

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430357>

Контроль количественной оценки фракции жира в магнитно-резонансной томографии: двухцентровое фантомное исследование

О.Ю. Панина¹, В.А. Игнатъева², А.А. Монахова²¹ Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Российская Федерация² Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование: оценка количественных параметров с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) является актуальным направлением. Расчёт фракции жира (FF) открывает новые возможности в точной постановке диагноза и в будущем позволит заменить инвазивные методы, такие как биопсия. Количественная оценка сможет позволить проводить достоверный динамический контроль, оценку лекарственной терапии и т.д. Однако рентгенологи, а также врачи клинических специальностей должны быть уверены в точности и достоверности количественных показателей.

Цель: оценка точности количественного измерения FF с помощью фантомного моделирования в диапазоне от 0 до 60%.

Методы: для моделирования объектов исследования были выбраны эмульсии по типу «масло в воде». Концентрации эмульсий на основе растительных масел были представлены в диапазоне 0–60%. Пробирки с эмульсиями помещались в цилиндрический фантом. Сканирование выполнялось на томографе Optima, MR450w 1,5 Тл (GE) в режиме «Lava Flex», а также на томографе Ingenia, 1,5 Тл (Philips) в режиме «DIXON». Фракция жира определялась расчётным методом по формулам, на основе сигнальных характеристик, по изображениям в фазе (In) и противофазе (Out): $FF = (In - Out) / 2 \cdot In \cdot 100$; по изображениям, взвешенным по воде (Water) и по жиру (Fat): $FF = Fat / (Fat + water) \cdot 100$.

Результаты: точность измерения процентного содержания жира при «DIXON» была идентична «Lava Flex». Данные измеряемых значений концентрации жира были систематически завышены по отношению к заданным в среднем на 57,6% при средней абсолютной разнице 17,2%. Также определялось неравномерное занижение в диапазоне 20–40%.

Заключение: фантомное моделирование с использованием прямых эмульсий по типу «масло в воде» позволило провести контроль работы диксоновских последовательностей в количественном определении жировой фракции. Для корректного количественного определения FF предпочтительнее проводить расчёты по данным изображений Water и Fat с использованием формулы $FF = Fat / (Fat + water) \cdot 100$. Расчёты по изображениям In-phase и Out-phase предоставляют неоднозначные результаты. Для того чтобы корректно производить количественный расчёт фракции жира с помощью представленных выше формул в режимах «Lava Flex» и «DIXON» необходимо проводить расчёт с поправочным коэффициентом. Использование фантома дает возможность осуществлять надлежащий контроль качества и калибровку МР-томографа, а также делать количественное измерение жира широкодоступным.

Ключевые слова: последовательности Диксона; фракция жира; фантом.

КАК ЦИТИРОВАТЬ

Панина О.Ю., Игнатъева В.А., Монахова А.А. Контроль количественной оценки фракции жира в магнитно-резонансной томографии: двухцентровое фантомное исследование // *Digital Diagnostics*. 2023. Т. 4, № 1 Supplement. С. 96–98. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430357>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bray T.J., Chouhan M.D., Punwani S., et al. Fat fraction mapping using magnetic resonance imaging: insight into pathophysiology // *Br J Radiol*. 2018. Vol. 91, N 1089. P. 20170344. doi: 10.1259/bjr.20170344
2. Panina O.Yu., Gromov A.I., Akhmad E.S., et al. Accuracy of fat fraction estimation using Dixon: experimental phantom study // *Medical Visualization*. 2022. Vol. 26, N 4. P. 147–158. doi: 10.24835/1607-0763-1160

Рукопись получена: 15.05.2023

Рукопись одобрена: 05.06.2023

Опубликована Online: 10.07.2023

3. Corrias G., Erta M., Sini M., et al. Comparison of Multimaterial Decomposition Fat Fraction with DECT and Proton Density Fat Fraction with IDEAL IQ MRI for Quantification of Liver Steatosis in a Population Exposed to Chemotherapy // Dose Response. 2021. Vol. 19, N 2. P. 1559325820984938. doi: 10.1177/1559325820984938

4. Reeder S.B., Hu H.H., Sirlin C.B. Proton density fat-fraction: a standardized MR-based biomarker of tissue fat concentration // J Magn Reson Imaging. 2012. Vol. 36, N 5. P. 1011–1014. doi: 10.1002/jmri.23741

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430357>

Quality control of fat fraction quantification in magnetic resonance imaging: A two-center phantom study

Olga Yu. Panina¹, Varvara A. Ignatyeva², Alyona A. Monakhova²

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

² A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Assessment of quantitative parameters using magnetic resonance imaging (MRI) is a relevant trend. Fat fraction (FF) calculation provides new opportunities for accurate diagnosis and will replace invasive methods such as biopsy in the future. Quantification will enable reliable dynamic monitoring and assessment of drug therapy. However, radiologists and clinical specialists must be confident in the accuracy and reliability of the quantitative measures.

AIM: To assess the accuracy of quantitative FF measurement using phantom simulation in the range of 0% to 60%.

METHODS: Emulsions of the “oil-in-water” type were chosen to simulate the objects of the study. Concentrations of vegetable oil-based emulsions were presented in the range of 0% to 60%. Tubes containing the emulsions were placed in a cylindrical phantom. Scans were performed on an Optima, MR450w 1.5 Tesla (GE) tomograph in Lava Flex mode and on an Ingenia, 1.5 Tesla (Philips) tomograph in DIXON mode. FF was determined by formulas using images in In-phase and Out-phase based on signal characteristics ($FF = [In - Out] / 2 \cdot In \cdot 100$) and images weighted by Water and Fat data ($FF = Fat / [Fat + water] \cdot 100$).

RESULTS: The accuracy of the fat percentage measurement with the DIXON technique was identical to that of the Lava Flex. The data of the measured fat concentration were systematically overestimated in relation to the target values by an average of 57.6% with an average absolute difference of 17.2%. In addition, an irregular underestimation in the range of 20% to 40% was detected.

CONCLUSIONS: Phantom simulation using direct oil-in-water emulsions allowed to control the performance of the Dixon sequences in quantifying the FF. For correct FF quantification, calculation from Water and Fat image data using the formula $FF = Fat / (Fat + water) \cdot 100$ is preferable. Calculations based on In-phase and Out-phase images provide ambiguous results. The FF calculation in the Lava Flex and DIXON modes must be performed with a correction factor. The use of the phantom allows proper quality control and calibration of the MRI scanner and makes quantitative fat measurement widely available.

Keywords: DIXON technique; fat fraction; phantom.

FOR CITATION

Panina OYu, Ignatyeva VA, Monakhova AA. Quality control of fat fraction quantification in magnetic resonance imaging: A two-center phantom study. *Digital Diagnostics*. 2023;4(1S):96–98. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD430357>

REFERENCES

1. Bray TJ, Chouhan MD, Punwani S, et al. Fat fraction mapping using magnetic resonance imaging: insight into pathophysiology. *Br J Radiol*. 2018;91(1089):20170344. doi: 10.1259/bjr.20170344

2. Panina OYu, Gromov AI, Akhmad ES, et al. Accuracy of fat fraction estimation using Dixon: experimental phantom study. *Medical Visualization*. 2022;26(4):147–158. doi: 10.24835/1607-0763-1160

Received: 15.05.2023

Accepted: 05.06.2023

Published Online: 10.07.2023

3. Corrias G, Erta M, Sini M, et al. Comparison of Multimaterial Decomposition Fat Fraction with DECT and Proton Density Fat Fraction with IDEAL IQ MRI for Quantification of Liver Steatosis in a Population Exposed to Chemotherapy. *Dose Response*. 2021;19(2):1559325820984938. doi: 10.1177/1559325820984938

4. Reeder SB, Hu HH, Sirlin CB. Proton density fat-fraction: a standardized MR-based biomarker of tissue fat concentration. *J Magn Reson Imaging*. 2012;36(5):1011–1014. doi: 10.1002/jmri.23741

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

*** Монахова Алёна Андреевна;**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0271-2953>;

e-mail: malyona98@gmail.com

Панина Ольга Юрьевна;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8684-775X>;

eLibrary SPIN: 5504-8136; e-mail: olgayurpanina@gmail.com

Игнатьева Варвара Александровна;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6229-0342>;

e-mail: varvaraigna1612@gmail.com

AUTHORS' INFO

*** Alyona A. Monakhova;**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0271-2953>;

e-mail: malyona98@gmail.com

Olga Yu. Panina;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8684-775X>;

eLibrary SPIN: 5504-8136; e-mail: olgayurpanina@gmail.com

Varvara A. Ignatyeva;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6229-0342>;

e-mail: varvaraigna1612@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author