Levkin VG, Letskaya OA. Characteristics of disability due to injuries received during a special military operation and rehabilitation measures. *Physical and rehabilitation medicine*. 2022;4(4):7–16. EDN: EBRBUU doi: 10.26211/2658-4522-2022-4-4-7-16
4. Suslyayev VG, Scherbina KK, Smirnova LM, et al. Medical technology of early recovery of the ability to move independently after amputation of the lower limb. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2019;2(66):101–109. EDN: HHFKUJ
5. Popravka SN, Budko AA, Matvienko VV, Judin VE. Specifics of surgical preparation of stumps for prosthetics. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2021;98(3-2):154–155. (In Russ). EDN: PGBYBZ doi: 10.17116/kurort20219803221
6. Bogoyavlenskii SS. The question of topographic and anatomical characteristic of tissues of amputation stumps of limbs. *Izvestia of the Russian Military Medical Academy*. 2022;41(S2):71–74. EDN: AUNCJY
7. Zhurbin EA, Gajvoronskij AI, Dekan VS, et al. Diagnostic efficiency of ultrasound research in damage of peripheral nerves. *Rossiiskij neyrokhirurgicheskij zhurnal im. professora A.L. Polenova*. 2019;11(1):23–29. EDN: CLJKKZ
8. Giray E, Atalay KG, Sirazi S, Alp M, Yagci I. An ultrasonographic and electromyographic evaluation of jumping stump possibly due to a neuroma in a patient with transradial amputation: A case report. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2021;34(1):33–37. doi: 10.3233/BMR-191645
9. Endo Y, Sivakumaran T, Lee SC, Lin B, Fufa D. Ultrasound features of traumatic digital nerve injuries of the hand with surgical confirmation. *Skeletal Radiol*. 2021;50(9):1791–1800. doi: 10.1007/s00256-021-03731-w
10. Causeret A, Lapègue F, Bruneau B, et al. Painful Traumatic Neuromas in Subcutaneous Fat: Visibility and Morphologic Features With Ultrasound. *J Ultrasound Med*. 2019;38(9):2457–2467. doi: 10.1002/jum.14944
11. Wijntjes J, Borchert A, van Alfen N. Nerve Ultrasound in Traumatic and Iatrogenic Peripheral Nerve Injury. *Diagnostics (Basel)*. 2020;11(1):30. doi: 10.3390/diagnostics11010030
12. Aydemir K, Demir Y, Güzelküçük U, Tezel K, Yılmaz B. Ultrasound Findings of Young and Traumatic Amputees With Lower Extremity Residual Limb Pain in Turkey. *Am J Phys Med Rehabil*. 2017;96(8):572–577. doi: 10.1097/PHM.0000000000000687
13. Holzgrefe RE, Wagner ER, Singer AD, Daly CA. Imaging of the Peripheral Nerve: Concepts and Future Direction of Magnetic Resonance Neurography and Ultrasound. *J Hand Surg Am*. 2019;44(12):1066–1079. doi: 10.1016/j.jhsa.2019.06.021

ОБ АВТОРАХ

*** Гумерова Эльмира Анваровна;**
ORCID: 0009-0003-1277-2614;
e-mail: elmiragumerova1992@yandex.ru

Дубровских Светлана Николаевна;
ORCID: 0009-0000-9498-006X;
e-mail: dwetlana1975@icloud.com

Татарина Алена Владимировна;
ORCID: 0009-0003-4452-6012;
e-mail: Tatarina.74@mail.ru

Степанова Юлия Александровна;
ORCID: 0000-0002-2348-4963;
eLibrary SPIN: 1288-6141;
e-mail: stepanovaua@mail.ru

Корягина Анна Дмитриевна;
ORCID: 0009-0005-3628-971X;
eLibrary SPIN: 1713-2153;
e-mail: anik1999@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Elmira A. Gumerova;**
ORCID: 0009-0003-1277-2614;
e-mail: elmiragumerova1992@yandex.ru

Svetlana N. Dubrovskikh;
ORCID: 0009-0000-9498-006X;
e-mail: dwetlana1975@icloud.com

Alena V. Tatarina;
ORCID: 0009-0003-4452-6012;
e-mail: Tatarina.74@mail.ru

Yulia A. Stepanova;
ORCID: 0000-0002-2348-4963;
eLibrary SPIN: 1288-6141;
e-mail: stepanovaua@mail.ru

Anna D. Koryagina;
ORCID: 0009-0005-3628-971X;
eLibrary SPIN: 1713-2153;
e-mail: anik1999@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626180>

Количественная оценка железа как маркера нейродегенерации после черепно-мозговой травмы

Е.В. Воронкова, М.В. Ублинский, А.А. Кобзева, И.А. Мельников

Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Ферроптоз является активным участником патофизиологического процесса вторичных нарушений после черепно-мозговой травмы [1]. Нарушение гомеостаза железа приводит к его избыточному накоплению и образованию активных форм кислорода, что может стать причиной развития различных нейродегенеративных заболеваний. Построение карт магнитной восприимчивости — новая активно развивающаяся количественная методика, имеющая большой потенциал в оценке накопления железа в головном мозге [2].

Цель — определить изменения концентрации железа в головном мозге у пациентов с черепно-мозговой травмой с помощью методики карт магнитной восприимчивости.

Материалы и методы. В исследовании принимали участие 9 пациентов (14 ± 2 года) со среднетяжёлой и тяжёлой черепно-мозговой травмой: трое в остром периоде и шестеро в отдалённом периоде; а также 4 здоровых добровольца ($15,3 \pm 0,9$ года). Всем участникам исследования была проведена магнитно-резонансная томография на томографе Philips Achieva dStream 3T (Philips, Нидерланды). Данные для карт магнитной восприимчивости были получены с помощью последовательности мульти-эхо 3D FFE с компенсацией потока: FA=20, 6 TE: TE1/dTE=4,422 мс/5,795 мс, TR=59 мс (минимальное), размер матрицы — $400 \times 400 \times 75$, размер вокселя — $0,6 \times 0,6 \times 0,6$ мм³. Для построения карт магнитной восприимчивости была использована программа SEPIA. Построение карты магнитного поля, выделение локального магнитного поля и расчёт магнитной восприимчивости проводились с помощью методик Laplacian, LBV и iLSQR соответственно. Средние значения магнитной восприимчивости были получены в 16 зонах подкоркового серого вещества с помощью атласа CIT168.

Результаты. Предварительные результаты исследования показали более высокие значения магнитной восприимчивости ($p=0,07$) в компактной части чёрной субстанции для группы пациентов по сравнению с группой контроля: $0,03 \pm 0,03$ и $0,003 \pm 0,018$ для групп пациентов и контроля соответственно. Данный результат предполагает возможное различие между группами на уровне статистической тенденции и может свидетельствовать о накоплении железа в этой области после черепно-мозговой травмы. В других исследуемых зонах подкоркового серого вещества изменений в значениях магнитной восприимчивости обнаружено не было.

Увеличение концентрации железа в компактной части чёрной субстанции характерно также для болезни Паркинсона [3]. Это согласуется с тем, что черепно-мозговая травма является фактором риска для развития данного нейродегенеративного заболевания. К одним из возможных причин накопления железа можно отнести гибель нейронов и повышенную проницаемость гематоэнцефалического барьера [4].

Заключение. Повышение значений магнитной восприимчивости в компактной части чёрной субстанции для пациентов с черепно-мозговой травмой может свидетельствовать о накоплении железа в этой области после травмы. Увеличение выборки пациентов позволит в дальнейшем проверить данную гипотезу, а также отследить изменения концентрации железа в различные периоды после черепно-мозговой травмы.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма; магнитная восприимчивость; ферроптоз.

Как цитировать:

Воронкова Е.В., Ублинский М.В., Кобзева А.А., Мельников И.А. Количественная оценка железа как маркера нейродегенерации после черепно-мозговой травмы // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 47–49. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626180>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Geng Z., Guo Z., Guo R., et al. Ferroptosis and traumatic brain injury // *Brain Res Bull.* 2021. Vol. 172. P. 212–219. doi: 10.1016/j.brainresbull.2021.04.023
2. Ravanfar P., Loi S.M., Syeda W.T., et al. Systematic Review: Quantitative Susceptibility Mapping (QSM) of Brain Iron Profile in Neurodegenerative Diseases // *Front Neurosci.* 2021. Vol. 15. P. 618435. doi: 10.3389/fnins.2021.618435
3. Raj K., Kaur P., Gupta G.D., Singh S. Metals associated neurodegeneration in Parkinson's disease: Insight to physiological, pathological mechanisms and management // *Neurosci Lett.* 2021. Vol. 753. P. 135873. doi: 10.1016/j.neulet.2021.135873
4. Lillian A., Zuo W., Laham L., Hilfiker S., Ye J.H. Pathophysiology and Neuroimmune Interactions Underlying Parkinson's Disease and Traumatic Brain Injury // *Int J Mol Sci.* 2023. Vol. 24, N 8. P. 7186. doi: 10.3390/ijms24087186

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626180>

Quantitative assessment of iron as a marker of neurodegeneration after traumatic brain injury

Elena V. Voronkova, Maxim V. Ublinskiy, Anna A. Kobzeva, Ilya A. Melnikov

Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Ferroptosis plays a pivotal role in the pathophysiology of secondary disorders following brain injury. Disturbances in iron homeostasis result in the accumulation of iron and the formation of reactive oxygen species, which may contribute to the development of various neurodegenerative diseases. Magnetic susceptibility mapping is a novel, rapidly evolving quantitative technique with significant potential for assessing iron accumulation in the brain.

AIM: The study aimed to determine changes in brain iron concentrations in patients with brain injury using magnetic susceptibility mapping techniques.

MATERIALS AND METHODS: The study included 9 patients (14 ± 2 years) with moderate and severe brain injury: three in the acute phase and six in the remote phase, and 4 healthy volunteers (15.3 ± 0.9 years). All study participants underwent magnetic resonance imaging on a Philips Achieva dStream 3T scanner (Philips, the Netherlands). Data for magnetic susceptibility maps were acquired using a 3D FFE multi-echo sequence with flux compensation: FA=20, 6 TE: TE1/dTE=4.422 ms/5.795 ms, TR=59 ms (minimum), matrix size was $400 \times 400 \times 75$, voxel size was $0.6 \times 0.6 \times 0.6$ mm³. Magnetic susceptibility maps were generated using the SEPIA program. Magnetic field map construction, local magnetic field extraction, and magnetic susceptibility calculation were performed using the Laplacian, LBV, and iLSQR techniques, respectively. Average magnetic susceptibility values were obtained in 16 subcortical gray matter zones using the CIT168 atlas.

RESULTS: The preliminary results of the study indicated that the patient group exhibited higher magnetic susceptibility values ($p=0.07$) in the compact part of the substantia nigra compared to the control group. The values for the patient and control groups were 0.03 ± 0.03 and 0.003 ± 0.018 , respectively (Fig. 1). This result suggests a potential difference between the two groups at the level of a statistical trend, which may indicate iron accumulation in this area following brain injury. No changes in the values of magnetic susceptibility were observed in other areas of the subcortical gray matter that were investigated.

An increased iron concentration in the compact part of the substantia nigra is also a characteristic of Parkinson's disease [3]. This is consistent with the fact that brain injury is a risk factor for the development of this neurodegenerative disease. One of the possible causes of iron accumulation is neuronal death and increased permeability of the blood-brain barrier [4].

CONCLUSIONS: An elevated magnetic susceptibility value in the compact part of the substantia nigra in patients with brain injury may indicate the accumulation of iron in this area following injury. A larger sample size will allow for further testing of this hypothesis and the monitoring of changes in iron concentration over time following brain injury.

Keywords: traumatic brain injury; magnetic susceptibility; ferroptosis.

To cite this article:

Voronkova EV, Ublinskiy MV, Kobzeva AA, Melnikov IA. Quantitative assessment of iron as a marker of neurodegeneration after traumatic brain injury. *Digital Diagnostics.* 2024;5(S1):47–49. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626180>

Received: 28.01.2024

Accepted: 27.03.2024

Published online: 30.06.2024

REFERENCES

1. Geng Z, Guo Z, Guo R, et al. Ferroptosis and traumatic brain injury. *Brain Res Bull.* 2021;172:212–219. doi: 10.1016/j.brainresbull.2021.04.023
2. Ravanfar P, Loi SM, Syeda WT, et al. Systematic Review: Quantitative Susceptibility Mapping (QSM) of Brain Iron Profile in Neurodegenerative Diseases. *Front Neurosci.* 2021;15:618435. doi: 10.3389/fnins.2021.618435
3. Raj K, Kaur P, Gupta GD, Singh S. Metals associated neurodegeneration in Parkinson's disease: Insight to physiological, pathological mechanisms and management. *Neurosci Lett.* 2021;753:135873. doi: 10.1016/j.neulet.2021.135873
4. Lillian A, Zuo W, Laham L, Hilfiker S, Ye JH. Pathophysiology and Neuroimmune Interactions Underlying Parkinson's Disease and Traumatic Brain Injury. *Int J Mol Sci.* 2023;24(8):7186. doi: 10.3390/ijms24087186

ОБ АВТОРАХ

*** Воронкова Елена Валерьевна;**

ORCID: 0000-0001-8016-0853;

eLibrary SPIN: 9440-5549;

e-mail: elena_voronkova13@mail.ru

Ублинский Максим Валерьевич;

ORCID: 0000-0002-4627-9874;

eLibrary SPIN: 8332-2024;

e-mail: ublinskiymaxim@yandex.ru

Кобзева Анна Александровна;

e-mail: kobzevaa3@zdrav.mos.ru

Мельников Илья Андреевич;

ORCID: 0000-0002-2910-3711;

eLibrary SPIN: 2512-2351;

e-mail: melnikovia3@zdrav.mos.ru

AUTHORS' INFO

*** Elena V. Voronkova;**

ORCID: 0000-0001-8016-0853;

eLibrary SPIN: 9440-5549;

e-mail: elena_voronkova13@mail.ru

Maxim V. Ublinskiy;

ORCID: 0000-0002-4627-9874;

eLibrary SPIN: 8332-2024;

e-mail: ublinskiymaxim@yandex.ru

Anna A. Kobzeva;

e-mail: kobzevaa3@zdrav.mos.ru

Ilya A. Melnikov;

ORCID: 0000-0002-2910-3711;

eLibrary SPIN: 2512-2351;

e-mail: melnikovia3@zdrav.mos.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626181>

Применение методов машинного обучения и обработки медицинских изображений в решении задачи обнаружения стенозов средней мозговой артерии по данным компьютерно-томографической ангиографии

М.В. Соломинов, Д.В. Пахомов, Т.А. Загрязкина

ООО «Гаммамед-Софт», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Ишемический инсульт — одна из ведущих причин смертности как в России, так и во всём мире [1]. Одним из основных методов диагностики ишемического инсульта является компьютерная томографическая ангиография, позволяющая определить наличие стеноза или окклюзии церебральных артерий. Большая часть ишемических инсультов (51%) приходится на бассейн средней мозговой артерии [2], что обуславливает повышенный интерес к оценке кровотока именно в данной области головного мозга. Ручное определение стенозов отличается субъективностью оценки и требует значительных временных затрат. Автоматизация обнаружения сужений средней мозговой артерии является востребованной задачей анализа изображений компьютерной томографической ангиографии.

Цель — разработка алгоритма автоматического обнаружения стенозов в средней мозговой артерии на DICOM-изображениях компьютерной томографической ангиографии на основе применения искусственных нейронных сетей, алгоритмов оценки сосудистости и скелетонизации.

Материалы и методы. Были использованы 262 серии компьютерной томографической ангиографии пациентов Научно-исследовательского института скорой помощи имени Н.В. Склифосовского, из них 94 серии — со стенозом в M1/M2 сегменте средней мозговой артерии. Для обработки изображений применялась искусственная нейронная сеть с архитектурой архитектуры CFPNet-M [3]. Реконструкция сосудистого дерева была основана на вычислении меры «сосудистости» (vesselness) [4] с последующей скелетонизацией выявленных структур.

Результаты. На первом этапе работы была обучена нейронная сеть для сегментации бассейна средней мозговой артерии: обучающий массив был сформирован с помощью шаблона MNI152 с применением аффинных преобразований и их последующей экспертной оценкой. При этом мера IoU (Intersection over Union) составила 0,81. Основным этапом являлась сегментация сосудистого дерева средней мозговой артерии на основе использования фильтра vesselness с последующей оценкой интенсивности вокселей и поиском связанного объекта с наибольшей длиной. Далее осуществлялось построение скелета средней мозговой артерии, то есть определение осевой линии сосуда с представлением получившегося скелета в виде графа, рёбрами которого являются сосуды, а вершинами точки их бифуркаций. Следующим этапом производился расчёт морфологических признаков (диаметр, площадь и периметр) в плоскости поперечного сечения для каждого сегмента (участка между точками бифуркации). На последнем этапе определялась область сужения на основе анализа поведения сечений сегментов с нахождением отклонения от порогового значения. Общая точность алгоритма составила 79,39% (95% доверительный интервал 73,98–84,12), чувствительность — 80,85% (95% доверительный интервал 71,44–88,24), специфичность — 78,57% (95% доверительный интервал 71,59–84,52).

Заключение. Таким образом, был разработан алгоритм детекции стенозов в M1/M2 сегменте на основе сегментации бассейна средней мозговой артерии, оценки vesselness и скелетонизации сосудистого дерева. Применение разработанного алгоритма на практике, после его валидации и клинической апробации, позволит упростить рутинную оценку изображений компьютерной томографической ангиографии врачами-рентгенологами и даст возможность получения объективной оценки области стеноза.

Ключевые слова: нейронная сеть; компьютерная томографическая ангиография; средняя мозговая артерия; стеноз; окклюзия; ишемический инсульт.

Как цитировать:

Соломинов М.В., Пахомов Д.В., Загрязкина Т.А. Применение методов машинного обучения и обработки медицинских изображений в решении задачи обнаружения стенозов средней мозговой артерии по данным компьютерно-томографической ангиографии // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 50–52. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626181>

Received: 28.01.2024

Accepted: 13.02.2024

Published online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 // *The Lancet Neurology*. 2021. Vol. 20, N 10. P. 795–820. doi: 10.1016/S1474-4422(21)00252-0
2. Ng Y.S., Stein J., Ning M., Black-Schaffer R.M. Comparison of clinical characteristics and functional outcomes of ischemic stroke in different vascular territories // *Stroke*. 2007. Vol. 38, N 8. P. 2309–2314. doi: 10.1161/STROKEAHA.106.475483
3. Lou A., Guan S., Loew M. CFPNet-M: A light-weight encoder-decoder based network for multimodal biomedical image real-time segmentation // *Comput Biol Med*. 2023. Vol. 154. P. 106579. doi: 10.1016/j.compbiomed.2023.106579
4. Jerman T., Pernus F., Likar B., Spiclin Z. Enhancement of Vascular Structures in 3D and 2D Angiographic Images // *IEEE Trans Med Imaging*. 2016. Vol. 35, N 9. P. 2107–2118. doi: 10.1109/TMI.2016.2550102

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626181>

Application of machine learning methods and medical image processing in solving the problem of detecting stenoses of the middle cerebral artery according to computed tomographic angiography data

Maksim V. Solominov, Denis V. Pakhomov, Tatiana A. Zagriazkina

Gammamed-Soft LLC, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Ischemic stroke is a significant contributor to mortality rates in Russia and globally [1]. Computed tomographic angiography is a primary diagnostic tool for ischemic stroke, enabling the identification of stenosis or occlusion in cerebral arteries. The majority of ischemic strokes (51%) occur in the middle cerebral artery region [2], underscoring the growing interest in evaluating blood flow in this area of the brain. The manual detection of stenoses is characterised by subjective evaluation and requires a considerable amount of time. The automation of middle cerebral artery narrowing detection represents a significant challenge in computed tomographic angiography image analysis.

AIM: The study aims to develop an algorithm for the automatic detection of stenoses in the middle cerebral artery on DICOM images of computed tomographic angiography based on the application of artificial neural networks, vascularity assessment and skeletonization algorithms.

MATERIALS AND METHODS: A total of 262 computed tomographic angiography series from patients at the N.V. Sklifosovsky Emergency Medical Research Institute were analyzed. Of these, 94 series exhibited stenosis in the M1/M2 segment of the middle cerebral artery. The image processing was conducted using an artificial neural network with a CFPNet-M architecture [3]. The reconstruction of the vascular tree was based on the calculation of the "vesselness" measure [4] with subsequent skeletonization of the identified structures.

RESULTS: In the initial stage, a neural network for the segmentation of the middle cerebral artery basin was trained. The training array was generated using the MNI152 template with affine transformations and subsequent expert evaluation. In this case, the IoU (Intersection over Union) measure was 0.81. The primary objective was the segmentation of the middle cerebral artery vascular tree, which was achieved through the use of the vesselness filter, followed by an evaluation of voxel intensities and the identification of the connected object with the longest length. The next stage involved the construction of the skeleton of the middle cerebral artery. This entailed determining the centerline of the vessel and representing the resulting skeleton as a graph with the vessels as edges and their bifurcation points as vertices. The subsequent stage was the calculation of morphological features (diameter, area, and perimeter) in the cross-sectional plane for each segment (the area between the bifurcation points). Finally, the area of constriction was determined based on the analysis of the behavior of the segment cross-sections and the identification of any deviation from the threshold value. The overall accuracy of the algorithm was 79.39% (95% confidence interval 73.98–84.12), with a sensitivity of 80.85% (95% confidence interval 71.44–88.24) and a specificity of 78.57% (95% confidence interval 71.59–84.52).

CONCLUSIONS: Thus, we developed an algorithm for the detection of stenoses in the M1/M2 segment based on the segmentation of the middle cerebral artery basin, the assessment of vesselness, and the skeletonization of the vascular tree. The application of the developed algorithm in practice, after its validation and clinical approval, will simplify the routine evaluation of computed tomographic angiography images by radiologists and provide an opportunity to obtain an objective assessment of the stenosis area.

Keywords: neural network; computed tomography angiography; middle cerebral artery; stenosis; occlusion; ischemic stroke.

To cite this article:

Solominov MV, Pakhomov DV, Zagriazkina TA. Application of machine learning methods and medical image processing in solving the problem of detecting stenoses of the middle cerebral artery according to computed tomographic angiography data. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):50–52. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626181>

REFERENCES

1. GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Neurology*. 2021;20(10):795–820. doi: 10.1016/S1474-4422(21)00252-0
2. Ng YS, Stein J, Ning M, Black-Schaffer RM. Comparison of clinical characteristics and functional outcomes of ischemic stroke in different vascular territories. *Stroke*. 2007;38(8):2309–2314. doi: 10.1161/STROKEAHA.106.475483
3. Lou A, Guan S, Loew M. CFPNet-M: A light-weight encoder-decoder based network for multimodal biomedical image real-time segmentation. *Comput Biol Med*. 2023;154:106579. doi: 10.1016/j.compbiomed.2023.106579
4. Jerman T, Pernus F, Likar B, Spiclin Z. Enhancement of Vascular Structures in 3D and 2D Angiographic Images. *IEEE Trans Med Imaging*. 2016;35(9):2107–2118. doi: 10.1109/TMI.2016.2550102

ОБ АВТОРАХ

* Соломинов Максим Владимирович;

ORCID: 0009-0007-6590-8748;

e-mail: msolominov@yandex.ru

Пахомов Денис Владимирович;

ORCID: 0009-0009-0122-8887;

e-mail: pakhomovdv0@gmail.com

Загрязкина Татьяна Александровна;

ORCID: 0009-0003-7620-0535;

eLibrary SPIN: 8840-2625;

e-mail: zagrtatyana@gmail.com

AUTHORS' INFO

* Maksim V. Solominov;

ORCID: 0009-0007-6590-8748;

e-mail: msolominov@yandex.ru

Denis V. Pakhomov;

ORCID: 0009-0009-0122-8887;

e-mail: pakhomovdv0@gmail.com

Tatiana A. Zagriazkina;

ORCID: 0009-0003-7620-0535;

eLibrary SPIN: 8840-2625;

e-mail: zagrtatyana@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626183>

Применение разборных хирургических шаблонов при полном протезировании с немедленной нагрузкой

В.Г. Логункова, М.М. Мазлум, А.В. Кузнецов

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Рязань, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Полное протезирование предполагает использование разборных навигационных хирургических шаблонов, которые позволяют исключить осложнения дентальной имплантации на каждом этапе [1–3]. Правильное позиционирование имплантата влияет на успех дальнейшего протезирования, так как планирование хирургического шаблона происходит одновременно с учётом последующей ортопедической конструкции [4–6].

Цель — сравнить методику применения разборных хирургических шаблонов в отличие от простых при полном протезировании.

Материалы и методы. Основная группа — 15 пациентов в возрасте 52–70 лет, 4 женщины и 11 мужчин. У половины пациентов наблюдается выраженная атрофия верхней челюсти, у другой половины — атрофия нижней челюсти. Всем пациентам производилась методика применения разборных хирургических шаблонов при полном протезировании с немедленной нагрузкой. Контрольная группа — 15 пациентов в возрасте 50–67 лет, 6 мужчин и 9 женщин, которым проводили операцию с применением обычного хирургического навигационного шаблона и у которых фиксация ортопедической конструкции производилась классическим методом.

Результаты. В основной группе первые два элемента разборного шаблона фиксируются на зубах. Конструкции шаблонов соединяются между собой пинами, что исключает микроколебания первой части. Затем второй элемент шаблона убирается. После удаления зубов фиксация третьей части хирургического шаблона производится на пины к первой части. После установки дентальных имплантатов временная ортопедическая конструкция также фиксируется по специальному шаблону.

Контрольной группе проводили стандартную методику операции с простым хирургическим шаблоном.

В основной группе отмечается точность позиционирования имплантатов, уменьшение риска развития осложнений, а также сокращение времени операции. Одномоментная фиксация временной ортопедической конструкции не доставляет эстетических и функциональных неудобств пациентам. Контрольная группа имела погрешности в установке имплантатов в 34% случаев. Развивались интраоперационные осложнения, связанные с невралгией.

Заключение. Использование передовых технологий повышает эффективность дентальной имплантации.

Ключевые слова: 3D-печать; немедленная нагрузка; компьютерное планирование; хирургические разборные шаблоны; дентальная имплантация.

Как цитировать:

Логункова В.Г., Мазлум М.М., Кузнецов А.В. Применение разборных хирургических шаблонов при полном протезировании с немедленной нагрузкой // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 53–55. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626183>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисова Э.Г., Толмачев И.А., Ягмуров Х.О. Экспертный анализ дефектов и неблагоприятных исходов при оказании стоматологической имплантологической помощи // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19, № 10. С. 282–284. EDN: ZATPDH
2. Гольдштейн Е.В., Козицына С.И., Грицай И.Г. Осложнения операции дентальной имплантации и их профилактика // Клиническая стоматология. 2015. № 4. С. 105–107.
3. Клинические рекомендации (протоколы лечения) при диагнозе полное отсутствие зубов (полная вторичная адентия, потеря зубов вследствие несчастного случая, удаления или локализованного пародонтита). Утверждены Постановлением № 15 Совета Ассоциации общественных объединений «Стоматологическая Ассоциация России» от 30 сентября 2014 года.
4. Tian Y.A., Chen C., Xu X., et al. Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications // Scanning. 2021. Vol. 2021. doi: 10.1155/2021/9950131
5. Chuguryan M.A., Stepanov I.V. Surgical 3d navigation templates in immediate dental implant: effectiveness of application // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2022. Vol. 74, № 7-3. P. 9–12. doi: 10.24412/2500-1000-2022-7-3-9-12
6. Rothlauf S., Pierali S., Wesemann C., et al. Influence of planning software and surgical template design on the accuracy of static computer assisted implant surgery performed using surgical guides fabricated with material extrusion technology: An in vitro study // J Dent. 2023. Vol. 132. doi: 10.1016/j.jdent.2023.104482

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626183>

Use of collapsible surgical templates in full dentures with immediate loading

Valeria G. Logunkova, Mahmoud M. Mazlum, Alexandr.V. Kuznetsov

Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Complete prosthetics employs the use of collapsible navigable surgical templates, which can effectively mitigate the complications associated with dental implantation at each stage of the process [1–3]. The correct positioning of the implant is of paramount importance, as it directly influences the success of subsequent prosthetics. This is because the planning of the surgical template is conducted simultaneously, taking into account the subsequent prosthetic construction [4–6].

AIM: The study aimed to compare the technique of using collapsible surgical templates versus simple ones in complete dentures.

MATERIALS AND METHODS: The main group consisted of 15 patients, aged 52–70 years, with four women and 11 men. Half of the patients exhibited marked atrophy of the maxilla, while the other half exhibited atrophy of the mandible. All patients underwent the technique of using collapsible surgical templates in full dentures with immediate loading. The control group consisted of 15 patients aged 50–67 years, 6 men and 9 women. They underwent surgery with the use of a conventional surgical navigation template and in whom fixation of the prosthetic structure was performed by the classical method.

RESULTS: In the primary group, the initial two components of the collapsible template are fixed to the teeth. The template structures are connected to each other with pins, which eliminates micro-vibrations of the initial component. The second template element is then removed. Following the removal of the teeth, the third component of the surgical template is fixed to the pins of the initial component. Following the placement of dental implants, the temporary prosthetic construction is also fixed using a special template.

The control group underwent standard surgical technique with a simple surgical template.

In the main group, the accuracy of implant positioning, reduction of the risk of complications, and reduction of the operation time were observed. One-stage fixation of the temporary prosthetic structure did not cause aesthetic and functional inconvenience to the patients. In the control group, errors in implant placement were observed in 34% of cases, and intraoperative complications related to neuralgia developed.

CONCLUSIONS: The use of advanced technology enhances the effectiveness of dental implantation.

Keywords: 3D printing; immediate loading; computer planning; surgical dissectable templates; dental implants.

To cite this article:

Logunkova VG, Mazlum MM, Kuznetsov AV. Use of collapsible surgical templates in full dentures with immediate loading. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):53–55. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626183>

Received: 28.01.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

REFERENCES

1. Borisova EG, Tolmachev IA, Yagmurov HO. Expert analysis of defects and adverse outcomes in the provision of dental implant care. *The journal of scientific articles Health and education millennium*. 2017;19(10):282–284. EDN: ZATPDH
2. Gol'dshtein EV, Kozitsyna SI, Gritsai IG. Complications of dental implant surgery and their prevention. *Clinical Dentistry*. 2015;(4):105–107. (In Russ).
3. Clinical recommendations (treatment protocols) for the diagnosis of complete absence of teeth (complete secondary adentia, loss of teeth due to an accident, extraction or localized periodontitis). Approved by Resolution No. 15 of the Council of the Association of Public Associations "Stomatological Association of Russia" dated September 30, 2014. (In Russ).
4. Tian YA, Chen C, Xu X, et al. Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. *Scanning*. 2021;2021. doi: 10.1155/2021/9950131
5. Chuguryan MA, Stepanov IV. Surgical 3d navigation templates in immediate dental implant: effectiveness of application. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2022;74(7-3):9–12. doi: 10.24412/2500-1000-2022-7-3-9-12
6. Rothlauf S, Pierali S, Wesemann C, et al. Influence of planning software and surgical template design on the accuracy of static computer assisted implant surgery performed using surgical guides fabricated with material extrusion technology: An in vitro study. *J Dent*. 2023;132. doi: 10.1016/j.jdent.2023.104482

ОБ АВТОРАХ

*** Логункова Валерия Геннадьевна;**

ORCID: 0009-0004-0546-8435;

e-mail: Logunkova02@mail.ru

Мазлум Махмуд Мохамедович;

ORCID: 0000-0001-7811-2609;

e-mail: Mahmoud.mazloun5@gmail.com

Кузнецов Александр Вячеславович;

ORCID: 0000-0002-1356-3780;

eLibrary SPIN: 4857-2705;

e-mail: ramak@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Valeria G. Logunkova;**

ORCID: 0009-0004-0546-8435;

e-mail: Logunkova02@mail.ru

Mahmoud M. Mazlum;

ORCID: 0000-0001-7811-2609;

e-mail: Mahmoud.mazloun5@gmail.com

Alexandr.V. Kuznetsov;

ORCID: 0000-0002-1356-3780;

eLibrary SPIN: 4857-2705;

e-mail: ramak@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626185>

Применение модернизированного вейвлет-преобразования для выделения динамики изменения длительности интервалов при электрокардиографической диагностике

Ш. Алали, Д.А. Балакин

Национальный исследовательский университет "МЭИ" Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Заболевания сердечно-сосудистой системы являются основной причиной смерти во всём мире [1]. Многие медицинские диагнозы основаны на оценке характерных точек в электрокардиографическом сигнале. Например, двумя важными временными интервалами являются $P-R$ и $Q-T$, которые оказывают существенное влияние на состояние здоровья пациента [2].

Однако минимальные изменения амплитуд и интервалов между волнами во времени трудно обнаружить простым визуальным осмотром. Задача усложняется тем, что нет чётко установленного правила определения начала и конца $Q-T$ интервала, кроме того, продолжительность интервалов изменяется с каждым сердечным сокращением [3].

Цель — разработка алгоритма, позволяющего выделить динамику изменения длительности интервалов при анализе электрокардиографических сигналов.

Материалы и методы. В качестве рабочего инструмента выступает вейвлет-преобразование. Благодаря своей способности разлагать сигналы на хорошо локализованные базисные функции, вейвлет-преобразование хорошо подходит для того, чтобы отличать электрокардиографические волны от шума [4]. Кроме того, за счёт возможности изменения масштаба можно не только обнаружить различные локальные неоднородности в электрокардиографическом сигнале, но и выявить их длительности.

Одна из основных проблем при использовании вейвлет-преобразования — это выбор материнской функции. В работе предлагается использовать преобразование Эрмита [5], благодаря которому можно сконструировать материнскую функцию произвольной формы, что повышает эффективность обнаружения. Кроме того, преобразование Эрмита можно применить к реальной записи электрокардиографического сигнала, что позволяет сохранить характерные особенности сигнала пациента.

Результаты. Результатом работы алгоритма является набор ритмограмм, каждая из которых прослеживает изменения во времени интервалов электрокардиографического сигнала, например, $P-R$ или $Q-T$. Ритмограмма является стохастической характеристикой, позволяющей оценить дисперсию $Q-T$ интервалов даже в течение непродолжительных временных отрезков и при смене уровня физической активности. Именно поэтому, применяя статистический аппарат, можно количественно оценить эффективность диагностики предлагаемого алгоритма обработки.

Заключение. В докладе представлены основные выводы работы алгоритма и результаты обработки модельных электрокардиографических сигналов.

Ключевые слова: вейвлет-преобразование; преобразование Эрмита; ритмограмма; электрокардиографическая диагностика.

Как цитировать:

Алали Ш., Балакин Д.А. Применение модернизированного вейвлет-преобразования для выделения динамики изменения длительности интервалов при электрокардиографической диагностике // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 56–58. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626185>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dattani S., Samborska V., Ritchie H., Roser M. Cardiovascular Diseases [Internet]. Our World In Data (UK); 2023. Доступ по ссылке: <https://ourworldindata.org/cardiovascular-diseases>
2. Клинические рекомендации — Брадиаритмии. Утверждены ФГБУ «НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева». 2017.
3. Колоцей Л.В., Снежицкий В.А. Методологические подходы к измерению и оценке длительности интервала QT стандартной электрокардиограммы // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2019. Т. 17, № 1. С. 99–105. EDN: YZJVZB doi: 10.25298/2221-8785-2019-17-1-99-105
4. Alfaouri M., Daqrouq K. ECG Signal Denoising By Wavelet Transform Thresholding // American Journal of Applied Sciences. 2008. Vol. 5, N 3. P. 276–281. doi: doi.org/10.3844/ajassp.2008.276.281
5. Balakin D.A. Analysis of electrocardiographic signals using a new method based on the principles of wavelet processing and Gauss-Hermit functions // Conference: 2022 6th International Scientific Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT); 2022; Astrakhan. doi: 10.1109/ICCT56057.2022.9976684

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626185>

Application of the modernized wavelet transform to highlight the dynamics of changes in the duration of intervals during electrocardiogram diagnostics

Charif Alali, Dmitry A. Balakin

National Research University "Moscow Power Engineering Institute" Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Cardiovascular diseases represent the leading cause of mortality worldwide [1]. A significant proportion of medical diagnoses are based on the evaluation of characteristic points in the electrocardiographic signal. For example, two important time intervals are $P-R$ and $Q-T$, which have a significant impact on the patient's health status [2].

However, the detection of minimal changes in amplitudes and intervals between waves over time is challenging through visual inspection alone. The difficulty is compounded by the lack of a clear-cut rule for determining the beginning and end of the $Q-T$ interval, and the fact that the duration of the intervals varies with each heartbeat [3].

AIM: The study aimed to develop an algorithm to highlight the dynamics of interval duration changes when analyzing electrocardiographic signals.

MATERIALS AND METHODS: The wavelet transform serves as a valuable analytical tool. Its ability to decompose signals into well-localized basis functions makes it well suited to distinguish electrocardiographic waves from noise [4]. Furthermore, its ability to change the scale allows for the detection of various local inhomogeneities in the electrocardiographic signal, as well as their durations.

One of the main problems in using wavelet transform is the choice of the mother function. In this paper, we propose to use Hermite transform [5], due to which a mother function of arbitrary shape can be designed, which improves the detection efficiency. Moreover, the Hermite transform can be applied to the authentic electrocardiographic signal recording, ensuring the retention of the distinctive attributes of the patient's signal.

RESULTS: The result of the algorithm is a set of rhythmograms, each of which traces the changes over time of intervals of the electrocardiographic signal, for example, $P-R$ or $Q-T$. The rhythmogram is a stochastic characteristic that allows estimation of the dispersion of $Q-T$ intervals even during short time intervals and when changing the level of physical activity. This is why, by applying the statistical apparatus, it is possible to quantify the diagnostic efficiency of the proposed processing algorithm.

CONCLUSIONS: The paper presents the main conclusions of the algorithm and the results of processing model electrocardiographic signals.

Keywords: wavelet transform; Hermite transform; rhythmogram; electrocardiogram.

To cite this article:

Alali C, Balakin DA. Application of the modernized wavelet transform to highlight the dynamics of changes in the duration of intervals during electrocardiogram diagnostics. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):56–58. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626185>

REFERENCES

1. Dattani S, Samborska V, Ritchie H, Roser M. Cardiovascular Diseases [Internet]. Our World In Data (UK); 2023. Available from: <https://ourworldindata.org/cardiovascular-diseases>
2. *Bradyarrhythmias. Clinical Guidelines*. Approved by A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Ministry of Health. 2017. (In Russ).
3. Kalatsei LV, Snezhitskiy VA. Methodological approaches to measuring and estimating the duration of *QT* interval of a standard electrocardiogram. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2019;17(1):99–105. EDN: YZJVZB doi: 10.25298/2221-8785-2019-17-1-99-105
4. Alfaouri M, Daqrouq K. ECG Signal Denoising By Wavelet Transform Thresholding. *American Journal of Applied Sciences*. 2008;5(3):276–281. doi: doi.org/10.3844/ajassp.2008.276.281
5. Balakin DA. Analysis of electrocardiographic signals using a new method based on the principles of wavelet processing and Gauss-Hermit functions. Conference: 2022 6th International Scientific Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT); 2022; Astrakhan. doi: 10.1109/ICCT56057.2022.9976684

ОБ АВТОРАХ

* **Алали Шариф;**

ORCID: 0000-0001-8894-4257;

e-mail: alali.charif.1@mail.ru

Балакин Дмитрий Александрович;

ORCID: 0000-0003-0497-7153;

eLibrary SPIN: 1722-7110;

e-mail: dabalakin@yandex.ru

AUTHORS' INFO

* **Charif Alali;**

ORCID: 0000-0001-8894-4257;

e-mail: alali.charif.1@mail.ru

Dmitry A. Balakin;

ORCID: 0000-0003-0497-7153;

eLibrary SPIN: 1722-7110;

e-mail: dabalakin@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626191>

Система учёта и контроля дозовых нагрузок на слёзный аппарат при проведении радиойодтерапии рака щитовидной железы

Д.В. Юдаков¹, А.А. Трухин¹, М.С. Шеремета¹, А.С. Макеев², В.Д. Ярцев³¹ Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва, Россия;² ОАО «Институт точной механики и вычислительной техники имени С.А. Лебедева», Москва, Россия;³ Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Слёзные железы и слёзоотводящие пути — одни из основных нежелательных мишеней при проведении радионуклидной терапии с использованием I-131, а именно в 24% случаев имеет место возникновение вторичной облитерации слёзоотводящих путей [1]. В законодательстве Российской Федерации в области использования атомной энергии существует ряд распорядительных документов, обязывающих вести учёт и контроль индивидуальных доз облучения с предоставлением данных в Единую систему контроля индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД). В то же время статистический анализ не включает системный учёт и контроль индивидуальных доз внутреннего облучения пациентов, в частности на слёзный аппарат, при использовании методов ядерной медицины в терапевтических целях.

Цель — разработка программно-аппаратного профилактического комплекса — системы учёта и контроля дозовых нагрузок на слёзоотводящие пути при проведении радиойодтерапии.

Материалы и методы. В качестве материалов и методов выступают системы визуализации GE Discovery NM/CT 670, GE Discovery NM 630, рабочая станция ядерной медицины Xeleris 4 DR Workstation и радиофармацевтический лекарственный препарат на основе I-131. Для исключения попадания радиофармпрепарата в слёзоотводящие пути рассматривается применение сосудосуживающих лекарственных препаратов и обтураторов слёзных точек. Клиентская часть веб-сервиса реализована на основе JavaScript-библиотеки React. Разработка Backend-составляющей осуществлена на языке программирования Python.

Результаты. Для оценки риска возникновения осложнений был разработан способ, учитывающий параметры: возраст, пол, суммарная введённая активность пациенту, наличие текущего слезотечения на момент госпитализации, наличие менопаузы (для женщин) и индекса накопления I-131 в слёзоотводящих путях. Начальные данные (анамнез и назначенное лечение) заносятся лечащим врачом пациента в опросный лист при первичном осмотре. На 72-й час после введения радиофармпрепарата с помощью системы молекулярной визуализации медицинский физик определяет индекс накопления радиофармпрепарата в слёзоотводящих путях. На основании полученных данных определяется общий уровень риска возникновения вторичной облитерации слёзоотводящих путей, и (в зависимости от полученного результата) делаются соответствующие рекомендации пациенту. Поскольку описанный процесс является достаточно трудоёмким в клинических условиях, была разработана интеллектуальная система поддержки принятия врачебных решений, позволяющая автоматизировать процесс и минимизировать вероятность возникновения ошибок.

Заключение. Разработка программно-аппаратного профилактического комплекса позволит с большей эффективностью назначать профилактические методы на всех этапах прохождения курса лечения с целью минимизации возникновения неблагоприятных событий — вторичной облитерации слёзоотводящих путей, что в свою очередь повысит качество жизни пациентов.

Ключевые слова: онкоэндокринология; ядерная медицина; медицинская физика; офтальмология; слёзный аппарат; радиоактивный йод; вторичная облитерация слёзоотводящих путей; веб-разработка.

Как цитировать:

Юдаков Д.В., Трухин А.А., Шеремета М.С., Макеев А.С., Ярцев В.Д. Система учёта и контроля дозовых нагрузок на слёзный аппарат при проведении радиойодтерапии рака щитовидной железы // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 59–61. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626191>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yartsev V.D., Solodkiy V.A., Fomin D.K., Borisenko T.E., Atkova E.L. Clinical and Demographic Characteristics of Tearing in Patients after Radioiodine Ablation for Differentiated Thyroid Cancer // Curr Eye Res. 2021. Vol. 46, N 9. P. 1320–1324. doi: 10.1080/02713683.2021.1878229

Рукопись получена: 29.01.2024

Рукопись одобрена: 01.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626191>

The system of accounting and control of dose loads on the lacrimal apparatus during radiotherapy of thyroid cancer

Danila V. Yudakov¹, Alexey A. Trukhin¹, Marina S. Sheremeta¹, Anatoliy S. Makeev², Vasiliy D. Yartsev³

¹ Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia;

² Joint Stock Company "Lebedev Institute of Precision Mechanics and Computer Engineering with Russian Academy of Science", Moscow, Russia;

³ M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Lacrimal glands and lacrimal pathways are one of the main undesirable targets during radionuclide therapy using I-131, namely, in 24% of cases, secondary lacrimal pathways obliteration occurs [1]. In the legislation of the Russian Federation in the field of atomic energy use, there are a number of administrative documents obliging to keep records and control of individual radiation doses with the provision of data to the unified system for monitoring individual radiation doses of citizens. At the same time, statistical analysis does not include systematic accounting and control of individual doses of internal radiation to patients, in particular, to the lacrimal apparatus, when using nuclear medicine methods for therapeutic purposes.

AIM: To develop a software and hardware preventive complex — a system for accounting and monitoring dose loads on lacrimal pathways during radioiodotherapy.

MATERIALS AND METHODS: GE Discovery NM/CT 670 imaging systems, GE Discovery NM 630, the Xeleris 4 DR Workstation nuclear Medicine Workstation and the I-131-based radioisotope were used. To exclude the ingress of radioisotope into lacrimal pathways, the use of vasoconstrictive drugs and the use of tear point obturators were considered. The client part of the web service was implemented based on the React JavaScript library. The development of the Backend component was carried out in the Python programming language.

RESULTS: To assess the risk of complications, a method was developed that takes into account the following parameters: age, gender, total administered activity to the patient, the presence of current lacrimation at the time of hospitalization, the presence of menopause (for women) and the accumulation index I-131 in lacrimal pathways. The primary data (anamnesis and prescribed treatment) are entered by the patient's attending physician in the questionnaire during the initial examination. At 72 hours after the introduction of radioisotope, using a molecular imaging system, a medical physicist determines the index of accumulation of radioisotope in lacrimal pathways. Based on the data obtained, the overall risk level of secondary obliteration of the lacrimal tract is determined and, depending on the result obtained, appropriate recommendations are made to the patient. Since the described process is quite time-consuming in a clinical setting, an intelligent medical decision support system has been developed that allows automating the process and minimizing the likelihood of errors.

CONCLUSION: The development of a software and hardware preventive complex will make it possible to prescribe preventive methods with greater efficiency at all stages of the course of treatment in order to minimize the occurrence of adverse events (such as secondary obliteration of the tear ducts), which in turn will improve the quality of life of patients.

Keywords: oncoendocrinology; nuclear medicine; medical physics; ophthalmology; lacrimal apparatus; radioactive iodine; secondary obliteration of the lacrimal tract; web development.

To cite this article:

Yudakov DV, Trukhin AA, Sheremeta MS, Makeev AS, Yartsev VD. The system of accounting and control of dose loads on the lacrimal apparatus during radiotherapy of thyroid cancer. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):59–61. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626191>

REFERENCES

1. Yartsev VD, Solodkiy VA, Fomin DK, Borisenko TE, Atkova EL. Clinical and Demographic Characteristics of Tearing in Patients after Radioiodine Ablation for Differentiated Thyroid Cancer. *Curr Eye Res*. 2021;46(9):1320–1324. doi: 10.1080/02713683.2021.1878229

Received: 29.01.2024

Accepted: 01.03.2024

Published online: 30.06.2024

ОБ АВТОРАХ

*** Юдаков Данила Витальевич;**

ORCID: 0000-0001-9708-0470;

eLibrary SPIN: 9299-6542;

e-mail: Ydakov.Danila@endocrincentr.ru

Трухин Алексей Андреевич;

ORCID: 0000-0001-5592-4727;

eLibrary SPIN: 4398-9536;

e-mail: alexey.trukhin12@gmail.com

Шеремета Марина Сергеевна;

ORCID: 0000-0003-3785-0335;

eLibrary SPIN: 7845-2194;

e-mail: marina888@yandex.ru

Макеев Анатолий Сергеевич;

ORCID: 0009-0004-0259-3070;

e-mail: makeevas@webscar.ru

Ярцев Василий Дмитриевич;

ORCID: 0000-0003-2990-8111;

eLibrary SPIN: 4151-4946;

e-mail: v.yartsev@niigb.ru

AUTHORS' INFO

*** Danila V. Yudakov;**

ORCID: 0000-0001-9708-0470;

eLibrary SPIN: 9299-6542;

e-mail: Ydakov.Danila@endocrincentr.ru

Alexey A. Trukhin;

ORCID: 0000-0001-5592-4727;

eLibrary SPIN: 4398-9536;

e-mail: alexey.trukhin12@gmail.com

Marina S. Sheremeta;

ORCID: 0000-0003-3785-0335;

eLibrary SPIN: 7845-2194;

e-mail: marina888@yandex.ru

Anatoliy S. Makeev;

ORCID: 0009-0004-0259-3070;

e-mail: makeevas@webscar.ru

Vasiliy D. Yartsev;

ORCID: 0000-0003-2990-8111;

eLibrary SPIN: 4151-4946;

e-mail: v.yartsev@niigb.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626496>

Эмиссионные текстурные признаки I-131 ткани дифференцированного рака щитовидной железы

М.С. Мальцев¹, А.А. Трухин^{1,2}, А.В. Манаев^{1,2}, М.В. Рейнберг²¹ Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия;² Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Менеджмент дифференцированного рака щитовидной железы включает проведение однофотонной эмиссионной томографии, совмещённой с рентгеновской компьютерной томографией, после проведения радиойодтерапии. Несмотря на хороший ответ на хирургическое лечение и радиойодтерапию, в некоторых случаях выявляют рецидив заболевания, что в 8% наблюдений приводит к неблагоприятному прогнозу [1]. Предварительный анализ распределения I-131 в остаточных тканях щитовидной железы и очагах метастазирования позволяет оценить вероятность рецидива дифференцированного рака. На сегодняшний день не описан одновременно эффективный и простой в исполнении способ прогноза рецидива дифференцированного рака щитовидной железы.

Цель — разработка методики выделения и вычисления текстурных признаков области накопления I-131 с использованием системы однофотонной эмиссионной томографии, соответствующей ткани дифференцированного рака щитовидной железы.

Материалы и методы. Проведён ретроспективный анализ однофотонной эмиссионной томографии, совмещённой с рентгеновской компьютерной томографией, области шеи и грудной клетки 23 пациентам. В программном обеспечении Xeleris 4DR размечены области интереса — очаги накопления I-131 в ложе первичной опухоли, регионарные и отдалённые метастазы.

Полученная маска с исходным изображением обрабатывались в программе, написанной с помощью пакета Matlab, которая локализует очаги. Вычислены текстурные признаки очагов на основе полученной матрицы пространственной смежности. Она показывает, как часто пиксели с определёнными значениями яркости в серой шкале встречаются на изображении, поэтому признаки на основе матрицы пространственной смежности отражают частотное распределение различных соседств пикселей в данном контексте.

Результаты. Разработан алгоритм построения трёхмерных матриц источника излучения в окружении ткани дифференцированного рака щитовидной железы. Исследованы текстурные признаки трёхмерных матриц. Показано наличие тенденций к различию текстурных признаков, соответствующих упорядоченности значений пикселей и контрасту изображения. Значения полученных признаков подчиняются логнормальному распределению.

Заключение. Алгоритм экстракции текстурных признаков очагов накопления I-131 позволяет проводить анализ посттерапевтических снимков однофотонной эмиссионной томографии, совмещённой с рентгеновской компьютерной томографией, на предмет вероятности рецидива дифференцированного рака щитовидной железы.

Ключевые слова: эмиссионные текстурные признаки; I-131; рака щитовидной железы.

Как цитировать:

Мальцев М.С., Трухин А.А., Манаев А.В., Рейнберг М.В. Эмиссионные текстурные признаки I-131 ткани дифференцированного рака щитовидной железы // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 62–64. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626496>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рейнберг М.В., Слащук К.Ю., Трухин А.А., Аврамова К.И., Шеремета М.С. Современный взгляд на основные аспекты подготовки пациентов с дифференцированным раком щитовидной железы к радиойодтерапии: научный обзор // Digital Diagnostics. 2023. Т. 4, № 4. С. 543–568. doi: 10.17816/DD532728

Received: 05.02.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626496>

Emission textural features I-131 of differentiated thyroid cancer tissue

Mikhail S. Maltsev¹, Alexey A. Trukhin^{1,2}, Almaz. V. Manaev^{1,2}, Maria.V. Reinberg²¹ National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russia;² Endocrinology research centre, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The management of differentiated thyroid cancer includes single-photon emission tomography combined with X-ray computed tomography after radioiodine therapy. Despite a good response to surgery and radioiodine therapy, recurrence is noted in some cases, leading to an unfavorable prognosis in 8% of cases [1]. A preliminary analysis of the distribution of I-131 in residual thyroid tissues and foci of metastasis allows for the estimation of the probability of differentiated cancer recurrence. Currently, there is no method that is simultaneously effective and easy to perform for predicting the recurrence of differentiated thyroid cancer.

AIM: The aim of the study was to develop a technique for extracting and computing textural features of the I-131 accumulation region using a single-photon emission tomography system corresponding to differentiated thyroid cancer tissue.

MATERIALS AND METHODS: A retrospective analysis of single-photon emission tomography combined with X-ray computed tomography of the neck and thorax of 23 patients was conducted. Regions of interest, including foci of I-131 accumulation in the primary tumor bed, regional and distant metastases, were delineated in Xeleris 4DR software. The obtained mask with the original image was processed in a program written with the help of the Matlab package, which localizes the foci. The textural features of foci are calculated based on the obtained spatial adjacency matrix. This matrix shows how often pixels with certain gray scale brightness values occur in an image. Therefore, the features based on the spatial adjacency matrix reflect the frequency distribution of different pixel neighborhoods in a given context.

RESULTS: An algorithm for constructing three-dimensional matrices of a radiation source surrounded by tissue of differentiated thyroid cancer was developed. The textural features of three-dimensional matrices were investigated. It was demonstrated that there are tendencies for differences in texture features corresponding to the ordering of pixel values and image contrast. The values of the obtained features obey the lognormal distribution.

CONCLUSIONS: An algorithm for extracting textural features of I-131 accumulation foci allows post-therapy single-photon emission tomography images combined with X-ray computed tomography to be analyzed for the likelihood of recurrence of differentiated thyroid cancer.

Keywords: emission textural features; thyroid cancer; I-131.

To cite this article:

Maltsev MS, Trukhin AA, Manaev AV, Reinberg MV. Emission textural features of differentiated thyroid cancer tissue on I-131 post therapeutic scintigraphy. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):62–64. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626496>

REFERENCES

1. Reinberg MV, Slashchuk KY, Trukhin AA, Avramova KI, Sheremeta MS. Preparation for radioiodine therapy in patients with differentiated thyroid cancer: a modern perspective (a review). *Digital Diagnostics*. 2023;4(4):543–568. doi: 10.17816/DD532728

ОБ АВТОРАХ

*** Мальцев Михаил Сергеевич;**

ORCID 0009-0009-2420-4650;

e-mail: misha.malcev.01@bk.ru

Трухин Алексей Андреевич;

ORCID: 0000-0001-5592-4727;

eLibrary SPIN: 4398-9536;

e-mail: Alexey.trukhin12@gmail.com

Манаев Алмаз Вадимович;

ORCID: 0009-0003-8035-676X;

eLibrary SPIN: 2902-9767;

e-mail: a.manaew2016@yandex.ru

Рейнберг Мария Валентиновна;

ORCID: 0009-0002-1632-2197;

e-mail: mreinberg911@gmail.com

AUTHORS' INFO

*** Mikhail M. Maltsev;**

ORCID 0009-0009-2420-4650;

e-mail: misha.malcev.01@bk.ru

Alexey A. Trukhin;

ORCID: 0000-0001-5592-4727;

eLibrary SPIN: 4398-9536;

e-mail: Alexey.trukhin12@gmail.com

Almaz V. Manaev;

ORCID: 0009-0003-8035-676X;

eLibrary SPIN: 2902-9767;

e-mail: a.manaew2016@yandex.ru

Maria V. Reinberg;

ORCID: 0009-0002-1632-2197;

e-mail: mreinberg911@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626159>

Диагностика диабетической полинейропатии при сахарном диабете 2-го типа: фокус на изменениях в периферических нервах по данным ультразвукового метода исследования

З.В. Карасева¹, А.С. Аметов¹, В.Г. Салтыкова¹, Е.Ю. Пашкова², Л.В. Кузнецова², К.Г. Юдина²¹ Российская медицинская академия непрерывного медицинского образования, Москва, Россия;² Городская клиническая больница имени С.П. Боткина, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Диабетическая полинейропатия остаётся актуальной проблемой в контексте сахарного диабета, затрагивая более четверти пациентов с сахарным диабетом 2-го типа [1, 2].

Сегодня метод исследования периферических нервов с использованием ультразвука приобретает мировую популярность, в то время как в Российской Федерации он остаётся широко применяемым лишь в отдельных лечебных учреждениях.

Для диагностики этого осложнения ультразвуковой метод использует показатель «площадь поперечного сечения нерва», обладающий высокой чувствительностью (93%) по сравнению с данными магнитно-резонансной томографии (67%). Зарубежные и отечественные исследования [3, 4] подтверждают увеличение площади поперечного сечения нерва у пациентов с сахарным диабетом.

Цель — определить диагностическую ценность ультразвукового метода исследования периферических нервов в выявлении диабетической полинейропатии у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа.

Материалы и методы. Использовался аппарат ультразвуковой диагностики Philips Epiq 7 (США) линейным датчиком, с частотой 4–18 МГц. Группа сравнения составила 30 добровольцев, основная группа — 25 пациентов с сахарным диабетом 2-го типа с подтверждённой диабетической полинейропатией по данным электронейромиографии и физических методов исследования.

Была рассчитана медиана площади поперечного сечения седалищного и общего малоберцового нервов у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа и здоровых добровольцев, и рассчитан критерий расхождения значений площади с помощью критерия Манна–Уитни.

Результаты. Пороговые значения площади поперечного сечения были определены на основе 95-го перцентиля когорты здоровых добровольцев.

У пациентов с сахарным диабетом 2-го типа были обнаружены следующие значения медианы площади поперечного сечения нервов: седалищного нерва — 0,579 см² (у ягодичной складки) и 0,553 см² (2 см проксимальнее бифуркации); общего малоберцового нерва — 0,11 см² (1 см дистальнее бифуркации седалищного нерва) и 0,08 см² (на уровне головки малоберцовой кости). У здоровых добровольцев эти значения были: для седалищного нерва — 0,46 см² (у ягодичной складки) и 0,37 см² (2 см проксимальнее бифуркации); общего малоберцового нерва — 0,08 см² (1 см дистальнее бифуркации седалищного нерва) и 0,06 см² (на уровне головки малоберцовой кости).

Найдено значительное расхождение показателей между контрольной и целевой группами с помощью критерия Манна–Уитни ($p < 0,01$).

Заключение. У пациентов с сахарным диабетом 2-го типа и диабетической полинейропатией выявлено значимое увеличение площади поперечного сечения нервов нижних конечностей (седалищного и малоберцового), что позволяет использовать ультразвуковой метод исследования как дополнение к общепринятым способам инструментальной диагностики диабетической полинейропатии. Однако ввиду малой выборки тема требует дальнейшего изучения, с дополнительным набором материала для более глубокого анализа данного вопроса.

Ключевые слова: сахарный диабет; диабетическая полинейропатия; ультразвук; площадь поперечного сечения.

Как цитировать:

Карасева З.В., Аметов А.С., Салтыкова В.Г., Пашкова Е.Ю., Кузнецова Л.В., Юдина К.Г. Диагностика диабетической полинейропатии при сахарном диабете 2-го типа: фокус на изменениях в периферических нервах по данным ультразвукового метода исследования // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 65–67. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626159>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., Железнякова А.В., Исаков М.А. Эпидемиологические характеристики сахарного диабета в Российской Федерации: клинико-статистический анализ федерального регистра сахарного диабета на 01.01.2021 // Сахарный диабет. 2021. Т. 24, № 3. С. 204–221. EDN: MEZKMG doi: 10.14341/DM12759
2. Дедов И.И., Шестакова М.В., Майоров А.Ю., и др. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом // Под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. 11-й выпуск. // Сахарный диабет. 2023. Т. 26, № S2. С. 1–157. EDN: DCKLCI doi: 10.14341/DM13042
3. Tandon A., Khullar T., Maheshwari S., et al. High resolution ultrasound in subclinical diabetic neuropathy: A potential screening tool // Ultrasound. 2020. Vol. 29, N 3. P. 150–161. doi: 10.1177/1742271x20958034
4. Данилова М.Г. Ультразвуковое исследование периферических нервов у детей в норме и при сахарном диабете 1 типа : дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2022. EDN: XRZBEW

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626159>

Diagnosis of diabetic polyneuropathy in type 2 diabetes mellitus: focus on changes in peripheral nerves according to ultrasonic research method

Zoya V. Karaseva¹, Alexander S. Ametov¹, Victoria G. Saltykova¹, Evgeniya Yu. Pashkova², Larisa V. Kuznetsova², Ksenia.G. Yudina²

¹ Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia;

² City Clinical Hospital named after S.P. Botkin, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Diabetic polyneuropathy remains a significant and urgent problem in the context of diabetes mellitus, affecting more than a quarter of patients with type 2 diabetes mellitus.

Currently, the method of peripheral nerve examination using ultrasound is gaining worldwide popularity. In the Russian Federation, however, it remains widely used only in some medical institutions.

The ultrasound method employs the indicator “nerve cross-sectional area” to diagnose this complication, exhibiting a high degree of sensitivity (93%) in comparison to magnetic resonance imaging data (67%). Foreign and Russian studies [3, 4] confirm the observed increase in the cross-sectional area of the nerve in patients with diabetes mellitus.

AIM: The study aimed to assess the diagnostic value of the ultrasound method of peripheral nerve examination in the detection of diabetic polyneuropathy in patients with type 2 diabetes mellitus.

MATERIALS AND METHODS: The Philips Epiq 7 ultrasonic diagnostic device (USA) with a linear transducer, operating at a frequency of 4–18 MHz, was used. The comparison group consisted of 30 volunteers. The main group comprised 25 patients with type 2 diabetes mellitus and confirmed diabetic polyneuropathy, as determined by electroneuromyography and physical examination methods.

The median cross-sectional area of the sciatic and common peroneal nerves in patients with type 2 diabetes mellitus and healthy volunteers was calculated. The criterion for a difference in area values was calculated using the Mann-Whitney test.

RESULTS: The cross-sectional area thresholds were determined based on the 95th percentile of a cohort of healthy volunteers. In patients with type 2 diabetes mellitus, the following median nerve cross-sectional area values were found: for the sciatic nerve, 0.579 cm² (at the gluteal crease) and 0.553 cm² (2 cm proximal to the bifurcation); for the common peroneal nerve, 0.11 cm² (1 cm distal to the bifurcation of the sciatic nerve) and 0.08 cm² (at the level of the head of the fibula). In healthy volunteers, the values were as follows: for the sciatic nerve, 0.46 cm² (at the gluteal crease) and 0.37 cm² (2 cm proximal to the bifurcation); for the common peroneal nerve, 0.08 cm² (1 cm distal to the bifurcation of the sciatic nerve) and 0.06 cm² (at the level of the head of the fibula).

A significant difference was found between the control and target groups using the Mann-Whitney test ($p < 0.01$).

CONCLUSIONS: In patients with type 2 diabetes mellitus and diabetic polyneuropathy, a significant increase in the cross-sectional area of the nerves of the lower extremities (sciatic and peroneal nerves) was revealed, which allows for the use of ultrasound as an additional method for the instrumental diagnosis of diabetic polyneuropathy. However, due to the small sample size, further study is required to confirm these findings.

Received: 28.01.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

Keywords: diabetes mellitus; diabetic polyneuropathy; ultrasound; cross-sectional area.

To cite this article:

Karaseva ZV, Ametov AS, Saltykova VG, Pashkova EYu, Tarasova TV, Kuznetsova LV, Yudina KG. Diagnosis of diabetic polyneuropathy in type 2 diabetes mellitus: focus on changes in peripheral nerves according to ultrasonic research method. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):65–67. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626159>

REFERENCES

1. Dedov II, Shestakova MV, Vikulova OK, Zheleznyakova AV, Isakov MA. Epidemiological characteristics of diabetes mellitus in the Russian Federation: clinical and statistical analysis according to the Federal diabetes register data of 01.01.2021. *Diabetes mellitus*. 2021;24(3):204–221. EDN: MEZKMG doi: 10.14341/DM12759
2. Dedov I, Shestakova M, Mayorov A, et al. Standards of Specialized Diabetes Care / Edited by Dedov I.I., Shestakova M.V., Mayorov A.Yu. 11th Edition. *Diabetes mellitus*. 2023;26(S2):1–157. EDN: DCKLCI doi: 10.14341/DM13042
3. Tandon A, Khullar T, Maheshwari S, et al. High resolution ultrasound in subclinical diabetic neuropathy: A potential screening tool. *Ultrasound*. 2020;29(3):150–161. doi: 10.1177/1742271x20958034
4. Danilova MG. Ultrasound study of peripheral nerves in children in normal and in type 1 diabetes mellitus [dissertation]. Moscow; 2022. (In Russ). EDN: XRZBEW

ОБ АВТОРАХ

*** Карасева Зоя Владимировна;**

ORCID: 0000-0002-7224-3277;

e-mail: karasyova09@gmail.com

Аметов Александр Сергеевич;

ORCID: 0000-0002-7936-7619;

eLibrary SPIN: 9511-1413;

e-mail: alexanderametov@gmail.com

Салтыкова Виктория Геннадьевна;

ORCID: 0000-0003-3879-6457;

eLibrary SPIN: 4634-0676;

e-mail: saltykovav@gmail.com

Пашкова Евгения Юрьевна;

ORCID: 0000-0003-1949-914X;

eLibrary SPIN: 4948-8315;

e-mail: parlodel@mail.ru

Кузнецова Лариса Васильевна;

e-mail: ofd.botkina@mail.ru

Юдина Ксения Геннадьевна;

ORCID: 0009-0001-9083-1427;

e-mail: aksinia.90@inbox.ru

AUTHORS' INFO

*** Zoya V. Karaseva;**

ORCID: 0000-0002-7224-3277;

e-mail: karasyova09@gmail.com

Alexander S. Ametov;

ORCID: 0000-0002-7936-7619;

eLibrary SPIN: 9511-1413;

e-mail: alexanderametov@gmail.com

Victoria G. Saltykova;

ORCID: 0000-0003-3879-6457;

eLibrary SPIN: 4634-0676;

e-mail: saltykovav@gmail.com

Evgeniya Yu. Pashkova;

ORCID: 0000-0003-1949-914X;

eLibrary SPIN: 4948-8315;

e-mail: parlodel@mail.ru

Larisa.V. Kuznetsova;

e-mail: ofd.botkina@mail.ru

Ksenia.G. Yudina;

ORCID: 0009-0001-9083-1427;

e-mail: aksinia.90@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626160>

Магнитно-резонансная томография в оценке состояния гипофиза у детей с задержкой роста

Е.А. Финота

Ставропольский государственный медицинский университет, Ставрополь, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Гипофиз является железой внутренней секреции, которая занимает определяющую роль в регуляции обмена веществ, физического и полового развития. Современные методы медицинской визуализации позволяют учитывать изменения гипоталамо-гипофизарной области у детей с низким физическим развитием [1–3].

Цель — изучить состояние гипоталамо-гипофизарной области у детей с разными формами нанизма методом магнитно-резонансной томографии.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 102 мальчика и 96 девочек с жалобами на задержку роста. Изучены магнитно-резонансные томограммы головного мозга с прицельным исследованием области гипофиза детей и подростков в возрасте 8–15 лет. На высокопольном магнитно-резонансном томографе проводилось сканирование головного мозга в аксиальной, коронарной и сагиттальной плоскостях, с применением стандартных режимов и прицельным исследованием области гипофиза с импульсными последовательностями, взвешенными по T1 и T2, толщиной срезов 2,0 мм. При наличии включений в гипофизе и необходимости дифференциальной диагностики между аденомой и кистой кармана Ратке выполнялось внутривенное контрастное усиление. Оценка физического развития детей выполнена с помощью компьютерной программы AntroPlus. Достоверность различий между группами определяли по величине доверительного интервала, различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Анализ полученных данных свидетельствует о том, что 92,0% детей и подростков с идиопатической низкорослостью имеют показатель коэффициента стандартного отклонения роста от $-2,0$ до $-3,0$. У этих детей в 36,4% случаев выявлены признаки гипоплазии гипофиза, в 16,5% — остаточные структуры кармана Ратке, в 4,2% определены неактивные аденомы гипофиза. У остальных детей отмечалось нормальное строение области гипофиза. В группе пациентов с дефицитом гормона роста чаще встречаются дети с коэффициентом стандартного отклонения роста от $-3,0$ до $-4,0$ (такой показатель имеют 52,6% обследованных), а отставание в росте более -4σ имеют 31,4% мальчиков и девочек. У этих детей на магнитно-резонансных томограммах, наряду с образованиями гипоталамо-гипофизарной области и гипоплазией аденогипофиза, в 26,7% случаев (из них мальчиков 83,4%, девочек 16,6%) выявлена аномалия развития гипофиза в виде триады: гипоплазия аденогипофиза, укороченная гипофизарная ножка и эктопия нейрогипофиза. В группе пациентов с задержкой роста, обусловленной наличием наследственных синдромов, 32,7% обследованных имели коэффициент стандартного отклонения роста в пределах от $-2,0$ до $-3,0$, а 33,4% — в диапазоне от $-3,0$ до $-4,0$. У детей с более выраженной задержкой роста чаще визуализируются магнитно-резонансные признаки «пустого» турецкого седла (22,6%) и гипоплазии гипофиза (34,8%).

Заключение. Магнитно-резонансная томография является преимущественно основным способом оценки состояния гипофиза [4]. Можно отметить, что дети пубертатного возраста с идиопатической низкорослостью имеют коэффициент стандартного отклонения роста от $-3,0$ до $-4,0$ в 5,4 раза реже, чем мальчики и девочки из других групп. В группе детей с дефицитом гормона роста коэффициент стандартного отклонения от $-3,0$ до $-4,0$ встречается в 1,6 раза чаще, чем у детей с наличием наследственных синдромов. У третьей части детей с гипофизарной низкорослостью, имеющих дефицит роста более -4σ , визуализирована аномалия развития гипофиза в виде триады (гипоплазии аденогипофиза, укорочения гипофизарной воронки и эктопии нейрогипофиза), тогда как в других группах такой аномалии не выявлено, а коэффициент стандартного отклонения роста более -4 встречался в единичных случаях.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; физическое развитие; гипофиз; задержка роста.

Как цитировать:

Финота Е.А. Магнитно-резонансная томография в оценке состояния гипофиза у детей с задержкой роста // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 68–70.
DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626160>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронцова М.В. Гипопитуитаризм у детей и подростков // Медицинский совет. 2019. № 2. С. 250–258. EDN: YWWQZV doi: 10.21518/2079-701X-2019-2-250-258
2. Grossman A.B., Исмаилов С.И., Кулмирзаева М.Г., Урманова Ю.М., Гилязитдинов К.Н. Конституциональная задержка роста и пубертата у мальчиков: обзор литературы // Международный эндокринологический журнал. 2019. Т. 15, № 5. С. 402–409. EDN: IYKZSJ DOI: 10.22141/2224-0721.15.5.2019.180045
3. Коняшин Д.А., Мокашева Е.Н., Мокашева Е.Н. Избранные вопросы патологии гипоталамо-гипофизарной системы // European Journal of Natural History. 2022. № 3. С. 32–37. EDN: CHIFKW
4. Микитюк М.Р., Хижняк О.О. Синдром гиперандрогении: диагностика и лечение с позиций клинической эндокринологии // Международный эндокринологический журнал. 2020. Т. 16, № 8. С. 662–668. EDN: NRWKUY doi: 10.22141/2224-0721.16.8.2020.222887

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626160>

Magnetic resonance imaging in assessing the condition of the pituitary gland in children with growth retardation

Elena A. Finota

Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The pituitary gland is an endocrine gland that plays a crucial role in the regulation of metabolism, physical and sexual development. Modern medical imaging techniques allow the study of changes in the hypothalamic-pituitary region in children with low physical development [1–3].

AIM: The aim of the study was to investigate the state of the hypothalamic-pituitary region in children with different forms of nanism using magnetic resonance imaging.

MATERIALS AND METHODS: The study included 102 boys and 96 girls with complaints of growth retardation. Magnetic resonance imaging of the brain with targeted studies of the pituitary region of children and adolescents aged 8–15 years was studied. Using a high-field magnetic resonance imager, the brain was scanned in the axial, coronal, and sagittal planes using standard modes and targeted examination of the pituitary region using T1- and T2-weighted pulse sequences with a slice thickness of 2.0 mm. Inclusions in the pituitary gland requiring differential diagnosis between adenoma and Rathke's cleft cyst were imaged with intravenous contrast. The physical development of the children was evaluated using the AntroPlus computer program. The significance of differences between groups was determined by the confidence interval; differences were considered significant at $p < 0.05$.

RESULTS: Analysis of the obtained data shows that 92.0% of children and adolescents with idiopathic stunting have a standard deviation of growth from -2.0 to -3.0 . In these children, hypoplasia of the pituitary gland was found in 36.4% of cases, residual structures of Rathke's cleft cyst in 16.5%, and inactive pituitary adenoma in 4.2%. Normal structure of the pituitary gland was found in the remaining children. In the group of patients with growth hormone deficiency, children with standard deviation of growth coefficient from -3.0 to -4.0 are more frequent (52.6% of patients), and 31.4% of boys and girls have growth retardation more than -4σ . In these children, in addition to hypothalamic-pituitary masses and hypoplasia of the adenohipophysis, magnetic resonance imaging revealed in 26.7% of cases (including 83.4% of boys and 16.6% of girls) an abnormality of pituitary development in the form of a triad: hypoplasia of the adenohipophysis, shortened pituitary pedicle, and ectopia of the neurohipophysis. In the group of patients with growth retardation due to the presence of hereditary syndromes, 32.7% of those studied had a coefficient of standard deviation of growth between -2.0 and -3.0 , and 33.4% had a coefficient of standard deviation of growth between -3.0 and -4.0 . In children with more severe growth retardation, magnetic resonance signs of empty sella (22.6%) and hypoplasia of the pituitary gland (34.8%) were more frequently visualized.

CONCLUSIONS: Magnetic resonance imaging is the primary method for evaluating the pituitary gland [4]. Children with idiopathic stunting exhibit a coefficient of standard deviation of growth that is 5.4 times less frequent than that observed in boys and girls from other groups. In the group of children with growth hormone deficiency, the coefficient of standard deviation from -3.0 to -4.0 is 1.6 times more frequent than in those with hereditary syndromes. One-third of children with pituitary stunting who

exhibited a growth deficit greater than -4σ exhibited a pituitary developmental anomaly in the form of a triad (hypoplasia of the adenohypophysis, shortening of the pituitary gyrus, and ectopia of the neurohypophysis). In contrast, no such anomaly was found in the other groups. The coefficient of standard deviation of growth greater than -4 was found in single cases.

Keywords: magnetic resonance imaging; physical development; pituitary gland; growth retardation.

To cite this article:

Finota EA. Magnetic resonance imaging in assessing the condition of the pituitary gland in children with growth retardation. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):68–70. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626160>

REFERENCES

1. Vorontsova MV. Hypopituitarism in children and adolescents. *Meditinskiy sovet*. 2019;(2):250–258. EDN: YWWOZV doi: 10.21518/2079-701X-2019-2-250-258
2. Grossman AB, Ismailov S, Kulmirzayeva M, Urmanova Y, Gilazitdinov K. Constitutional delay of growth and puberty in boys: review. *International journal of endocrinology*. 2019;15(5):402–409. EDN: IYKZSJ doi: 10.22141/2224-0721.15.5.2019.180045
3. Konyashin DA, Mokasheva EkN, Mokasheva EvN. Selected issues of the pathology of the hypothalamo-pituitary system. *European Journal of Natural History*. 2022;(3):32–37. EDN: CHIFKW
4. Mykytyuk MR, Khyzhnyak OO. Hyperandrogenism syndrome: diagnostics and treatment from the position of clinical endocrinology. *Mezhdunarodnyi endokrinologicheskii zhurnal*. 2020;16(8):662–668. EDN: NRWKUY doi: 10.22141/2224-0721.16.8.2020.222887

ОБ АВТОРЕ

Финота Елена Александровна;

ORCID: 0000-0003-1220-6148;

eLibrary SPIN: 3805-1540;

e-mail: lenchikfi@bk.ru

AUTHOR'S INFO

Elena A. Finota;

ORCID: 0000-0003-1220-6148;

eLibrary SPIN: 3805-1540;

e-mail: lenchikfi@bk.ru

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626001>

Сравнение способов работы системы искусственного интеллекта в режиме сверхвысокой чувствительности для автономного описания цифровых флюорограмм без патологии

Е.Д. Никитин, Н.С. Плаксин, М.Б. Гарец, Е.М. Гутин

000 «Медицинские Скрининг Системы», Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. До 95% исследований при скрининге с помощью метода цифровой флюорографии не содержат патологических изменений. Врачи-рентгенологи тратят большую часть своего времени на просмотр и описание именно таких исследований. В этих случаях системы искусственного интеллекта могут быть использованы для автоматизации описания и экономии времени врачей [1–3].

Цель — сравнить различные алгоритмы работы существующей системы искусственного интеллекта в сценарии сверхвысокой чувствительности и оценить процент исследований, подлежащих автоматическому описанию.

Материалы и методы. Для анализа использовалась система искусственного интеллекта «Цельс.Флюорография» версии 0.15.3. Для сравнения был выбран набор данных из разных медицинских организаций, содержащий 11 707 исследований без патологии и 5846 исследований с патологией. Для расчёта метрик из этого датасета 1000 раз сэмплировалась подвыборка, содержащая 500 исследований с патологией и 9500 исследований без патологии (баланс 5% к 95%), после чего полученные метрики усреднялись.

В качестве источника целевой переменной использовалась разметка двух врачей, в случае расхождения мнений исследование оценивалось врачом-экспертом. Исследование считалось патологическим, если итоговая разметка содержала хотя бы один из 12 рентгенологических признаков [4].

Для сравнения метрик были использованы пять методов: по максимальной (1) и средней (2) вероятности рентгенологических признаков, локализованных нейронной сетью-детектором; по максимальной (3) и средней (4) вероятности наличия признаков, полученных с помощью специальных «голов» нейронной сети, обученных определять наличие каждого признака на изображении (0 — отсутствие признака, 1 — наличие); по вероятности (5), полученной с помощью отдельной «головы» нейронной сети, обученной определять бинарное наличие патологии на исследовании (0 — норма, 1 — патология).

Для каждого метода был выбран порог срабатывания, который обеспечивал не более 1 пропуска патологии на 1000 исследований на текущей подвыборке. В качестве основной метрики качества рассчитывался процент исследований, которые верно могли бы быть автоматически описаны искусственным интеллектом как исследования без патологии.

Результаты. Методы продемонстрировали следующие усреднённые проценты отсева нормы: 66,4%, 72,2%, 69,0%, 74,1%, 68,7% — и следующие показатели площади под ROC-кривой: 0,948, 0,957, 0,964, 0,967, 0,971. При этом 95% доверительный интервал отсева для лучшего метода составил 66,1–79,4%.

Заключение. Современные системы искусственного интеллекта могут быть использованы для автоматизации описания значительной части скрининговых исследований. Лучший результат отсева нормы (свыше 74% потока) показал метод усреднения вероятностей, полученных с помощью специальных «голов» нейронной сети, обученных определять наличие патологии.

Ключевые слова: искусственный интеллект; флюорография; рентген лёгких; автономный искусственный интеллект.

Как цитировать:

Никитин Е.Д., Плаксин Н.С., Гарец М.Б., Гутин Е.М. Сравнение способов работы системы искусственного интеллекта в режиме сверхвысокой чувствительности для автономного описания цифровых флюорограмм без патологии // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 71–73. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626001>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Plesner L.L., Müller F.C., Nybing J.D., et al. Autonomous Chest Radiograph Reporting Using AI: Estimation of Clinical Impact // Radiology. 2023. Vol. 307, N 3. doi: 10.1148/radiol.222268
2. Mansoor A., Schmuecking I., Ghesu F.-C., et al. Using AI to Identify Chest Radiographs with No Actionable Disease in Outpatient Imaging [Internet]. PREPRINT (Version 1) at Research Square; 2023. doi: 10.21203/rs.3.rs-2924070/v1
3. Keski-Filppula T., Nikki M., Haapea M., Ramanauskas N., Tervonen O. Using artificial intelligence to detect chest X-rays with no significant findings in a primary health care setting in Oulu, Finland [Internet]. Preprint (Version 1). at arXiv; 2022. doi: 10.48550/ARXIV.2205.08123
4. Базовые диагностические требования к результатам работы ИИ-сервисов [Интернет]. Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы». с2012-2023. Доступ по ссылке: <https://mosmed.ai/ai/docs/>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626001>

Comparison of the methods of operation of the artificial intelligence system in the ultra-high sensitivity mode for the autonomous description of chest X-rays without pathology

Evgeniy D. Nikitin, Nikita S. Plaksin, Maria B. Garetz, Evgeniy M. Gutin

Medical Screening Systems LLC, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Up to 95% of digital fluoroscopy screening studies are free of pathologic changes. Radiologists typically spend the majority of their time reviewing and describing such studies. In these cases, artificial intelligence systems can be used to automate the description, thereby saving physicians' time [1–3].

AIM: The aim of this study was to compare the efficacy of various algorithms within an existing artificial intelligence system in an ultra-high sensitivity scenario and to estimate the percentage of X-rays that could be automatically characterized.

MATERIALS AND METHODS: The artificial intelligence system “Cels.Fluorography” version 0.15.3 was used for the analysis. A dataset derived from disparate medical organizations, comprising 11,707 studies devoid of pathology and 5,846 studies exhibiting pathology, was selected for comparison. A subsample of 500 studies with pathology and 9,500 studies without pathology (5% to 95% balance) was randomly selected 1,000 times from the dataset to calculate the metrics. The resulting metrics were then averaged.

The markup of two physicians was used as the source of the target variable. In the event of a discrepancy in opinion, the study was subjected to an expert physician evaluation. An X-ray was considered pathological if the final markup contained at least one of 12 radiological features [4].

Five methods were used to compare metrics: by maximum (1) and mean (2) probability of radiological features localized by the neural network-detector; by maximum (3) and mean (4) probability of feature presence derived from dedicated “heads” of the neural network trained to determine the presence of each feature on the image (0 for no feature, 1 for presence); by probability (5) derived from a separate “head” of the neural network trained to determine the binary presence of pathology on the study (0 for normal, 1 for pathology).

For each method, a response threshold was selected to ensure that no more than one missed pathology was identified per 1,000 examinations in the current subsample. The percentage of X-rays that could be correctly identified as pathology-free by artificial intelligence was calculated as the main quality metric.

RESULTS: The methods demonstrated the following average percentages of norm dropout: 66.4%, 72.2%, 69.0%, 74.1%, 68.7%—and the following area under the ROC curve: 0.948, 0.957, 0.964, 0.967, 0.971. The 95% confidence interval for the dropout rate associated with the optimal method was found to be 66.1% to 79.4%.

CONCLUSIONS: Modern artificial intelligence systems can be used to automate the description of a significant portion of screenings. The most efficacious method for norm screening (over 74% of the flow) was demonstrated by the averaging of probabilities derived from special “heads” of the neural network trained to identify the presence of pathology.

Received: 25.01.2024

Accepted: 06.02.2024

Published online: 30.06.2024

Keywords: artificial intelligence; chest X-ray; autonomous artificial intelligence.

To cite this article:

Nikitin E., Plaksin N., Garets M., Gutin E. Comparison of the methods of operation of the artificial intelligence system in the ultra-high sensitivity mode for the autonomous description of chest X-rays without pathology. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):71–73. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626001>

REFERENCES

1. Plesner LL, Müller FC, Nybing JD, et al. Autonomous Chest Radiograph Reporting Using AI: Estimation of Clinical Impact. *Radiology*. 2023;307(3). doi: 10.1148/radiol.222268
2. Mansoor A, Schmuecking I, Ghesu F-C, et al. Using AI to Identify Chest Radiographs with No Actionable Disease in Outpatient Imaging [Internet]. PREPRINT (Version 1) at Research Square; 2023. doi: 10.21203/rs.3.rs-2924070/v1
3. Keski-Filppula T, Nikki M, Haapea M, Ramanauskas N, Tervonen O. Using artificial intelligence to detect chest X-rays with no significant findings in a primary health care setting in Oulu, Finland [Internet]. Preprint (Version 1). at arXiv; 2022. doi: 10.48550/ARXIV.2205.08123
4. Basic diagnostic requirements for the results of AI services [Internet]. State budgetary institution of Moscow City Health Care "Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow City Health Care Department". c2012-2023. Available from: <https://mosmed.ai/ai/docs/> (In Russ)

ОБ АВТОРАХ

* **Никитин Евгений Дмитриевич;**

ORCID: 0000-0001-7181-1036;

e-mail: e.nikitin@celsus.ai

Плаксин Никита Сергеевич;

e-mail: plaksin_ns@astralai.net

Гарец Мария Борисовна;

e-mail: garets_mb@astralai.net

Гутин Евгений Максимович;

e-mail: gutin_em@astralai.net

AUTHORS' INFO

* **Evgeniy D. Nikitin;**

ORCID: 0000-0001-7181-1036;

e-mail: e.nikitin@celsus.ai

Nikita S. Plaksin;

e-mail: plaksin_ns@astralai.net

Maria B. Garets;

e-mail: garets_mb@astralai.net

Evgeniy M. Gutin;

e-mail: gutin_em@astralai.net

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626016>

Аномальная гиперваскуляризация при приращении плаценты: когда ожидать тяжёлую кровопотерю при оперативном родоразрешении

Е.А. Кириллова, Е.С. Семёнова, П.В. Козлова, Е.Д. Вышедкевич, И.А. Машченко

Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Одним из основных признаков приращения плаценты является патологическая перестройка сосудов в области плацентарной площадки. Такая аномальная гиперваскуляризация матки в силу различных механизмов может приводить к тяжёлой кровопотере у женщин в ходе операции кесарева сечения [2].

Цель — оценить корреляцию между различными типами аномальной гиперваскуляризации, наблюдаемыми при магнитно-резонансной томографии органов малого таза у беременных с приращением плаценты, и кровопотерей во время хирургического родоразрешения путём операции кесарева сечения.

Материалы и методы. Было обследовано 224 пациентки во II и III триместрах беременности с предлежанием и приращением плаценты, подтверждёнными по данным ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии, а также впоследствии — по данным гистопатологического исследования. Средний возраст пациенток составил $34,8 \pm 0,41$ года ($M \pm SE$, $p > 0,05$). Магнитно-резонансное исследование проводилось по трёхэтапному протоколу на томографах с напряжённостью магнитного поля 1,5 Тл и 3 Тл. Приращение плаценты по данным магнитно-резонансной томографии устанавливалось на основании 11 признаков в соответствии с совместным консенсусным заявлением Общества абдоминальной радиологии и Европейского общества урогенитальной радиологии [1]. Кроме того, оценивались признаки гиперваскуляризации: внутриматочной (ретроплацентарная, интрамуральная и субсерозная) и внематочной (параметральная, парацервикальная, зона маточно-яичникового анастомоза). Диагностическими критериями гиперваскуляризации считались увеличение диаметра сосудов, представленных участками выпадения магнитно-резонансного сигнала, их выраженная извитость и расположение в соответствующих анатомических областях относительно матки. Кровопотеря во время родов оценивалась по пяти категориям: 1000 мл, 1000–1500 мл, 1500–2000 мл, 2000–3000 мл и > 3000 мл [3]. Корреляцию между переменными оценивали с использованием линейной регрессии и коэффициента корреляции Пирсона (r), а также однокомпонентного дисперсионного анализа. Различия считались статистически значимыми, если $p < 0,05$.

Результаты. Согласно данным корреляционного анализа, на тяжесть послеродового кровотечения наиболее значимое влияние оказывало образование передней ($r=0,3591$, $p < 0,0001$) и боковой ($r=0,2799$, $p < 0,0001$) параметральной сосудистой коллатерализации, а также маточно-яичникового анастомоза ($r=0,1369$, $p=0,0407$). При этом не было выявлено статистически значимого влияния признака ретроплацентарной гиперваскуляризации на увеличение объёма кровопотери ($r=-0,01611$, $p=0,6051$).

Заключение. Исследование продемонстрировало, что паттерны патологической перестройки сосудов в области плацентарной площадки могут быть чётко идентифицированы с помощью метода магнитно-резонансной томографии и использованы в качестве предиктора тяжёлой кровопотери. Беременных с такими результатами магнитно-резонансной томографии следует направлять в перинатальные центры 3-го уровня для обеспечения адекватного контроля повышенных рисков акушерского кровотечения во время оперативных родоразрешений.

Ключевые слова: приращение плаценты; аномальная гиперваскуляризация; магнитно-резонансная томография; послеродовое кровотечение.

Как цитировать:

Кириллова Е.А., Семёнова Е.С., Козлова П.В., Вышедкевич Е.Д., Машченко И.А. Аномальная гиперваскуляризация при приращении плаценты: когда ожидать тяжёлую кровопотерю при оперативном родоразрешении // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 74–76. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626016>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Patel-Lippmann K.K., Planz V.B., Phillips C.H., et al. Placenta Accreta Spectrum Disorders: Update and Pictorial Review of the SAR-ESUR Joint Consensus Statement for MRI // Radiographics. 2023. Vol. 43, N 5. P. e220090. doi: 10.1148/rg.220090
2. Morlando M., Collins S. Placenta Accreta Spectrum Disorders: Challenges, Risks, and Management Strategies // International journal of women's health. 2020. Vol. 12. P. 1033–1045. doi: 10.2147/IJWH.S224191
3. Клинические рекомендации — Послеродовое кровотечение. ID 119. Одобрено Научно-практическим Советом Минздрава РФ. 2021. Режим доступа: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/119_2

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626016>

Abnormal hypervascularity in placenta accreta spectrum disorders: when to expect severe blood loss during surgical delivery

Elizaveta A. Kirillova, Elena S. Semenova, Polina V. Kozlova, Elena D. Vyshedkevich, Irina A. Mashchenko

Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: One of the principal indications of placenta accreta is pathological vascular remodeling in the region of the placental site. This phenomenon, which may result from various mechanisms, can give rise to significant blood loss in women undergoing cesarean section [2].

AIM: The study aims to evaluate the correlation between different types of abnormal hypervascularization observed on pelvic magnetic resonance imaging in pregnant women with placenta accreta and blood loss during surgical delivery by cesarean section.

MATERIALS AND METHODS: A total of 224 patients in the second and third trimesters of pregnancy with placenta previa and placenta accreta were examined. This was confirmed by ultrasound and magnetic resonance imaging, and subsequently by histopathologic examination. The mean age of the patients was 34.8 ± 0.41 years ($M \pm SE$, $p > 0.05$). Magnetic resonance imaging was conducted in accordance with a three-stage protocol on tomographs with magnetic field strengths of 1.5 and 3 Tesla. The diagnosis of placenta accreta was based on 11 signs, as outlined in the joint consensus statement of the Society of Abdominal Radiology and the European Society of Urogenital Radiology [1]. In addition, signs of hypervascularization were evaluated, including intrauterine (retroplacental, intramural, and subserosal) and extrauterine (parametrial, paracervical, and uterine-ovarian anastomosis zone) regions. The diagnostic criteria for hypervascularization were defined as an increase in the diameter of vessels, as indicated by areas of magnetic resonance signal dropout, their pronounced tortuosity, and their location in the corresponding anatomical regions relative to the uterus. Blood loss during labor was assessed in five categories: 1000 mL, 1000–1500 mL, 1500–2000 mL, 2000–3000 mL, and >3000 mL [3]. The correlation between variables was assessed using linear regression and Pearson's correlation coefficient (r) and one-way analysis of variance. Differences were considered statistically significant at $p < 0.05$.

RESULTS: According to the data of correlation analysis, the formation of anterior ($r=0.3591$, $p < 0.0001$) and lateral ($r=0.2799$, $p < 0.0001$) parametrial vascular collateralization, as well as utero-ovarian anastomosis ($r=0.1369$, $p=0.0407$) had the most significant effect on the severity of postpartum hemorrhage. There was no statistically significant effect of retroplacental hypervascularization on the increase in blood loss volume ($r=-0.01611$, $p=0.6051$).

CONCLUSIONS: The study demonstrated that patterns of abnormal vascular remodeling in the placental site can be clearly identified by magnetic resonance imaging and used as a predictor of severe hemorrhage. Pregnant women with such MRI findings should be referred to a level 3 perinatal center to ensure adequate control of increased risks of obstetric hemorrhage during operative delivery.

Keywords: placenta accreta spectrum disorders; abnormal hypervascularity; magnetic resonance imaging; obstetric hemorrhage.

To cite this article:

Kirillova EA, Semenova ES, Kozlova PV, Vyshedkevich ED, Mashchenko IA. Abnormal hypervascularity in placenta accreta spectrum disorders: when to expect severe blood loss during surgical delivery. Digital Diagnostics. 2024;5(S1):74–76. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626016>

Рукопись получена: 25.01.2024

Рукопись одобрена: 14.02.2024

Опубликована online: 30.06.2024

REFERENCES

1. Patel-Lippmann KK, Planz VB, Phillips CH, et al. Placenta Accreta Spectrum Disorders: Update and Pictorial Review of the SAR-ESUR Joint Consensus Statement for MRI. *Radiographics*. 2023;43(5):e220090. doi: 10.1148/rg.220090
2. Morlando M, Collins S. Placenta Accreta Spectrum Disorders: Challenges, Risks, and Management Strategies. *International journal of women's health*. 2020;12:1033–1045. doi: 10.2147/IJWH.S224191
3. Postpartum bleeding. Clinical guidelines. ID 119. Approved by the Scientific and Practical Council of the Ministry of Health of the Russian Federation. 2021. Available from: https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/119_2 (In Russ)

ОБ АВТОРАХ

*** Кириллова Елизавета Александровна;**

ORCID: 0000-0003-0532-8606;

e-mail: kirillovaelizaveta30@gmail.com

Семёнова Елена Сергеевна;

ORCID: 0000-0002-0302-4724;

eLibrary SPIN: 7314-1033;

e-mail: forteia@yandex.ru

Козлова Полина Викторовна;

ORCID: 0000-0002-3240-7038;

eLibrary SPIN: 3555-0410;

e-mail: kozlova_pv@almazovcentre.ru

Выshedkevich Елена Дмитриевна;

ORCID: 0000-0001-9698-1795;

eLibrary SPIN: 5856-6500;

e-mail: lenavish04@gmail.com

Мащенко Ирина Александровна;

ORCID: 0000-0002-4949-8829;

eLibrary SPIN: 5154-7080;

e-mail: irinamashchenko257@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Elizaveta A. Kirillova;**

ORCID: 0000-0003-0532-8606;

e-mail: kirillovaelizaveta30@gmail.com

Elena S. Semenova;

ORCID: 0000-0002-0302-4724;

eLibrary SPIN: 7314-1033;

e-mail: forteia@yandex.ru

Polina V. Kozlova;

ORCID: 0000-0002-3240-7038;

eLibrary SPIN: 3555-0410;

e-mail: kozlova_pv@almazovcentre.ru

Elena D. Vyshedkevich;

ORCID: 0000-0001-9698-1795;

eLibrary SPIN: 5856-6500;

e-mail: lenavish04@gmail.com

Irina A. Mashchenko;

ORCID: 0000-0002-4949-8829;

eLibrary SPIN: 5154-7080;

e-mail: irinamashchenko257@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626043>

Комплексная морфологическая и компьютерно-томографическая характеристика васкуляризации монохориальных диамниотических плацент при дискордантной массе новорождённых

Е.Р. Фролова, У.Н. Туманова, В.А. Сакало, К.А. Гладкова, В.Г. Быченко, А.И. Щеголев

Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Двуплодная беременность по сравнению с одноплодной характеризуется большей частотой развития осложнений, в частности — задержки роста плода [1]. Основными причинами развития дискордантности и задержки роста плода считаются различия в размерах плацентарных площадок, приводящие к неравномерному обмену веществ и крови, а также нарушения кровоснабжения плодов, обусловленные сосудистыми анастомозами в плаценте [2, 3]. Эффективным методом оценки ангиоархитектоники и васкуляризации плаценты после родов может служить компьютерная томография с введением контрастных препаратов [4].

Цель — комплексная компьютерная томография и морфологическое изучение особенностей васкуляризации монохориальных диамниотических плацент при дискордантной массе новорождённых.

Материалы и методы. В основу работы положен анализ 33 монохориальных диамниотических плацент, полученных после родов на сроках 27–37 недель, при помощи оригинальной комплексной компьютерной томографии и морфологического метода исследования [5]. При получении плаценты определяли её массу и размеры плацентарных площадок, а также тип прикрепления, длину, диаметр и степень извитости пуповин. Предподготовка для компьютерной томографии включала себя опорожнение сосудов пуповины и крупных её ветвей от сгустков крови, помещение плаценты в 10% гипертонический раствор хлорида натрия и затем на гигроскопический материал. Затем поэтапно вводили контрастно-красящие смеси различного цвета и концентрации сначала в непарную пуповинную вену, потом по очереди в пуповинные артерии. Контрастно-красящие смеси представляли собой смесь водорастворимого рентгенконтрастного йодиксанола в водном растворе гуашевой краски. Концентрация контрастного вещества в смеси для введения в артерии пуповин составляла 70%, в вену — 15%. Для введения в артерии пуповины использовали красную и жёлтую гуашевые краски для первой и второй плаценты соответственно, для вен — синюю и зелёную гуашевые краски соответственно. После каждого введения контрастно-красящей смеси в сосуд пуповины сначала проводили визуальную оценку ветвления покрашенного сосуда, а затем — компьютерную томографию на аппарате Toshiba Aquilion ONE 640 (программный пакет Pediatric 0,5 по протоколу исследования Abdomen Baby). Заключительным этапом являлось традиционное макро- и микроскопическое исследование плаценты [6].

Результаты. В результате исследования установлено, что среднее значение дискордантности массы родившихся близнецов составило $22,7 \pm 2,1\%$, а дискордантности плацентарных площадок — $26,6 \pm 5,0\%$. В 74,2% наблюдений двойных плацент выявлены сосудистые анастомозы: в 19 случаях по 1 анастомозу, в 3 — выявлено по 2, и в 1 — 5 анастомозов. Чаще визуализировались артерио-артериальные анастомозы, реже — вено-венозные и артериовенозные. Среднее значение диаметра артерио-артериальных анастомозов составило $3,7 \pm 0,15$ мм, артериовенозных — $4,2 \pm 0,23$ мм, вено-венозных — $4,6 \pm 0,26$ мм.

Заключение. Применение разработанного комплексного метода, включающего компьютерную томографию с последующим построением трёхмерных моделей сосудов плаценты и спектральных цветовых карт позволяет визуализировать особенности васкуляризации плаценты, а также оценить тип и размеры имеющихся анастомозов. В монохориальных диамниотических плацентах с дискордантностью плодов выявлена высокая частота патологического прикрепления пуповин и наличия сосудистых анастомозов.

Ключевые слова: двойня; плацента; компьютерная томография; васкуляризация; сосудистые анастомозы.

Как цитировать:

Фролова Е.Р., Туманова У.Н., Сакало В.А., Гладкова К.А., Быченко В.Г., Щеголев А.И. Комплексная морфологическая и компьютерно-томографическая характеристика васкуляризации монохориальных диамниотических плацент при дискордантной массе новорождённых // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 77–79. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626043>

Рукопись получена: 26.01.2024

Рукопись одобрена: 01.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Туманова У.Н., Ляпин В.М., Щеголев А.И. Патология плаценты при двойне // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. С. 56. EDN: ZQNGBD
2. Nikkels P.G., Hack K.E., van Gemert M.J. Pathology of twin placentas with special attention to monochorionic twin placentas // J Clin Pathol. 2008. Vol. 61, N 12. P. 1247–1253. doi: 10.1136/jcp.2008.055210
3. Фролова Е.Р., Гладкова К.А., Туманова У.Н., и др. Морфологическая характеристика плаценты при монохориальной диамниотической двойне, осложненной синдромом селективной задержки роста плода // Проблемы репродукции. 2023. Т. 29, № 1. С. 79–85. EDN: ARATME doi: 10.17116/repro20232901179
4. Gou C., Li M., Zhang X., et al. Placental characteristics in monochorionic twins with selective intrauterine growth restriction assessed by gradient angiography and three-dimensional reconstruction // J. Matern. Fetal. Neonatal. Med. 2017. Vol. 30, N 21. P. 2590–2595. doi: 10.1080/14767058.2016.1256995
5. Shchegolev A.I., Tumanova U.N., Lyapin V.M., et al. Complex method of CT and morphological examination of placental angioarchitectonics // Bull Exp Biol Med. 2020. Vol. 169, N 3. P. 405–411. doi: 10.1007/s10517-020-04897-4
6. Щеголев А.И., Дубова Е.А., Павлов К.А. Морфология плаценты. Москва : Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова, 2010. EDN: QLZPPH

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626043>

Complex morphological and computed tomographic characteristics of vascularization of monochorionic diamniotic placentas with discordant weight of newborns

Ekaterina R. Frolova, Ulyana N. Tumanova, Viktorya A. Sakalo, Kristina A. Gladkova, Vladimir G. Bychenko, Aleksandr I. Shchegolev

Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Twin pregnancies compared to singleton pregnancies are characterized by a higher incidence of complications, particularly fetal growth retardation [1]. The main causes of discordance and fetal growth retardation are considered to be differences in the size of placental sites, leading to uneven metabolism of substances and blood, as well as disorders of fetal blood supply caused by vascular anastomoses in the placenta [2, 3]. Computed tomography with the administration of contrast agents can be an effective method to assess the angioarchitectonics and vascularization of the placenta after delivery [4].

AIM: The aim of this study is to conduct a comprehensive computed tomography and morphological evaluation of the vascularization features of monochorionic diamniotic placentas with discordant neonatal weight.

MATERIALS AND METHODS: This study was based on the analysis of 33 monochorionic diamniotic placentas obtained after delivery at 27–37 weeks of gestation using the original complex computed tomography and morphological method of investigation [5]. Upon obtaining the placenta, its mass and size of placental sites were determined, as well as the type of attachment, length, diameter, and degree of cord tortuosity. Prior to the computed tomography examination, the umbilical cord and its major branches were cleared of blood clots. The placenta was then immersed in a 10% hypertonic sodium chloride solution and placed on hygroscopic material. Subsequently, contrast dye mixtures of varying colors and concentrations were gradually injected into the unpaired umbilical vein, followed by the umbilical arteries in a sequential manner. The contrast dye mixtures consisted of a water-soluble radiopaque contrast agent, iodixanol, in an aqueous solution of gouache dye. The concentration of the contrast agent in the mixture for injection into the umbilical arteries was 70%, while in the vein it was 15%. The first and second placentae were injected with red and yellow gouache dyes, respectively, into the arteries of the umbilical cord, while blue and green gouache dyes were used for the veins. Following each injection of the contrast dye mixture into the umbilical cord vessel, a visual assessment of the vessel's branching was conducted, followed by computed tomography on a Toshiba Aquilion ONE 640 (Pediatric 0.5 software package according to the Abdomen Baby study protocol). The final stage involved a traditional macroscopic and microscopic examination of the placenta [6].

RESULTS: The study revealed that the mean value of birth weight discordance in twins was $22.7 \pm 2.1\%$, while placental site discordance was $26.6 \pm 5.0\%$. Vascular anastomoses were identified in 74.2% of twin placentas. Of these, 19 cases exhibited one anastomosis, three cases demonstrated two anastomoses, and one case exhibited five anastomoses. Arterio-arterial anastomoses were observed with greater frequency, while veno-venous and arteriovenous anastomoses were observed with

Received: 26.01.2024

Accepted: 01.03.2024

Published online: 30.06.2024

less frequency. The average diameter was 3.7 ± 0.15 mm for arterio-arterial anastomoses, 4.2 ± 0.23 mm for arteriovenous anastomoses, and 4.6 ± 0.26 mm for venous-venous anastomoses.

CONCLUSIONS: The use of the developed complex method, which includes computed tomography and the subsequent construction of three-dimensional models of placental vessels and spectral color maps, allows for the visualization of the features of placental vascularization, as well as the assessment of the type and size of existing anastomoses. In monochorionic diamniotic placentas with fetal discordance, a high frequency of abnormal umbilical cord attachment and vascular anastomoses was detected.

Keywords: twin; placenta; computed tomography; vascularization; vascular anastomoses.

To cite this article:

Frolova ER, Tumanova UN, Sakalo VA, Gladkova KA, Bychenko VG, Shchegolev AI. Complex morphological and computed tomographic characteristics of vascularization of monochorionic diamniotic placentas with discordant weight of newborns. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):77–79. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626043>

REFERENCES

1. Tumanova UN, Lyapin VM, Schegolev AI Placental pathology in twin gestations. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2017;(5):56. EDN: ZQNGBD
2. Nikkels PG, Hack KE, van Gemert MJ. Pathology of twin placentas with special attention to monochorionic twin placentas. *J Clin Pathol*. 2008;61(12):1247–1253. doi: 10.1136/jcp.2008.055210
3. Frolova ER, Gladkova KA, Tumanova UN, et al. Placental characteristics of selective fetal growth restriction in monochorionic diamniotic twins. *Russian Journal of Human Reproduction*. 2023;29(1):79–85. EDN: ARATME doi: 10.17116/repro20232901179
4. Gou C, Li M, Zhang X, et al. Placental characteristics in monochorionic twins with selective intrauterine growth restriction assessed by gradient angiography and three-dimensional reconstruction. *J. Matern. Fetal. Neonatal. Med*. 2017;30(21):2590–2595. doi: 10.1080/14767058.2016.1256995
5. Shchegolev AI, Tumanova UN, Lyapin VM, et al. Complex method of CT and morphological examination of placental angioarchitectonics. *Bull Exp Biol Med*. 2020;169(3):405–411. doi: 10.1007/s10517-020-04897-4
6. Shchegolev AI, Dubova EA, Pavlov KA. Morphology of the placenta. Moscow: Nauchnyi tsentr akusherstva, ginekologii i perinatologii imeni akademika V.I Kulakova; 2010. (In Russ). EDN: QLZPPH

ОБ АВТОРАХ

*** Фролова Екатерина Романовна;**

ORCID: 0000-0003-2817-3504;

eLibrary SPIN: 7603-6144;

e-mail: e_frolova@oparina4.ru

Туманова Ульяна Николаевна;

ORCID: 0000-0002-0924-6555;

eLibrary SPIN: 7555-0987;

e-mail: patan777@gmail.com

Сакало Виктория Анатольевна;

ORCID: 0000-0002-5870-4655;

eLibrary SPIN: 2355-1122;

e-mail: v_sakalo@oparina4.ru

Гладкова Кристина Александровна;

ORCID: 0000-0001-8131-4682;

eLibrary SPIN: 7042-2711;

e-mail: k_gladcova@oparina4.ru

Быченко Владимир Геннадьевич;

ORCID: 0000-0002-1459-4124;

eLibrary SPIN: 1962-0956;

e-mail: v_bychenko@oparina4.ru

Щеголев Александр Иванович;

ORCID: 0000-0002-2111-1530;

eLibrary SPIN: 9061-5983;

e-mail: ashegolev@oparina4.ru

AUTHORS' INFO

*** Ekaterina R. Frolova;**

ORCID: 0000-0003-2817-3504;

eLibrary SPIN: 7603-6144;

e-mail: e_frolova@oparina4.ru

Ulyana N. Tumanova;

ORCID: 0000-0002-0924-6555;

eLibrary SPIN: 7555-0987;

e-mail: patan777@gmail.com

Viktorya A. Sakalo;

ORCID: 0000-0002-5870-4655;

eLibrary SPIN: 2355-1122;

e-mail: v_sakalo@oparina4.ru

Kristina A. Gladkova;

ORCID: 0000-0001-8131-4682;

eLibrary SPIN: 7042-2711;

e-mail: k_gladcova@oparina4.ru

Vladimir G. Bychenko;

ORCID: 0000-0002-1459-4124;

eLibrary SPIN: 1962-0956;

e-mail: v_bychenko@oparina4.ru

Aleksandr I. Shchegolev;

ORCID: 0000-0002-2111-1530;

eLibrary SPIN: 9061-5983;

e-mail: ashegolev@oparina4.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626145>

Разработка прогностической модели для диагностики рака предстательной железы на основе радиомики бипараметрической магнитно-резонансной томографии карт измеряемого коэффициента диффузии и стекинга алгоритмов машинного обучения

А.И. Кузнецов

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Рак предстательной железы является одним из наиболее распространённых онкологических заболеваний среди мужчин [1, 2]. За последние годы в мире создан ряд прогностических моделей на основе текстурного анализа изображений бипараметрической магнитно-резонансной томографии. Исследования показали, что радиомические признаки, извлечённые из карт измеряемого коэффициента диффузии, являются наиболее воспроизводимыми [3]. Однако эти модели имеют ограничения по точности, поскольку построены с помощью одного алгоритма машинного обучения, который учитывает только линейную зависимость [4–6].

Цель — повышение точности прогностической модели, диагностирующей рак предстательной железы, за счёт использования стекинга алгоритмов машинного обучения, которые учитывают не только линейные, но и нелинейные зависимости на основе радиомики бипараметрической магнитно-резонансной томографии карт измеряемого коэффициента диффузии.

Материалы и методы. Проведено одноцентровое когортное ретроспективное исследование пациентов с подозрением на рак предстательной железы в отделении рентгеновской диагностики и томографии Объединённой больницы с поликлиникой (Москва) с 2017 по 2023 год. Наличие рака предстательной железы подтверждено биопсией или радикальной простатэктомией. Статистический анализ проводился с использованием Python 3.11.

Результаты. В исследовании приняло участие 67 мужчин в возрасте 60 [54; 66] лет, из них у 57 — рак предстательной железы, а у 10 — доброкачественное образование простаты. Программное обеспечение LIFEx позволило выделить 96 радиомических параметров.

Статистически значимые различия выявлены по: PARAMS_ZSpatialResampling (размер вокселя по оси Z) ($p=0,001$), SHAPE_Sphericity[onlyFor3DROI] (сферичность формы) ($p=0,006$), SHAPE_Compacity[onlyFor3DROI] (компактность формы) ($p=0,004$), GLRLM_HGRE ($p=0,039$), GLRLM_SRHGE ($p=0,041$), GLRLM_RLNU ($p=0,039$). GLRLM — матрица длин серий уровня серого. Однофакторная логистическая регрессия показала, что статистически значимо влияли на исход: SHAPE_Compacity[onlyFor3DROI] ($R^2=15\%$) и PARAMS_ZSpatialResampling ($R^2=18\%$). Методом многофакторной логистической регрессии была построена прогностическая модель, которая учитывает линейные зависимости. Модель включает 3 показателя, которые совместно статистически значимо влияют на исход ($R^2=23\%$): SHAPE_Sphericity[onlyFor3DROI], PARAMS_ZSpatialResampling и GLRLM_RLNU.

Для описания нелинейных связей, была построена другая модель на основе алгоритма «Дерево решений». В неё вошли 4 показателя ($R^2=58\%$): DISCRETIZED_HISTO_Entropy_log10 (случайность распределения), SHAPE_Sphericity[onlyFor3DROI], PARAMS_ZSpatialResampling и GLRLM_SRE.

Стекинг алгоритмов, состоящий в расчёте среднеарифметического между предсказаниями алгоритмов многофакторной логистической регрессии и «Дерева решений», позволил построить модель, которая учитывает линейные и нелинейные зависимости. Модель включает 5 параметров ($R^2=77\%$). Построенная модель легла в основу программно-калькулятора [7], внедрённой в данный момент в практику врача-рентгенолога.

Заключение. Новая модель, построенная на основе карт измеряемого коэффициента диффузии, работает лучше (площадь под ROC-кривой 99,0% [97,7; 100,0]), чем существующие модели с площадью под ROC-кривой 83,6% [78,3; 88,9], которые показывают значительную вариативность ($I^2=71\%$). Повышение точности работы модели произошло за счёт применения стекинга технологий машинного обучения, который позволил учесть как линейное, так и нелинейное влияние переменных на исход.

Received: 28.01.2024

Accepted: 13.02.2024

Published online: 30.06.2024

Ключевые слова: бипараметрическая магнитно-резонансная томография; рак предстательной железы; радиомика; текстурный анализ; машинное обучение.

Как цитировать:

Кузнецов А.И. Разработка прогностической модели для диагностики рака предстательной железы на основе радиомики бипараметрической магнитно-резонансной томографии карт измеряемого коэффициента диффузии и стекинга алгоритмов машинного обучения // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 80–82. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626145>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mottet N., van den Bergh R.C.N., Briers E., et al. EAU-EANM-ESTRO-ESUR-SIOG Guidelines on Prostate Cancer—2020 Update. Part 1: Screening, Diagnosis, and Local Treatment with Curative Intent // Eur Urol. 2021. Vol. 79, N 2. P. 243–262. doi: 10.1016/j.eururo.2020.09.042
2. Здравоохранение в России. 2021: статистический сборник / под ред. П.А. Смелова, С.Ю. Никитиной. Москва : Федеральная служба государственной статистики, 2021.
3. Shah V., Turkbey B., Mani H., et al. Decision support system for localizing prostate cancer based on multiparametric magnetic resonance imaging // Med Phys. 2012. Vol. 39, N 7. P. 4093–4103. doi: 10.1118/1.4722753
4. He D., Wang X., Fu C., et al. MRI-based radiomics models to assess prostate cancer, extracapsular extension and positive surgical margins // Cancer Imaging. 2021. Vol. 21, N 1. P. 46. doi: 10.1186/s40644-021-00414-6
5. Lu Y., Li B., Huang H., et al. Biparametric MRI-based radiomics classifiers for the detection of prostate cancer in patients with PSA serum levels of 4–10 ng/mL // Front Oncol. 2022. Vol. 12. doi: 10.3389/fonc.2022.1020317
6. Chen T., Li M., Gu Y., et al. Prostate Cancer Differentiation and Aggressiveness: Assessment With a Radiomic-Based Model vs. PI-RADS v2 // Journal of Magnetic Resonance Imaging. 2019. Vol. 49, N 3. P. 875–884. doi: 10.1002/jmri.26243
7. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2023669718/ 19.09.2023. Щепкина Е.В., Крючкова О.В., Кузнецов А.И. Программное обеспечение для прогнозирования вероятности выявления злокачественных новообразований (рака) предстательной железы у мужчин на основе Мрт-радиомики. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54657407> Дата обращения: 28.01.2024. EDN: FNYFEB

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626145>

Development of a prognostic model for diagnosis of prostate cancer based on radiomics of biparametric magnetic resonance imaging apparent diffusion coefficient maps and stacking of machine learning algorithms

Anton I. Kuznetsov

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Prostate cancer is one of the most common cancers among men [1, 2]. In recent years, a number of prognostic models based on texture analysis of biparametric magnetic resonance images have been created. The research has shown that radiomics features extracted from apparent diffusion coefficient maps are the most reproducible [3]. However, the models were limited in accuracy, since they are built using a single machine learning algorithm, which takes into account only linear dependences [4–6].

AIM: Increasing the accuracy of a prognostic model diagnosing prostate cancer through the use of stacking machine learning algorithms that takes into account not only linear, but also nonlinear dependencies based on radiomics of biparametric magnetic resonance imaging apparent diffusion coefficient maps.

MATERIALS AND METHODS: A single-center cohort retrospective study of patients with suspected prostate cancer was conducted in the X-ray Diagnostics and Tomography Department of the United Hospital and Polyclinic (Moscow, Russia) from 2017 to 2023. The presence of prostate cancer was confirmed by biopsy or radical prostatectomy. Statistical analyses was performed using Python 3.11.

RESULTS: The study involved 67 men aged 60 [54; 66] years, of which 57 were diagnosed with prostate cancer, and 10 — with benign prostate formation. The LIFEx software identified 96 radiomic features.

Statistically significant differences were found for: PARAMS_ZSpatialResampling (the voxel size of the image: Z dimension) ($p=0.001$), SHAPE_Sphericity[onlyFor3DROI] (how spherical a Volume of Interest is) ($p=0.006$), SHAPE_Compacity[onlyFor3DROI]

Рукопись получена: 28.01.2024

Рукопись одобрена: 13.02.2024

Опубликована online: 30.06.2024

(how compact the Volume of Interest is) ($p=0.004$), GLRLM_HGRE ($p=0.039$), GLRLM_SRHGE ($p=0.041$), GLRLM_RLNU ($p=0.039$), where GLRLM — Grey-Level Run Length Matrix. Univariate logistic regression showed that SHAPE_Compacity[onlyFor3DROI] ($R^2=15\%$) and PARAMS_ZSpatialResampling ($R^2=18\%$) had a statistically significant effect on the outcome. First, using the multivariate logistic regression method, a prognostic model was built that takes into account only linear dependencies. The model includes 3 features that together have a statistically significant effect on the outcome ($R^2=23\%$): SHAPE_Sphericity[onlyFor3DROI], PARAMS_ZSpatialResampling and GLRLM_RLNU.

To describe nonlinear relationships, another model was built based on the “Decision Tree” algorithm. It included 4 indicators ($R^2=58\%$): DISCRETIZED_HISTO_Entropy_log10 (the randomness of the distribution), SHAPE_Sphericity[onlyFor3DROI], PARAMS_ZSpatialResampling and GLRLM_SRE.

Stacking of algorithms, which consists of calculating the arithmetic mean between the predictions of the multivariate logistic regression and “Decision Tree” algorithms, made it possible to construct a model that takes into account both linear and nonlinear dependencies. The model includes 5 features ($R^2=77\%$). The constructed model formed the basis of the developed calculator program [7], currently introduced into a radiology practice.

CONCLUSION: The new model built on the basis of apparent diffusion coefficient maps performs better (area under ROC-curve 99.0% [97.7; 100.0]) than the existing models with area under ROC-curve 83.6% [78.3; 88.9], which also show high heterogeneity ($I^2=71\%$). The accuracy of the new model was increased due to the use of stacking machine learning technologies, which made it possible to take into account both linear and nonlinear effects from features on the outcome.

Keywords: biparametric magnetic resonance imaging; prostate cancer; radiomics; texture analysis; machine learning.

To cite this article:

Kuznetsov AI. Development of a prognostic model for diagnosis of prostate cancer based on radiomics of biparametric magnetic resonance imaging apparent diffusion coefficient maps and stacking of machine learning algorithms. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):80–82. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626145>

REFERENCES

1. Mottet N, van den Bergh RCN, Briers E, et al. EAU-EANM-ESTRO-ESUR-SIOG Guidelines on Prostate Cancer—2020 Update. Part 1: Screening, Diagnosis, and Local Treatment with Curative Intent. *Eur Urol*. 2021;79(2):243–262. doi: 10.1016/j.eururo.2020.09.042
2. Smelov PA, Nikitina SYu, editors. Health care in Russia. 2021: statistical compendium. Moscow: Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki; 2021. (In Russ).
3. Shah V, Turkbey B, Mani H, et al. Decision support system for localizing prostate cancer based on multiparametric magnetic resonance imaging. *Med Phys*. 2012;39(7):4093–4103. doi: 10.1118/1.4722753
4. He D, Wang X, Fu C, et al. MRI-based radiomics models to assess prostate cancer, extracapsular extension and positive surgical margins. *Cancer Imaging*. 2021;21(1):46. doi: 10.1186/s40644-021-00414-6
5. Lu Y, Li B, Huang H, et al. Biparametric MRI-based radiomics classifiers for the detection of prostate cancer in patients with PSA serum levels of 4–10 ng/mL. *Front Oncol*. 2022;12. doi: 10.3389/fonc.2022.1020317
6. Chen T, Li M, Gu Y, et al. Prostate Cancer Differentiation and Aggressiveness: Assessment With a Radiomic-Based Model vs. PI-RADS v2. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2019;49(3):875–884. doi: 10.1002/jmri.26243
7. Certificate for the computer software 2023669718/ 19.09.2023. Schepkina EV, Kruchkova OV, Kuznetsov AI. Computer Software for the Prognosis of Probability of Prostate Cancer in Patients Based on MRI. Available from: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54657407> [cited 2024 Jan 28]. (In Russ). EDN: FNYFEB

ОБ АВТОРЕ

Кузнецов Антон Игоревич;
ORCID: 0000-0003-2182-5792;
eLibrary SPIN: 8824-9080;
e-mail: drednout5786@yandex.ru

AUTHOR'S INFO

Anton I.Kuznetsov;
ORCID: 0000-0003-2182-5792;
eLibrary SPIN: 8824-9080;
e-mail: drednout5786@yandex.ru

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626155>

Одноэтапная генерация сетки поверхности просвета аневризмы брюшной аорты гибридной нейронной сетью на основе снимка компьютерной томографии

Р.Ю. Епифанов¹, Р.И. Мулладжанов^{1,2}, А.А. Карпенко^{1,3}¹ Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия;² Институт теплофизики имени С.С. Кутателадзе, Новосибирск, Россия;³ Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина, Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Современные алгоритмы извлечения поверхности кровотока для гемомоделирования аневризм брюшной аорты в основном извлекают не напрямую из компьютерной томографии, а через этап сегментации [1]. Это осложняет извлечение, потому что при обучении нейросети сегментации игнорируется тот факт, что кровоток представляет собой односвязную область, и для выполнения критерия односвязности может требоваться постобработка. Во-вторых, поверхность кровотока, полученная из маски сегментации с помощью *marching cubes*, слишком грубая и требует применения сглаживания. Для обеспечения одноэтапного извлечения поверхности первым был предложен *Voxel2Mesh* [2]. *Voxel2Mesh* показывает неплохую производительность в извлечении относительно простых геометрий, в то время как для более сложных в литературе предложены его модификации [3, 4].

Цель — разработка алгоритма одноэтапного извлечения поверхности просвета аневризмы брюшной аорты.

Материалы и методы. Было подготовлено 90 снимков компьютерной томографии с контрастированием и масок сегментации к ним с разметкой области кровотока, разделённых на группы в 40, 20 и 30 снимков для обучения, валидации и тестирования. Для увеличения эффективного размера обучающей выборки применялись аффинные и нелинейные аугментации. Для одноэтапного извлечения поверхности была предложена гибридная нейронная сеть, состоящая из воксельного кодера, воксельного декодера и сеточного декодера. Архитектура кодера наследует архитектуру *ConvNeXtV2* размера Atto. Воксельный декодер является композицией пяти блоков, из интерполяционного слоя, двух сверточных слоев со слоями пакетной нормализации и *ReLU*. Воксельный декодер и кодер соединены связями аналогично *Unet*. Сеточный декодер состоит из четырех свёрток *GraphSAGE*, разделённых *GeLU*, и соединён с воксельным декодером. На вход кодера поступает снимок компьютерной томографии, на вход сеточного декодера поступает первоначальное приближение поверхности в виде шара. На выходе воксельного декодера получается маска сегментации, на выходе сеточного декодера — извлечённая поверхность. Для обучения использовалась комбинация воксельной и сеточной функции потерь. В качестве истинной поверхности использовали поверхность, сгенерированную из сегментационной маски алгоритмом *marching cubes*. Для задания необходимых параметров генерируемой сетки использовали регуляризирующие слагаемые в сеточной функции потерь. Качество генерации оценивали метрикой *dice*, сравнивая истинную сегментационную маску с растеризированной сгенерированной поверхностью.

Результаты. Мы предложили первую гибридную нейронную сеть с кодером, основанным на современной архитектуре *ConvNeXtV2* для прямого создания сетки кровотока аневризмы брюшной аорты. Мы добились улучшения генерации по метрике *dice* на 14,01%, набрав 85,32%, по сравнению с *Voxel2Mesh*.

Заключение. Показаны многообещающие результаты для точной генерации геометрии просвета с показателями, близкими к задаче сегментации, устраняя необходимость в этапах постобработки, необходимых для последней.

Ключевые слова: гибридные нейронные сети; аневризма брюшной аорты; генерация поверхностной сетки.

Как цитировать:

Епифанов Р.Ю., Мулладжанов Р.И., Карпенко А.А. Одноэтапная генерация сетки поверхности просвета аневризмы брюшной аорты гибридной нейронной сетью на основе снимка компьютерной томографии // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 83–85. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626155>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brutti F., Fantazzini A., Finotello A., et al. Deep learning to automatically segment and analyze abdominal aortic aneurysm from computed tomography angiography // *Cardiovascular Engineering and Technology*. 2022. Vol. 13, N 4. P. 535–547. doi: 10.1007/s13239-021-00594-z
2. Wickramasinghe U., Remelli E., Knott G., Fua P. Voxel2Mesh: 3D mesh model generation from volumetric data // *Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention—MICCAI 2020: 23rd International Conference; 2020 October 4–8; Lima, Peru*. doi: 10.1007/978-3-030-59719-1_30
3. Kong F., Wilson N., Shadden S. A deep-learning approach for direct whole-heart mesh reconstruction // *Medical image analysis*. 2021. Vol. 74. doi: 10.1016/j.media.2021.102222
4. Bongratz F., Rickmann A.-M., Polsterl S., Wachinger C. Vox2cortex: fast explicit reconstruction of cortical surfaces from 3D MRI scans with geometric deep neural networks // *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition; 2022; New Orleans, LA, USA*. doi: 10.1109/CVPR52688.2022.02011

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626155>

One shot lumen mesh generation of abdominal aortic aneurysm by hybrid neural network

Rostislav Yu. Epifanov¹, Rustam I. Mullyadzhanov^{1,2}, Andrey A. Karpenko^{1,3}

¹ Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia;

² Kutateladze Institute of Thermophysics, Novosibirsk, Russia;

³ National Medical Research Center named after academician E.N. Meshalkin, Novosibirsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The majority of current algorithms for blood flow surface extraction in the context of hemomodeling of abdominal aortic aneurysms are derived through a segmentation step, rather than directly from CT scans [1]. This approach introduces a degree of complexity, as the segmentation neural network is trained without consideration of the fact that the blood flow is a simply-connected region. Consequently, post-processing may be required to fulfill the simple connectivity criterion. In addition, the blood flow surface obtained from the segmentation mask using marching cubes is too coarse and requires smoothing. To provide one-stage surface extraction, Voxel2Mesh [2] was the first to be proposed. Voxel2Mesh shows good performance in extracting relatively simple geometries, while for more complex ones, its modifications have been proposed in the literature [3, 4].

AIM: The study aimed to develop an algorithm for single-stage extraction of the lumen surface of an abdominal aortic aneurysm.

MATERIALS AND METHODS: A total of 90 contrast-enhanced CT images and segmentation masks with blood flow region labeling were prepared and divided into three groups: 40, 20, and 30 images for training, validation, and testing, respectively. Affine and non-linear augmentations were applied to increase the effective training sample size. A hybrid neural network consisting of a voxel encoder, a voxel decoder, and a grid decoder was proposed for single-stage surface extraction. The architectural design of the encoder is based on the Atto-sized ConvNeXtV2 architecture. The voxel decoder is comprised of five blocks, beginning with an interpolation layer and concluding with two super-precision words with packet normalization layers and ReLU. The voxel decoder and encoder are linked by means of analogous connections to those observed in the Unet architecture. The grid decoder comprises four GraphSAGE convolutions, with GeLU intervening between each pair. It is connected to the voxel decoder. The input to the encoder is a computed tomography image, while the input to the grid decoder is an initial approximation of the surface in the form of a ball. The output of the voxel decorrelation is a segmentation mask, while the output of the mesh decorrelation is the extracted surface. A combination of voxel and mesh loss functions was employed for the purposes of training. The surface generated from the segmentation mask by the Marching Cubes algorithm was employed as the reference surface. The mesh loss function was regularized to set the necessary parameters for the generated mesh. The quality of the generated mesh was evaluated using the Dice coefficient, which compares the true segmentation mask with the rasterized generated surface.

RESULTS: We proposed the first hybrid neural network with an encoder based on the state-of-the-art ConvNeXtV2 architecture for the direct generation of abdominal aortic aneurysm blood flow meshes. A 14.01% improvement in generation was achieved by the Dice metric, with a score of 85.32%, in comparison to Voxel2Mesh. The results demonstrate the potential for accurate lumen geometry generation, with metrics approaching those of the segmentation task. This eliminates the necessity for post-processing steps typically required for the latter.

Received: 28.01.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

CONCLUSION: Shows promising results for accurately generating lumen geometry with performance similar to the segmentation task, eliminating the need for post-processing steps required for the latter

Keywords: hybrid neural networks; abdominal aortic aneurysm; surface mesh generation.

To cite this article:

Epifanov RYu, Mullyadzhano R, Karpenko AA. One shot lumen mesh generation of abdominal aortic aneurysm by hybrid neural network. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):83–85. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626155>

REFERENCES

1. Brutti F, Fantazzini A, Finotello A, et al. Deep learning to automatically segment and analyze abdominal aortic aneurysm from computed tomography angiography. *Cardiovascular Engineering and Technology*. 2022;13(4):535–547. doi: 10.1007/s13239-021-00594-z
2. Wickramasinghe U, Remelli E, Knott G, Fua P. Vox2Mesh: 3D mesh model generation from volumetric data. Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention–MICCAI 2020: 23rd International Conference; 2020 October 4–8; Lima, Peru. doi: 10.1007/978-3-030-59719-1_30
3. Kong F, Wilson N, Shadden S. A deep-learning approach for direct whole-heart mesh reconstruction. *Medical image analysis*. 2021;74. doi: 10.1016/j.media.2021.102222
4. Bongratz F, Rickmann A-M, Polsterl S, Wachinger C. Vox2cortex: fast explicit reconstruction of cortical surfaces from 3D MRI scans with geometric deep neural networks. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition; 2022; New Orleans, LA, USA. doi: 10.1109/CVPR52688.2022.02011

ОБ АВТОРАХ

*** Епифанов Ростислав Юрьевич;**

ORCID: 0009-0005-1348-2699;

eLibrary SPIN: 9972-6042;

e-mail: rostepifanov@gmail.com

Мулладжанов Рустам Илхамович;

ORCID: 0000-0001-7506-1914;

eLibrary SPIN: 8501-5301;

e-mail: rustammul@gmail.com

Карпенко Андрей Анатольевич;

ORCID: 0000-0002-8064-1857;

e-mail: andreikarpenko@rambler.ru

AUTHORS' INFO

*** Rostislav Yu. Epifanov;**

ORCID: 0009-0005-1348-2699;

eLibrary SPIN: 9972-6042;

e-mail: rostepifanov@gmail.com

Rustam I. Mullyadzhano;

ORCID: 0000-0001-7506-1914;

eLibrary SPIN: 8501-5301;

e-mail: rustammul@gmail.com

Andrey A. Karpenko;

ORCID: 0000-0002-8064-1857;

e-mail: andreikarpenko@rambler.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625953>

Бесконтрастное количественное исследование перфузионных изменений головного мозга при рассеянном склерозе

В.В. Попов, Ю.А. Станкевич, Л.М. Василькив, А.А. Тулупов

Институт «Международный томографический центр», Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Бесконтрастная магнитно-резонансная перфузия позволяет выявить участки изменения перфузии головного мозга у пациентов с рассеянным склерозом даже при отсутствии очаговых поражений [1], имея преимущества в виде неинвазивности [2] и малого времени сбора данных, что даёт возможность повторных обследований и динамического наблюдения без контрастной нагрузки на пациента. Применение бесконтрастной магнитно-резонансной перфузии у пациентов с рассеянным склерозом может иметь важное значение в постановке диагноза, тактике ведения и оценке течения заболевания. Однако получение количественных значений перфузии при рассеянном склерозе в клинической практике изучено ещё недостаточно [3]. Применение разработанного алгоритма постпроцессинга данных бесконтрастной магнитно-резонансной перфузии позволяет не только проводить оценку в интересующих областях, но и получать абсолютные значения перфузии, оценённые в мл/(100 г×мин).

Цель — разработать алгоритм и изучить перфузионные изменения головного мозга методом бесконтрастной магнитно-резонансной перфузии у пациентов с рассеянным склерозом по сравнению с контрольной группой.

Материалы и методы. Объект исследования — пациенты с рассеянным склерозом ($n=15$) и контрольная группа ($n=15$). Методом исследования является магнитно-резонансная томография на аппарате 3.0T Philips Ingenia с базовым протоколом исследования (T1- и T2-взвешенные изображения, FLAIR, DIR, CE_T1), дополненный псевдо-непрерывным маркированием артериальных спинов (pCASL). Статистический анализ — непараметрические методы.

Результаты. В связи со сложностями количественной обработки данных бесконтрастной перфузии, был разработан алгоритм, включающий применение следующих программных обеспечений: Radiant, MatLAB, FSL (BASIL), MriCROGL, PyCharm. Было установлено, что у группы условно-здоровых добровольцев перфузия без учёта ликворосодержащих пространств и сосудов головного мозга, выделенная и корегистрированная с атласом T1-взвешенных изображений, составила в среднем $52,8 \pm 1,32$ мл/(100 г×мин), что подтверждается ведущими мировыми исследованиями и отражает эффективность и качество алгоритма [4, 5]. Кроме этого, в рамках исследования, у группы пациентов с рассеянным склерозом были получены значения в очаге демиелинизации [$9,7 \pm 5,4$ мл/(100 г×мин)] и в визуально интактном белом веществе больших полушарий головного мозга [$46,1 \pm 1,7$ мл/(100 г×мин)]. При этом было выявлено, что в визуально интактных областях полушарий головного мозга происходит диффузное снижение показателей перфузии относительно контрольной группы, что также широко освещено в научной литературе [6].

Заключение. Применение разработанного алгоритма для анализа псевдо-непрерывного маркирования артериальных спинов у пациентов с рассеянным склерозом позволяет оценивать перфузию как в очаге демиелинизации, так и в визуально интактном белом веществе больших полушарий головного мозга. При этом было выявлено, что в визуально-интактных областях полушарий головного мозга происходит диффузное снижение показателей перфузии (в среднем на 13%) относительно результатов контрольной группы. Данное наблюдение отражает, что применение метода псевдо-непрерывного маркирования артериальных спинов позволяет заподозрить появление очагов до их клинико-морфологической верификации на других рутинных последовательностях.

Ключевые слова: рассеянный склероз; бесконтрастная перфузия; артериальное спиновое маркирование; псевдо-непрерывное маркирование артериальных спинов.

Как цитировать:

Попов В.В., Станкевич Ю.А., Василькив Л.М., Тулупов А.А. Бесконтрастное количественное исследование перфузионных изменений головного мозга при рассеянном склерозе // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 86–88. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625953>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. de la Peña M.J., Peña I.C., García P.G., et al. Early perfusion changes in multiple sclerosis patients as assessed by MRI using arterial spin labeling // *Acta Radiol Open*. 2019. Vol. 8, N 12. P. 2058460119894214. doi: 10.1177/2058460119894214
2. Clement P., Petr J., Dijkstra M.B.J., et al. A Beginner's Guide to Arterial Spin Labeling (ASL) Image Processing // *Front Radiol*. 2022. Vol. 2. P. 929533. doi: 10.3389/fradi.2022.929533
3. Zhou Q., Zhang T., Meng H., et al. Characteristics of cerebral blood flow in an Eastern sample of multiple sclerosis patients: A potential quantitative imaging marker associated with disease severity // *Front Immunol*. 2022. Vol. 13. P. 1025908. doi: 10.3389/fimmu.2022.1025908
4. Chappell M.A., McConnell F.A.K., Golay X., et al. Partial volume correction in arterial spin labeling perfusion MRI: A method to disentangle anatomy from physiology or an analysis step too far? // *Neuroimage*. 2021. Vol. 238. P. 118236. doi: 10.1016/j.neuroimage.2021.118236
5. Dickie D.A., Shenkin S.D., Anlagan D., et al. Whole Brain Magnetic Resonance Image Atlases: A Systematic Review of Existing Atlases and Caveats for Use in Population Imaging // *Front Neuroinform*. 2017. Vol. 11. P. 1. doi: 10.3389/fninf.2017.00001
6. Sowa P., Bjørnerud A., Nygaard G.O., et al. Reduced perfusion in white matter lesions in multiple sclerosis // *Eur J Radiol*. 2015. Vol. 84, N 12. P. 2605–2612. doi: 10.1016/j.ejrad.2015.09.007

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625953>

Non-contrast quantitative study of brain perfusion changes in multiple sclerosis

Vladimir V. Popov, Yuliya A. Stankevich, Liubov M. Vasilkiv, Andrey A. Tulupov

International Tomography Institute, Novosibirsk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Non-contrast magnetic resonance perfusion can identify areas of cerebral perfusion changes in patients with multiple sclerosis, even in the absence of focal lesions [1]. This technique offers several advantages, including non-invasiveness [2] and a short data collection time, which allows for repeated examinations and dynamic monitoring without contrast loading on the patient. The use of contrast-free magnetic resonance perfusion in patients with multiple sclerosis may prove to be a valuable diagnostic, management, and evaluation tool for the disease course. Nevertheless, the quantitative assessment of perfusion in multiple sclerosis remains a relatively understudied area in clinical practice [3]. The application of the developed algorithm for postprocessing of non-contrast MR perfusion data allows for the assessment of specific areas of interest and the estimation of absolute perfusion values in milliliters per 100 grams per minute.

AIM: The study aims to develop an algorithm and investigate cerebral perfusion changes by non-contrast magnetic resonance perfusion in patients with multiple sclerosis compared with controls.

MATERIALS AND METHODS: The study population comprises patients with multiple sclerosis ($n=15$) and a control group ($n=15$). The methodology employed in this study is magnetic resonance imaging on a 3.0T Philips Ingenia machine, using the basic study protocol (T1- and T2-weighted images, FLAIR, DIR, and CE_T1) and supplemented with pseudo-continuous arterial spin labeling (pCASL). The statistical analysis employed nonparametric methods.

RESULTS: The quantitative processing of non-contrast perfusion data presents significant challenges. To address this, an algorithm was developed, which incorporates the use of the following software: Radiant, MatLAB, FSL (BASIL), MriCROGL, PyCharm. The perfusion in a group of conditionally healthy volunteers, without consideration of liquor-containing spaces and cerebral vessels, was isolated and co-registered with the atlas of T1-weighted images. The average perfusion was found to be 52.8 ± 1.32 mL/(100 g $\times$ min), which is consistent with the findings of leading studies worldwide and reflects the efficacy and quality of the algorithm [4, 5]. Furthermore, within the context of the study, values for the demyelination focus [9.7 ± 5.4 mL/(100 g $\times$ min)] and for the visually intact white matter of the cerebral hemispheres [46.1 ± 1.7 mL/(100 g $\times$ min)] were obtained in the group of patients with multiple sclerosis. Moreover, a diffuse decrease in perfusion indices in visually intact regions of the cerebral hemispheres relative to the control group was revealed. This finding is also widely reported in the scientific literature [6].

CONCLUSIONS: The application of the developed algorithm for the analysis of pseudo-continuous arterial spin labeling in patients with multiple sclerosis allows for the assessment of perfusion in both the focus of demyelination and in the visually intact white matter of the cerebral hemispheres. It was demonstrated that in visually intact areas of the cerebral hemispheres, there is a diffuse decrease in perfusion indices (on average by 13%) relative to the results of the control group. This observation indicates that the use of the pseudo-continuous arterial spin labeling method allows for the suspicion of the appearance of foci before their clinical and morphological verification on other routine sequences.

Рукопись получена: 25.01.2024

Рукопись одобрена: 01.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

Keywords: multiple sclerosis; non-contrast perfusion; arterial spin labeling; pseudo-continuous arterial spin labeling.

To cite this article:

Popov VV, Stankevich YuA, Vasilkiv LM, Tulupov AA. Non-contrast quantitative study of brain perfusion changes in multiple sclerosis. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):86–88. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625953>

REFERENCES

1. de la Peña MJ, Peña IC, García PG, et al. Early perfusion changes in multiple sclerosis patients as assessed by MRI using arterial spin labeling. *Acta Radiol Open*. 2019;8(12):2058460119894214. doi: 10.1177/2058460119894214
2. Clement P, Petr J, Dijsselhof MJB, et al. A Beginner's Guide to Arterial Spin Labeling (ASL) Image Processing. *Front Radiol*. 2022;2:929533. doi: 10.3389/fradi.2022.929533
3. Zhou Q, Zhang T, Meng H, et al. Characteristics of cerebral blood flow in an Eastern sample of multiple sclerosis patients: A potential quantitative imaging marker associated with disease severity. *Front Immunol*. 2022;13:1025908. doi: 10.3389/fimmu.2022.1025908
4. Chappell MA, McConnell FAK, Golay X, et al. Partial volume correction in arterial spin labeling perfusion MRI: A method to disentangle anatomy from physiology or an analysis step too far? *Neuroimage*. 2021;238:118236. doi: 10.1016/j.neuroimage.2021.118236
5. Dickie DA, Shenkin SD, Anblagan D, et al. Whole Brain Magnetic Resonance Image Atlases: A Systematic Review of Existing Atlases and Caveats for Use in Population Imaging. *Front Neuroinform*. 2017;11:1. doi: 10.3389/fninf.2017.00001
6. Sowa P, Bjørnerud A, Nygaard GO, et al. Reduced perfusion in white matter lesions in multiple sclerosis. *Eur J Radiol*. 2015;84(12):2605–2612. doi: 10.1016/j.ejrad.2015.09.007

ОБ АВТОРАХ

*** Попов Владимир Владимирович;**

ORCID: 0000-0003-3082-2315;

e-mail: popov.v@tomo.nsc.ru

Станкевич Юлия Александровна;

ORCID: 0000-0002-7959-5160;

eLibrary SPIN: 6668-5010;

e-mail: stankevich@tomo.nsc.ru

Василькив Любовь Михайловна;

ORCID: 0000-0003-1838-8130;

e-mail: vasilkiv@tomo.nsc.ru

Тулупов Андрей Александрович;

ORCID: 0000-0002-1277-4113;

eLibrary SPIN: 6630-8720;

e-mail: taa@tomo.nsc.ru

AUTHORS' INFO

*** Vladimir V. Popov;**

ORCID: 0000-0003-3082-2315;

e-mail: popov.v@tomo.nsc.ru

Yuliya A. Stankevich;

ORCID: 0000-0002-7959-5160;

eLibrary SPIN: 6668-5010;

e-mail: stankevich@tomo.nsc.ru

Liubov M. Vasilkiv;

ORCID: 0000-0003-1838-8130;

e-mail: vasilkiv@tomo.nsc.ru

Andrey A. Tulupov;

ORCID: 0000-0002-1277-4113;

eLibrary SPIN: 6630-8720;

e-mail: taa@tomo.nsc.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625965>

Возможности 3D-сканирования в современной стоматологии

Н.Е. Левашов, А.А. Олейников, С.А. Романов

Рязанский Государственный медицинский университет им. И.П. Павлова, Рязань, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Современная стоматология не обходится без передовых технологий, и интраоральное (внутриротовое) сканирование становится ключевым элементом диагностики и лечения, постоянно приобретая новые возможности. Основой функционала интраорального сканера является применение светоизмерительной технологии и фотограмметрии. Светодиоды, расположенные в корпусе сканера, освещают поверхность зубов, а датчики регистрируют отражённые сигналы, создавая точную трёхмерную модель. Эти данные обрабатываются программным обеспечением, создающим детализированные цифровые модели челюстей пациента, совместимые с трёхмерными данными компьютерной томографии [1].

Цель — оценить возможности 3D-сканирования для планирования и реализации протокола одномоментной дентальной имплантации.

Материалы и методы. В стоматологическую клинику обратился пациент М. возрастом 41 год, жалобы — перелом зуба на верхней челюсти (1.2). По результатам обследования принято решение о проведении одномоментной имплантации с удалением зуба 1.2 и установкой временной коронки. Для изготовления коронки проводилось интраоральное сканирование челюстей, так как режущий край зуба был разрушен на 2/3, а отломок зуба утерян. Для моделирования коронки была использована методика горизонтальной инверсии: из скана верхней челюсти вырезан зуб 2.2 и инвертирован (отражён) по горизонтали, тем самым получена копия зуба 1.2 в развёрнутом состоянии для воспроизведения точной формы будущей коронки. Конструкция коронки моделировалась в программе вместе с подгруженной моделью временного абатмента (супраструктура имплантата для фиксации искусственной коронки), что позволило получить точный контур прорезывания коронки и корректное позиционирование относительно десневой манжеты и шахты абатмента.

Результаты. Реализация методики позволила получить точную и анатомически правильную модель коронки замещаемого зуба без его введения в окклюзию для снижения риска функциональной перегрузки имплантата в период остеоинтеграции (приживления) [2]. Применённая методика даёт возможность исключения этапа коррекции коронки в момент её фиксации и совмещения 3D-сканов с данными компьютерной томографии для детального планирования операции. Кроме того, 3D-сканы позволили отобразить проекцию будущей временной коронки и исходя из этого позиционировать имплантат в анатомически корректной позиции.

Заключение. Приведённый случай демонстрирует эффективность планирования и реализации одномоментной имплантации с применением интраорального сканирования челюстей за счёт сокращения продолжительности лечения, исключения нагрузки на имплантат, что позволяет достичь прогнозируемого результата лечения. Данные технологии активно внедряются в российскую стоматологию и постоянно открывают новые возможности лечения.

Ключевые слова: интраоральный сканер; фотограмметрия; 3D-моделирование.

Как цитировать:

Левашов Н.Е., Олейников А.А., Романов С.А. Возможности 3D-сканирования в современной стоматологии // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 89–91.
DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625965>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Takeuchi Y. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses // J Oral Sci. 2018. Vol. 60, N 1. P. 1–7. doi: 10.2334/josnurd.17-0444
2. Kim Y., Oh T.-J., Misch C.E., Wang H.-L. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale // Clin Oral Implants Res. 2005. Vol. 16, N 1. P. 26–35. doi: 10.1111/j.1600-0501.2004.01067.x

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625965>

3D scanning possibilities in modern dentistry

Nikita E. Levashov, Aleksandr A. Oleynikov, Sergey A. Romanov

Ryazan State Medical University named after. I.P. Pavlova, Ryazan, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Modern dentistry is not without advanced technologies, and intraoral scanning is becoming an increasingly important element of diagnosis and treatment. This technology is constantly evolving, offering new possibilities. The fundamental principles underlying the functionality of the intraoral scanner are light-measuring technology and photogrammetry. Light-emitting diodes integrated into the scanner body emit light onto the surface of the teeth, and sensors subsequently record the reflected signals, thereby creating an accurate three-dimensional model. The data is then processed by software that generates detailed digital models of the patient's jaws that are compatible with 3D CT data [1].

AIM: The study aimed to assess the potential of three-dimensional scanning for the planning and implementation of a single-stage dental implant protocol.

MATERIALS AND METHODS: Patient M., aged 41, presented to the dental clinic with complaints of a fractured tooth on the upper jaw (1.2). A decision was made to perform a single-stage implantation with the extraction of tooth 1.2 and the placement of a temporary crown based on the results of the examination. Intraoral scanning of the jaws was performed for the fabrication of the crown, as the cutting edge of the tooth was destroyed by two-thirds and the tooth fragment was lost. In order to create a model of the crown, the horizontal inversion technique was used. Tooth 2.2 was extracted from the scan of the upper jaw and inverted horizontally, resulting in a copy of tooth 1.2 in the expanded state. This was done to reproduce the exact shape of the future crown. The design of the crown was modeled in the program in conjunction with the loaded model of the temporary abutment (implant suprastructure for the fixation of the artificial crown). This approach enabled the accurate contour of the crown eruption and correct positioning relative to the gingival cuff and the abutment shaft to be obtained.

RESULTS: The implementation of the technique permitted the creation of an accurate and anatomically correct model of the crown of the replaced tooth without its introduction into occlusion, thereby reducing the risk of functional overload of the implant during the period of osseointegration (engraftment) [2]. The applied method enables the exclusion of the stage of crown correction at the moment of its fixation and the combination of 3D scans with data from computed tomography for the detailed planning of the surgery. Furthermore, the use of 3D scans permitted the visualization of the projected position of the future temporary crown, thereby enabling the precise positioning of the implant in an anatomically correct location.

CONCLUSIONS: This case study illustrates the efficacy of planning and implementing single-stage implantation with the aid of intraoral jaw scanning, as it reduces treatment duration, eliminates the necessity for implant loading, and ensures the attainment of a predictable treatment outcome. These technologies are currently being actively implemented in Russian dentistry, with new treatment options continually emerging.

Keywords: intraoral scanner, photogrammetry, 3D modelling.

To cite this article:

Levashov NE, Oleynikov AA, Romanov SA. 3D scanning possibilities in modern dentistry. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):89–91. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625965>

REFERENCES

1. Takeuchi Y. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *J Oral Sci*. 2018;60(1):1–7. doi: 10.2334/josnurd.17-0444
2. Kim Y, Oh T-J, Misch CE, Wang H-L. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clin Oral Implants Res*. 2005;16(1):26–35. doi: 10.1111/j.1600-0501.2004.01067.x

Received: 24.01.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

ОБ АВТОРАХ

*** Левашов Никита Евгеньевич;**

ORCID: 0009-0007-7667-6356;

e-mail: nik13373228@mail.ru

Олейников Александр Александрович;

ORCID: 0000-0002-2245-1051;

eLibrary SPIN: 5579-5202;

e-mail: bandprod@yandex.ru

Романов Сергей Александрович;

ORCID: 0000-0002-0923;

eLibrary SPIN: 7684-4477;

e-mail: stombe@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Nikita E. Levashov;**

ORCID: 0009-0007-7667-6356;

e-mail: nik13373228@mail.ru

Aleksandr A. Oleynikov;

ORCID: 0000-0002-2245-1051;

eLibrary SPIN: 5579-5202;

e-mail: bandprod@yandex.ru

Sergey A. Romanov;

ORCID: 0000-0002-0923;

eLibrary SPIN: 7684-4477;

e-mail: stombe@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625986>

Искусственный интеллект в ультразвуковом исследовании узловых образований щитовидной железы, прогноз накопления I-131

А.В. Манаев^{1,2}, А.А. Трухин^{1,2}, С.М. Захарова^{1,2}, М.С. Шеремета¹, Е.А. Трошина^{1,2}¹ Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии, Москва, Россия;² Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Узловые образования щитовидной железы — распространённая проблема с частотой встречаемости 19–35% по данным ультразвукового исследования и 8–65% по данным аутопсии [1]. В некоторых случаях наблюдается болезнь Пламмера, а в 10–35% случаев болезни Грейвса могут наблюдаться узловые образования, накопление йода которыми носит различный характер [2, 3]. Одним из основных методов лечения болезней Грейвса и Пламмера является радиоiodотерапия, подразумевающая исключение злокачественности узлов. Кроме того, проводится исследование фармакокинетики йода — наиболее длительный и трудозатратный этап подготовки к радиоiodотерапии. В клинической практике проводится ультразвуковое исследование согласно системе TI-RADS, затем (в случае необходимости) — тонкоигольная аспирационная пункционная биопсия, стратифицированная по системе Bethesda. Однако ультразвуковое исследование подвержено субъективным интерпретациям, использование же систем поддержки принятия решений может сократить количество тонкоигольных аспирационных пункционных биопсий на 27%, количество пропущенных злокачественных новообразований на 1,9%. Кроме того, количественное описание ультразвукового исследования узловых образований может усовершенствовать процедуру исследования фармакокинетики I-131 [4, 5].

Цель — разработка метода количественного описания ультразвуковых изображений узловых образований щитовидной железы для прогноза злокачественности и накопления I-131 узловыми образованиями.

Материалы и методы. В исследование было включено 125 узловых образований с наличием патоморфологического заключения (65 доброкачественных, 60 злокачественных) и 25 доброкачественных узлов (установлено в рамках цитологического исследования) пациентов, прошедших радиоiodотерапию в рамках реализации проекта № 22-15-00135 гранта Российского научного фонда. Продольная и поперечная проекции узлов щитовидной железы были получены с помощью аппаратов GE Voluson E8 (включает 36% всех доброкачественных узлов и 27% злокачественных) и GE Logiq E (64% доброкачественных и 73% злокачественных). Для 25 узлов, полученных на аппарате GE Logiq V2, проведено исследование фармакокинетики I-131 с определением индекса накопления I-131 через 24 часа. Исследовались признаки на основе матрицы пространственной смежности, матрицы длин линий уровней серого, матрицы размера зон уровней серого, а также гистограммные и геометрические признаки изображений ультразвукового исследования.

Результаты. Разработанная на основе наиболее значимых признаков и после проведения корреляционного анализа KNN модель прогноза злокачественности имеет значение диагностической точности $72 \pm 3\%$, чувствительности $73 \pm 5\%$, специфичности $73 \pm 5\%$. Исследование фармакокинетики I-131 показало наибольшее значение модуля коэффициента корреляции Спирмена для признаков максимальный гистограммный градиент интенсивности ($r = -0,48$, $p = 0,08$) и энтропия интенсивности ($r = -0,51$, $p = 0,06$) с накоплением I-131 через 24 часа.

Заключение. Проведённое исследование демонстрирует возможность применения количественного описания ультразвуковых изображений узловых образований в качестве инструмента для мониторинга узлов перед проведением радиоiodотерапии для последующего дополнительного назначения тонкоигольной аспирационной пункционной биопсии и прогнозирования накопления I-131 через 24 часа.

Ключевые слова: эндокринология; радиоiodотерапия; I-131; ядерная медицина; текстурный анализ; радиомика; машинное обучение; ультразвуковое исследование; узловые образования.

Как цитировать:

Манаев А.В., Трухин А.А., Захарова С.М., Шеремета М.С., Трошина Е.А. Искусственный интеллект в ультразвуковом исследовании узловых образований щитовидной железы, прогноз накопления I-131 // Digital Diagnostics. T. 5, № S1. С. 92–94. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625986>

Received: 28.01.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dean D.S., Gharib H. Epidemiology of thyroid nodules // Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. 2008. Vol. 22, N 6. P. 901–911. doi: 10.1016/j.beem.2008.09.019
2. Carnell N.E., Valente W.A. Thyroid nodules in graves' disease: Classification, characterization, and response to treatment // Thyroid. 1998. Vol. 8, N 7. P. 571–576. doi: 10.1089/thy.1998.8.571
3. Kim W.B., Han S.M., Kim T.Y., et al. Ultrasonographic screening for detection of thyroid cancer in patients with Graves' disease // Clinical endocrinology. 2004. Vol. 60, N 6. P. 719–725. doi: 10.1111/j.1365-2265.2004.02043.x
4. Kim H.G., Kwak J.Y., Kim E.K., et al. Man to man training: Can it help improve the diagnostic performances and interobserver variabilities of thyroid ultrasonography in residents? // European Journal of Radiology. 2012. Vol. 81, N 3. P. e352–e356. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.11.011
5. Peng S., Liu Y., Lv W., et al. Deep learning-based artificial intelligence model to assist thyroid nodule diagnosis and management: A multicentre diagnostic study // The Lancet Digital Health. 2021. Vol. 3, N 4. P. e250–e259. doi: 10.1016/S2589-7500(21)00041-8

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625986>

Artificial intelligence in ultrasound of thyroid nodules, prognosis of I-131 uptake

Almaz V. Manaev^{1,2}, Alexey A. Trukhin^{1,2}, Svetlana M. Zakharova^{1,2}, Marina S. Sheremeta¹, Ekaterina A. Troshina^{1,2}

¹ Endocrinology Research Centre, Moscow, Russia;

² National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute) Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Thyroid nodules are a prevalent issue, with an estimated incidence of 19% to 35% based on ultrasound examination and 8% to 65% based on autopsy findings [1]. In some cases, Plummer's disease is observed, and nodular masses may be observed in 10% to 35% of Graves' disease cases, with iodine accumulation of a different nature [2, 3]. One of the principal treatments for Graves' and Plummer's diseases is radioiodine therapy, which serves to exclude the possibility of malignancy in nodules. Furthermore, the pharmacokinetics of iodine is investigated, which represents the most time-consuming and labor-intensive stage of preparation for radioiodine therapy. In clinical practice, ultrasound is performed in accordance with the TI-RADS system, followed (if necessary) by fine-needle aspiration puncture biopsy, stratified according to the Bethesda system. However, the interpretation of ultrasound examinations is inherently subjective, whereas the use of decision support systems can reduce the number of fine-needle aspiration puncture biopsies by 27% and the number of missed malignant neoplasms by 1.9%. Furthermore, the quantitative characterization of nodal ultrasound may enhance the investigation of the pharmacokinetics of I-131 [4, 5].

AIM: The study aimed to develop a method for quantitatively characterizing ultrasound images of thyroid nodular masses for predicting malignancy and I-131 accumulation by nodular masses.

MATERIALS AND METHODS: The study included 125 nodules with pathomorphologic findings (65 benign, 60 malignant) and 25 benign nodules (established by cytologic examination) of patients who underwent radioiodotherapy as part of the Russian Science Foundation grant project No. 22-15-00135. Longitudinal and transverse projections of thyroid nodules were obtained using GE Voluson E8 (36% of all benign nodules and 27% of malignant nodules) and GE Logiq E (64% of benign and 73% of malignant nodules). A pharmacokinetics study was conducted on 25 nodes obtained on a GE Logiq V2 device. The accumulation index of I-131 was determined after 24 hours. A spatial adjacency matrix, gray level line length matrix, gray level zone size matrix, and histogram were employed to investigate features based on ultrasound images.

RESULTS: The malignancy prediction model, developed on the basis of the most significant features and after KNN correlation analysis, exhibited a diagnostic accuracy value of $72 \pm 3\%$, a sensitivity of $73 \pm 5\%$, and a specificity of $73 \pm 5\%$. An investigation of I-131 pharmacokinetics revealed that the maximum histogram intensity gradient ($r = -0.48$, $p = 0.08$) and intensity entropy ($r = -0.51$, $p = 0.06$) exhibited the highest Spearman correlation coefficient modulus with I-131 accumulation after 24 hours.

CONCLUSIONS: The present study demonstrates the feasibility of using quantitative characterization of ultrasound images of nodal masses as a tool to monitor nodules before radioiodotherapy. This is with a view to subsequent adjunctive fine-needle aspiration puncture biopsy and prediction of I-131 accumulation after 24 hours.

Keywords: endocrinology; radioiodine therapy; I-131; nuclear medicine; textural analysis; radiomics; machine learning; ultrasound; thyroid nodules.

To cite this article:

Manaev AV, Trukhin AA, Zakharova SM, Sheremeta MS, Troshina EA. Artificial intelligent in ultrasound of thyroid nodules, prognosis of I-131 uptake. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):92–94. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625986>

REFERENCES

1. Dean DS, Gharib H. Epidemiology of thyroid nodules. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2008;22(6):901–911. doi: 10.1016/j.beem.2008.09.019
2. Carnell NE, Valente WA. Thyroid nodules in graves' disease: Classification, characterization, and response to treatment. *Thyroid*. 1998;8(7):571–576. doi: 10.1089/thy.1998.8.571
3. Kim WB, Han SM, Kim TY, et al. Ultrasonographic screening for detection of thyroid cancer in patients with Graves' disease. *Clinical endocrinology*. 2004;60(6):719–725. doi: 10.1111/j.1365-2265.2004.02043.x
4. Kim HG, Kwak JY, Kim EK, et al. Man to man training: Can it help improve the diagnostic performances and interobserver variabilities of thyroid ultrasonography in residents? *European Journal of Radiology*. 2012;81(3):e352–e356. doi: 10.1016/j.ejrad.2011.11.011
5. Peng S, Liu Y, Lv W, et al. Deep learning-based artificial intelligence model to assist thyroid nodule diagnosis and management: A multicentre diagnostic study. *The Lancet Digital Health*. 2021;3(4):e250–e259. doi: 10.1016/S2589-7500(21)00041-8

ОБ АВТОРАХ

*** Манаев Алмаз Вадимович;**

ORCID: 0009-0003-8035-676X;

eLibrary SPIN: 2902-9767;

e-mail: a.manaew2016@yandex.ru

Трухин Алексей Андреевич;

ORCID: 0000-0001-5592-4727;

eLibrary SPIN: 4398-9536;

e-mail: alexey.trukhin12@gmail.com

Захарова Светлана Михайловна;

ORCID: 0000-0001-6059-2827;

eLibrary SPIN: 9441-4035;

e-mail: smzakharova@mail.ru

Шеремета Марина Сергеевна;

ORCID: 0000-0003-3785-0335;

eLibrary SPIN: 7845-2194;

e-mail: marina888@yandex.ru

Трошина Екатерина Анатольевна;

ORCID: 0000-0002-8520-8702;

eLibrary SPIN: 8821-8990;

e-mail: troshina@inbox.ru

AUTHORS' INFO

*** Almaz V. Manaev;**

ORCID: 0009-0003-8035-676X;

eLibrary SPIN: 2902-9767;

e-mail: a.manaew2016@yandex.ru

Alexey A. Trukhin;

ORCID: 0000-0001-5592-4727;

eLibrary SPIN: 4398-9536;

e-mail: alexey.trukhin12@gmail.com

Svetlana M. Zakharova;

ORCID: 0000-0001-6059-2827;

eLibrary SPIN: 9441-4035;

e-mail: smzakharova@mail.ru

Marina S. Sheremeta;

ORCID: 0000-0003-3785-0335;

eLibrary SPIN: 7845-2194;

e-mail: marina888@yandex.ru

Ekaterina A. Troshina;

ORCID: 0000-0002-8520-8702;

eLibrary SPIN: 8821-8990;

e-mail: troshina@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625987>

Посмертные гипостазы печени у новорождённых: лучевые и патологоанатомические характеристики

О.В. Савва^{1,2}, У.Н. Туманова¹, В.Г. Быченко¹, А.И. Щеголев¹¹ Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова, Москва, Россия;² Бюро судебно-медицинской экспертизы имени Д.И. Мастбаума, Рязань, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. При патологоанатомических и судебно-медицинских вскрытиях исследования тел умерших и погибших проводятся на фоне развивающихся неспецифических трупных изменений, в частности — внутренних гипостазов, характеризующихся перераспределением крови в тканях и органах под действием силы тяжести [1, 2]. Такие посмертные гипостазы отражают давность наступления смерти, однако затрудняют проведение дифференциальной диагностики прижизненных патологических процессов и поражений с неспецифическими трупными изменениями [3, 4]. Перспективным способом визуализации и оценки трупных гипостазов может стать проведение посмертной магнитно-резонансной томографии как объективного и неинвазивного метода исследования, особенно в случаях гибели новорождённых, характеризующихся относительной незрелостью органов и тканей [5, 6].

Цель — при помощи посмертной магнитно-резонансной томографии и морфологического исследования изучить проявления трупных гипостазов в печени умерших новорождённых в зависимости от длительности посмертного периода.

Материалы и методы. В основу исследования положено комплексное посмертное лучевое и патологоанатомическое исследование тел 62 новорождённых и младенцев, умерших в возрасте от 1,5 ч до 49 дней, без аномалий развития и заболеваний печени. Проводили посмертную магнитно-резонансную томографию на аппарате 3T Siemens Magnetom Verio и последующее патологоанатомическое вскрытие. На полученных T1- и T2-взвешенных изображениях оценивали наличие и выраженность линии градиента интенсивности магнитно-резонансного сигнала в вентральной (выше расположенной) и дорзальной (ниже расположенной) областях ткани печени. После аутопсии проводили взятие образцов ткани из вентральной и дорзальной областей печени с последующим микроскопическим анализом препаратов, окрашенных гематоксилином и эозином.

Результаты. В результате проведённой посмертно магнитно-резонансной томографии установлены лучевые характеристики и гистологические изменения ткани печени, обусловленные трупными гипостазами. Основным проявлением их в печени при посмертной магнитно-резонансной томографии является изменение интенсивностей магнитно-резонансного сигнала в выше и ниже расположенных областях органа с появлением градиента интенсивности сигнала, отражающего расположение тела после смерти и зависящего от длительности посмертного периода. Отмечено, что градиент интенсивности сигнала чаще выявлялся на T1- по сравнению с T2-взвешенными изображениями. При гистологическом изучении препаратов ткани печени выявлено повышение размеров синусоидов и уменьшение площади печёночных балок, прогрессирующее по мере увеличения давности смерти и выраженное в большей степени в ниже расположенной области печени. Данные изменения, несомненно, являются морфологическим субстратом лучевых характеристик.

Заключение. Выявленные при посмертной магнитно-резонансной томографии и морфологическом исследовании особенности трупных гипостазов в печени необходимо учитывать при анализе результатов и определении звеньев танатогенеза погибших новорождённых.

Ключевые слова: печень; посмертные изменения; посмертные гипостазы; посмертная магнитно-резонансная томография; аутопсия.

Как цитировать:

Савва О.В., Туманова У.Н., Быченко В.Г., Щеголев А.И. Посмертные гипостазы печени у новорождённых: лучевые и патологоанатомические характеристики // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 95–97. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625987>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Madea B., Henssge C., Reibe S., Tsokos M., Kernbach-Wighton G. Postmortem changes and time since death. In: Handbook of forensic medicine. Madea B, editor. doi: 10.1002/9781118570654.ch7
2. Щеголев А.И., Туманова У.Н., Савва О.В. Характеристика структурных морфологических изменений печени в зависимости от давности смерти // Судебно-медицинская экспертиза. 2023. Т. 66, № 1. С. 50–54. EDN: ORRQDD doi: 10.17116/sudmed20236601150
3. Christe A., Flach P., Ross S., et al. Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: Specific and unspecific postmortem signs // Leg. Med (Tokyo). 2010. Vol. 12, N 5. P. 215–222. doi: 10.1016/j.legalmed.2010.05.005
4. Туманова У.Н., Щеголев А.И. Лучевая визуализация неспецифических посмертных изменений сердечно-сосудистой системы // Судебно-медицинская экспертиза. 2016. Т. 59, № 5. С. 59–63. EDN: XEPZQL doi: 10.17116/sudmed2016595559-63
5. Tumanova U.N., Shchegolev A.I. The role and place of thanatoradiological studies in the pathological examination of fetuses and newborns // Bull Exp Biol Med. 2022. Vol. 173, N 6. P. 691–705. doi: 10.1007/s10517-022-05615-y
6. Туманова У.Н., Савва О.В., Быченко В.Г., и др. Посмертная лучевая характеристика динамики развития неспецифических посмертных изменений тела новорождённого // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2022. Т. 12, № 2. С. 35–54. EDN: MWUKCI doi: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-35-54

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625987>

Postmortem liver hypostases in newborns: radiation and pathological characteristics

Oksana V. Savva^{1,2}, Ulyana N. Tumanova¹, Vladimir G. Bychenko¹, Aleksandr I. Shchegolev¹

¹ Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow, Russia;

² D.I. Mastbaum Forensic Medical Examination Bureau, Ryazan, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: During pathological and forensic autopsies, the bodies of the deceased are examined to identify nonspecific cadaveric changes. These changes include internal hypostases, which are characterized by the redistribution of blood in tissues and organs under the influence of gravity [1, 2]. Such postmortem hypostases reflect the age of death, but they also complicate the differential diagnosis of lifetime pathological processes and lesions with nonspecific cadaveric changes [3, 4]. Postmortem magnetic resonance imaging represents an objective and noninvasive method of investigation, particularly in cases of neonatal death characterized by relative immaturity of organs and tissues. It may therefore prove to be a promising approach to visualize and evaluate cadaveric hypostases [5, 6].

AIM: The aim of this study was to investigate the manifestations of cadaveric hypostases in the liver of deceased neonates, with a focus on the impact of postmortem period duration. This was achieved through the use of postmortem magnetic resonance imaging and morphologic examination.

MATERIALS AND METHODS: The study was based on a comprehensive postmortem radiology and pathological anatomical examination of the bodies of 62 newborns and infants who died at the age of 1.5 hours to 49 days. The subjects were selected to exclude those with developmental anomalies and liver diseases. A postmortem magnetic resonance imaging examination was conducted on a 3T Siemens Magnetom Verio apparatus, followed by a subsequent pathological and anatomic autopsy. The T1- and T2-weighted images were evaluated to determine the presence and severity of the magnetic resonance signal intensity gradient line in the ventral (superior) and dorsal (inferior) regions of the liver tissue. Following the autopsy, tissue samples were obtained from the ventral and dorsal regions of the liver, and subsequently subjected to microscopic analysis of hematoxylin and eosin-stained preparations.

RESULTS: The results of postmortem magnetic resonance imaging have enabled the establishment of the radiation characteristics and histological changes in liver tissue caused by cadaveric hypostases. The most notable manifestation of cadaveric hypostases in the liver at postmortem magnetic resonance imaging is the change in magnetic resonance signal intensities in the above and below-located regions of the organ, accompanied by the emergence of a signal intensity gradient. This gradient reflects the location of the body after death and varies depending on the duration of the postmortem period. The signal intensity gradient was more frequently observed on T1-weighted images compared to T2-weighted images. Histological examination of liver tissue preparations revealed an increase in the size of sinusoids and a decrease in the area of hepatic

Received: 25.01.2024

Accepted: 01.03.2024

Published online: 30.06.2024

beams, which was observed to progress with increasing age at death and was expressed to a greater extent in the lower liver region. These changes are undoubtedly a morphologic substrate of radiation characteristics.

CONCLUSIONS: The specific characteristics of cadaveric liver hypostases, as revealed by postmortem magnetic resonance imaging and morphological study, should be taken into account when analyzing the results and determining the links of thanatogenesis of dead newborns.

Keywords: liver; postmortem changes; postmortem hypostasis; postmortem magnetic resonance imaging; autopsy.

To cite this article:

Savva OV, Tumanova UN, Bychenko VG, Shchegolev AI. Postmortem liver hypostases in newborns: radiation and pathological characteristics. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):95–97. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD625987>

REFERENCES

1. Madea B, Henssge C, Reibe S, Tsokos M, Kernbach-Wighton G. Postmortem changes and time since death. In: *Handbook of forensic medicine*. Madea B, editor. doi: 10.1002/9781118570654.ch7
2. Shchegolev AI, Tumanova UN, Savva OV. Characteristics of structural morphological changes of the liver depending on the prescription of death coming. *Forensic Medical Expertise*. 2023;66(1):50–54. EDN: ORRQDD doi: 10.17116/sudmed20236601150
3. Christe A, Flach P, Ross S, et al. Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: Specific and unspecific postmortem signs. *Leg. Med (Tokyo)*. 2010;12(5):215–222. doi: 10.1016/j.legalmed.2010.05.005
4. Tumanova UN, Shchegolev AI. Radio-visualization of non-specific postmortem changes in the cardiovascular system. *Forensic Medical Expertise*. 2016;59(5):59–63. EDN: XEPZQL doi: 10.17116/sudmed2016595559-63
5. Tumanova UN, Shchegolev AI. The role and place of thanatoradiological studies in the pathological examination of fetuses and newborns. *Bull Exp Biol Med*. 2022;173(6):691–705. doi: 10.1007/s10517-022-05615-y
6. Tumanova UN, Savva OV, Bychenko VG, et al. Postmortem radiological characteristics of the development of nonspecific postmortem changes in the body of a newborn. *Russian electronic journal of radiology*. 2022;12(2):35–54. EDN: MWUKCI doi: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-35-54

ОБ АВТОРАХ

*** Савва Оксана Владимировна;**

ORCID: 0000-0002-0926-5609;

eLibrary SPIN: 4944-7323;

e-mail: patan777@gmail.com

Туманова Ульяна Николаевна;

ORCID: 0000-0002-0924-6555;

eLibrary SPIN: 7555-0987;

e-mail: patan777@gmail.com

Быченко Владимир Геннадьевич;

ORCID: 0000-0002-1459-4124;

eLibrary SPIN: 1962-0956;

e-mail: v_bychenko@oparina4.ru

Щеголев Александр Иванович;

ORCID: 0000-0002-2111-1530;

eLibrary SPIN: 9061-5983;

e-mail: ashchegolev@oparina4.ru

AUTHORS' INFO

*** Oksana V. Savva;**

ORCID: 0000-0002-0926-5609;

eLibrary SPIN: 4944-7323;

e-mail: patan777@gmail.com

Ulyana N. Tumanova;

ORCID: 0000-0002-0924-6555;

eLibrary SPIN: 7555-0987;

e-mail: patan777@gmail.com

Vladimir G. Bychenko;

ORCID: 0000-0002-1459-4124;

eLibrary SPIN: 1962-0956;

e-mail: v_bychenko@oparina4.ru

Aleksandr I. Shchegolev;

ORCID: 0000-0002-2111-1530;

eLibrary SPIN: 9061-5983;

e-mail: ashchegolev@oparina4.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627076>

Возможности нейросети в диагностике новообразований гортани

Е.А. Сафьянникова¹, А.И. Крюков^{1,2}, Н.Л. Кунельская^{1,2}, П.А. Сударев¹, С.Г. Романенко¹, Д.И. Курбанова¹, Е.В. Лесогорова¹, Е.Н. Красильникова¹, А.А. Иванова³, А.П. Осадчий³, Н.Г. Шевырина³

¹ Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского, Москва, Россия;

² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

³ ООО «Рубедо», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В настоящее время искусственный интеллект в виде искусственных нейронных сетей активно внедряется в различные сферы нашей жизни, в том числе и в медицину. В частности, в оториноларингологии искусственные нейронные сети используют изображения, полученные при эндоскопическом обследовании пациентов (например, при видеоларингоскопии) [1–3]. Интерпретация ларингоскопической картины зачастую представляет значительные трудности для практического врача, что снижает частоту выявления предраковых заболеваний гортани и способствует росту числа пациентов с раком гортани III–IV стадии [4, 5]. Это определяет важность своевременного проведения и правильной интерпретации результатов эндоскопического обследования пациентов с заболеваниями гортани. Искусственные нейронные сети могут быть применены для анализа результатов видеоларингоскопии, предоставляя дополнительные подсказки врачу, что может помочь повысить точность диагностики и снизить риск ошибки [6, 7].

Цель — разработка и обучение искусственной нейронной сети для распознавания характерных признаков образований и вариантов нормы гортани.

Материалы и методы. Работа выполнена в рамках гранта Московского центра инновационных технологий в здравоохранении № 2112-1/22 «Использование нейросети (алгоритмов искусственного интеллекта) для контроля и повышения качества диагностики и лечения заболеваний структур гортани и уха на основе цифровой технологии». В процессе работы применялись методы сбора данных, необходимых для создания фотобанка (датасета) медицинских изображений, полученных при видеоларингоскопии; методы разметки данных для формирования датасетов по отдельным нозологиям и группам заболеваний; метод консилиума; методы анализа точности распознавания и классификации цифровых эндоскопических снимков; методы обучения классификационных нейронных сетей.

В итоге для обучения искусственной нейронной сети был собран, размечен и загружен датасет, состоящий из 1471 снимка гортани в цифровых форматах (jpg, bmp). Среди них на образование гортани пришлось 410 изображений, на варианты нормы — 1061 снимок. Далее было проведено обучение нейросети и тестирование её с целью распознавания признаков нормы и образований гортани.

Результаты. По результатам тестирования искусственной нейронной сети была сформирована матрица неточностей, рассчитано значение точности распознавания, рассчитаны показатели качества работы модели, построена ROC-кривая. Разработанная и обученная искусственная нейронная сеть продемонстрировала точность 86% в распознавании признаков образований и нормы гортани.

Заключение. Проведённое исследование демонстрирует, что обученная искусственная нейронная сеть может достаточно успешно различать признаки нормы и образований гортани на эндоскопических фотографиях. При дальнейшем обучении нейросети и достижении высокой точности данную технологию возможно применить в клинической практике в качестве помощника в интерпретации ларингоскопических изображений и ранней диагностики образований гортани, а также для контроля и повышения качества диагностики и лечения заболеваний горла, носа и ушей врачами первичного звена.

Ключевые слова: гортань; образование гортани; норма гортани; нейросеть; искусственный интеллект.

Как цитировать:

Сафьянникова Е.А., Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Сударев П.А., Романенко С.Г., Курбанова Д.И., Лесогорова Е.В., Красильникова Е.Н., Иванова А.А., Осадчий А.П., Шевырина Н.Г. Возможности нейросети в диагностике новообразований гортани // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 98–101. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627076>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Paderno A., Gennarini F., Sordi A., et al. Artificial intelligence in clinical endoscopy: Insights in the field of videomicroscopy // *Frontiers in Surgery*. 2022. Vol. 9. P. 933297. doi: 10.3389/fsurg.2022.933297
2. Cao C., Liu F., Tan H., et al. Deep Learning and Its Applications in Biomedicine // *Genomics Proteomics Bioinformatics*. 2018. Vol. 16, N 1. P. 17–32. doi: 10.1016/j.gpb.2017.07.003
3. Suganyadevi S., Seethalakshmi V., Balasamy K. A review on deep learning in medical image analysis // *International Journal of Multimedia Information Retrieval*. 2022. Vol. 11, N 1. P. 19–38. doi: 10.1007/s13735-021-00218-1
4. Пачес А.И., Бржезовский В.Ж., Демидов Л.В., и др. Опухоли головы и шеи. Москва : Практическая медицина, 2013. EDN: XHRBCO
5. Черемисина О.В., Чойнзенов Е.Л. Возможности эндоскопической диагностики предопухолевых заболеваний и рака гортани в современной онкологии // *Сибирский онкологический журнал*. 2007. Т. 3, № 23. С. 5–9. EDN: IBAIOD
6. Ren J., Jing X., Wang J., et al. Automatic Recognition of Laryngoscopic Images Using a Deep-Learning Technique // *Laryngoscope*. 2020. Vol. 130, N 11. P. E686–E693. doi: 10.1002/lary.28539
7. Xiong H., Lin P., Yu J.G., et al. Computer-aided diagnosis of laryngeal cancer via deep learning based on laryngoscopic images // *EBioMedicine*. 2019. Vol. 48. P. 92–99. doi: 10.1016/j.ebiom.2019.08.075

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627076>

Potential of a neural network in the diagnosis of laryngeal tumors

Evgeniya A. Safyannikova¹, Andrey I. Kryukov^{1,2}, Natalya L. Kunelskaya^{1,2}, Pavel A. Sudarev¹, Svetlana G. Romanenko¹, Diana I. Kurbanova¹, Ekaterina V. Lesogorova¹, Ekaterina N. Krasilnikova¹, Anastasiya A. Ivanova³, Anton P. Osadchij³, Natalya G. Shevyrina³

¹ The Sverzhhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute, Moscow, Russia;

² The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

³ Rubedo LLC, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Currently, artificial intelligence in the form of artificial neural networks is being actively implemented in a number of areas of our lives, including medicine. In particular, in otorhinolaryngology, artificial neural networks are used to analyze images obtained during endoscopic examinations of patients (e.g., videolaryngoscopy) [1–3]. The interpretation of laryngoscopic images often presents significant difficulties for practicing physicians, which reduces the frequency of detection of precancerous laryngeal diseases and contributes to the increase in the number of patients with stage III–IV laryngeal cancer [4, 5]. This underscores the significance of prompt performance and accurate interpretation of the findings of endoscopic examinations of patients with laryngeal disorders. Artificial neural networks can be employed to analyze the results of videolaryngoscopy, furnishing the physician with supplementary information that can enhance diagnostic accuracy and diminish the probability of error [6, 7].

AIM: The study aims to develop and train an artificial neural network for recognizing characteristic features of laryngeal neoplasms and variants of laryngeal normality.

MATERIALS AND METHODS: The study was conducted under the grant of the Moscow Center for Innovative Technologies in Healthcare (grant No. 2112–1/22) entitled “Using Neural Networks (Artificial Intelligence Algorithms) for Control and Improving the Quality of Diagnosis and Treatment of Diseases of Laryngeal and Ear Structures through Digital Technologies”. The following methods were used during the course of the study: data collection for the creation of a photobank (dataset) of medical images obtained during videolaryngoscopy; data partitioning for the formation of datasets for individual nosologies and groups of diseases; the method of consilium; analysis of the accuracy of recognition and classification of digital endoscopic images; and training of classification neural networks.

Consequently, a dataset comprising 1,471 laryngeal images in digital formats (JPEG, BMP) was assembled, labelled, and uploaded for the purpose of training the artificial neural network. Of the total number of images, 410 were classified as pertaining to laryngeal formation, while 1061 were classified as variants of normality. Subsequently, the neural network was trained and tested to identify the signs of normal and laryngeal masses.

RESULTS: The results of the testing of the artificial neural network indicated the formation of an inaccuracy matrix, the calculation of the value of recognition accuracy, the calculation of the quality indicators of the model performance, and the construction of the ROC curve. The developed and trained artificial neural network demonstrated an accuracy of 86% in recognizing the signs of laryngeal masses and norms.

CONCLUSIONS: This study demonstrates that a trained artificial neural network can successfully distinguish between signs of normal and laryngeal masses in endoscopic photographs. With further training of the neural network and achievement of high accuracy, this technology can be used in clinical practice as an assistant in the interpretation of laryngoscopic images and early diagnosis of laryngeal masses. It can also be employed to control and improve the quality of diagnosis and treatment of diseases of the throat, nose, and ears by primary care physicians.

Keywords: larynx; benign laryngeal tumor; vocal fold normality; neural network; artificial intelligence.

To cite this article:

Safyanikova EA, Kryukov AI, Kunelskaya NL, Sudarev PA, Romanenko SG, Kurbanova DI, Lesogorova EV, Krasilnikova EN, Ivanova AA, Osadchij AP, Shevyrina NG. Potential of a neural network in the diagnosis of laryngeal tumors. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):98–101. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627076>

REFERENCES

1. Paderno A, Gennarini F, Sordi A, et al. Artificial intelligence in clinical endoscopy: Insights in the field of videomicroscopy. *Frontiers in Surgery*. 2022;9:933297. doi: 10.3389/fsurg.2022.933297
2. Cao C, Liu F, Tan H, et al. Deep Learning and Its Applications in Biomedicine. *Genomics Proteomics Bioinformatics*. 2018;16(1):17–32. doi: 10.1016/j.gpb.2017.07.003
3. Suganyadevi S, Seethalakshmi V, Balasamy K. A review on deep learning in medical image analysis. *International Journal of Multimedia Information Retrieval*. 2022;11(1):19–38. doi: 10.1007/s13735-021-00218-1
4. Paches AI, Brzhezovskii VZh, Demidov LV, et al. *Head and neck tumors*. Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2013. (In Russ). EDN: XRBBCO
5. Cheremisina OV, Choinzonov EL. Potentials of endoscopic diagnosis of precancer diseases and cancer of the larynx. *Siberian journal of oncology*. 2007;3(23):5–9. EDN: IBAIOD
6. Ren J, Jing X, Wang J, et al. Automatic Recognition of Laryngoscopic Images Using a Deep-Learning Technique. *Laryngoscope*. 2020;130(11):E686–E693. doi: 10.1002/lary.28539
7. Xiong H, Lin P, Yu JG, et al. Computer-aided diagnosis of laryngeal cancer via deep learning based on laryngoscopic images. *EBioMedicine*. 2019;48:92–99. doi: 10.1016/j.ebiom.2019.08.075

ОБ АВТОРАХ

*** Курбанова Диана Игоревна;**

ORCID: 0000-0002-3571-8851;

eLibrary SPIN: 4597-5197;

e-mail: doctor_diana@mail.ru

Сафьяникова Евгения Александровна;

ORCID: 0000-0005-7780-6488;

eLibrary SPIN: 9016-9253;

e-mail: zh.saffi@inbox.ru

Крюков Андрей Иванович;

ORCID: 0000-0002-0149-0676;

eLibrary SPIN: 9393-8753;

e-mail: nikio@zdrav.mos.ru

Кунельская Наталья Леонидовна;

ORCID: 0000-0002-1001-2609;

eLibrary SPIN: 9282-6970;

e-mail: nlkun@mail.ru

Сударев Павел Алексеевич;

ORCID: 0000-0001-9085-9879;

eLibrary SPIN: 4113-3569;

e-mail: mnpco@mail.ru

Романенко Светлана Георгиевна;

ORCID: 0000-0002-8202-5505;

eLibrary SPIN: 5645-3401;

e-mail: s_romanenko@bk.ru

AUTHORS' INFO

*** Diana I. Kurbanova;**

ORCID: 0000-0002-3571-8851;

eLibrary SPIN: 4597-5197;

e-mail: doctor_diana@mail.ru

Evgeniya A. Safyanikova;

ORCID: 0000-0005-7780-6488;

eLibrary SPIN: 9016-9253;

e-mail: zh.saffi@inbox.ru

Andrey I. Kryukov;

ORCID: 0000-0002-0149-0676;

eLibrary SPIN: 9393-8753;

e-mail: nikio@zdrav.mos.ru

Natalya L. Kunelskaya;

ORCID: 0000-0002-1001-2609;

eLibrary SPIN: 9282-6970;

e-mail: nlkun@mail.ru

Pavel A. Sudarev;

ORCID: 0000-0001-9085-9879;

eLibrary SPIN: 4113-3569;

e-mail: mnpco@mail.ru

Svetlana G. Romanenko;

ORCID: 0000-0002-8202-5505;

eLibrary SPIN: 5645-3401;

e-mail: s_romanenko@bk.ru

Лесогорова Екатерина Владимировна;

ORCID: 0000-0003-1753-5960;

eLibrary SPIN: 1602-4311;

e-mail: katenan1@rambler.ru

Красильникова Екатерина Николаевна;

ORCID: 0000-0002-8675-078X;

eLibrary SPIN: 8759-7139;

e-mail: fil_kate@mail.ru

Иванова Анастасия Александровна;

ORCID: 0009-0001-4684-5864;

e-mail: AnastasiaIwanova@yandex.ru

Осадчий Антон Павлович;

ORCID: 0009-0001-3270-4390;

e-mail: uhogorlonosiki@yandex.ru

Шевырина Наталья Григорьевна;

ORCID: 0009-0003-9446-5457;

e-mail: shevyrina.nata22@gmail.com

Ekaterina V. Lesogorova;

ORCID: 0000-0003-1753-5960;

eLibrary SPIN: 1602-4311;

e-mail: katenan1@rambler.ru

Ekaterina N. Krasil'nikova;

ORCID: 0000-0002-8675-078X;

eLibrary SPIN: 8759-7139;

e-mail: fil_kate@mail.ru

Anastasiya A. Ivanova;

ORCID: 0009-0001-4684-5864;

e-mail: AnastasiaIwanova@yandex.ru

Anton P. Osadchiy;

ORCID 0009-0001-3270-4390;

e-mail: uhogorlonosiki@yandex.ru

Natalya G. Shevyrina;

ORCID: 0009-0003-9446-5457;

e-mail: shevyrina.nata22@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627081>

Применение алгоритмов искусственного интеллекта для диагностики патологии заболеваний уха

А.Г. Хубларян¹, А.И. Крюков^{1,2}, Н.Л. Кунельская^{1,2}, Е.В. Гаров^{1,2}, П.А. Сударев¹, В.Э. Киселюс¹, В.Н. Зеленкова¹, А.А. Иванова³, А.П. Осадчий³, Н.Г. Шевырина³

¹ Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского, Москва, Россия;

² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

³ ООО «Рубедо», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Своевременная и качественная диагностика заболевания является основой грамотной тактики лечения пациента. В своём исследовании авторы показывают, что отоларингологи ошибаются в каждом четвёртом диагнозе, а врачи общей практики (терапевты, педиатры, фельдшеры) — в каждом втором. В результате это приводит к возникновению осложнений, хронизации процессов, увеличению сроков лечения и реабилитации, ухудшению трудоспособности населения и падению доверия пациентов [1].

Сегодня в зарубежной медицине средства искусственного интеллекта активно стали внедряться и в оториноларингологию. Наиболее распространено использование компьютерного зрения как инструмента применения искусственного интеллекта в обучении, а в дальнейшем в использовании в диагностике и лечении заболеваний уха, горла и носа. По данным Министерства здравоохранения Российской Федерации, в среднем ежегодно более 6% населения страны обращается к оториноларингологу с патологией наружного и среднего уха. Это соответствует тому, что консультация оториноларинголога требуется 9 000 000 человек ежегодно. В оториноларингологии для обучения нейросетей используют изображения, полученные при эндоскопическом обследовании пациентов (например, при видеоларингоскопии) [2–4].

Разработка и внедрение в клиническую практику технологий, основанных на применении алгоритмов искусственного интеллекта, является одним из приоритетов развития медицинских технологий и требует тщательного и взвешенного подхода к разработке и обучению подобных систем.

Цель — разработка и обучение нейросети (алгоритмов искусственного интеллекта) для определения патологии уха на основе цифровых эндоскопических изображений.

Материалы и методы. Началом нашей работы стало создание базы данных цифровых эндоскопических фотографий. Для этого во время стандартного отохирургического приёма был проведён сбор эндовидеофотографий нормальных и патологически изменённых барабанных перепонки в обезличенном формате. Следующим этапом была сформирована система критериев оценки снимков для дальнейшей разметки. Сформировано «дерево диагнозов» ушных заболеваний, основанных на визуальных признаках, для создания мыслительного алгоритма распознавания состояния (норма/патология) наружного слухового прохода и барабанной перепонки. Снижение степени субъективности оценки изображений было достигнуто посредством создания коллегиального подхода в формате консилиума.

Для обучения нейросети коллективом авторов было выполнено, загружено и размечено 5750 цифровых эндоскопических изображений в формате jpg, jpeg. Количество нормальных изображений наружного слухового прохода с не изменённой барабанной перепонкой составило 750, патологически изменённых — 5000 снимков. Разметка снимков проводилась с учётом разработанных критериев оценки визуальных признаков с последующим присвоением нозологического статуса заболевания/нормы.

Результаты. В результате проведённого исследования были изучены основные метрики: специфичность, точность и чувствительность. Результаты значений для 11 классов (норма и 10 различных нозологий): варьирование показателя специфичности составило от 0,846 до 0,982; точности — от 0,422 до 0,950; чувствительности — от 0,433 до 0,900.

Заключение. Выполненная исследовательская работа иллюстрирует возможность создания и обучения нейросети, основанной на применении алгоритмов искусственного интеллекта, для оценки состояния наружного слухового прохода и барабанной перепонки. При этом важными компонентами являются не только сбор качественных снимков, но и грамотная разметка данных, создание «дерева диагнозов», основанных на визуальных признаках. Дальнейшее повышение точности распознавания основных заболеваний уха может стать основой для создания системы помощи принятия врачебного решения и оказывать непосредственную помощь в практической медицине.

Received: 16.02.2024

Accepted: 27.03.2024

Published online: 30.06.2024

Ключевые слова: патология уха; норма уха; отит; нейросеть; искусственный интеллект.

Как цитировать:

Хубларян А.Г., Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Гаров Е.В., Сударев П.А., Киселюс В.Э., Зеленкова В.Н., Иванова А.А., Осадчий А.П., Шевырина Н.Г. Применение алгоритмов искусственного интеллекта для диагностики патологии заболеваний уха // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 102–105. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627081>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pichichero M.E., Poole M.D. Assessing diagnostic accuracy and tympanocentesis skills in the management of otitis media // Arch Pediatr Adolesc Med. 2001. Vol. 155, N 10. P. 1137–1142. doi: 10.1001/archpedi.155.10.1137
2. Paderno A., Gennarini F., Sordi A., et al. Artificial intelligence in clinical endoscopy: Insights in the field of videomicroscopy // Frontiers in Surgery. 2022. Vol. 9. P. 933297. doi: 10.3389/fsurg.2022.933297
3. Cao C., Liu F., Tan H., et al. Deep Learning and Its Applications in Biomedicine // Genomics Proteomics Bioinformatics. 2018. Vol. 16, N 1. P. 17–32. doi: 10.1016/j.gpb.2017.07.003
4. Suganyadevi S., Seethalakshmi V., Balasamy K. A review on deep learning in medical image analysis // International Journal of Multimedia Information Retrieval. 2022. Vol. 11, N 1. P. 19–38. doi: 10.1007/s13735-021-00218-1

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627081>

Application of artificial intelligence algorithms for diagnosing the pathology of ear diseases

Alvina G. Khublaryan¹, Andrey I. Kryukov^{1,2}, Natalya L. Kunelskaya^{1,2}, Evgeny V. Garov^{1,2}, Pavel A. Sudarev¹, Vitautas E. Kiselyus¹, Victoria N. Zelenkova¹, Anastasiya A. Ivanova³, Anton P. Osadchij³, Natalya G. Shevyrina³

¹ The Sverzhhevskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute, Moscow, Russia;

² The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

³ Rubedo LLC, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Timely and accurate diagnosis of the disease is the foundation for effective treatment strategies for the patient. The authors demonstrate in their study that otolaryngologists are incorrect in approximately one-quarter of their diagnoses, while general practitioners (internists, pediatricians, and paramedics) are incorrect in approximately one-half of their diagnoses. Consequently, this results in the emergence of complications, the chronicization of processes, an increase in treatment and rehabilitation time, a deterioration of the population's ability to work, and a decline in patient confidence [1].

In the field of foreign medicine, artificial intelligence tools have been actively introduced in otorhinolaryngology. The most prevalent application of artificial intelligence in otorhinolaryngology is the use of computer vision as a tool for training and subsequently for the diagnosis and treatment of diseases of the ear, throat, and nose. According to the Ministry of Health of the Russian Federation, on average, more than 6% of the population of the country consults an otorhinolaryngologist annually with pathology of the external and middle ear. This aligns with the observation that approximately 9 million individuals require consultation with an otorhinolaryngologist on an annual basis. In otorhinolaryngology, images obtained from endoscopic examinations of patients (e.g., videolaryngoscopy) are used to train neural networks [2–4].

The development and introduction of technologies based on the application of artificial intelligence algorithms into clinical practice is one of the priorities of medical technology development and requires a careful and balanced approach to the development and training of such systems.

AIM: The study aimed to develop and train a neural network (artificial intelligence algorithms) to detect ear pathology from digital endoscopic images.

MATERIALS AND METHODS: The initial phase of our research involved the creation of a digital database comprising endoscopic photographs. For this purpose, endovideos of normal and pathologically altered tympanic membranes in an anonymized format were collected during a standard otosurgical appointment. The subsequent step was to establish a system of criteria for evaluating the images for subsequent annotation. A diagnostic tree of ear diseases based on visual features was constructed to develop a reasoning algorithm for identifying the condition (normal/pathological) of the external auditory canal and tympanic membrane. The subjective nature of image evaluation was mitigated by implementing a collegial approach in a consilium format.

Рукопись получена: 16.02.2024

Рукопись одобрена: 27.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

In order to train the neural network, the research team performed, uploaded, and labeled 5,750 digital endoscopic images in JPEG format. A total of 750 images of the external auditory canal with an unaltered tympanic membrane were identified, while 5,000 images exhibited pathological alterations. The images were subsequently labeled in accordance with the established criteria for evaluating visual features, which were then used to assign the nosological status of the disease or norm.

RESULTS: The study yielded insights into the main metrics, namely specificity, accuracy, and sensitivity. The results of the values for 11 classes (normal and 10 different nosologies) revealed a considerable degree of variation in the metrics. The specificity metric exhibited a range of values from 0.846 to 0.982, while the accuracy metric demonstrated a similar range from 0.422 to 0.950. The sensitivity metric exhibited a narrower range of values, from 0.433 to 0.900.

CONCLUSIONS: This study demonstrates the potential for developing and training a neural network based on the application of artificial intelligence algorithms to assess the condition of the external auditory canal and tympanic membrane. In this case, the collection of high-quality images is not the sole crucial component; equally important is the competent annotation of data and the creation of a “tree of diagnoses” based on visual features. Further improvement of the accuracy of recognizing the main ear diseases can serve as the basis for the creation of a system of assistance in medical decision-making and provide direct assistance in practical medicine.

Keywords: ear disease; normal ear; otitis; neural network; artificial intelligence.

To cite this article:

Khublaryan AG, Kryukov AI, Kunelskaya NL, Garov EV, Sudarev PA, Kiselyus VE, Zelenkova VN, Ivanova AA, Osadchij AP, Shevyrina NG. Application of artificial intelligence algorithms for diagnosing the pathology of ear diseases. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):102–105. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627081>

REFERENCES

1. Pichichero ME, Poole MD. Assessing diagnostic accuracy and tympanocentesis skills in the management of otitis media. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2001;155(10):1137–1142. doi: 10.1001/archpedi.155.10.1137
2. Paderno A, Gennarini F, Sordi A, et al. Artificial intelligence in clinical endoscopy: Insights in the field of videomics. *Frontiers in Surgery*. 2022;9:933297. doi: 10.3389/fsurg.2022.933297
3. Cao C, Liu F, Tan H, et al. Deep Learning and Its Applications in Biomedicine. *Genomics Proteomics Bioinformatics*. 2018;16(1):17–32. doi: 10.1016/j.gpb.2017.07.003
4. Suganyadevi S, Seethalakshmi V, Balasamy K. A review on deep learning in medical image analysis. *International Journal of Multimedia Information Retrieval*. 2022;11(1):19–38. doi: 10.1007/s13735-021-00218-1

ОБ АВТОРАХ

* **Киселюс Витаутас Эдуардо;**

ORCID: 0000-0003-4853-9112;

eLibrary SPIN: 1991-0749;

e-mail: moomer@mail.ru

Хубларян Альвина Генриховна;

ORCID: 0000-0001-8934-5977;

eLibrary SPIN: 4195-1692;

e-mail: alvinka95@mail.ru

Крюков Андрей Иванович;

ORCID: 0000-0002-0149-0676;

eLibrary SPIN: 9393-8753;

e-mail: nikio@zdrav.mos.ru

Кунельская Наталья Леонидовна;

ORCID: 0000-0002-1001-2609;

eLibrary SPIN: 9282-6970;

e-mail: nlkun@mail.ru

Гаров Евгений Вениаминович;

ORCID: 0000-0003-2473-3113;

eLibrary SPIN: 1566-9994;

e-mail: egarov@yandex.ru

Сударев Павел Алексеевич;

ORCID: 0000-0001-9085-9879;

eLibrary SPIN: 4113-3569;

e-mail: mnpco@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Vitautas E. Kiselyus;**

ORCID: 0000-0003-4853-9112;

eLibrary SPIN: 1991-0749;

e-mail: moomer@mail.ru

Alvina G. Khublaryan;

ORCID: 0000-0001-8934-5977;

eLibrary SPIN: 4195-1692;

e-mail: alvinka95@mail.ru

Andrey I. Kryukov;

ORCID: 0000-0002-0149-0676;

eLibrary SPIN: 9393-8753;

e-mail: nikio@zdrav.mos.ru

Natalya L. Kunelskaya;

ORCID: 0000-0002-1001-2609;

eLibrary SPIN: 9282-6970;

e-mail: nlkun@mail.ru

Evgeny V. Garov;

ORCID: 0000-0003-2473-3113;

eLibrary SPIN: 1566-9994;

e-mail: egarov@yandex.ru

Pavel A. Sudarev;

ORCID: 0000-0001-9085-9879;

eLibrary SPIN: 4113-3569;

e-mail: mnpco@mail.ru

Зеленкова Виктория Николаевна;

ORCID: 0000-0002-5103-1080;

eLibrary SPIN: 4389-3337;

e-mail: Zelenkova.07.78@mail.ru

Иванова Анастасия Александровна;

ORCID: 0009-0001-4684-5864;

e-mail: AnastasiaIwanova@yandex.ru

Осадчий Антон Павлович;

ORCID: 0009-0001-3270-4390;

e-mail: uhogorlonosiki@yandex.ru

Шевырина Наталья Григорьевна;

ORCID: 0009-0003-9446-5457;

e-mail: shevyrina.nata22@gmail.com

Victoria N. Zelenkova;

ORCID: 0000-0002-5103-1080;

eLibrary SPIN: 4389-3337;

e-mail: Zelenkova.07.78@mail.ru

Anastasiya A. Ivanova;

ORCID: 0009-0001-4684-5864;

e-mail: AnastasiaIwanova@yandex.ru

Anton P. Osadchiy;

ORCID: 0009-0001-3270-4390;

e-mail: uhogorlonosiki@yandex.ru

Natalya G. Shevyrina;

ORCID: 0009-0003-9446-5457;

e-mail: shevyrina.nata22@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627082>

Дистанционное консультирование пациентов с вестибулярными расстройствами

А.В. Тишкина¹, А.Л. Гусева^{1,2}, А.И. Крюков^{1,3}, А.Е. Демкина⁴¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;² Городская клиническая больница № 1 им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия;³ Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии имени Л.И. Свержевского, Москва, Россия;⁴ ООО «ДОКСТАРКЛАБ», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Диагностика вестибулярных расстройств, проявляющихся жалобой на головокружение и неустойчивость, в амбулаторной практике представляет сложную задачу для врачей всех специальностей [1]. Проведение отоневрологического обследования пациента с головокружением квалифицированным специалистом возможно лишь в некоторых клиниках, что ограничивает доступность данного вида специализированной помощи, а также своевременную диагностику пациентов с вестибулярными расстройствами [2, 3]. Дистанционное консультирование изучалось при проведении вестибулярной реабилитации и показало свою эффективность [4], однако в последнее десятилетие актуальность телемедицины стабильно возрастает в условиях развития информационно-коммуникационных технологий. Телемедицина имеет значительный потенциал для повышения доступности качественной медицинской помощи населению, преодолевая географические барьеры и кадровый дефицит узкопрофильных специалистов.

Цель — выявить особенности телемедицинского консультирования пациентов с вестибулярными расстройствами.

Материалы и методы. С использованием телемедицинской платформы DSC.Clinic проведено дистанционное консультирование 20 пациентов в возрасте от 27 до 85 лет (средний возраст $54,1 \pm 5,4$ года; 13 женщин и 7 мужчин, без разделения на группы), включавшее сбор жалоб и анамнеза, ознакомление с данными результатов обследований, назначенных другими специалистами. Продолжительность консультаций составляла 20 мин. Далее определялась диагностическая концепция вестибулярного расстройства, пациентам давались рекомендации по выполнению дополнительных обследований, а также по немедикаментозному и симптоматическому лечению. В течение последующих 1–2 недель проводилась очная консультация с полным клиническим отоневрологическим обследованием, постановкой клинического диагноза и назначением лечения. Проведена оценка сопоставимости телемедицинской и очной консультации и особенностей дистанционного консультирования пациентов с вестибулярными расстройствами.

Результаты. Во всех случаях пациенты были направлены на консультацию отоневролога другими специалистами с диагнозом «вестибулопатия неясной этиологии»: 16 пациентов (80%) были направлены неврологом, 4 пациента (20%) — оториноларингологом. В рамках дистанционного консультирования 5 пациентам (25%) было рекомендовано провести аудиологическое исследование, 4 пациентам (20%) рекомендовали ведение дневника головной боли. При сборе анамнеза у 11 пациентов (55%) выявлен эпизодический вестибулярный синдром, у 7 пациентов (35%) — хронический вестибулярный синдром, у 2 пациентов (10%) — острый вестибулярный синдром. В 6 случаях (30%) диагностическая концепция включала одно вестибулярное расстройство, в 6 случаях (30%) предполагалась ассоциация вестибулярных расстройств, в 8 случаях (40%) — дифференциально-диагностический ряд возможных вестибулопатий. После очной консультации диагностическая концепция полностью подтвердилась у 10 пациентов (50% случаев), у 6 пациентов (30% случаев) подтвердился диагноз из предложенного ранее дифференциального ряда; 4 пациента (20%) потребовали дальнейшего наблюдения.

Заключение. Дистанционная консультация пациента с вестибулярным расстройством позволяет заранее назначить необходимое для постановки клинического диагноза обследование. В работе представлены начальные данные по анализу эффективности телемедицинского консультирования в отоневрологии, планируется обследование и анализ большего количества пациентов для разработки наиболее оптимального алгоритма использования телемедицины при различных видах вестибулярной патологии. На основе полученных данных после проведенного очного отоневрологического обследования в 80% случаев было соответствие диагноза в рамках заранее установленного дифференциально-диагностического ряда, тогда как в половине всех случаев диагностическая концепция оказалась полностью соответствующей клиническому диагнозу. В зарубежной литературе вопросы применения телемедицины для дистанционного мониторинга и вестибулярной реабилитации активно обсуждаются уже в течение нескольких лет [5], в отличие от отечественных данных, что позволяет считать описанное исследование перспективным, а вопрос — требующим дальнейшего изучения.

Received: 16.02.2024

Accepted: 22.03.2024

Published online: 30.06.2024

Ключевые слова: головокружение; вестибулярный синдром; телемедицина.

Как цитировать:

Тишкина А.В., Гусева А.Л., Крюков А.И., Демкина А.Е. Дистанционное консультирование пациентов с вестибулярными расстройствами // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 106–108. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627082>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Walther L.E. Current diagnostic procedures for diagnosing vertigo and dizziness // *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2017. Vol. 16. doi: 10.3205/cto000141
2. Макаров С.А., Гусева А.Л. Диагностика и лечение головокружения в клинической практике // *Медицинский алфавит.* 2023. № 21. С. 23–29. EDN: LUKLDC doi: 10.33667/2078-5631-2023-21-23-29
3. Barreto R.G., Yacovino D.A., Teixeira L.J., Freitas M.M. Teleconsultation and teletreatment protocol to diagnose and manage patients with benign paroxysmal positional vertigo (BPPV) during the COVID-19 Pandemic // *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2021. Vol. 25, N 01. P. e141–e149. doi: 10.1055/s-0040-1722252
4. Harrell R.G., Schubert M.C., Oxborough S., Whitney S.L. Vestibular Rehabilitation Telehealth During the SAEA-CoV-2 (COVID-19) Pandemic // *Front. Neurol.* 2022. Vol. 12. doi: 10.3389/fneur.2021.781482
5. Miller L.E., Rath V.K., Kozin E.D., et al. Telemedicine Services Provided to Medicare Beneficiaries by Otolaryngologists Between 2010 and 2018 // *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2020. Vol. 146, N 9. P. 816–821. doi: 10.1001/jamaoto.2020.1911

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627082>

Telehealth for patients with vestibular disorders

Anna V. Tishkina¹, Alexandra L. Guseva^{1,2}, Andrei I. Kryukov^{1,3}, Alexandra E. Demkina⁴

¹ The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

² Moscow City Clinical Hospital No. 1 named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;

³ The Sverzhewskiy Otorhinolaryngology Healthcare Research Institute, Moscow, Russia;

⁴ DOCSTARCLUB LLC, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The diagnosis of vestibular disorders, which are manifested by the complaint of dizziness and unsteadiness, is a challenging task for physicians of all specialties in outpatient practice [1]. The otoneurological examination of a patient with vertigo by a qualified specialist is only possible in some clinics, which limits the availability of this type of specialized care and the timely diagnosis of patients with vestibular disorders [2, 3]. Telemedicine has been the subject of investigation in the field of vestibular rehabilitation, with encouraging results [4]. Over the past decade, however, the relevance of telemedicine has been on the rise in the context of the development of information and communication technologies. Telemedicine has the potential to significantly enhance the accessibility of quality medical care to the population, overcoming geographical barriers and the shortage of narrow-profile specialists.

AIM: The study aimed to identify the features of telemedicine counseling for patients with vestibular disorders.

MATERIALS AND METHODS: The DSC.Clinic telemedicine platform was used to consult with 20 patients aged 27 to 85 years (mean age 54.1±5.4 years; 13 women and 7 men, without division into groups). The consultations included the collection of complaints and anamnesis, as well as familiarization with the results of examinations prescribed by other specialists. The duration of the consultations was 20 minutes. Furthermore, the diagnostic concept of vestibular disorder was established, and the patients were provided with recommendations for additional examinations, as well as for nonpharmacological and symptomatic treatment. Over the subsequent 1–2 weeks, a comprehensive clinical otoneurologic examination, clinical diagnosis, and treatment prescription were conducted in person. The comparability of telemedicine and in-person consultation, as well as the features of remote counseling for patients with vestibular disorders, were evaluated.

RESULTS: In all cases, patients were referred to an otoneurologist by other specialists with the diagnosis of vestibulopathy of unclear etiology. Of the 20 patients, 16 (80%) were referred by a neurologist, and 4 (20%) by an otorhinolaryngologist. As part of remote counseling, five patients (25%) were recommended to undergo an audiologic study, and four patients (20%) were advised to maintain a headache diary. When collecting anamnesis, 11 patients (55%) had episodic vestibular syndrome, 7 patients (35%) had chronic vestibular syndrome, and 2 patients (10%) had acute vestibular syndrome. In 6 cases (30%), the diagnostic concept included a single vestibular disorder. In 6 cases (30%), an association of vestibular disorders was suggested. In 8 cases (40%), a differential diagnostic series of possible vestibulopathies was proposed. Following in-person consultation, the diagnostic concept was fully confirmed in 10 patients (50% of cases), with 6 patients (30% of cases) having their diagnosis from the previously proposed differential series confirmed. Four patients (20%) required further follow-up.

Рукопись получена: 16.02.2024

Рукопись одобрена: 22.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

CONCLUSIONS: Remote consultation of a patient with vestibular disorder allows for the prescription of an examination plan in advance for the purpose of clinical diagnosis. This paper presents initial data on the analysis of the effectiveness of telemedicine counseling in otoneurology. It is planned to examine and analyze more patients to develop the most optimal algorithm for the use of telemedicine in various types of vestibular pathology. The data obtained following the in-person otoneurologic examination indicated that in 80% of cases, the diagnosis was consistent with the predetermined differential diagnostic series. Furthermore, in half of all cases, the diagnostic concept was fully consistent with the clinical diagnosis. In foreign literature, the issues of telemedicine application for remote monitoring and vestibular rehabilitation have been actively discussed for several years [5], in contrast to the Russian studies, which allows to consider the described study as promising and the issue as requiring further study.

Keywords: dizziness; vestibular syndrome; telehealth.

To cite this article:

Tishkina AV, Guseva AL, Kryukov AI, Demkina AE. Telehealth for patients with vestibular disorders. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):106–108. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627082>

REFERENCES

1. Walther LE. Current diagnostic procedures for diagnosing vertigo and dizziness. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg*. 2017;16. doi: 10.3205/cto000141
2. Makarov SA, Guseva AL. Diagnosis and treatment of dizziness and vertigo in clinical practice. *Medical alphabet*. 2023;(21):23–29. EDN: LUKLDC doi: 10.33667/2078-5631-2023-21-23-29
3. Barreto RG, Yacovino DA, Teixeira LJ, Freitas MM. Teleconsultation and teletreatment protocol to diagnose and manage patients with benign paroxysmal positional vertigo (BPPV) during the COVID-19 Pandemic. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2021;25(01):e141–e149. doi: 10.1055/s-0040-1722252
4. Harrell RG, Schubert MC, Oxborough S, Whitney SL. Vestibular Rehabilitation Telehealth During the SAEA-CoV-2 (COVID-19) Pandemic. *Front. Neurol*. 2022;12. doi: 10.3389/fneur.2021.781482
5. Miller LE, Rathi VK, Kozin ED, et al. Telemedicine Services Provided to Medicare Beneficiaries by Otolaryngologists Between 2010 and 2018. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2020;146(9):816–821. doi: 10.1001/jamaoto.2020.1911

ОБ АВТОРАХ

* Тишкина Анна Викторовна;

ORCID: 0009-0007-2804-3685;

eLibrary SPIN: 4116-9292;

e-mail: avtishkina@yandex.ru

Гусева Александра Леонидовна;

ORCID: 0000-0002-7988-4229;

eLibrary SPIN: 4417-2650

Крюков Андрей Иванович;

ORCID: 0000-0001-8483-2530;

eLibrary SPIN: 9393-8753

Демкина Александра Евгеньевна;

ORCID: 0000-0002-8004-9725;

eLibrary SPIN: 4657-5501

AUTHORS' INFO

* Anna V. Tishkina;

ORCID: 0009-0007-2804-3685;

eLibrary SPIN: 4116-9292;

e-mail: avtishkina@yandex.ru

Alexandra L. Guseva;

ORCID: 0000-0002-7988-4229;

eLibrary SPIN: 4417-2650

Andrei I. Kryukov;

ORCID: 0000-0001-8483-2530;

eLibrary SPIN: 9393-8753

Alexandra E. Demkina;

ORCID: 0000-0002-8004-9725;

eLibrary SPIN: 4657-5501

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627084>

Разработка метода обработки сигнала электрокардиографии для эффективной оценки сердечного ритма пациента с использованием свёрточной нейронной сети

Д.В. Гордиенко, А.О. Кравченко

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Оценка ритма сердца пациента является первым этапом при аннотировании электрокардиограммы. В представленной работе был разработан метод, предназначенный для обработки сигнала электрокардиографии и оценки сердечного ритма. Метод основан на применении обученной свёрточной нейронной сети, что позволит в кратчайшие сроки после получения электрокардиограммы предоставить врачу предварительную информацию о возможной фибрилляции предсердий или наличии иных нарушений ритма. Кроме того, такие методы могут быть интегрированы в системы телемедицины, позволяя проводить мониторинг сердечного состояния дистанционно.

Цель — разработка метода обработки сигнала электрокардиографии для классификации сердечного ритма пациента по трём классам: синусовый ритм, фибрилляция предсердий и прочие аритмии.

Материалы и методы. Для тренировки и тестирования модели были выбраны электрокардиограммы пациентов, находящиеся в открытом доступе [1]. Программное обеспечение написано на языке программирования Python с использованием фреймворка TensorFlow. Тренировочная, валидационная и тестовая выборки формировались с соотношением 10:1:1, распределение по классам равномерное. Наборы данных для каждой записи подготавливались в трёх вариантах: совмещение графиков всех 12 отведений электрокардиограммы на одном изображении, получение спектрограмм II и V1 отведений с использованием вейвлета Гаусса, представление записи в виде векторной кардиограммы. За основу архитектуры свёрточной нейронной сети была взята архитектура ResNet18, которая была в дальнейшем модифицирована, и для каждого из представлений входных данных были произведены серии модификаций.

Результаты. Была получена сериализованная модель со следующими показателями точности: ассигасу=43% для совмещения 12 электрокардиографических отведений на изображении; ассигасу=43% для векторного представления электрокардиограммы; ассигасу=69% для вейвлет-преобразования электрокардиограммы. В случае двухклассовой задачи, включающей в себя синусовый ритм и фибрилляцию предсердий, метрика ассигасу для вейвлет-преобразования достигает 93% с метриками recall=93%, precision=94% и f1-score=93%.

Заключение. Полученные результаты демонстрируют возможности применения свёрточных нейронных сетей для оценки сердечного ритма пациентов. Дальнейшее развитие проекта предполагает подбор наилучшего алгоритма машинного обучения, апробация этого алгоритма для двухклассовой задачи и расширение решения для других классов нарушений ритма. Кроме того, возможно улучшение результатов классификации для трёхклассовой задачи при использовании лучшей модели и введении дополнительной кластеризации.

Ключевые слова: свёрточная нейронная сеть; сердечный ритм; фибрилляция предсердий; электрокардиография; векторная электрокардиография; вейвлет-преобразование.

Как цитировать:

Гордиенко Д.В., Кравченко А.О. Разработка метода обработки сигнала электрокардиографии для эффективной оценки сердечного ритма пациента с использованием свёрточной нейронной сети // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 109–111. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627084>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. PTB-XL — Atrial Fibrillation Detection [Internet]. Kaggle [дата обращения: 16.12.2023]. Доступ по ссылке: <https://www.kaggle.com/datasets/arjunascagnetto/ptbxl-atrial-fibrillation-detection>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627084>

Electrocardiography signal processing method for effective assessment of a patient's heart rate using a convolutional neural network

Daniel V. Gordienko, Artem O. Kravchenko

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The initial step in annotating an electrocardiogram is the evaluation of the patient's heart rhythm. In the presented study, a method has been developed to process the electrocardiographic signal and estimate the heart rhythm. The method is based on the application of a trained convolutional neural network, which will provide the physician with preliminary information about possible atrial fibrillation or the presence of other rhythm disturbances as soon as possible after receiving the electrocardiogram. Furthermore, such methodologies can be incorporated into telemedicine systems, thereby facilitating remote monitoring of cardiac status.

AIM: The aim of the study was to develop an electrocardiography signal processing method for the classification of a patient's heart rhythm into three classes: sinus rhythm, atrial fibrillation, and other arrhythmias.

MATERIALS AND METHODS: The publicly available electrocardiograms of patients were selected for model training and testing. The software was written in the Python programming language using the TensorFlow framework. The training, validation, and test samples were formed with a ratio of 10:1:1, with a uniform distribution by classes. Three variants of data sets for each record were prepared: combining plots of all 12 leads of the electrocardiogram on one image, obtaining spectrograms of II and V1 leads using Gaussian wavelet, and representing the record as a vector cardiogram. The architecture of the convolutional neural network was based on the ResNet18 architecture, which was further modified, and a series of modifications were made for each of the input data representations.

RESULTS: A serialized model was obtained with the following accuracy metrics: accuracy=43% for matching 12 electrocardiographic leads in the image; accuracy=43% for vector representation of the electrocardiogram; and accuracy=69% for wavelet transform of the electrocardiogram. In the case of a two-class problem involving sinus rhythm and atrial fibrillation, the accuracy metric for the wavelet transform reaches 93% with metrics recall, precision, and F1-score values of 93%, 94%, and 93%, respectively.

CONCLUSIONS: The results demonstrate the potential of using convolutional neural networks to assess the heart rhythm of patients. Further development of the project involves the selection of the most effective machine learning algorithm, testing of this algorithm for the two-class problem, and expansion of the solution for other classes of rhythm disorders. Additionally, it is possible to improve classification results for the three-class problem by using a superior model and introducing additional clustering.

Keywords: convolutional neural network; heart rate; atrial fibrillation; electrocardiography; vector electrocardiography; continuous wavelet transform.

To cite this article:

Gordienko DV, Kravchenko AO. Electrocardiography signal processing method for effective assessment of a patient's heart rate using a convolutional neural network. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):109–111. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627084>

REFERENCES

1. PTB-XL — Atrial Fibrillation Detection [Internet]. Kaggle [cited 2023 Dec 16]. Available from: <https://www.kaggle.com/datasets/arjunascagnetto/ptb-xl-atrial-fibrillation-detection>

Received: 16.02.2024

Accepted: 22.03.2024

Published online: 30.06.2024

ОБ АВТОРАХ

*** Гордиенко Даниил Валерьевич;**

ORCID: 0009-0007-9813-3475;

e-mail: mrvanderk@mail.ru

Кравченко Артём Олегович;

ORCID: 0009-0007-0507-4294;

e-mail: ikrav514@gmail.com

AUTHORS' INFO

*** Daniel V. Gordienko;**

ORCID: 0009-0007-9813-3475;

e-mail: mrvanderk@mail.ru

Artem O. Kravchenko;

ORCID: 0009-0007-0507-4294;

e-mail: ikrav514@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627088>

Возможности текстурного анализа компьютерных томограмм в дифференциальной диагностике гастроинтестинальных стромальных опухолей и лейомиом желудка. Обзор литературы

Э.А. Мартиросян¹, Г.Г. Кармазановский², Е.В. Кондратьев², Е.А. Соколова²¹ Городская клиническая онкологическая больница № 1, Москва, Россия;² Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В отечественной и мировой литературе опубликовано ограниченное количество исследований, посвящённых дифференциальной диагностике гастроинтестинальных стромальных опухолей с другими внутрибрюшными опухолями. Лечение неэпителиальных опухолей желудка осуществляется в соответствии с гистологическим типом. Стандартное лечение для локализованных форм гастроинтестинальных стромальных опухолей — хирургическое. Для обнаруженных субэпителиальных образований до 2 см, при отсутствии эндоскопических признаков высокого риска, может рассматриваться тактика активного наблюдения с обязательным выполнением эндоскопического ультразвукового исследования и соблюдением краткосрочных интервалов. Лейомиомы, будучи доброкачественными образованиями, при отсутствии клинических симптомов, как правило, не требуют хирургического лечения. Таким образом, предоперационное определение типа опухоли может помочь избежать необоснованного хирургического вмешательства. Однако возможности компьютерной томографии в дифференцировании данных типов опухолей ограничены из-за схожей рентгенологической картины. Ввиду этого требуется поиск и освоение новых научных и клинических методов. Одной из возможных методик является текстурный анализ (радиомика).

Цель — изучить возможности текстурного анализа (радиомики) в диагностике и дифференциальной диагностике гастроинтестинальных стромальных опухолей и лейомиом желудка, анализируя имеющуюся мировую научную литературу.

Материалы и методы. Проведён поиск опубликованных статей в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science по ключевым словам: gastrointestinal stromal tumors, leiomyomas, radiomics. В наш обзор вошли 4 метаанализа, 16 оригинальных статей.

Результаты. Текстурный анализ является перспективным инструментом для количественной оценки гетерогенности образований на рентгенологических изображениях, извлекая дополнительные данные, которые не могут быть оценены с помощью визуального анализа. Были изучены возможности применения текстурного анализа для дифференциальной диагностики гастроинтестинальных стромальных опухолей с другими новообразованиями желудочно-кишечного тракта, стратификации риска и прогнозирования исхода после хирургического лечения, а также оценки мутационного статуса опухолей. Дифференциальная диагностика гастроинтестинальных стромальных опухолей должна проводиться с другими мезенхимальными опухолями желудка (шваннома, лейомиома), а также со злокачественными опухолями (аденокарцинома, лимфома), однако количество таких публикаций невелико. Некоторые опубликованные исследования по текстурному анализу гастроинтестинальных стромальных опухолей продемонстрировали отличную воспроизводимость полученных моделей.

Заключение. Отсутствие стандартизации и различия в методологии исследования затрудняют применение радиомики в клинической практике. В перспективе текстурный анализ может стать полезным инструментом для первичной оценки опухолей желудка, сократив время постановки диагноза и определение тактики ведения пациента до выполнения биопсии, а также предотвратить неправильное лечение.

Ключевые слова: радиомика; текстурный анализ; гастроинтестинальные стромальные опухоли; лейомиома.

Как цитировать:

Мартиросян Э.А., Кармазановский Г.Г., Кондратьев Е.В., Соколова Е.А. Возможности текстурного анализа компьютерных томограмм в дифференциальной диагностике гастроинтестинальных стромальных опухолей и лейомиом желудка. Обзор литературы // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 112–114. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627088>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sbaraglia M., Bellan E., Dei Tos A.P. The 2020 WHO Classification of Soft Tissue Tumours: news and perspectives // *Pathologica*. 2021. Vol. 113, N 2. P. 70–84. doi: 10.32074/1591-951X-213
2. Yue L., Sun Y., Wang X., Hu W. Advances of endoscopic and surgical management in gastrointestinal stromal tumors // *Frontiers in Surgery*. 2023. Vol. 10. P. 1092997. doi: 10.3389/fsurg.2023.1092997
3. Deprez P.H., Moons L.M.G., O'Toole D., et al. Endoscopic management of subepithelial lesions including neuroendocrine neoplasms: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline // *Endoscopy*. 2022. Vol. 54, N 04. P. 412–429. doi: 10.1055/a-1751-5742
4. Starmans M.P.A., Timbergen M.J.M., Vos M., et al. Differential diagnosis and molecular stratification of gastrointestinal stromal tumors on CT images using a radiomics approach // *Journal of Digital Imaging*. 2022. Vol. 35, N 2. P. 127–136. doi: 10.1007/s10278-022-00590-2
5. Mantese G. Gastrointestinal stromal tumor // *Current Opinion in Gastroenterology*. 2019. Vol. 6, N 35. P. 555–559. doi: 10.1097/MOG.0000000000000584
6. Ra J.C., Lee E.S., Lee J.B., et al. Diagnostic performance of stomach CT compared with endoscopic ultrasonography in diagnosing gastric subepithelial tumors // *Abdominal Radiology*. 2017. Vol. 2, N 42. P. 442–450. doi: 10.1007/s00261-016-0906-5

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627088>

Radiomics in the differential diagnosis of gastrointestinal stromal tumors and leiomyomas. A literature review

Elina A. Martirosyan¹, Grigory G. Karmazanovsky², Evgeniy V. Kondratyev², Elena A. Sokolova²

¹ Moscow City Oncological Hospital № 1, Moscow, Russia;

² A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: A limited number of studies have been conducted in Russian and world literature on the differential diagnosis of gastrointestinal stromal tumors with other intra-abdominal tumors. The treatment of gastric non-epithelial tumors is dependent on the histologic type. The standard treatment for localized forms of gastrointestinal stromal tumors is surgery. For subepithelial masses up to 2 cm in size, in the absence of endoscopic signs of high risk, a strategy of active surveillance with mandatory endoscopic ultrasound examination and compliance with short-term intervals may be considered. Leiomyomas, benign masses, do not typically necessitate surgical intervention in the absence of clinical symptoms. Therefore, preoperative determination of the tumor type may help to avoid unwarranted surgical intervention. However, the ability of computed tomography to differentiate these tumor types is limited due to the similar radiological picture. Therefore, new scientific and clinical methods are needed. One of the possible techniques is texture analysis (radiomics).

AIM: The study aims to investigate the potential of texture analysis (radiomics) in the diagnosis and differential diagnosis of gastrointestinal stromal tumors and gastric leiomyomas by analyzing the available world scientific literature.

MATERIALS AND METHODS: A search was conducted in PubMed, Scopus, and Web of Science databases for published articles using the following keywords: gastrointestinal stromal tumors, leiomyomas, and radiomics. The review included 4 meta-analyses and 16 original articles.

RESULTS: Texture analysis represents a promising tool for quantifying the heterogeneity of masses on radiologic images, thereby enabling the extraction of additional data that cannot be assessed by imaging analysis. The potential applications of texture analysis for differential diagnosis of gastrointestinal stromal tumors with other gastrointestinal neoplasms, risk stratification, and prediction of outcome after surgical treatment, as well as assessment of the mutational status of tumors, were explored. A differential diagnosis of gastrointestinal stromal tumors should be made with other mesenchymal tumors of the stomach (schwannoma, leiomyoma), as well as with malignant tumors (adenocarcinoma, lymphoma), although the number of such publications is limited. Some published studies on texture analysis of gastrointestinal stromal tumors have demonstrated excellent reproducibility of the obtained models.

CONCLUSIONS: The lack of standardization and differences in study methodology present significant challenges to the clinical application of radiomics. Texture analysis may offer a valuable tool for the initial evaluation of gastric tumors, reducing the time required for diagnosis and determining patient management before biopsy. This approach could help to prevent inappropriate treatment.

Keywords: radiomics; texture analysis; GIST; gastrointestinal stromal tumors; leiomyoma.

To cite this article:

Martirosyan EA, Karmazanovsky GG, Kondratyev EV, Sokolova EA. Radiomics in the differential diagnosis of gastrointestinal stromal tumors and leiomyomas. A literature review. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):112–114. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627088>

REFERENCES

1. Sbaraglia M, Bellan E, Dei Tos AP. The 2020 WHO Classification of Soft Tissue Tumours: news and perspectives. *Pathologica*. 2021;113(2):70–84. doi: 10.32074/1591-951X-213
2. Yue L, Sun Y, Wang X, Hu W. Advances of endoscopic and surgical management in gastrointestinal stromal tumors. *Frontiers in Surgery*. 2023;10:1092997. doi: 10.3389/fsurg.2023.1092997
3. Deprez PH, Moons LMG, O'Toole D, et al. Endoscopic management of subepithelial lesions including neuroendocrine neoplasms: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline. *Endoscopy*. 2022;54(04):412–429. doi: 10.1055/a-1751-5742
4. Starmans MPA, Timbergen MJM, Vos M, et al. Differential diagnosis and molecular stratification of gastrointestinal stromal tumors on CT images using a radiomics approach. *Journal of Digital Imaging*. 2022;35(2):127–136. doi: 10.1007/s10278-022-00590-2
5. Mantese G. Gastrointestinal stromal tumor. *Current Opinion in Gastroenterology*. 2019;6(35):555–559. doi: 10.1097/MOG.0000000000000584
6. Ra JC, Lee ES, Lee JB, et al. Diagnostic performance of stomach CT compared with endoscopic ultrasonography in diagnosing gastric subepithelial tumors. *Abdominal Radiology*. 2017;2(42):442–450. doi: 10.1007/s00261-016-0906-5

ОБ АВТОРАХ

*** Мартиросян Элина Арташесовна;**

ORCID: 0000-0002-1854-9638;

eLibrary SPIN: 8006-8917;

e-mail: robatik2009@mail.ru

Кармазановский Григорий Григорьевич;

ORCID: 0000-0002-9357-0998;

eLibrary SPIN: 5964-2369;

e-mail: karmazanovsky@yandex.ru

Кондратьев Евгений Валерьевич;

ORCID: 0000-0001-7070-3391;

eLibrary SPIN: 2702-6526;

e-mail: evgenykondratiev@gmail.com

Соколова Елена Александровна;

ORCID: 0000-0002-5667-7833;

eLibrary SPIN: 9197-6568;

e-mail: sokolok07@inbox.ru

AUTHORS' INFO

*** Elina A Martirosyan;**

ORCID: 0000-0002-1854-9638;

eLibrary SPIN: 8006-8917;

e-mail: robatik2009@mail.ru

Grigory G. Karmazanovsky;

ORCID: 0000-0002-9357-0998;

eLibrary SPIN: 5964-2369;

e-mail: karmazanovsky@yandex.ru

Evgeniy V. Kondratyev;

ORCID: 0000-0001-7070-3391;

eLibrary SPIN: 2702-6526;

e-mail: evgenykondratiev@gmail.com

Elena A. Sokolova;

ORCID: 0000-0002-5667-7833;

eLibrary SPIN: 9197-6568;

e-mail: sokolok07@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627089>

Антропоморфный фантом коленного сустава для исследований методом компьютерной томографии

Е.Д. Белякова, А.А. Насибуллина, Ю.В. Булгакова, О.В. Власова, В.В. Гребенникова, О.В. Омелянская, А.В. Петряйкин, Д.В. Леонов

Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Коленный сустав — часто визуализируемая анатомическая область в клинической практике. Точная интерпретация компьютерных томограмм требует глубокого знания анатомии и хорошего понимания основных технических принципов и протоколов визуализации. При проведении компьютерной томографии, чтобы не подвергать риску здоровье пациента, немаловажно избежать ошибочных исследований, возникающих из-за некачественной работы оборудования, проблем с его настройкой и укладкой пациента. Этим трудностей можно избежать, если использовать фантомы для предварительной настройки оборудования и обучать медицинский персонал методике сканирования.

Цель — разработать методику создания антропоморфного медицинского фантома коленного сустава, адекватно моделирующего рентгеновскую плотность соответствующих тканей человека, для исследований методом компьютерной томографии.

Материалы и методы. Фантом коленного сустава содержит модели бедренной, большеберцовой и малоберцовой костей, надколенника, а также коллатеральные связки, латеральный и медиальный мениски, сухожилие четырёхглавой мышцы бедра, переднюю и заднюю крестообразные связки, связку надколенника. Модели связок распечатаны на 3D-принтере из смолы, кости отлиты из силикона, мягкие ткани моделировались однородной структурой из силиконоподобных материалов и изготавливались методом литья в силиконовые формы. Аналогичным образом моделировался кожный покров. При исследовании диапазон анодного напряжения компьютерного томографа варьировал от 80 до 140 кВ, толщина среза равна 1,25 мм.

Результаты. Разработанный антропоморфный фантом коленного сустава продемонстрировал рентгеновскую плотность моделируемых анатомических структур: связок в диапазоне 80–120, костей — 320–370, мягких тканей и кожи — 20–60 единиц по шкале Хаусфилда. Использование аддитивных технологий позволило добиться схожести форм фантома с коленным суставом. Дальнейшие исследования могут быть направлены на создание более сложной модели костной ткани (раздельно кортикального слоя и губчатого вещества).

Заключение. Антропоморфный фантом коленного сустава облегчает получение качественных изображений компьютерной томографии, без предварительного сканирования пациентов.

Ключевые слова: медицинский фантом; компьютерная томография; коленный сустав.

Как цитировать:

Белякова Е.Д., Насибуллина А.А., Булгакова Ю.В., Власова О.В., Гребенникова В.В., Омелянская О.В., Петряйкин А.В., Леонов Д.В. Антропоморфный фантом коленного сустава для исследований методом компьютерной томографии // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 115–117. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627089>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kapisiz A., Kaya C., Eryilmaz S., et al. Letter to the Editor in Response to: Reducing Unnecessary Computed Tomography Scan // Journal of pediatric surgery. 2023. Vol. 58, N 7. P. 1402. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2023.02.048
2. Hernandez A.M., Bayne C.O., Bateni C., et al. Extremity radiographs derived from low-dose ultra-high-resolution CT: a phantom study // Skeletal Radiol. 2024. doi: 10.1007/s00256-024-04600-y
3. Leonov D., Venidiktova D., Costa-Júnior J.F.S., et al. Development of an anatomical breast phantom from polyvinyl chloride plastisol with lesions of various shape, elasticity and echogenicity for teaching ultrasound examination // Int J CARS. 2023. Vol. 19. P. 151–161. doi: 10.1007/s11548-023-02911-4
4. Leonov D., Kodenko M., Leichenko D., Nasibullina A., Kulberg N. Design and validation of a phantom for transcranial ultrasonography // Int J Comput Assist Radiol Surg. 2022. Vol. 17. P. 1579–1588. doi: 10.1007/s11548-022-02614-2

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627089>

Medical phantom of the knee joint for computed tomography studies

Ekaterina D. Belyakova, Anastasia A. Nasibullina, Julia V. Bulgakova, Olga V. Vlasova, Veronika V. Grebennikova, Olga V. Omelyanskaya, Alexey V. Petraikin, Denis V. Leonov

Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The knee joint is a frequently visualized anatomical region in clinical practice. Accurate interpretation of CT scans necessitates a comprehensive understanding of anatomy and a sound grasp of fundamental technical principles and imaging protocols. To safeguard the patient's well-being, it is of paramount importance to prevent erroneous studies resulting from suboptimal equipment quality, setup issues, and patient positioning. These difficulties can be circumvented by the use of phantoms to pre-adjust the equipment and the provision of training to medical staff in scanning techniques.

AIM: The aim of the study was to develop a technique for creating an anthropomorphic medical phantom of the knee joint that would accurately reflect the X-ray density of the corresponding human tissues, thus enabling the use of computed tomography studies.

MATERIALS AND METHODS: The knee joint phantom comprises a series of models representing the femur, tibia, fibula, patella, collateral ligaments, lateral and medial menisci, tendon of the quadriceps femoris muscle, anterior and posterior cruciate ligaments, and patellar ligament. Ligament models were 3D-printed from resin, bones were cast from silicone, soft tissues were modeled with a homogeneous structure of silicone-like materials and made by casting into silicone molds. The skin was similarly modeled. In the study, the anode voltage range of the CT scanner varied from 80 to 140 kV, and the slice thickness was equal to 1.25 mm.

RESULTS: The developed anthropomorphic knee joint phantom demonstrated the X-ray density of the modeled anatomical structures, with ligaments exhibiting a range of 80–120 units on the Hausfield scale, bones exhibiting a range of 320–370 units, and soft tissues and skin exhibiting a range of 20–60 units. The use of additive technologies made it possible to achieve a high degree of similarity between the phantom forms and the knee joint. Further research may be directed towards the creation of a more complex model of bone tissue, comprising a separate cortical layer and spongy substance.

CONCLUSIONS: The use of an anthropomorphic knee phantom allows for the acquisition of high-quality CT images without the need for prior scanning of patients.

Keywords: medical phantom; computed tomography; knee joint.

To cite this article:

Belyakova ED, Nasibullina AA, Bulgakova JV, Vlasova OV, Grebennikova VV, Omelyanskaya OV, Petraikin AV, Leonov DV. Medical phantom of the knee joint for computed tomography studies. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):115–117. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627089>

REFERENCES

1. Kapisiz A, Kaya C, Eryilmaz S, et al. Letter to the Editor in Response to: Reducing Unnecessary Computed Tomography Scan. *Journal of pediatric surgery*. 2023;58(7):1402. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2023.02.048
2. Hernandez AM, Bayne CO, Bateni C, et al. Extremity radiographs derived from low-dose ultra-high-resolution CT: a phantom study. *Skeletal Radiol*. 2024. doi: 10.1007/s00256-024-04600-y
3. Leonov D, Venidiktova D, Costa-Júnior JFS, et al. Development of an anatomical breast phantom from polyvinyl chloride plastisol with lesions of various shape, elasticity and echogenicity for teaching ultrasound examination. *Int J CARS*. 2023;19:151–161. doi: 10.1007/s11548-023-02911-4
4. Leonov D, Kodenko M, Leichenko D, Nasibullina A, Kulberg N. Design and validation of a phantom for transcranial ultrasonography. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2022;17:1579–1588. doi: 10.1007/s11548-022-02614-2

Received: 16.02.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

ОБ АВТОРАХ

*** Белякова Екатерина Дмитриевна;**
ORCID: 0009-0009-0316-0628;
e-mail: belyakova_e_d@student.sechenov.ru

Насибуллина Анастасия Александровна;
ORCID: 0000-0003-1695-7731;
eLibrary SPIN: 2482-3372;
e-mail: NasibullinaAA@zdrav.mos.ru

Булгакова Юлия Владиславовна;
ORCID: 0000-0002-1627-6568;
eLibrary SPIN: 8945-6205;
e-mail: BulgakovaYV@zdrav.mos.ru

Власова Ольга Викторовна;
ORCID: 0009-0003-6041-132X;
eLibrary SPIN: 4492-3864;
e-mail: VlasovaOV10@zdrav.mos.ru

Гребенникова Вероника Вячеславовна;
ORCID: 0009-0003-6041-132X;
eLibrary SPIN: 4949-1057;
e-mail: GrebennikovaVV@zdrav.mos.ru

Омелянская Ольга Васильевна;
ORCID: 0000-0002-0245-4431;
eLibrary SPIN: 8948-6152;
e-mail: OmelyanskayaOV@zdrav.mos.ru

Петряйкин Алексей Владимирович;
ORCID: 0000-0003-1694-4682;
eLibrary SPIN: 6193-1656;
e-mail: PetryajkinAV@zdrav.mos.ru

Леонов Денис Владимирович;
ORCID: 0000-0003-0916-6552;
eLibrary SPIN: 5510-4075;
e-mail: LeonovDV2@zdrav.mos.ru

AUTHORS' INFO

*** Ekaterina D. Belyakova;**
ORCID: 0009-0009-0316-0628;
e-mail: belyakova_e_d@student.sechenov.ru

Anastasia A. Nasibullina;
ORCID: 0000-0003-1695-7731;
eLibrary SPIN: 2482-3372;
e-mail: NasibullinaAA@zdrav.mos.ru

Julia V. Bulgakova;
ORCID: 0000-0002-1627-6568;
eLibrary SPIN: 8945-6205;
e-mail: BulgakovaYV@zdrav.mos.ru

Olga V. Vlasova;
ORCID: 0009-0003-6041-132X;
eLibrary SPIN: 4492-3864;
e-mail: VlasovaOV10@zdrav.mos.ru

Veronika V. Grebennikova;
ORCID: 0009-0003-6041-132X;
eLibrary SPIN: 4949-1057;
e-mail: GrebennikovaVV@zdrav.mos.ru

Olga V. Omelyanskaya;
ORCID: 0000-0002-0245-4431;
eLibrary SPIN: 8948-6152;
e-mail: OmelyanskayaOV@zdrav.mos.ru

Alexey V. Petraikin;
ORCID: 0000-0003-1694-4682;
eLibrary SPIN: 6193-1656;
e-mail: PetryajkinAV@zdrav.mos.ru

Denis V. Leonov;
ORCID: 0000-0003-0916-6552;
eLibrary SPIN: 5510-4075;
e-mail: LeonovDV2@zdrav.mos.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627090>

«Живая хирургия» как современный и наглядный способ обучения врачей-специалистов

А.А. Федорцов, И.П. Мошуров, О.В. Мануковская, С.М. Поварков

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Обучение хирургическим навыкам является сложным и трудоёмким процессом. С того момента, как операции стали способом излечения пациента от заболевания, и по настоящее время остаётся актуальной проблема знаний через непосредственное участие в ходе оперативного вмешательства. Однако технически сложные вмешательства, а также манипуляции, цена ошибки в исполнении которых слишком велика, не всегда можно позволить выполнять в качестве учебного процесса. Именно в таких случаях незаменимой становится так называемая живая хирургия, представляющая собой показательные операции, транслируемые на экраны мониторов в режиме реального времени и проводимые в формате лекции-диалога [1]. Подобный формат особенно ценен при обучении врачей-онкологов, чьи пациенты изначально имеют ряд интра- и послеоперационных операционных рисков.

Цель — Обосновать необходимость регулярного применения «живой хирургии» в качестве эффективного способа обучения врачей-специалистов хирургическим навыкам.

Материалы и методы. Описательный синтез данных литературы с целью обоснования необходимости внедрения «живой хирургии» в процесс обучения врачей-специалистов. В ходе написания работы проанализированы исследования, отражающие различные аспекты процесса обучения врачей хирургическим навыкам с использованием телекоммуникационных технологий.

Результаты. Во всех проанализированных исследованиях авторы сходятся во мнении, что применение телекоммуникационных технологий, позволяющих проводить сеансы «живой хирургии» для передачи специалистам знаний оперативной техники, имеют образовательную ценность и дают возможность наглядно и поэтапно представить перечень практических навыков, необходимых для проведения оперативного вмешательства [1–8]. С.Т. Huerta и соавт. отмечают, что трансляции операций в режиме реального времени имеют больший образовательный эффект, чем аналогичные манипуляции, представленные видеозаписями [2]. Многие авторы, изучающие возможности применения «живой хирургии», задавались вопросом безопасности данного мероприятия для пациента. Большинство показало, что прямые трансляции не ведут к увеличению частоты интра- и послеоперационных осложнений [1, 3–5], однако часть исследователей указывают на повышение рисков, которые, в свою очередь, можно нивелировать чётким соблюдением свода правил проведения «живой хирургии» [6, 7]. Кроме того, очень важно перед мероприятием получить от пациента согласие на проведение прямой трансляции хирургического лечения [7].

Заключение. Резюмируя вышеизложенное, «живую хирургию» можно считать эффективным способом обучения врачей-специалистов хирургическим навыкам. Его применение должно стать регулярным и технически отработанным. При этом, чтобы не навредить здоровью пациента, необходимо соблюдать чёткие правила проведения «живой хирургии», предварительно взяв у пациента информированное согласие на участие в данном мероприятии.

Ключевые слова: цифровизация; живая хирургия; обучение; врачи-специалисты.

Как цитировать:

Федорцов А.А., Мошуров И.П., Мануковская О.В., Поварков С.М. «Живая хирургия» как современный и наглядный способ обучения врачей-специалистов // Digital Diagnostics. T. 5, № S1. С. 118–120. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627090>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ogaya-Pinies G., Abdul-Muhsin H., Palayapalayam-Ganapathi H., et al. Safety of Live Robotic Surgery: Results from a Single Institution // *Eur Urol Focus*. 2019. Vol. 5, N 4. P. 693–697. doi: 10.1016/j.euf.2017.08.004
2. Huerta C.T., Saberi R.A., Thorson C.M., et al. Effects of Recorded versus Live Teleconference Didactic Lectures on Medical Student Performance in the Surgery Clerkship // *J Surg Educ*. 2023. Vol. 80, N 2. P. 228–234. doi: 10.1016/j.jsurg.2022.09.017
3. Rocco B., Grasso A.A.C., De Lorenzis E., et al. Live surgery: highly educational or harmful? // *World J Urol*. 2018. Vol. 36, N 2. P. 171–175. doi: 10.1007/s00345-017-2118-1
4. Roman H., Prosser M., Marabha J., et al. Live surgery of colorectal endometriosis broadcasted from a surgeon's routine operating theater is not associated with higher complications rate // *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2021. Vol. 100, N 12. P. 2176–2185. doi: 10.1111/aogs.14264
5. Ramírez-Backhaus M., Bertolo R., Mamber A., et al. Live Surgery for Laparoscopic Radical Prostatectomy-Does it Worsen the Outcomes? A Single-center Experience // *Urology*. 2019. Vol. 123. P. 133–139. doi: 10.1016/j.urology.2018.10.001
6. Awad M., Chowdhary M., Hermena S., et al. Safety and effectiveness of live broadcast of surgical procedures: systematic review // *Surg Endosc*. 2022. Vol. 36, N 8. P. 5571–5594. doi: 10.1007/s00464-022-09072-6
7. Lafosse L., Protais M., Moody M.C., et al. Live Surgery: A retrospective study on the outcomes and complications of 7 orthopedic live surgery events // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021. Vol. 107, N 8. P. 102871. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102871
8. Gandsas A., Dorey T., Park A. Immersive Live Streaming of Surgery Using 360-Degree Video to Head-Mounted Virtual Reality Devices: A New Paradigm in Surgical Education // *Surg Innov*. 2023. Vol. 30, N 4. P. 486–492. doi: 10.1177/15533506231165828

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627090>

“Live surgery” as a modern and visual way of training medical specialists

Alexander A. Fedortsov, Ivan P. Moshurov, Olga V. Manukovskaya, Sergey M. Povarkov

Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The teaching of surgical skills is a complex and time-consuming process. From the time when surgery became the primary method of curing patients of diseases to the present day, the transfer of knowledge through direct participation in surgical interventions remains relevant. However, technically complex interventions, as well as those that carry a high risk of error, cannot always be allowed to be performed as a learning process. In such cases, the term “live surgery” becomes particularly relevant, as it refers to a demonstration surgery conducted in real time and broadcast on screens in a lecture-dialogue format [1]. This format is particularly valuable in the training of oncologists, whose patients initially face a number of intra- and postoperative surgical risks.

AIM: The aim of this study is to demonstrate the efficacy of live surgery as an effective tool for teaching surgical skills to physicians.

MATERIALS AND METHODS: A descriptive synthesis of the literature data was conducted to justify the need to implement live surgery in the process of training physician specialists. In the course of writing the paper, studies reflecting various aspects of the process of training physicians in surgical skills using telecommunication technologies were analyzed.

RESULTS: In all the studies analyzed, the authors agree that the use of telecommunication technologies that facilitate live surgery sessions for the transfer of knowledge regarding operative techniques to specialists has educational value and presents an opportunity to present a list of practical skills necessary for surgical intervention in a visual and step-by-step manner [1–8]. C. T. Huerta et al. posit that live surgery broadcasts have a greater educational effect than similar manipulations presented by video recordings [2]. A significant number of authors engaged in the study of the potential applications of live surgery have sought to ascertain the safety of this procedure for the patient. The majority of these studies have demonstrated that live broadcasts do not result in an increased incidence of intra- and postoperative complications [1, 3–5], yet a few researchers have identified potential risks, which, when properly mitigated, can be effectively managed through the implementation of a set of rules for live surgery [6, 7]. Furthermore, it is important to obtain the patient's consent to live surgical treatment prior to the event [7].

CONCLUSIONS: To summarize the above, live surgery can be considered an effective method for training medical specialists in surgical skills. Its use should become regular and technically practiced. At the same time, in order to avoid any potential harm to the patient's health, it is necessary to adhere to the clear rules of live surgery, having previously obtained the patient's informed consent to participate in this event.

Рукопись получена: 16.02.2024

Рукопись одобрена: 13.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

Keywords: digitalization; live surgery; training; medical specialists.

To cite this article:

Fedortsov AA, Moshurov IP, Manukovskaya OV, Povarkov SM. "Live surgery" as a modern and visual way of training medical specialists. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):118–120. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627090>

REFERENCES

1. Ogaya-Pinies G, Abdul-Muhsin H, Palayapalayam-Ganapathi H, et al. Safety of Live Robotic Surgery: Results from a Single Institution. *Eur Urol Focus*. 2019;5(4):693–697. doi: 10.1016/j.euf.2017.08.004
2. Huerta CT, Saberi RA, Thorson CM, et al. Effects of Recorded versus Live Teleconference Didactic Lectures on Medical Student Performance in the Surgery Clerkship. *J Surg Educ*. 2023;80(2):228–234. doi: 10.1016/j.jsurg.2022.09.017
3. Rocco B, Grasso AAC, De Lorenzis E, et al. Live surgery: highly educational or harmful? *World J Urol*. 2018;36(2):171–175. doi: 10.1007/s00345-017-2118-1
4. Roman H, Prosser M, Marabba J, et al. Live surgery of colorectal endometriosis broadcasted from a surgeon's routine operating theater is not associated with higher complications rate. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2021;100(12):2176–2185. doi: 10.1111/aogs.14264
5. Ramírez-Backhaus M, Bertolo R, Mamber A, et al. Live Surgery for Laparoscopic Radical Prostatectomy-Does it Worsen the Outcomes? A Single-center Experience. *Urology*. 2019;123:133–139. doi: 10.1016/j.urology.2018.10.001
6. Awad M, Chowdhary M, Hermena S, et al. Safety and effectiveness of live broadcast of surgical procedures: systematic review. *Surg Endosc*. 2022;36(8):5571–5594. doi: 10.1007/s00464-022-09072-6
7. Lafosse L, Protais M, Moody MC, et al. Live Surgery: A retrospective study on the outcomes and complications of 7 orthopedic live surgery events. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2021;107(8):102871. doi: 10.1016/j.otsr.2021.102871
8. Gandsas A, Dorey T, Park A. Immersive Live Streaming of Surgery Using 360-Degree Video to Head-Mounted Virtual Reality Devices: A New Paradigm in Surgical Education. *Surg Innov*. 2023;30(4):486–492. doi: 10.1177/15533506231165828

ОБ АВТОРАХ

* **Федорцов Александр Александрович;**

ORCID: 0000-0002-7132-776X;

eLibrary SPIN: 2825-2481;

e-mail: 89202250714@mail.ru

Мошуров Иван Петрович;

ORCID: 0000-0003-1333-5638;

eLibrary SPIN: 6907-2629;

e-mail: mail@vokod.zdrav36.ru

Мануковская Ольга Валерьевна;

ORCID: 0000-0002-6698-5901;

eLibrary SPIN: 4268-9101;

e-mail: ryzhix04@yandex.ru

Поварков Сергей Михайлович;

ORCID: 0000-0002-7040-0929;

e-mail: 89202250714@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Alexander A. Fedortsov;**

ORCID: 0000-0002-7132-776X;

eLibrary SPIN: 2825-2481;

e-mail: 89202250714@mail.ru

Ivan P. Moshurov;

ORCID: 0000-0003-1333-5638;

eLibrary SPIN: 6907-2629;

e-mail: mail@vokod.zdrav36.ru

Olga V. Manukovskaya;

ORCID: 0000-0002-6698-5901;

eLibrary SPIN: 4268-9101;

e-mail: ryzhix04@yandex.ru

Sergey M. Povarkov;

ORCID: 0000-0002-7040-0929;

e-mail: 89202250714@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627093>

Радиомика в диагностике клинически-значимого рака предстательной железы в категории PI-RADS 3. Что уже известно, и что делать дальше?

А.С. Тян, Г.Г. Кармазановский, Н.А. Карельская, Е.В. Кондратьев, А.Д. Ковалев

Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В настоящее время рак предстательной железы является вторым наиболее часто диагностируемым типом рака у мужчин. С целью унификации диагностического процесса в 2019 году была опубликована вторая редакция системы оценки данных и составления заключения при интерпретации магнитно-резонансной томографии предстательной железы (PI-RADS). В рамках этой классификации, категория PI-RADS 3 указывает на промежуточный риск наличия клинически значимого рака предстательной железы, при этом отсутствуют универсальные рекомендации относительно лечения пациентов, попадающих в данную категорию. В литературе прослеживаются различные мнения: одни исследователи настаивают на необходимости проведения биопсии для дальнейшей оценки состояния, тогда как другие предлагают стратегию активного наблюдения за такими пациентами.

Цель — анализ и сравнение существующих диагностических моделей, основанных на радиомике при дифференцировке и выявлении клинически значимого рака предстательной железы у пациентов с категорией PI-RADS 3.

Материалы и методы. Поиск публикаций в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science осуществлялся по ключевым словам: PI-RADS 3, radiomics, texture analysis, clinically significant prostate cancer — с дополнительным акцентом на исследования, оцениваемые по Radiology Quality Score. Критерии отбора включали идентификацию PI-RADS 3 по рекомендациям 2.1 версии, использование системной биопсии в качестве контроля, применение инструментов, совместимых со стандартом IBSI для анализа радиологических признаков, и подробное описание методологии. В результате были отобраны 4 метаанализа и 12 оригинальных статей.

Результаты. Диагностические модели на основе радиомики показали значительные перспективы для улучшения точности выявления клинически значимого рака предстательной железы в категории PI-RADS 3 по системе PI-RADS V2.1. Тем не менее исследования A. Stanzione A. и соавт. и J. Bleker и соавт. выявили проблемы с качеством таких моделей, что ограничивает их клиническое применение, основываясь на низких значениях Radiology Quality Score. В контрасте, работы T. Li и соавт. и Y. Hou и соавт. предложили новаторские методы, включая разработку номограмм и применение машинного обучения, демонстрируя потенциал радиомики в улучшении диагностики для данной категории, что указывает на возможности дальнейшего развития и применения радиомических исследований в клинической практике.

Заключение. Несмотря на то, что разработанные модели сегодня не могут полностью заменить PI-RADS, включение радиомики может в значительной степени улучшить эффективность диагностического процесса, обеспечивая врачам-рентгенологам количественные и качественные критерии, которые позволят с большей уверенностью диагностировать рак предстательной железы.

Ключевые слова: PI-RADS 3; радиомика; текстурный анализ; клинически значимый рак.

Как цитировать:

Тян А.С., Кармазановский Г.Г., Карельская Н.А., Кондратьев Е.В., Ковалев А.Д. Радиомика в диагностике клинически-значимого рака предстательной железы в категории PI-RADS 3. Что уже известно и что делать дальше? // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 121–123. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627093>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Westphalen A.C., McCulloch C.E., Anaokar J.M., et al. Variability of the positive predictive value of PI-RADS for prostate MRI across 26 centers: experience of the society of abdominal radiology prostate cancer disease-focused panel // Radiology. 2020. Vol. 296, N 1. P. 76–84. doi: 10.1148/radiol.2020190646
2. Ferro M., de Cobelli O., Musi G., et al. Radiomics in prostate cancer: An up-to-date review // Therapeutic Advances in Urology. 2022. Vol. 14. P. 17562872221109020. doi: 10.1177/17562872221109020
3. Wadera A., Alabousi M., Pozdnyakov A., et al. Impact of PI-RADS category 3 lesions on the diagnostic accuracy of MRI for detecting prostate cancer and the prevalence of prostate cancer within each PI-RADS category: A systematic review and meta-analysis // The British journal of radiology. 2021. Vol. 94, N 1118. P. 20191050. doi: 10.1259/bjr.20191050
4. Li T., Sun L., Li Q., et al. Development and validation of a radiomics nomogram for predicting clinically significant prostate

Рукопись получена: 16.02.2024

Рукопись одобрена: 22.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

- cancer in PI-RADS 3 lesions // *Frontiers in oncology*. 2022. Vol. 11. P. 825429. doi: 10.3389/fonc.2021.825429
5. Qi Y., Zhang S., Wei J., et al. Multiparametric MRI-Based Radiomics for Prostate Cancer Screening With PSA in 4–10 ng/mL to Reduce Unnecessary Biopsies // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2020. Vol. 51, N 6. P. 1890–1899. doi: 10.1002/jmri.27008
 6. Penzias G., Singanamalli A., Elliott R., et al. Identifying the morphologic basis for radiomic features in distinguishing different Gleason grades of prostate cancer on MRI: Preliminary findings // *PloS one*. 2018. Vol. 13, N 8. P. e0200730. doi: 10.1371/journal.pone.0200730
 7. Corsi A., De Bernardi E., Bonaffini P.A., et al. Radiomics in PI-RADS 3 Multiparametric MRI for Prostate Cancer Identification: Literature Models Re-Implementation and Proposal of a Clinical–Radiological Model // *Journal of Clinical Medicine*. 2022. Vol. 11, N 21. P. 6304. doi: 10.3390/jcm11216304
 8. Hectors S.J., Chen C., Chen J., et al. Magnetic Resonance Imaging Radiomics-Based Machine Learning Prediction of Clinically Significant Prostate Cancer in Equivocal PI-RADS 3 Lesions // *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2021. Vol. 54, N 5. P. 1466–1473. doi: 10.1002/jmri.27692
 9. Jin P., Shen J., Yang L., et al. Machine learning-based radiomics model to predict benign and malignant PI-RADS v2. 1 category 3 lesions: a retrospective multi-center study // *BMC Medical Imaging*. 2023. Vol. 23, N 1. P. 1–13. doi: 10.1186/s12880-023-01002-9
 10. Stanzione A., Gambardella M., Cuocolo R., et al. Prostate MRI radiomics: A systematic review and radiomic quality score assessment // *European journal of radiology*. 2020. Vol. 129. P. 109095. doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109095
 11. Bleker J., Kwee T.C., Yakar D. Quality of multicenter studies using MRI radiomics for diagnosing clinically significant prostate cancer: a systematic review // *Life*. 2022. Vol. 12, N 7. P. 946. doi: 10.3390/life12070946
 12. Hou Y., Bao M.L., Wu C.J., et al. A radiomics machine learning-based redefining score robustly identifies clinically significant prostate cancer in equivocal PI-RADS score 3 lesions // *Abdominal Radiology*. 2020. Vol. 45. P. 4223–4234. doi: 10.1007/s00261-020-02678-1

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627093>

Radiomics for diagnosing clinically significant prostate cancer PI-RADS 3: what is already known and what to do next?

Alexandra S. Tyan, Grigoriy G. Karmazanovskij, Natalia A. Karelskaya, Evgeniy V. Kondratyev, Alexander D. Kovalev

A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Prostate cancer is currently the second most commonly diagnosed cancer in men. The second edition of the Prostate Imaging Magnetic Resonance Imaging Data Assessment and Reporting System (PI-RADS) was released in 2019 to standardize the diagnostic process. Within this classification, the PI-RADS 3 category indicates an intermediate risk of clinically significant prostate cancer. There is currently no consensus in the literature regarding the optimal treatment for patients in this category. Some researchers advocate for biopsy as a means of further evaluation, while others propose a strategy of active surveillance for these patients.

AIM: The aim of this study is to analyze and compare existing diagnostic models based on radiomics to differentiate and detect clinically significant prostate cancer in patients with a PI-RADS 3 category.

MATERIALS AND METHODS: A comprehensive search of the PubMed, Scopus, and Web of Science databases was conducted using the following keywords: PI-RADS 3, radiomics, texture analysis, clinically significant prostate cancer, with additional emphasis on studies evaluated by Radiology Quality Score. The selected studies were required to meet the following criteria: (1) identification of PI-RADS 3 according to version 2.1 guidelines, (2) use of systemic biopsy as a control, (3) use of tools compatible with the IBSI standard for analyzing radiologic features, and (4) detailed description of methodology. Consequently, four meta-analyses and 12 original articles were selected.

RESULTS: Radiomics-based diagnostic models have demonstrated considerable potential for enhancing the accuracy of detecting clinically significant prostate cancer in the PI-RADS 3 category using the PI-RADS V2.1 system. However, studies by A. Stanzione A. et al. and J. Bleker et al. have identified quality issues with such models, which constrains their clinical application based on low Radiology Quality Score values. In contrast, the works of T. Li et al. and Y. Hou et al. proposed innovative methods, including nomogram development and the application of machine learning, which demonstrated the potential of radiomics in improving diagnosis for this category. This indicates the potential for further development and application of radiomics in clinical practice.

Received: 16.02.2024

Accepted: 22.03.2024

Published online: 30.06.2024

CONCLUSIONS: Although the models developed today cannot completely replace PI-RADS, the inclusion of radiomics can greatly enhance the efficiency of the diagnostic process by providing radiologists with quantitative and qualitative criteria that will enable the diagnosis of prostate cancer with greater confidence.

Keywords: PI-RADS 3; radiomics; texture analysis; clinically significant prostate cancer.

To cite this article:

Tyan AS, Karmazanovskij GG, Karelskaya NA, Kondratyev EV, Kovalev AD. Radiomics for diagnosing clinically significant prostate cancer PI-RADS 3: what is already known and what to do next? *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):121–123. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627093>

REFERENCES

1. Westphalen AC, McCulloch CE, Anaokar JM, et al. Variability of the positive predictive value of PI-RADS for prostate MRI across 26 centers: experience of the society of abdominal radiology prostate cancer disease-focused panel. *Radiology*. 2020;296(1):76–84. doi: 10.1148/radiol.2020190646
2. Ferro M, de Cobelli O, Musi G, et al. Radiomics in prostate cancer: An up-to-date review. *Therapeutic Advances in Urology*. 2022;14:17562872221109020. doi: 10.1177/17562872221109020
3. Wadera A, Alabousi M, Pozdnyakov A, et al. Impact of PI-RADS category 3 lesions on the diagnostic accuracy of MRI for detecting prostate cancer and the prevalence of prostate cancer within each PI-RADS category: A systematic review and meta-analysis. *The British journal of radiology*. 2021;94(1118):20191050. doi: 10.1259/bjr.20191050
4. Li T, Sun L, Li Q, et al. Development and validation of a radiomics nomogram for predicting clinically significant prostate cancer in PI-RADS 3 lesions. *Frontiers in oncology*. 2022;11:825429. doi: 10.3389/fonc.2021.825429
5. Qi Y, Zhang S, Wei J, et al. Multiparametric MRI-Based Radiomics for Prostate Cancer Screening With PSA in 4–10 ng/mL to Reduce Unnecessary Biopsies. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2020;51(6):1890–1899. doi: 10.1002/jmri.27008
6. Penzias G, Singanamalli A, Elliott R, et al. Identifying the morphologic basis for radiomic features in distinguishing different Gleason grades of prostate cancer on MRI: Preliminary findings. *PloS one*. 2018;13(8):e0200730. doi: 10.1371/journal.pone.0200730
7. Corsi A, De Bernardi E, Bonaffini PA, et al. Radiomics in PI-RADS 3 Multiparametric MRI for Prostate Cancer Identification: Literature Models Re-Implementation and Proposal of a Clinical–Radiological Model. *Journal of Clinical Medicine*. 2022;11(21):6304. doi: 10.3390/jcm11216304
8. Hectors SJ, Chen C, Chen J, et al. Magnetic Resonance Imaging Radiomics-Based Machine Learning Prediction of Clinically Significant Prostate Cancer in Equivocal PI-RADS 3 Lesions. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2021;54(5):1466–1473. doi: 10.1002/jmri.27692
9. Jin P, Shen J, Yang L, et al. Machine learning-based radiomics model to predict benign and malignant PI-RADS v2. 1 category 3 lesions: a retrospective multi-center study. *BMC Medical Imaging*. 2023;23(1):1–13. doi: 10.1186/s12880-023-01002-9
10. Stanzione A, Gambardella M, Cuocolo R, et al. Prostate MRI radiomics: A systematic review and radiomic quality score assessment. *European journal of radiology*. 2020;129:109095. doi: 10.1016/j.ejrad.2020.109095
11. Bleker J, Kwee TC, Yakar D. Quality of multicenter studies using MRI radiomics for diagnosing clinically significant prostate cancer: a systematic review. *Life*. 2022;12(7):946. doi: 10.3390/life12070946
12. Hou Y, Bao ML, Wu CJ, et al. A radiomics machine learning-based redefining score robustly identifies clinically significant prostate cancer in equivocal PI-RADS score 3 lesions. *Abdominal Radiology*. 2020;45:4223–4234. doi: 10.1007/s00261-020-02678-1

ОБ АВТОРАХ

* Тян Александра Сергеевна;

ORCID: 0009-0007-4193-7413;

e-mail: tyan_a_s@staff.sechenov.ru

Кармазановский Григорий Григорьевич;

ORCID: 0000-0002-9357-0998;

e-mail: karmazanovsky@yandex.ru

Карельская Наталья Александровна;

e-mail: karelskaya.n@yandex.ru

Кондратьев Евгений Валерьевич;

e-mail: evgenykondratiev@gmail.com

Ковалев Александр Дмитриевич;

e-mail: aledmikov@yandex.ru

AUTHORS' INFO

* Alexandra S. Tyan;

ORCID: 0009-0007-4193-7413;

e-mail: tyan_a_s@staff.sechenov.ru

Grigoriy G. Karmazanovskij,;

ORCID: 0000-0002-9357-0998;

e-mail: karmazanovsky@yandex.ru

Natalia A. Karelskaya;

e-mail: karelskaya.n@yandex.ru

Evgeniy V. Kondratyev;

e-mail: evgenykondratiev@gmail.com

Alexander D. Kovalev;

e-mail: aledmikov@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627099>

Применение нейронных сетей для неинвазивного определения уровня гликированного гемоглобина на примере инновационного портативного глюкометра в клинической практике

Е.Е. Поликер¹, К.А. Кошечкин¹, А.М. Тимохин¹, Е.В. Ключкина¹, А.М. Бровко², Е.Д. Белякова³, А.С. Лалаян⁴, А.С. Ермолаева⁵

¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия;

² Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия;

³ Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Россия;

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия;

⁵ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В последнее десятилетие интерес к неинвазивному мониторингу уровня гликемии значительно вырос [1]. Это обусловлено стремлением снизить дискомфорт пациентов, а также риск инфекций, связанных с традиционными инвазивными методами [2]. Рамановская спектроскопия, считающаяся перспективной для неинвазивных измерений [3], в сочетании с машинным обучением может привести к более точным и быстрым способам диагностики состояний, связанных с нарушениями гликемии [4].

Цель — создание и валидация нового портативного глюкометра на основе Рамановской спектроскопии с использованием методов машинного обучения для неинвазивного определения уровня гликированного гемоглобина (HbA_{1c}).

Материалы и методы. Исследование проводилось на выборке из 100 добровольцев различной возрастной группы и пола, с различным статусом здоровья, включая людей с сахарным диабетом 1-го, 2-го типов и без него. Для сбора данных использовался разработанный нами портативный прибор, основанный на регистрации Рамановских спектров с лазерным возбуждением 638 нм. Данные анализировались с использованием нейронных сетей Support Vector Machine [5].

Результаты. После обработки спектроскопических измерений с использованием Support Vector Machine, система показала сравнимые с традиционными методами (такими, как высокоэффективная жидкостная хроматография) чувствительность (95,7%) и специфичность (84,2%) в определении уровня HbA_{1c} [6]. Выявлено, что алгоритм достаточно адаптивный и может быть использован в широком диапазоне типов кожи, вне зависимости от возраста и пола участников. Результаты указывают на возможность использования разработанного прибора в клинической практике.

Заключение. Разработанный портативный глюкометр на основе Рамановской спектроскопии в комбинации с алгоритмами машинного обучения может стать обнадёживающим шагом к неинвазивному и непрерывному мониторингу уровня гликемии у пациентов с сахарным диабетом.

Ключевые слова: гликированный гемоглобин; искусственный интеллект; рамановская спектроскопия; биомедицинская диагностика; автоматическое распознавание образов; алгоритмы машинного обучения.

Как цитировать:

Поликер Е.Е., Кошечкин К.А., Тимохин А.М., Ключкина Е.В., Бровко А.М., Белякова Е.Д., Лалаян А.С., Ермолаева А.С. Применение нейронных сетей для неинвазивного определения уровня гликированного гемоглобина на примере инновационного портативного глюкометра в клинической практике // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 124–126. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627099>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Demircioglu N., Erdogan I., Ersoy Y.E., Abbasoglu A.A. Raman spectroscopy for the non-invasive detection of glycated haemoglobin: A systematic review // *Advances in Clinical Chemistry*. 2019. Vol. 88. P. 71–90.
2. Chen L., Wang J., Yan X., Chen H., Ni X. Non-invasive measurement of hemoglobin A1c using Raman spectroscopy // *Analytical Methods*. 2019. Vol. 11, N 37. P. 4743–4750.

Received: 16.02.2024

Accepted: 27.03.2024

Published online: 30.06.2024

3. Ibtehaz N., Chowdhury M.E.H., Khandakar A., et al. RamanNet: a generalized neural network architecture for Raman spectrum analysis // *Neural Comput & Applic.* 2023. Vol. 35. P. 18719–18735. doi: 10.1007/s00521-023-08700-z
4. Yin C., Wang X., Xu H., et al. Raman spectroscopy-based noninvasive glycated hemoglobin detection in blood samples: A machine learning approach // *Analytical Chemistry.* 2021. Vol. 93, N 7. P. 3273–3279.
5. González-Viveros N., Castro-Ramos J., Gómez-Gil P., Cerecedo-Núñez H.H. Characterization of glycated hemoglobin based on Raman spectroscopy and artificial neural networks // *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc.* 2021. Vol. 247. P. 119077. doi: 10.1016/j.saa.2020.119077
6. Trenerry M.I., et al. Validation of high-performance liquid chromatography assays for determination of glycated hemoglobin in diabetic studies // *Clinica Chimica Acta.* 1996. Vol. 246, N 1-2. P. 91–102.

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627099>

Using neural networks for non-invasive determination of glycated hemoglobin levels, illustrated by the application of an innovative portable glucometer in clinical practice

Ekaterina E. Poliker¹, Konstantin A. Koshechkin¹, Alexander M. Timokhin¹, Ekaterina V. Klyukina¹, Artem M. Brovko², Ekaterina D. Belyakova³, Alina S. Lalayan⁴, Alexandra S. Ermolaeva⁵

¹ The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russia;

² Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia;

³ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russia;

⁴ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

⁵ The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: In the last decade, there has been a significant increase in interest in non-invasive monitoring of blood glucose levels [1]. This is driven by the desire to reduce patient discomfort, as well as the risk of infections associated with traditional invasive methods [2]. Raman spectroscopy, considered as a promising approach for non-invasive measurements [3], combined with machine learning, has the potential to lead to more accurate and faster diagnostic methods for conditions related to glucose imbalances [4].

AIMS: Development and validation of a new portable glucometer based on Raman spectroscopy using machine learning methods for non-invasive determination of glycated hemoglobin (HbA_{1c}) levels.

MATERIALS AND METHODS: The study was conducted on a sample of 100 volunteers of different age groups and genders, with varying health statuses, including individuals with type 1 and type 2 diabetes and those without diabetes. To collect data, we used a portable device developed by us, based on the registration of Raman spectra with laser excitation at 638 nm. The data were analyzed using Support Vector Machine neural networks.

RESULTS: After processing the spectroscopic measurements using Support Vector Machine, the system showed sensitivity (95,7%) and specificity (84,2%) in determining HbA_{1c} levels comparable to traditional methods such as high-performance liquid chromatography. It was found that the algorithm is sufficiently adaptive and can be used across a wide range of skin types, regardless of the age and gender of the participants. The results suggest the possibility of using the developed device in clinical practice.

CONCLUSION: The developed portable glucometer based on Raman spectroscopy combined with machine learning algorithms could be a promising step towards non-invasive and continuous monitoring of glycemic levels in patients with diabetes.

Keywords: glycated hemoglobin; artificial intelligence; Raman spectroscopy; biomedical diagnostics; automatic pattern recognition; machine learning algorithms.

To cite this article:

Poliker EE, Koshechkin KA, Timokhin AM, Klyukina EV, Brovko AM, Belyakova ED, Lalayan AS, Ermolaeva AS. Using neural networks for non-invasive determination of glycated hemoglobin levels, illustrated by the application of an innovative portable glucometer in clinical practice. *Digital Diagnostics.* 2024;X(X):124–126. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627099>

REFERENCES

1. Demircioglu N, Erdogan I, Ersoy YE, Abbasoglu AA. Raman spectroscopy for the non-invasive detection of glycated haemoglobin: A systematic review. *Advances in Clinical Chemistry*. 2019;88:71–90.
2. Chen L, Wang J, Yan X, Chen H, Ni X. Non-invasive measurement of hemoglobin A1c using Raman spectroscopy. *Analytical Methods*. 2019;11(37):4743–4750.
3. Ibtehad N, Chowdhury MEH, Khandakar A, et al. RamanNet: a generalized neural network architecture for Raman spectrum analysis. *Neural Comput & Applic*. 2023;35:18719–18735. doi: 10.1007/s00521-023-08700-z
4. Yin C, Wang X, Xu H, et al. Raman spectroscopy-based noninvasive glycated hemoglobin detection in blood samples: A machine learning approach. *Analytical Chemistry*. 2021;93(7):3273–3279.
5. González-Viveros N, Castro-Ramos J, Gómez-Gil P, Cerecedo-Núñez HH. Characterization of glycated hemoglobin based on Raman spectroscopy and artificial neural networks. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*. 2021;247:119077. doi: 10.1016/j.saa.2020.119077
6. Trenerry MI, et al. Validation of high-performance liquid chromatography assays for determination of glycated hemoglobin in diabetic studies. *Clinica Chimica Acta*. 1996;246(1-2):91–102.

ОБ АВТОРАХ

*** Поликер Екатерина Ефимовна;**

ORCID: 0000-0002-9610-4511;

eLibrary SPIN: 3735-2532;

e-mail: katepoliker@gmail.com

Кошечкин Константин Александрович;

e-mail: koshechkin_k_a@staff.sechenov.ru

Тимохин Александр Михайлович;

e-mail: data.sup@ya.ru

Клюкина Екатерина Вячеславовна;

e-mail: katerina-klyukina@mail.ru

Бровко Артем Михайлович;

e-mail: ambrovko@mail.ru

Белякова Екатерина Дмитриевна;

e-mail: belyakova_e_d@student.sechenov.ru

Лалаян Алина Сергеевна;

e-mail: hemotech.ai@mail.ru

Ермолаева Александра Сергеевна;

e-mail: a.s.arkhipova@inbox.ru

AUTHORS' INFO

*** Ekaterina E. Poliker;**

ORCID: 0000-0002-9610-4511;

eLibrary SPIN: 3735-2532;

e-mail: katepoliker@gmail.com

Konstantin A. Koshechkin;

e-mail: koshechkin_k_a@staff.sechenov.ru

Alexander M. Timokhin;

e-mail: data.sup@ya.ru

Ekaterina V. Klyukina;

e-mail: katerina-klyukina@mail.ru

Artem M. Brovko;

e-mail: ambrovko@mail.ru

Ekaterina D. Belyakova;

e-mail: belyakova_e_d@student.sechenov.ru

Alina S. Lalayan;

e-mail: hemotech.ai@mail.ru

Alexandra S. Ermolaeva;

e-mail: a.s.arkhipova@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD629896>

Опыт применения искусственного интеллекта для автоматизированного анализа цифровых рентгенограмм в условиях городской больницы

Б.Б. Бородулин¹, Ю.Т. Гогоберидзе², К.В. Жилинская¹, И.А. Просвиркин², Р.А. Сабитов²¹ Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия;² ООО «ФтизисБиоМед», Чистополь, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. С каждым годом увеличиваются объемы медицинских диагностических исследований, что активизирует стремление к внедрению передовых технологий в области медицинской диагностики. Один из перспективных подходов, который привлекает внимание — использование искусственного интеллекта в этой сфере. На базе городской больницы, специализирующейся на лечении заболеваний органов дыхания, проводилось исследование по автоматизированному анализу рентгенограмм органов грудной клетки при помощи ИИ-сервиса ФтизисБиоМед.

Цель — оценить диагностическую точность сервиса искусственного интеллекта «ФтизисБиоМед» для выявления патологий органов дыхания в условиях городской больницы, оказывающей круглосуточную специализированную помощь по профилю «пульмонология».

Материалы и методы. Данное исследование являлось проспективным, при этом результаты работы сервиса искусственного интеллекта были доступны врачу по запросу, то есть врач имел возможность ознакомиться с результатами работы сервиса в случае необходимости альтернативного заключения.

Референс-тест составляли заключения врачей-рентгенологов Самарской городской больницы № 4, которые описывали исследования, проводимые в период тестирования. Индекс-тест проводили на программном обеспечении «Программа автоматизированного анализа цифровых рентгенограмм органов грудной клетки/флюорограмм по ТУ 62.01.29-001-96876180-2019» производства ООО «ФтизисБиоМед». Программное обеспечение «ФтизисБиоМед» применялось для анализа цифровых флюорограмм лёгких в прямой передней проекции. Программное обеспечение автоматически определяло следующие рентгенологические признаки патологий: плевральный выпот, пневмоторакс, ателектаз, очаг затемнения, инфильтрация/консолидация, диссеминация, полость, кальцинат/кальцинированная тень, нарушение целостности кортикального слоя.

В анализ были включены флюорограммы пациентов старше 18 лет. Исследование проводилось в рамках выполнения научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы № 121051700033-3 «Поражение лёгких инфекционной этиологии. Совершенствование методов выявления, диагностики и лечения» (14.05.2021).

Результаты. В результате опытной эксплуатации сервиса искусственного интеллекта «ФтизисБиоМед» и последующего ROC-анализа были подтверждены метрики диагностической точности, заявленные производителем медицинского изделия с искусственным интеллектом.

Сервис предоставлял вероятность наличия различных патологий. По выделенным меткам подозрение на туберкулёз было выставлено 63 пациентам (4,8%) по характерным рентгенологическим признакам, заключение врачом-рентгенологом проводилось независимо, результаты оценивал лечащий врач и имел возможность сопоставить результаты и обсудить их с врачом-рентгенологом в случае обнаружения отличий.

По результатам опроса лечащих врачей-пульмонологов, принимавших участие в исследовании, заключение сервиса искусственного интеллекта поступало автоматически в течение 15 с, заключение врача — в течение 30 мин и более.

Заключение. В соответствии с результатами проведённого исследования, внедрение программного обеспечения «ФтизисБиоМед» целесообразно как в поликлиническое отделение больницы в плане оценки ежегодного флюорографического обследования населения, так и в пульмонологическую службу города, стационар и приёмное отделение больницы.

Ключевые слова: искусственный интеллект; рентгенограмма; автоматизированный анализ.

Как цитировать:

Бородулин Б.Б., Гогоберидзе Ю.Т., Жилинская К.В., Просвиркин И.А., Сабитов Р.А. Опыт применения искусственного интеллекта для автоматизированного анализа цифровых рентгенограмм в условиях городской больницы // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 127–129. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD629896>

Рукопись получена: 03.04.2024

Рукопись одобрена: 05.04.2024

Опубликована online: 30.06.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD629896>

The experience of using artificial intelligence for automated analysis of digital radiographs in a city hospital

B.B. Borodulin¹, Yu.T. Gogoberidze², K.V. Zhilinskaya¹, I.A. Prosvirkin², R.A. Sabitov²

¹ Samara State Medical University, Samara, Russia;

² PhthisisBioMed LLC, Chistopol, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The volume of medical diagnostic studies continues to increase annually, intensifying the desire to implement advanced technologies in the field of medical diagnostics. One of the promising approaches that has attracted attention is the use of artificial intelligence in this area. A study was conducted on the automated analysis of chest radiographs using the AI service PhthisisBioMed at a city hospital specializing in the treatment of respiratory diseases.

AIM: The study aimed to assess the diagnostic accuracy of the artificial intelligence service “PhthisisBioMed” for the detection of respiratory pathologies in the context of a city hospital that provides 24-hour specialized care in the field of pulmonology.

MATERIALS AND METHODS: This study employed a prospective design, with the results of the artificial intelligence service available to the physician on request. This enabled the physician to review the results of the service if an alternative opinion was needed.

The reference test was conducted by radiologists at Samara City Hospital No. 4, who described the examinations performed during the testing period. The index test was performed on the software “Program for Automated Analysis of Digital Chest Radiographs/Fluorograms according to TU 62.01.29-001-96876180-2019” produced by PhthisisBioMed LLC. The PhthisisBioMed software was employed to analyze digital fluorograms of the lungs in direct anterior projection. The software automatically identified the following radiological signs of pathologies: pleural effusion, pneumothorax, atelectasis, darkening, infiltration/consolidation, dissemination, cavity, calcification/calcified shadow, and cortical layer integrity violation.

Fluorograms of patients over the age of 18 were included in the analysis. The study was conducted within the framework of research and development work No. 121051700033-3, entitled “Lung Damage of Infectious Etiology. Improvement of Methods of Detection, Diagnosis and Treatment” (14.05.2021).

RESULTS: Following the pilot operation of the PhthisisBioMed artificial intelligence service and subsequent ROC analysis, the diagnostic accuracy metrics claimed by the manufacturer of the artificial intelligence medical device were confirmed.

The service provided the probability of the presence of various pathologies. According to the highlighted labels, 63 patients (4.8%) were suspected of tuberculosis based on characteristic radiologic features. The conclusion was made independently by the radiologist, and the results were evaluated by the attending physician. The attending physician had the opportunity to compare the results and discuss them with the radiologist if differences were found.

The results of the survey of pulmonologists who participated in the study indicated that the conclusion of the artificial intelligence service was received automatically within 15 seconds, while the conclusion of the physician was received within 30 minutes or more.

CONCLUSIONS: The results of the study indicate that the implementation of the PhthisisBioMed software is expedient both in the outpatient department of the hospital in terms of assessing the annual fluorographic examination of the population, and in the pulmonology service of the city, inpatient and admission department of the hospital.

Keywords: artificial intelligence; radiograph; automated analysis.

To cite this article:

Borodulin BB, Gogoberidze YuT, Zhilinskaya KV, Prosvirkin IA, Sabitov RA. The experience of using artificial intelligence for automated analysis of digital radiographs in a city hospital. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):127–129. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD629896>

ОБ АВТОРАХ

*** Гогоберидзе Ю.Т.;**

ORCID: 0009-0001-4879-1521;

e-mail: gut@vector.ru

Бородулин Б.Б.;

ORCID: 0000-0002-8847-9831;

e-mail: borodulinbb@gmail.com

Жилинская К.В.;

ORCID: 0000-0003-4209-3025;

e-mail: kristizhilinskay@gmail.com

Просвиркин И.А.;

ORCID: 0009-0008-2391-3714;

e-mail: pia@ftizisbiomed.ru

Сабитов Р.А.;

ORCID: 0009-0007-3627-9444;

e-mail: sra@vector.ru

AUTHORS' INFO

*** Gogoberidze Yu.T.;**

ORCID: 0009-0001-4879-1521;

e-mail: gut@vector.ru

Borodulin B.B.;

ORCID: 0000-0002-8847-9831;

e-mail: borodulinbb@gmail.com

Zhilinskaya K.V.;

ORCID: 0000-0003-4209-3025;

e-mail: kristizhilinskay@gmail.com

Prosvirkin I.A.;

ORCID: 0009-0008-2391-3714;

e-mail: pia@ftizisbiomed.ru

Sabitov R.A.;

ORCID: 0009-0007-3627-9444;

e-mail: sra@vector.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627009>

Композитные материалы на основе квантовых точек и полимерных матриц для регистрации гамма-излучения в сцинтилляционных детекторах нового поколения

А.А. Кныш¹, В.В. Сосновцев¹, И.Р. Набиев^{1,2}, П.С. Самохвалов¹¹ Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия;² Реймский университет Шампань — Арденны, Реймс, Франция

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В настоящее время разработка новых сцинтилляционных материалов на основе флуоресцентных нанокристаллов со структурой перовскита состава CsPbBr₃ и квантовых точек CdSe/ZnS является актуальной темой и развивается многими научными группами [1–4]. Оба указанных материала обладают высоким потенциалом для применения в этой роли, поскольку являются отличными флуорофорами с квантовым выходом люминесценции около 100%, но кроме того обладают и высокими значениями эффективного атомного номера Z_{eff} . Сечение фотоэффекта зависит от Z_{eff} как $(Z_{\text{eff}})^5$, а величина поглощения рентгеновских лучей зависит от Z_{eff} как $(Z_{\text{eff}})^4/(AE^3)$, где A — атомная масса вещества, поглощающего γ -квант, а E — энергия рентгеновского фотона [5].

Цель — разработать методику изготовления сцинтилляторов на основе квантовых точек и полимерных матриц, обладающих высокой степенью прозрачности, высокой временной стабильностью квантового выхода люминесценции и короткими временами затухания люминесценции (время высвечивания или среднее время жизни вещества в возбуждённом состоянии) для регистрации гамма-излучения.

Материалы и методы. Для регистрации сцинтилляционных сигналов использовался фотоэлектронный умножитель HAMAMATSU R7400U-6. В качестве источника ионизирующего излучения использовался источник ¹³⁷Cs с энергией γ -кванта 661,7 кэВ.

Результаты. При облучении γ -квантами изотопа ¹³⁷Cs образцов на основе матрицы поли(пара-метилстирола), шитого молекулами дивинилбензола (10% масс), активированных нафталином (10%, первичный акцептор), антраценом (1%) и квантовыми точками/перовскитными нанокристаллами (0,1–1,0%, переизлучатель) в энергетическом спектре проявлялось эффективное комптоновское рассеяние гамма-квантов в веществе на атомах, входящих в состав квантовых точек/перовскитных нанокристаллов.

В результате исследования было обнаружено, что для образцов, не содержащих неорганические элементы — квантовые точки и перовскитные нанокристаллы, — комптон-эффект для гамма-квантов отсутствует. Дополнительно показано, что матрица параметилстирола позволяет защитить перовскитные нанокристаллы от воздействия внешней среды, при этом значение квантового выхода фотолюминесценции объёмных композитных материалов на основе перовскитных нанокристаллов состава CsPbBr₃ и поли(параметилстирола) длительное время остаётся постоянным в пределах погрешности.

Заключение. Экспериментально подтверждено, что квантовые точки и перовскитные нанокристаллы, инкапсулированные в различные полимерные матрицы, проявляют свойства сцинтилляторов под воздействием ионизирующего излучения. Изготовленные образцы перовскитных нанокристаллов/квантовых точек и различных полимеров можно считать наиболее перспективными для использования в качестве сцинтилляционного материала для регистрации рентгеновского и гамма-излучения.

Работа поддержана грантом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 075-15-2021-1413.

Ключевые слова: люминесценция; сцинтиллятор; квантовые точки; перовскитные нанокристаллы; CsPbBr₃; композитные материалы; полимерные матрицы; квантовый выход.

Как цитировать:

Кныш А.А., Сосновцев В.В., Набиев И.Р., Самохвалов П.С. Композитные материалы на основе квантовых точек и полимерных матриц для регистрации гамма-излучения в сцинтилляционных детекторах нового поколения // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 130–132. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627009>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chen Q., Wu J., Ou X., et al. All-Inorganic Perovskite Nanocrystal Scintillators // *Nature*. 2018. Vol. 561, N 7721. P. 88–93. doi: 10.1038/s41586-018-0451-1
2. Liu C., Li Z., Hajagos T.J., et al. Transparent Ultra-High-Loading Quantum Dot/Polymer Nanocomposite Monolith for Gamma Scintillation // *ACS Nano*. 2017. Vol. 11, N 6. P. 6422–6430. doi: 10.1021/acsnano.7b02923
3. Lee C.H., Son J., Kim T.-H., Kim Y.K. Characteristics of Plastic Scintillators Fabricated by a Polymerization Reaction // *Nuclear Engineering and Technology*. 2017. Vol. 49, N 3. P. 592–597. doi: 10.1016/j.net.2016.10.001
4. Létant S.E., Wang T.F. Semiconductor Quantum Dot Scintillation under γ -Ray Irradiation // *Nano Lett.* Vol. 6, N 12. P. 2877–2880. doi: 10.1021/nl0620942
5. Nikl M., Yoshikawa A. Recent R&D Trends in Inorganic Single-Crystal Scintillator Materials for Radiation Detection // *Advanced Optical Materials*. 2015. Vol. 3, N 4. P. 463–481. doi: 10.1002/adom.201400571

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627009>

Composite materials based on quantum dots and polymer matrices for gamma radiation registration in the next-generation scintillation detectors

Alexander A. Knysh¹, Valery V. Sosnovtsev¹, Igor R. Nabiev^{1,2}, Pavel S. Samokhvalov¹

¹ National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia;

² Université de Reims Champagne-Ardenne, Reims, France

ABSTRACT

BACKGROUND: The development of new scintillation materials based on fluorescent nanocrystals with a perovskite structure of CsPbBr₃ composition and CdSe/ZnS quantum dots is a pressing topic that is being pursued by numerous scientific groups [1–4]. Both of these materials have a high potential for application in this role due to their excellent fluorophore properties, with a quantum yield of luminescence of approximately 100%. Additionally, they possess high values of the effective atomic Zeff number. The photoelectric cross section is dependent on Zeff as (Zeff)⁵, while the magnitude of X-ray absorption is dependent on Zeff as (Zeff)⁴/(AE³), where A is the atomic mass of the substance absorbing the γ -quantum and E is the energy of the X-ray photon [5].

AIM: The aim of the study was to develop a technique for fabricating scintillators based on quantum dots and polymer matrices with a high degree of transparency, high temporal stability of luminescence quantum yield, and short luminescence decay times (time of illumination or average lifetime of the substance in the excited state) for gamma-ray registration.

MATERIALS AND METHODS: A HAMAMAMATSU R7400U-6 photomultiplier tube was employed to register scintillation signals. A ¹³⁷Cs source with a γ -quantum energy of 661.7 keV was used as a source of ionizing radiation.

RESULTS: At irradiation with γ -quanta of ¹³⁷Cs isotope samples based on poly(para-methylstyrene) matrix cross-linked with divinylbenzene molecules (10% wt%), activated with naphthalene (10%, primary acceptor), anthracene (1%) and quantum dots/perovskite nanocrystals (0, 1–1.0%, re-emitter), the energy spectrum showed effective Compton scattering of gamma-quanta in matter on atoms included in quantum dots/perovskite nanocrystals.

The study revealed that samples devoid of inorganic elements, including quantum dots and perovskite nanocrystals, do not exhibit the Compton effect for gamma-quanta. Furthermore, the paramethylstyrene matrix serves to safeguard perovskite nanocrystals from external influences. The photoluminescence quantum yield of bulk composite materials based on perovskite nanocrystals of the CsPbBr₃ composition and poly(paramethylstyrene) remains constant over an extended period, with minimal fluctuations within the margin of error.

CONCLUSIONS: Experimental evidence has demonstrated that quantum dots and perovskite nanocrystals encapsulated in various polymer matrices exhibit scintillator properties when subjected to ionizing radiation. The fabricated samples of perovskite nanocrystals/quantum dots and various polymers have been identified as the most promising candidates for use as scintillation material for the registration of X-ray and gamma radiation.

This study was supported by the grant of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, No. 075-15-2021-1413.

Keywords: luminescence; scintillator; quantum dots; perovskite nanocrystals; CsPbBr₃; composite materials; polymer matrices; quantum yield.

To cite this article:

Knysh A, Sosnovtsev V, Nabiev I, Samokhvalov P. Composite materials based on quantum dots and polymer matrices for gamma radiation registration in the next-generation scintillation detectors. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):130–132. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627009>

REFERENCES

1. Chen Q, Wu J, Ou X, et al. All-Inorganic Perovskite Nanocrystal Scintillators. *Nature*. 2018;561(7721):88–93. doi: 10.1038/s41586-018-0451-1
2. Liu C, Li Z, Hajagos TJ, et al. Transparent Ultra-High-Loading Quantum Dot/Polymer Nanocomposite Monolith for Gamma Scintillation. *ACS Nano*. 2017;11(6):6422–6430. doi: 10.1021/acsnano.7b02923
3. Lee CH, Son J, Kim T-H, Kim YK. Characteristics of Plastic Scintillators Fabricated by a Polymerization Reaction. *Nuclear Engineering and Technology*. 2017;49(3):592–597. doi: 10.1016/j.net.2016.10.001
4. Létant SE, Wang TF. Semiconductor Quantum Dot Scintillation under γ -Ray Irradiation. *Nano Lett*. 2006;6(12):2877–2880. doi: 10.1021/nl0620942
5. Nikl M, Yoshikawa A. Recent R&D Trends in Inorganic Single-Crystal Scintillator Materials for Radiation Detection. *Advanced Optical Materials*. 2015;3(4):463–481. doi: 10.1002/adom.201400571

ОБ АВТОРАХ

*** Кныш Александр Александрович;**

ORCID: 0009-0006-6219-7568;

eLibrary SPIN: 1736-5666;

e-mail: knyshkikai@mail.ru

Сосновцев Валерий Витальевич;

ORCID: 0000-0001-6465-8280;

eLibrary SPIN: 9104-7190;

e-mail: vvsosnovtsev@mephi.ru

Набиев Игорь Руфаилович;

ORCID: 0000-0002-8391-040X;

eLibrary SPIN: 4223-0270;

e-mail: igor.nabiev@gmail.com

Самохвалов Павел Сергеевич;

ORCID: 0000-0002-2878-8376;

eLibrary SPIN: 1627-3857;

e-mail: p.samokhvalov@gmail.com

AUTHORS' INFO

*** Alexander A. Knysh;**

ORCID: 0009-0006-6219-7568;

eLibrary SPIN: 1736-5666;

e-mail: knyshkikai@mail.ru

Valery V. Sosnovtsev;

ORCID: 0000-0001-6465-8280;

eLibrary SPIN: 9104-7190;

e-mail: vvsosnovtsev@mephi.ru

Igor R. Nabiev;

ORCID: 0000-0002-8391-040X;

eLibrary SPIN: 4223-0270;

e-mail: igor.nabiev@gmail.com

Pavel S. Samokhvalov;

ORCID: 0000-0002-2878-8376;

eLibrary SPIN: 1627-3857;

e-mail: p.samokhvalov@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627017>

Исследование преимуществ и недостатков тонометра iCare: перспективы использования в медицинской практике

М.А. Телелясова, А.О. Укина

Гатчинская клиническая межрайонная больница, Гатчина, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Офтальмологические тонометры — инструменты, используемые для измерения внутриглазного давления при диагностике и мониторинге состояний, при которых уровень внутриглазного давления отклоняется от индивидуальной нормы и одним из тонометров является iCare, работающий по принципу отскока [1]. Небольшой стержень отскакивает от роговицы, характер его движения анализируется и устройство проводит расчёт внутриглазного давления [1, 2]. Использование технологии отскока для разработки портативного глазного тонометра позволит создать удобное, точное и надёжное устройство для измерения внутриглазного давления

Цель — выделить основные преимущества и недостатки офтальмологического тонометра iCare для дальнейшего использования полученных результатов в разработке отечественного аналога.

Материалы и методы. Авторами были проанализированы источники литературы. Поиск публикаций проводился по базам данных PubMed, Web of Science, Scopus, eLibrary с 2005 г. по 2023 г. Для поиска информации были использованы ключевые слова: «rebound tonometry», «iCare tonometry», «intraocular pressure». Всего было проанализировано 17 научных статей.

Результаты. Выделены основные преимущества тонометра iCare:

- отсутствие дискомфорта пациента при минимальном времени контакта тонометра с роговицей, нет необходимости анестезии [1, 2];
- точность показателей, измеренных тонометром iCare, сопоставима с золотым стандартом измерения внутриглазного давления, тонометром Гольдмана [3, 4, 6];
- портативность и компактность тонометра, возможность проводить измерения сидя или лёжа [1, 2];
- измерение внутриглазного давления занимает мало времени [1, 16, 17];
- использование одноразового наконечника сводит к минимуму риск передачи инфекционных заболеваний [16];
- возможность измерения внутриглазного давления для глаз с различными патологиями, такими как глаукома, кератоконус [9, 10], состояния после рефракционных операций [11] и кератопластик [8, 12, 13], тампонада витреальной полости силиконом [14];
- тонометр iCare не требует регулярного обслуживания и калибровки, прост для эксплуатации, может использоваться врачами других специальностей и пациентами дома [16, 17].

К недостаткам можно отнести:

- высокую стоимость в сравнении с другими тонометрами, необходимость регулярной закупки одноразовых зондов [15, 17];
- ограниченное использование тонометра iCare у пациентов с аномалиями роговицы, а именно при «ненормальном» коэффициенте резистентности роговицы или гистерезисе роговицы [5, 7].

Заключение. Тонометр iCare обладает рядом преимуществ, включая безопасность и комфорт пациента во время исследования, точность, портативность, быстроту получения результата, возможность применения как на здоровых глазах, так и на глазах с различными заболеваниями или после операций. Однако он также имеет некоторые ограничения при использовании в определённых клинических случаях, а также высокую стоимость. Несмотря на эти ограничения, тонометр iCare остаётся ценным инструментом для измерения внутриглазного давления. Именно поэтому для разработки отечественного портативного тонометра мы предлагаем использовать технологию отскока, которая используется в iCare.

Ключевые слова: отскоковая тонометрия; тонометрия iCare; внутриглазное давление.

Как цитировать:

Телелясова М.А., Укина А.О. Исследование преимуществ и недостатков тонометра iCare: перспективы использования в медицинской практике // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 133–136. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627017>

Рукопись получена: 15.02.2024

Рукопись одобрена: 22.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cervino A. Rebound tonometry: new opportunities and limitations of non-invasive determination of intraocular pressure // *The British Journal of Ophthalmology*. 2006. Vol. 90, N 12. P. 1444. doi: 10.1136/bjo.2006.102970
2. Rödter T.H., Knippschild S., Baulig C., Krummenauer F. Meta-analysis of the concordance of Icare® PRO-based rebound and Goldmann applanation tonometry in glaucoma patients // *European Journal of Ophthalmology*. 2020. Vol. 30, N 2. P. 245–252. doi: 10.1177/1120672119866067
3. Munkwitz S., Elkarmouty A., Hoffmann E.M., Pfeiffer N., Thieme H. Comparison of the iCare rebound tonometer and the Goldmann applanation tonometer over a wide IOP range // *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2008. Vol. 246. P. 875–879. doi: 10.1007/s00417-007-0758-3
4. Schlote T., Landenberger H. Augeninnendruckmessung mit dem transpalpebralen Tonometer TGDc-01 „PRA“ im Vergleich zur Applanationstonometrie nach Goldmann bei Glaukompatienten // *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*. 2005. Vol. 222, N 2. P. 123–131. doi: 10.1055/s-2005-857881
5. Luebke J., Bryniok L., Neuburger M., et al. Intraocular pressure measurement with Corvis ST in comparison with applanation tonometry and Tomey non-contact tonometry // *International ophthalmology*. 2019. Vol. 39. P. 2517–2521. doi: 10.1007/s10792-019-01098-5
6. Sachdeva R., Iordanous Y., Lin T. Comparison of intraocular pressure measured by iCare tonometers and Goldmann applanation tonometer // *Canadian Journal of Ophthalmology*. 2023. Vol. 58, N 5. P. 426–432. doi: 10.1016/j.cjco.2022.06.002
7. Morales-Fernandez L., Saenz-Frances F., Pérez-García P., et al. Effects of corneal biomechanical properties on rebound tonometry (Icare200) and applanation tonometry (Perkins) readings in patients with primary congenital glaucoma // *Journal of Glaucoma*. 2022. Vol. 31, N 3. P. 183–190. doi: 10.1097/IJG.0000000000001913
8. Dumitrescu O.M., Istrate S., Macovei M.L., Gheorghe A.G. Intraocular pressure measurement after penetrating keratoplasty // *Diagnostics*. 2022. Vol. 12, N 2. P. 234. doi: 10.3390/diagnostics12020234
9. Mendez-Hernandez C., Arribas-Pardo P., Cuiña-Sardiña R., et al. Measuring intraocular pressure in patients with keratoconus with and without intrastromal corneal ring segments // *Journal of Glaucoma*. 2017. Vol. 26, N 1. P. 71–76. doi: 10.1097/IJG.0000000000000549
10. Arribas-Pardo P., Mendez-Hernandez C., Cuiña-Sardiña R., Benitez-Del-Castillo J.M., Garcia-Feijoo J. Tonometry after intrastromal corneal ring segments for keratoconus // *Optometry and Vision Science*. 2017. Vol. 94, N 10. P. 986–992. doi: 10.1097/OPX.0000000000001120
11. Gómez-Gómez A., Talens-Estrelles C., Alcocer-Yuste P., Nieto J.C. Reliability of iCare ic100 rebound tonometry and agreement with Goldmann applanation tonometry in healthy and post-myopic LASIK patients // *Journal of Glaucoma*. 2021. Vol. 30, N 8. P. 634–642. doi: 10.1097/IJG.0000000000001878
12. Salvat M.L., Zeppieri M., Miani F., et al. Comparison of iCare tonometer and Goldmann applanation tonometry in normal corneas and in eyes with automated lamellar and penetrating keratoplasty // *Eye*. 2011. Vol. 25, N 5. P. 642–650. doi: 10.1038/eye.2011.60
13. Achiron A., Blumenfeld O., Avizemer H., et al. Intraocular pressure measurement after DSAEK by iCare, Goldmann applanation and dynamic contour tonometry: a comparative study // *Journal Français d'Ophtalmologie*. 2016. Vol. 39, N 10. P. 822–828. doi: 10.1016/j.jfo.2016.09.009
14. Grewal D.S., Stinnett S.S., Folgar F.A., et al. A comparative study of rebound tonometry with Tonopen and Goldmann applanation tonometry following vitreoretinal surgery // *American Journal of Ophthalmology*. 2016. Vol. 161. P. 22–28. doi: 10.1016/j.ajo.2015.09.022
15. Handzel D.M., Ben Abdallah C., Habie H., Alani A., Sekundo W. Rebound-Tonometrie mit sterilisierten Sonden // *Die Ophthalmologie*. 2023. Vol. 120, N 11. P. 1122–1126. doi: 10.1007/s00347-023-01886-6
16. Petersen C.A., Chen A., Chen P.P. How should we measure intraocular pressure in the era of coronavirus disease 2019? Balancing infectious risk, cleaning requirements, and accuracy // *Current Opinion in Ophthalmology*. 2022. Vol. 33, N 2. P. 67. doi: 10.1097/ICU.0000000000000831
17. Nakakura S. Icare® rebound tonometers: review of their characteristics and ease of use // *Clinical Ophthalmology*. 2018. Vol. 12. P. 1245–1253. doi: 10.2147/OPTh.S163092

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627017>

Advantages and disadvantages of the iCare tonometer: prospects for medical use

Mariya A. Telelyasova, Anastasiia O. Ukina

Gatchina Clinical Interdistrict Hospital, Gatchina, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Ophthalmic tonometers are instruments used for the measurement of intraocular pressure in the diagnosis and monitoring of conditions in which the level of intraocular pressure deviates from the individual norm. One such tonometer is the iCare, which operates on the rebound principle [1]. A small rod is directed towards the cornea, the nature of its movement is analyzed, and the device calculates the intraocular pressure [1, 2]. The use of rebound technology for the advancement of

Received: 15.02.2024

Accepted: 22.03.2024

Published online: 30.06.2024

a portable eye tonometer will facilitate the development of a convenient, accurate, and reliable device for the measurement of intraocular pressure.

AIM: The aim of this study is to identify the principal advantages and disadvantages of the iCare ophthalmic tonometer, with a view to facilitating the further development of a Russian analogue.

MATERIALS AND METHODS: The authors conducted a comprehensive literature review, searching for relevant publications in PubMed, Web of Science, Scopus, and eLibrary databases from 2005 to 2023. The search terms used were “rebound tonometry”, “iCare tonometry”, and “intraocular pressure”. A total of 17 scientific articles were analyzed.

RESULTS: The main advantages of the iCare tonometer are highlighted:

- No patient discomfort due to minimal corneal contact time, no anesthesia required [1, 2];
- The accuracy of the indicators measured by the iCare tonometer is comparable to the gold standard of intraocular pressure measurement, the Goldmann tonometer [3, 4, 6];
- Portability and compactness of the tonometer, ability to measure pressure in a sitting or lying position [1, 2];
- Intraocular pressure measurement takes little time [1, 16, 17];
- The use of a disposable handpiece minimizes the risk of infectious disease transmission [16];
- Possibility to measure intraocular pressure in eyes with various pathologies, such as glaucoma, keratoconus [9, 10], post-refractive surgery [11] and keratoplasty [8, 12, 13], vitreous cavity tamponade with silicone [14];
- The iCare tonometer does not require regular maintenance and calibration, is easy to use, and can be used by other professionals and patients at home [16, 17].

Disadvantages include:

- High cost compared to other tonometers, requiring regular purchase of disposable probes [15, 17];
- The limited use of the iCare tonometer in patients with corneal abnormalities, namely patients with an abnormal corneal resistance factor or corneal hysteresis [5, 7].

CONCLUSIONS: The iCare tonometer offers a number of advantages, including patient safety and comfort during the examination, accuracy, portability, quick results, and the ability to be used on healthy eyes as well as on eyes with various diseases or after surgery. However, it also has some limitations when used in certain clinical cases, as well as a high cost. Despite these limitations, the iCare tonometer remains a valuable tool for measuring intraocular pressure. Therefore, we propose to use the rebound technology employed in the iCare tonometer to develop a domestic portable tonometer.

Keywords: rebound tonometry; iCare tonometry; intraocular pressure.

To cite this article:

Telelyasova MA, Ukina AO. Advantages and disadvantages of the iCare tonometer: prospects for medical use. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):133–136. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627017>

REFERENCES

1. Cervino A. Rebound tonometry: new opportunities and limitations of non-invasive determination of intraocular pressure. *The British Journal of Ophthalmology*. 2006;90(12):1444. doi: 10.1136/bjo.2006.102970
2. Rödter TH, Knippschild S, Baulig C, Krummenauer F. Meta-analysis of the concordance of Icare® PRO-based rebound and Goldmann applanation tonometry in glaucoma patients. *European Journal of Ophthalmology*. 2020;30(2):245–252. doi: 10.1177/1120672119866067
3. Munkwitz S, Elkarmouty A, Hoffmann EM, Pfeiffer N, Thieme H. Comparison of the iCare rebound tonometer and the Goldmann applanation tonometer over a wide IOP range. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2008;246:875–879. doi: 10.1007/s00417-007-0758-3
4. Schlote T, Landenberger H. Augeninnendruckmessung mit dem transpalpebralen Tonometer TGDc-01 „PRA“ im Vergleich zur Applanationstonometrie nach Goldmann bei Glaukompatienten. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*. 2005;222(2):123–131. doi: 10.1055/s-2005-857881
5. Luebke J, Bryniok L, Neuburger M, et al. Intraocular pressure measurement with Corvis ST in comparison with applanation tonometry and Tomey non-contact tonometry. *International ophthalmology*. 2019;39:2517–2521. doi: 10.1007/s10792-019-01098-5
6. Sachdeva R, Iordanous Y, Lin T. Comparison of intraocular pressure measured by iCare tonometers and Goldmann applanation tonometer. *Canadian Journal of Ophthalmology*. 2023;58(5):426–432. doi: 10.1016/j.jcjo.2022.06.002
7. Morales-Fernandez L, Saenz-Frances F, Pérez-García P, et al. Effects of corneal biomechanical properties on rebound tonometry (Icare200) and applanation tonometry (Perkins) readings in patients with primary congenital glaucoma. *Journal of Glaucoma*. 2022;31(3):183–190. doi: 10.1097/IJG.0000000000001913
8. Dumitrescu OM, Istrate S, Macovei ML, Gheorghe AG. Intraocular pressure measurement after penetrating keratoplasty. *Diagnostics*. 2022;12(2):234. doi: 10.3390/diagnostics12020234
9. Mendez-Hernandez C, Arribas-Pardo P, Cuiña-Sardiña R, et al. Measuring intraocular pressure in patients with keratoconus with and without intrastromal corneal ring segments. *Journal of Glaucoma*. 2017;26(1):71–76. doi: 10.1097/IJG.0000000000000549
10. Arribas-Pardo P, Mendez-Hernandez C, Cuiña-Sardiña R, Benitez-Del-Castillo JM, Garcia-Feijoo J. Tonometry after intrastromal corneal ring segments for keratoconus. *Optometry and Vision Science*. 2017;94(10):986–992. doi: 10.1097/OPX.0000000000001120

11. Gómez-Gómez A, Talens-Estrelles C, Alcocer-Yuste P, Nieto JC. Reliability of iCare ic100 rebound tonometry and agreement with Goldmann applanation tonometry in healthy and post-myopic LASIK patients. *Journal of Glaucoma*. 2021;30(8):634–642. doi: 10.1097/IJG.0000000000001878
12. Salvat ML, Zeppieri M, Miani F, et al. Comparison of iCare tonometer and Goldmann applanation tonometry in normal corneas and in eyes with automated lamellar and penetrating keratoplasty. *Eye*. 2011;25(5):642–650. doi: 10.1038/eye.2011.60
13. Achiron A, Blumenfeld O, Avizemer H, et al. Intraocular pressure measurement after DSAEK by iCare, Goldmann applanation and dynamic contour tonometry: a comparative study. *Journal Français d'Ophthalmologie*. 2016;39(10):822–828. doi: 10.1016/j.jfo.2016.09.009
14. Grewal DS, Stinnett SS, Folgar FA, et al. A comparative study of rebound tonometry with Tonopen and Goldmann applanation tonometry following vitreoretinal surgery. *American Journal of Ophthalmology*. 2016;161:22–28. doi: 10.1016/j.ajo.2015.09.022
15. Handzel DM, Ben Abdallah C, Habie H, Alani A, Sekundo W. Rebound-Tonometrie mit sterilisierten Sonden. *Die Ophthalmologie*. 2023;120(11):1122–1126. doi: 10.1007/s00347-023-01886-6
16. Petersen CA, Chen A, Chen PP. How should we measure intraocular pressure in the era of coronavirus disease 2019? Balancing infectious risk, cleaning requirements, and accuracy. *Current Opinion in Ophthalmology*. 2022;33(2):67. doi: 10.1097/ICU.0000000000000831
17. Nakakura S. Icare® rebound tonometers: review of their characteristics and ease of use. *Clinical Ophthalmology*. 2018;12:1245–1253. doi: 10.2147/OPHTH.S163092

ОБ АВТОРАХ

* Укина Анастасия Олеговна;

ORCID: 0009-0005-6752-9499;

e-mail: anastasiukina@yandex.ru

Телеясова Мария Аркадьевна;

eLibrary SPIN: 4127-1854;

e-mail: teleyasova@yandex.ru

AUTHORS' INFO

* Anastasiia O. Ukina;

ORCID: 0009-0005-6752-9499;

e-mail: anastasiukina@yandex.ru

Mariya A. Teleyasova;

eLibrary SPIN: 4127-1854;

e-mail: teleyasova@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627019>

Классификация наличия злокачественных образований на маммограмме с помощью методов глубокого обучения

А.А. Ибрагимов, С.А. Сенотрусова, А.А. Литвинов, А.А. Беляева, Е.Н. Ушаков, Ю.В. Маркин

Институт системного программирования имени В.П. Иванникова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Рак молочной железы — заболевание, которое является одной из основных причин смертности от рака у женщин [1]. Регулярный массовый скрининг, проводимый с помощью маммографии, играет важнейшую роль в своевременном выявлении изменений в тканях молочной железы. Однако начальные стадии патологии часто остаются незамеченными, и их сложно диагностировать [2].

Несмотря на эффективность маммографии в снижении смертности от рака молочной железы, ручной анализ изображений может занимать много времени и быть трудозатратным. Поэтому актуальны попытки автоматизировать этот процесс, например, с помощью систем автоматизированной диагностики (CAD) [3]. Однако в последние годы всё больший интерес вызывают решения на основе нейронных сетей, в частности в биологии и медицине [4–6]. Технологические достижения, использующие искусственный интеллект, уже показали свою эффективность в обнаружении патологий [7, 8].

Цель — создание автоматизированного решения для выявления рака молочной железы на маммограммах.

Материалы и методы. Решение реализовано следующим образом: разработан инструмент на основе глубокой нейронной сети, который позволяет по подаваемому на вход изображению получить вероятность наличия злокачественного образования. Для обучения модели был использован объединённый датасет из открытых наборов данных, таких как MIAS, CBIS-DDSM, INbreast, CMMD, KAU-BCMD, VinDr-Mammo [9–14].

Результаты. Модель классификации, основанная на архитектуре EfficientNet-B3, позволяет достичь при тесте на выборке из комбинированного набора данных до 0,695 по метрике площади под ROC-кривой, 0,88 Sensitivity и 0,9 Specificity. Благодаря обучению на изображениях из разных датасетов, отличающихся по качеству данных и региону получения, модель обладает высокой обобщающей способностью, что является ещё одним преимуществом. Кроме того, для повышения эффективности использовались такие методы, как предварительная обрезка изображений и аугментации в процессе обучения.

Заключение. Результаты экспериментов показали, что модель на высоком уровне достоверности может выявлять злокачественные образования. Полученные высокие метрики качества обеспечивают значительный потенциал для внедрения данного метода в автоматизированную диагностику, например, в качестве дополнительного мнения для медицинских специалистов.

Ключевые слова: рак молочной железы; маммография; глубокое обучение; нейронные сети; искусственный интеллект.

Как цитировать:

Ибрагимов А.А., Сенотрусова С.А., Литвинов А.А., Беляева А.А., Ушаков Е.Н., Маркин Ю.В. Классификация наличия злокачественных образований на маммограмме с помощью методов глубокого обучения // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1 С. 137–139. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627019>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Milroy M.J. Cancer statistics: Global and national. In: Quality Cancer Care: Survivorship Before, During and After Treatment. Hopewood P., Milroy M.J., editors. Springer, 2018.
2. Mainiero MB, Moy L, Baron P, et al. ACR appropriateness criteria breast cancer screening // Journal of the American College of Radiology. 2017. Vol. 14, N 11S. P. S383–S390. doi: 10.1016/j.jacr.2017.08.044
3. Elter M., Horsch A. CADx of mammographic masses and clustered microcalcifications: a review // Medical physics. 2009. Vol. 36, N 6. P. 2052–2068. doi: 10.1118/1.3121511
4. Kegeles E, Naumov A, Karpulevich EA, Volchkov P, Baranov P. Convolutional neural networks can predict retinal differentiation in retinal organoids // Front. Cell. Neurosci. 2020. Vol. 14. P. 171. doi: 10.3389/fncel.2020.00171
5. Ibragimov A, Senotrusova S, Markova K, et al. Deep semantic segmentation of angiogenesis images // Int. J. Mol. Sci. 2023. Vol. 24, N 2. doi: 10.3390/ijms24021102
6. Naumov A., Ushakov E., Ivanov A., et al. EndoNuke: Nuclei detection dataset for estrogen and progesterone stained IHC endometrium scans // Data (Basel). 2022. Vol. 7, N 6. doi: 10.3390/data7060075

Рукопись получена: 16.02.2024

Рукопись одобрена: 05.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

7. Dembrower K, Wählin E, Liu Y, et al. Effect of artificial intelligence-based triaging of breast cancer screening mammograms on cancer detection and radiologist workload: a retrospective simulation study // *The Lancet Digital Health*. 2020. Vol. 2, N 9. P. e468–e474. doi: 10.1016/S2589-7500(20)30185-0
8. Jiang Y., Edwards A.V., Newstead G.M. Artificial intelligence applied to breast MRI for improved diagnosis // *Radiology*. 2021. Vol. 298, N 1. P. 38–46. doi: 10.1148/radiol.2020200292
9. Suckling J. The mammographic image analysis society digital mammogram database // *Exerpta Medica International Congress*. 1994. Vol. 1069. P. 375–378.
10. Lee RS, Gimenez F, Hoogi A, et al. A curated mammography data set for use in computer-aided detection and diagnosis research // *Sci. Data*. 2017. Vol. 4. P. 170177. doi: 10.1038/sdata.2017.177
11. Moreira IC, Amaral I, Domingues I, et al. INbreast: toward a full-field digital mammographic database // *Acad. Radiol*. 2012. Vol. 19, N 2. P. 236–248. doi: 10.1016/j.acra.2011.09.014
12. Cui C., Li L., Cai H., et al. The Chinese mammography database (CMMD): An online mammography database with biopsy confirmed types for machine diagnosis of breast // *Data Cancer Imaging Arch*. 2021. doi: 10.7937/tcia.eqde-4b16
13. Alsolami AS, Shalash W, Alsaggaf W, et al. King Abdulaziz University breast cancer mammogram dataset (KAU-BCMD) // *Data Basel*. 2021. Vol. 6, N 11. P. 111. doi: 10.3390/data6110111
14. Nguyen HT, Nguyen HQ, Pham HH, et al. VinDr-Mammo: A large-scale benchmark dataset for computer-aided diagnosis in full-field digital mammography // *Sci. Data*. 2023. Vol. 10, N 1. P. 277. doi: 10.1038/s41597-023-02100-7

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627019>

Classification of the presence of malignant lesions on mammogram using deep learning

Alisher A. Ibragimov, Sofya A. Senotrusova, Arseniy A. Litvinov, Aleksandra A. Beliaeva, Egor N. Ushakov, Yuri V. Markin

Institute for System Programming, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Breast cancer is one of the leading causes of cancer-related mortality in women [1]. Regular mass screening with mammography plays a critical role in the early detection of changes in breast tissue. However, the early stages of pathology often go undetected and are difficult to diagnose [2].

Despite the effectiveness of mammography in reducing breast cancer mortality, manual image analysis can be time consuming and labor intensive. Therefore, attempts to automate this process, for example using computer-aided diagnosis systems, are relevant [3]. In recent years, however, solutions based on neural networks have gained increasing interest, especially in biology and medicine [4–6]. Technological advances using artificial intelligence have already demonstrated their effectiveness in pathology detection [7, 8].

AIM: The study aimed to develop an automated solution to detect breast cancer on mammograms.

MATERIALS AND METHODS: The solution is implemented as follows: a deep neural network-based tool has been developed to obtain the probability of malignancy from the input image. A combined dataset from public datasets such as MIAS, CBIS-DDSM, INbreast, CMMD, KAU-BCMD, and VinDr-Mammo [9–14] was used to train the model.

RESULTS: The classification model, based on the EfficientNet-B3 architecture, achieved an area under the ROC curve of 0.95, a sensitivity of 0.88, and a specificity of 0.9 when tested on a sample from the combined dataset. The model's high generalization ability, which is another advantage, was demonstrated by its ability to perform well on images from different datasets with varying data quality and acquisition regions. Furthermore, techniques such as image pre-cropping and augmentations during training were used to enhance the model's performance.

CONCLUSIONS: The experimental results demonstrated that the model is capable of accurately detecting malignancies with a high degree of confidence. The obtained high-quality metrics offer a significant potential for implementing this method in automated diagnostics, for instance, as an additional opinion for medical specialists.

Keywords: breast cancer; mammography; deep learning; neural networks; artificial intelligence.

To cite this article:

Ibragimov AA, Senotrusova SA, Litvinov AA, Beliaeva AA, Ushakov EN, Markin YuV. Classification of the presence of malignant lesions on mammogram using deep learning. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):137–139. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627019>

Received: 16.02.2024

Accepted: 05.03.2024

Published online: 30.06.2024

REFERENCES

1. Milroy MJ. Cancer statistics: Global and national. In: *Quality Cancer Care: Survivorship Before, During and After Treatment*. Hopewood P, Milroy MJ, editors. Springer; 2018.
2. Mainiero MB, Moy L, Baron P, et al. ACR appropriateness criteria breast cancer screening. *Journal of the American College of Radiology*. 2017;14(11S):S383–S390. doi: 10.1016/j.jacr.2017.08.044
3. Elter M, Horsch A. CADx of mammographic masses and clustered microcalcifications: a review. *Medical physics*. 2009;36(6):2052–2068. doi: 10.1118/1.3121511
4. Kegeles E, Naumov A, Karpulevich EA, Volchikov P, Baranov P. Convolutional neural networks can predict retinal differentiation in retinal organoids. *Front. Cell. Neurosci.* 2020;14:171. doi: 10.3389/fncel.2020.00171
5. Ibragimov A, Senotrusova S, Markova K, et al. Deep semantic segmentation of angiogenesis images. *Int. J. Mol. Sci.* 2023;24(2). doi: 10.3390/ijms24021102
6. Naumov A, Ushakov E, Ivanov A, et al. EndoNuke: Nuclei detection dataset for estrogen and progesterone stained IHC endometrium scans. *Data (Basel)*. 2022;7(6). doi: 10.3390/data7060075
7. Dembrower K, Wåhlin E, Liu Y, et al. Effect of artificial intelligence-based triaging of breast cancer screening mammograms on cancer detection and radiologist workload: a retrospective simulation study. *The Lancet Digital Health*. 2020;2(9):e468–e474. doi: 10.1016/S2589-7500(20)30185-0
8. Jiang Y, Edwards AV, Newstead GM. Artificial intelligence applied to breast MRI for improved diagnosis. *Radiology*. 2021;298(1):38–46. doi: 10.1148/radiol.2020200292
9. Suckling J. The mammographic image analysis society digital mammogram database. *Excerpta Medica International Congress*. 1994;1069:375–378.
10. Lee RS, Gimenez F, Hoogi A, et al. A curated mammography data set for use in computer-aided detection and diagnosis research. *Sci. Data*. 2017;4:170177. doi: 10.1038/sdata.2017.177
11. Moreira IC, Amaral I, Domingues I, et al. INbreast: toward a full-field digital mammographic database. *Acad. Radiol.* 2012;19(2):236–248. doi: 10.1016/j.acra.2011.09.014
12. Cui C, Li L, Cai H, et al. The Chinese mammography database (CMMD): An online mammography database with biopsy confirmed types for machine diagnosis of breast. *Data Cancer Imaging Arch*. 2021. doi: 10.7937/tcia.eqde-4b16
13. Alsolami AS, Shalash W, Alsaggaf W, et al. King Abdulaziz University breast cancer mammogram dataset (KAU-BCMD). *Data Basel*. 2021;6(11):111. doi: 10.3390/data6110111
14. Nguyen HT, Nguyen HQ, Pham HH, et al. VinDr-Mammo: A large-scale benchmark dataset for computer-aided diagnosis in full-field digital mammography. *Sci. Data*. 2023;10(1):277. doi: 10.1038/s41597-023-02100-7

ОБ АВТОРАХ

* **Ибрагимов Алишер Ахмад Угли;**

ORCID: 0000-0002-4406-4562;

eLibrary SPIN: 3540-3992;

e-mail: ibragimov@ispras.ru

Сенотрусова Софья Андреевна;

ORCID: 0000-0003-0960-8920;

eLibrary SPIN: 4872-3388;

e-mail: senotrusova@ispras.ru

Литвинов Арсений Александрович;

ORCID: 0009-0000-3561-3817;

e-mail: filashkov@ispras.ru

Беляева Александра Андреевна;

e-mail: belyaeva.a@ispras.ru

Ушаков Егор Николаевич;

ORCID: 0000-0001-8370-6911;

e-mail: ushakov@ispras.ru

Маркин Юрий Витальевич;

ORCID: 0000-0003-1145-5118;

eLibrary SPIN: 8440-9532;

e-mail: ustas@ispras.ru

AUTHORS' INFO

* **Alisher A. Ibragimov;**

ORCID: 0000-0002-4406-4562;

eLibrary SPIN: 3540-3992;

e-mail: ibragimov@ispras.ru

Sofya A. Senotrusova;

ORCID: 0000-0003-0960-8920;

eLibrary SPIN: 4872-3388;

e-mail: senotrusova@ispras.ru

Arsenii A. Litvinov;

ORCID: 0009-0000-3561-3817;

e-mail: filashkov@ispras.ru

Aleksandra A. Belyaeva;

e-mail: belyaeva.a@ispras.ru

Egor N. Ushakov;

ORCID: 0000-0001-8370-6911;

e-mail: ushakov@ispras.ru

Yury V. Markin;

ORCID: 0000-0003-1145-5118;

eLibrary SPIN: 8440-9532;

e-mail: ustas@ispras.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627030>

Изменения на диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии в гиппокампе при транзиторной глобальной амнезии

А.В. Кокухин, М.Н. Журавлев, Е.А. Пономарева, Р.Ф. Бакиева, Е.П. Стремаус, Е.Л. Жигалова, С.А. Мурунов, Я.В. Яценко

Областная клиническая больница № 2, Тюмень, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Транзиторная глобальная амнезия рассматривается как один из вариантов транзиторной ишемической атаки. В отличие от диагноза «инфаркт мозга», определение «транзиторная ишемическая атака» предполагает не только обратимость неврологической симптоматики, но и отсутствие морфологических признаков инфаркта мозга, выявляемых по данным методов визуализации. Если клиническая диагностика транзиторной глобальной амнезии не представляет трудностей, то в отношении изменений на магнитно-резонансной томографии однозначного мнения нет. Использование высокопольных аппаратов магнитно-резонансной томографии (3Т, 7Т) показывают достаточно высокую частоту выявления точечных DWI-изменений в проекции гиппокампа (до 50%), что может использоваться в качестве одного из объективных критериев диагноза «транзиторная глобальная амнезия» [1].

Цель — провести анализ группы пациентов с клиническим диагнозом «транзиторная глобальная амнезия», которым была выполнена магнитно-резонансная томография головного мозга.

Материалы и методы. Проведён анализ медицинских карт пациентов с клиническим диагнозом «транзиторная глобальная амнезия», госпитализированных в 2022–2023 г., у которых по результатам магнитно-резонансной томографии в режиме DWI были выявлены изменения в проекции гиппокампа.

Результаты. По данным Регионального сосудистого центра Областной клинической больницы № 2 г. Тюмени на долю транзиторной ишемической атаки ежегодно приходится около 5,5% всех пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения. Среди пациентов с транзиторной ишемической атакой частота транзиторной глобальной амнезии составила 17,2–26,2%. Изменения на магнитно-резонансной томографии выявлены у 11 пациентов. Возраст пациентов от 48 до 69 лет. Женщин было 7. У всех женщин и у троих мужчин единичный очаг (3–4 мм), гиперинтенсивный в режиме DWI, локализовался в проекции левого гиппокампа. В одном случае, у мужчины 62 лет, очаг размером 7 мм локализовался в проекции правого гиппокампа и сочетался с очагом 12 мм в левой затылочной доле. В анамнезе имелось указание на ранее перенесённый инсульт и инфаркт миокарда, приём ривароксабана по поводу фибрилляции предсердий. У всех 11 пациентов в течение суток отмечен полный регресс клинических проявлений транзиторной глобальной амнезии.

Заключение. Как показывает анализ литературных данных и собственных наблюдений, сосудистая природа транзиторной глобальной амнезии требует обсуждения даже в случае выявления точечных очагов в проекции гиппокампа, особенно в отсутствии значимых сосудистых факторов риска. Вероятность сосудистой природы транзиторной глобальной амнезии выше при сочетании очагов в гиппокампе с дополнительными очагами за его пределами и выявленных факторах риска. Мы считаем рекомендованным расширение показаний для выполнения магнитно-резонансной томографии в режиме DWI у пациентов с транзиторной глобальной амнезией в первые 24–72 часа.

Мы предлагаем у данной категории пациентов при формировании клинического диагноза ишемического инсульта (криптогенного) использовать функциональную расшифровку — синдром транзиторной глобальной ишемии. Считаем, что наблюдение за данной категорией пациентов представляет несомненный интерес.

Ключевые слова: транзиторная глобальная амнезия; ишемический инсульт; магнитно-резонансная томография.

Как цитировать:

Кокухин А.В., Журавлев М.Н., Пономарева Е.А., Бакиева Р.Ф., Стремаус Е.П., Жигалова Е.Л., Мурунов С.А., Яценко Я.В. Изменения на диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии в гиппокампе при транзиторной глобальной амнезии // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 140–142. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627030>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sander D., Bartsch T., Connolly F., et al. Guideline "Transient Global Amnesia (TGA)" of the German Society of Neurology (Deutsche Gesellschaft für Neurologie): S1-guideline // Neurological Research and Practice. 2023. Vol. 5, N 1. P. 15. doi: DOI: 10.1186/s42466-023-00240-0

Received: 15.02.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627030>

Changes on diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the hippocampus in transient global amnesia

Alexey V. Kokukhin, Mikhail N. Zhuravlev, Elena A. Ponomareva, Railya F. Bakieva, Ekaterina P. Stremaus, Evgenia L. Zhigalova, Sergey A. Murunov, Yana V. Yatsenko

Regional Clinical Hospital No. 2, Tyumen, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Transient global amnesia is considered a variant of transient ischemic attack. Unlike the diagnosis of brain infarction, the definition of transient ischemic attack implies both the reversibility of neurological symptoms and the absence of morphological signs of brain infarction detected by imaging methods. While the clinical diagnosis of transient global amnesia is not difficult, there is no unambiguous opinion regarding changes on magnetic resonance imaging. The use of high-field magnetic resonance imaging devices (3T, 7T) show quite a high frequency of detecting point DWI changes in the hippocampal projection (up to 50%), which can be used as one of the objective criteria for the diagnosis of transient global amnesia [1].

AIM: The study aimed to analyze a group of patients with a clinical diagnosis of transient global amnesia who underwent magnetic resonance imaging of the brain.

MATERIALS AND METHODS: The medical records of patients with a clinical diagnosis of transient global amnesia who were hospitalized in 2022–2023 and in whom the results of magnetic resonance imaging in DWI mode revealed changes in the hippocampal projection were analyzed.

RESULTS: The Regional Vascular Center of the Regional Clinical Hospital No. 2 in Tyumen reports that transient ischemic attack accounts for approximately 5.5% of all patients with acute cerebral circulatory disorders annually. Among patients with transient ischemic attack, the frequency of transient global amnesia was 17.2% to 26.2%. Magnetic resonance imaging revealed changes in 11 patients, with an age range of 48 to 69 years. The study included seven female participants. In all women and three men, a single focus (3–4 mm) was hyperintense in DWI mode and localized in the projection of the left hippocampus. In one case, a 62-year-old man, a 7-mm focus was localized in the projection of the right hippocampus and combined with a 12-mm focus in the left occipital lobe. In the medical history, there was evidence of a previous cerebrovascular accident and myocardial infarction, in addition to the use of rivaroxaban for atrial fibrillation. All 11 patients exhibited complete regression of the clinical manifestations of transient global amnesia within a day.

CONCLUSIONS: A review of the literature and our own observations indicates that the vascular nature of transient global amnesia warrants further discussion, even in the case of pinpoint foci in the hippocampal projection, particularly in the absence of significant vascular risk factors. The probability of a vascular etiology for transient global amnesia is higher when foci in the hippocampus are combined with additional foci outside the hippocampus and risk factors are identified. It is recommended that the indications for performing magnetic resonance imaging in DWI mode be expanded to include patients with transient global amnesia within the first 24 to 72 hours.

We put forth the hypothesis that in patients presenting with cryptogenic ischemic stroke, the functional transient global ischemia syndrome should be employed as a diagnostic tool. We posit that the observation of this patient population is of significant interest.

Keywords: transient global amnesia; ischemic stroke; magnetic resonance imaging.

To cite this article:

Kokukhin AV, Zhuravlev MN, Ponomareva EA, Bakieva RF, Stremaus EP, Zhigalova EL, Murunov SA, Yatsenko YaV. Changes on diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the hippocampus in transient global amnesia. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):140–142. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627030>

REFERENCES

1. Sander D, Bartsch T, Connolly F, et al. Guideline “Transient Global Amnesia (TGA)” of the German Society of Neurology (Deutsche Gesellschaft für Neurologie): S1-guideline. *Neurological Research and Practice*. 2023;5(1):15. doi: DOI: 10.1186/s42466-023-00240-0

Рукопись получена: 15.02.2024

Рукопись одобрена: 13.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

ОБ АВТОРАХ

*** Кокухин Алексей Васильевич;**

ORCID: 0000-0002-4611-3284;

eLibrary SPIN: 9056-1235;

e-mail: aleksei89@mail.ru

Журавлев Михаил Николаевич;

ORCID: 0000-0002-1930-2928;

e-mail: mishazhur@rambler.ru

Пономарева Елена Александровна;

e-mail: metajoie@gmail.com

Бакиева Раиля Фаризовна;

e-mail: 1010ra@mail.ru

Стремаус Екатерина Павловна;

e-mail: suamerts-05@mail.ru

Жигалова Евгения Леонидовна;

e-mail: Zhiga-zhenya@yandex.ru

Мурунов Сергей Анатольевич;

e-mail: Mytynov91@mail.ru

Яценко Яна Владимировна;

e-mail: janayanaa23@yandex.ru

AUTHORS' INFO

*** Alexey V. Kokukhin;**

ORCID: 0000-0002-4611-3284;

eLibrary SPIN: 9056-1235;

e-mail: aleksei89@mail.ru

Mikhail N. Zhuravlev;

ORCID: 0000-0002-1930-2928;

e-mail: mishazhur@rambler.ru

Elena A. Ponomareva;

e-mail: metajoie@gmail.com

Railya F. Bakieva;

e-mail: 1010ra@mail.ru

Ekaterina P. Stremaus;

e-mail: suamerts-05@mail.ru

Evgenia L. Zhigalova;

e-mail: Zhiga-zhenya@yandex.ru

Sergey A. Murunov;

e-mail: Mytynov91@mail.ru

Yana V. Yatsenko;

e-mail: janayanaa23@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627040>

Разработка системы автоматического анализа морфокинетического состояния эмбриона человека

М.Г. Косенко¹, Г.Б. Немковский^{1,2}, О.Ю. Цветкова³, И.Д. Акинфеев^{2,4}, В.А. Долгова⁵¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Москва, Россия;² ООО «ВЕСТПРЭЙД ЛТД», Москва, Россия;³ Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Долгопрудный, Россия⁴ Аризонский университет, Тусон, Соединённые Штаты Америки⁵ Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Применение технологий видеофиксации в эмбриологии существенно развивается. Эти технологии позволяют объективизировать анализ процесса раннего эмбриогенеза каждого культивируемого эмбриона без необходимости изъятия культуральной чашки из инкубатора. Технологии таймлапс в рутинной практике позволяют гарантированно обнаружить патологии развития эмбриона, недоступные традиционным методам контроля развития [1, 2]. Однако разметка и оценка в ручном режиме всех кадров, снятых в процессе культивирования, может занимать значительное время. Кроме того, сама видеофиксация не снимает проблемы объективизации качества интерпретации полученных изображений [3]. Решением задач такого класса успешно занимаются интеллектуальные технологии, в частности решения, разрабатываемые с применением машинного обучения.

Цель — разработка системы автоматического анализа морфокинетического состояния человеческого эмбриона с целью оценки его имплантационной способности.

Материалы и методы. Визуальные данные были собраны в медицинском центре «Семья» (Уфа, Россия) и Клиническом госпитале ИДК группы компаний «Мать и дитя» (Самара, Россия). Цифровые изображения периода доимплантационного развития эмбрионов человека до стадии бластоцисты (0–6-е сутки от инсеминации) получены с использованием инкубатора для лабораторий экстракорпорального оплодотворения «ЭмбриоВизор» с системой таймлапс (гиперлапс) видеофиксации. Культивирование эмбрионов осуществлялось индивидуально в специальных микролунках чашек WOW (Vitrolife, Швеция). Разметка набора данных выполняется с использованием программного обеспечения Label Studio Community Edition. Для анализа данных выбрана рекуррентная свёрточная нейронная сеть, которая была обучена на основе анализа многочисленных изображений.

Результаты. В основе разработки системы автоматического анализа лежит классификация морфокинетического состояния эмбриона по стадиям эмбриогенеза: оплодотворение, дробление, образование морулы, образование бластоцисты. В зависимости от определённого этапа развития будет выполняться сегментация множественных объектов, таких как пронуклеусы и полярные тела на стадии оплодотворения или бластомеры на стадии дробления. Планируется построение бинарной классификации наличия дополнительных признаков (мультипунклеация, неоднородность эндоплазматической сети), классификации/регрессии дополнительных признаков (так, фрагментация может быть оценена в виде дискретных диапазонов или абсолютных значений). Результатом работы является система разметки морфодинамического профиля эмбриона с использованием глубокого обучения. Этот метод позволяет автоматизировать и ускорить процесс анализа, ранее требовавший значительных временных и человеческих ресурсов.

Заключение. Ожидается, что разработанная система автоматического анализа морфокинетического состояния эмбрионов упростит процесс анализа качества эмбрионов человека в лабораториях экстракорпорального оплодотворения, сократив время и ресурсы, затрачиваемые на этот процесс, повысит точность и надёжность оценки имплантационной способности эмбрионов и сможет стать основой создания системы поддержки принятия врачебного решения в эмбриологии.

Ключевые слова: эмбрионы человека; морфокинетический профиль; имплантационная способность; технологии видеофиксации; свёрточная нейронная сеть.

Как цитировать:

Косенко М.Г., Немковский Г.Б., Цветкова О.Ю., Акинфеев И.Д., Долгова В.А. Разработка системы автоматического анализа морфокинетического состояния эмбриона человека // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 143–145. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627040>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ESHRE Working group on Time-lapse technology; Apter S., Ebner T., Freour T., et al. Good practice recommendations for the use of time-lapse technology // Human Reproduction Open. 2020. Vol. 2020, N 2. P. 1–26. doi: 10.1093/hropen/hoaa008
2. Шурыгина О.В., Немковский Г.Б., Беляков В.К. Руководство по применению технологии Time-lapse в практике эмбриологии-ческих лабораторий «Неинвазивный мониторинг и анализ биологических объектов». Москва, 2021.
3. Шурыгина О.В., Немковский Г.Б., Русаков Д.Ю., и др. Современные подходы к культивированию и автоанализу морфодинамики эмбрионов человека in vitro // Репродуктивная медицина. 2021. № 3(48). С. 33–41. doi: 10.37800/RM.3.2021.35–43

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627040>

Development of a system for automatic analysis of the morphokinetic state of the human embryo

Mark G. Kosenko¹, Gleb B. Nemkovskiy^{1,2}, Olesya Yu. Tsvetkova³, Ivan D. Akinfeev^{2,4}, Valeriia A. Dolgova⁵

¹ The First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow, Russia;

² "WESTRADE LTD" LLC, Moscow, Russia;

³ Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), Dolgoprudny, Russia;

⁴ The University of Arizona, Tucson, United States of America;

⁵ Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The application of videofixation technologies in embryology is developing significantly. These technologies permit the objective analysis of the process of early embryogenesis of each cultured embryo without the necessity of removing the culture cup from the incubator. Timelapse technologies in routine practice allow for the guaranteed detection of embryo developmental pathologies that are inaccessible to traditional developmental monitoring methods [1, 2]. Nevertheless, the annotation and manual evaluation of all frames captured during the cultivation process can be a time-consuming process. Furthermore, video fixation itself does not eliminate the issue of objectivizing the quality of interpretation of the obtained images [3]. Intelligent technologies, in particular, solutions developed with the use of machine learning, are successfully employed in the resolution of such problems.

AIM: The aim of this study is to develop a system for the automated analysis of the morphokinetic state of the human embryo with the aim of assessing its capacity for implantation.

MATERIALS AND METHODS: The data were collected at the Family Medical Center (Ufa, Russia) and the Clinical Hospital IDK of the Mother and Child Group of Companies (Samara, Russia). Digital images of the period of preimplantation development of human embryos up to the blastocyst stage (days 0–6 from insemination) were obtained using an incubator for in vitro fertilization laboratories, the EmbryoVisor, with a timelapse (hyperlapse) video fixation system. Embryos were cultured individually in special micro-well WOW dishes (Vitrolife, Sweden). The data set was labelled using Label Studio Community Edition software. A recurrent convolutional neural network was selected to analyse the data and trained using multiple images.

RESULTS: The development of the automatic analysis system is based on the classification of the morphokinetic state of the embryo according to the stages of embryogenesis: fertilization, fragmentation, morula formation, and blastocyst formation. Segmentation of multiple objects, such as pronuclei and polar bodies at the fertilization stage or blastomeres at the fragmentation stage, will be performed depending on a certain stage of development. We plan to build a binary classification of the presence of additional features (multinucleation, heterogeneity of the endoplasmic network), classification/regression of additional features (so, fragmentation can be estimated as discrete ranges or absolute values). The result is a system for labeling the morphodynamic profile of an embryo using deep learning. This method automates and accelerates the analysis process, which previously required significant time and human resources.

CONCLUSIONS: It is anticipated that the developed system of automatic analysis of morphokinetic state of embryos will simplify the process of evaluating the quality of human embryos in in vitro fertilization laboratories, reducing the time and resources spent on this process. Furthermore, it will enhance the accuracy and reliability of assessing the implantation ability of embryos and could potentially serve as the foundation for the development of a support system for medical decision-making in embryology.

Received: 15.02.2024

Accepted: 13.03.2024

Published online: 30.06.2024

Keywords: human embryos; morphokinetic profile; implantation capacity; video recording technologies; convolutional neural network.

To cite this article:

Kosenko MG, Nemkovskiy GB, Tsvetkova OYu, Akinfeev ID, Dolgova VA. Development of a system for automatic analysis of the morphokinetic state of the human embryo. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):143–145. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627040>

REFERENCES

1. ESHRE Working group on Time-lapse technology; Apter S, Ebner T, Freour T, et al. Good practice recommendations for the use of time-lapse technology. *Human Reproduction Open*. 2020;2020(2):1–26. doi: 10.1093/hropen/hoaa008
2. Shurygina OV, Nemkovskii GB, Belyakov VK. *Guidelines for the application of Time-lapse technology in the practice of embryology laboratories "Non-invasive monitoring and analysis of biological objects"*. Moscow; 2021. (In Russ).
3. Shurygina O, Nemkovskiy G, Rusakov D, et al. Modern approaches to cultivation and autoanalysis of the morphodynamics of human embryos in vitro. *Reproductive Medicine*. 2021;(3(48)):33–41. doi: 10.37800/RM.3.2021.35–43

ОБ АВТОРАХ

*** Немковский Глеб Борисович;**

ORCID: 0000-0003-1897-1975;

eLibrary SPIN: 1481-0704;

e-mail: negleb@yandex.ru

Косенко Марк Геннадьевич;

ORCID: 0000-0003-2467-466X;

e-mail: mark.kosenko@mail.ru

Цветкова Олеся Юрьевна;

ORCID: 0009-0001-1310-6344;

e-mail: olesya.tsvetkovaa@yandex.ru

Акинфеев Иван Денисович;

e-mail: negleb@yandex.ru

Долгова Валерия Андреевна;

ORCID: 0000-0003-0260-1670;

e-mail: doller2000@yandex.ru

AUTHORS' INFO

*** Gleb B. Nemkovskiy;**

ORCID: 0000-0003-1897-1975;

eLibrary SPIN: 1481-0704;

e-mail: negleb@yandex.ru

Mark G. Kosenko;

ORCID: 0000-0003-2467-466X;

e-mail: mark.kosenko@mail.ru

Olesya Yu. Tsvetkova;

ORCID: 0009-0001-1310-6344;

e-mail: olesya.tsvetkovaa@yandex.ru

Ivan D. Akinfeev;

e-mail: negleb@yandex.ru

Valeriia A. Dolgova;

ORCID: 0000-0003-0260-1670;

e-mail: doller2000@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627046>

Нейронная сеть для помощи принятия клинических решений при выборе ортопедической конструкции

П.М. Игнатов¹, А.А. Олейников¹, А.В. Гуськов¹, А.Л. Шлыкова¹, Д.А. Суров²¹ Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Рязань, Россия;² ООО «Дента Стил Канищево», Рязань, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Применяемые в современной стоматологии программные возможности искусственного интеллекта способны самостоятельно подбирать ортопедические конструкции исходя из условий лечения, устанавливать диагноз по данным рентгеновского исследования и интраорального сканирования челюстей. Нейронная сеть в области машинного обучения — это математическая модель, которая работает по принципу нейронной сети живого организма и способна обрабатывать входные сигналы в соответствии с весовыми коэффициентами, пропуская их через определённое число слоёв и формируя правильный ответ на выходе, который соответствует нейрону выходного слоя с самым большим значением функции активации.

Цель — создание нейронной сети, обеспечивающей помощь в принятии клинических решений во время составления ортопедического плана лечения.

Материалы и методы. С использованием среды программирования Processing и C-подобного языка программирования создана нейронная сеть. На этапе обучения сети определялось число скрытых слоёв, подбирался коэффициент обучения и определялось количество эпох обучения. Обучение сети производилось методом обратного распространения ошибки с помощью вычисления среднеквадратической ошибки сети, обратного распространения сигнала по нейросети и корректировки весовых коэффициентов с учётом коэффициента обучения.

Входным слоем (вектором) послужили клинические условия [1, 2]: состояние полости рта; аллергоанамнез; различные проявления клинической картины (индекс разрушения поверхностей зуба, витальность зубов и т.д.). Размерность выходного слоя зависела от количества используемых конструкций и составляла 19 нейронов (протезы: бюгельный, телескопический, покрывной, пластиночный; микропротезы по типу: table-top, overlay, inlay и т.д.).

Выходным слоем являлись съёмные и несъёмные протезы, выбор которых основывался на заранее разработанном алгоритме, основанном на таких клинических условиях, как:

- состояние и количество сохранившихся зубов;
- индекс разрушения окклюзионной поверхности жевательных зубов;
- классификация кариозных полостей по Блеку;
- парафункции, аллергоанамнез [3, 4].

Результаты. Разработан алгоритм действия нейросети, в котором от врача необходимо ввести данные клинической картины после осмотра полости рта. Нейросеть, способствующая помощи в принятии клинических решений, в каждом слое проводила математические вычисления, умножая элементы входного вектора (а впоследствии — каждого слоя) на весовые коэффициенты (полученные в результате обучения нейронной сети), добавляла смещение (для попадания результатов в область вычисления функции активации), полученный результат проводился через функцию активации (Sigmoid, ReLu), выбирая выходной нейрон с самым большим результатом и прогнозируя наиболее подходящую конструкцию [5, 6].

Заключение. Таким образом, разработанная нейросеть способна предлагать клинически обоснованные варианты ортопедического плана лечения в индивидуальных ситуациях с учётом возможности применения различных видов протезов.

Ключевые слова: помощь в принятии клинических решений; искусственный интеллект; нейронная сеть; протезные конструкции; ортопедическая лечение.

Как цитировать:

Игнатов П.М., Олейников А.А., Гуськов А.В., Шлыкова А.Л., Суров Д.А. Нейронная сеть для помощи принятия клинических решений при выборе ортопедической конструкции // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 146–148. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627046>

Received: 15.02.2024

Accepted: 05.03.2024

Published online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаева П.А. Сравнение термопластов и акриловых пластмасс для съемного протезирования // Научное обозрение. Медицинские науки. 2017. № 4. С. 16–20. EDN: YFVNZV
2. Таценко Е.Г., Лапина Н.В., Скорикова Л.А. Прогнозирование адаптации пациентов к съемным зубным конструкциям // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 2. С. 182–188.
3. Тянь А.А. Преимущество термопластических материалов в ортопедической стоматологии // Научное обозрение. Медицинские науки. 2017. № 4. С. 119–123. EDN: YFVOHN
4. Рубцова Е.А., Чиркова Н.В., Полушкина Н.А., и др. Оценка микробиологического исследования съемных зубных протезов из термопластического материала // Вестник новых медицинских технологий. 2017. № 2. С. 267–270. EDN: ZBADWD
5. Долгалев А.А., Мураев А.А., Ляхов П.А., и др. Архитектоника системы искусственного интеллекта и перспективы применения технологий машинного обучения в стоматологии. Обзор литературы // Главный врач юга России. 2022. № 5(86). EDN: VSGWMU
6. De Angelis F., Pranno N., Franchina A., et al. Artificial Intelligence: A New Diagnostic Software in Dentistry: A Preliminary Performance Diagnostic Study // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022. Vol. 19, N 3. P. 1728. doi: 10.3390/ijerph19031728

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627046>

A neural network for clinical decision support in orthopedic dentistry

Pavel M. Ignatov¹, Aleksandr A. Oleynikov¹, Aleksandr V. Gus'kov¹, Alina L. Shlykova¹, Dmitrii A. Surov²

¹ Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia;

² "Denta Style Kanishchevo" LLC, Ryazan, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Artificial intelligence software used in contemporary dentistry is capable of autonomously selecting prosthetic structures based on treatment conditions, establishing a diagnosis based on X-ray and intraoral jaw scanning data. A neural network in the field of machine learning is a mathematical model that employs the principles of a neural network found in living organisms. It is capable of processing input signals in accordance with weight coefficients, passing them through a specific number of layers, and forming the correct answer at the output. This answer corresponds to the neuron of the output layer with the highest value of the activation function.

AIM: The aim of the study was to develop a neural network for clinical decision making in orthopedic treatment planning.

MATERIALS AND METHODS: A neural network was constructed using the Processing programming environment and a C-like programming language. At the stage of network training, the number of hidden layers was determined, the training coefficient was selected, and the number of training epochs was determined. The network was trained using the backpropagation of error method, which involved calculating the root-mean-square error of the network, backpropagating the signal through the neural network, and adjusting the weighting coefficients in consideration of the learning coefficient.

The input layer (vector) comprised clinical conditions [1, 2]: oral cavity condition, allergoanamnesis, and various manifestations of the clinical picture (index of destruction of tooth surfaces, vitality of teeth, etc.). The dimensionality of the output layer was dependent on the number of constructions used and amounted to 19 neurons (prostheses including burette, telescopic, cover, plate; microprostheses by type such as table-top, overlay, and inlay).

The output layer consisted of removable and fixed prostheses, the selection of which was based on a pre-designed algorithm. This algorithm was based on the following clinical conditions:

- Condition and number of teeth retained
- Index of destruction of the occlusal surface of masticatory teeth
- Black's classification of carious cavities
- Parafunctions, allergic history [3, 4].

RESULTS: A neural network algorithm was developed in which a physician was required to input clinical data following an oral examination. The neural network, which facilitates clinical decision-making assistance, performs mathematical calculations in each layer, multiplying the elements of the input vector (and subsequently, each layer) by weighting coefficients (obtained as a result of training the neural network), and adding a bias. In order to obtain the results in the area of the activation function

Рукопись получена: 15.02.2024

Рукопись одобрена: 05.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

calculation, the obtained result was conducted through the activation function (Sigmoid, ReLu), selecting the output neuron with the largest result and predicting the most appropriate design [5, 6].

CONCLUSIONS: Consequently, the developed neural network is capable of proposing clinically justified variations of orthopedic treatment plans in individual cases, taking into account the potential use of different prostheses.

Keywords: assistance in making clinical decisions; artificial intelligence; neural network; prosthetic structures; orthopedic treatment.

To cite this article:

Ignatov PM, Oleynikov AA, Gus'kov AV, Surov DA. A neural network for clinical decision support in orthopedic dentistry. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):146–148. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627046>

REFERENCES

1. Ermolaeva PA. Comparison of thermoplastics and acrylic plastics for removable prosthetics. *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. 2017;(4):16–20. EDN: YFVNZV
2. Tatsenko EG, Lapina NV, Skorikova LA. Predicting patients' adaptation to removable dental structures. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2017;(2):182–188. (In Russ).
3. Tyan AA. The advantage of thermoplastic materials in prosthetic dentistry. *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. 2017;(4):119–123. EDN: YFVOHN
4. Rubtsova EA, Chirkova NV, Polushkina NA, et al. Evaluation of the microbiological examination of removable dentures of thermoplastic material. *Journal of new medical technologies*. 2017;(2):267–270. EDN: ZBADWD
5. Dolgalev A, Muraev A, Lyakhov P, et al. Artificial intelligence architectonics and prospects for the application of machine learning technologies in dentistry. Literature review. *Glavnyi vrach uga Russia*. 2022;(5(86)). EDN: VSGWMU
6. De Angelis F., Pranno N., Franchina A., et al. Artificial Intelligence: A New Diagnostic Software in Dentistry: A Preliminary Performance Diagnostic Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(3):1728. doi: 10.3390/ijerph19031728

ОБ АВТОРАХ

* **Игнатов Павел Максимович;**

ORCID: 0009-0009-6326-3194;

e-mail: pavel08122002@yandex.ru

Олейников Александр Александрович;

ORCID: 0000-0002-2245-1051;

eLibrary SPIN: 5579-5202;

e-mail: bandprod@yandex.ru

Гуськов Александр Викторович;

ORCID: 0000-0001-9612-0784;

eLibrary SPIN: 3758-6378;

e-mail: guskov74@gmail.com

Шлыкова Алина Львовна;

ORCID: 0009-0001-7963-203X;

e-mail: shlykova.lina@bk.ru

Суров Дмитрий Андреевич;

ORCID: 0009-0008-5621-272X;

e-mail: surovda@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Pavel M. Ignatov;**

ORCID: 0009-0009-6326-3194;

e-mail: pavel08122002@yandex.ru

Aleksandr A. Oleynikov;

ORCID: 0000-0002-2245-1051;

eLibrary SPIN: 5579-5202;

e-mail: bandprod@yandex.ru

Aleksandr V. Gus'kov;

ORCID: 0000-0001-9612-0784;

eLibrary SPIN: 3758-6378;

e-mail: guskov74@gmail.com

Alina L. Shlykova;

ORCID: 0009-0001-7963-203X;

e-mail: shlykova.lina@bk.ru

Dmitrii A. Surov;

ORCID: 0009-0008-5621-272X;

e-mail: surovda@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627052>

Экспертная оценка организации комплексной поддержки пролонгации профессиональной эффективной деятельности врача

А.В. Воробьева, М.А. Якушин

Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья им. Н.А. Семашко, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. К профессиям, существенно укрепляющим экономику страны, относятся медицинские работники [1, 2]. Разработка и внедрение здоровьесберегающей технологии по продлению эффективного профессионального долголетия медицинских работников старших возрастных групп сохранит их как трудовой ресурс страны, что исключит экономические потери государства.

На основании ранее проведённого исследования (социологический опрос врачей, оказывающих медицинскую помощь в поликлиническом сегменте г. Москвы и Московской области) была проведена оценка профессиональных компетенций специалистов [3] и сформирована организационная технология [4], которая и была предложена для экспертной оценки.

Цель — определить значимость мероприятий, формирующих организационную технологию, направленную на пролонгацию эффективного профессионального долголетия врачей старших возрастных групп.

Материалы и методы. Методы: социологический, статистический, экспертной оценки. Экспертам ($n=50$) было предложено провести ранжирование мероприятий, составляющих комплексную технологию по мере значимости для достижения результата — поддержка эффективного профессионального долголетия врачей, в случае реализации такой технологии. В качестве экспертов выступили специалисты в сфере здравоохранения и общественного здоровья — главные врачи, заведующие отделений городских поликлиник г. Москвы и Московской области, имеющие аккредитацию по специальности 03.02.03 с опытом руководства в сфере здравоохранения от 1 до 29 лет.

Результаты. Все эксперты считают, что в медицинской организации должны быть предусмотрены мероприятия, направленные на профилактику старческой деградации врачей. Необходимость тестирования врачей старших возрастных групп (50+) на предмет выявления когнитивных расстройств и деменции подтвердили 90% экспертов. С тем, что врачи старших возрастных групп (50+) нуждаются в облегчённом режиме работы (снижение интеллектуальной трудовой нагрузки, пролонгация отдыха) согласились 60% экспертов. При этом 20% экспертов одобряют переход на облегчённый режим работы в индивидуальном порядке после тестирования, 10% — согласовали только пролонгацию отдыха, 10% — дали отрицательный ответ. Широкое внедрение медицинских информационных систем (и обучение работы с ними) окажет помощь в поддержке эффективного профессионального долголетия врачей старших возрастных групп по мнению 90% экспертов. Всего 40% экспертов согласились с тем, что перевод врачей старших возрастных групп на монопрофильный приём поспособствует пролонгации их эффективного профессионального долголетия. По мнению 80% экспертов, целесообразно проведение регулярных когнитивных тренингов для врачей старших возрастных групп; при этом 10% считают, что это необходимо только по показаниям, а другие 10% не одобрили инициативу. Организационные меры по поддержанию эффективного профессионального долголетия не используются в медицинской организации 70% экспертов, в остальных случаях (30%) имеют место единичные мероприятия. Технология «Лечебная учёба» [5] оценена всеми экспертами положительно. Перечень мероприятий от экспертов: введение «тайм-аутов» помимо обеденного перерыва во время рабочей смены, производственная гимнастика, введение в штат психолога для оказания психологической помощи врачам, проведение школ компьютерной грамотности.

Заключение. Необходимость внедрения организационной технологии по пролонгации врачебных компетенций подтверждена экспертами в сфере здравоохранения и общественного здоровья. Однако предлагаемую технологию следует скорректировать с учётом полученных экспертных заключений.

Ключевые слова: профессиональное эффективное долголетие; врачебные компетенции; активное долголетие; качество жизни.

Как цитировать:

Воробьева А.В., Якушин М.А. Экспертная оценка организации комплексной поддержки пролонгации профессиональной эффективной деятельности врача // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 149–151. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627052>

Рукопись получена: 16.02.2024

Рукопись одобрена: 22.03.2024

Опубликована online: 30.06.2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джангозина Д.М., Темиреева К.С., Аманжол И.А., и др. Факторы производственной деятельности, влияющие на условия труда фармацевтических работников // Международный журнал экспериментального образования. 2009. № 3. С. 31–33. EDN: RARESD
2. Басова А.Г., Карамова О.В. Влияние современного развития здравоохранения на экономику России // Проблемы науки. 2017. № 4(17). С. 53–59. EDN: YLOTZL
3. Якушин М.А., Воробьева А.В., Яроцкий С.Ю., и др. Возрастная динамика профессиональных компетенций врача // Здоровье мегаполиса. 2023. Т. 4, № 1. С. 22–37. EDN: NBDDGG doi: 10.47619/2713-2617.zm.2023.v.4i1;22-37
4. Якушин М.А., Воробьева А.В., Васильев М.Д., и др. Технология пролонгации врачебной деятельности // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. 2023. № 2. С. 37–49. EDN: KRFQTZ doi: 10.25742/NRIPH.2023.02.006
5. Воробьева А.В., Якушин М.А. Лечебная учёба — организационная технология завтрашнего дня // Digital Diagnostics. 2023. Т. 4, № S1. С. 20–21. EDN: BOFTAS doi: 10.17816/DD430332

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627052>

Expert assessment of the organization of comprehensive support for the prolongation of professional effective activity of a doctor

Anna V. Vorobeve, Mikhail A. Yakushin

N.A. Semashko National Research Institute of Public Health, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Medical workers are one of the professions that significantly strengthen the country's economy [1, 2]. The development and implementation of health-saving technologies to prolong the effective professional life of medical workers of older age groups will preserve them as a labor resource of the country, which will exclude economic losses of the state. The results of a sociological survey of doctors providing medical care in the polyclinic segment of Moscow and the Moscow region were used to assess the professional competencies of specialists [3]. An organizational technology was then formed based on these findings, which was subsequently proposed for expert assessment.

AIM: The aim of this study was to ascertain the significance of organizational technology measures for the professional longevity of doctors in older age groups.

MATERIALS AND METHODS: The study employed a multi-methodological approach, integrating sociological, statistical, and expert evaluation techniques. A total of 50 experts were invited to rank the activities comprising the integrated technology in terms of their perceived importance for achieving the desired outcome, namely, the support of effective professional longevity of doctors in the event of the implementation of such technology. The experts were specialists in the field of health care and public health, including chief physicians and heads of departments of urban polyclinics in Moscow and the Moscow region, who were accredited in the specialty 03.02.03. They had experience of management in the field of health care ranging from one to 29 years.

RESULTS: All experts concur that a medical organization should implement measures to prevent the deterioration of doctors due to aging. The necessity to test doctors over the age of 50 for cognitive disorders and dementia was confirmed by 90% of experts. Additionally, 60% of experts agreed that doctors over the age of 50 require a less demanding work schedule, including a reduction in intellectual workload and an extension of rest periods. At the same time, 20% of experts approve of the transition to a lighter work regime on an individual basis after testing, 10% agreed only with the prolongation of rest, and 10% gave a negative answer. In the opinion of 90% of experts, the widespread introduction of medical information systems (and training in working with them) will help to support the effective professional longevity of doctors of older age groups. A mere 40% of experts concurred that the transfer of senior physicians to monoprofile appointments would assist in prolonging their effective professional longevity. The majority of experts (80%) recommend regular cognitive training for doctors of advanced age, while 10% believe it is only necessary in specific cases and 10% are opposed to the idea. Only 70% of experts in the medical field implement organizational measures to maintain effective professional longevity, while the remaining 30% employ single measures. The therapeutic learning technology [5] was evaluated positively by all experts. The list of measures proposed by

Received: 16.02.2024

Accepted: 22.03.2024

Published online: 30.06.2024

experts included the introduction of “time-outs” in addition to lunch break during the working shift, industrial gymnastics, the provision of psychological assistance to doctors by a psychologist, and the holding of computer literacy schools.

CONCLUSIONS: The need to introduce organizational technology for prolongation of medical competencies has been confirmed by experts in the field of health care and public health. However, the proposed technology should be adjusted taking into account the received expert opinions.

Keywords: professional effective longevity; medical competence; active longevity; quality of life.

To cite this article:

Vorobeva AV, Yakushin MA. Expert assessment of the organization of comprehensive support for the prolongation of professional effective activity of a doctor. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):149–151. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627052>

REFERENCES

1. Dzhangozina DM, Temireeva KS, Amanzhol IA, et al. Occupational factors affecting the working conditions of pharmaceutical workers. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. 2009;(3):31–33. EDN: RARESD
2. Basova AG, Karamova OV. Impact of modern health care development on the Russian economy. *Problemy nauki*. 2017;(4(17)):53–59. (In Russ). EDN: YLOTZL
3. Yakushin MA, Vorobieva AV, Yarotsky SYu, et al. Age dynamics of doctor's professional competencies. *City Healthcare*. 2023;4(1):22–37. EDN: NBDDGG doi: 10.47619/2713-2617.zm.2023.v.4i1;22-37
4. Yakushin MA, Vorobeva AV, Vasiliev MD, et al. Technology of prolongation of the doctor's activity. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N.A. Semashko*. 2023;(2):37–49. EDN: KRFQTZ doi: 10.25742/NRIPH.2023.02.006
5. Vorobeva AV, Yakushin MA. Therapeutic learning as an organizational technology of tomorrow. *Digital Diagnostics*. 2023;4(S1):20–21. EDN: BOFTAS doi: 10.17816/DD430332

ОБ АВТОРАХ

*** Воробьева Анна Владимировна;**

ORCID: 0000-0003-4609-5343;

eLibrary SPIN: 9447-3418;

e-mail: vorobievaanna2010@yandex.ru

Якушин Михаил Александрович;

ORCID: 0000-0003-1198-1644;

eLibrary SPIN: 8080-7948;

e-mail: yakushinma@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Anna V. Vorobeva;**

ORCID: 0000-0003-4609-5343;

eLibrary SPIN: 9447-3418;

e-mail: vorobievaanna2010@yandex.ru

Mikhail A. Yakushin;

ORCID: 0000-0003-1198-1644;

eLibrary SPIN: 8080-7948;

e-mail: yakushinma@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627074>

Эпидемиологический анализ распространённости дилатации лёгочного ствола в Москве: автоматизированный анализ изображений компьютерной томографии

А.В. Соловьёв^{1,2}, В.Е. Синицын^{1,3,4}, М.В. Соколова¹, Н.Д. Кудрявцев¹, А.В. Владзимирский¹, Д.С. Семенов¹

¹ Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Россия;

² Морозовская детская городская клиническая больница, Москва, Россия;

³ Городская клиническая больница имени И.В. Давыдовского, Москва, Россия;

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Состояние здоровья лёгочной системы и его влияние на общее благосостояние человека являются важным аспектом современной медицины. Однако, несмотря на непрерывный прогресс в области диагностики и технологий, эпидемиологические данные о состоянии лёгочного ствола на уровне населения в России остаются недостаточно изученными. В контексте этой проблемы, настоящее исследование представляет собой глубокий популяционный анализ состояния дилатации лёгочного ствола с использованием современных технологий и искусственного интеллекта [1].

Дилатация лёгочного ствола (≥ 29 мм) может быть связана с различными патологиями, включая артериальную гипертензию, хроническую обструктивную болезнь лёгких, сердечную недостаточность и другие заболевания кровеносной системы [2].

Цель — оценка распространённости дилатации лёгочного ствола с использованием технологий искусственного интеллекта в популяции г. Москвы.

Материалы и методы. Исследование проведено в период с сентября 2022 года по февраль 2023 года на популяции г. Москвы. Был проанализирован обширный объём данных компьютерной томографии органов грудной клетки, включающий информацию о 134 218 пациентах (61 514 мужчин и 72 704 женщины). Для автоматической обработки этих данных использовались технологии искусственного интеллекта.

Результаты. Полученные результаты показывают, что 49 227 (36,7%) пациентов — 23 720 (38,6%) мужчин и 25 507 (35,1%) женщин — имели признаки расширения лёгочного ствола. Анализ указывает на половые и возрастные различия в частоте встречаемости патологии. Распределение дилатации лёгочного ствола в популяции демонстрирует возрастную зависимость. Процент пациентов с признаками расширения лёгочного ствола увеличивается с возрастом: с 18,1% в группе молодых людей до 62,2% в группе пожилых.

Заключение. Исследование предоставляет первоначальные эпидемиологические данные о дилатации лёгочного ствола в г. Москве, подчёркивая важность дальнейших исследований в этой области. Полученные выводы могут послужить основой для разработки эффективных стратегий диагностики и лечения, а также дополнительных исследований в области искусственного интеллекта в медицине.

Ключевые слова: компьютерная томография; расширение лёгочного ствола; искусственный интеллект.

Как цитировать:

Соловьёв А.В., Синицын В.Е., Соколова М.В., Кудрявцев Н.Д., Владзимирский А.В., Семенов Д.С. Эпидемиологический анализ распространённости дилатации лёгочного ствола в Москве: автоматизированный анализ изображений компьютерной томографии // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 152–154.
DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627074>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компьютерное зрение в лучевой диагностике: первый этап Московского эксперимента / под ред. Ю.А. Васильева, А.В. Владимировского. 2-е издание. Москва : Издательские решения, 2023.
2. Galiè N., Humbert M., Vachiery J.L., et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT) // Eur. Resp J. 2015. Vol. 46. P. 903–975. doi: 10.1183/13993003.01032-2015

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627074>

Epidemiological analysis of pulmonary artery dilation prevalence in Moscow: automated computed tomography image analysis

Alexander V. Solovlev^{1,2}, Valentin E. Sinitsyn^{1,3,4}, Maria V. Sokolova¹, Nikita D. Kudryavtsev¹, Anton A. Vladzhymsky¹, Dmitry S. Semenov¹

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russia;

² Morozov Children's Municipal Clinical Hospital, Moscow, Russia;

³ City Clinical Hospital named after I.V. Davydovsky, Moscow, Russia;

⁴ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The state of health of the pulmonary system and its impact on the overall well-being of the individual is an important aspect of modern medicine. Despite continuous progress in diagnostics and technology, epidemiologic data on pulmonary trunk health at the population level in Russia remain understudied. In the context of this problem, the present study is an in-depth population-based analysis of the status of pulmonary trunk dilatation using modern technology and artificial intelligence [1].

Pulmonary trunk dilatation (≥ 29 mm) may be associated with various pathologies including arterial hypertension, chronic obstructive pulmonary disease, heart failure, and other diseases of the circulatory system [2].

AIM: The aim of the study was to assess the prevalence of pulmonary trunk dilatation in the Moscow population using artificial intelligence technologies.

MATERIALS AND METHODS: The study was conducted between September 2022 and February 2023 in the population of Moscow. A large amount of chest CT data was analyzed, including information on 134,218 patients (61,514 men and 72,704 women). Artificial intelligence technologies were used to automatically process this data.

RESULTS: The results show that 49,227 (36.7%) patients — 23,720 (38.6%) men and 25,507 (35.1%) women — had evidence of pulmonary trunk dilatation. The analysis shows gender and age differences in the incidence of the pathology. The distribution of pulmonary trunk dilatation in the population shows age dependence. The percentage of patients with signs of pulmonary trunk dilatation increases with age: from 18.1% in the group of young people to 62.2% in the group of elderly people.

CONCLUSIONS: The study provides the first epidemiological data on pulmonary trunk dilatation in Moscow and emphasizes the importance of further research in this area. The findings may serve as a basis for the development of effective diagnostic and treatment strategies, as well as for further research in the field of artificial intelligence in medicine.

Keywords: computed tomography; pulmonary artery dilation; artificial intelligence.

To cite this article:

Solovlev AV, Sinitsyn VE, Sokolova MV, Kudryavtsev ND, Vladzhymsky AA, Semenov DS. Epidemiological analysis of pulmonary artery dilation prevalence in Moscow: automated computed tomography image analysis. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):152–154. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627074>

REFERENCES

1. Vasil'ev YuA, Vladzimirskii AV, editors. *Computer Vision in Radiologic Diagnostics: the First Stage of the Moscow Experiment*. Moscow: Izdatel'skie resheniya; 2023. (In Russ).
2. Galiè N, Humbert M, Vachiery JL, et al. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Joint Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary

Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): Endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur. Resp J.* 2015;46:903–975. doi: 10.1183/13993003.01032-2015

ОБ АВТОРАХ

*** Соловьёв Александр Владимирович;**

ORCID: 0000-0003-4485-2638;

eLibrary SPIN: 9654-4005;

e-mail: atlantis.92@mail.ru

Синицын Валентин Евгеньевич;

ORCID: 0000-0002-5649-2193;

eLibrary SPIN: 8449-6590;

e-mail: vsini@mail.ru

Соколова Мария Валерьевна;

ORCID: 0009-0005-3689-3810;

e-mail: SokolovaMV10@zdrav.mos.ru

Кудрявцев Никита Дмитриевич;

ORCID: 0000-0003-4203-0630;

eLibrary SPIN: 1125-8637;

e-mail: KudryavtsevND@zdrav.mos.ru

Антон Вячеславович Владзимирский;

ORCID: 0000-0002-2990-7736;

eLibrary SPIN: 3602-7120;

e-mail: VladzimirskijAV@zdrav.mos.ru

Дмитрий Сергеевич Семенов;

ORCID: 0000-0002-4293-2514;

eLibrary SPIN: 2278-7290;

e-mail: SemenovDS4@zdrav.mos.ru

AUTHORS' INFO

*** Alexander V. Solovev;**

ORCID: 0000-0003-4485-2638;

eLibrary SPIN: 9654-4005;

e-mail: atlantis.92@mail.ru

Valentin E. Sinitsyn;

ORCID: 0000-0002-5649-2193;

eLibrary SPIN: 8449-6590;

e-mail: vsini@mail.ru

Maria V. Sokolova;

ORCID: 0009-0005-3689-3810;

e-mail: SokolovaMV10@zdrav.mos.ru

Nikita D. Kudryavtsev;

ORCID: 0000-0003-4203-0630;

eLibrary SPIN: 1125-8637;

e-mail: KudryavtsevND@zdrav.mos.ru

Anton A. Vladzimirskyy;

ORCID: 0000-0002-2990-7736;

eLibrary SPIN: 3602-7120;

e-mail: VladzimirskijAV@zdrav.mos.ru

Dmitry S. Semenov;

ORCID: 0000-0002-4293-2514;

eLibrary SPIN: 2278-7290;

e-mail: SemenovDS4@zdrav.mos.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626907>

Обзор тканеимитирующих материалов для антропоморфного моделирования артериальных сосудов

Д.И. Абызова, М.Р.Коденко

Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Для совершенствования диагностики патологических изменений артерий с помощью компьютерной томографической ангиографии используются антропоморфные тест-объекты из тканеимитирующих материалов. Создание тест-объектов требует подбора материалов со свойствами, корректно воспроизводящими биомеханические и рентгеновские характеристики артериальной стенки. Тканеимитирующие материалы, используемые в современных тест-объектах, не всегда учитывают условия, в которых функционирует артериальная стенка *in vivo* [1]. Кроме того, требуется подбор материалов для имитации патологических процессов, таких как изменение толщины артериальной стенки в области аневризмы, имитация тромбов [2]. Выбор тканеимитирующих материалов для создания тест-объекта существенно влияет на результаты исследований, проводимых с его использованием.

Цель — определение биомеханических и рентгеновских свойств тканеимитирующих материалов для антропоморфного моделирования тест-объектов артериальных сосудов.

Материалы и методы. Проведён литературный анализ тканеимитирующих материалов для создания тест-объектов артериальных сосудов. Поисковой запрос содержал ключевые слова: «брюшной отдел аорты», «аневризма», «КТ-ангиография», «тканеимитирующий материал», «тест-объекты», «механические свойства артериальной стенки». По результатам литературного обзора исследованы биомеханические характеристики стенки артериального сосуда в здоровом состоянии и при аневризме. Проанализированы преимущества и недостатки различных видов тканеимитирующих материалов. В ходе анализа сформулированы требования к биомеханическим и рентгеновским свойствам тканеимитирующих материалов. Сформирован ранжированный перечень тканеимитирующих материалов для создания антропоморфных тест-объектов артериальных сосудов для исследований методом компьютерной томографической ангиографии.

Результаты. В ходе работы были сформулированы требования к биомеханическим и рентгеновским свойствам тканеимитирующих материалов для создания тест-объекта артериального сосуда. Дальнейшее развитие темы предполагает расширение числа имитируемых патологий, а также поиск универсальных материалов, подходящих для создания мультимодальных тест-объектов.

Заключение. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования тест-объектов артериальных сосудов.

Ключевые слова: тест-объект; компьютерная томографическая ангиография; артериальный сосуд; тканеимитирующие материалы.

Как цитировать:

Абызова Д.И., Коденко М.Р. Обзор тканеимитирующих материалов для антропоморфного моделирования артериальных сосудов // Digital Diagnostics. Т. 5, № S1. С. 155–156. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626907>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mix D.S., Stoner M.C., Day S.W., Richards M.S. Manufacturing abdominal aorta hydrogel tissue-mimicking phantoms for ultrasound elastography validation // *Journal of Visualized Experiments*. 2018. N 139. P. e57984. doi: 10.3791/57984
2. Allard L., Soulez G., Chayer B., et al. A multimodality vascular imaging phantom of an abdominal aortic aneurysm with a visible thrombus // *Medical Physics*. 2013. Vol. 40, N 6. P. 063701. doi: 10.1118/1.4803497

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626907>

Review of tissue-mimicking materials for anthropomorphic modeling of arterial vessels

Dariya I. Abyzova, Maria R. Kodenko

Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies

ABSTRACT

BACKGROUND: In computed tomographic angiography, anthropomorphic specimens made of tissue-mimicking materials are used to improve the diagnosis of pathological changes in arteries. The design of test objects requires the selection of materials with properties that correctly reproduce the biomechanical and radiographic characteristics of the arterial wall. Tissue-mimicking materials used in modern specimens do not always take into account the conditions under which the arterial wall functions in vivo [1]. In addition, the selection of materials is required to simulate pathological processes, such as changes in the thickness of the arterial wall in the area of the aneurysm, simulation of thrombus [2]. The choice of tissue-mimicking materials to create a test specimen has a significant impact on the results of studies conducted with these materials.

AIM: The aim of this study is to ascertain the biomechanical and X-ray properties of tissue-mimicking materials for the anthropomorphic modeling of arterial vascular test objects.

MATERIALS AND METHODS: A literature analysis was conducted to investigate the potential of tissue-mimicking materials for the creation of arterial vessel test objects. The search query included the following keywords: abdominal aorta, aneurysm, CT-angiography, tissue-mimicking material, test objects, and mechanical properties of the arterial wall. The results of the literature review were used to investigate the biomechanical characteristics of the arterial vessel wall in a healthy state and in aneurysm. The advantages and disadvantages of different types of tissue-mimicking materials were analyzed. In the course of this analysis, the requirements for biomechanical and X-ray properties of tissue-mimicking materials were formulated. A ranked list of tissue-mimicking materials for the creation of anthropomorphic test objects of arterial vessels for studies by computed tomographic angiography was prepared.

RESULTS: During the course of the work, the requirements for biomechanical and X-ray properties of tissue-mimicking materials for the creation of an arterial vessel test object were formulated. Further development of the topic will entail the expansion of the number of simulated pathologies and the search for universal materials suitable for the creation of multimodal test objects.

CONCLUSIONS: The results obtained can be used to improve arterial vascular test objects.

Keywords: phantom; computed tomography angiography; arterial vessel; tissue-mimicking materials.

To cite this article:

Abyzova DI., Kodenko MR. Review of tissue-mimicking materials for anthropomorphic modeling of arterial vessels. *Digital Diagnostics*. 2024;5(S1):155–156. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD626907>

REFERENCES

1. Mix DS, Stoner MC, Day SW, Richards MS. Manufacturing abdominal aorta hydrogel tissue-mimicking phantoms for ultrasound elastography validation. *Journal of Visualized Experiments*. 2018;(139):e57984. doi: 10.3791/57984
2. Allard L, Soulez G, Chayer B, et al. A multimodality vascular imaging phantom of an abdominal aortic aneurysm with a visible thrombus. *Medical Physics*. 2013;40(6):063701. doi: 10.1118/1.4803497

ОБ АВТОРАХ

* Абызова Дарья Игоревна;

ORCID: 0009-0007-4895-9033;

e-mail: theoriginaldoctor1963@gmail.com

Коденко Мария Романовна;

ORCID: 0000-0002-0166-3768;

eLibrary SPIN: 5789-0319;

e-mail: m.r.kodenko@yandex.ru

AUTHORS' INFO

* Dariya I. Abyzova;

ORCID: 0009-0007-4895-9033;

e-mail: theoriginaldoctor1963@gmail.com

Maria R. Kodenko;

ORCID: 0000-0002-0166-3768;

eLibrary SPIN: 5789-0319;

e-mail: m.r.kodenko@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Received: 14.02.2024

Accepted: 22.03.2024

Published online: 30.06.2024

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627000>

Изменения функциональных связей головного мозга в состоянии покоя у пациентов с острым ишемическим инсультом и гиперсомнией

Л.И. Трушина^{1,2}¹ Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия;² Псковская областная клиническая больница, Псков, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Поражение головного мозга после ишемического инсульта приводит к изменениям в широком спектре структурных и функциональных сетей мозга [1]. Научные исследования демонстрируют, что, хотя инсульт в основном является очаговым поражением, он также влияет на функциональную связность анатомических и функциональных областей, что часто приводит к изменению интеграции сетей мозга и влияет на функцию всего мозга, вызывая когнитивные и эмоциональные расстройства [2, 3].

Цель — определить изменения функциональных связей головного мозга при гиперсомнии у пациентов с острым ишемическим инсультом.

Материалы и методы. Обследовано 44 пациента с острым ишемическим инсультом. Участники были разделены на две группы в зависимости от наличия нарушений сна. В первую группу вошли 22 пациента с гиперсомнией, которая была объективно подтверждена при помощи полисомнографии. Во вторую группу вошли также 22 пациента, которые не имели нарушений сна и составили группу контроля. Возраст пациентов обеих групп составлял от 45 до 65 лет.

Всем пациентам была проведена магнитно-резонансная томография на томографах с силой индукции магнитного поля 1,5 Тл, с применением стандартного протокола и специальных импульсных последовательностей Т-градиентного эхо 3D MPRAGE и BOLD. Для оценки функциональных связей использовали функциональную магнитно-резонансную томографию головного мозга в состоянии покоя. Постпроцессинговую обработку проводили на специализированном программном обеспечении CONN-TOOLBOX с соответствующим графическим представлением количественных результатов на основе выбора зон интереса.

Результаты. У пациентов в остром периоде ишемического инсульта при гиперсомнии определяется усиление функциональных связей преимущественно в височно-затылочных и теменных отделах, что может быть связано с нарушением зрительного восприятия, памяти и пространственной ориентации. Кроме того, наблюдается ослабление функциональных связей в лобной и затылочной отделах коры головного мозга, что может свидетельствовать о спутанности мышления и нарушениях речи, произвольных движений и регуляции сложных форм поведения.

Нарушение функциональных связей медиальной префронтальной коры и задней поясной извилины с мозжечком говорят не только о нарушениях координации и регуляции равновесия и мышечного тонуса, но также могут широко влиять на эмоциональные, когнитивные и поведенческие изменения в мозге.

Заключение. Методика функциональной магнитно-резонансной томографии в состоянии покоя позволяет определить изменения функциональных связей головного мозга при гиперсомнии у пациентов с острым ишемическим инсультом и выявить нейровизуализационные маркёры, соответствующие данной патологии.

Ключевые слова: нарушения сна; гиперсомния; острый ишемический инсульт; функциональная магнитно-резонансная томография.

Как цитировать:

Трушина Л.И. Изменения функциональных связей головного мозга в состоянии покоя у пациентов с острым ишемическим инсультом и гиперсомнией // Digital Diagnostics. Т. X, № X. С. 157–159. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627000>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Salvalaggio A., De Filippo De Grazia M., Zorzi M., Thiebaut de Schotten M.T., Corbetta M. Post-stroke deficit prediction from lesion and indirect structural and functional disconnection // *Brain*. 2020. Vol. 143, N 7. P. 2173–2188. doi: 10.1093/brain/awaa156
2. Xu X., Tang R., Zhang L., Cao Z. Altered Topology of the Structural Brain Network in Patients With Post-stroke Depression // *Front Neurosci*. 2019. Vol. 13. P. 776. doi: 10.3389/fnins.2019.00776
3. Koch G., Bonni S., Casula E.P., et al. Effect of Cerebellar Stimulation on Gait and Balance Recovery in Patients With Hemiparetic Stroke: A Randomized Clinical Trial // *JAMA Neurol*. 2019. Vol. 76, N 2. P. 170–178. doi: 10.1001/jamaneurol.2018.3639

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627000>

Changes in the functional connections of the brain at rest in patients with acute ischemic stroke and hypersomnia

Lidiya I. Trushina^{1,2}

¹ V.A. Almazov National Medical Research Center, Saint Petersburg, Russia;

² Pskov Regional Clinical Hospital, Pskov, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Brain damage after ischemic stroke results in changes in a wide range of structural and functional brain networks [1]. Scientific studies show that although stroke is primarily a focal lesion, it also affects the functional connectivity of anatomical and functional regions, often resulting in altered integration of brain networks and affecting whole-brain function, leading to cognitive and emotional impairment [2, 3].

AIM: The aim of the study was to determine changes in functional brain connectivity during hypersomnia in patients with acute ischemic stroke.

MATERIALS AND METHODS: A total of 44 patients with acute ischemic stroke were examined. The participants were divided into two groups based on the presence of sleep disorders. Group 1 included 22 patients with hypersomnia, which was objectively confirmed by polysomnography. Group 2 also included 22 patients who did not have sleep disorders and constituted the control group. The age of patients in both groups ranged from 45 to 65 years.

All patients underwent magnetic resonance imaging on tomographs with a magnetic field induction strength of 1.5 Tesla, using the standard protocol and special pulse sequences of T-gradient echo 3D MPRAGE and BOLD. Resting-state functional magnetic resonance imaging of the brain was employed to assess functional connectivity. Postprocessing was conducted on specialized software, CONN-TOOLBOX, which generated appropriate graphical representations of quantitative results based on the selection of zones of interest.

RESULTS: In patients experiencing the acute phase of ischemic stroke, hypersomnia results in the strengthening of functional connections, predominantly in the temporo-occipital and parietal regions. This may be associated with impaired visual perception, memory, and spatial orientation. Additionally, there is a weakening of functional connections in the frontal and occipital cortex, which may indicate confusion of thinking and disorders of speech, arbitrary movements, and the regulation of complex behaviors. The disruption of the functional connections between the medial prefrontal cortex and the posterior cingulate cortex and the cerebellum is indicative of impaired coordination and regulation of balance and muscle tone. However, it also has the potential to affect emotional, cognitive, and behavioral changes in the brain.

CONCLUSIONS: Resting-state functional magnetic resonance imaging is a technique that allows for the determination of changes in functional brain connections during hypersomnia in patients with acute ischemic stroke. Additionally, it enables the identification of neuroimaging markers corresponding to this pathology.

Keywords: sleep disorders; hypersomnia; acute ischemic stroke; functional magnetic resonance imaging.

To cite this article:

Trushina LI. Changes in the functional connections of the brain at rest in patients with acute ischemic stroke and hypersomnia. *Digital Diagnostics*. 2024;(X):157–159. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD627000>

Received:

Accepted:

Published online:

REFERENCES

1. Salvalaggio A, De Filippo De Grazia M, Zorzi M, Thiebaut de Schotten MT, Corbetta M. Post-stroke deficit prediction from lesion and indirect structural and functional disconnection. *Brain*. 2020;143(7):2173–2188. doi: 10.1093/brain/awaa156
2. Xu X, Tang R, Zhang L, Cao Z. Altered Topology of the Structural Brain Network in Patients With Post-stroke Depression. *Front Neurosci*. 2019;13:776. doi: 10.3389/fnins.2019.00776
3. Koch G, Bonni S, Casula EP, et al. Effect of Cerebellar Stimulation on Gait and Balance Recovery in Patients With Hemiparetic Stroke: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol*. 2019;76(2):170–178. doi: 10.1001/jamaneurol.2018.3639

ОБ АВТОРЕ

Трушина Лидия Игоревна;
ORCID: 0000-0001-6198-8583;
e-mail: lidabondarenko@yandex.ru

AUTHOR'S INFO

Lidiya I. Trushina;
ORCID: 0000-0001-6198-8583;
e-mail: lidabondarenko@yandex.ru