



MOSCOW CENTER
FOR DIAGNOSTICS & TELEMEDICINE

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

DIGITAL DIAGNOSTICS

A peer-reviewed scientific medical journal

3 Volume 4 Issue



2022



ECO VECTOR

<https://journals.eco-vector.com/DD>

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: 191186, г. 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.: +7 495 308 83 89
E-mail: adv@eco-vector.com

РЕДАКЦИЯ

Зав. редакцией

Елена Андреевна Филиппова
E-mail: ddjournal@eco-vector.com
Тел: +7 (965) 012 70 72
Адрес: 127051, г. Москва, ул. Петровка,
д. 24, стр. 1

ПОДПИСКА

Подписка на печатную версию через
интернет:
www.journals.eco-vector.com/
www.akc.ru
www.pressa-rf.ru

OPEN ACCESS

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

ИНДЕКСАЦИЯ

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

Оригинал-макет

подготовлен в издательстве «Эко-Вектор».
Литературный редактор: *М.Н. Шошина*
Корректор: *М.Н. Шошина*
Вёрстка: *Ф.А. Игнащенко*
Обложка: *Е.Д. Бугаенко*

Сдано в набор 19.12.2022.
Подписано в печать 28.12.2022. Формат 60 × 88½.
Печать офсетная. Печ. л. 10,25. Усл. печ. л. 9,5.
Уч.-изд. л. 5,6. Тираж 5000 экз. Заказ № 2-9952-1v.
Цена свободная.

Отпечатано в ООО «Типография Фурсова».
196105, Санкт-Петербург, ул. Благодатная, 69.
Тел.: +7 (812) 646-33-77



© ООО «Эко-Вектор», 2022

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

Digital Diagnostics

Том 3 | Выпуск 4 | 2022

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ

Главный редактор

Синицын Валентин Евгеньевич, д.м.н., профессор (Москва, Россия)
ORCID: 0000-0002-5649-2193

Заместитель главного редактора

Юрий Александрович Васильев, 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

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

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

ORCID: 0000-0003-1816-1315

Доможирова 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

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

ORCID: 0000-0002-5670-167X

Митьков 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

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

Roviga 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

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

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

ORCID: 0000-0002-4088-8118

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,
191186, Saint Petersburg Russian Federation
E-mail: info@eco-vector.com
WEB: <https://eco-vector.com>

ADVERTISE

Adv. department

Phone: +7 (495) 308 83 89
E-mail: adv@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

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

TYPESET

complete in Eco-Vector
Copyeditor: *M.N. Shoshina*
Proofreader: *M.N. Shoshina*
Layout editor: *Ph. Ignashchenko*
Cover: *E. Bugaenko*



© Eco-Vector, 2022

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

Digital Diagnostics

Volume 3 | Issue 4 | 2022

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

EDITORIAL BOARD

A.E. Andreychenko, PhD (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
Dar'ya A. Vazhenina, MD, Dr.Sci. (Med.), Associate Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-6236-709X
V.A. Gomboleviskiy, MD, Dr.Sci. (Med) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-1816-1315
Alla 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)
Georgiy S. Lebedev, Dr.Sci. (Tech.), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-4289-2102
L. Mannelli, MD (New-York, United States)
ORCID: 0000-0002-9102-6176
Ivan A. Matveev, Dr.Sci. (Tech.) (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-2005-9467
Vladimir V. Mit'kov, MD, Dr.Sci. (Med), Professor (St-Petersburg, Russia)
ORCID: 0000-0003-1959-9618
Simon T. Matskeplishvili, MD, Dr.Sci. (Med), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0002-5670-167X
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
Vitaliy V. Omel'yanovskiy, MD, Dr.Sci. (Med), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-1581-0703
P. van Ooijen, PhD, Assoc. 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
Vitaliy V. Omel'yanovskiy, MD, Dr.Sci. (Med), Professor (Moscow, Russia)
ORCID: 0000-0003-1581-0703
Aleksandr E. Khranov, Dr.Sci. (Phys-Math), Professor (St-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. Protsenko, 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.



CONTENTS

ORIGINAL STUDY ARTICLES

Elena I. Matkevich, Valentin E. Sinitsyn, Ivan V. Ivanov

Substantiation of a new approach to the criteria for assessing the radiation dose of patients during computed tomography 344

Natalia N. Vetsheva, Ilya V. Soldatov, Zoya A. Lantukh, Sergey G. Kireev, Anzhelika I. Gurevich, Anna N. Mukhortova

Minimum standard for equipping Moscow clinics with ultrasound diagnostic devices 362

Daria.Yu. Kokina, Victor A. Gomboleviskiy, Kirill M. Arzamasov, Anna E. Andreychenko, Sergey P. Morozov

Possibilities and limitations of using machine text-processing tools in Russian radiology reports 374

CASE REPORTS

Anna P. Gonchar, Ivan A. Blokhin, Yuliya F. Shumskaya

Rare localization of avascular necrosis during treatment of COVID-19 with glucocorticosteroids 384

Yuliya F. Shumskaya, Tamara S. Nefedova, Dina A. Akhmedzyanova, Ivan A. Blokhin, Marina G. Mnatsakanyan

Latent course of Crohn's disease: the role of tomographic imaging in diagnosis 394

EDITORIALS

Pavel O. Rumiantsev, Dmitry A. Cherkasov

How to create a modern medical center in the current conditions? 404

LETTERS TO THE EDITOR

Irina A. Vinogradova, Lyudmila A. Nizovtsova, Olga V. Omelyanskaya

Innovative strategic session in the scientific activity of the Center for Diagnostics and Telemedicine 414

СОДЕРЖАНИЕ

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Е.И. Маткевич, В.Е. Синицын, И.В. Иванов

Обоснование нового подхода к критериям оценки дозы облучения пациентов при компьютерной томографии 344

Н.Н. Ветшева, И.В. Солдатов, З.А. Лантух, С.Г. Киреев, А.И. Гуревич, А.Н. Мухоморова

Минимальный стандарт оснащения поликлиник города Москвы ультразвуковыми диагностическими приборами 362

Д.Ю. Кокина, В.А. Гомбелевский, К.М. Арзамасов, А.Е. Андрейченко, С.П. Морозов

Возможности и ограничения использования инструментов машинной обработки текстов в лучевой диагностике 374

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

А.П. Гончар, И.А. Блохин, Ю.Ф. Шумская

Редкая локализация аваскулярного некроза при лечении новой коронавирусной инфекции глюкокортикостероидами 384

Ю.Ф. Шумская, Т.С. Нефедова, Д.А. Ахмедзянова, И.А. Блохин, М.Г. Мнацаканян

Скрытое течение болезни Крона: роль томографических методов в диагностике 394

РЕДАКЦИОННЫЕ СТАТЬИ

П.О. Румянцев, Д.А. Черкасов

Как создать современный медицинский центр в текущих условиях? 404

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

И.А. Виноградова, Л.А. Низовцова, О.В. Омелянская

Инновационная стратегическая сессия в научной деятельности Центра диагностики и телемедицины 414

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110857>

Обоснование нового подхода к критериям оценки дозы облучения пациентов при компьютерной томографии

Е.И. Маткевич^{1, 2}, В.Е. Сеницын^{2, 3}, И.В. Иванов^{4, 5}

¹ Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, Москва, Российская Федерация

² Городская клиническая больница имени И.В. Давыдовского, Москва, Российская Федерация

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

⁴ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

⁵ Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины, Санкт-Петербург, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В период резкого возрастания количества исследований с применением компьютерной томографии (КТ) повышается актуальность совершенствования методов контроля дозы облучения пациентов в целях непревышения рекомендуемых уровней.

Цель — проанализировать зависимость эффективной дозы при компьютерной томографии различных областей тела от массы пациента и рассчитать стандартную эффективную дозу для пациентов массой 70 кг и 80 кг.

Материалы и методы. Проанализированы протоколы КТ-исследований — однофазных (209 пациентов) и многофазных (114 пациентов). Эффективную дозу рассчитывали в соответствии с нормализованными коэффициентами для каждой области тела (голова, грудная клетка, брюшная полость и малый таз). Значения стандартной эффективной дозы рассчитывали путём аппроксимации данных с использованием линейной функции эффективной дозы относительно массы тела для стандартного пациента массой 70 кг или 80 кг для каждого типа КТ-сканера и сканируемой области тела.

Результаты. Установлено, что при КТ-исследовании эффективная доза увеличивается пропорционально массе тела пациентов. Рассчитаны и сопоставлены значения средней эффективной дозы, медианной эффективной дозы, референтных диагностических уровней (мЗв) со стандартной эффективной дозой (мЗв) при однофазной и многофазной компьютерной томографии. Во всех сравниваемых группах эти показатели были несколько выше, чем стандартная эффективная доза, если критерием была масса 70 кг, и были близки к стандартной эффективной дозе, если критерием была масса 80 кг. Показана возможность использования для расчёта стандартной эффективной дозы не только данных пациентов, отобранных по стандартной массе тела, но и всего массива данных методом аппроксимации. Это может быть использовано для совершенствования руководящих принципов сравнения и стандартизации доз облучения при компьютерной томографии у пациентов по изученным областям тела.

Заключение. В исследовании описана методика оценки и сравнения дозы КТ-излучения на примере двух больниц и двух КТ-сканеров с учётом массы стандартного пациента. Результаты показывают, что расчёт и анализ стандартной эффективной дозы для каждой области тела вместо средней эффективной дозы, медианной эффективной дозы или 75-го квантиля эффективной дозы помогают более корректно сравнивать радиационное облучение в разных медицинских учреждениях и анализировать причины превышения региональных или национальных референтных диагностических уровней. В условиях резкого увеличения числа КТ-исследований в последнее время непревышение при компьютерной томографии референтных диагностических уровней, рассчитанных по критерию стандартной эффективной дозы, призвано снизить отдалённые последствия в виде онкологической патологии среди населения.

Ключевые слова: компьютерная томография; радиационное облучение; эффективная доза, референтные диагностические уровни; масса тела; корреляционный анализ.

Как цитировать

Маткевич Е.И., Сеницын В.Е., Иванов И.В. Обоснование нового подхода к критериям оценки дозы облучения пациентов при компьютерной томографии // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3, № 4. С. 344–361. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110857>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110857>

Substantiation of a new approach to the criteria for assessing the radiation dose of patients during computed tomography

Elena I. Matkevich^{1, 2}, Valentin E. Sinitsyn^{2, 3}, Ivan V. Ivanov^{4, 5}

¹ State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation

² I.V. Davydovsky City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

⁴ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

⁵ State Scientific-Research Test Institute of Military Medicine, Saint Petersburg, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: In accordance with the requirements of the IAEA basic safety standards and the International Commission on Radiation Protection, comparing the radiation dose for patients undergoing computed tomography (CT) in diagnostic and treatment clinics with national or international DRLs is important for controlling medical radiation doses. The search for ways to improve DRLs calculations determines the relevance of such studies.

AIM: To analyze the dependence of effective doses (EDs) in CT of different body parts on patient's weight and to calculate the standard ED for the patient (70 and 80 kg).

MATERIALS AND METHODS: CT acquisition protocols in 209 patients were single phase (SP) CT, while 114 patients underwent multi-phase (MP) CT. ED was calculated according to the normalized coefficients for each body area. The values of standard ED was calculated by data approximation using linear function of ED relatively body weight for each type CT scanner and body area scanned.

RESULTS: The increase in ED following a CT examination was proportional to the body weight of patients. For SP and MP CT scans, the standard EDs were calculated according to all body areas. The mean ED, median ED, and DRLs (mSv) in these groups was slightly higher than standard ED (mSv) if the criterion was 70 kg and were close to standard ED if the criterion was 80 kg. These values give a basis for improving the guidelines concerning the recommended limits of radiation doses for CT in individual patients according to indications and body parts studied.

CONCLUSIONS: In the study, a methodology for assessing and comparing the dose of CT-radiation at two hospitals in the two CT scanners, considering weight of a standard patient, is described. Our results show that the calculation and analysis of the standard ED of CT-examining areas of the body instead of mean ED and median ED help to compare the radiation exposure in different medical facilities more properly. Given the recent sharp increase in the number of CT studies, not exceeding the standard ED for patients with CT will reduce the long-term consequences in the form of oncological pathology among the population.

Keywords: computed tomography; radiation dose; effective dose; diagnostic reference levels; body weight; correlation of data.

To cite this article

Matkevich EI, Sinitsyn VE, Ivanov IV. Substantiation of a new approach to the criteria for assessing the radiation dose of patients during computed tomography. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):344–361. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110857>

Received: 09.09.2022

Accepted: 28.11.2022

Published: 15.12.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110857>

在计算机断层扫描中估计病人剂量的标准的新方法的论证

Elena I. Matkevich^{1,2}, Valentin E. Sinitsyn^{2,3}, Ivan V. Ivanov^{4,5}¹ State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russian Federation² I.V. Davydovsky City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation⁴ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation⁵ State Scientific-Research Test Institute of Military Medicine, Saint Petersburg, Russian Federation

结构化简评

论证。在计算机断层扫描（CT）检查数量急剧增加的时候，改进监测病人剂量的方法越来越迫切，不要超过推荐水平。

目的是分析身体各部分CT的有效剂量（ED）对病人体重的依赖性，并计算体重70公斤和80公斤的病入的标准ED。

方法。我们分析了CT检查的协议——单期相（SP）（209名患者）和多期相（MP）（114名患者）。ED是根据身体各部分（头部、胸部、腹部和骨盆）的归一化系数计算的。对于每一种CT扫描仪和扫描的身体面积，使用线性ED函数与体重的关系来计算标准的ED值，标准的ED值是通过近似的数据，对于体重70公斤或80公斤的标准病人。

结果。在CT扫描中发现，ED的增加与病人体重成正比。计算了平均ED、中位ED、DRLs（mSv），并与SP和MP CT的标准ED值（mSv）进行了比较。在所有比较组中，如果标准是体重70公斤，这些指标略高于标准ED，如果标准是体重80公斤，这些指标接近标准ED。同时表现了，不仅可以按标准体重取样的病人的数据，而且可以通过近似法使用整个数据集来计算标准ED。按所研究的身体部分，这可以用于改进比较导则和使患者的CT辐射剂量标准化。

结论。该研究描述了一种评估和比较CT辐射剂量的方法，以两家医院和两台CT扫描仪为例，考虑到一个标准病人的体重。结果显示，不是平均ED、中位ED或75分位ED，而是计算和分析每个身体部分的标准ED，有助于更正确地比较不同医疗机构的辐射量，分析超过区域或国家的参考诊断水平（DRLs）的原因。随着最近CT检查数量的急剧增加，为了减少人口中癌症病理形式的长期后果，应该不超过CT中使用标准ED标准计算的DRLs。

关键词：CT扫描；射线照射；有效剂量；参考诊断水平；身体质量；相关性分析。

To cite this article

Matkevich EI, Sinitsyn VE, Ivanov IV. 在计算机断层扫描中估计病人剂量的标准的新方法的论证. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):344–361. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110857>

收到: 09.09.2022

接受: 28.11.2022

发布日期: 15.12.2022

略语表

CT (Computed tomography scan) —— 计算机断层摄影
 A0 (Abdominal organs) —— 腹部器官
 A0+P0 (Abdominal organs + pelvic organs) —— 腹部器官和盆腔内器
 C0 (Chest organs) —— 胸部器官
 P0 (Pelvic organs) —— 盆腔内脏器
 ED (Effective dose) —— 有效剂量 (mSv)
 CTDIvol (Computed tomography dose index) —— 容积CT剂量指数 —— 衡量单片断层扫描的辐射吸收剂量 (mGy)

DLP (dose length product) —— 剂量长度乘积 —— 吸收剂量 (mGy) 与扫描区域长度 (cm) 的乘积。
 DRLs (diagnostic reference levels) —— 诊断参考水平
 ICRP (International Commission on Radiological Protection) —— 国际放射防护委员会
 SSDE (size-specific dose estimate) —— 尺寸特异性剂量估计 (mGy)

论证

近年来, 无论是在世界范围内还是在俄罗斯, 计算机断层扫描 (CT) 对人口的剂量都有增加的趋势。2020年, 俄罗斯人均医疗照射年有效剂量急剧增加 (增加30%) (2019年为0.6 mSv, 2020年为0.81 mSv) [1], 而CT在集体剂量中的贡献来自医疗照射的研究从2010年的22.1%增加到2020年的73.5%, 目前在其他类型的X射线和放射学研究中排名第一。从长远来看, 在诊断COVID-19、肺癌和乳腺癌影响的筛查性CT扫描以及确定病理过程动态的重复性CT扫描 (包括使用不透射线造影剂的CT扫描) 中, 患者的总辐射剂量应该会增加。

符合国际原子能机构 (International Atomic Energy Agency, IAEA) [2] 和国际放射防护委员会 (International Commission on Radiological Protection, ICRP) [3-7] 的基本安全标准要求, 为了控制医疗剂量, 格外重要进行在诊断和治疗诊所接受CT扫描的患者的辐射剂量与国家或国际诊断参考水平 (Diagnostic reference levels, DRLs) 的比较。寻找改进DRLs计算的方法决定了此类研究的相关性。

研究目的 是分析身体各部分CT的有效剂量 (ED) 对病人体重的依赖性, 并计算体重70公斤和80公斤的病人的标准ED。

材料与方法

研究设计

在头部、胸部器官 (C0)、腹部器官 (A0) 和盆腔内脏器 (P0) 单期相和多期相CT检查的患者CT检查电子数据库资料的基础上进行回顾性研究。

遵从准则

纳入标准: 年龄在17至95岁之间, 经主治医生转诊接受CT诊断性扫描的患者。

排除标准: 体重数据缺失的患者。

执行条件

该研究涵盖了两个多学科医疗机构的患者, 即俄罗斯卫生部医疗康复中心 (以下简称1号医院) 和莫斯科市卫生局I. V. Davydovsky市立临床医院 (以下简称2号医院), 采用标准方案对这些身体区域进行CT扫描。

研究持续时间

分析了2015-2018年CT检查期间患者辐射暴露的电子档案数据。

医疗干预说明

根据标准扫描协议 [8], 在两台CT扫描仪 (1号医院——GE Discovery CT750 HD, 64层, GE Healthcare, 美国; 2号医院——Toshiba Aquilion Prime, 80层, 东芝, 日本) 上进行CT研究: 管上电压为100或120kV, 自动电流调制, 切割厚度为0.5; 0.625; 1.25和1.5毫米。CT协议的主要参数如表1所示。在这项研究中, 所有的CT扫描都对身体的相应区域使用了相同类型的降噪算法。

从每位患者的CT报告中, 确定辐射暴露的参数值被输入数据库: CTDIvol (容积CT剂量指数, mGy) 和DLP (整个CT扫描的吸收剂量, mGy×厘米)。使用公式评估患者的个体ED [5]:

$$ED \text{ (mSv)} = K_{ED \text{ DLP}} \times DLP, \quad (1)$$

其中ED为有效剂量; K为系数; DLP (剂量长度乘积) 是吸收剂量 (mGy) 和扫描区域长度 (cm) 的乘积。

在计算中, 我们使用了 $K_{ED \text{ DLP}}$ 转换系数 ($\text{mSv} \times \text{mGy}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$) [4]: 头部——0.0023, C0——0.017, A0——0.015, P0——0.019。

本研究的主要结果

本研究调查了患者通过身体各个部位的CT获得的ED对患者体重的依赖性以及体重70公斤和80公

表1. 单期相和多期相CT检查患者的一般特征和协议参数

指标	检查区域	单期相CT		多期相CT	
		1号医院	2号医院	1号医院	2号医院
患者的一般特征					
患者总数， <i>n</i>	头部	18	32	14	8
	胸部	25	38	11	27
	腹部器官+盆腔内脏器	75	21	30	24
	合计	118	91	55	59
男女比例	头部	8/10	9/23	6/8	5/3
	胸部	9/16	17/21	6/5	15/12
	腹部器官+盆腔内脏器	33/42	10/11	12/18	7/17
	合计	50/68	36/55	24/31	27/32
年龄，M±m，年	头部	52.1±3.2	66.3±2.5	52.5±3.0	56.8±7.2
	胸部	57.6±2.7	51.9±3.0	58.6±4.7	62.7±3.2
	腹部器官+盆腔内脏器	57.5±5.3	65.3±4.8	57.6±2.5	55.5±3.5
体重，M±m，公斤	头部	79.8±3.2	77.0±2.0	81.2±3.8	86.6±3.5
	胸部	76.1±4.0	76.3±2.3	75.5±5.0	91.6±3.2
	腹部器官+盆腔内脏器	75.5±2.0	83.1±3.5	79.7±2.9	80.7±2.7
协议的基本参数					
准直度，毫米	头部，胸部，腹部器官，盆腔内脏器	64×0,6	80×0,5	64×0,6	80×0,5
管电流调制	头部，胸部，腹部器官，盆腔内脏器	自动	自动	自动	自动
管电压，kW*	头部	120	120	120	120
	胸部	120	120	100；120	120
	腹部器官+盆腔内脏器	120	120	100；120	120
间距	头部	0.531	0.625	0.531	0.625
	胸部	1.375	1.388	0.984；1.375	1.388
	腹部器官+盆腔内脏器	1.375	0.813	0.984；1.375	0.813
旋转时间，秒	头部	0.8	0.5；0.75	0.8	0.5；0.75
	胸部	0.6；0.7	0.5	0.6；0.7	0.5
	腹部器官+盆腔内脏器	0.7	0.5	0.7	0.5
切片厚度，毫米	头部	1.25	0.5	1.25	0.5
	胸部	1.25	0.5	0.625；1.25	0.5
	腹部器官+盆腔内脏器	1.25	0.5	0.625；1.25	0.5

注: *在进行的研究中没有使用低剂量协议和特殊的降噪算法; 使用了滤波反投影 (Filtered BackProjection, FBP) 的技术。CT——计算机断层摄影。

斤的“标准患者”的标准ED的计算。作为比较方法, 我们在同一组患者中使用了平均ED、中位ED和75%的ED分位数的评估。

额外的研究结果

对各组患者的体重分布进行了评估, 并对我们人群中患者平均体重的动态进行了分析。

亚组分析

在该研究中, 分为2组患者并进行比较: 在1号医院检查的患者 (GE Discovery CT750 HD CT扫描仪, 64层) 和在2号医院检查的患者 (Toshiba Aquilion Prime CT扫描仪, 80层)。根据CT检查的区域 (头部、C0、A0、P0), 每组被分为3个亚组。在3

个亚组中的每一组，分别分析了单期相和多期相CT扫描的剂量。

伦理审查

由于对去标识化数据集的研究采用回顾性设计，因此不需要伦理委员会的意见。

统计分析

患者组的规模是由研究期间的患者数量决定的，在CT扫描期间，不仅记录了辐射剂量，还记录了其身体重量。根据欧洲CT质量标准指南[4]，选择图像质量好的CT研究进行分析。因此，良好的图像质量被定义为“视觉上清晰地再现了器官、组织等的结构、它们之间的界限以及形成和病灶”。

我们专门测量了每位患者的体重，精度为 ± 3 公斤，计算各组体重的平均值($M \pm m$, kg)。1号医院和2号医院之间每个CT扫描区域的记录值的平均值的差异用学生T检验评估($P \leq 0.05$)。为了确定辐射剂量对患者体重的依赖性，使用STATISTICA软件(v. 10.0)进行了相关回归分析。

在我们的研究中，1号医院和2号医院患者的个体ED(毫西弗, mSv)通过公式(1)确定，然后计算平均有效剂量(平均ED, mSv)作为算术平均值(M)和标准偏差($\pm m$)；使用Microsoft Excel 2013软件包对每个扫描区域的ED(mSv) (Me [25th, 75th])和DRL(mSv; ED_{75th})的中位数、第25和第75的ED分位数。

在计算标准ED时，我们从位置[4, 7, 9, 10]开始，这是体重 70 ± 3 公斤的成年男女患者的平均ED。当以典型的X光机操作模式执行选定的X光诊断程序时，标准 $ED_{70公斤}$ (mSv)和标准 $ED_{80公斤}$ (mSv)通过近似计算三个扫描区域(头部、C0、A0+P0)中每个区域的数据来自体重的ED线性函数，同时使用回归方程：

$$ED(mSv) = a + b \times M(公斤), \quad (2)$$

其中ED为患者接受的有效剂量(mSv)； a 、 b 为回归方程的系数； M 为患者的体重(公斤)。

这些方程的系数“ a ”和“ b ”是使用STATISTICA软件为1号医院和2号医院的每个扫描区域(头部、C0、A0+P0)获得的，用于单期相和多期相CT扫描。然后通过求解 $M=70$ 公斤和 $M=80$ 公斤的公式(2)，计算出标准 $ED_{70公斤}$ (标准70公斤患者的ED)和标准 $ED_{80公斤}$ (标准80公斤患者的ED)的值。

结果

研究对象(参与者)

对于统计分析，使用了323项计算机断层扫描研究的结果(137名男性和186名女性，年龄在17至93岁之间)。CT是根据标准方案进行的。共分析了209个单期相CT和114个多期相CT。

从表1可以看出，形成的患者组在年龄、性别构成和体重方面基本具有可比性，体重在42~129公斤之间。

研究的主要结果

在研究的第一阶段，确定了头部、C0、A0和P0的单期相和多期相CT扫描的平均剂量值(单次CT检查的CTDIvol、DLP和ED)(表2)。在患者的一次单期相CT检查中，头部的平均ED为1.8~2.0 mSv，C0为2.4~5.3 mSv，A0+P0为7.5~8.2 mSv，一次多期相CT检查中分别为2.4~4.6, 7.9~8.4和27.4~33.0 mSv。

可以看出(见表1)，除了A0+P0的单期相CT检查的组(分别为 75.5 ± 2.0 和 83.1 ± 3.5 公斤)及C0的多期相CT检查的组(分别为 75.5 ± 5.0 和 91.6 ± 3.2 公斤)以外，1号医院和2号医院比较组的平均体重无显著很大的差异)。

在研究的第二阶段，相关分析使得查明了ED对患者体重的依赖性：C0的单期相和多期相的CT检查的相关系数分别为0.66~0.70和0.59~0.68；A0+P0的单期相和多期相的CT检查的相关系数分别为0.37和0.59；头部的单期相和多期相的CT检查的相关系数极低，分别为0.05~0.09和0.11~0.18。

在第三阶段，计算了中位ED(Me [25th, 75th])和DRLs(ED_{75th})；表3。在单期相和多期相CT扫描中，利用对体重的剂量回归函数，计算出每个扫描区域中体重为70公斤和80公斤患者的标准ED(图1, 2)。

我们将平均ED、中位ED和DRLs(ED_{75th})与这些组的标准ED进行了比较(见表3)。可以看出，平均ED、中位ED和DRLs(ED_{75th})与头部的标准ED无显著本质上的差别。这些值不取决于患者的体重，1号医院为1.7~1.9 mSv，2号医院为2.1~2.2 mSv。

对于身体的其他部位，患者的体重在评估ED方面很重要。当患者的平均体重相似时(例如，对于C0的单期相CT扫描，1号医院为 76.1 ± 4.0 公斤，2号医院为 76.3 ± 2.3 公斤)，则平均ED、中位ED、DRLs(ED_{75th})和标准ED的差别是单向的：1号医院的所有ED值比2号医院的高1.2~2.2倍。

在A0+P0的单期相的CT检查的组中，2号医院的患者平均体重(83.1公斤)高于1号医院的(75.5公斤)，因此，2号医院的平均ED(8.2 ± 0.7 mSv)略高于1号医院的平均ED(7.5 ± 1.1 mSv)，2号医院的DRLs(ED_{75th}) (10.8 mSv)也高于1号医院的(8.4 mSv)。同时，2号医院计算的标准 $ED_{70公斤}$ (5.89 mSv)小于1号医院的(7.19 mSv)。

在C0的多期相的CT检查的组中，2号医院的患者平均体重(91.6公斤)高于1号医院的(75.5公斤)，因此，2号医院的平均ED(8.4 ± 0.7 mSv)略高于1号医院的平均ED(7.9 ± 1.7 mSv)。2号医院的DRLs(ED_{75th}) (11.0 mSv)略高于1号医

表2. 1号医院和2号医院的头部、胸部、腹部及盆腔内脏器的单期相和多期相CT检查的辐射剂量

指标	检查区域	单期相CT		多期相CT	
		1号医院	2号医院	1号医院	2号医院
患者一次CT检查中的ED, M±m, mSv	头部	1.8±0.1	2.0±0.03	2.4±0.3	4.6±0.3*
	胸部	5.3±0.5	2.4±0.2*	7.9±1.7	8.4±0.7
	腹部器官+盆腔内脏器	7.5±1.1	8.2±0.7	33.0±1.8	27.4±2.4
DLP, M±m, mGy×cm	头部	771.9±38.8	899.2±10.8	1033.3±109.8	1988.7±131.1*
	胸部	309.1±30.6	141.9±10.6*	466.9±97.6	494.3±48.4
	腹部器官+盆腔内脏器	449.0±67.3	491.1±51.9	1964.1±108.2	1623.7±144.4
CTDIvol, M±m, mGy	头部	40.1±1.4	51.5±1.0*	—	—
	胸部	8.3±0.9	3.8±0.3*	—	—
	腹部器官+盆腔内脏器	9.4±1.5	13.7±1.1*	—	—
患者一次CT检查的相数, M±m	头部	1	1	2.1±0.1	2.5±0.2
	胸部	1	1	1.4±0.2	2.0±0
	腹部器官+盆腔内脏器	1	1	3.8±0.1	3.8±0.1

注: *1号医院和2号医院之间给定CT扫描区域的平均值差异 ($p\leq 0.05$)。ED——有效剂量; CT——计算机断层摄影。

院的 (10.0 mSv)。同时, 2号医院计算的标准ED_{70公斤} (5.28 mSv) 小于1号医院的 (6.55 mSv)。

可见, DRLs指数 (ED_{75th}) 不仅受体重影响, 还受个体患者辐射剂量异常值的影响。因此, 在A0+P0的单期相和多期相的CT检查的组中, 1号医院和2号医院患者的平均体重相似 (分别为79.7±2.9和80.7±2.7公斤), 但1号医院的5名患者的ED值异常超过45 mSv (见图2, e), 因此2号医院中的第75个ED分位数或DRLs (ED_{75th}) (40.1 mSv) 高于1号医院

的 (35.7 mSv)。同时, 1号和2号医院的标准ED_{70公斤} 分别为29.99和21.63 mSv。

研究的其他结果

获得的数据可以确定比较组中患者的平均体重接近80公斤 (见表1), 这与几乎所有组中体重约80公斤的患者的最大数量相关。因此, 这些患者样本中的平均ED和DRLs (ED_{75th}) 总是超过标准ED_{70公斤} 的值, 并且更接近标准ED_{80公斤} (见表3)。因此, 我们认为在我们的人群中, 采用

表3. 头部、胸部、腹部脏器和盆腔内脏器单期相和多期相CT检查的有效剂量 (mSv)

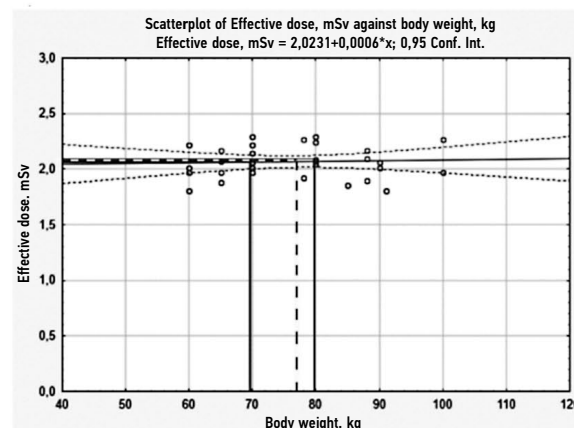
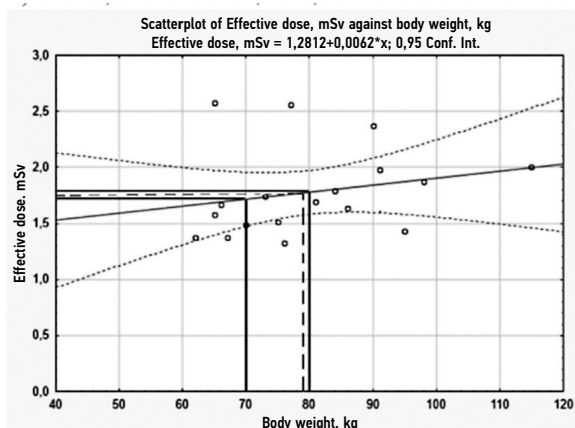
检查区域	平均ED		中位ED (Me [25th, 75th])		DRLs (ED _{75th})		标准ED _{70公斤} *		标准ED _{80公斤} **	
	1号医院	2号医院	1号医院	2号医院	1号医院	2号医院	1号医院	2号医院	1号医院	2号医院
单期相协议 (SP-CT)										
头部	1.8±0.1	2.1±0.03	1.7 [1.5; 1.9]	2.1 [2.0; 2.2]	1.9	2.2	1.72	2.06	1.78	2.07
胸部	5.3±0.4	2.4±0.2	4.9 [2.9; 7.6]	1.9 [1.8; 2.4]	7.6	2.4	4.53	2.09	5.71	2.60
腹部器官+盆腔内脏器	7.5±1.1	8.2±0.7	6.5 [5.8; 8.4]	10.3 [4.4; 10.8]	8.4	10.8	7.19	5.89	7.83	7.63
多期相协议 (MP-CT)										
头部	2.4±0.3	4.6±0.3	2.2 [2.0; 2.3]	4.6 [4.0; 5.4]	2.3	5.4	1.94	3.61	2.33	3.77
胸部	7.9±1.7	8.4±0.7	6.2 [4.4; 10.0]	8.9 [5.5; 11.0]	10.0	11.0	6.55	5.28	9.09	6.74
腹部器官+盆腔内脏器	33.0±1.8	27.4±2.4	31.4 [27.1; 35.7]	26.6 [17.9; 40.1]	35.7	40.1	29.99	21.63	33.11	26.91

注: *标准ED_{70公斤} (标准体重为70公斤的标准病人的ED) 用回归方程计算: ED_{70公斤} (mSv) =a+b×M (kg), M=70公斤; a和b系数来自图3中a-f (单期相CT) 和图4中a-f (多期相CT) 的方程式。 **标准ED_{80公斤} (标准体重为80公斤的标准病人的ED) 用回归方程计算: ED_{80公斤} (mSv) =a+b×M (kg), M=80公斤; a和b系数来自图3中a-f (单期相CT) 和图4中a-f (多期相CT) 的方程式。1号医院和2号医院之间平均ED、中位数和DRL的差异以粗体突出显示, 与这些医院之间标准ED70公斤的差异方向相反。ED——有效剂量; CT——计算机断层摄影。

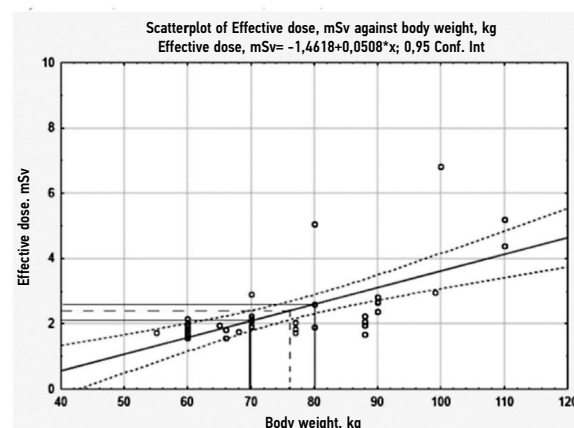
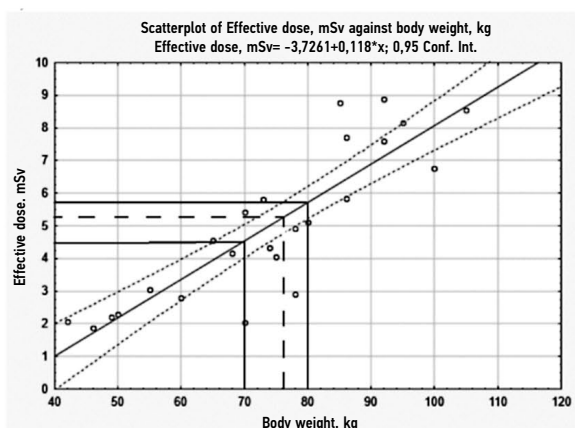
1号医院 (GE Discovery CT750)

2号医院 (Toshiba Aquilion Prime)

头部

a) $n=18$, $M \pm m = 79,8 \pm 3,2$ 公斤b) $n=32$, $M \pm m = 77,0 \pm 2,0$ 公斤

胸部

c) $n=25$, $M \pm m = 76,1 \pm 4,0$ 公斤d) $n=38$, $M \pm m = 76,3 \pm 2,3$ 公斤

腹部器官+盆腔内脏器

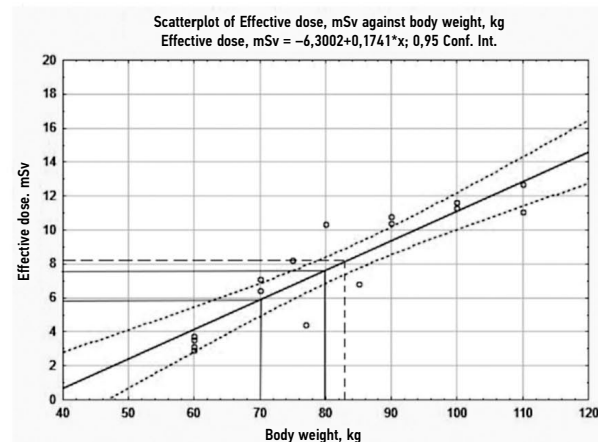
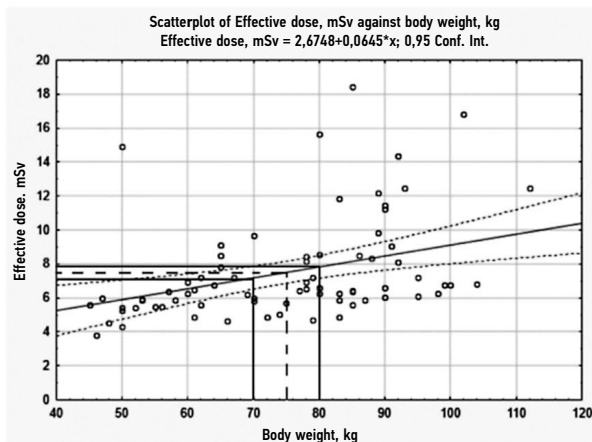
e) $n=75$, $M \pm m = 75,5 \pm 5,5$ 公斤f) $n=21$, $M \pm m = 83,10 \pm 3,5$ 公斤

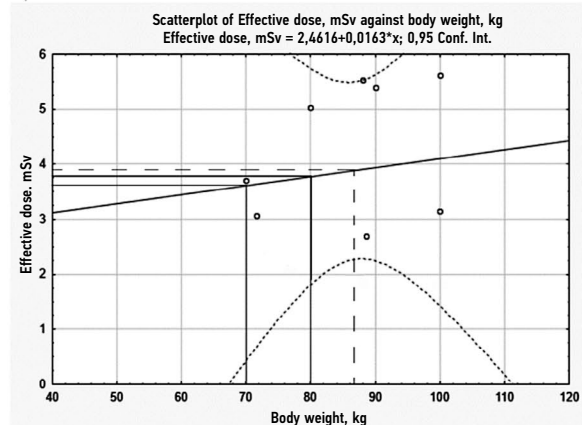
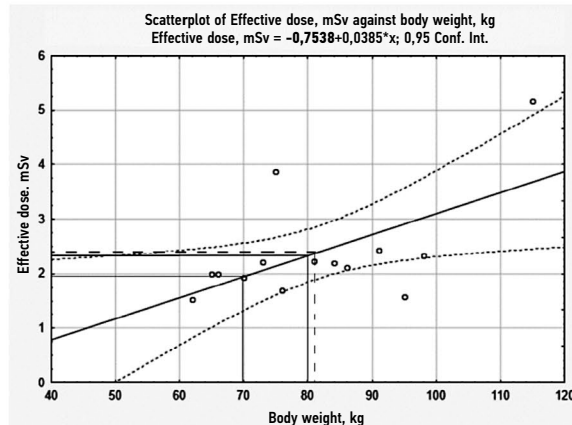
图1。在头部、胸部、腹部器官+盆腔内脏器官单期相计算机断层扫描中有效剂量对患者体重依赖性的回归分析结果。Y轴——有效剂量, mSv; X轴——患者体重, 公斤。

符号: 实线——回归图线, 点线表示回归图线的置信区间, $p=0.95$, 垂直于轴的实线——标准ED_{70公斤}和标准ED_{80公斤} (mSv), 针对体重为70/80公斤的患者, 虚线表示对应于该组患者平均体重的平均ED (mSv)。
ED——有效剂量; CT——计算机断层摄影。

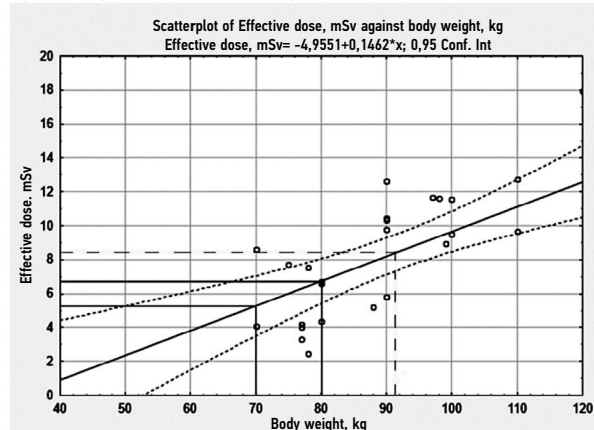
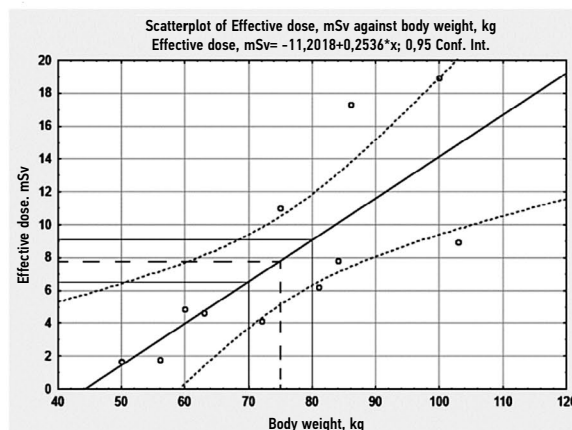
1号医院 (GE Discovery CT750)

2号医院 (Toshiba Aquilion Prime)

头部

a) $n=14$, $M \pm m = 81, 2 \pm 3, 8$ 公斤b) $n=8$, $M \pm m = 86, 6 \pm 3, 5$ 公斤

胸部

c) $n=11$, $M \pm m = 75, 5 \pm 5, 0$ 公斤d) $n=27$, $M \pm m = 91, 6 \pm 3, 6$ 公斤

腹部器官+盆腔内脏器

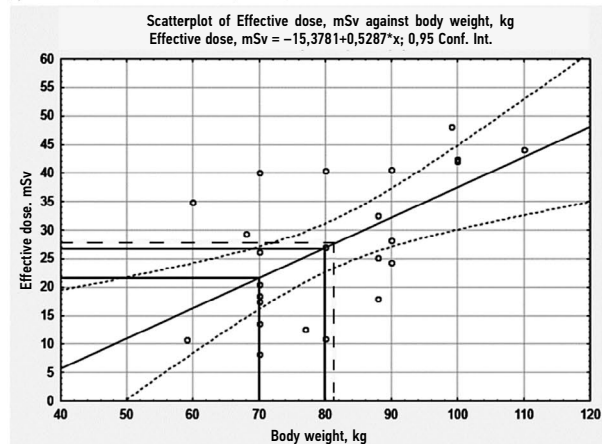
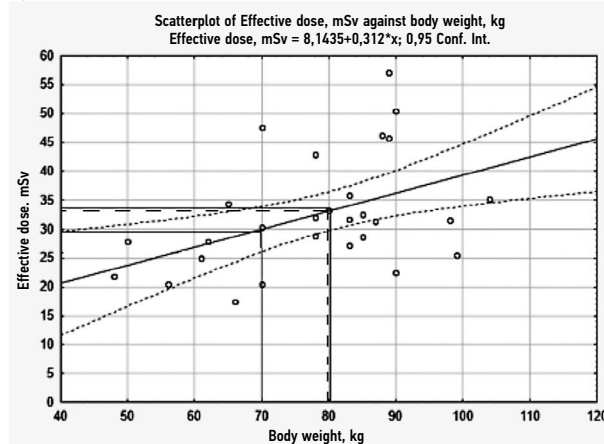
e) $n=30$, $M \pm m = 79, 7 \pm 2, 9$ 公斤f) $n=24$, $M \pm m = 80, 7 \pm 2, 7$ 公斤

图2。在头部、胸部、腹部器官+盆腔内脏器官多期相计算机断层扫描中有效剂量对患者体重依赖性的回归分析结果（点线表示置信区间， $p=0.95$ ）。Y轴——有效剂量，mSv；X轴——患者体重，公斤。

符号：实线——回归图线，点线表示回归图线的置信区间， $p=0.95$ ，垂直于轴的实线——标准 $ED_{70公斤}$ 和标准 $ED_{80公斤}$ （mSv），针对体重为70/80公斤的患者，虚线表示对应于该组患者平均体重的平均ED（mSv）。
ED——有效剂量；CT——计算机断层摄影。

标准的ED_{80公斤}，而不是标准的ED_{70公斤}作为评估ED的标准是合理的，因为标准的ED_{80公斤}更能反映我们人群中由于过去几年人类学数据的变化而导致的体重分布。同时，如果对照组的平均体重接近标准体重80公斤，则可以通过检查组患者的平均ED值来比较不同CT上的ED。

讨论

主要研究成果的总结

我们研究的最终目标是证实在CT检查中计算标准ED的重要性，这将允许更正确地比较不同医疗和诊断机构的患者的暴露水平，因为比较的患者样本在体重上可能存在显著差异。进行的相关分析表明，平均体重较高的患者群体对应于较高的平均辐射剂量。DRLs反映了辐射剂量值的第75个四分位数，与各组患者的平均体重成正比，如果各组患者的平均体重差异很大，就不可能用DRLs正确比较在这些机构检查的患者的剂量。

在我们的研究中进行的相关分析显示，在C0（见图1，c、d；图2，c、d）及A0+P0（见图1，e、f；图2，e、f）的单期相和多期相CT扫描的期间，在辐射剂量与患者体重成比例增加中发现一般的规律性；C0（0.59–0.70）及A0+P0（0.37–0.59）的CT剂量与患者体重的相关是最大的，并头部（0.05–0.18）的是最低的（图1，a、b；图2，a、b）。得到的相关系数值与人体各节段的相对质量一致[11–14]：上半身质量占全身重量的15.9%，中部重量占16.3%，下半重量占11.2%，头部重量仅占6.9%。

ED对患者体重的依赖性是由于传感器的设计特点和CT扫描管中电流的自动调节发生的。这意味着如果比较患者组的平均体重差异很大，则不同医疗机构的平均ED和中位ED的比较是不正确的。因此，对于CT检查中的这种剂量比较，如我们的研究所示，计算比较组中的标准ED_{70公斤}或标准ED_{80公斤}并把其值对比是更正确的。

主要研究成果的讨论

大量的研究致力于与估算CT扫描中对患者的辐射剂量有关的问题。作为在诊断和介入过程中有助于优化保护以防止对患者造成的医疗影响的标准，已经确定了“诊断参考水平”（DRLs）的指标[7]。DRLs的概念是自1996年起由ICRP引入的，并在不断发展[2, 6, 7]。ICRP目前建议估算在研究中每个受试者的单次疗程辐射剂量的中值[7]：国家DRLs应设定为从有代表性的中心样本中获得的DLPs或ED中值的第75个百分位。然而，这没有考虑到由于比较组中患者体重不同而可能存在的剂量差异。

众所周知，CT同一区域的DRLs有很大的差异性，因此难以正确比较。例如，在一项综述研究[15]中，注意到同一程序的研究之间的DRLs值有2–3倍的差异。同时，造成差异的可能原因包括研究设计、扫描技术、使用不同的暴露参数和不同的剂

量指数。对于造成这些差异的原因，意见不一。在一项研究[16]中，评估了影响CT辐射剂量的患者、设备和机构因素。患者体型（以T恤尺寸表示的体型）、机构特定方案和多期相扫描被发现是最重要的剂量预测因素（R² 8–32%），其次是设备制造商和迭代重建（R² 0.2–15%）。另一项研究[17]显示，各国的CT辐射剂量差异很大，但有观点认为，这主要是于当地对CT扫描技术参数选择有关的，而不是关于患者、设施或设备的特点的。

由于各种医疗机构不断完善评估患者辐射剂量的标准，标准ED的问题变得越来越重要。例如，国际文件[4, 7]指出，DRLs应该是标准化的，即尽可能针对所研究的每种CT检查的“标准患者尺寸”给出，同时，考虑到“标准剂量是在选定的X射线机器的典型操作模式下，以典型的性能协议进行选定的放射诊断程序时，体重70±3公斤的男女成人的平均剂量”[4, 8, 10]。表明了，所选的平均体重应接近所研究人群的平均体重，对于某些国家，70±10公斤的平均患者体重可能为可接受的[7]。但在实践中，治疗机构的DRLs是用一般患者样本的平均或中位数剂量来计算的，不考虑体型和体重。

只有少数作者考虑了“患者规模”以进行这些分析：例如，A. J. van der Molen等人[18]为“标准体型患者”（身高1.74米，体重77公斤，体重指数25.4公斤/平方米±15%）或体重70±15公斤的患者提供剂量[19]。可以假设，如果比较体重为70或80公斤的“标准患者”的标准剂量，而不是平均或中位数剂量，数据的分布会更小，DRLs的比较也会更正确。这种计算方法应该对所有医疗机构都是一样的。

进行的分析（表4）表明，在不同的国家，研究区域的单期相CT期间的ED（mSv）可能会相差数倍，对于不同的作者，头部为1.5–2.3 mSv，C0为4.0–7.9 mSv，A0为2.4–10.0 mSv，A0+P0为4.1–11.7。在所研究地区的多期相CT扫描中，不同作者的ED在很大程度上取决于研究的阶段数，并且差异更大：C0为5.1–9.5 mSv，A0为3.6–23.1 mSv，A0+P0为6.3–24.5。在本研究中，1号医院和2号医院对一个标准体重（70公斤）的患者进行研究区域的单期相和多期相CT扫描的标准ED计算，与其他作者的头部和C0的平均或中位ED相当，略高于A0+P0的多期相CT扫描的剂量（见表4）。

我们的数据由其他研究结果证实。因此，患者分为两个亚组（非超重、超重）的数据层次能够更好地优化CT剂量，并且在身高体重指数等级的基础上能设定DRLs[37]。

其他作者[38]将成人胸部CT的体积CT剂量指数（CTDI_{vol}）、剂量长度乘积（DLP）和尺寸特异性剂量估计（size specific dose estimate, SSDE）与2017年中国DRLs进行了比较。根据患者的胸水当量直径（Dw），将患者分为4组。结果发现，参数CTDI_{vol}、DLP和SSDE与Dw指数成比例增加。

表4. 头部、胸部、腹部脏器和盆腔内脏器CT检查时患者的有效照射剂量

ED指标	CT检查区域的ED (mSv) ^{a, b}				国家
	头部	胸部	腹部器官	腹部器官+盆腔内脏器	
中位数	1.5/-	4.0/5.1	2.4/3.6	4.4/6.3 - 13.3	澳大利亚 [20]
平均值	2.0 (n=50) [21]; 1.99 [22]	4.99 (n=43) [23]; 9.84 [22]	10.44 (n=43) [23]	11.7 [22]	加拿大 [21 - 23]
平均值	-	7.9 - 9.5 (n=81) [24]	-	6.15 (n=85) [25]	中国 [24, 25]
平均值	2.1 - 4.2	2.9 - 5.2	3.3 - 7.3	4.1 - 9.2	德国 [26]
平均值	1.2	5.9	8.2	-	希腊 [27]
平均值	-	6.04 (n=50)	6.89 (n=51)	-	印度 [23]
中位数	2.3 (n=26 965)	4.6 (n=6542)	-	9.7 (n=1692)	意大利 [28]
平均值	-	-	7.7/23.1 (n=44) [29]	8.0 (n=447) [30]	韩国 [29, 30]
中位数, 仅为标准患者 (1,74米, 77公斤, BMI 25,4公斤/平方米±15%)	1.5	4.6	8/13.2 - 19.4	-	荷兰 [18]
平均值	1.21 (n=52)	7.60 (n=38)	8.25 (n=54)	-	波兰 [23]
中位数, 患者体重为70±15公斤	-	5,4 (胸部, n=39)	-/8,1 (阑尾炎, n=100)	-/24.5 (腹腔CT扫描, 检测结直肠癌的肝脏和腹部转移, n=40)	卡塔尔 [19]
标准ED _{70公斤}	1.7/1.9 (n=18/n=14)	4.5/6.6 (n=25/n=11)	-	7.2/30.0 (n=75/n=30)	俄罗斯, 本研究, 1号医院 ^c
标准ED _{70公斤}	2.1/3.6 (n=32/n=8)	2.1/5.3 (n=38/n=27)	-	5.9/21.6 (n=21/n=24)	俄罗斯, 本研究, 2号医院 ^d
平均值	0.89 (n=36)	4.20 (n=32)	6.03 (n=66)	-	泰国 [23]
平均 (n=340)	1.36/1.79	4.34	-	11.6/13.26	阿联酋 [31]
平均值	1.66 (n=10) [23]	3.45 (n=30) [23]	2.4 - 6.04/8.4 - 15.33 [32]	6.69 (n=25) [23]	英国 [23, 32]
平均值	2	7	7.3-8.0/15	10	美国 [33, 34]
平均值	2.7	5.8	22.3	-	埃塞俄比亚 [35]
中位数	2.1	4.4	6.8	-	土耳其 [36]

注: n——观察次数。ED——有效剂量; CT——计算机断层摄影; BMI——身高体重指数。
^a KED DLP (mSv×mGy-1×cm-1) [4]: 头部 0.0023, 胸部 0.017, 腹部器官 0.015, 盆腔内脏器 0.019; ^b 单期相/多期相CT; ^c 1号医院, CT扫描仪: GE Discovery CT750 HD, 64层; ^d 2号医院, CT扫描仪: Toshiba Aquilion Prime, 80层。

已经研究了患者体型对CT辐射剂量的影响 [39]。根据成人体CT扫描估计的有效直径, 每件CT按T恤尺寸分为XXS、XS、S、M、L、XL和XXL。对每个尺寸和检查类型的辐射剂量率进行了比较, 确定了XXS (~60%)、XS (~65%)、S (~75%)、M (100%)、L (~130%)、XL (~165%)、XXL (~210%) 尺寸的CTDIvol值。因此, 与体型M

患者相比, 年轻患者 (XXS) 接受了60%的剂量, 而XXL患者需要加倍剂量 (~210%)。作者认为, 这种用T恤尺码表示身体测量值的新方法非常简单, 为展示不同体格的病人之间的剂量差异提供了一个工具。但是, 在我们看来, 此类方法仅适用于胸部CT; 此外, 体重比T恤的尺码更能准确反映患者身体的个体特征。

研究的局限性

该研究的一个局限性是，在控制CT期间的辐射剂量时，SSDE（体型特异性扫描剂量评估）的概念也可用于考虑患者的尺寸。但SSDE仅考虑基于患者几何尺寸的校正，即从患者或其图像测量或确定的线性尺寸[7]。SSDE概念旨在根据CT区域的大小（扫描区域的有效直径）调整CT报告的标准参数，以最大限度地减少辐射吸收剂量（mGy）[40]，但不采取考虑到患者的体重，并非旨在评估ED（mSv）和长期辐射后果的风险。

考虑到这一点，SSDE目前不被认为是用作DRLs的合适标准[7]。为了支持这一点，一项基于对54篇科学文章分析的系统综述[15]表明，SSDE概念并没有被广泛使用。例如，在所有使用的剂量标准组合中，87%的研究使用了CTDIvol和/或DLP值，而DLP+SSDE值仅是在1%的研究中使用的[15]。SSDE最常被用于胸部CT中的剂量建模和记录特定（特别是儿科）患者的剂量减少策略的结果[41–43]。

这项工作的另一个限制是计算标准ED的不同方法。在我们的研究中，为了计算标准ED，我们使用了剂量对患者体重的依赖性（线性回归方程）的线性近似法（公式 2）。所进行的回归分析允许建立1号医院和2号医院的每个CT区域的辐射剂量对体重的依赖性的回归方程系数。然后用这些因素来计算体重为70公斤的“标准患者”的标准ED_{70公斤}和体重为80公斤的“标准患者”的标准ED_{80公斤}（见表3）。

非线性模型（幂律函数）也可用于描述身体特定区域的CT辐射剂量与患者体型或体重之间的关系。例如，在腹部CT的报告[23]中，使用线性函数计算归一化噪声对体重指数的依赖性，使用幂函数计算归一化噪声对患者前后位的依赖性直径。

然而，在我们看来，对于实际的放射技师来说，线性近似法是一个更可接受的选择。如果每家医院的医生使用他们自己的ED和体重之间关系的非线性近似模型，这将导致不同的数学关系，并在这种标准ED比较中引入额外的非系统误差。因此，在我们看来，线性回归的使用对于放射科医生的日常实际工作来说是可以接受的，作为这种逼近法的统一方法。

我们的观点与[23]中所述的观点一致：“... 标准化噪声与患者体型之间的最佳相关性是使用有效患者直径和幂函数获得的。然而，在实践中，确定前后直径和侧直径（计算有效直径所需的已知直径）可能比称重患者更困难。这就是为什么决定[23]使用患者的体重，因为与上述直径的测量相比，测量重量更简单，并且还使用可用的可接受的线性相关性，而不是更难计算的幂函数。

因此，目前将国家DRLs设置为代表性中心样本中患者接受剂量中位数的第75个百分点数[7]。如果在一个治疗机构中DRLs超过了区域

水平，这就是分析CT技术（管电压、扫描区长度和其他CT协议参数）的理由，以找到减少它的方法。然而，这种过度可能不仅是由于CT调查的技术参数，也是由于其中一个治疗机构的患者平均体重较高。我们认为，为了正确比较平均体重差异显著的患者组的剂量负荷，建议使用在比较组中计算的标准ED_{70公斤}或标准ED_{80公斤}。即使患者的平均体重存在显著差异，如果1号医院CT上的标准ED高于2号医院，可以假设这种超标不是由于患者体重造成的，而是由于CT扫描仪和扫描协议的特殊性造成的，需要进行修改以降低剂量。

因此，计算DRLs的方法不断得到改进[44–48]，所获得的结果对于为患者建立正确的辐射暴露DRLs非常重要。未来可能会使用标准ED来按区域计算CT扫描仪的DRLs，但这需要在每个CT协议中记录患者的体重。

随着最近CT检查数量的急剧增加，在CT检查中不超过标准ED为患者设定的DRLs，将减少人群中癌症病变方面的长期后果[49–51]。控制辐射剂量的措施是公共卫生的一项重要任务[44, 45, 52, 53]，并且符合与国际项目EUROSAFE合作的目标。

在实践中，可以使用所描述的方法来估计每个身体区域的标准ED，并以两家医院和两台CT扫描仪为例，考虑到标准患者的体重，对CT扫描的ED进行比较。计算和分析每个身体区域的标准ED，而不仅仅是平均ED、中位ED和75分位ED，有助于更正确地比较不同医疗机构的辐射量，更准确地分析超过区域或国家DRLs的原因。

结论

CT的有效辐射剂量与患者的体重成正比。

比较平均体重差异很大的患者组的平均和中位辐射剂量是不正确的。

在计算两个CT区域（胸腔、腹部和盆腔器官）的标准有效剂量的基础上，比较患者剂量的方法已经得到证实。

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. E.I. Matkevich — concept of the study, collection and processing of materials, analysis of the obtained data, design of tables, writing of the text; V.E. Sinitsyn — supervision, analysis of materials and their editing; I.V. Ivanov — study design, preparation of illustrations.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году. Государственный доклад. Режим доступа: https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=21796. Дата обращения: 25.10.2022.
2. IAEA [Интернет]. Radiation protection and safety of radiation sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3. IAEA, Vienna, 2014. Режим доступа: <https://www.iaea.org/publications/8930/radiation-protection-and-safety-of-radiation-sources-international-basic-safety-standards>. Дата обращения: 25.10.2022.
3. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection // Ann ICRP. 1991. Vol. 21, N 1-3. P. 1–201.
4. EUR16262 [Интернет]. European guidelines on quality criteria in Computed Tomography. Brussels, Belgium: European Commission, Report EUR 16262. 1999. Режим доступа: <https://op.europa.eu/da/publication-detail/-/publication/d229c9e1-a967-49de-b169-59ee68605f1a>. Дата обращения: 25.10.2022.
5. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103 // Ann ICRP. 2007. Vol. 37, N 2-4. P. 1–332. doi: 10.1016/j.icrp.2007.10.003
6. Radiation protection in medicine. ICRP Publication 105 // Ann ICRP. 2007. Vol. 37, N 6. P. 1–63. doi: 10.1016/j.icrp.2008.08.001
7. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135 // Ann ICRP. 2017. Vol. 46, N 1. P. 1–144. doi: 10.1177/0146645317717209
8. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография: учебное пособие. В 2 т. / пер. с англ. Ш.Ш. Шотемора. 3-е изд. Москва: МЕДпресс-информ, 2011.
9. Применение референтных диагностических уровней для оптимизации радиационной защиты пациента в рентгенологических исследованиях общего назначения. Изменения в МР 2.6.1.0066-12. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Режим доступа: https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/71e/mu-2.6.1.3584_19-izmeneniya-v-mu-2.6.1.2944_11.pdf. Дата обращения: 25.10.2022.
10. МР 2.6.1.0066-12. Применение референтных диагностических уровней для оптимизации радиационной защиты пациента в рентгенологических исследованиях общего назначения. Режим доступа: https://rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4656. Дата обращения: 25.10.2022.
11. Hinrichs R.N. Adjustments to the segment center of mass proportions of Clauser et al. (1969) // J Biomech. 1990. Vol. 23, N 9. P. 949–951. doi: 10.1016/0021-9290(90)90361-6
12. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика. Москва: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. 550 с.
13. Ozlib.com [Интернет]. Общий центр масс, общий центр тяжести, геометрия масс, антропометрия // Биомеханика. Познание телесно-двигательного упражнения. Режим доступа: https://ozlib.com/801945/sport/obschiy_tsentr_mass_obschiy_tsentr_tyazhesti_geometriya_mass_antropometriya. Дата обращения: 25.10.2022.
14. Helpiks.org [Интернет]. Распределение массы в теле человека. Режим доступа: <https://helpiks.org/6-6110.html>. Дата обращения: 25.10.2022.
15. Garba I., Zarb F., McEntee M.F., Fabri S.G. Computed tomography diagnostic reference levels for adult brain, chest and abdominal examinations: A systematic review // Radiography (Lond). 2021. Vol. 27, N 2. P. 673–681. doi: 10.1016/j.radi.2020.08.011
16. Smith-Bindman R., Wang Y., Yellen-Nelson T.R., et al. Predictors of CT radiation dose and their effect on patient care: a comprehensive analysis using automated data // Radiology. 2017. Vol. 282, N 1. P. 182–193. doi: 10.1148/radiol.2016151391
17. Smith-Bindman R., Wang Y., Chu P., et al. International variation in radiation dose for computed tomography examinations: prospective cohort study // BMJ. 2019. N 364. P. k4931. doi: 10.1136/bmj.k4931
18. Van der Molen A.J., Schilham A., Stoop P., et al. A national survey on radiation dose in CT in The Netherlands // Insights Imaging. 2013. Vol. 4, N 3. P. 383–390. doi: 10.1007/s13244-013-0253-9
19. Al Naemi H., Tsapaki V., Omar A.J., et al. Towards establishment of diagnostic reference levels based on clinical indication in the state of Qatar // Eur J Radiol Open. 2020. N 7. P. 100282. doi: 10.1016/j.ejro.2020.100282
20. Heggie J.C. Patient doses in multi-slice CT and the importance of optimization // Australas Phys Eng Sci Med. 2005. Vol. 28, N 2. P. 86–96. doi: 10.1007/BF03178698
21. Rivers-Bowerman M.D., Shankar J.J. Iterative reconstruction for head CT: Effects on radiation dose and image quality // Can J Neurol Sci. 2014. Vol. 41, N 5. P. 620–625. doi: 10.1017/cjn.2014.11
22. MacGregor K., Li I., Dowdell T., Gray B.G. Identifying institutional diagnostic reference levels for CT with radiation dose index monitoring software // Radiology. 2015. Vol. 276, N 2. P. 507–517. doi: 10.1148/radiol.2015141520
23. IAEA-TECDOC-1621 [Интернет]. Dose Reduction in CT while Maintaining Diagnostic Confidence: A Feasibility/Demonstration Study. IAEA, Vienna, 2009. Available from: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1621_web.pdf. Дата обращения: 25.10.2022.
24. Qi L.P., Li Y., Tang L., et al. Evaluation of dose reduction and image quality in chest CT using adaptive statistical iterative reconstruction with the same group of patients // Br J Radiol. 2012. Vol. 85, N 1018. P. e906–e911. doi: 10.1259/bjr/66327067
25. Yasaka K., Katsura M., Akahane M., et al. Model-based iterative reconstruction for reduction of radiation dose in abdominopelvic CT: Comparison to adaptive statistical iterative reconstruction // Springerplus. 2013. Vol. 2, N 1. P. 209. doi: 10.1186/2193-1801-2-209
26. Hofer M. CT teaching manual: a systematic approach to CT reading. Thieme, 2005. 208 p.
27. Tsapaki V., Aldrich J.E., Sharma R., et al. Dose reduction in CT while maintaining diagnostic confidence: Diagnostic reference levels at routine head, chest, and abdominal CT-IAEA-coordinated research project // Radiology. 2006. Vol. 240, N 3. P. 828–834. doi: 10.1148/radiol.2403050993
28. Calderoni F., Campanaro F., Colombo P.E., et al. Analysis of a multicentre cloud-based CT dosimetric database: Preliminary results // Eur Radiol Exp. 2019. Vol. 3, N 1. P. 27. doi: 10.1186/s41747-019-0105-6
29. Shin H.J., Chung Y.E., Lee Y.H., et al. Radiation dose reduction via sinogram affirmed iterative reconstruction and automatic tube voltage modulation (CARE kV) in abdominal CT // Korean J Radiol. 2013. Vol. 14, N 6. P. 886–893. doi: 10.3348/kjr.2013.14.6.886

30. Kim K., Kim Y.H., Kim S.Y., et al. Low-dose abdominal CT for evaluating suspected appendicitis // *N Engl J Med*. 2012. Vol. 366, N 17. P. 1596–1605. doi: 10.1056/NEJMoa1110734
31. Abuzaid MM, Elshami W, Tekin HO, et al. Computed tomography radiation doses for common computed tomography examinations: a nationwide dose survey in United Arab Emirates. *Insights Imaging* 11, 88 (2020). doi: 10.1186/s13244-020-00891-6
32. Shrimpton P.C., Hillier M.C., Lewis M.A., Dunn M. National survey of doses from CT in the UK: 2003 // *Br J Radiol*. 2006. Vol. 79, N 948. P. 968–980. doi: 10.1259/bjr/93277434
33. Mettler F., Huda W., Yoshizumi T., Mahesh M. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: A catalog // *Radiology*. 2008. Vol. 248, N 1. P. 254–263. doi: 10.1148/radiol.2481071451
34. Pickhardt P.J., Lubner M.G., Kim D.H., et al. Abdominal CT with model-based iterative reconstruction (MBIR): Initial results of a prospective trial comparing ultralow-dose with standard-dose imaging // *Am J Roentgenol*. 2012. Vol. 199, N 6. P. 1266–1274. doi: 10.2214/AJR.12.9382
35. Zewdu M., Kadir E., Tesfaye M., Berhane M. Establishing local diagnostic reference levels for routine computed tomography examinations in JIMMA university medical center south West Ethiopia // *Radiat Prot Dosimetry*. 2021. Vol. 193, N 3–4. P. 200–206. doi: 10.1093/rpd/ncab028
36. Atli E., Uyanik S.A., Ögüslü U., et al. Radiation doses from head, neck, chest and abdominal CT examinations: An institutional dose report // *Diagn Interv Radiol*. 2021. Vol. 27, N 1. P. 147–151. doi: 10.5152/dir.2020.19560
37. Brat H., Zanca F., Montandon S., et al. Local clinical diagnostic reference levels for chest and abdomen CT examinations in adults as a function of body mass index and clinical indication: A prospective multicenter study // *Eur Radiol*. 2019. Vol. 29, N 12. P. 6794–6804. doi: 10.1007/s00330-019-06257-x
38. Hu X., Gou J., Lin W., et al. Size-specific dose estimates of adult, chest computed tomography examinations: Comparison of Chinese and updated 2017 American College of Radiology diagnostic reference levels based on the water-equivalent diameter // *PLoS One*. 2021. Vol. 16, N 9. P. e0257294. doi: 10.1371/journal.pone.0257294
39. Li X., Steigerwalt D., Rehani M. T-shirt size as a classification for body habitus in computed tomography (CT) and development of size-based dose reference levels for different indications // *Eur J Radiol*. 2022. Vol. 151, N 3. P. 110289. doi: 10.1016/j.ejrad.2022.110289
40. Westra S.J., Li X., Gulat K., et al. Entrance skin dosimetry and size-specific dose estimate from pediatric chest CTA // *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2014. Vol. 8, N 2. P. 97–107. doi: 10.1016/j.jcct.2013.08.002
41. Strauss K.J. CT: Size Specific Dose Estimate (SSDE): Why We Need Another CT Dose Index. *Clinical Imaging Physicist Cincinnati Children's Hospital University of Cincinnati College of Medicine* // Boone J., McCollough C., McNitt-Grey M., et al. Acknowledgements. Available from: <https://docplayer.net/20784880->
- Ct-size-specific-dose-estimate-ssde-why-we-need-another-ct-dose-index-acknowledgements.html. Дата обращения: 25.10.2022.
42. Özsoykal İ., Yurt A., Akgüngör K. Size-specific dose estimates in chest, abdomen, and pelvis CT examinations of pediatric patients // *Diagn Interv Radiol*. 2018. Vol. 24, N 4. P. 243–248. doi: 10.5152/dir.2018.17450
43. Lyra M., Rouchota M., Michalitsi M., Bouladaki A. Effective dose and size-specific dose estimate (SSDE) of the torso: In low dose MDCT protocol in multiple myeloma // *Radiol Diagn Imaging*. 2019. doi: 10.15761/RDI.1000146
44. Matkevich E.I., Sinitsyn V.E., Ivanov I.V. [Health prediction indices obtained with low-dose computer tomography scans] // *Aviakosm Ekolog Med*. 2015. Vol. 49, N 6. P. 61–67. Russian.
45. Применение референтных диагностических уровней для взрослых пациентов в лучевой диагностике. Методические рекомендации. Москва, 2020. 38 с.
46. Damlakis J., Vassileva J. The growing potential of diagnostic reference levels as a dynamic tool for dose optimization // *Physica Medica*. 2021. Vol. 84. P. 285–287. doi: 10.1016/j.ejmp.2021.03.018
47. Moghadam N., Lecomte R., Mercure S., et al. Simplified size adjusted dose reference levels for adult CT examinations: A regional study // *Eur J Radiol*. 2021. Vol. 142. P. 109861. doi: 10.1016/j.ejrad.2021.109861
48. Almén A., Guðjónsdóttir J., Heimland N., et al. Establishing paediatric diagnostic reference levels using reference curves: A feasibility study including conventional and CT examinations // *Phys Med*. 2021. Vol. 87. P. 65–72. doi: 10.1016/j.ejmp.2021.05.035
49. Smith-Bindman R., Lipson J., Marcus R., et al. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer // *Arch Intern Med*. 2009. Vol. 169, N 22. P. 2078–2086. doi: 10.1001/archinternmed.2009.427
50. Smith-Bindman R. Environmental causes of breast cancer and radiation from medical imaging: Findings from the institute of medicine report // *Arch Intern Med*. 2012. Vol. 172, N 13. P. 1023–1027. doi: 10.1001/archinternmed.2012.2329
51. Linet M.S., Slovis T.L., Miller D.L., et al. Cancer risks associated with external radiation from diagnostic imaging procedures // *CA Cancer J Clin*. 2012. Vol. 62, N 2. P. 75–100. doi: 10.3322/caac.21132
52. Голиков В.Ю., Водоватов А.В., Чипига Л.А., Шацкий И.Г. Оценка радиационного риска у пациентов при проведении медицинских исследований в Российской Федерации // *Радиационная гигиена*. 2021. Т. 14, № 3. С. 56–68. doi: 10.21514/1998-426X-2021-14-3-56-68
53. Дружинин Ю.В., Рыжов С.А., Водоватов А.В., и др. Влияние COVID-19 на динамику изменений дозовой нагрузки на пациентов при проведении компьютерной томографии в медицинских организациях Москвы // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3, № 1. С. 5–15. doi: 10.17816/DD87628

REFERENCES

1. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2021. State report. Available from: https://www.rosotrebznadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=21796. Accessed: 25.10.2022.
2. IAEA [Internet]. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3. IAEA, Vienna, 2014. Available from: <https://www.iaea.org/publications/8930/radiation-protection-and-safety-of-radiation-sources-international-basic-safety-standards>. Accessed: 25.10.2022.
3. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. *Ann ICRP*. 1991;21(1-3):1–201.

4. EUR16262 [Internet]. European guidelines on quality criteria in Computed Tomography. Brussels, Belgium: European Commission, Report EUR 16262. 1999. Available from: <https://op.europa.eu/da/publication-detail/-/publication/d229c9e1-a967-49de-b169-59ee68605f1a>. Accessed: 25.10.2022.
5. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103. *Ann ICRP*. 2007;37(2-4):1–332. doi: 10.1016/j.icrp.2007.10.003
6. Radiation protection in medicine. ICRP Publication 105. *Ann ICRP*. 2007;37(6):1–63. doi: 10.1016/j.icrp.2008.08.001.
7. Diagnostic reference levels in medical imaging. ICRP Publication 135. *Ann ICRP*. 2017;46(1):1–144. doi: 10.1177/0146645317717209
8. Prokop M, Galanski M. Spiral and multislice computed tomography of the body. Vol. 2. Germany: Stuttgart, Verlag KG, cop. 2002.
9. Monitoring of the effective doses of patient due to medical x-ray examinations. Changes in Methodical guidelines MU 2.6.1.2944-11. 2.6.1. Ionizing radiation, radiation safety. Available from: https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/71e/mu-2.6.1.3584_19-izmeneniya-v-mu-2.6.1.2944_11.pdf. Accessed: 25.10.2022.
10. The application of reference diagnostic levels for optimization of patient's radiation protection during X-ray examinations of general purpose. Methodological recommendations MR 2.6.1.0066-12. Available from: https://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4656. Accessed: 25.10.2022.
11. Hinrichs RN. Adjustments to the segment center of mass proportions of Clauser et al. (1969). *J Biomech*. 1990;23(9):949–951. doi: 10.1016/0021-9290(90)90361-6
12. Dubrovsky VI, Fedorova VN. Biomechanics: Textbook. For secondary and higher educational institutions. Moscow: VLADOS-PRESS; 2003. 550 p.
13. Ozlib.com [Internet]. Common center of mass, common center of gravity, geometry of masses, anthropometry. In: Biomechanics. Knowledge of body-motor exercises. 2013. Available from: https://ozlib.com/801945/sport/obschiy_tsentr_mass_obschiy_tsentr_tyazhesti_geometriya_mass_antropometriya. Accessed: 25.10.2022.
14. Helpiks.org [Internet]. Distribution of mass in the human body. Available from: <https://helpiks.org/6-6110.html>. Accessed: 25.10.2022.
15. Garba I, Zarb F, McEntee MF, Fabri SG. Computed tomography diagnostic reference levels for adult brain, chest and abdominal examinations: a systematic review. *Radiography (Lond)*. 2021;27(2):673–681. doi: 10.1016/j.radi.2020.08.011
16. Smith-Bindman R, Wang Y, Yellen-Nelson TR, et al. Predictors of CT radiation dose and their effect on patient care: a comprehensive analysis using automated data. *Radiology*. 2017;282(1):182–193. doi: 10.1148/radiol.2016151391
17. Smith-Bindman R, Wang Y, Chu P, et al. International variation in radiation dose for computed tomography examinations: prospective cohort study. *BMJ*. 2019;(364):k4931. doi: 10.1136/bmj.k4931
18. Van der Molen AJ, Schilham A, Stoop P, et al. A national survey on radiation dose in CT in The Netherlands. *Insights Imaging*. 2013;4(3):383–390. doi: 10.1007/s13244-013-0253-9
19. Al Naemi H, Tsapaki V, Omar AJ, et al. Towards establishment of diagnostic reference levels based on clinical indication in the state of Qatar. *Eur J Radiol Open*. 2020;7:100282. doi: 10.1016/j.ejro.2020.100282
20. Heggie JC. Patient doses in multi-slice CT and the importance of optimisation. *Australas Phys Eng Sci Med*. 2005;28(2):86–96. doi: 10.1007/BF03178698
21. Rivers-Bowerman MD, Shiva Shankar JJ. Iterative reconstruction for head CT: Effects on radiation dose and image quality. *Can J Neurol Sci*. 2014;41(5):620–625. doi: 10.1017/cjn.2014.11
22. MacGregor K, Li I, Dowdell T, Gray BG. Identifying institutional diagnostic reference levels for CT with radiation dose index monitoring software. *Radiology*. 2015;276(2):507–517. doi: 10.1148/radiol.2015141520
23. IAEA-TECDOC-1621 [Internet]. Dose Reduction in CT while Maintaining Diagnostic Confidence: A Feasibility/Demonstration Study. IAEA, Vienna; 2009. Available from: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1621_web.pdf. Accessed: 25.10.2022.
24. Qi LP, Li Y, Tang L, Li YL, et al. Evaluation of dose reduction and image quality in chest CT using adaptive statistical iterative reconstruction with the same group of patients. *Br J Radiol*. 2012;85(1018):e906–e911. doi: 10.1259/bjr/66327067
25. Yasaka K, Katsura M, Akahane M, et al. Model-based iterative reconstruction for reduction of radiation dose in abdominopelvic CT: Comparison to adaptive statistical iterative reconstruction. *Springerplus*. 2013;2(1):209. doi: 10.1186/2193-1801-2-209
26. Hofer M. CT teaching manual: a systematic approach to CT reading. Thieme; 2005. 208 p.
27. Tsapaki V, Aldrich JE, Sharma R, et al. Dose reduction in CT while maintaining diagnostic confidence: Diagnostic reference levels at routine head, chest, and abdominal CT-IAEA-coordinated research project. *Radiology*. 2006;240(3):828–834. doi: 10.1148/radiol.2403050993
28. Calderoni F, Campanaro F, Colombo PE, et al. Analysis of a multicentre cloud-based CT dosimetric database: Preliminary results. *Eur Radiol Exp*. 2019;3(1):27. doi: 10.1186/s41747-019-0105-6
29. Shin HJ, Chung YE, Lee YH, et al. Radiation dose reduction via sinogram affirmed iterative reconstruction and automatic tube voltage modulation (CARE kV) in abdominal CT. *Korean J Radiol*. 2013;14(6):886–893. doi: 10.3348/kjr.2013.14.6.886
30. Kim K, Kim YH, Kim SY, et al. Low-dose abdominal CT for evaluating suspected appendicitis. *N Engl J Med*. 2012;366(17):1596–1605. doi: 10.1056/NEJMoa1110734
31. Abuzaid MM, Elshami W, Tekin HO et al. Computed tomography radiation doses for common computed tomography examinations: a nationwide dose survey in United Arab Emirates. *Insights Imaging* 11, 88 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13244-020-00891-6>
32. Shrimpton PC, Hillier MC, Lewis MA, Dunn M. National survey of doses from CT in the UK: 2003. *Br J Radiol*. 2006;79(948):968–980. doi: 10.1259/bjr/93277434
33. Mettler F, Huda W, Yoshizumi T, Mahesh M. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: A catalog. *Radiology*. 2008;248(1):254–263. doi: 10.1148/radiol.2481071451
34. Pickhardt PJ, Lubner MG, Kim DH, et al. Abdominal CT with model-based iterative reconstruction (MBIR): Initial results of a prospective trial comparing ultralow-dose with standard-dose imaging. *Am J Roentgenol*. 2012;199(6):1266–1274. doi: 10.2214/AJR.12.9382
35. Zewdu M, Kadir E, Tesfaye M, Berhane M. Establishing local diagnostic reference levels for routine computed tomography examinations in JIMMA university medical center south West Ethiopia. *Radiat Prot Dosimetry*. 2021;193(3-4):200–206. doi: 10.1093/rpd/ncab028

36. Atli E, Uyanik SA, Ögüşlü U, et al. Radiation doses from head, neck, chest and abdominal CT examinations: An institutional dose report. *Diagn Interv Radiol.* 2021;27(1):147–151. doi: 10.5152/dir.2020.19560
37. Brat H, Zanca F, Montandon S, et al. Local clinical diagnostic reference levels for chest and abdomen CT examinations in adults as a function of body mass index and clinical indication: A prospective multicenter study. *Eur Radiol.* 2019;29(12):6794–6804. doi: 10.1007/s00330-019-06257-x
38. Hu X, Gou J, Lin W, et al. Size-specific dose estimates of adult, chest computed tomography examinations: Comparison of Chinese and updated 2017 American College of Radiology diagnostic reference levels based on the water-equivalent diameter. *PLoS One.* 2021;16(9):e0257294. doi: 10.1371/journal.pone.0257294
39. Li X, Steigerwalt D, Rehani M. T-shirt size as a classification for body habitus in computed tomography (CT) and development of size-based dose reference levels for different indications. *Eur J Radiol.* 2022;151(3):110289. doi: 10.1016/j.ejrad.2022.110289
40. Westra SJ, Li X, Gulat K, et al. Entrance skin dosimetry and size-specific dose estimate from pediatric chest CTA. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2014;8(2):97–107. doi: 10.1016/j.jcct.2013.08.002
41. Strauss KJ. CT: Size Specific Dose Estimate (SSDE): Why We Need Another CT Dose Index. Clinical Imaging Physicist Cincinnati Children's Hospital University of Cincinnati College of Medicine. In: Boone J, McCollough C, McNitt-Grey M, et al. Acknowledgements. Available from: <https://docplayer.net/20784880-Ct-size-specific-dose-estimate-ssde-why-we-need-another-ct-dose-index-acknowledgements.html>. Accessed: 25.10.2022.
42. Özsoykal İ, Yurt A, Akgüngör K. Size-specific dose estimates in chest, abdomen, and pelvis CT examinations of pediatric patients. *Diagn Interv Radiol.* 2018;24(4):243–248. doi: 10.5152/dir.2018.17450
43. Lyra M, Rouchota M, Michalitsi M, Bouladaki A. Effective dose and size-specific dose estimate (SSDE) of the torso: In low dose MDCT protocol in multiple myeloma. *Radiol Diagn Imaging.* 2019. doi: 10.15761/RDI.1000146
44. Matkevich EI, Sinitsyn VE, Ivanov IV. Health prediction indices obtained with low-dose computer tomography scans. *Aviakosm Ekolog Med.* 2015;49(6):61–67. (In Russ).
45. The use of reference diagnostic levels for adult patients in radiation diagnostics. Methodological recommendations. Moscow; 2020. 38 p. (In Russ).
46. Damilakis J, Vassileva J. The growing potential of diagnostic reference levels as a dynamic tool for dose optimization. *Physica Medica.* 2021;84:285–287. doi: 10.1016/j.ejmp.2021.03.018
47. Moghadam N, Lecomte R, Mercure S, et al. Simplified size adjusted dose reference levels for adult CT examinations: A regional study. *Eur J Radiol.* 2021;142:109861. doi: 10.1016/j.ejrad.2021.109861
48. Almén A, Guðjónsdóttir J, Heimland N, et al. Establishing paediatric diagnostic reference levels using reference curves: A feasibility study including conventional and CT examinations. *Phys Med.* 2021;87:65–72. doi: 10.1016/j.ejmp.2021.05.035
49. Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, et al. Radiation dose associated with common computed tomography examinations and the associated lifetime attributable risk of cancer. *Arch Intern Med.* 2009;169(22):2078–2086. doi: 10.1001/archinternmed.2009.427
50. Smith-Bindman R. Environmental causes of breast cancer and radiation from medical imaging: Findings from the institute of medicine report. *Arch Intern Med.* 2012;172(13):1023–1027. doi: 10.1001/archinternmed.2012.2329
51. Linet MS, Slovis TL, Miller DL, et al. Cancer risks associated with external radiation from diagnostic imaging procedures. *CA Cancer J Clin.* 2012;62(2):75–100. doi: 10.3322/caac.21132
52. Golikov VY, Vodovotov AV, Chipiga LA, Shatsky IG. Assessment of radiation risk in patients during medical research in the Russian Federation. *Radiation hygiene.* 2021;14(3):56–68. (In Russ). doi: 10.21514/1998-426X-2021-14-3-56-68
53. Druzhinin YV, Ryzhov SA, Vodovotov AV, et al. The influence of COVID-19 on the dynamics of changes in the dose load on patients during computed tomography in medical organizations in Moscow. *Digital Diagnostics.* 2022;3(1):5–15. doi: 10.17816/DD87628

AUTHORS' INFO

* **Ivan V. Ivanov**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
address: 31, Prospect Budennogo, 105275, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7729-2724>;
eLibrary SPIN: 9888-2780; e-mail: ivanov-iv@yandex.ru

Elena I. Matkevich, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5917-7706>;
eLibrary SPIN: 5546-4830; e-mail: pencil_red@mail.ru

Valentin E. Sinitsyn, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5649-2193>;
eLibrary SPIN: 8449-6590; e-mail: vsini@mail.ru

ОБ АВТОРАХ

* **Иванов Иван Васильевич**, д.м.н., профессор;
адрес: Россия, 105275, Москва, Проспект Будённого, д. 31;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7729-2724>;
eLibrary SPIN: 9888-2780; e-mail: ivanov-iv@yandex.ru

Маткевич Елена Ивановна, к.м.н.;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5917-7706>;
eLibrary SPIN: 5546-4830; e-mail: pencil_red@mail.ru

Синицын Валентин Евгеньевич, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5649-2193>;
eLibrary SPIN: 8449-6590; e-mail: vsini@mail.ru

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111194>

Минимальный стандарт оснащения поликлиник города Москвы ультразвуковыми диагностическими приборами

Н.Н. Ветшева¹, И.В. Солдатов¹, З.А. Лантух¹, С.Г. Киреев¹, А.И. Гуревич², А.Н. Мухортова¹¹ Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Российская Федерация² Детская городская клиническая больница имени Н.Ф. Филатова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Разнообразие подвидов ультразвукового оборудования и отсутствие общепринятых классификаций приводит к неэффективному оснащению медицинских организаций, ошибочно подобранному с точки зрения вида прибора, наборов и характеристик датчиков, а также уровню качества исследования. Системный подход к оснащению однотипных медицинских организаций ультразвуковым оборудованием позволит обеспечить доступность и повысить качество первичной медицинской помощи в амбулаторно-поликлинических центрах.

Цель — разработать алгоритм расчёта и рекомендации составления минимального стандарта оснащения амбулаторных медицинских организаций государственной системы здравоохранения для региона на примере г. Москвы.

Материалы и методы. В процессе исследования использовали программные средства статистического и сравнительного анализа, согласно данным системы Управления материальным обеспечением Единой медицинской информационно-аналитической системы (УМО ЕМИАС), формы федерального статистического наблюдения № 30, а также технические данные и обзоры современных ультразвуковых диагностических приборов.

Результаты. Разработанный минимальный стандарт оснащения учитывает такие факторы, как потребность в оказании медицинской помощи отдельно детскому/взрослому населению; соответствие современным диагностическим технологиям; обеспечение территориальной доступности диагностики при условии эффективной эксплуатации работы оборудования.

Заключение. Стандартизация оснащения амбулаторных медицинских организаций ультразвуковыми диагностическими приборами способствует повышению качества проведения диагностики, улучшению доступности оказания необходимых исследований прикрепленному населению, снижению срока ожидания исследований; сокращению дефицита необходимого оборудования; расширению спектра медицинских услуг, оказываемых населению города; минимизации дублирующих исследований на последующих этапах оказания медицинской помощи.

Ключевые слова: стандарт оснащения; ультразвук; поликлиники; ультразвуковые диагностические приборы; медицинское оборудование.

Как цитировать

Ветшева Н.Н., Солдатов И.В., Лантух З.А., Киреев С.Г., Гуревич А.И., Мухортова А.Н. Минимальный стандарт оснащения поликлиник города Москвы ультразвуковыми диагностическими приборами // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3, № 4. С. 362–372. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111194>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111194>

Minimum standard for equipping Moscow clinics with ultrasound diagnostic devices

Natalia N. Vetsheva¹, Ilya V. Soldatov¹, Zoya A. Lantukh¹, Sergey G. Kireev¹, Anzhelika I. Gurevich², Anna N. Mukhortova¹

¹ Moscow Center for Diagnostics and Telemedicine, Moscow, Russian Federation

² Filatov N.F. Children's City Hospital, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: A variety of ultrasound equipment and a lack of generally accepted classifications lead to inefficient equipment of medical organizations, incorrectly selected types of device, sets and probes' characteristics, as well as a level of study quality. A systematic approach to equipping similar medical organizations with ultrasound devices will ensure the availability and improve the quality of primary medical care in outpatient centers.

AIM: To develop a calculation algorithm and recommendations for the minimum standard for equipping regional outpatient medical facilities of the state healthcare system based on the Moscow example.

MATERIALS AND METHODS: In conducting the study, we used software for statistical and comparative analysis based on the data of the Material Support Management System of the Unified Medical Information and Analytical System (MSMS UMIAS), Form No.30 of Federal Statistical Observation, as well as a number of assigned population to the outpatient center (hereinafter referred to as the OC), technical data, and reviews of modern ultrasound diagnostic devices.

RESULTS: The developed minimum standard for equipment considers the following factors: 1) need to provide medical care to children and adult populations separately; 2) compliance with modern diagnostic technologies; 3) ensuring the territorial availability of diagnostics under the condition of efficient equipment operation.

CONCLUSIONS: Standardization of equipment of outpatient medical facilities with ultrasound diagnostic devices contributes to improving the quality of diagnostics and the availability of providing required examinations to the assigned population, reducing the waiting time for examinations, reducing the shortage of necessary equipment, expanding the range of medical services provided to the city population, and minimizing duplicate studies at subsequent stages of medical care.

Keywords: equipment and supplies; ultrasonography; ambulatory care facility; medical equipment.

To cite this article

Vetsheva NN, Soldatov IV, Lantukh ZA, Kireev SG, Gurevich AI, Mukhortova AN. Minimum standard for equipping Moscow clinics with ultrasound diagnostic devices. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):362–372. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111194>

Received: 04.10.2022

Accepted: 12.12.2022

Published: 19.12.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111194>

为莫斯科综合医院配备超声诊断设备的最低标准

Natalia N. Vetsheva¹, Ilya V. Soldatov¹, Zoya A. Lantukh¹, Sergey G. Kireev¹,
Anzhelika I. Gurevich², Anna N. Mukhortova¹

¹ Moscow Center for Diagnostics and Telemedicine, Moscow, Russian Federation

² Filatov N.F. Children's City Hospital, Moscow, Russian Federation

简评 现实意义。超声设备的种类繁多，缺乏通用分类，导致医疗机构的装备效率低下，在设备类型、换能器的设置和特点以及检查质量水平方面的选择都是错误的。为单一类型的医疗机构配备超声设备的系统性方法，将确保门诊综合医院的可及性并提高初级保健的质量。

目的。以莫斯科市为例，开发一种计算算法与推荐来制定该地区公共医疗系统中门诊医疗机构的最低设备标准。

材料与方法。根据统一医疗信息和分析系统材料管理系统（UMO EMIAS）的、联邦统计观察第30号表格的及指定归综合门诊中心（以下简称APC）的人口数的数据，研究中使用了统计和比较分析的软件工具，以及现代超声诊断设备的技术数据和评论。

结果。在已经制定的最低设备标准中，考虑了以下因素：

- 1) 对儿童和成人分别进行医疗护理的需求；
- 2) 符合现代诊断技术；
- 3) 根据设备的有效运行，确保诊断的地域可用性。

结论。为门诊医疗机构配备超声诊断设备的标准化有助于提高诊断质量，增加民众获得必要检查的机会，减少检查的等待时间，减少必要设备的短缺，扩大为城市人口提供的医疗服务范围，尽量减少医疗服务后续阶段的重复检查。

关键词：设备标准；超声波；门诊部；超声诊断设备；医疗设备。

To cite this article

Vetsheva NN, Soldatov IV, Lantukh ZA, Kireev SG, Gurevich AI, Mukhortova AN. 为莫斯科综合医院配备超声诊断设备的最低标准. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):362–372. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111194>

收到: 04.10.2022

接受: 12.12.2022

发布日期: 19.12.2022

绪论

截至2020年初国家门诊医院机构的配备是在于2005年12月1日俄罗斯卫生与社会发展部发布的第753号命令¹框架内进行的, 根据该命令医疗结构分为隶属类型, 建议根据提供的表格进行装备。但是上述的标准没有完全反映目前的需求, 无论是从设备数量还是从现代诊断技术的可用性来看。因此很重要清楚地了解用这种设备要解决哪些诊断任务, 并将其与当今市场上现有的设备相匹配。装备的必要条件是要在未来10年使用该设备。根据莫斯科市卫生局2020年7月31日的第751号命令², 为了使医疗机构的超声诊断设备有效运行, 在一周5天、12小时/天使用制度下。每台设备每年的计划检测次数应该在9000次左右。

目前可以用以下的方式装备医疗结构[1]:

- 采购新设备;
- 采购二手设备;
- 采购改进的设备;
- 长期租赁。

确定采购新设备后, 开始准备技术任务。包括以下的原则:

1. 技术性能和设备的配置应在计划阶段中必须有临床上的合理性。
2. 必要的参数应该具有定性特征和定量特性, 比如说传感器的最高和最低的频率范围。
3. 编制技术任务时, 必须与供应商联系, 以获得设备规格: 这样可以确认技术细节, 并从医疗设备市场的需求角度来评估技术任务, 最少在三个制造厂进行具有竞争力的采购。
4. 为了编制技术任务, 医疗机构可以使用带有公共采购合规建议的国家标准, 以及各种专业的医疗服务标准。

不遵守编制技术任务标准时, 会出现使用设备的问题, 比如: 在儿童医疗结构无法使用成人患者设计的超声传感器, 反之亦然。不适当的传感器和软件的配套会导致无法扩大超声诊断室的服务范围, 结果这会导致整个设备的更换[2]。

为了避免类似的错误, 大量采购时必须编制试验方法资料, 将卫生保健机构的需求与其提供的卫生保健服务的类型和种类进行比较, 在其基础上编制最低装备标准[3]。

为了在设备的数量和质量方面实施统一的系统化资源分配, 莫斯科市卫生局综合门诊中心的超声诊断中心的最低装备标准已经制定[4]。

材料与方法

根据现有的设备总数, 我们评估了莫斯科市卫生局健康中心的设备利用率和分布情况, 分别在成人和儿童机构, 以及分支机构和总部。编制最低标准时, 我们考虑到附属人口数量、总部的医生数量、以及在报告期内进行的检查数量。

研究中使用了卫生管理局的统一医疗信息和分析系统的信息(联邦统计观察的第30号表格), 以及公开的现代超声诊断设备的技术规范和简介。

在技术任务书中经常将设备分为通用型(260250)、便携式(324320)和血管检查专用型(192070), 其在医疗产品的分类中明确规定³, 这允许儿童和成年人综合门诊中心能够进行所必要的检查服务。

结果

莫斯科市卫生局门诊部超声诊断设备的库存状况

根据于2019年联邦统计观察的第30号表格, 86所综合门诊中心, 其中包括城市综合诊所, 儿童城市综合诊所, 城市诊断中心, 临床和诊断中心, 咨询和诊断综合诊所, 装备有1300台超声诊断设备, 在领土国家保障计划的框架内, 这些装置旨在对指定的人口(超过1000万人)进行检测(表1)。

为了根据医疗类型划分超声诊断设备, 我们考虑三种类型的设备: 通用型、心血管检查专用型和便携式(表2)。

根据于2018年10月22日莫斯科市卫生局初级卫生保健部的第41-18-54078/18号函件⁴超声诊断室在2班制度下工作时的目标效率为40个检查/天。每天平均检查数量为19, 平均工作制度为1.6班。现有的超声诊断设备的利用变化情况请见表3。

一所综合门诊中心的附属成年人数量为9.2万至30万人, 包括主楼和分支机构, 儿童数量为2.8万至7.3万人。根据于2019年联邦统计观察的第30号表格, 在所有成年人综合门诊中心进行了480万次超声检查(其中包括超过230万次心血管系统的超声检查), 同时在儿童的综合门诊中心进行了200万余次检查(其中包括21.4万余次心血管系统的超声检查)。在所有成年

¹ 于2005年12月1日俄罗斯卫生与社会发展部发布的第753号命令“关于为市立门诊和住院综合医院机构配备超声诊断设备”。访问模式: <https://docs.cntd.ru/document/901962043>. 访问日期: 2022年9月26日。

² 于2020年7月31日莫斯科市卫生管理局的第751号命令“关于确定莫斯科市国家卫生系统提供初级保健的医疗机构的医疗设备目标”。访问模式: https://tele-med.ai/media/documents/%D0%B2%D1%85._3884.1-6_mw9IosC.pdf. 访问日期: 2022年9月26日。

³ 于2012年6月6日俄罗斯联邦卫生部的第4n号命令“关于确定医疗产品的分类”。访问模式: <https://docs.cntd.ru/document/902353334>. 访问日期: 2022年9月26日。

⁴ 于2018年10月22日莫斯科市卫生局初级卫生保健部的第41-18-54078/18号函件。访问模式: https://tele-med.ai/media/documents/tselevyye_pokazateli_zagruzki_tmt.pdf. 访问日期: 2022年9月26日。

表1。目前综合门诊中心超声诊断设备的现状*

指标	综合门诊中心		
	成年人	儿童	合计
设备数量，绝对单位	964	428	1392
超声诊断设备的平均使用期限，年	7	8	8
使用期限超过10年的超声诊断设备的数量，%	17	21	19
使用期限小于3年的超声诊断设备的数量，%	10	2	6

注：*根据于2019年联邦统计观察的第30号表格。

表2。按医疗救护类型划分的现有设备分布情况*

指标	综合门诊中心		
	成年人	儿童	合计
通用型超声诊断设备的数量，绝对单位	726	376	1102
心血管检查专用型超声诊断设备的数量，绝对单位	192	9	201
便携式超声诊断设备的数量，绝对单位	46	43	89

注：*根据于2019年联邦统计观察的第30号表格。

表3。2017–2019年在综合门诊中心超声诊断设备的使用情况动态*

医疗单位类型	2017	2018	2019
综合门诊中心	55	57	59

注：*根据2017–2019年统一医疗信息和分析系统的信息。

人综合门诊中心超声医生数量为663（其中604位是自然人），同时在儿童综合门诊中心超声医生数量为286（其中240是自然人）。

讨论

最低装备标准

根据于2019年的第30号表格，成人和儿童综合门诊中心配备了1300多台超声诊断设备，附属人口超过1000万，已经进行了700多万次检查，根据这一计算，可以得出结论，平均每台超声诊断设备每年的检查量不到6000次。

成人入院万能超声检查的计算方法是：入院人数与超声检查次数的比率乘以综合门诊中心平均入院人数与总检查次数的比率，再乘以综合门

诊中心中每台设备的检查次数（不包括心脏科检查）。对于儿科人群，最低设备标准中的结果值是基于对成人和儿童进行的测试数量和入院人数的比较。

成年人群的专业心血管超声检查的计算是基于综合门诊中心血管检查的平均数量与综合门诊中心中每1个超声装置的平均检查数量的比率。对于儿科人群，最低设备标准中的结果值是基于对成人和儿童进行的测试数量和入院人数的比较。

为了提高放射科和仪器诊断科的效率，还建议每所成年人和儿童的综合门诊中心起码装备1台便携式超声诊断设备，包括主楼和分支机构，为了给残障人员或医疗机构外进行检。

提供初级保健的成年人和儿童的综合门诊中心的最低装备标准（表4，5；两个表格列入于2020

表4。进行初级医疗的成年人综合门诊中心的超声诊断设备最低装备标准

超声机类型	综合门诊中心	
	主楼， 1千人口	分支机构， 1千人口
通用型超声诊断设备	<50——1台	<50——1台 >50——2台
	50 - 100——2台	
	100 - 150——3台	
	>150——4台（但是不多于4台/一所楼，其中包括1台专门型的）	
便携式超声诊断设备	1台（专家型）	1台
用于心血管系统的专门型超声诊断设备	<100——1台	1台
	>100——2台	

年9月15日的1043号命令⁵⁾，描述了在约定的时间按城市需求装备的系统。随着人口数量增加，以及区域发展时声诊断设备数量也会增加。如果有合理的理由、足够的人员数量，为了保证设备一直运行，可以装备超过标准的数量。

为了提高工作效率，除了超声诊断设备的装备以外，供应的设备的配套也很重要。每种类型的设备都要进行某些类型的调查（表6）。

为了确保上述调查具有参考价值，结合计算成人和儿科综合门诊中心对超声诊断设备需求的最低模型，制定了超声诊断设备的最低装备标准，并规定了供应带有必要的传感器的超声诊断设备和最低频率范围（表7）。

装备标准的比较

1. 我们以成人和儿童门诊和综合诊所中心为例来研究根据于2005年12月1日俄罗斯卫生与社会发展部发布的第753号命令⁶⁾的装备，以及根据编制的最低装备标准的装备（表8，9）。

成年人综合门诊中心对超声诊断设备需求的计算方法如下：以一个成年人综合门诊中心为基

础，该中心有一个总部大楼和3个位于不同距离地址的分支机构，每个分支机构都有人附属该诊所的一定数量。

在附属的成年人口数量（92149人）的基础上，进行了设备数量的估算：根据最低装备标准（见表4），总楼应该有2台万能的超声诊断设备，1台用于心血管系统的专用型超声诊断设备；分支机构（少于5万人）应该有1台万能的超声诊断设备，1台用于心血管系统的专用型超声诊断设备。无论附属人口多少，为了给残障人员或医疗机构外进行检查，每所楼需要一台便携式超声诊断设备。

因此，为了根据于2005年12月1日俄罗斯卫生与社会发展部发布的第753号命令装备成年人综合门诊中心，包括主楼和三个分支机构，需要两个上述的类型的12台设备。现有的最低装备标准版本建议给该医疗单位装备13台设备，这些设备按类型划分，平均分布在医疗机构的各个分支。

儿童综合门诊中心对超声诊断设备需求的计算与成人综合门诊中心的类似。

表5. 进行初级医疗的儿童综合门诊中心的超声诊断设备最低装备标准

超声机类型	综合门诊中心	
	主楼， 1千人口	分支机构， 1千人口
小儿科通用型超声诊断设备	<30——1台 >30——2台	<15——1台 >15——2台
小儿科便携式超声诊断设备	1台	1台
小儿科用于心血管系统的专门型超声诊断设备	<50——1台 >50——2台	-

表 6. 将检查类型与超声诊断设备的类型相匹配

研究类型检查类型	便携式	通用型	专门型*
小儿颅脑超声检查（用于儿童综合门诊中心）	+	+	-
表面上的器官和结构的检查	+	+	-
经腹部的腹腔、肾脏、腹膜后、盆腔内脏器的检查	+	+	-
胸腔检查	+	+	+
超声心动图	+（诊断水平）	+（诊断水平）	+（专家水平）
血管经颅检查	+（诊断水平）	+（诊断水平）	+（专家水平）
颈部、上肢和下肢的血管检查	+（诊断水平）	+（诊断水平）	+（专家水平）
腔内盆腔检查	-	+	-

注：*为了对心血管系统进行检查。

⁵⁾ 于2020年9月15日莫斯科市卫生管理局的1043号命令“关于批准为莫斯科公共卫生系统的医疗机构配备超声诊断设备的需求计算模型”。访问模式：https://tele-med.ai/media/documents/Приказ_ДЗМ_1043_от_15.09.2020.pdf。访问日期：2022年9月26日。

⁶⁾ 于2005年12月1日俄罗斯卫生与社会发展部发布的第753号命令“关于为市立门诊和住院综合医院机构配备超声诊断设备”。访问模式：<https://base.garant.ru/4182310/>。访问日期：2022年9月26日。

表7。最低频率范围的传感器的超声诊断设备的大概的装备

设备类型	技术性能	综合门诊中心，主楼和分支机构	
		成年人	儿童
用于心血管系统的专门型超声诊断设备	线性传感器，频率范围，兆周	3 - 10	5 - 12
	凸面传感器，频率范围，兆周	3 - 5	3 - 7
	扇形相位传感器，频率范围，兆周	2 - 5	2 - 5
	扇形相位传感器，频率范围，兆周	-	5 - 8
便携式超声诊断设备	线性传感器，频率范围，兆周	5 - 12	8 - 14
	凸面传感器，频率范围，兆周	3 - 5	3 - 7
	扇形相位传感器，频率范围，兆周	2 - 4	2 - 4
	扇形相位传感器，频率范围，兆周	-	5 - 8
通用型超声诊断设备	线性传感器，频率范围，兆周	5 - 12	8 - 14
	凸面传感器，频率范围，兆周	2 - 5	3 - 7
	对流式传感器，频率范围，兆周	4 - 9	-
	扇形相位传感器，频率范围，兆周	-	5 - 8
	扇形相位传感器，频率范围，兆周	2 - 4	2 - 4

表8。在成年人综合门诊中心必要的超声诊断设备数量的计算

参数	成年人门诊部 X				
	主楼	1号分支机构	2号分支机构	3号分支机构	合计
附属人口数量，绝对	26451	20190	26583	18925	92149
根据于2005年12月1日俄罗斯卫生与社会发展部发布的第753号命令需要的超声诊断设备数量					
超声诊断设备	2	2	2	2	8
便携式	1	1	1	1	4
根据最低装备标准必要的超声诊断设备数量					
通用型	2	1	1	1	5
专门型	1	1	1	1	4
便携式	1	1	1	1	4

表9。在儿童综合门诊中心必要的超声诊断设备数量的计算

参数	儿童门诊部				
	主楼	1号分支机构	2号分支机构	3号分支机构	合计
附属人口数量，绝对	20640	14639	10160	13889	59328
根据于2005年12月1日俄罗斯卫生与社会发展部发布的第753号命令需要的超声诊断设备数量					
超声诊断设备	1	1	1	1	4
根据最低装备标准必要的超声诊断设备数量					
通用型	2	1	1	1	5
专门型	2	0	0	0	2
便携式	1	1	1	1	4

设备数量的计算是根据附属儿童人口数量（59328人）进行的：根据最低装备标准（见表5），需要为主楼提供2台万能超声诊断及2台用于心血管系统的超声诊断设备；在每所分支机构（少于1.5万人）需要1台万能超声诊断设备。每一所楼需要1台便携式超声诊断设备，不管附属人口多少。

因此，将儿童综合门诊中心作为例子，包括一所主楼和三所分支机构，根据于2005年12月1日俄罗斯卫生与社会发展部发布的第753号命令，为了装备本综合门诊中心需要一个类型的4台设备。现有的最低装备标准版本建议给该医疗单位装备11台设备，这些设备按类型划分，平均分布在医疗机构的各个分支。

2. 我们来研究最低装备标准利用前和利用后的成年人和儿童综合门诊中心的装备例子（表10，11）。

将表10作为成年人综合门诊中心的装备例子，综合门诊中心的装备一共有22台固定超声诊断设备和2台便携式超声诊断设备，附属人口数量为16.6万个人。根据2019年使用该设备的效率的分析，现有的超声诊断设备的运行效率为64%，视为有效率的运行水平。这样可以得出结论，根据设备利用率的目标指数⁷，例子中提到的成年人综合门诊中心的超声诊断设备数量太多了，或医生数量不够，在1周5天，每天2班制度下无法保证设备一直运行。根据最低装备标准，该综合门诊中心需要6台通用型、5台专门型、4台便携式的超声诊断设备（一共15台超声诊断设备），同时

表10. 在成年人综合门诊中心装备超声诊断设备的比较

参数	成年人门诊部A				
	主楼	1号分支机构	2号分支机构	3号分支机构	合计
附属人口数量，绝对	36051	51162	45589	33653	166455
根据最低装备标准装备之前具有的超声诊断设备的数量					
超声成像系统	8	6	4	4	22
便携式的超声成像系统	1	0	0	1	2
根据最低装备标准装备后具有的超声诊断设备的数量					
通用型	2	2	1	1	6
专门型	2	1	1	1	5
便携式	1	1	1	1	4

表11. 在儿童综合门诊中心装备超声诊断设备的比较

参数	儿童门诊部B				
	主楼	1号分支机构	2号分支机构	3号分支机构	合计
附属人口数量，绝对	14357	17931	18346	13663	64297
根据最低装备标准装备之前具有的超声诊断设备的数量					
超声成像系统	4	3	2	2	11
便携式的超声成像系统	1	0	0	0	1
根据最低装备标准装备后具有的超声诊断设备的数量					
用于小儿科的通用型超声诊断设备	2	2	2	1	7
用于小儿科的专门型超声诊断设备	2	0	0	0	2
用于小儿科的便携式超声诊断设备	1	1	1	1	4

⁷ 于2018年10月22日莫斯科市卫生局初级卫生保健部的第41-18-54078/18号信息函件。访问模式：https://tele-med.ai/media/documents/tselevyye_pokazateli_zagruzki_tmt.pdf。访问日期：2022年9月26日。

只有11台固定设备，这种设备需要少点医生，为了保证设备一直运行，以及设备的有效地使用。

将表11作为儿童综合门诊中心的装备例子。综合门诊中心对6.4万附属人口装备一共有11台固定的和1台便携式的超声诊断设备。根据2019年使用该设备的效率的分析，现有的超声诊断设备的运行效率为91%，视为效率高的运行水平。根据最低装备标准，本综合门诊中心需要装备7台万能、2台专门型和4台便携式的超声诊断设备（一共13台超声诊断设备）。

因此，减少超声诊断设备的数量，进行设备的补充装备并划分类型（见表10，11），将有可能为成人和儿童综合门诊中心提供所必要的超声检查，也将提高新设备的效率，使其符合国际标准⁸。

作为这项工作的一部分，制定的综合诊所超声设备装备标准被列入数据库，该数据库规定了医疗机构放射学和仪器诊断设备的最低要求⁹，由莫斯科市卫生局批准并付诸实施。

结论

编制的成年人和儿童综合门诊中心的最低装备标准有助于诊断水平的提高。该标准允许设备在整个医疗机构中均匀分布，以便为附属的综合门诊中心人群提供更好和更实惠的初级护理。

通过将设备分为不同类型，并对所需的设备进行描述，该标准具有简单、实用的应用。根据本标准将门诊医疗机构的设备分别规定到总院和分院，有助于提高附院人群的必要检查的可得性，

减少检查的等待时间，合理规划一段时间内的设备，减少必要设备的短缺（预测未来的检查数量），扩大为城市人群提供的医疗服务范围。对各种器官和系统进行信息化检查的现代仪器有助于最大限度地减少在后续医疗阶段的重复检查。

附属人口数量为1000万的综合门诊中心的工作分析表明，所提出的方法足以确保超声诊断方面的医疗质量。因为逐渐更换设备，为了估计经济效果，必须长期监督，但正如本文所示，提出的解决方案并没有减少这类研究的可用性。

可以为俄罗斯联邦其他地区提出计算最低标准的算法，以便对门诊医疗机构的补充装备进行标准化。

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. S.G. Kireev — the idea of the study, processing the results, writing the text of the article; N.N. Vetsheva, A.I. Gurevich — editing of the manuscript, peer review; I.V. Soldatov, Z.A. Lantukh — processing of results, writing the text of the article; A.I. Gurevich, A.N. Mukhortova — editing the manuscript.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов С.П., Аронов А.В., Габай П.Г. Основы менеджмента медицинской визуализации / под ред. С.П. Морозова. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 432 с.
2. Кротов И.А., Коновалов О.Е., Терлецкая Р.Н. Оценка врачами-специалистами состояния ультразвуковой диагностики в педиатрической практике // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2021. Т. 29, № 1. С. 76–79. doi: 10.32687/0869-866x-2021-29-1-76-79

3. European Society of Radiology (ESR). Renewal of radiological equipment // *Insights Imaging*. 2014. Vol. 5, N 5. P. 543–546. doi: 10.1007/s13244-014-0345-1
4. European Society of Radiology (ESR). Position statement and best practice recommendations on the imaging use of ultrasound from the European Society of Radiology Ultrasound Subcommittee // *Insights Imaging*. 2020. Vol. 11, N 1. P. 115. doi: 10.1186/s13244-020-00919-x

REFERENCES

1. Morozov SP, Aronov AV, Gabai PG. Fundamentals of medical imaging management. Ed. by S.P. Morozov. Moscow: GEOTAR-Media; 2020. 432 p. (In Russ).
2. Krotov IA, Konovalov OE, Terletskaia RN. Evaluation by medical specialists of the state of ultrasound diagnostics in pediatric practice. *Problems of social hygiene, healthcare and history of medicine*. 2021;29(1):76–79. (In Russ). doi: 10.32687/0869-866x-2021-29-1-76-79

3. European Society of Radiology (ESR). Renewal of radiological equipment. *Insights Imaging*. 2014;5(5):543–546. doi: 10.1007/s13244-014-0345-1
4. European Society of Radiology (ESR). Position statement and best practice recommendations on the imaging use of ultrasound from the European Society of Radiology Ultrasound Subcommittee. *Insights Imaging*. 2020;11(1):115. doi: 10.1186/s13244-020-00919-x

⁸ Practice Parameters and Technical Standards. American college of radiology (ACR). 访问模式: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Practice-Parameters-and-Technical-Standards>. 访问日期: 2022年9月26日。

⁹ 数据库 № 2022621124/19.05.22. Morozov S.P., Soldatov I.V., Kireev S.G. 等人. 确定医疗机构放射学和仪器诊断设备最低要求的数据。访问模式: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=DB&DocNumber=2022621124&TypeFile=html. 访问日期: 2022年9月26日。

AUTHORS' INFO

*** Sergei G. Kireev;**

address: Petrovka st. 24 Bld, 1, Moscow, 127051, Russia;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3324-3733>;

eLibrary SPIN: 3611-2336; e-mail: s.kireev@npcmr.ru

Natalia N. Vetsheva, MD, Dr. Sci. (Med.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9017-9432>;

eLibrary SPIN: 9201-6146; e-mail: vetsheva@npcmr.ru

Ilya V. Soldatov;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4867-0746>;

eLibrary SPIN: 4065-6048; e-mail: i.soldatov@npcmr.ru

Zoya A. Lantukh;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6623-9610>;

eLibrary SPIN: 5486-6496; e-mail: z.lantukh@npcmr.ru

Anzhelika I. Gurevich, MD, Dr. Sci. (Med.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8187-214X>;

eLibrary SPIN: 7641-1319; e-mail: gurevichai@yandex.ru

Anna N. Mukhortova;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9814-3533>;

eLibrary SPIN: 9051-1130; e-mail: a.mukhortova@npcmr.ru

ОБ АВТОРАХ

*** Киреев Сергей Геннадьевич;**

адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3324-3733>;

eLibrary SPIN: 3611-2336; e-mail: s.kireev@npcmr.ru

Ветшева Наталья Николаевна, д.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9017-9432>;

eLibrary SPIN: 9201-6146; e-mail: vetsheva@npcmr.ru

Солдатов Илья Владимирович;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4867-0746>;

eLibrary SPIN: 4065-6048; e-mail: i.soldatov@npcmr.ru

Лантух Зоя Александровна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6623-9610>;

eLibrary SPIN: 5486-6496; e-mail: z.lantukh@npcmr.ru

Гуревич Анжелика Иосифовна, д.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8187-214X>;

eLibrary SPIN: 7641-1319; e-mail: gurevichai@yandex.ru

Мухортова Анна Николаевна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9814-3533>;

eLibrary SPIN: 9051-1130; e-mail: a.mukhortova@npcmr.ru

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD101099>

Возможности и ограничения использования инструментов машинной обработки текстов в лучевой диагностике

Д.Ю. Кокина, В.А. Гомболевский, К.М. Арзамасов, А.Е. Андрейченко, С.П. Морозов

Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В радиологии важную информацию содержат не только медицинские изображения, но и сопровождающие их текстовые описания, создаваемые врачами-рентгенологами. Идентификация протоколов исследований, содержащих определённые данные, и извлечение этих данных может быть полезным в первую очередь для клинических задач, однако, учитывая большой объём таких данных, необходима разработка машинных алгоритмов анализа.

Цель — оценить возможности и ограничения использования инструментов машинной обработки текстов для поиска патологий в протоколах лучевых исследований.

Материалы и методы. Для создания первого прототипа алгоритма автоматического анализа протоколов были выбраны исследования молочных желёз (маммография) и органов грудной клетки (рентгенография, флюорография, компьютерная томография и низкодозная компьютерная томография), выполненные в лечебно-профилактических учреждениях Москвы, которые участвовали в эксперименте по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений. Для каждого вида исследований был первоначально составлен словарь ключевых слов, соответствующий наличию или отсутствию целевых патологий. После первичной автоматической разметки протоколов разработанным инструментом производились выборочная оценка и валидация результатов врачом-рентгенологом. Количество протоколов, проанализированных врачом для обучения и валидации алгоритмов, составило 977 для маммографии, 3196 для рентгенографии, 1608 для флюорографии, 4074 для компьютерной и 398 для низкодозной компьютерной томографии органов грудной клетки. Для окончательного тестирования разработанных алгоритмов были дополнительно размечены тестовые датасеты из 1032 исследований для маммографии, 544 для флюорографии/рентгенографии, 5000 для компьютерной и 1082 для низкодозной компьютерной томографии органов грудной клетки.

Результаты. Наилучшие результаты достигнуты в поиске признаков вирусной пневмонии по протоколам компьютерной томографии органов грудной клетки (точность 0,996, чувствительность 0,998, специфичность 0,989) и рака молочной железы по протоколам маммографии (точность 1,0, чувствительность 1,0, специфичность 1,0). При поиске алгоритмом признаков рака лёгкого метрики получились следующими: точность 0,895, чувствительность 0,829, специфичность 0,936, а при поиске патологических изменений органов грудной клетки в протоколах рентгенографии и флюорографии точность составила 0,912, чувствительность — 1,000, специфичность — 0,844.

Заключение. Машинные методы с высокой точностью могут быть использованы с целью автоматической классификации текстов рентгенологических протоколов маммографии и компьютерной томографии органов грудной клетки для поиска вирусной пневмонии. Для поиска признаков рака лёгкого в модальности компьютерной и низкодозной компьютерной томографии, а также патологических изменений в протоколах рентгенографии и флюорографии органов грудной клетки достигнутой точности достаточно для успешного применения в целях автоматизированного сравнения работы врачей и моделей искусственного интеллекта.

Ключевые слова: протоколы рентгенологических исследований; COVID-19-пневмония; рак лёгкого; рак молочной железы; обработка естественного языка.

Как цитировать

Кокина Д.Ю., Гомболевский В.А., Арзамасов К.М., Андрейченко А.Е., Морозов С.П. Возможности и ограничения использования инструментов машинной обработки текстов в лучевой диагностике // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3, № 4. С. 374–383. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD101099>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD101099>

Possibilities and limitations of using machine text-processing tools in Russian radiology reports

Daria.Yu. Kokina, Victor A. Gombolevskiy, Kirill M. Arzamasov, Anna E. Andreychenko, Sergey P. Morozov

Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: In radiology, important information can be found not only in medical images, but also in the accompanying text descriptions created by radiologists. Identification of study protocols containing certain data and extraction of these data can be useful primarily for clinical problems; however, given the large amount of such data, the development of machine analysis algorithms is necessary.

AIM: To estimate the possibilities and limitations of using a tool for machine processing of radiology reports to search for pathological findings.

MATERIALS AND METHODS: To create an algorithm for automatic analysis of radiology reports, use cases were selected that participated in the experiment on the use of innovative technologies in the computer vision for the analysis of medical images in 2020. Mammography, chest X-ray, chest computed tomography (CT), and LDCT, were among the use cases performed in Moscow. A dictionary of keywords has been compiled. After the automatic marking of the reports by the developed tool, the results were assessed by a radiologist. The number of protocols analyzed by the radiologist for training and validation of the algorithms was 977 for mammography, 4,804 for all chest X-ray scans, 4,074 for chest CT, and 398 for chest LDCT. For the final testing of the developed algorithms, test datasets of 1,032 studies for mammography, 544 for chest X-ray, 5,000 for CT of the chest, and 1,082 studies for the LDCT of the chest were additionally labeled.

RESULTS: The best results were achieved in the search for viral pneumonia in chest CT reports (accuracy 0.996, sensitivity 0.998, and specificity 0.989) and breast cancer in mammography reports (accuracy 1.0, sensitivity 1.0, and specificity 1.0). When searching for signs of lung cancer by the algorithm, the metrics were as follows: accuracy 0.895, sensitivity 0.829, and specificity 0.936, when searching for pathological changes in the chest organs in radiography and fluorography protocols (accuracy 0.912, sensitivity 1.000, and specificity 0.844).

CONCLUSIONS: Machine methods with high accuracy can be used to automatically classify the radiology reports of mammography and chest CT with viral pneumonia. The achieved accuracy is sufficient for successful application to automatically compare the conclusions of physicians and artificial intelligence models when searching for signs of lung cancer in chest CT and LDCT, pathological findings in chest X-ray.

Keywords: radiology reports, COVID-19 pneumonia, lung cancer, breast cancer, natural language processing

To cite this article

Kokina DY, Gombolevskiy VA, Arzamasov KM, Andreychenko AE, Morozov SP. Possibilities and limitations of using machine text-processing tools in Russian radiology reports. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):374–383. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD101099>

Received: 18.02.2022

Accepted: 24.11.2022

Published: 19.12.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD101099>

在辐射诊断中使用文本机床的可能性和局限性

Daria.Yu. Kokina, Victor A. Gomboleviskiy, Kirill M. Arzamasov, Anna E. Andreychenko, Sergey P. Morozov

Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation

简评

论证。在放射学中，重要信息不仅包括在医学图像中，还包括在放射科医生创建的随附文本描述中。包含某些数据的研究方案的识别和这些数据的提取首先可能对临床问题有用，但是，鉴于大量此类数据，机器分析算法的开发是必要的。

研究目的是评估使用文本处理工具在放射学协议中搜索病理的可能性和局限性。

材料与方法。为了创建自动协议分析算法的第一个原型，选择了参与使用计算机视觉领域的创新技术进行医学图像分析的实验的研究。这些研究包括在莫斯科医疗机构进行的乳房X光检查、胸部X光摄影、胸部X线间接照相、胸部CT和LDCT。对于每种类型的研究，最初都编制了一个关键词词典，对应于目标病理学的存在与否。在使用开发的工具对协议进行初始自动标记之后，放射科医生对结果进行了选择性评估和验证。医生为训练和验证算法而分析的协议数量为977个乳房X线照相术、3196个射线照相术、1608个荧光照相术、4074个胸部CT和398个胸部LDCT。为了对开发的算法进行最终测试，额外标记了1032项乳房X线照相术研究、544项荧光照相/射线照相术、5000项胸部CT研究和1082项胸部LDCT研究的测试数据集。

结果。最好结果是根据胸部CT协议（精确度0.996，灵敏度0.998，特异性0.989）和乳房X光检查协议（精确度1.0，灵敏度1.0，特异性1.0）分别在寻找病毒性肺炎迹象和寻找乳腺癌迹象的方面取得的。当通过该算法搜索肺癌征兆时，指标如下：精确度0.895，灵敏度0.829，特异性0.936，以及在射线照相和荧光照相术协议中搜索胸部器官的病理变化时为精确度0.912，灵敏度1.000，特异性0.844。

结论。机器方法可用于乳腺X线检查和胸部CT检查文本的自动分类，以寻找病毒性肺炎。在胸部CT和LDCT模式中寻找肺癌征象，在胸部X线摄影和荧光摄影协议中寻找病理变化，所达到的准确性足以成功应用于医生和人工智能模型工作的自动比较。

关键词：X射线协议；COVID-19肺炎；肺癌；乳腺癌；自然语言处理。

To cite this article

Kokina DY, Gomboleviskiy VA, Arzamasov KM, Andreychenko AE, Morozov SP. 在辐射诊断中使用文本机床的可能性和局限性. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):374–383. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD101099>

收到: 18.02.2022

接受: 24.11.2022

发布日期: 19.12.2022

论证

X射线检查报告包含文本医学信息，包括初步诊断、临床数据、具有所研究器官和系统变化特征的描述部分、X射线诊断或结论和观察建议[1, 2]。此信息可用于复杂的疾病诊断和治疗、结果预测和状况监测，以及外部临床目的，例如，用于组织、统计或研究目的。

辐射报告有一系列特点，包括多种叙述风格、电报语音的使用、词汇和术语的变化、多种词序、多种缩写词、首字母缩写词[3]。所有医疗信息的一个共同特点是术语的使用，如果没有经过专业培训，通常无法对术语进行评估。此外，俄语报告还具有一些特定的属性，例如，更宽松的语法规则、词汇多样性；放射科医师使用非标准缩写、复杂的语法结构、难以解释的冗长短语，以及许多否定的变体[4]。词汇变化是放射诊断的特征，然而，在俄语放射诊断中，这种多样性甚至更为广泛（例如，“阴影”可以描述为“黑点”、“影子”、“渗透”、“降低透明度的区域”、“高密度区域”、“通风度降低区域”、“焦点”、“压实”以及针对同一组变化的大量其他变化）。相反，英语放射学的可变性受法规、建议等的约束。因此，放射学检查报告包含大量文本、非结构化和专门的信息，这导致其仅通过自动化方法使用存在一定的困难。

目前，正在研究使用自然语言处理工具来整理报告及使其标准化，突出临床专家所需的信息，自动替换特定术语，包括为患者使用更易理解的词汇或翻译成其他语言[1, 2]。识别包含某些数据的研究报告并提取这些数据主要可用于解决临床问题[1]。例如，有关于识别有骨折迹象的肌肉骨骼描述报告、有肺动脉血栓栓塞迹象的CT扫描、肺部结节等的论文[3, 5, 6]。

为了处理大量的数据，并利用这种分析的结果结合医生的描述和报告来评估医学图像，有必要开发一种机器处理俄语报告的算法。

研究目的是评估使用文本处理工具在放射学协议中搜索各种性质的病理的可能性和局限性。

材料与方法

放射研究文本报告评估工具的开发

本工作是在先前伦理委员会批准的研究框架内进行的；于2020年2月20日俄罗斯放射学家和X射线学家协会莫斯科地区分会独立伦理委员会（NEC MRO RORR）的第2号记录摘自，同样注册在ClinicalTrials（NCT04489992）。

用于评估放射检查文本协议的工具是作为莫斯科实验的一部分开发的，该实验使用计算机视觉领域的创新技术来分析医学图像，并用于在人工智能服务和放射科医生的图像上比较评估医学病理学存在的结果。

研究报告包括乳房X线摄影、胸部的X光和荧光摄影（CO）、计算机断层扫描（CT）和低剂量计算机断层扫描（LDCT）；所有的研究都是于2020年在莫斯科卫生部的医疗机构进行的。本研究使用了匿名放射报告。

主要目标是创建一种自动算法，用于自动分析X射线协议是否存在要探求的病理变化。识别目标病理和开发词典的基础是对人工智能服务结果的基本要求（<https://mosmed.ai/>）。

对于胸部的X光和荧光摄影，目标病理特征包括胸腔积液、气胸、肺不张、病变、浸润/实变、播散、具有腐烂或液位的空腔、钙化和皮质层完整性破坏（骨折）。对于CT和LDCT，目标病理包括体积大于100mm³的实心和亚实心的结节。胸部CT的另一组病变是与冠状病毒感染（COVID-19）体征相关的变化；根据俄罗斯联邦卫生部的临时指南“新型冠状病毒感染（COVID-19）的预防、诊断和治疗”，以及根据国家预算医疗机构莫斯科市卫生局诊断和远程医疗技术科学与实用临床中心的方法学建议“冠状病毒病（COVID-19）X射线诊断：组织、方法、结果解”，使用按严重程度分类[7, 8]。乳腺影像报告和数据系统（BI-RADS 3–6, Breast Imaging Reporting and Data System）被用于乳房X光检查[9]。

文本协议预标记的软硬件解决方案

基于自然语言处理方法并结合放射科医生的专家意见，已经为每种类型的研究开发了文本协议预标记的软件和硬件解决方案。预映射算法的开发是在每个模态的几个主要阶段以迭代方式进行的。

1. 形成一组主要的特征以搜索某些病理学的迹象。所考虑的特征包括关键词和短语、尺寸指示以及必要时的“安全词”和“安全短语”。由放射科医生编制的一套主要关键词，包括放射科医生通用和最常用的术语。安全词包括非目标病理变化或非病理发现（扫描区域其他器官的变化、解剖变异等）。
2. 使用高级编程语言Python将特征集翻译成机器语言。

在本文中，我们使用Python 3.8，需要pandas=1.1.3, numpy=1.19.2, re=2.2.1, nltk=3.5。开发程序的输入数据为表格形式（.csv、.xlsx）的文本报告，其中包含研究描述及其结论。工作结果以标记为“0”或“1”的初始数据呈现，其中“0”表示没有症状/病理，“1”表示存在症状/病理。

用于文本胸部CT扫描的COVID-19特征检索模块是基于自然语言处理（natural language processing, NLP）和机器学习算法系列中的一个分类器。输出表明是否存在COVID-19迹象，以及CT肺损伤程度。

根据乳腺摄影协议寻找乳腺恶性肿瘤体征的模块，包括结论和描述，根据BI-RADS分类检测乳腺恶性肿瘤体征，给出BI-RADS类和二元分

类（类似到筛选量表）作为回应。乳腺学研究结果的描述要求根据BI-RADS量表规定了研究的强制性分类；另一方面，BI-RADS 1的拼写在实践中有多种方案。医生可能会使用不同的大小写、不同的标点符号，最重要的是，不同的布局。由于这个原因，正常的文本解析（parsing）并不总是有效的，从而导致错误的遗漏。NLP在这项任务中的应用归结为信息提取功能。

一个从胸部CT/LDCT文本协议（描述和报告）中搜索肺部恶性肿瘤迹象的模块，从关键词（key）和参数（dimensions）的组合中识别恶性肿瘤的迹象；基于NLP。

在胸部的X光和荧光摄影的报告文本中搜索不同的病理征兆的模块，使用关键词词典（“RG/FLG征兆”：“关键词1”、“关键词2”、“关键词3”...）来识别病理征兆。

3. 使用步骤2中创建的预标记程序标记报告。

4. 在第3阶段从标记样本中选择独特多样（根据病理特征）的程序。在我们的工作过程中，我们一再确信放射科医生使用了死板措词。在死板措词上训练NLP算法将使模型能够快速地重新训练。由于使用各种稀有（独特）措词丰富了训练数据集，我们已经设定了尽可能广泛地应用所开发算法的任务。

5. 机器标记的人工验证和预标记算法准确性的估计。机器标记的准确性被评估为正确标记的协议的百分比。放射科医生对每个单独的任务进行了多次人工验证。

6. 调整列表的形成，包括额外的“安全词”和短语、关键字和其他建议，以提高预标记的质量。

7. 将经过验证的报告添加到数据库。

在这个阶段，伴有保持类别平衡，形成了多样化、独特和标记的样本。在形成研究样本（样本大小如下）时，使用在有限的时间内（从2019年1月到2020年8月）进行的所有研究。各年级的平衡在总体上是一致的。按病理的预期分布：COVID-19 CT：20%正常，80%病理；乳腺X线摄影：95%正常，5%病理；X射线术：95%正常，5%病理；胸透：75%正常，25%病理。

8. 迭代法重复步骤2-7，直到预计划准确度达到98%。这一数值是根据对医学文献进行分析后发现的单个医疗任务的最大NLP精确度（97%）选择的[10]。

放射科医生在制定乳腺造影术前算法时分析报告总数为：乳房造影977个，放射科3196个，透视科1608个，胸部CT 4074个，胸部LDCT 398个。该研究包括所有发送给人工智能服务的研究报告，作为在计算机视觉领域使用创新技术分析医学图像并在莫斯科医疗保健系统中进一步应用的实验的一部分（<https://mosmed.ai/>）。唯一的例外是那些没有完成“描述”和“结论”部分的报告。

为了提高质量并加快文本报告的自动标记，应用机器学习方法考虑报告中复杂的语义句子

结构，从胸部CT扫描中搜索COVID-19肺炎特征。未来，计划开发智能算法以在乳腺X线照相术、CT（用于寻找肺癌）、荧光照相术和射线照相术中寻找病理迹象。

处理COVID-19 CT报告的模块包括三个功能：（1）使用已标记的报告数据库在输入数据中搜索结论；（2）使用常用用语标记其余报告；（3）使用k最近邻（k-Nearest Neighbors, kNN）模型标记其余报告。这些功能的运作得到了一致的执行。我们工具开发的条件之一是快速动作优化。我们以前提到过放射科医生的报告中经常使用死板用语。出于这个原因，大多数COVID-19 CT报告都具有相同的形式。此外，作者团队此前在COVID-19胸部器官靶向病理的CT报告的手动标记方面做了大量的工作。这通过使用一个简单的逻辑比较功能简化和加速了算法，使其能够将协议与数据库中的报告进行比较。然后还有一部分报告不在先前标记研究的数据库中，为此，启动了使用常用词语进行文本分析的慢得多的功能。如果存在正则表达式没有找到目标模式（pattern）的报告，则启动基于kNN的机器学习模型。

与单独的机器学习应用程序相比，我们开发的架构具有速度和准确性的最佳组合。没有机器学习，就不可能涵盖所有报告。学习样本为4074个预先标记的报告。如此多的报告对于确保所需的准确性水平是必要的，并且是在多次测试和重新训练模型的迭代中获得的。为了实现此模块的功能，还导入了Sklearn库（Scikit-learn）。经过训练的算法在测试集上进行了评估，并显示出相当高的准确性（99.6%）。

结果

考虑到报告的特点，已为选定的模式和病理创建了一个关键词和安全词的清单。根据在莫斯科进行的研究方案，在根据胸部CT方案寻找病毒性肺炎COVID-19迹象时，基于开发词典的工具取得了最佳结果：精确度0.996，灵敏度0.998，特异性0.989（TN*=1115；FP**=6；FN#=2；TP##=3837）和根据乳房X线照相检查发现的乳腺癌：精确度1.0，敏感性1.0，特异性1.0（TN=461；FP=0；FN=0；TP=571）。在胸部CT和LDCT模式中寻找肺癌征象时，获得以下指标：精确度0.895，敏感性0.829，特异性0.936（TN=619；FP=42；FN=72；TP=349），以及当在胸部的X光和荧光摄影的报告中寻找病理变化分别为0.912；1.000和0.844（TN=259；FP=48；FN=0；TP=237）。

* TN (true negative——真阴性)：预测负类为负类（数），真值为1，预测为1。

** FP (false positive——假阳性)：将负类预测为正类（数），真值为1，预测为0。

FN (false negative——假阴性)：将正类预测为负类（数），真值为0，预测为1。

TP (true positive——真阳性)：预测正类为正类（数），真值为0，预测为0。

讨论

乳腺摄影词典

事实证明，用于乳房X线照相术研究的词典是最容易编写和使用的，这与现代标准化报告的特点有关。描述乳房X光检查的协议是最有条理的，对于这些报告，必须使用BI-RADS，由于检测到的病理的重要性很高，所以它们要受到控制。在绝大多数情况下，BI-RADS类别在结论中指明，而设置该类别或该类别所依据的变化在描述部分。词典中BI-RADS类别的存在使得在报告的自动化处理中实现高精度成为可能，精确度达到1.0。如有必要，该工具可用于其他地区（俄罗斯联邦主体），例如，对于不同结构的报告，可以添加关键定义词（“肿瘤”、“c-r”）。

该工具的操作限制可能与报告中缺少BI-RADS类别有关：通常此类报告包含关于由于图像质量不足或其他原因无法评估乳腺状态的信息。由于此类研究被置于一个单独的组中，因此可以有针对性地进行搜索，例如，用于质量控制，选择需要后续检查的患者。开发的工具，如有进一步改进，可用于其他目的，例如，评估报告与标准的符合性，比较描述性部分和结论以进行审计。

按严重程度划分的COVID-19肺炎研究词汇表

分析COVID-19肺炎严重程度的工具也取得了很高的准确率，这也是由于报告的结构和汇编词汇的明确性。使用的词汇基于标准等级：CT0——没有病毒性肺炎的证据，CT1-CT4——轻度至重度病毒性肺炎，OTHER——与病毒性肺炎无关的其他变化。在大流行期间，报告包含关于是否存在病毒性肺炎的迹象、与严重程度相关的传播程度以及在大多数情况下发生病毒性肺炎的可能性的信息。在符合规定参数的条件下，该工具只需要报告的文本和基于要评估的损伤程度的拼写变化的词汇。此外，绝大多数报告的描述部分具有共同的特征和共同的术语。

尽管大多数报告具有共同特征，但由于结构、术语的使用、拼写、标点符号、临床医生语言的词汇特点以及个人的CT调查经验的不同，报告的书写形式也有少量的差异。有时会出现与病毒性肺炎CT图像特征相关的诊断错误。在磨玻璃、网状条纹等类型发生变化的情况下，在描述医生看来，它们可能对应于其他疾病，或者存在另一种合并症，协议，特别是报告，可能包含在结构和术语上不典型的句子。在所列举的情况下，该工具的操作可能存在不确定性，使这类研究能够有重点、有针对性地进行审计，找出术语使用的不准确之处，并将其用于临床目的，以确定需要特别注意和需要进一步跟踪的并发症。需要注意的是，在不同的地区和医疗机构中，可以使用不同的分类和报告来描述病毒性肺炎。

肺癌体征查询词典

根据胸部CT和LDCT报告开发关键字和“安全词”来搜索肺癌迹象的任务变得更加困难，导致算法的准确性降低。对LDCT报告有一个Lung-RADS分类，使用该分类可以尽可能地简化寻找可疑结节的任务[11]。然而，在莫斯科进行的研究中搜索Lung-RADS类别并不能对现有的报告进行全面评估，因为并非所有协议的报告都包含这样一个类别；此外，8.3%的报告在描述部分和结论之间存在差异[12]。

开发用于搜索不同性质的肺部结节和肿瘤体征的词典仍然是一项随着许多困难和局限性的紧迫任务。尽管存在用于描述的模板和方法学建议，但胸部器官CT和LDCT的报告具有多种结构和序列选项。许多放射科医生不使用传统的推荐术语（如4毫米的结节被称为“肿块”），这导致了术语的不恰当使用[13]。

考虑到现有的建议和期待的术语，采用关键字来搜索可疑的变化，对应于6毫米的肺实性结节/病灶，以及结构（大小变化超过3厘米）[10-12]。这些标准有一些局限性，会导致算法出现假阳性或假阴性。例如，在进行胸部CT扫描时，建议使用费莱舍尔学会（Fleischner）的建议来评估意外发现的实体肺结节，但是，其应用需要评估护照数据、临床信息、评估风险因素，是否存在其他疾病，包括肿瘤特征[14]。

在使用规模标准和一组核心关键词时，不能完全排除良性变化。例如，要排除结构中钙化的良性节点，必须考虑其分布的性质，这通常在报告中未指定。同时，描述钙化可以是在恶性肿瘤的结构中描述的。医生可以将大病灶描述为其他疾病的一部分，例如，各种病因的结核病、结节病、细支气管炎。

所开发算法的现有能力足以完成比较报告数据和人工智能服务的处理结果的任务。进一步改进该工具，提高准确性，不仅可以将其用于其他地区，还有助于为其他任务创建有用的工具。

随着工具的改进，可以创建一个更准确的算法，考虑到必要的风险因素（免疫缺陷的存在、报告中的炎症过程、临床信息、转诊诊断等）。这种改善在评估癌症患者的肺结节时可能尤为重要。关于是否有癌症的信息可以从报告的描述部分以及电子病历中获得的。使用该工具估计结节大小变化的动态，并将肺结节管理建议与数据进行比较，这也可能是改进该工具以使其功能与改进计算机视觉模型相匹配的一个有前途的方向。

一组单独的限制，尤其与胸部CT组相关，与广泛且难以涵盖的“安全词”列表相关。这是由于这项研究的特殊性：腹腔、颈部以及胸部其他器官都落入了扫描区域。对于大多数器官（例如，甲状腺、肝脏、肾脏、肾上腺等），此类“安全词”包括本身器官的名称。然而，胸腔解剖结构，如纵隔、心包、肋骨和胸椎、胸壁软组织和横膈膜不能作为独立的“安全词”，因为肺部恶

性肿瘤有侵袭性生长并影响邻近组织的情况并不罕见，医生将其进行总体描述（“肿块扩散至纵隔”）。同时，经常遇到所列器官和解剖结构的各种独立肿瘤，导致算法出现大量误报。

胸部X射线和荧光摄影关键词表

开发和应用穿刺文本分析工具的一个具有挑战性的领域是胸部放射摄影和荧光摄影。X射线和荧光摄影协议在形状、结构、大小、使用特性方面有许多变化，而术语也有很大差异[15, 16]。

制定的胸部X光摄影和透视的关键词表，除了常见的病理标签以外，还包括具体的放射学术语，如“黑点”、“焦点”和“阴影”。这与许多困难相关，因为此类术语可用于非目标病理学或解剖结构（“肋骨阴影”）、其他医疗设备（“起搏器阴影”、“引流管阴影”）的符号。

根据具有所列困难情况的二元分类（正常/病理）的病理学定义可能具有相当高的准确性，但是，如果有必要将病理学分为许多类别（例如，渗出物、气胸、肺不张、病灶等），即使是放射科医师自己也很难将结果分类，这也与X射线方法的能力有限有关。此外，相同的关键词用于指代完全不同的放射学发现。

在开发“安全词”的过程中，考虑了使用各种否定的词汇和句法变体的多种规范拼写（“肺部无黑点”、“肺部无病理阴影”等）。随着新数据的到来，需要不断扩充词典。目前，为此类研

究获得的准确性指标使我们能够解决比较人工智能模型和医生结果的主要问题。

结论

机器方法具有很高的准确性，可用于自动分类乳房X线摄影和胸部CT的X射线报告文本以搜索病毒性肺炎，这与这些研究的描述的结构化和标准化有关。

在胸部CT和LDCT研究协议中寻找肺癌征象，在胸部器官的射线照相和荧光造影协议中寻找病理变化，所达到的准确性足以成功使用，以便自动比较医生的工作和放射科的人工智能模型。较低的准确性是由于协议的更自由的结构、其诊断、词汇和术语的特征。

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sorin V., Barash Y., Konen E., Klang E. Deep learning for natural language processing in radiology: Fundamentals and a systematic review // *J Am College Radiol*. 2020. Vol. 17, N 5. P. 639–648. doi: 10.1016/j.jacr.2019.12.026
2. Monshi M.M., Poon J., Chung V. Deep learning in generating radiology reports: A survey // *Artif Intell Med*. 2020. N 106. P. 101878. doi: 10.1016/j.artmed.2020.101878
3. Banerjee I., Chen M.C., Lungren M.P., Rubin D.L. Radiology report annotation using intelligent word embeddings: Applied to multi-institutional chest CT cohort // *J Biomed Inform*. 2018. N 77. P. 11–20. doi: 10.1016/j.jbi.2017.11.012
4. Kivotova E., Maksudov B., Kuleev R., Ibragimov B. Extracting clinical information from chest x-ray reports: A case study for Russian language // Conference: International Conference Nonlinearity, Information and Robotics (NIR)At: Innopolis, Russia, 2020. P. 1–6. doi: 10.1109/NIR50484.2020.9290235
5. Lee C., Kim Y., Kim Y.S., Jang J. Automatic disease annotation from radiology reports using artificial intelligence implemented by a recurrent neural network // *Am J Roentgenol*. 2019. Vol. 212, N 4. P. 734–740. doi: 10.2214/AJR.18.19869
6. Yuan J., Zhu H., Tahmasebi A. Classification of pulmonary nodular findings based on characterization of change using radiology reports // *AMIA Jt Summits Transl Sci Proc*. 2019. Vol. 2019. P. 285–294.
7. Морозов С.П., Проценко Д.Н., Сметанина С.В., и др. Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация,

методология, интерпретация результатов: препринт № ЦДТ 2020-II. Версия 2. Москва, 2020. 78 с.

8. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции 2019-nCoV. Временные методические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации // *Пульмонология*. 2019. Т. 29, № 6. С. 655–672. doi: 10.18093/0869-0189-2019-29-6-655-672

9. D'Orsi C.J., Sickles E.A., Mendelson E.B., et al. ACR BI-RADS atlas, breast imaging reporting and data system. Reston, VA, American College of Radiology; 2013.

10. Caliskan D., Zierk J., Kraska D., et al. First steps to evaluate an NLP tool's medication extraction accuracy from discharge letters // *Stud Health Technol Inform*. 2021. N 278. P. 224–230. doi: 10.3233/SHTI210073

11. American College of Radiology Committee on Lung-RADS. Lung-RADS Assessment Categories version 1.1. Режим доступа: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/Lung-RADS/LungRADSAssessmentCategoriesv1-1.pdf>. Дата обращения: 01.01.2020.

12. Морозов С.П., Владимирский А.В., Гомболевский В.А., и др. Искусственный интеллект: автоматизированный анализ текста на естественном языке для аудита радиологических исследований // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2018. Т. 99, № 5. С. 253–258.

13. Hansell D.M., Bankier A.A., MacMahon H., et al. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging // *Radiology*. 2008. Vol. 246, N 3. P. 697–722. doi: 10.1148/radiol.2462070712

14. MacMahon H., Naidich D.P., Goo J.M., et al. Guidelines for management of incidental pulmonary nodules detected on CT images: from the fleischner society 2017 // *Radiology*. 2017. Vol. 284, N 1. P. 228–243. doi: 10.1148/radiol.2017161659
15. Callister M.E., Baldwin D.R., Akram A.R., et al. British Thoracic Society Pulmonary Nodule Guideline Development Group; British Thoracic Society Standards of Care Committee. British Tho-

racic Society guidelines for the investigation and management of pulmonary nodules // *Thorax*. 2015. Vol. 70, Suppl 2. P. ii1–ii54. doi: 10.1136/thoraxjnl-2015-207168

16. Синицын В.Е., Комарова М.А., Мершина Е.А. Протокол рентгенологического описания: прошлое, настоящее, будущее // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2014. № 3. С. 35–40.

REFERENCES

1. Sorin V, Barash Y, Konen E, Klang E. Deep learning for natural language processing in radiology: Fundamentals and a systematic review. *J Am Coll Radiol*. 2020;17(5):639–648. doi: 10.1016/j.jacr.2019.12.026
2. Monshi MM, Poon J, Chung V. Deep learning in generating radiology reports: A survey. *Artif Intell Med*. 2020;(106):101878. doi: 10.1016/j.artmed.2020.101878
3. Banerjee I, Chen MC, Lungren MP, Rubin DL. Radiology report annotation using intelligent word embeddings: Applied to multi-institutional chest CT cohort. *J Biomed Inform*. 2018;(77):11–20. doi: 10.1016/j.jbi.2017.11.012
4. Kivotova E, Maksudov B, Kulee R, Ibragimov B. Extracting clinical information from chest X-ray reports: A case study for Russian language. Conference: International Conference Nonlinearity, Information and Robotics (NIR)At: Innopolis, Russia; 2020. P. 1–6. doi: 10.1109/NIR50484.2020.9290235
5. Lee C, Kim Y, Kim YS, Jang J. Automatic disease annotation from radiology reports using artificial intelligence implemented by a recurrent neural network. *Am J Roentgenol*. 2019;212(4):734–740. doi: 10.2214/AJR.18.19869
6. Yuan J, Zhu H, Tahmasebi A. Classification of pulmonary nodular findings based on characterization of change using radiology reports. *AMIA Jt Summits Transl Sci Proc*. 2019;2019:285–294.
7. Morozov SP, Protsenko DN, Smetanina SV, et al. Radiation diagnostics of coronavirus disease (COVID-19): Organization, methodology, interpretation of results: Preprint, 2020-II. Version 2. Moscow; 2020. 78 p. (In Russ).
8. The prevention, diagnosis and treatment of the new coronavirus infection 2019-nCoV. Temporary guidelines Ministry of Health of the Russian Federation. *Pulmonologiya*. 2019;29(6):655–672. (In Russ). doi: 10.18093/0869-0189-2019-29-6-655-672
9. D'Orsi CJ, Sickles EA, Mendelson EB, et al. ACR BI-RADS Atlas, Breast Imaging Reporting and Data System. Reston, VA, American College of Radiology; 2013.
10. Caliskan D, Zierk J, Kraska D, et al. First steps to evaluate an NLP tool's medication extraction accuracy from discharge letters. *Stud Health Technol Inform*. 2021;(278):224–230. doi: 10.3233/SHTI210073
11. American College of Radiology Committee on Lung-RADS. Lung-RADS Assessment Categories version 1.1. Available from: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/Lung-RADS/LungRADSAssessmentCategoriesv1-1.pdf>. Accessed: 01.01.2020.
12. Morozov SP, Vladimirovskiy AV, Gombolevskiy VA, et al. Artificial intelligence: natural language processing for peer-review in radiology. *J Radiol Nuclear Med*. 2018;99(5):253–258. (In Russ). doi: 10.20862/0042-4676-2018-99-5-253-258
13. Hansell DM, Bankier AA, MacMahon H, et al. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging. *Radiology*. 2008;246(3):697–722. doi: 10.1148/radiol.2462070712
14. MacMahon H, Naidich DP, Goo JM, et al. Guidelines for management of incidental pulmonary nodules detected on CT images: From the fleischner society 2017. *Radiology*. 2017;284(1):228–243. doi: 10.1148/radiol.2017161659
15. Callister ME, Baldwin DR, Akram AR, et al.; British Thoracic Society Pulmonary Nodule Guideline Development Group; British Thoracic Society Standards of Care Committee. British Thoracic Society guidelines for the investigation and management of pulmonary nodules. *Thorax*. 2015;70(Suppl 2):ii1–ii54. doi: 10.1136/thoraxjnl-2015-207168
16. Sinitsyn VE, Komarova MA, Mershin EA. Radiology report: past, present and future. *J radiol nuclear med*. 2014;(3):35–40. (In Russ).

AUTHORS' INFO

* Daria Yu. Kokina;

address: 24-1 Petrovka str., 127051, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1141-8395>;
eLibrary SPIN: 9883-4656; e-mail: d.kokina@npcmr.ru

Victor A. Gombolevskiy, MD, Cand. Sci. (Med.);

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1315>;
eLibrary SPIN: 6810-3279; e-mail: g_victor@mail.ru

ОБ АВТОРАХ

* Кокина Дарья Юрьевна;

адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1141-8395>;
eLibrary SPIN: 9883-4656; e-mail: d.kokina@npcmr.ru

Гомболевский Виктор Александрович, к.м.н.;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1816-1315>;
eLibrary SPIN: 6810-3279; e-mail: g_victor@mail.ru

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

Kirill M. Arzamasov, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7786-0349>;
eLibrary SPIN: 3160-8062; e-mail: k.arzamasov@npcmr.ru

Anna E. Andreychenko, Cand. Sci. (Phys.-Math.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6359-0763>;
eLibrary SPIN: 6625-4186; e-mail: a.andreychenko@npcmr.ru

Sergey P. Morozov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6545-6170>;
eLibrary SPIN: 8542-1720; e-mail: spmoroz@gmail.com

Арзамасов Кирилл Михайлович, к.м.н.;
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7786-0349>;
eLibrary SPIN: 3160-8062; e-mail: k.arzamasov@npcmr.ru

Андрейченко Анна Евгеньевна, канд. физ.-мат. наук;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6359-0763>;
eLibrary SPIN: 6625-4186; e-mail: a.andreychenko@npcmr.ru

Морозов Сергей Павлович, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6545-6170>;
eLibrary SPIN: 8542-1720; e-mail: spmoroz@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110718>

Редкая локализация аваскулярного некроза при лечении новой коронавирусной инфекции глюкокортикостероидами

А.П. Гончар¹, И.А. Блохин¹, Ю.Ф. Шумская^{1, 2}¹ Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Российская Федерация² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Развитие аваскулярного некроза костных структур, индуцированного лечением новой коронавирусной инфекции глюкокортикоидами, является довольно распространённым осложнением терапии, при этом чаще всего встречается поражение головок бедренных костей. Своевременное выявление аваскулярного некроза важно в рамках профилактики развития артритов и других осложнений.

В работе представлен клинический случай пациентки в возрасте 54 лет, госпитализированной по поводу новой коронавирусной инфекции, с жалобами на выраженные боли в обоих коленных суставах через 2 недели от начала болезни. По результатам магнитно-резонансной томографии был выявлен выраженный аваскулярный некроз костей, формирующих коленный сустав, с обеих сторон. Консервативная терапия, включающая приём нестероидных противовоспалительных препаратов и ингибиторов костной резорбции из группы бисфосфонатов, дала выраженный положительный результат. При повторном осмотре через 3 месяца болей нет, сохраняются небольшие ограничения движений в коленных суставах. По данным магнитно-резонансной томографии обоих коленных суставов отмечено значительное уменьшение ранее выявленных изменений.

Побочные эффекты глюкокортикоидов (нарушение толерантности к глюкозе, повышение артериального давления, тахикардия, эрозивно-язвенное поражение желудочно-кишечного тракта, нарушения сна и др.) широко известны, однако остеонекроз костных структур коленных суставов, вызванный приёмом стероидов, редко попадает в поле зрения клиницистов. Приведённый клинический случай подчёркивает комплексный характер патогенеза остеонекроза и демонстрирует широкий спектр осложнений при терапии кортикостероидами.

Ключевые слова: клинический случай; аваскулярный некроз; остеонекроз; коронавирусная инфекция; коленный сустав; магнитно-резонансная томография.

Как цитировать

Гончар А.П., Блохин И.А., Шумская Ю.Ф. Редкая локализация аваскулярного некроза при лечении новой коронавирусной инфекции глюкокортико-стероидами // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3, № 4. С. 384–392. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110718>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110718>

Rare localization of avascular necrosis during treatment of COVID-19 with glucocorticosteroids

Anna P. Gonchar¹, Ivan A. Blokhin¹, Yuliya F. Shumskaya^{1, 2}

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation

² The First Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

The development of bony avascular necrosis induced by glucocorticoid treatment of COVID-19 is a common adverse effect, with femoral head being the most commonly affected. Timely detection of avascular necrosis is important in the prevention of osteoarthritis and other complications.

We present a clinical case of a 54-year-old patient hospitalized for novel coronavirus infection with complaints of severe pain in both knees 2 weeks after the disease onset. Magnetic resonance imaging revealed pronounced changes in both knees, corresponding to avascular necrosis. The results of conservative therapy, including non-steroidal anti-inflammatory drugs and bisphosphonate bone resorption inhibitors, produced a pronounced positive result. At follow-up examination 3 months later, there was no pain, but the knee joints still had slight restrictions of movement. Magnetic resonance imaging showed a significant decrease in the previously detected changes.

The side effects of glucocorticoids (impaired glucose tolerance, increased blood pressure, tachycardia, gastrointestinal erosive ulcers, sleep disorders, etc.) are widely known, but knee osteonecrosis caused by steroid intake rarely comes to the attention of clinicians. This clinical case emphasizes the complex nature of osteonecrosis pathogenesis and demonstrates a wide range of complications in corticosteroid therapy.

Keywords: case report; avascular necrosis; osteonecrosis; COVID-19; knee joint; magnetic resonance imaging.

To cite this article

Gonchar AP, Blokhin IA, Shumskaya YF. Rare localization of avascular necrosis during treatment of COVID-19 with glucocorticosteroids. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):384–393. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110718>

Received: 31.08.2022

Accepted: 11.11.2022

Published: 18.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110718>

糖皮质激素治疗新型冠状病毒感染罕见局限性缺血性坏死

Anna P. Gonchar¹, Ivan A. Blokhin¹, Yuliya F. Shumskaya^{1,2}

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation

² The First Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

简评

糖皮质激素治疗新型冠状病毒感染引起的骨结构缺血性坏死是一种相当常见的治疗并发症，其中最常见的是股骨头病变。对于预防关节炎和其他并发症，及时检测缺血性坏死是很重要的。

这项研究展示了一名54岁的患者的临床案例，她因新型冠状病毒感染住院，并在发病后两周内抱怨双膝关节疼痛。磁共振成像扫描显示，形成膝关节的骨骼在两侧都有明显的血管性坏死。使用非甾体抗炎药和双磷酸盐骨吸收抑制剂的保守治疗有显著的积极效果。3个月后复查时，没有疼痛，但膝关节的活动仍有轻微限制。两个膝关节的磁共振成像显示，先前确定的变化明显减少。

糖皮质激素的副作用（糖耐量受损、血压升高、心动过速、胃肠道侵蚀性溃疡、睡眠障碍等）广为人知，但由类固醇引起的膝关节骨结构的骨坏死却很少引起临床医生的注意。这个临床病例强调了骨坏死发病机制的复杂性，并展示了皮质类固醇治疗的广泛并发症。

关键词：临床病例；缺血性坏死；骨坏死；冠状病毒感染；膝关节；磁共振成像。

To cite this article

Gonchar AP, Blokhin IA, Shumskaya YuF. 糖皮质激素治疗新型冠状病毒感染罕见局限性缺血性坏死. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):384–392. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110718>

收到: 31.08.2022

接受: 11.11.2022

发布日期: 18.11.2022

研究的现实意义

2019年12月在中国武汉首次发现的一种新型冠状病毒感染已引起全球大流行。在新型冠状病毒感染的治疗中,糖皮质激素(GC)的应用在发病机制上是合理及广泛的[1]。然而,众所周知,不仅是密集使用,甚至是单次使用都会引起血管性坏死的发生[2]。文献描述了许多接受糖皮质激素治疗的患者发生股骨头缺血性坏死的病例[3, 4],然而,其他部位的骨坏死,尤其是膝关节,仅在个别病例中出现[5]。此类病理的早期诊断对于预防关节炎和其他并发症的发展极为重要[6]。

在这篇文章中,我们描述了一个在冠状病毒感染的GC治疗过程中出现的双膝关节骨结构无血管坏死的病例。

病例报告

关于患者

一名54岁的妇女主诉剧烈咳嗽和连续6天发烧高达39.5°C,因新型冠状病毒感染住院。胸部CT扫描显示超过30%的肺体积受损。确定了SARS-CoV-2 RNA聚合酶链反应的阳性结果。患者的躯体病史没有收到影响。

住院期间,患者接受了以下剂量的治疗:地塞米松肠外给药5天,每日剂量为20毫克,停药2天,再继续给药5天,剂量为12毫克,以及抗凝血剂治疗和抗分泌治疗。

发病第15天,膝关节出现剧烈疼痛,活动明显受限,持续至夜间;关节触诊疼痛。患者于第17天出院,由于膝关节疼痛,建议服用非甾体类抗炎药。

住院后1.5个月,由于持续主诉膝关节疼痛和活动受限,患者被转诊进行双膝关节磁共振成像(MRI)。

仪器检查的结果

根据左膝关节MRI:骨干远端、股骨髁(包括关节面)、髌骨均有不均匀高信号病变区在PD加权(质子加权)图像上抑制来自脂肪组织的信号,T1加权图像(T1-WI)上的低/等信号,不规则(“地理”)形状,在中央部分,可以看到具有黄骨髓信号特征的区域(图1)。右膝关节的MRI检查显示两个股骨髁的骨髓有类似变化的区域,并扩散到远端干骨后端和外侧髌骨的关节面,以及髌骨。沿着一些显露病变区的外围,在短距离内可见“双线”症状(图2)。

由于现有的病史和核磁共振扫描发现的变化,诊断为“形成两侧膝关节的骨骼缺血性坏死”。

诊断、治疗

根据MRI结果,结合病史和临床表现,诊断为双膝关节股骨和胫骨骨髁缺血性坏死。在这方面,保守疗法(物理疗法)规定如下:使用含有非甾体类抗炎成分的凝胶进行磁疗和超声透入疗法,疼痛情况下,片剂形式的非甾体类抗炎药,维生素D制剂,双磷酸盐骨吸收抑制剂。

在3个月后的治疗背景下,出现了明显的积极趋势:疼痛综合症停止了;膝关节的运动受到轻微限制(无法深蹲)。

双膝关节的重复MRI显示出积极的趋势:之前发现的变化不太明显(图3、4)。

讨论

新型冠状病毒感染患者骨坏死的患病率差异很大——从5%到58%[7],其中股骨头病变更为常见,而膝关节和其他骨骼的骨结构损伤则较少见。

在膝关节骨骼结构的继发性骨坏死中,即无血管性坏死,通常两个股骨髁都受到影响,如本临



图1. 左膝关节的初级磁共振成像: PD-WI在冠状面(a)和矢状面(b)中具有来自脂肪组织的信号抑制,矢状面中的T1-WI(c)。箭头表示股骨和胫骨髁的异质、不规则形状(“地理”)MRI信号形式的骨髓水肿区域。

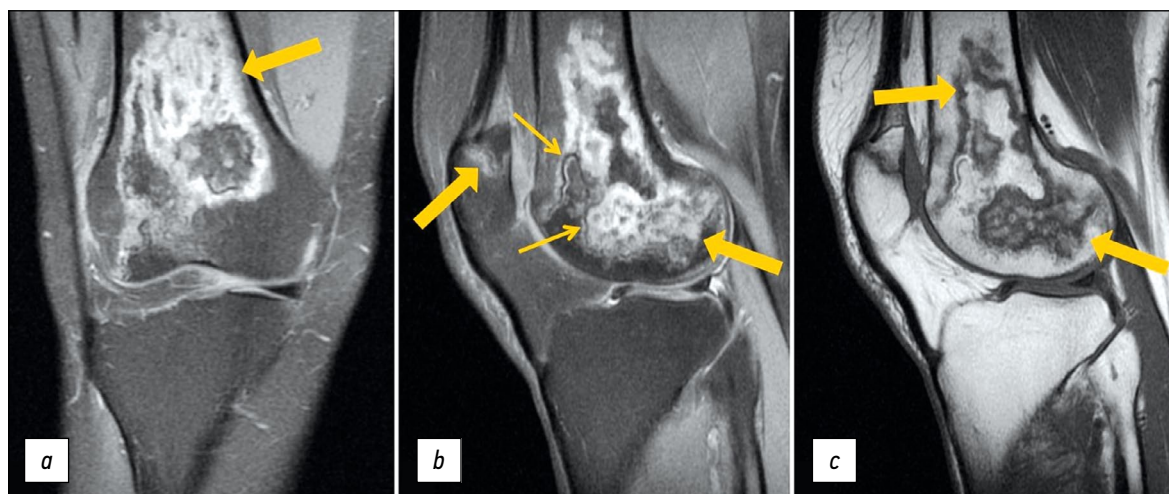


图2。右膝关节的初级磁共振成像：PD-WI在冠状面（a）和矢状面（b）中具有来自脂肪组织的信号抑制，矢状面中的T1-WI（c）。粗箭头表示股骨髁和髌骨的异质、不规则形状（“地理”）MRI信号形式的骨髓水肿区域；细箭头表示PD-WI上内部高信号（肉芽组织）和外部低信号（骨硬化）线形式的“双线”症状。



图3。左膝关节的重复磁共振成像：PD-WI在冠状面（a）和矢状面（b）中具有来自脂肪组织的信号抑制，矢状面中的T1-WI（c）。粗箭头表示股骨髁和髌骨的异质、不规则形状（“地理”）MRI信号形式的骨髓水肿区域；细箭头表示PD-WI上内部高信号（肉芽组织）和外部低信号（骨硬化）线形式的“双线”症状。

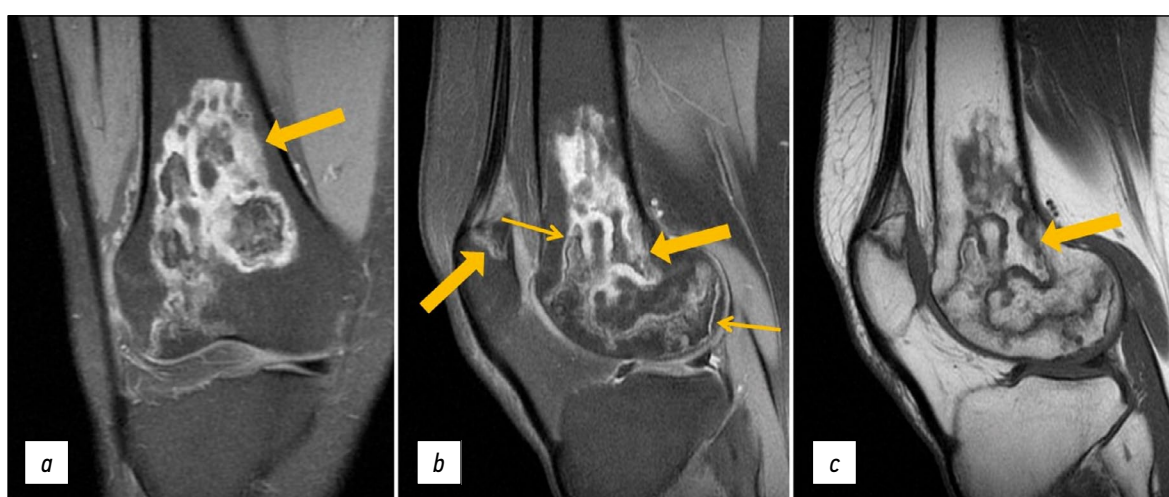


图4。右膝关节的重复磁共振成像：PD-WI在冠状面（a）和矢状面（b）中具有来自脂肪组织的信号抑制，矢状面中的T1-WI（c）。粗箭头表示股骨髁和髌骨的异质、不规则形状（“地理”）MRI信号形式的骨髓水肿区域；细箭头表示PD-WI上内部高信号（肉芽组织）和外部低信号（骨硬化）线形式的“双线”症状。

床病例；反过来，原发性骨坏死的特点是仅对一个骨髁造成损伤[8]。

发生缺血性坏死的原因包括糖皮质激素、肾脏疾病、血液病的治疗。一些作者注意到用于治疗冠状病毒感染的药物（例如洛匹那韦和利托那韦）对骨坏死发展的影响[9]。在所提供的案例中，这种病理状况很可能是在使用糖皮质激素治疗冠状病毒感染期间发生的。

GC作为治疗新型冠状病毒感染的重要制剂，是发生缺血性坏死的独立危险因素。同时，此类患者发生骨坏死的发病机制尚不完全清楚：除了GC治疗以外，血管血栓形成、脂肪细胞肥大、脂肪栓塞、高凝、内皮破坏和白细胞聚集均可成为独立原因[7, 10]。然而，文献中尚无因上述因素而发生骨坏死的病例[7, 9]。

目前对GC的使用期限或增加骨坏死风险的剂量没有明确的意见。然而，一系列研究表明，控制GC的累积剂量作为病理发展的重要因素非常重要[11]。例如，一些研究确定，膝关节骨结构的骨坏死是在泼尼松龙的累积剂量为1.012–6.562克时发生的[12, 13]，而在其他临床病例中，泼尼松龙的累积剂量为0.9–1.413克，平均为1.156克[14]。在我们描述的临床病例中，地塞米松的使用剂量为20毫克/天，随后减至12毫克。

S. R. Agarwala及合著者[14]描述了一名20岁女性的甲基强的松龙用药15天后出现无血管性坏死的病例，发病第25天出现膝关节疼痛，MRI显示双侧髁状突和髌骨有病变；一名感染新感染冠状病毒的16岁男性，在使用甲基强的松龙和地塞米松治疗4个月后，出现双髁和右膝疼痛，持续19天。在这个病例中，地塞米松使用了10天，间断2天，15天后（从GC治疗开始的第9天）首次出现膝关节疼痛的主诉，这与上面第一位患者的临床例子相似，尽管我们患者的年龄明显不同。

另一个临床病例描述了一名78岁女性右膝关节缺血性坏死的发展，该女性有双侧膝关节病史，左侧更为明显，并伴有心血管疾病、肥胖[15]。治疗包括抗菌药物、羟氯喹、抗病毒药物（洛匹那韦、利托那韦）和氧疗。出院2周后，患者发现右膝关节疼痛加重。同时，由于支气管痉挛的出现，进行了9天的GC治疗。7天后，右膝关节出现局部水肿。MRI显示右股骨内侧髁骨坏死迹象。在这种情况下，仅GC对血管性坏死的影响是不明确的：同时存在的疾病也是骨坏死的一个风险因素。然而，冠状病毒感染和血管性坏死发展之间的时间很短，这表明GC给药的影响。在我们研究的临床病例中，除了服用GC以外，患者没有任何血管性坏死的危险因素，但是，如上例所示，在GC治疗期间关节痛的发展相当迅速。

另一方面，A. Sulewski及合著者[16]的研究结果表明，缺乏关于GC对骨坏死发展的直接影响的数据。这项工作包括对10名确诊冠状病毒感染和无血管性坏死迹象的患者进行分析。患者的平

均年龄为61岁。尽管10名患者中只有4名接受了包括GC的治疗，但他们中的每一个在发病后平均14天后都出现了无血管性坏死的迹象。W. Li等人[17]在一项荟萃分析中得到了类似的数据，证实了新型冠状病毒感染患者无血管性坏死的多因素发病机制理论。作者将血管紧张素转换酶2的缺乏列为这些患者发生无血管性坏死的一个可能因素，这可能导致骨质破坏以及血管血栓形成，就像GC治疗的骨坏死机制那样。因此，对于新型冠状病毒感染患者发生无血管性坏死的病因和发生机制，目前尚无明确意见。

无论是在我们介绍的临床病例还是在国外作者的研究著作中，对无血管性坏死的治疗均以保守治疗为主，主要目的是减轻疼痛，减缓骨坏死的进展，预防骨折和关节炎。然而，还没有描述普遍接受的治疗方案[18]。反过来，一系列研究人员证实，使用双膦酸盐的综合治疗可有效治疗骨坏死，包括在早期阶段，我们的临床病例证实了这一点[19, 20]。

因此，及早发现因新冠病毒感染而发生无血管性坏死的风险增加的患者，对于预防关节炎和其他并发症的发生极为重要。

结论

我们描述了一例因COVID-19的GC给药而通过MRI检测到的双侧膝关节形成骨的无血管性坏死的临床病例。使用GS的副作用，例如葡萄糖耐量降低、血压升高、心动过速、胃肠道的侵蚀性和溃疡性损伤、睡眠障碍，是广为人知的。然而，由GS引起的膝关节骨结构无血管性坏死很少引起临床医生的注意。这个临床病例强调了骨坏死发病机制的复杂性，并展示了GS治疗的广泛并发症。

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. A.P. Gonchar — concept and design of the paper; A.P. Gonchar — data collection and analysis; Yu.F. Shumskaya — data interpretation; I.A. Blokhin — approval of the final version of the paper.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript in Digital Diagnostics Journal.

Acknowledgments. The authors are thankful to Victoria Alexandrovna Matkova for her contribution to the publication.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)». Версия 3 (3 марта 2020 г.) (утв. Министерством здравоохранения РФ). Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73647088/>. Дата обращения: 15.07.2022.
2. Ali R.S., Al-Sudani H., Tan I.J. Osteonecrosis of bilateral distal femurs in a pregnant patient following antenatal betamethasone // *Cureus*. 2022. Vol. 14, N 3. P. e22735. doi: 10.7759/cureus.22735
3. Zhang S., Wang C., Shi L., Xue Q. Beware of steroid-induced avascular necrosis of the femoral head in the treatment of COVID-19-experience and lessons from the SARS epidemic // *Drug Des Devel Ther*. 2021. Vol. 15. P. 983–995. doi: 10.2147/DDDT.S298691
4. Agarwala S.R., Vijayvargiya M., Pandey P. Avascular necrosis as a part of 'long COVID-19' // *BMJ Case Rep*. 2021. Vol. 14, N 7. P. e242101. doi: 10.1136/bcr-2021-242101
5. Takao M., Sugano N., Nishii T., et al. Spontaneous regression of steroid-related osteonecrosis of the knee // *Clin Orthop Relat Res*. 2006. Vol. 452. P. 210–215. doi: 10.1097/01.blo.0000229278.51323.08
6. Hines J.T., Jo W.L., Cui Q., et al. Osteonecrosis of the femoral head: an updated review of arco on pathogenesis, staging and treatment // *J Korean Med Sci*. 2021. Vol. 36, N 24. P. e177. doi: 10.3346/jkms.2021.36.e177
7. Disser N.P., De Micheli A.J., Schonk M.M., et al. Musculoskeletal consequences of COVID-19 // *J Bone Joint Surg Am*. 2020. Vol. 102, N 14. P. 1197–1204. doi: 10.2106/JBJS.20.00847
8. Karim A.R., Cherian J.J., Jauregui J.J., et al. Osteonecrosis of the knee: review // *Ann Transl Med*. 2015. Vol. 3, N 1. P. 6. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2014.11.13
9. Patel M.S., Gutman M.J., Abboud J.A. Orthopaedic considerations following COVID-19: lessons from the 2003 SARS outbreak // *JBJS Rev*. 2020. Vol. 8, N 7. P. e2000052. doi: 10.2106/JBJS.RVW.20.00052
10. Kerachian M.A., Séguin C., Harvey E.J. Glucocorticoids in osteonecrosis of the femoral head: a new understanding of the mechanisms of action // *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2009. Vol. 114, N 3–5. P. 121–128. doi: 10.1016/j.jsbmb.2009.02.007
11. Chan K.L., Mok C.C. Glucocorticoid-induced avascular bone necrosis: diagnosis and management // *Open Orthop J*. 2012. Vol. 6. P. 449–457. doi: 10.2174/1874325001206010449
12. Powell C., Chang C., Naguwa S.M., et al. Steroid induced osteonecrosis: an analysis of steroid dosing risk // *Autoimmun Rev*. 2010. Vol. 9, N 11. P. 721–743. doi: 10.1016/j.autrev.2010.06.007
13. Takeda H., Nishise S., Fujishima S., et al. Osteonecrosis of the lateral femoral condyle in a patient with ulcerative colitis: report of a case // *Clin J Gastroenterol*. 2008. Vol. 1, N 3. P. 93–96. doi: 10.1007/s12328-008-0015-2
14. Agarwala S.R., Vijayvargiya M., Sawant T. Secondary osteonecrosis of the knee as a part of long COVID-19 syndrome: a case series // *BMJ Case Rep*. 2022. Vol. 15, N 3. P. e248583. doi: 10.1136/bcr-2021-248583
15. Angulo-Ardoy M., Ureña-Aguilera Á. Knee osteonecrosis after COVID-19 // *Fam Pract*. 2021. Vol. 38, Suppl 1. P. i45–i47. doi: 10.1093/fampra/cmab063
16. Sulewski A., Sieroń D., Szyluk K., et al. Avascular necrosis bone complication after active COVID-19 infection: preliminary results // *Medicina (Kaunas)*. 2021. Vol. 57, N 12. P. 1311. doi: 10.3390/medicina57121311
17. Li W., Huang Z., Tan B., et al. General recommendation for assessment and management on the risk of glucocorticoid-induced osteonecrosis in patients with COVID-19 // *J Orthop Translat*. 2021. Vol. 31. P. 1–9. doi: 10.1016/j.jot.2021.09.005
18. Mont M.A., Baumgarten K.M., Rifai A., et al. Atraumatic osteonecrosis of the knee // *J Bone Joint Surg Am*. 2000. Vol. 82, N 9. P. 1279–1290. doi: 10.2106/00004623-200009000-00008
19. Agarwala S., Sharoff L., Jagani N. Effect of zoledronic acid and alendronate on bone edema and pain in spontaneous osteonecrosis of the knee: a new paradigm in the medical management // *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2020. Vol. 55, N 5. P. 543–550. doi: 10.1016/j.rboe.2017.12.008
20. Jureus J., Lindstrand A., Geijer M., et al. Treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee (SPONK) by a bisphosphonate // *Acta Orthop*. 2012. Vol. 83, N 5. P. 511–514. doi: 10.3109/17453674.2012.729184

REFERENCES

1. Temporary guidelines «Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19)». Version 3 (March 3, 2020) (approved by the Ministry of Health of the Russian Federation). (In Russ). Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73647088/>. Accessed: 15.07.2022.
2. Ali RS, Al-Sudani H, Tan IJ. Osteonecrosis of bilateral distal femurs in a pregnant patient following antenatal betamethasone. *Cureus*. 2022;14(3):e22735. doi: 10.7759/cureus.22735
3. Zhang S, Wang C, Shi L, Xue Q. Beware of steroid-induced avascular necrosis of the femoral head in the treatment of COVID-19-experience and lessons from the SARS epidemic. *Drug Des Devel Ther*. 2021;15:983–995. doi: 10.2147/DDDT.S298691
4. Agarwala SR, Vijayvargiya M, Pandey P. Avascular necrosis as a part of 'long COVID-19'. *BMJ Case Rep*. 2021;14(7):e242101. doi: 10.1136/bcr-2021-242101
5. Takao M, Sugano N, Nishii T, et al. Spontaneous regression of steroid-related osteonecrosis of the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;452:210–215. doi: 10.1097/01.blo.0000229278.51323.08
6. Hines JT, Jo WL, Cui Q, et al. Osteonecrosis of the femoral head: an updated review of arco on pathogenesis, staging and treatment. *J Korean Med Sci*. 2021;36(24):e177. doi: 10.3346/jkms.2021.36.e177
7. Disser NP, De Micheli AJ, Schonk MM, et al. Musculoskeletal consequences of COVID-19. *J Bone Joint Surg Am*. 2020;102(14):1197–1204. doi: 10.2106/JBJS.20.00847
8. Karim AR, Cherian JJ, Jauregui JJ, et al. Osteonecrosis of the knee: review. *Ann Transl Med*. 2015;3(1):6. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2014.11.13
9. Patel MS, Gutman MJ, Abboud JA. Orthopaedic considerations following COVID-19: lessons from the 2003 SARS outbreak. *JBJS Rev*. 2020;8(7):e2000052. doi: 10.2106/JBJS.RVW.20.00052
10. Kerachian MA, Séguin C, Harvey EJ. Glucocorticoids in osteonecrosis of the femoral head: a new understanding of the mechanisms of action. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2009;114(3–5):121–128. doi: 10.1016/j.jsbmb.2009.02.007
11. Chan KL, Mok CC. Glucocorticoid-induced avascular bone necrosis: diagnosis and management. *Open Orthop J*. 2012;6:449–457. doi: 10.2174/1874325001206010449

12. Powell C, Chang C, Naguwa SM, et al. Steroid induced osteonecrosis: an analysis of steroid dosing risk. *Autoimmun Rev*. 2010;9(11):721–743. doi: 10.1016/j.autrev.2010.06.007
13. Takeda H, Nishise S, Fujishima S, et al. Osteonecrosis of the lateral femoral condyle in a patient with ulcerative colitis: report of a case. *Clin J Gastroenterol*. 2008;1(3):93–96. doi: 10.1007/s12328-008-0015-2
14. Agarwala SR, Vijayvargiya M, Sawant T. Secondary osteonecrosis of the knee as a part of long COVID-19 syndrome: a case series. *BMJ Case Rep*. 2022;15(3):e248583. doi: 10.1136/bcr-2021-248583
15. Angulo-Ardoy M, Ureña-Aguilera Á. Knee osteonecrosis after COVID-19. *Fam Pract*. 2021;38(Suppl 1):i45–i47. doi: 10.1093/fampra/cmab063
16. Sulewski A, Sieroń D, Szyłuk K, et al. Avascular necrosis bone complication after active COVID-19 infection: preliminary results. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(12):1311. doi: 10.3390/medicina57121311
17. Li W, Huang Z, Tan B, et al. General recommendation for assessment and management on the risk of glucocorticoid-induced osteonecrosis in patients with COVID-19. *J Orthop Translat*. 2021;31:1–9. doi: 10.1016/j.jot.2021.09.005
18. Mont MA, Baumgarten KM, Rifai A, et al. Atraumatic osteonecrosis of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82(9):1279–1290. doi: 10.2106/00004623-200009000-00008
19. Agarwala S, Sharoff L, Jagani N. Effect of zoledronic acid and alendronate on bone edema and pain in spontaneous osteonecrosis of the knee: a new paradigm in the medical management. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2020;55(5):543–550. doi: 10.1016/j.rboe.2017.12.008
20. Jureus J, Lindstrand A, Geijer M, et al. Treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee (SPONK) by a bisphosphonate. *Acta Orthop*. 2012;83(5):511–514. doi: 10.3109/17453674.2012.729184

AUTHORS' INFO

* Anna P. Gonchar;

address: 24-1 Petrovka street, 127051 Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5161-6540>;
eLibrary SPIN: 3513-9531; e-mail: a.gonchar@npcmr.ru

Ivan A. Blokhin;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2681-9378>;
eLibrary SPIN: 3306-1387; e-mail: i.blokhin@npcmr.ru

Yuliya F. Shumskaya;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8521-4045>;
eLibrary SPIN: 3164-5518; e-mail: yu.shumskaia@npcmr.ru

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

ОБ АВТОРАХ

* Гончар Анна Павловна;

адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5161-6540>;
eLibrary SPIN: 3513-9531; e-mail: a.gonchar@npcmr.ru

Блохин Иван Андреевич;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2681-9378>;
eLibrary SPIN: 3306-1387; e-mail: i.blokhin@npcmr.ru

Шумская Юлия Федоровна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8521-4045>;
eLibrary SPIN: 3164-5518; e-mail: yu.shumskaia@npcmr.ru

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110952>

Скрытое течение болезни Крона: роль томографических методов в диагностике

Ю.Ф. Шумская^{1, 2}, Т.С. Нефедова¹, Д.А. Ахмедзянова¹, И.А. Блохин², М.Г. Мнацаканян¹¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация² Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Болезнь Крона с локализацией процесса в верхних отделах желудочно-кишечного тракта, терминальном отделе подвздошной кишки или в толстой кишке диагностируется на основании визуализации области поражения при помощи эндоскопических методов исследования и гистологического исследования биоптатов. В случаях поражения тонкой кишки, когда методы эндоскопии малоинформативны, а применение видеокапсульной эндоскопии имеет ряд противопоказаний, для постановки диагноза целесообразно использовать лучевые методы диагностики, такие как мульти-спиральная компьютерная томография и/или магнитно-резонансная энтерография.

Приводим описание клинического случая пациента со стёртыми клиническими проявлениями болезни Крона с поражением тонкой и прямой кишки, диагноз которому удалось верифицировать благодаря применению томографических лучевых методов исследования. Мужчина в возрасте 44 лет с жалобами на невыраженные боли в животе, диспепсию. В анализах — косвенные признаки мальабсорбции, повышение фекального кальпротектина; при эндоскопическом обследовании с гистологической верификацией — картина проктита. После выполнения энтерографии с помощью компьютерной и магнитно-резонансной томографии удалось диагностировать массивное поражение тонкой кишки, являющееся субстратом симптоматики.

Приведённый клинический случай демонстрирует атипичную клиническую картину болезни Крона с поражением петель тощей, подвздошной и отделов прямой кишки. В отсутствии характерных жалоб у пациента, а также вследствие недостаточно информативных результатов эндоскопического и морфологического исследования такие методы визуализации, как компьютерная и магнитно-резонансная томография, сыграли решающую роль в постановке диагноза.

Ключевые слова: болезнь Крона; МР-энтерография; КТ-энтерография; клинический случай.

Как цитировать

Шумская Ю.Ф., Нефедова Т.С., Ахмедзянова Д.А., Блохин И.А., Мнацаканян М.Г. Скрытое течение болезни Крона: роль томографических методов в диагностике // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3, № 4. С. 394–402. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110952>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110952>

Latent course of Crohn's disease: the role of tomographic imaging in diagnosis

Yuliya F. Shumskaya^{1,2}, Tamara S. Nefedova¹, Dina A. Akhmedzyanova¹, Ivan A. Blokhin², Marina G. Mnatsakanyan¹

¹ The First Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

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

ABSTRACT

Crohn's disease with localization in the upper gastrointestinal tract, terminal ileum, or colon is diagnosed based on visualization of the lesion area using endoscopic methods and histological examination. In cases of damage to the small intestine, when endoscopy methods are not informative enough and the use of videocapsular endoscopy has a number of contraindications, it is advised to use radiation diagnostic methods, such as multispiral computed tomography and/or magnetic resonance enterography, to make a diagnosis.

We present a clinical case of ambiguous clinical manifestations of Crohn's disease with small intestine and rectal involvement. Tomographic imaging was used to confirm the diagnosis. A 44-year-old patient presented with complaints of non-pronounced abdominal pain, dyspepsia. The lab panel showed indirect signs of malabsorption, an increase in fecal calprotectin. An endoscopic examination with histological verification revealed a picture of proctitis. After performing computed tomography and/or magnetic resonance enterography multiple lesions of the small intestine were revealed. This clinical case demonstrates an atypical clinical picture of Crohn's disease with jejunal, iliac, and rectal lesions.

The patient had no characteristic complaints; the results of endoscopic and morphological studies were not informative. Imaging by means of computed and magnetic resonance tomography has played a crucial role in the diagnosis and successful treatment.

Keywords: Crohn's disease; MRI-enterography; CT-enterography; clinical case.

To cite this article

Shumskaya YuF, Nefedova TS, Akhmedzyanova DA, Blokhin IA, Mnatsakanyan MG. Latent course of Crohn's disease: the role of tomographic imaging in diagnosis. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):394–402. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110952>

Received: 16.09.2022

Accepted: 11.10.2022

Published: 21.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110952>

克罗恩病的潜伏过程：断层扫描方法在诊断中的作用

Yuliya F. Shumskaya^{1,2}, Tamara S. Nefedova¹, Dina A. Akhmedzyanova¹,
Ivan A. Blokhin², Marina G. Mnatsakanyan¹

¹ The First Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

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

简评

上消化道、回肠末端或结肠局部的克罗恩病是通过内镜检查和活检标本的组织学检查观察病变而诊断的。在小肠受累的情况下，内镜检查的价值不大，视频胶囊内镜检查有一些禁忌症，建议使用放射学技术，如多螺旋计算机断层扫描和/或磁共振肠成像来进行诊断。

这里描述的是一位临床表现轻微的克罗恩病患者，其小肠和直肠受累，通过使用影像放射学技术验证了其诊断。一名44岁的男子，有轻微腹痛和消化不良。检查显示，有吸收不良的间接迹象，粪便钙蛋白增加；内镜检查与组织学验证显示，有直肠炎的模式。经过计算机断层扫描和磁共振成像肠道造影，可以诊断出小肠的巨大病变，这是症状的基底。

这个临床病例显示了克罗恩病的非典型临床表现，包括空肠、回肠和直肠受累。由于患者没有特征性的主诉，并且由于内窥镜和形态学检查的结果信息量不足，CT和MRI等影像技术在诊断中起到了决定性的作用。

关键词：克罗恩病；磁共振小肠造影；CT小肠造影；临床病例。

To cite this article

Shumskaya YuF, Nefedova TS, Akhmedzyanova DA, Blokhin IA, Mnatsakanyan MG. 克罗恩病的潜伏过程：断层扫描方法在诊断中的作用. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):394–402. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110952>

收到: 16.09.2022

接受: 11.10.2022

发布日期: 21.11.2022

研究的现实意义

克罗恩病由于其系统性，不仅会影响胃肠道器官，还会影响肌肉骨骼或呼吸系统、视觉器官或皮肤[1-4]，因此定期出现在不同专业的医生的视野中。可能的主诉多态性，尤其是在疾病发作时伴有肠外症状，或在疾病的潜伏过程中主诉极少，使得克罗恩病的诊断极其困难[5, 6]，因此不能及时进行适当的治疗。

在克罗恩病的典型病例中，诊断是基于使用内窥镜研究方法对受影响区域进行可视化，当病变位于上消化道、回肠末端和大肠时，可以进行诊断。然而，例如，当小肠受到影响时，内窥镜检查方法变得无法提供足够信息，或者在视频胶囊内窥镜检查[7]的情况下，有一些禁忌症使其难以在临床实践中使用。在这种情况下，最好使用放射诊断技术，如多螺旋计算机断层扫描（MSCT）和/或磁共振成像（MRI）来进行诊断[8, 9]。

这里描述的是一位临床表现轻微的克罗恩病患者，其小肠和直肠受累，通过使用放射学技术验证了其诊断。

病例报告

关于患者

患者D，44岁，主诉脐部不适，进食后30-60分钟出现上腹及脐部膨胀感和饱胀干感，入消化内科。2017年第一次出现腹部沉重感，暖气，进食后胃灼热发作，2年减重15公斤，饮食无变化。患者接受了门诊检查，未检测到胃肠道病理：腹部超声检查无异常，食道胃十二指肠镜检查检测浅表性胃炎，与幽门螺旋杆菌无关（快速尿素酶试验阴性），结肠镜检查无器质性病变。该状况被定为奥迪括约肌的功能障碍。指定的雷贝拉唑

和羟甲香豆素的治疗无明显效果。患者有阵发性腹痛（数月内1次）。就上述投诉，患者入院接受检查。

入院后，病情令人满意。身材瘦弱，体重指数为20.02公斤/平方米。入院时的体温为36.5°C。皮肤苍白。腹部在视觉上是对称的，在脐区、右胃中部和右髂区触诊时疼痛。大便正规，香肠状，每天1次，无病理杂质。

实验室和仪器检查的结果

根据实验室研究方法，注意到住院期间发生的血红蛋白下降（从137.2到123g/l，正常值为132-180）；血清铁水平降低至10.4 μmol/l（N 12.5-32.2）；总蛋白减少至63 g/l（N 66-83）；粪便潜血试验阳性和粪便钙卫蛋白水平升高（389 μg/g，正常值高达50）。所有其他血常规检查、生化血液检查、凝血时间图、尿液和粪便常规检查均保持在参考值范围内。

食管胃十二指肠镜检查未发现上消化道病变。

结肠镜检查显示直肠炎的内窥镜征象：直肠粘膜肿胀、多处出血、血管模式光滑。进行了活组织检查。

组织学检查结果：在直肠粘膜中，结构得以保留，在粘膜固有层中有致密均匀的淋巴浆细胞浸润，伴有大量嗜酸性白细胞，在几个片段中有增生性淋巴滤泡和增殖中心。

调查数据不适合统一景象。鉴于吸收不良综合征的间接迹象（血红蛋白、血清铁、总蛋白下降），决定对小肠进行可视化检查。

口服1升聚乙二醇溶液后进行腹部器官的伴静脉造影法多排螺旋CT：空肠和回肠壁局部增厚，无效地积累了造影剂。过渡到回肠约5厘米的远端空肠壁明显增厚达17毫米，更积极地积聚造影剂，包括粘膜（图1）。区域组织被浸润，在

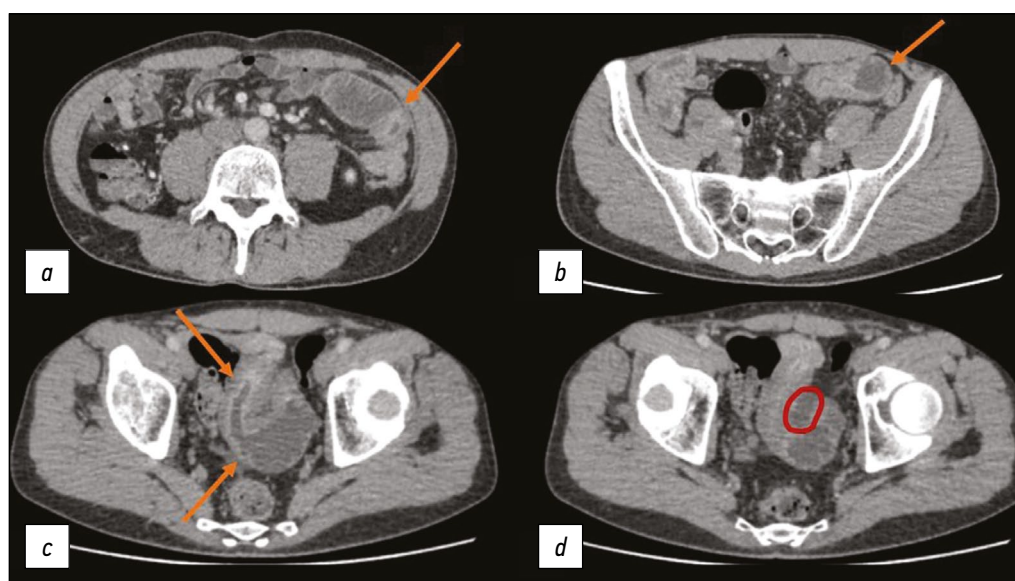


图1。静脉造影法的腹腔多螺旋计算机断层扫描，轴向平面：a）肠腔明显变窄，肠壁增厚，造影剂活跃积聚（箭头）；b）壁不均匀增厚的小肠扩大线圈（箭头）；c）可看到肠腔扩张和变窄；此外，积极积聚造影剂的肠粘膜引起注意（箭头）；d）小骨盆内积液的环境区域用红色标记。

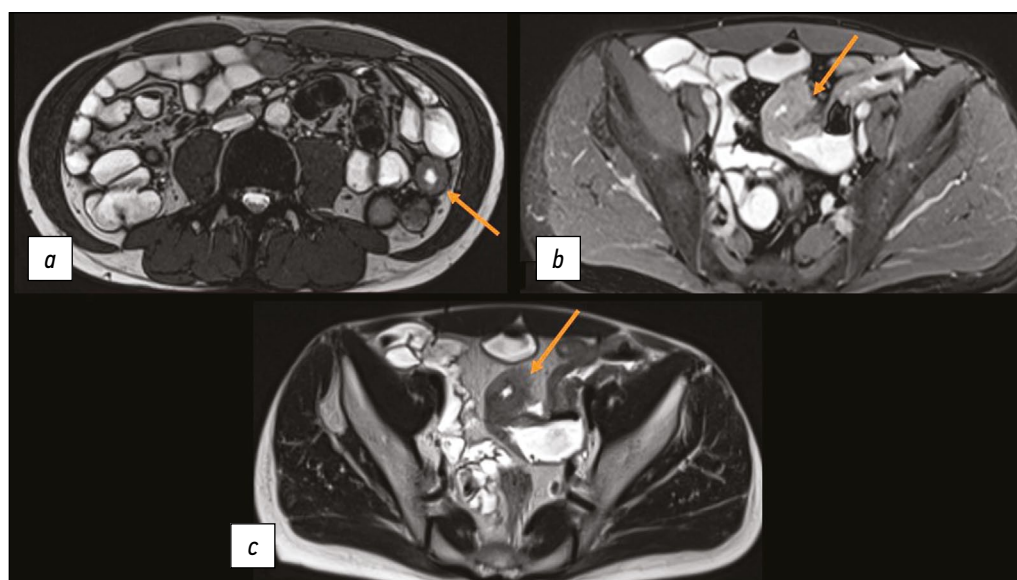


图2。磁共振肠动描记法，轴向平面：箭头表示小肠的增厚区域。

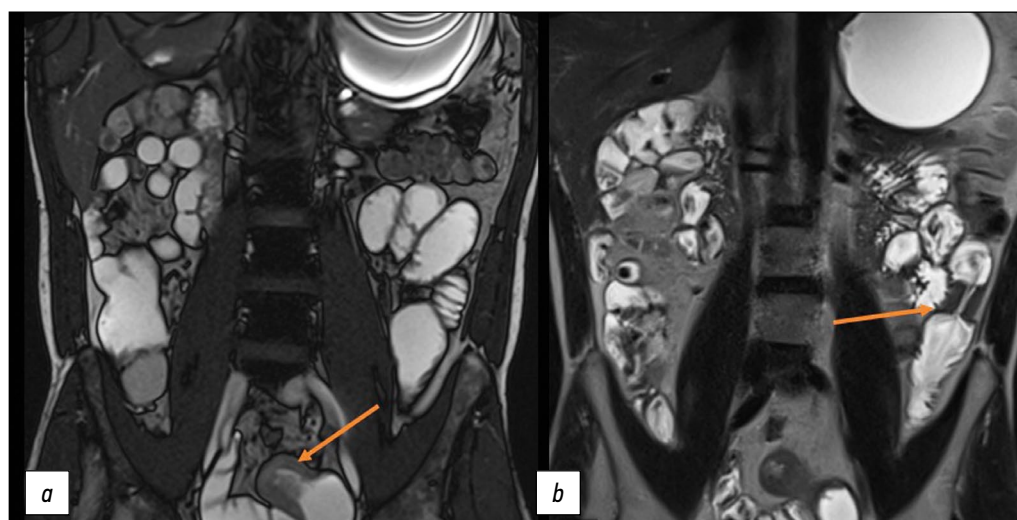


图3。磁共振肠动描记法，冠位：箭头表示小肠壁长段的增厚区域。

此背景下形成液体区（沿着小骨盆环之间的中线）；区域淋巴结大小达9毫米，正在积极积累造影剂。

为了阐明病变的范围和体积，在口服1.2升甘露醇溶液后进行了MR肠动描记法：在小肠中发现四个不均匀壁增厚的局部区域：增厚达8毫米超过25毫米并变窄流明至5毫米；在~90毫米上增厚达12毫米，管腔变窄至3毫米；在160毫米以上增厚10毫米，管腔变窄至3毫米；在32毫米以上增厚9毫米，管腔变窄至3毫米（图 2、3）。小肠的这些区域积极积累造影剂，并在扩散加权成像上显示出弥散受限的迹象。由于病变的性质非常相似，还进行了结核病感染的免疫诊断（0干扰素释放试验[Interferon-Gamma Release Assays, T-SPOT.TB]，结果为阴性）和胸部多排螺旋CT（无病理）。

诊断、治疗

考虑到检查时发现胃肠道“袋鼠跳”型特征性病变，结合结肠镜检查和组织学检查数据，该患者诊断为“克罗恩病，影响小肠和直肠的狭窄形式”。

为停止发作，开始了治疗：泼尼松龙120毫克/天静脉注射，逐渐减少剂量，甲泼尼龙——8毫克/天，剂量口服，美沙拉嗪直肠给药，剂量为2克/天。由于该过程的非典型定位、病变的范围和疾病的高活动性，选择了基因工程生物药物（英夫利昔单抗）和硫唑嘌呤来维持缓解。

治疗期间，患者病情好转，不再有腹痛和消化不良的症状。3个月后动态检查，粪便钙卫蛋白水平在正常范围内，血液生化分析无吸收不良迹象。患者体重增加了约5公斤。

讨论

本临床病例展示了克罗恩病的非典型临床表现，伴有空肠、回肠和直肠损伤。在患者没有特征性主诉以及内窥镜和形态学研究提供的信息不足的情况下，断层扫描放射诊断方法在确定诊断中起着决定性作用。

克罗恩病诊断和治疗的临床指南描述了多排螺旋CT和MRI肠动描记法的使用，只是为了在视频胶囊内镜检查前排除小肠狭窄[10]。然而，国外文献中已经发表了一些论文，显示了影像学技术对克罗恩病诊断的内在价值，包括对其使用的共识[11]。

M. Chavoshi等人的系统评价[12]表明，MRI肠道造影检测克罗恩病病变的敏感度和特异度范围分别为80~88%和81~91%，令人满意，使MRI肠动描记法成为诊断小肠克罗恩病病变的常用方法。

E. K. Park等人的研究[13]表明，腹部多排螺旋CT数据与克罗恩病活动指数和C反应蛋白明显相关 ($p < 0.05$)。在预测疾病活动性的多排螺旋CT数据的ROC分析中，AUC为0.85。使用0.8的阈值，敏感性和阴性预测值分别为95%和94%。

国内文献中也有描述断层摄影研究方法诊断价值的刊物。例如，S. E. Dubrova和G. A. Stashuk[14]报告了使用这些方法以及内窥镜方法在克罗恩病诊断中的重要性。D. P. Kurilo和合著者[15]在一系列临床病例中也显示了多排螺旋CT肠动描记法的特殊重要性，它提供了关于病理变化的定位和程度、过程活性、肠外并发症的存在的数据，这使得确定治疗患有复杂性克罗恩病病程的患者的策略成为可能（在一个案例中伴有回肠穿孔，在另一个案例中伴有降结肠失代偿性狭窄）。

我们提供的病例也证明了使用和高信息量的断层扫描放射方法在诊断克罗恩病伴小肠病变以确定病变的活动性和程度方面的重要性。使用肠动描记法获得的信息在该疾病的诊断中发挥了关键作用，对确定患者的进一步管理至关重要。

结论

克罗恩病并不总是伴有严重的临床症状。常规检查，包括内镜检查，往往不足以诊断小肠疾病。断层扫描方法（CT和MRI肠动描记法）在可视化小肠以评估病变的体积和活动方面具有高度的信息量和准确性。

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. Yuliya F. Shumskaya — conceptualization, data curation, investigation, writing the original draft, revising and editing the manuscript; Tamara S. Nefedova, Dina A. Akhmedzyanova — conceptualization, data curation, investigation; Ivan A. Blokhin — writing, revising and editing the manuscript; Marina G. Mnatsakanyan — conceptualization, investigation, and supervision.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information and all of accompanying images within the manuscript in Digital Diagnostics Journal.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ainouche A., Durot C., Soyer P., et al. Unusual intestinal and extra intestinal findings in Crohn's disease seen on abdominal computed tomography and magnetic resonance enterography // Clin Imaging. 2020. Vol. 59, N 1. P. 30–38. doi: 10.1016/j.clinimag.2019.04.010
2. Jumani L., Kataria D., Ahmed M.U., et al. The spectrum of extra-intestinal manifestation of Crohn's disease // Cureus. 2020. Vol. 12, N 2. P. e6928. doi: 10.7759/cureus.6928
3. Amado C., Ferreira P.G. Pleuroparenchymal fibroelastosis associated with Crohn's disease: a new aetiology? // Eur J Case Rep Intern Med. 2020. Vol. 7, N 12. P. 002017. doi: 10.12890/2020_002017
4. Dodd E.M., Howard J.R., Dulaney E.D., et al. Pyodermitis-pyostomatitis vegetans associated with asymptomatic inflammatory bowel disease // Int J Dermatol. 2017. Vol. 56, N 12. P. 1457–1459. doi: 10.1111/jid.13640
5. Urbanek M., Neill S.M., McKee P.H. Vulval Crohn's disease: difficulties in diagnosis // Clin Exp Dermatol. 1996. Vol. 21, N 3. P. 211–214. doi: 10.1111/j.1365-2230.1996.tb00065.x
6. Dore M., Junco T.P., Galán S.A., et al. Pitfalls in diagnosis of early-onset inflammatory bowel disease // Eur J Pediatr Surg. 2018. Vol. 28, N 1. P. 39–43. doi: 10.1055/s-0037-1604428
7. Cave D.R., Hakimian S., Patel K. Current controversies concerning capsule endoscopy // Dig Dis Sci. 2019. Vol. 64, N 11. P. 3040–3047. doi: 10.1007/s10620-019-05791-4
8. Minordi L.M., Larosa L., Papa A., et al. Assessment of Crohn's disease activity: magnetic resonance enterography in comparison with clinical and endoscopic evaluations // J Gastrointest Liver Dis. 2019. Vol. 28. P. 213–224. doi: 10.15403/jgld-183
9. Hokama A., Kinjo T., Fujita J. Growing role of magnetic resonance enterography in the management of Crohn disease // Pol Arch Intern Med. 2020. Vol. 130, N 9. P. 724–725. doi: 10.20452/pamw.15628
10. Клинические рекомендации по диагностике и лечению болезни Крона у взрослых (проект) // Колопроктология. 2020. Т. 19, № 2. С. 8–38. doi: 10.33878/2073-7556-2020-19-2-8-38
11. Bruining D.H., Zimmermann E.M., Loftus E.V., et al; Society of Abdominal Radiology Crohn's Disease-Focused Panel. Consensus

recommendations for evaluation, interpretation, and utilization of computed tomography and magnetic resonance enterography in patients with small bowel Crohn's disease // *Radiology*. 2018. Vol. 286, N 3. P. 776–799. doi: 10.1148/radiol.2018171737

12. Chavoshi M., Mirshahvalad S.A., Kasaeian A., et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance enterography in the evaluation of colonic abnormalities in Crohn's disease: a systematic review and meta-analysis // *Acad Radiol*. 2021. Vol. 28, Suppl. 1. P. S192–S202. doi: 10.1016/j.acra.2021.02.022

13. Park E.K., Han N.Y., Park B.J., et al. Value of computerized tomography enterography in predicting Crohn's disease

activity: correlation with Crohn's disease activity index and C-reactive protein // *Iran J Radiol*. 2016. Vol. 13, N 4. P. e34301. doi: 10.5812/iranjradiol.34301

14. Дуброва С.Э., Сташук Г.А. Возможности лучевых методов в диагностике воспалительных заболеваний кишечника // *Альманах клинической медицины*. 2016. Т. 44, № 6. С. 757–769. doi: 10.18786/2072-0505-2016-44-6-757-769

15. Курило Д.П., Савченко М.И., Соловьев И.А., и др. Возможности компьютерно-томографической энтерографии в диагностике осложненных форм болезни Крона // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2020. № 1. С. 60–65.

REFERENCES

1. Ainouche A, Durot C, Soyer P, et al. Unusual intestinal and extra intestinal findings in Crohn's disease seen on abdominal computed tomography and magnetic resonance enterography. *Clin Imaging*. 2020;59(1):30–38. doi: 10.1016/j.clinimag.2019.04.010

2. Jumani L, Kataria D, Ahmed MU, et al. The Spectrum of extra-intestinal manifestation of Crohn's disease. *Cureus*. 2020;12(2):e6928. doi: 10.7759/cureus.6928

3. Amado C, Ferreira PG. Pleuroparenchymal fibroelastosis associated with Crohn's disease: a new aetiology? *Eur J Case Rep Intern Med*. 2020;7(12):002017. doi: 10.12890/2020_002017

4. Dodd EM, Howard JR, Dulaney ED, et al. Pyodermitis-pyostomatitis vegetans associated with asymptomatic inflammatory bowel disease. *Int J Dermatol*. 2017;56(12):1457–1459. doi: 10.1111/ijd.13640

5. Urbanek M, Neill SM, McKee PH. Vulval Crohn's disease: difficulties in diagnosis. *Clin Exp Dermatol*. 1996;21(3):211–214. doi: 10.1111/j.1365-2230.1996.tb00065.x

6. Dore M, Junco TP, Galán SA, et al. Pitfalls in diagnosis of early-onset inflammatory bowel disease. *Eur J Pediatr Surg*. 2018;28(1):39–43. doi: 10.1055/s-0037-1604428

7. Cave DR, Hakimian S, Patel K. Current controversies concerning capsule endoscopy. *Dig Dis Sci*. 2019;64(11):3040–3047. doi: 10.1007/s10620-019-05791-4

8. Minordi LM, Larosa L, Papa A, et al. Assessment of Crohn's disease activity: magnetic resonance enterography in comparison with clinical and endoscopic evaluations. *J Gastrointest Liver Dis*. 2019;28:213–224. doi: 10.15403/jgld-183

9. Hokama A, Kinjo T, Fujita J. Growing role of magnetic resonance enterography in the management of Crohn

disease. *Pol Arch Intern Med*. 2020;130(9):724–725. doi: 10.20452/pamw.15628

10. Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of Crohn's disease in adults (project). *Koloproktologiya*. 2020;19(2):8–38. (In Russ). doi: 10.33878/2073-7556-2020-19-2-8-38

11. Bruining DH, Zimmermann EM, Loftus EV, et al; Society of Abdominal Radiology Crohn's Disease-Focused Panel. Consensus recommendations for evaluation, interpretation, and utilization of computed tomography and magnetic resonance enterography in patients with small bowel Crohn's disease. *Radiology*. 2018;286(3):776–799. doi: 10.1148/radiol.2018171737

12. Chavoshi M, Mirshahvalad SA, Kasaeian A, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance enterography in the evaluation of colonic abnormalities in Crohn's disease: a systematic review and meta-analysis. *Acad Radiol*. 2021;28(Suppl 1):S192–S202. doi: 10.1016/j.acra.2021.02.022

13. Park EK, Han NY, Park BJ, et al. Value of computerized tomography enterography in predicting Crohn's disease activity: correlation with Crohn's disease activity index and C-reactive protein. *Iran J Radiol*. 2016;13(4):e34301. doi: 10.5812/iranjradiol.34301

14. Dubrova SE, Stashuk GA. Possibilities of radiation methods in the diagnosis of inflammatory bowel diseases. *Al'manakh klinicheskoi meditsiny*. 2016;44(6):757–769. (In Russ). doi: 10.18786/2072-0505-2016-44-6-757-769

15. Kurilo DP, Savchenko MI, Soloviev IA, et al. Possibilities of computed tomography angiography in the diagnosis of complicated forms of Crohn's disease. *Bulletin of the Russian military medical academy*. 2020;(1):60–65. (In Russ).

AUTHORS' INFO

* Yuliya F. Shumskaya;

address: 24-1 Petrovka str., 127051, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8521-4045>;
eLibrary SPIN: 3164-5518; e-mail: yu.shumskaia@npcmr.ru

Tamara S. Nefedova;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6718-8701>;
eLibrary SPIN: 3097-4977; e-mail: prosto.toma.22@gmail.com

ОБ АВТОРАХ

* Шумская Юлия Федоровна;

адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8521-4045>;
eLibrary SPIN: 3164-5518; e-mail: yu.shumskaia@npcmr.ru

Нефедова Тамара Сергеевна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6718-8701>;
eLibrary SPIN: 3097-4977; e-mail: prosto.toma.22@gmail.com

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

Dina A. Akhmedzyanova;ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7705-9754>;

eLibrary SPIN: 6983-5991; e-mail: dina_akhm@mail.ru

Ivan A. Blokhin;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2681-9378>;

eLibrary SPIN: 3306-1387; e-mail: i.blokhin@npcmr.ru

Marina G. Mnatsakanyan, MD, Dr. Sci. (Med.);ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9337-7453>;

eLibrary SPIN: 2015-1822; e-mail: mnatsakanyan08@mail.ru

Ахмедзянова Дина Альфредовна;ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7705-9754>;

eLibrary SPIN: 6983-5991; e-mail: dina_akhm@mail.ru

Блохин Иван Андреевич;ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2681-9378>;

eLibrary SPIN: 3306-1387; e-mail: i.blokhin@npcmr.ru

Мнацаканян Марина Генриковна, д.м.н.;ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9337-7453>;

eLibrary SPIN: 2015-1822; e-mail: mnatsakanyan08@mail.ru

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111146>

Как создать современный медицинский центр в текущих условиях?

П.О. Румянцев¹, Д.А. Черкасов²¹ Группа компаний «Мой медицинский центр», Санкт-Петербург, Российская Федерация² Агентство консалтинга и коммуникаций в науке и здравоохранении HASCCA, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Современная многопрофильная клиника представляет не только медицинский, но и инженерно-технический и нередко биотехнический объект. Технологическая сложность объекта зависит от планируемых (био)медицинских профилей и функционала, потребности в масштабируемости и модернизируемости, а также множества других факторов.

При взгляде со стороны, создание современного профильного или многопрофильного медицинского центра от идеи до запуска в эксплуатацию не выглядит запредельно сложным, а его этапы (предпроектные изыскания, медико-техническое задание, эскизный проект, стадии проектирования, строительства, оснащения и выхода на запланированную производственную мощность) видятся понятными и достижимыми. Однако наш собственный опыт непосредственного участия и анализа реализации различных профильных медицинских центров в нашей стране свидетельствует о наличии массы ложных предубеждений, ошибок, устаревших принципов и прочих проблем на практике.

В статье мы анализируем, объясняем и систематизируем типичные заблуждения и пороки при создании онкологического центра, однако те же проблемы возникают при создании любого многопрофильного медицинского центра. Мы полагаем, что наш опыт окажется полезным для ознакомления не только проектировщикам, технологам и архитекторам, но и врачам, организаторам здравоохранения, как, впрочем, и всем специалистам, привлекаемым к созданию медицинских центров современного уровня.

Ключевые слова: проектирование; медико-техническое задание; медицинский центр; онкологический центр.

Как цитировать

Румянцев П.О., Черкасов Д.А. Как создать современный медицинский центр в текущих условиях? // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3, № 4. С. 404–412.
DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111146>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111146>

How to create a modern medical center in the current conditions?

Pavel O. Rumiantsev, Dmitry A. Cherkasov

¹ My Medical Center Group of Companies, Saint Petersburg, Russian Federation

² Healthcare and Science Consulting Communications Agency HASCCA, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

A modern multidisciplinary clinic is not only a medical facility, but also an engineering and often biotechnical facility. The technological complexity of the object depends on the planned (bio) medical profiles and functionality, the need for scalability and upgradability, as well as many other factors.

When viewed from the outside, the creation, from an idea to commissioning, of a modern specialized or multidisciplinary medical center does not look prohibitively complicated, and its stages (pre-project surveys, medical and technical specifications, draft design, design stages, construction, equipping, and entering the planned production power) are seen as understandable and achievable. However, our own experience of direct participation and analysis of the implementation of various specialized medical centers in our country indicates the presence of a lot of false prejudices, mistakes, outdated principles, and other problems in practice.

In the article, we analyze, explain, and systematize typical misconceptions and vices when creating an oncology center, but the same problems arise when creating any multidisciplinary medical center. We believe that our experience will be useful for familiarization not only to designers, technologists and architects, but also to doctors, healthcare organizers, as well as to all specialists involved in the creation of modern medical centers.

Keywords: engineering; medico-technical enquiry; medical center; oncology center.

To cite this article

Rumiantsev PO, Cherkasov DA. How to create a modern medical center in the current conditions? *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):404–412.

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111146>

Received: 30.09.2022

Accepted: 13.10.2022

Published: 19.12.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111146>

在当前条件下如何建立现代医疗中心？

Pavel O. Rumiantsev, Dmitry A. Cherkasov

¹ My Medical Center Group of Companies, Saint Petersburg, Russian Federation

² Healthcare and Science Consulting Communications Agency HASCCA, Moscow, Russian Federation

简评

一个现代的、多学科的诊所不仅是一个医疗机构，也是一个工程设施，而且往往是生物技术设施。该设施的技术复杂性取决于计划中的（生物）医疗概况和功能，对可扩展性和可升级性的需求，以及一系列其他因素。

从外面看，建立一个现代的专科或多学科医疗中心看起来并不十分复杂，其阶段（项目目前的研究、医疗和技术任务、概念设计、设计、施工、设备和达到计划的生产能力）似乎很清楚，可以实现。然而，我们自己直接参与和分析我国各种专科医疗中心的实施的经验表明，在实践中存在大量错误的先入为主的观念、错误、过时的原则和其他问题。

在这篇文章中，我们分析、解释并系统化了建立肿瘤中心的典型误区和缺陷，但在建立任何多学科医疗中心时都会出现同样的问题。我们相信，我们的经验不仅对规划师、技术专家和建筑师有用，而且对医生、医疗保健组织者，乃至所有参与创建最先进的医疗中心的专业人士也有用。

关键词：设计；医疗和技术任务；医疗中心；肿瘤中心。

To cite this article

Rumiantsev PO, Cherkasov DA. 在当前条件下如何建立现代医疗中心? *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):404–412.

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111146>

收到: 30.09.2022

接受: 13.10.2022

发布日期: 19.12.2022

绪论

天无绝人之路。 中国俗语

在过去的十年中，我们观察了大量并参与了至少十几个医疗设施的创建，其中最常见的是肿瘤设施。我们在这篇文章中综合了我们的观察和直接参加的经验，并希望与您分享。

现在不是您所需要的零件就在快递距离的时候，而服务专家甚至明天就能飞往您的设施。虽然之前看起来有些乌托邦，但谈心、夸张或承诺未来的合同以及其他类型的骗术可能会使情况变得更好。

每当最初清楚地知道不再可能在途中补充和装备肿瘤中心时，都会想起来远足或爬山的类比。这就是为什么在项目前期研究和设计阶段，应考虑设施现代化和分阶段启动的要求。

今天，在实施医疗设施的过程中，从想法到启动，“全面性”的优先权已完全确立，而且其迫切性只会越来越强。

我国长期以来接受的医学工程中的传统方法正在变得不切实际，无法达到预期的结果。我们甚至可以说——100%无法执行。无论如何，这是我们自己的观察结果所证明的，也是我国许多医疗中心未完成、拖延和无法达到计划指标的证明，特别是拥有许多复杂和高科技技术的癌症中心。在这种情况下，癌症中心可以被视为任何现代医疗中心的特例。最广泛的先进结构和功能成像、手术、病理形态学、放射治疗、核医学和遗传学技术被用于肿瘤学。

当然，任何医疗中心的正面和内部装修的原始设计都会引起注意，但只有最先进的技术及其巧妙的应用才能赢得和提高声誉。如果形式和内容不匹配，这就会不可避免地积累起来，那么没有什么比医疗界和患者的失望更糟糕的了。

现代肿瘤中心：如何赢得和提高声誉 如何不做

病理过程链始于医疗或医疗工艺设计条，往往在设计甚至施工过程中。然后，最常见的典型“设计”场景可以用以下步骤来描述。

1. 医疗工艺设计条与未来医院的轮廓“牵强附会”。通常情况下，医疗技术任务是一个Ctrl-C（复制）和Ctrl-V（粘贴）的“类似”项目，曾经由其他人创建，不一定是以同样的不难的方式从一个更古老的医疗技术中衍生出来。
2. 接下来是两阶段设计，以流线型和无形的方式完成，同样经常借鉴过去“成功”的项目，这样授权机构在无数次检查过程中就会有更少的问题和意见。
3. “科学怪人”接受总承包商的最后微调，并可能有立面和室内设计师的贡献。

4. 在所建设的设施中，钻了额外的孔，进行了被遗忘的通信，铺设了开口等等。
5. 最后，制造商X满怀成就感，把他的那段技术拧进了一个仍有油漆味的新房屋。
6. 几个月后，一名被指派担任内务经理的医生写一份投诉书，要求增加人员编制，取消大量的职能，强制性员工指导和培训，如果不面临因这些要求而对其职业生涯产生负面影响的风险。
7. 经过制造商服务工程师10-15个月的昂贵访问乘以1.5-2或更多的设备成本的额外购买，实际工作才开始。这项工作通常会被匆忙中断，例如，某种连接器或阀门爆裂，设备受潮，导致设备故障。但这很可能发生在工程系统和医疗设备的安装和调试阶段。更常见的是，尤其是在最近，需要更换来自友好国家的“等价物”设备，或者在施工阶段与升级医疗技术有关。这时候必须放一些东西。如果是暂时的，也不是基本的医疗技术，那就很好。

很容易看出，几乎所有上述程序都不相配合。实际上，它们之间没有继承性和相互联系。每个承包商负责其工作领域，而不是对一个复杂的医学工程系统的功能、效率和性能负责。医疗设施的成分越多、功能越多，风险就越高。今天，现实更加严峻。

停一下。这个现实是怎么样的？

在撰写本文时，已经实施了六轮制裁，可能还会实施更多制裁。出于惯性，有人继续相信这不会影响到医疗。基本上就是这样。在实践上，肯定会影响到，而且很可能这种“触感”只会增加。让我们解释一下我们为什么这么认为。

在我们的实践中，我们不得不与几个不同的制造商（供应商）并行工作，而每个制造商都选择了自己的方式来遵循制裁。情况每周都在动态变化，以下是我们的主要结论。

1. 制造商不了解我国目前的规范基础，也不寻求对其进行研究。
2. 每个国家都有自己的委员会和决定出口政策的结构。
3. 大多数制造商都了解这些措施的严重性和刑事责任的威胁。
4. 为了俄罗斯联邦（RF）的市场，制造商会不惜一切代价赚钱的想法是错误的。大多数情况下，俄罗斯联邦的销售额仅占国际收入的5-15%。对制造商来说，完全停止在该地区的任何活动是比较容易的。
5. “等一下，但在俄罗斯的经理和代表告诉我一切都会好起来的”。值得注意的是，代表处的管理人员依赖于当地的市场表现，并会做任何事情来以某种方式支持该市场。通常，当地管理人员并不了解公司内部的政治细节，这是从公司的安全角度出发的。
6. 一些制造商对市场采取极端消极的态度，这完全是他们自己的决定，不受任何欧盟或美国法

律的界定。仍然可以在国际法庭上讨论义务，但我们不能强迫他们签订合同。

7. 一个副产品的制造商也可以采取激进的立场。我们个人已经在“重型”医疗设备中遇到了这个问题。例如，您可能没有意识到一件设备是由这样一个“激进”的制造商制造的，他有权以制裁限制和其他当地法律为由，迫使大型制造商不在其设备中使用他们的部件或零件。这样冲突进入了制造商对制造商的层面——就像左腿想走，但右腿不想走一样。
8. “在中国，就像在希腊一样，一切都有”。一切，但不是在所有领域。基本上，“一切”涉及到大众消费品。特定行业的解决方案，在医疗领域有很多这样的解决方案，多年来一直由小型高科技公司开发，往往在世界上甚至没有替代品。仅为了小系列、专利和技术细节，中国并不寻求重复。此外，要达到高水平的质量、安全和客户信心，需要很多年甚至几十年的时间。服务我们就不说了：为了提供适当的支持，需要在该国大量使用的设备。
9. 唯一性和序列号。这是从质量和安全系统的角度进行的。每个备件都有自己的标识号，有时甚至有内置芯片和设备。在订购这些零件时，必须指定最终产品的终极产品ID (Ultimate Product)。这样，制造商可以看到维护已正确和及时进行。他还看到，不可能每月更换5次汽车垫，这甚至在订单阶段就阻止了该计划。
10. 人为因素。现代产品由独特的产品和专家的独特专长组成。是一种“第五元素”，没有它，一切都无法实现。即使就实际物流而言，这也是另一个障碍。而且，对专家来说，去某个地方需要他自己的意志，而不仅仅是对客户的尊重和高度重视。

只考虑到这10个因素（我们假设这不是全部），很明显，1-2路线性电路将不起作用。在其他领域可能会作用，但在医学工程中却不是这样，因为医学工程对多模态和技术转让的要求越来越高。

这就是为什么在当前情况下，在实施现代医疗设施时，综合性和继承性以及每个人无一例外的团队创造性工作方式都很重要：医生、生物学家、化学家、物理学家、工程师、技术人员、设计师、建筑师、设计师。而且这并不是一个完整的清单。

综合性意味着什么呢？

承包商或总承包商负责从任务的制定、设计、采购、施工到技术的启动以及至少2-3年的维护的所有过程。

让我们仔细地研究这个问题。一个好的概念或初步设计可以节省医疗中心的建设资金并降低其运营成本。最好是按照循证架构的原则，在专家组的参与下完成这项工作，并在该专家组内制定出有竞争力的解决方案。

1. 在BIM（建筑信息模型，Building Information Modeling）信息模型中制作的项目。一个将想法、预算、施工和时间结合起来的机会。
2. 采购计划安排。制定设备选型的优先标准，如可升级性、兼容性、可替换性、适应性、可维护性、容错性等。
3. 统一及最简单灵活的技术转让结构，具有最低水平的特殊性。万能结。开放式架构。消耗品等的替代品。
4. 现代建筑包括技术生物学过程的安装、组装和调整。只需要插座和干净的墙壁就能安装技术的日子已经一去不复返了。所谓的建设准备度1、2、3.....是与技术启动阶段相对应的设施准备度阶段。它们必须是设施启动过程的一个组成部分，接受统一的管理和协调，而不是像克雷洛夫的寓言《天鹅、梭子鱼和虾》那样。
5. 在从项目到运营的整个过程中，集成了质量体系的开发和验证。
6. 与BIM一致的项目管理和支持。所谓的设计监理显然不够。
7. 管理建筑物的启动和运行的单一团队。大多数过程需要2-3年的调试期。
8. 关于对象和过程的集中的信息再次涉及到高质量项目管理的问题。
9. 建立人事流程，形成适当的后续沟通和成长的基础。

结果，无论不利的环境因素如何，都可以在项目内达到所需的沟通水平并顺利启动。

在纠正施工过程中的错误方面，可变性逐渐减少。当前建设和启动现代医疗设施的过程真的很像一架正在飞行的飞机，或者一个正在登山的团队。没有机会去商店购买额外的组件或将所有东西倒回去。工程咨询、技术审核、场景规划和准备——在纸上和屏幕上（而不是在混凝土中）模拟不同的场景——比以往任何时候都更加重要。

医生在创建新的肿瘤中心中扮演什么角色？

在我们看来，是最关键的，也是最感兴趣和最活跃的。最终，它决定了一个项目深层的创新和创造力。如果不是医生，谁会对自我实现和技能发展感兴趣？如果不是他，谁会确定医疗技术和服务的适当范围，以及其未来的改进趋势？

公平地说，在医学院，我们没有一个人被教导建立新的医疗中心或其各个部分。无论是在医疗机构，还是在医生的科学和实践工作中，我们都没有想到是医生应该处理这个。抱怨和批评总是比改进或创造新事物更容易。能够制定一项医学任务，然后再制定一项医学技术任务，能有什么价值呢？我们不仅没有学过这一点，这根本不是讨论和积累特殊知识的对象。很可能，假设就是一些“受过特殊训练的人”会负责这个问题，或者这通常是理所当然的事情，不需要特殊的知识

和培训。当然，并非神仙才能烧瓦罐，但烧瓦罐是需要技巧的。而复杂的医学工程对象的“焙烧”不仅需要技能，还需要特殊的额外知识，经验和高速学习。众所周知，这是一项需要必要能力、经验交流和沟通技巧发展的集体劳动。

现代医学中技术（医学、工程、生物技术、信息等）的集成水平非常高，而且只会提高。不幸的是，如果不直接面对，就不可能意识到这一点。即使是最资深的医生和医疗保健组织者也无法理解集成的大致深度和复杂性。通常情况下，医生只限于根据其职业和活动的具体情况提出一般要求和愿望。他真诚地认为，这对一个孩子来说也应该很清楚，而任何标准、建筑规范和禁令——这些都是受过专门训练的人的问题。结果，该医生至少有两次感到失望：第一次，他不得不花费宝贵的时间，竭力说明事情应该如何发展；第二次，当接受违背他的指导所做的事情时。奇怪的是，在这件事上最困难的事情与其说是传达想法，不如说是使想法物质化，并在给定的情况下尽可能取得最完美的结果。相信我们，在这条道路上，你必须努力工作，并在此过程中发挥你所有的勤奋、耐心、毅力、发明能力和社交的能力。即使是最权威的医生也适合担任这样的角色——最起码，不能没有进取心和远见。

一般来说，如果一名医生满足于他目前所拥有的，他要求不高、理性，既不梦想拥有现代技术，也不梦想与最好的技术竞争，这是吸引他接受这样的使命的不祥预兆。他根本不适合担任总设计师，新一代医学的远见者，到头来各方都会失望。

应该着眼于什么，努力实现什么？

首先，有必要监测现有国内临床建议的执行情况，因为这将是未来患者的主要群体。同时，如果肿瘤中心旨在进入全球医疗市场（医疗旅游、参与国际临床试验），推荐遵守国际标准（GCP、GMP、JCI等）。最后，在没有资本密集型成本的情况下，提供现代化以提高效率和引入创新技术，具有重要的战略意义。“重型”医疗设备的更换成本极高，因此有必要选择生产性强、与其他设备兼容、可升级和容错的设备。医疗行业非常看重工作的现代性、可靠性和稳定性，因此需要从一开始就规划生产线、渠道和“瓶颈”的工作冗余（重复）。

为什么能够在我国接受免费治疗的患者往往选择在国外接受治疗？

这里有几个因素。让我们关注一些对比差异。

首先，国外的诊所不会对患者保密，并以通俗易懂的方式解释他们将进行哪些研究和程序、其目的是什么以及会有什么效果。医生和辅助人员一样，总是有时间和合适的词语给患者。医生对第二意见非常开放，彼此之间极为得体，患者的利益和偏好总是优先考虑的。

其次，在西医中，患者始终处于最前沿：他是自己健康的主要客户和管理者，包括自己的医疗和诊断过程。那里患者的喜好得到了尊重，但最重要的是，他们会倾听他的意见，并不遗余力地向他解释，而不是强迫他做出决定。接受了这种态度的经验，患者会想回到这种氛围中去，并会强烈鼓励其他人也这样做。

第三，在国外竞争激烈的循证医学实践中，诊所非常重视自己的声誉，在技术上和人员配备上都在不断更新。我们不太可能让您感到惊讶的是，领先的诊所对确保未来的患者选择他们的诊所并不感兴趣，而是已经到他们那里就诊的患者得到了更好的医疗服务并感到满意，推荐给别人并给“赞”。他们往往热衷于接受困难的临床病例，甚至是那些在其他诊所失败的病例，因为这些病例能让他们创造性地提高自己的技能，从而提高自己的声誉。如果成功的话，正是这些患者在媒体和社交媒体上报道，成为增加该诊所知名度的“黄金储备”。在某些情况下，诊所愿意免费治疗这些患者。

我国通过在医疗保健网络中分配（配额）资源，在财政上保证了医疗的社会义务（国家保障人民免费医疗的方案）。在我国，个体医疗机构和诊所集团并不为提高医疗效率和经济效率而竞争。我们认为，按照这个制度的思想家的逻辑，这种竞争被计划分配的数量和统一的标准和医疗服务的财政关税所取代。例如，要求严格的患者愿意为他们的健康恢复支付或附加费用，但要获得经过验证的有效及高质量的医疗和诊断护理，必须是市场上最好的。在许多国家，可以由患者或其他来源（慈善机构、雇主等）共同资助医疗保健，但在我国，法律严格规定了单一渠道的医疗服务资助体系。这样做可能是出于对民众社会平等的考虑，但实际上，医疗救护的可达性、效率和质量的多样性占了上风，这种方法肯定无助于市场机制的改善。

患者对西医信任的另一个关键方面是他们对适当的质量标准和基于证据的医疗和经济效率的改善的承诺。监管机构与其说是寻求分配和启动，不如说是鼓励更新诊断和治疗方法以及多中心研究。全球医疗旅游高度竞争的开放市场环境，迫使医疗中心和诊所集团不断提高医疗服务的效率和质量。他们最支持使用新算法/技术/药物提高效率和安全指标，这些算法/技术/药物已在众多长期观察的临床阵列中得到可靠证明。领先诊所在其临床实践中更新临床建议及其实施的速度非常快——不像以前那样需要数年，而是数周，最多2-3个月。

此外，不仅方法或算法的新颖性，而且在其他诊所的类似条件下结果的可重复性如今也被视为有效性和安全性的标准。有进取心的诊所积极参与多中心研究，开发多学科数据库、临床和流行病学的登记。循证医疗实践不偏不倚地安排了一切，政府监管机构（FDA，EMA）和医疗专业人士正在积极推动这一点。

领先诊所通过有明确目的和忘我的劳动赢得了患者的信任，这可能是信任此类诊所恢复健康的最重要因素。而健康是最重要的资产，对我们每个人来说，保护健康是先验的，是值得我们付出一切的。这就是为什么现代医学正在吸引注意和吸引投资，而不仅仅是在其实用部分，这是冰山一角，如果没有深入的基础和转化研究，早就融化了。任何现代多学科医疗中心都是一个生物医学集群，结合了三个不可分割的、不断发展的“鲸鱼”：

1) 生产（医疗服务、医用放射性同位素、放射性药物、基因检测等的生产）；

2) 研究（病理形态学、基因转录组学、生物银行、合作研究、数据和生物材料银行、循证数据分析等）；

3) 教育（知识、经验、技术的转移、创新发展、人工智能的发展等）。

对进口设备、试剂、制剂和方法的依赖程度有多高？

简单来说，依赖程度极高：几十年一直在增长，未来还会继续增长。这是与全球市场竞争发展相关的全球趋势。我国已经建立了一些医药生产，但这个清单并不多，而且基本上没有涵盖对高科技医疗设备的需求。国内没有与领先的内窥镜设备制造商、放射治疗、短程治疗、单光子发射计算机断层扫描、正电子断层扫描等辐照装置的现代型号相媲美的类似产品。药物情况略好，但靶向抗癌药质量稳定性、国产仿制药与原研药疗效、毒性等效性等问题存在疑问。

反过来，生物医药领域提高优质进口替代的一个巨大问题是对进口生产设备和原料的依赖性。至于该国现有的监管框架更不用说，它不符合现代现实，而且经常相互矛盾。监管实践应该学习和改进，首先是推动，而不是阻碍行业的发展。

问题和矛盾在每个领域都积累了很多，它们有机地相互关联，随着它们的积累和矛盾，解决它们变得越来越困难。主要原因是没有人愿意从自己开始，缺乏动力，也缺乏针对结果的团队合作的技能。

但你必须改变自己的态度并学习，否则一切都将停留在梦想和计划中。

我们真的需要外国的经验吗？难道自己做不到？

不是，我们做不到，因为任务不是编写另一个程序，而是展示为现代生物医学创造具有竞争力的创新产品的成果。

发明自行车或火药有意义吗？也许在其他非医学领域是有的，但在医学领域是不可能

的。这可能会需要很长时间，也可能没有结果，而且患者也等不及了。在开放的情况下，至少到目前为止，与外国同行分享知识和经验就更不明智了。医学和生物技术的科学和实践世界的大门并没有向医学家和科学家关闭。我们的使命是保护和延长人类生命，发展生命科学。

您可能会争辩说，在限制获取技术的情况下，创造力的动机会增加。那肯定。但医学相当保守，个别国家的新技术很少。任何创造性的发展，例如，一项新的手术技术，都需要在其他医疗机构中进行独立的循证验证。在一个严格遵循循证、公正和道德原则的全球医学界，这种验证速度要快得多。个人的创造性开发，即使全部是成功的，是否能够弥补知识、经验和技术转移的不足？当然不是。此外，创造性的开发应该导致仪器基础和消耗品、服务和现代化的改进，而在这种情况下，对世界上任何国家的全球市场都有很强的依赖性。无论怎么看，这里都没有进步。

结论

毫无疑问，我们确实需要生物学方面的世界经验，就像我们的经验对世界有潜在的价值一样。不想只在自己的错误上学习，积累落后，但更糟糕的是浪费值得更好地利用的时间。我们认为，现在还有机会，所以要向世界领先者学习和创新，首先是为了我们患者的利益和我们追随者的未来。创造力和灵活性也需要学习，尤其是在当前不可抗力和竞争的条件下。

千里之行，始于足下，但要想改变世界，先从自己做起。这些伟大的名言，以及本文的题词，最好反映我们对这个问题的想法的本质。

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. P.O. Rumiantsev — discussion of the concept, design elaboration, writing and edition, preparing of the manuscript for publication; D.A. Cherkasov — idea and writing of the manuscript.

AUTHORS' INFO

*** Pavel O. Rumiantsev**, MD, Dr. Sci. (Med);
address: 8, Malaya Konyushennaya,
Saints Peterburg, 191186, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7721-634X>;
eLibrary SPIN: 7085-7976; e-mail: pavelrum@gmail.com

Dmitry A. Cherkasov;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6750-3997>;
e-mail: dr.cherkasov@gmail.com

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

ОБ АВТОРАХ

*** Румянцев Павел Олегович**, д.м.н.;
адрес: Россия, 191186, Санкт-Петербург,
Малая Конюшенная, д. 8;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7721-634X>;
eLibrary SPIN: 7085-7976; e-mail: pavelrum@gmail.com

Черкасов Дмитрий Алексеевич;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6750-3997>;
e-mail: dr.cherkasov@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111833>

Инновационная стратегическая сессия в научной деятельности Центра диагностики и телемедицины

И.А. Виноградова, Л.А. Низовцова, О.В. Омелянская

Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Иногда для того чтобы создавать что-то новое, нужно выходить за рамки возможного и привычного. Человеческий потенциал безграничен, а мир технологических возможностей открывает новые горизонты и помогает достичь даже самой сложной цели.

Настоящему учёному необходимо умение выходить за рамки правил, ограничивающих образ его мыслей. То, что мы знаем, гораздо сильнее препятствует нашему научному прогрессу, чем то, чего мы не знаем. Очистить разум от предвзятости довольно трудно, практически невозможно. Как и невозможно вытащить себя из «колеи» правил без помощи какой-нибудь идеи со стороны.

Последняя неделя июля в ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения Москвы» была ознаменована ярким, неординарным событием — «Неделей науки», которая показала сотрудникам важность научных открытий как для отдельно взятого человека, так и для общества в целом, и, по сути, явилась площадкой для обсуждения опережающих технологий, вызовов и решений. Четыре дня учёные Центра презентовали и защищали свои доклады, а их коллеги задавали вопросы по применению и воплощению инициатив.

Ключевые слова: искусственный интеллект; нейровизуализация; организация здравоохранения; научные проекты.

Как цитировать

Виноградова И.А., Низовцова Л.А., Омелянская О.В. Инновационная стратегическая сессия в научной деятельности Центра диагностики и телемедицины // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3, № 4. С. 414–420. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111833>

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111833>

Innovative strategic session in the scientific activity of the Center for Diagnostics and Telemedicine

Irina A. Vinogradova, Lyudmila A. Nizovtsova, Olga V. Omelyanskaya

Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Sometimes, you need to go beyond the possible and ordinary in order to create something new. Human potential is limitless, and the world of technological possibilities opens up new horizons and helps to achieve the most difficult goals.

A real scientist should think out of the box and go beyond the rules. Sticking with what we know today and being not open to new knowledge hinders our scientific progress. It is quite difficult, if not impossible, to get rid of bias. Similar to how it is almost beyond our possibilities to pull yourself out of the “rut” of the rules without a help.

However, we tried to do impossible possible at our “Science Week.” The last week of July at the Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of the Moscow Healthcare Department was highlighted by this outstanding extraordinary event. During this week, the importance of scientific discoveries for both an individual and whole society was demonstrated. In fact, it was a platform for discussing advanced technologies, challenges, and solutions. For 4 days, the scientists of the Center presented their reports and defended their ideas. Their colleagues took part in the discussion and asked questions about the application and implementation of their initiatives.

Keywords: artificial intelligence; neuroimaging; healthcare management; scientific projects.

To cite this article

Vinogradova IA, Nizovtsova LA, Omelyanskaya OV. Innovative strategic session in the scientific activity of the Center for Diagnostics and Telemedicine. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):414–420. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111833>

Received: 12.10.2022

Accepted: 17.10.2022

Published: 18.11.2022

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111833>

诊断和远程医疗中心科学活动中的创新战略会议

Irina A. Vinogradova, Lyudmila A. Nizovtsova, Olga V. Omelyanskaya

Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation

简评

有时为了创造新东西，你必须超越可能和通常的东西。人类的潜力是无限的，一个充满技术可能性的世界开辟了新天地，有助于实现最具挑战性的目标。

一个真正的科学家需要有超越限制其思考方式的规则。我们知道的比我们不知道的东西更能成为我们科学进步的障碍。清除头脑中的偏见是相当困难的，几乎不可能。正如没有一些外部想法的帮助，就不可能让自己走出规则的“困境”。

7月的最后一周，在莫斯科医疗保健部门的诊断和远程医疗技术科学与实践临床中心举办了一场精彩非凡的活动——《科学周》，向员工展示了科学发现对个人和整个社会的重要性，事实上，是讨论先进技术、挑战和解决方案的平台。在为期四天的时间里，该中心的科学家们展示并捍卫了他们的报告，他们的同事们就提出了关于如何应用和实施倡议的问题。

关键词：人工智能；神经影像学；医疗机构；科学项目。

To cite this article

Vinogradova IA, Nizovtsova LA, Omelyanskaya OV. 诊断和远程医疗中心科学活动中的创新战略会议. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):414–420. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD111833>

收到: 12.10.2022

接受: 17.10.2022

发布日期: 18.11.2022

绪论

2022年7月25日至28日，国家预算医疗机构莫斯科市卫生局诊断和远程医疗技术科学与实用临床中心举办了“科学周”活动，这是该中心最大的科学活动，几乎所有部门和单位的近100名员工参加了此次活动。这一周的联合举办使此活动成为一个独特的科学大事，触及当前科学和技术领域的跨学科问题，为在年轻人中普及研究和项目活动迈出了第一步，并展示了该中心科学部门的成就。

科学局的员工提交了40多份报告，他们试图提出超越现有范式的原创解决方案，并应对“大挑战”——社会在发展中面临的风险和威胁。

“科学周”作为一种交流也很重要：同事们有机会介绍科学工作的新主题和领域，听取彼此的倡议，交换必要的联系，团结起来实施某个项目。研究人员承认他们希望在相关领域表现自己。合作应运而生，一些人的想法引起了其他人的浓厚兴趣。

在准备“科学周”时，国家预算医疗机构莫斯科市卫生局诊断和远程医疗技术科学与实用临床中心主任尤里·瓦西里耶夫要求参与者专注于科学的远见卓识：想出一些不寻常且有趣的东西：“科学不应该局限于任何事情，它应该让最疯狂的想法在看起来有用的情况下成为现实”。

科学项目及讨论

所提出的项目主要致力于两个领域：旨在促进患者研究或治疗过程的科学和应用工作，以及医

疗保健管理——旨在简化医生和中级医务工作者活动的工作。这些提案各不相同，包括那些具有基本性质的提案，扩展了现有方法的范围。每次展示结束后，所有与会者都可以在网上投票，表达他们对所介绍项目前景的看法。此外，每份报告都附有积极的讨论和问答环节。

根据投票结果，领先的项目被认定为创新技术部门负责人达里亚·沙拉波瓦（Daria Sharova）的项目“创建测试中心”。报告概述了该项目的全球目标——借助以科学实用临床中心为基础创建的检测中心，实现俄罗斯联邦医疗器械的统一高水平发展。

科学医学研究部负责人罗曼·列舍特尼科夫（Roman Reshetnikov）的报告“心理放射学：使用辐射诊断检测精神障碍”引起了与会者的极大兴趣。该项目致力于在人口中发现导致残疾的五种疾病中的精神疾病，这个问题是有现实意义的。为了解决这个问题，提议创建一个基于客观和科学的神经影像生物标志物的可信赖的诊断工具。除其他外，这一工具将为有需要的人提供有针对性和及时的心理援助。在项目讨论过程中，确定了与其他专业科学和医学组织的同事在这一研究领域开展合作的可能性。

科学医学研究部高级研究员杰尼斯·列奥诺夫（Denis Leonov）介绍的初创项目《医科大学可用教学模型》引起了极大兴趣。该项目的目的是通过在教育过程中引入一系列模型来提高医学院学生的教学效率。这些模型可以模拟在各种人体器官超声检查以及脑血管病变超声诊断过程中出现的情况。因此，实现了更大的



以国家预算医疗机构莫斯科市卫生局诊断和远程医疗技术科学与实用临床中心主任尤里·瓦西里耶夫为首的大会主席团。



“科学周”如火如荼。第三天。

真实性，并扩大了应用范围。商业医学超声模型非常特殊，因为它们模拟特定的临床场景。这使得它们在多用途研究和教学中的使用成本很高[1]。在执行国家任务的过程中，开发了一种独特的技术，可以为特定的临床任务组织可用的大规模生产模型。建议实施更可用的一一批量生产，以及“订购”的单一模型生产。考虑到俄罗斯联邦的市场容量，此类产品的产量约为每年2000件。

创新技术部副研究员阿娜丝塔西娅·斯莫尔奇科娃 (Anastasia Smorchkova) 介绍了一个主题为《搜索和评估年轻患者脑动脉瘤的意义》的项目。脑动脉瘤破裂已被证明是非创伤性脑出血的最常见原因之一（每年每10万人中约有13例）。同时，从动脉瘤破裂到予以医疗救护期间的死亡率为10-15%[2]。根据临床指南[3]，无论是否存在危险因素，均可建议每个30岁以上的人进行无创筛查。确定破裂风险的关键因素，即动脉瘤的垂直高度 (perpendicular height) 和动脉瘤直径与邻近血管的大小比 (size ratio)，可以通过神经影像学方法获得。作者提出了解决这一问题的办法，开发了一种人工智能形态测量算法来检测、测量动脉瘤的大小并估计动脉瘤破裂的概率。因此，该项目的实施可能有助于增加对隐藏（未破裂）脑动脉瘤的检测，并可能降低年轻患者的死亡率和残疾率。在讨论中，还指出该项目具有很高的社会意义，因为它旨在防止劳动年龄的人死亡。

放射诊断研究部门代理负责人伊万·布洛欣 (Ivan Blokhin) 提出的一系列报告引起了热烈的讨论，这些报告涉及放射科工作组织的必

要变化——用于与患者互动以及优化和改进放射科医生工作的解决方案。作为“为研究正确准备患者的信息材料”项目的一部分，作者提议开发模拟和数字信息材料，用于最常见类型的放射学、CT和MRI检查的患者准备，以减少因患者准备不足而延期的检查数量，并减少因图像质量差而重复检查的数量。在“医疗机构运作记忆”展示中，作者提议分析在不同医疗机构中接受放射诊断研究的患者的时间间隔。这项分析的结果将通过使用“代码手环”在诊断过程的每个阶段跟踪患者来优化门诊医疗机构的工作和物流流程，并找出门诊医疗机构常规做法中的“陷阱”。

所有提交的报告都收集在诊断和远程医疗中心的“科学项目库”文集中。



用于使用超声成像研究颅骨中血管的模型。



会议最后热烈的讨论。

此外，讨论的结果有助于确定最有前途的方向和主题，这些方向和主题应纳入科学实用临床中的三年研究计划。

结论

该活动的成果之一是为研究活动的开放式长期规划创造了条件。

研究人员指出，听到批评是多么重要：这有助于他们看到自己工作的弱点和实施所设想的项目的困难。此外，员工们听到了彼此的想法，看到了其他人如何完成类似工作，现在他们可以尝试优化和改进他们的项目。

在“科学周”结束之际，国家预算医疗机构莫斯科市卫生局诊断和远程医疗技术科学与实用临床中心主任尤里·瓦西里耶夫表示，希望这项活

动成为常规活动，每年都能吸引越来越多的参与者。

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

I.A. Vinogradova — study design, manuscript drafting; L.A. Nizovtsova — study design, manuscript revising; O.V. Omelyanskaya — study design, manuscript revising.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Leonov D., Kodenko M., Leichenko D., et al. Design and validation of a phantom for transcranial ultrasonography // *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2022;17(9):1579–1588. doi: 10.1007/s11548-022-02614-2

2. Хирургия аневризм головного мозга / под ред. В.В. Крылова. В трех томах. Т. I. Москва, 2011. С. 23–35.

3. Клинические рекомендации по лечению неразорвавшихся аневризм головного мозга. Москва, 2015. 28 с.

REFERENCES

1. Leonov D, Kodenko M, Leichenko D, et al. Design and validation of a phantom for transcranial ultrasonography. *Int J Comput Assist Radiol Surg.* 2022;17(9):1579–1588. doi: 10.1007/s11548-022-02614-2

2. Surgery of brain aneurysms. Ed. by V.V. Krylov. In three volumes. Vol. I. Moscow; 2011. P. 23–35. (In Russ).

3. Clinical recommendations for the treatment of unexploded brain aneurysms. Moscow; 2015. 28 p. (In Russ).

AUTHORS' INFO

*** Irina A. Vinogradova**, Cand. Sci. (Tech.);
address: 24 Petrovka str., 127051, Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6465-4132>;
eLibrary SPIN: 6493-1970; e-mail: i.vinogradova@npcmr.ru

Lyudmila A. Nizovtsova, MD, Dr. Sci. (Med), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9614-4505>;
eLibrary SPIN: 9957-8107; e-mail: lanizo@yandex.ru

Olga V. Omelyanskaya;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0245-4431>;
eLibrary SPIN: 8948-6152; e-mail: o.omelyanskaya@npcmr.ru

ОБ АВТОРАХ

*** Виноградова Ирина Александровна**, к.т.н.;
адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6465-4132>;
eLibrary SPIN: 6493-1970; e-mail: i.vinogradova@npcmr.ru

Низовцова Людмила Арсеньевна, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9614-4505>;
eLibrary SPIN: 9957-8107; e-mail: lanizo@yandex.ru

Омелянская Ольга Васильевна;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0245-4431>;
eLibrary SPIN: 8948-6152; e-mail: o.omelyanskaya@npcmr.ru

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку