

ISSN 0042-4676 (Print)
ISSN 2619-0478 (Online)

Вестник
Journal

рентгенологии
of Radiology

и радиологии
and Nuclear Medicine

102, №6, 2021

ЙОМЕРОН
йомепрол



Р-ФАРМ
Инновационные
технологии
здоровья

Вестник рентгенологии и радиологии

Рецензируемый научно-практический журнал

Том 102, № 6, 2021

Journal of Radiology and Nuclear Medicine

Peer-Reviewed Scientific and Practical Journal

Vol. 102, No. 6, 2021

Вестник рентгенологии и радиологии

Рецензируемый научно-практический журнал

Журнал включен ВАК в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по специальности 14.01.13. «Лучевая диагностика, лучевая терапия». Официальный журнал Российского общества рентгенологов и радиологов. Представлен в Российском индексе научного цитирования. Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-71544 от 13.11.2017 г.

Периодичность 1 раз в два месяца.

Издательство журнала установило лицензионные отношения в электронном виде с издательством EBSCO Publishing, ведущим мировым агрегатором полных текстов всевозможных журналов и электронных книг. Полный текст статей журнала можно найти в базе данных EBSCOhost™

Учредитель 1:	Общероссийская общественная организация содействия развитию лучевой диагностики и терапии «Российское общество рентгенологов и радиологов»
Адрес:	129344, г. Москва, ул. Верхоянская, д. 18, корп. 2, эт. 0, пом. 2, ком. 4
Учредитель 2:	Общество с ограниченной ответственностью «ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА»
Адрес:	121552, Москва, ул. Ярцевская, д. 34, корп. 1, эт. 2, пом. I, комн. 7, оф. 33
Издатель:	Общество с ограниченной ответственностью «ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА» 121552, Москва, ул. Ярцевская, д. 34, корп. 1, эт. 2, пом. I, комн. 7, оф. 33
Стоимость:	Свободная цена
Адрес редакции, телефон:	121552, Москва, ул. Ярцевская, д. 34, корп. 1, эт. 2, пом. I, комн. 7, оф. 33, тел.: +7 (985) 120-70-06
Подписной индекс:	81601 – в каталоге «Урал-Пресс» П8155 – в электронном каталоге Почта России

Подписку на печатный экземпляр журнала можно оформить в любом отделении Почты России или на сайте <http://podpiska.pochta.ru>
Полная электронная версия статей журнала размещается на сайтах: <https://www.elibrary.ru>, <https://www.iprbooks.ru>,
<https://rucont.ru>, <https://www.ebsco.com>

Главный редактор

Тюрин И.Е., д. м. н., профессор, заведующий кафедрой рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

Редакционная коллегия

Абельская И.С., д. м. н., профессор, Минск, Беларусь
Балахонова Т.В., д. м. н., профессор, Москва, Россия
Даутов Т.Б., д. м. н., профессор, Нур-Султан, Республика Казахстан
Дмитриева Л.И., к. м. н., Москва, Россия
Коновалов Р.Н., к. м. н., доцент, Москва, Россия
Лисицкая М.В., к. м. н., ответств. секретарь, Москва, Россия
Михайлов А.Н., д. м. н., профессор, акад. Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь
Морозов А.К., д. м. н., профессор, Москва, Россия
Низовцова Л.А., д. м. н., профессор, Москва, Россия
Нуднов Н.В., д. м. н., профессор, Москва, Россия
Осиев А.Г., д. м. н., профессор, Москва, Россия
Ратников В.А., д. м. н., профессор, Санкт-Петербург, Россия
Ридзэн Т.В., д. м. н., профессор, Людвигсхафен-на-Рейне, Германия
Рожкова Н.И., д. м. н., профессор, Москва, Россия

Сергиенко В.Б., д. м. н., профессор, Москва, Россия
Синицын В.Е., д. м. н., профессор, зам. главного редактора, Москва, Россия
Солодкий В.А., д. м. н., профессор, акад. РАН, Москва, Россия
Сташук Г.А., д. м. н., профессор, Москва, Россия
Терновой С.К., д. м. н., профессор, акад. РАН, 1-й зам. главного редактора, Москва, Россия
Черкавская О.В., д. м. н., заведующая редакцией, Москва, Россия
Шария М.А., д. м. н., профессор, Москва, Россия
Boris Brkljacic, Dr. Med. Sc., Professor, Zagreb, Croatia
Michael H. Fuchsjäger, Dr. Med. Sc., Professor, Graz, Austria
Nicholas C. Gourtsoyiannis, Dr. Med. Sc., Professor, Crete, Greece
Andrei I. Holodny, Dr. Med. Sc., Professor, New York, USA
Ruzica Maksimovic, Dr. Med. Sc., Professor, Belgrade, Serbia
Maximilian F. Reiser, Dr. Med. Sc., Professor, Munich, Germany
Jacob Sosna, Dr. Med. Sc., Professor, Jerusalem, Israel

Сдано в набор 21.12.2021 г. Подписано в печать 29.12.2021 г. Формат 60 × 88¹/₈
Усл. печ. л. 8,5 Уч.-изд. л. 8,5 Бум. л. 4,25 Зак. 50
ФГУП «Издательство «Наука», 117997, Москва, Профсоюзная ул., 90
E-mail: info@naukaran.com <https://naukapublishers.ru> <https://naukabooks.ru>
ФГУП «Издательство «Наука» (Типография «Наука»), 121099, Москва, Шубинский пер., 6

Journal of Radiology and Nuclear Medicine**Vestnik rentgenologii i radiologii**

Peer-Reviewed Scientific and Practical Journal

Founded in 1920.

Official Journal of Russian Society of Radiology.

Journal is indexed in RSCI (Russian Science Citation Index).

Issued bimonthly.

The journal accepts articles on specialty 14.01.13 (Radiation Diagnostics, Radiation Therapy). Registered with the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media. Registration certificate ПИ No. ФС77-71544, November 13, 2017.

Publisher has entered into an electronic licensing relationship with EBSCO Publishing, the world's leading aggregator of full text journals, magazines and eBooks. The full text of journal can be found in the EBSCOhost™ databases

Founder 1:	Russian Society of Radiology
Address:	129344, Moscow, Verkhoyskaya street, 18, bld. 2, floor 0, apartment 2, room 4
Founder 2:	Limited Liability Company "LUCHEVAYA DIAGNOSTIKA"
Address:	121552, Moscow, Yartsevskaya str., 34, bld. 1, floor 2, apartment 1, room 7, office 33
Publisher:	Limited Liability Company "LUCHEVAYA DIAGNOSTIKA"
	121552, Moscow, Yartsevskaya str., 34, bld. 1, floor 2, apartment 1, room 7, office 33
The cost of one issue:	Free price
Address, phone of edition:	121552, Moscow, Yartsevskaya str., 34, bld. 1, floor 2, apartment 1, room 7, office 33, phone: +7 (985) 120-70-06
Subscription index:	81601 – in the Ural-Press catalog П8155 – in the Russian Post electronic catalog

You can subscribe to a printed copy of the journal at any Russian Post office or on the website <http://podpiska.pochta.ru>

The full electronic version of the journal articles is published on the websites: <https://www.elibrary.ru>, <https://www.iprbooks.ru>,
<https://www.rucont.ru>, <https://www.ebsco.com>

Editor-in-Chief

Igor' E. Tyurin, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Chair of Radiology and Nuclear Medicine, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

Editorial board

Irina S. Abelskaya, Dr. Med. Sc., Professor, Minsk, Belarus
Tatiana V. Balakhonova, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow, Russia
Tairkhan B. Dautov, Dr. Med. Sc., Professor, Nur-Sultan, Kazakhstan
Lyudmila I. Dmitrieva, Cand. Med. Sc., Moscow, Russia
Rodion N. Kononov, Cand. Med. Sc., Associate Professor, Moscow, Russia
Maria V. Lisitskaya, Cand. Med. Sc., Executive secretary, Moscow, Russia
Anatoly N. Mikhaylov, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus
Aleksandr K. Morozov, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow, Russia
Lyudmila A. Nizovtsova, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow, Russia
Nikolay V. Nudnov, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow, Russia
Aleksandr G. Osiev, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow, Russia
Vyacheslav A. Ratnikov, Dr. Med. Sc., Professor, St. Petersburg, Russia
Tatiana V. Riden, Dr. Med. Sc., Professor, Ludwigshafen am Rhein, Germany
Nadezhda I. Rozhkova, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow, Russia
Vladimir B. Sergienko, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow, Russia

Valentin E. Sinitsyn, Dr. Med. Sc., Professor, Deputy editor, Moscow, Russia
Vladimir A. Solodkiy, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
Galina A. Stashuk, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow, Russia
Sergey K. Ternovoy, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences, 1st Deputy editor, Moscow, Russia
Olga V. Cherkavskaya, Dr. Med. Sc., Head of Editorial Board, Moscow, Russia
Merab A. Shariya, Dr. Med. Sc., Professor, Moscow, Russia
Boris Brkljacic, Dr. Med. Sc., Professor, Zagreb, Croatia
Michael H. Fuchsjaeger, Dr. Med. Sc., Professor, Graz, Austria
Nicholas C. Gourtsoyiannis, Dr. Med. Sc., Professor, Crete, Greece
Andrei I. Holodny, Dr. Med. Sc., Professor, New York, USA
Ruzica Maksimovic, Dr. Med. Sc., Professor, Belgrade, Serbia
Maximilian F. Reiser, Dr. Med. Sc., Professor, Munich, Germany
Jacob Sosna, Dr. Med. Sc., Professor, Jerusalem, Israel

Оригинальные статьи

Солодкий В.А., Сотников В.М., Чхиквадзе В.Д., Нуднов Н.В., Троценко С.Д.

Влияние послеоперационной радиотерапии на общую выживаемость больных
немелкоклеточным раком легкого группы pN1 338

Грива Н.А., Гаврилов П.В., Никитина И.А., Кирюхина Л.Д., Наркевич А.Н., Соколович Е.Г.

Влияние подтипа и объема эмфиземы по данным компьютерной томографии
на вентиляционную и газообменную функции легких 349

Сташук Г.А., Мойсюк Я.Г., Смирнова Д.Я., Сумцова О.В.

КТ-перфузия печени как неинвазивный метод оценки гемодинамики печеночной
паренхимы у пациентов с фиброзом и циррозом в исходе хронического вирусного
гепатита С 359

Чухонцева Е.С., Морозова Т.Г., Борсуков А.В.

Опыт применения транскраниальной электростимуляции в оценке
микроциркуляторного русла методом бесконтрастной магнитно-резонансной перфузии
у пациентов с хронической ишемией головного мозга 369

Никитин П.А., Нуднов Н.В., Знаменский И.А., Азимов Р.Х., Карпова А.А., Аверин Е.Е.

Мультиспиральная компьютерная томография в оценке сморщивания титанового
импланта при протезирующей герниопластике 377

Клинические случаи

**Малахова М.В., Прохорова Е.А., Куличкин А.С., Бриль К.Р., Ван Е.Ю., Дзеранова А.Н.,
Галян Т.Н., Ховрин В.В., Чарчян Э.Р.**

Диагностика отрыва клапаносодержащего кондуита восходящего отдела аорты
и его успешное хирургическое лечение 383

**Старосельцева О.А., Нуднов Н.В., Радутная М.Л., Бондарь Е.Л., Воробьев А.Н., Левин Д.В.,
Яковлев А.А., Пронькина Е.В.**

Особенности нейровизуализации интракраниальных ятрогенных инородных тел 390

Original research

**Vladimir A. Solodkiy, Vladimir M. Sotnikov, Vladimir D. Chkhikvadze,
Nikolay V. Nudnov, Sergey D. Trotsenko**

Impact of Postoperative Radiotherapy on Overall Survival in Patients with pN1
Non-Small Cell Lung Cancer 338

**Nadezhda A. Griva, Pavel V. Gavrilov, Inna A. Nikitina, Larisa D. Kiryukhina,
Artem N. Narkevich, Evgeniy G. Sokolovich**

Impact of Emphysema Subtypes and Volume on Lung Ventilation and Gas Exchange Functions
as Evidenced by Computed Tomography 349

Galina A. Stashuk, Yan G. Moysyuk, Dar'ya Ya. Smirnova, Ol'ga V. Sumtsova

Liver CT Perfusion Imaging as a Non-Invasive Method for Assessing Hemodynamics
of the Hepatic Parenchyma in Patients with Fibrosis and Cirrhosis as a Result
of Chronic Viral Hepatitis C 359

Ekaterina S. Chukhontseva, Tatiana G. Morozova, Aleksey V. Borsukov

Experience with Transcranial Electrical Stimulation in the Assessment
of the Microvascular Bed by Contrast-Free Magnetic Resonance Perfusion Imaging
in Patients with Chronic Cerebral Ischemia 369

**Pavel A. Nikitin, Nikolay V. Nudnov, Igor A. Znamenskiy, Rustam Kh. Azimov,
Anastasia A. Karpova, Evgeniy E. Averin**

Multi-Slice Computed Tomography in Assessing Mesh Titanium Implant Shrinkage
After Prosthetic Inguinal Hernioplasty 377

Case reports

**Maria V. Malakhova, Ekaterina A. Prokhorova, Aleksey S. Kulichkin, Kristina R. Bril',
Elena Yu. Van, Angelina N. Dzeranova, Tatiana N. Galyan, Valeriy V. Khovrin, Eduard R. Charchyan**

Diagnosis and Successful Surgical Treatment of Ascending Aorta Valved
Conduit Rupture 383

**Olga A. Staroseltseva, Nikolay V. Nudnov, Margarita L. Radutnaya, Ekaterina L. Bondar',
Aleksey N. Vorobyev, Dmitriy V. Levin, Aleksey A. Yakovlev, Elena V. Pron'kina**

Intracranial Iatrogenic Foreign Bodies: Features of Neuroimaging 390



Влияние послеоперационной радиотерапии на общую выживаемость больных немелкоклеточным раком легкого группы pN1

Солодкий В.А., Сотников В.М., Чхиквадзе В.Д., Нуднов Н.В., Троценко С.Д.

ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России,
ул. Профсоюзная, 86, Москва, 117997, Российская Федерация

Солодкий Владимир Алексеевич, д. м. н., профессор, академик РАН, директор ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России;
<http://orcid.org/0000-0002-1641-6452>

Сотников Владимир Михайлович, д. м. н., профессор, заведующий отделом «Методический аккредитационно-симуляционный центр по специальности «радиотерапия» ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России;
<https://orcid.org/0000-0003-0498-314X>

Чхиквадзе Владимир Давидович, д. м. н., профессор, заведующий лабораторией хирургических технологий в онкологии научно-исследовательского отдела хирургии, урологии, гинекологии и инвазивных технологий в онкологии, заведующий хирургической клиникой ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России;
<http://orcid.org/0000-0002-6910-2983>

Нуднов Николай Васильевич, д. м. н., профессор, зам. директора по научной работе ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России;
<https://orcid.org/0000-0002-0517-8997>

Троценко Сергей Дмитриевич, к. м. н., врач-радиотерапевт отделения лучевой терапии клиники радиотерапии ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России;
<https://orcid.org/0000-0002-2004-5332>

Резюме

Цель: сравнительный анализ общей выживаемости (ОВ) больных немелкоклеточным раком легкого (НМРЛ) с пораженными лимфатическими узлами корня легкого (pN1) после хирургического и комбинированного лечения с послеоперационной радиотерапией (ПОРТ).

Материал и методы. Изучена ОВ 310 больных НМРЛ 2–3-й ст. (pT1a–4N1M0): 101 пациента после лоб/билобэктомии, пульмонэктомии с ипсилатеральной медиастинальной лимфодиссекцией и 209 больных после комбинированного лечения с аналогичным объемом операции и ПОРТ в режиме гиподифракционирования (разовая очаговая доза (РОД) 3 Гр, 5 фракций в неделю, суммарная очаговая доза (СОД) 36–39 Гр (43,2–46,8 Гр-экв)) или классического фракционирования (РОД 2 Гр, 5 фракций в неделю, СОД 44 Гр). Анализировали группы больных моложе и старше 60 лет, с центральным и периферическим раком, плоскоклеточным раком и аденокарциномой, с различной градацией опухолей по критерию Т (T1–4).

Результаты. Послеоперационная радиотерапия у радикально оперированных больных НМРЛ увеличивала 5- и 10-летнюю ОВ только при центральном плоскоклеточном раке легкого (56,1% и 39,5% против 25,4% и 4,3%, $p = 0,002$). Статистически значимый тренд увеличения 5-летней ОВ при комбинированном лечении в этой группе наблюдался как при опухолях pT1–2 (57,5% против 21,3%, $p = 0,013$), так и при опухолях pT3–4 (53,9% против 26,0%, $p = 0,044$), а также у больных моложе 61 года (65,5% против 29,4%, $p = 0,008$) и старше 60 лет (47,5% против 21,3%, $p = 0,047$). При периферическом плоскоклеточном раке, а также при аденокарциноме легкого любой локализации статистически значимого увеличения ОВ после проведения ПОРТ не получено. В целом по сравниваемым группам 5- и 10-летняя ОВ была статистически значимо выше в группе ПОРТ (47,9% и 28,9% против 27,1% и 11,4%, $p = 0,006$). Ни в одной из проанализированных подгрупп не было отмечено снижения ОВ после выполнения ПОРТ.

Заключение. У больных НМРЛ pN1, радикально оперированных в объеме лоб/билобэктомии или пульмонэктомии с ипсилатеральной медиастинальной лимфодиссекцией, ПОРТ может быть рекомендована только при центральном плоскоклеточном раке независимо от размеров опухоли и возрастной группы. В других подгруппах пациентов с НМРЛ pN1 ПОРТ может выполняться только в рамках научных протоколов. Целесообразность ПОРТ после билатеральной медиастинальной лимфодиссекции нуждается в исследовании.

Ключевые слова: немелкоклеточный рак легкого, хирургическое лечение, послеоперационная лучевая терапия, общая выживаемость.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

Солодкий В.А. – концепция и научный дизайн статьи, интерпретация полученных данных, ответственность за целостность всех частей статьи, формулировка выводов, утверждение окончательного варианта статьи; Сотников В.М. – формирование радиотерапевтического раздела базы данных, катамнез группы комбинированного лечения, внесение отдаленных результатов в базу данных и их статистическая обработка, участие в обсуждении и интерпретации результатов;

Чхиквадзе В.Д. – формирование хирургического раздела базы данных, катамнез группы хирургического лечения, внесение непосредственных и отдаленных результатов в базу данных, редактирование текста статьи, участие в обсуждении и интерпретации результатов;

Нуднов Н.В. – участие в обсуждении и интерпретации результатов, подготовка и редактирование окончательного текста статьи в соответствии с Едиными требованиями к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы;

Троценко С.Д. – сбор и научная обработка литературных данных по теме публикации, ведение базы данных, проведение многофакторного регрессионного анализа.

Для цитирования: Солодкий В.А., Сотников В.М., Чхиквадзе В.Д., Нуднов Н.В., Троценко С.Д. Влияние послеоперационной радиотерапии на общую выживаемость больных немелкоклеточным раком легкого группы pN1. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2021; 102(6): 338–48. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-338-348>

Для корреспонденции: Сотников Владимир Михайлович, E-mail: vmsotnikov@mail.ru

Статья поступила 08.10.2021

После доработки 08.12.2021

Принята к печати 09.12.2021

Impact of Postoperative Radiotherapy on Overall Survival in Patients with pN1 Non-Small Cell Lung Cancer

Vladimir A. Solodkiy, Vladimir M. Sotnikov, Vladimir D. Chkhikvadze, Nikolay V. Nudnov, Sergey D. Trotsenko

*Russian Scientific Center of Roentgenoradiology,
ul. Profsoyuznaya, 86, Moscow, 117997, Russian Federation*

Vladimir A. Solodkiy, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of RAS, Director of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; <http://orcid.org/0000-0002-1641-6452>

Vladimir M. Sotnikov, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Department "Methodical Accreditation and Simulation Center in Radiotherapy Specialty", Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; <https://orcid.org/0000-0003-0498-314X>

Vladimir D. Chkhikvadze, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Laboratory of Surgical Technologies in Oncology, Research Department of Surgery, Urology, Gynecology and Invasive Technologies in Oncology, Head of Surgical Clinic, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; <http://orcid.org/0000-0002-6910-2983>

Nikolay V. Nudnov, Dr. Med. Sc., Professor, Deputy Director for Scientific Work, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; <https://orcid.org/0000-0002-0517-8997>

Sergey D. Trotsenko, Cand. Med. Sc., Radiotherapist, Radiotherapy Department, Radiotherapy Clinic, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; <https://orcid.org/0000-0002-2004-5332>

Abstract

Objective: to comparatively analyze overall survival (OS) in patients with non-small cell lung cancer (NSCLC) with affected lymph nodes (pN1) of the lung root after surgical and combination treatment with postoperative radiotherapy (PORT).

Subjects and methods. OS was studied in 310 patients with grade 2–3 NSCLC (pT1a–4N1M0): in 101 patients after lobectomy/bilobectomy, pneumonectomy with ipsilateral mediastinal lymphadenectomy and in 209 patients after combination treatment with the similar surgical volume and hypofractionated PORT (a single focal dose (SFD) of 3 Gy; 5 fractions per week; a cumulative focal dose (CFD) of 36–39 Gy (43.2–46.8 Gy-eq)) or classical fractionation (SFD 2 Gy, 5 fractions per week, CFD 44 Gy). An analysis was carried out in the groups of patients younger and older than 60 years with central or peripheral cancer, squamous cell carcinoma or adenocarcinoma, with different tumor grading according to the T criterion (T1–4).

Results. PORT in radically operated patients with NSCLC increased 5- and 10-year OS rates only in central squamous cell lung cancer (56.1% and 39.5% vs. 25.4% and 4.3%, $p = 0.002$). This group receiving combination therapy showed a statistically significant increasing trend in 5-year OS rates for both pT1–2 tumors (57.5% vs. 21.3%, respectively, $p = 0.013$) and pT3–4 tumors (53.9% versus 26.0%; $p = 0.044$), so did patients younger than 61 years (65.5% vs. 29.4%, $p = 0.008$) and those over 60 years old (47.5% vs. 21.3%, $p = 0.047$). Patients with peripheral squamous cell carcinoma or lung adenocarcinoma at any site exhibited no statistically significant increase in OS after PORT. In general, the 5- and 10-year OS rates in the compared groups were statistically significantly higher in the PORT group (47.9% and 28.9% vs. 27.1% and 11.4, $p = 0.006$). None of the analyzed subgroups showed a decrease in OS after PORT.

Conclusion. In patients with pN1 NSCLC who had radical surgery via lobectomy/bilobectomy or pneumonectomy with ipsilateral mediastinal lymphadenectomy, PORT can be recommended only for those with central squamous cell carcinoma, regardless of tumor size and age group. In other subgroups of patients with pN1 NSCLC, PORT can only be performed within the scientific protocols. The expediency of PORT after bilateral mediastinal lymph node dissection needs to be investigated.

Keywords: non-small cell lung cancer, surgical treatment, postoperative radiation therapy.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Vladimir A. Solodkiy – concept and scientific design of the article; interpretation of the findings; responsibility for the integrity of all parts of the article; wording the conclusions; approval of the final version of the article; Vladimir M. Sotnikov – forming a radiotherapy section of the database; follow-up of a combination treatment group; entering long-term results into the database and their statistical processing; participation in the discussion and interpretation of results;

Vladimir D. Chkhikvadze – forming a surgery section of the database; follow-up of a surgical treatment group; entering short- and long-term results into the database; editing the text of the article; participation in the discussion and interpretation of results;

Nikolay V. Nudnov – participation in the discussion and interpretation of results; preparing and editing the final text of the article in accordance with the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals;

Sergey D. Trotsenko – collection and scientific processing of literary data on the topic of the publication; database management; multivariate regression analysis.

For citation: Solodkiy VA, Sotnikov VM, Chkhikvadze VD, Nudnov NV, Trotsenko SD. The influence of postoperative radiotherapy on the overall survival of patients with pN1 non-small cell lung cancer. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2021; 102(6): 338–48 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-338-348>

For corresponding: Vladimir M. Sotnikov, E-mail: vmsotnikov@mail.ru

Received October 8, 2021

Revised December 8, 2021

Accepted December 9, 2021

Введение

Все современные клинические рекомендации по лечению немелкоклеточного рака легкого (НМРЛ) ограничивают показания к послеоперационной радиотерапии (ПОРТ) больными с распространенным регионарным метастазированием (pN2) [1]. Общепринято мнение, что при стадии pN1, несмотря на неоспоримый локальный лечебный эффект ПОРТ [2], ее выраженная пульмональная и кардиальная токсичность приводит к снижению общей выживаемости пациентов с НМРЛ по сравнению с хирургическим лечением [3].

Однако проведенный нами метаанализ публикаций по послеоперационной радиотерапии НМРЛ в группах больных pN0, pN1, pN2 показал, что в области pN1 общая выживаемость пациентов с НМРЛ после хирургического лечения с ПОРТ превышает таковую после чисто хирургического лечения [4]. Учитывая эти противоречивые данные, мы сочли необходимым провести

детальный сравнительный анализ общей выживаемости больных НМРЛ после чисто хирургического и комбинированного лечения с ПОРТ при стадии pN1.

Материал и методы

Из базы данных проводившегося в РНЦРП рандомизированного исследования по сравнению эффективности различных программ комбинированного лечения НМРЛ ретроспективно были отобраны 310 больных по следующим критериям: 1) радикальная (R0) операция в объеме лоб/билобэктомии, пульмонэктомии; 2) pN1; 3) морфологический вариант – плоскоклеточный рак либо аденокарцинома; 4) исходная рандомизация в группу чисто хирургического лечения либо в группу комбинированного лечения с ПОРТ в режиме классического фракционирования с разовой очаговой дозой (РОД) 2 Гр до суммарной очаговой дозы (СОД) 44 Гр или в режиме гипофракционирования с РОД

Таблица 1

Характеристика больных немелкоклеточным раком легкого pN1 в группах хирургического и комбинированного лечения с послеоперационной радиотерапией (ПОРТ)

Table 1

Characteristics of patients with pN1 non-small cell lung cancer in the groups of surgical and combined treatment with postoperative radiotherapy (PORT)

Параметр / Parameter	Хирургия / Surgery (n = 101)	Хирургия + ПОРТ / Surgery + PORT (n = 209)	p
Мужской пол, n (%) / Male, n (%)	87 (86,1)	181 (86,6)	0,904
Женский пол, n (%) / Female, n (%)	14 (13,9)	28 (13,4)	0,904
Возраст (медиана), лет / Age (median), years	27–77 (59,0)	29–78 (58)	–
Возраст менее 60, n (%) / Age less than 60 years, n (%)	47 (46,5)	128 (61,2)	0,015
Возраст более 60, n (%) / Age more than 60 years, n (%)	54 (53,5)	81 (38,8)	0,015
Индекс Карновского до лечения / Karnofsky index before treatment			
100–90	93 (92,1)	196 (93,8)	0,577
80–70	8 (7,9)	13 (6,2)	0,577
Срок наблюдения (медиана), лет / Follow-up period (median), years	0,33–23,4 (1,7)	0,17–21,7 (1,9)	–
Периферический рак, n (%) / Peripheral carcinoma, n (%)	49 (48,5)	101 (48,3)	0,974
Центральный рак, n (%) / Central carcinoma, n (%)	52 (51,5)	108 (51,7)	0,974
Плоскоклеточный рак, n (%) / Squamous cell carcinoma, n (%)	65 (64,4)	142 (67,9)	0,540
Аденокарцинома, n (%) / Adenocarcinoma, n (%)	36 (35,6)	67 (32,1)	0,540
Периферический плоскоклеточный рак, n (%) / Peripheral squamous cell carcinoma, n (%)	23 (22,8)	49 (23,4)	0,907
Периферический рак аденокарцинома, n (%) / Peripheral adenocarcinoma, n (%)	26 (25,6)	52 (24,9)	0,8941
Центральный плоскоклеточный рак, n (%) / Central squamous cell carcinoma, n (%)	42 (41,6)	93 (44,5)	0,630
Центральный рак аденокарцинома, n (%) / Central adenocarcinoma, n (%)	10 (9,9)	15 (7,2)	0,414
Градация опухоли / Tumor grade, n (%)			
pT1	12 (11,9)	37 (17,7)	0,191
pT2a	30 (29,7)	62 (29,4)	0,957
pT2b	21 (20,8)	54 (25,8)	0,443
pT2	51 (50,5)	117 (56,0)	0,363
pT3	30 (29,7)	47 (22,5)	0,170
pT4	8 (7,9)	8 (4,2)	0,178
Пулмонэктомия, n (%) / Pulmonectomy, n (%)	47 (46,5)	74 (35,4)	0,061
Лоб/билобэктомия, n (%) // Lobectomy/bilobectomy, n (%)	54 (53,5)	135 (64,6)	0,061
Адьювантная химиотерапия, n (%) / Adjuvant chemotherapy, n (%)	18 (17,8)	34 (16,3)	0,741

3 Гр до СОД 36–39 Гр (43,2–46,8 Гр в пересчете по LQ-модели, при $\alpha/\beta = 3$).

Таким образом, в группу хирургического лечения включен 101 пациент, в группу ПОРТ – 209 больных. Стадирование проводили в соответствии с классификацией TNM (tumor, nodus, metastasis) 7-го пересмотра [5] по результатам исследования операционного материала.

Методика хирургического вмешательства и его объем в обеих группах были идентичны: во всех случаях выполняли ипсилатеральную медиастинальную лимфодиссекцию. Методика радиотерапии также была идентичной.

Характеристика сравниваемых групп представлена в таблице 1. Из нее следует, что статистически значимо анализируемые группы различались только по одному параметру (возрастному составу больных), что не могло повлиять на достоверность результатов, поскольку выживаемость сравнивалась отдельно по подгруппам. Лишь небольшому количеству пациентов (в пределах 18% в каждой группе) проводили адьювантную химиотерапию, что не позволило выполнить в этих подгруппах сравнительный статистический анализ.

Статистическую обработку данных осуществляли в программе Statistica 13 (StatSoft Inc., США).

Достоверность различий по составу групп хирургического и комбинированного лечения рассчитывали с помощью двустороннего р-теста. Актуаральную общую выживаемость определяли от даты начала лечения до даты смерти от любой причины. Достоверность различий выживаемости больных в сравниваемых группах вычислили с помощью логрангового теста. Для многофакторного анализа выживаемости использовали регрессионную модель Кокса.

Результаты

Данные по общей 5- и 10-летней выживаемости больных НМРЛ рN1 в группах хирургического лечения и комбинированного лечения с ПОРТ представлены в таблице 2. По группам в целом ПОРТ статистически значимо увеличила 5-летнюю ОВ на 20% (рис. 1). Этот эффект с равной степенью, близкой к статистически значимой, наблюдался как у молодых пациентов, так и у пожилых больных (старше 60 лет) и был статистически значимым в подгруппе мужчин ($p = 0,007$). Однако этот прирост выживаемости был достигнут преимущественно за счет пациентов с центральным раком и больных плоскоклеточным раком, в то время как при периферических видах рака и аденокарциномах статистически значимый лечебный эффект ПОРТ не наблюдался, хотя снижения ОВ также не отмечено.

При дальнейшем углубленном анализе установлено, что прирост ОВ в группе ПОРТ достигал-

ся главным образом за счет больных центральным плоскоклеточным раком (рис. 2), в то время как при периферическом плоскоклеточном раке, периферической и центральной аденокарциноме сколь-либо значимого влияния ПОРТ на ОВ не отмечено. Существенно, что у пациентов с центральным плоскоклеточным раком статистически значимый прирост 5-летней ОВ наблюдался как в группе опухолей pT1–2 (рис. 3), так и в группе опухолей pT3–4 (рис. 4), а также у молодых больных (рис. 5) и пациентов старше 60 лет (рис. 6).

Послеоперационная радиотерапия увеличила ОВ при обоих типах операций, но статистически значимого уровня рост данного показателя достиг только в группе лоб/билобэктомий.

При многофакторном регрессионном анализе ОВ всех 310 больных (табл. 3) выявлены только два статистически значимых фактора: классификация опухоли pT и программа лечения (хирургическое или комбинированное с ПОРТ).

Обсуждение

Общая выживаемость как интегральный показатель позволяет наиболее полно оценить баланс лечебного и токсического эффектов изучаемого метода лечения. Опубликованные данные о снижении ОВ в группе больных НМРЛ рN1, получавших послеоперационную радиотерапию, по сравнению с чисто хирургическим лечением основаны на клиническом материале 1970–90-х гг. Методику ПОРТ в то время характеризовало плоскостное

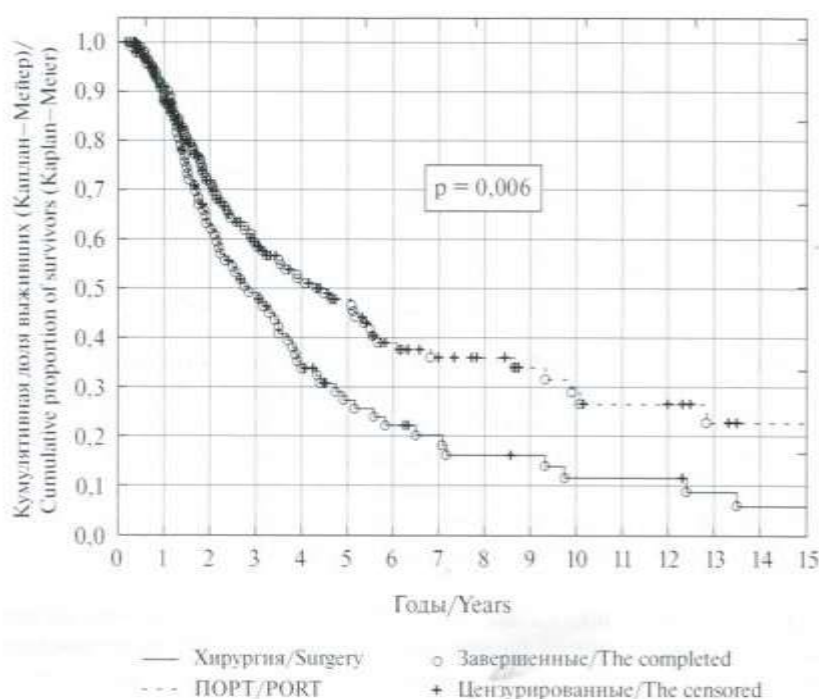


Рис. 1. Общая выживаемость больных немелкоклеточным раком легкого рN1 в целом по группам хирургического и комбинированного лечения с послеоперационной радиотерапией (ПОРТ)

Fig. 1. Overall survival in patients with pN1 non-small cell lung cancer as a whole in the groups of surgical and combination treatment with postoperative radiotherapy (PORT)

Таблица 2

Общая выживаемость (5-летняя и 10-летняя) 310 больных немелкоклеточным раком легкого pN1 при хирургическом и комбинированном лечении с послеоперационной радиотерапией

Table 2

Overall 5-year and 10-year survival rates in 310 patients with pN1 non-small cell lung cancer after surgical and combination treatment with postoperative radiotherapy

Параметр / Parameter	Хирургия / Surgery			Хирургия + ПОРТ / Surgery + PORT			Log-rank test	p
	n	5 лет, % / 5 years, %	10 лет, % / 10 years, %	n	5 лет, % / 5 years, %	10 лет, % / 10 years, %		
Все пациенты / All patients	101	27,1	13,5	209	47,0	29,8	2,777	0,006
Мужчины / Males	87	26,4	10,0%	181	47,4	30,1	2,710	0,007
Женщины / Females	14	27,0	27,0	28	50,2	50,2	0,634	0,526
Возраст ≤ 60 / Age ≤ 60 years	47	32,3	14,5	128	53,3	33,1	1,546	0,122
Возраст > 60 / Age > 60 years	54	22,7	6,0	81	34,4	22,5	1,546	0,122
Периферический рак / Peripheral carcinoma	49	32,0	19,8	101	43,3	15,1	0,793	0,679
Центральный рак / Central carcinoma	52	23,7	4,0	108	52,6	39,2	3,740	0,001
Плоскоклеточный рак / Squamous cell carcinoma	65	30,3	11,1	142	52,1	30,0	2,714	0,007
Аденокарцинома / Adenocarcinoma	36	21,0	13,0	67	39,7	30,1	1,199	0,231
Периферический плоскоклеточный рак / Peripheral squamous cell carcinoma	23	41,0	24,6	49	46,6	0	0,319	0,750
Периферический рак аденокарцинома / Peripheral adenocarcinoma	26	23,2	15,9	52	41,3	28,7	1,413	0,158
Центральный плоскоклеточный рак / Central squamous cell carcinoma	42	25,4	4,3	93	56,1	39,5	3,172	0,002
Центральный плоскоклеточный рак T1–2 / T1–2 central squamous cell carcinoma	22	21,6	0	65	57,2	42,3	2,951	0,003
Центральный плоскоклеточный рак T3–4 / T3–4 central squamous cell carcinoma	20	26,0	13,6	28	57,7	42,5	2,011	0,044
Центральный плоскоклеточный рак (больные 60 лет и младше) / Central squamous cell carcinoma (patients aged 60 years and younger)	21	29,4	10,0	60	65,5	53,1	2,660	0,007
Центральный плоскоклеточный рак (больные старше 60 лет) / Central squamous cell carcinoma (patients aged over 60 years)	21	21,3	0	33	47,5	30,1	1,9873	0,047
Центральный рак аденокарцинома / Central adenocarcinoma	10	17,0	0	15	34,5	34,5	1,245	0,213
Градация опухоли / Tumor grade								
T1	12	41,6	41,6	37	67,0	55,5	1,397	0,162
T2	51	27,0	12,0	117	46,0	27,0	1,609	0,108
T3	30	29,7	19,8	47	36,0	19,7	0,586	0,558
T3–4	38	28,0	18,5	55	38,3	21,0	0,867	0,386
Пулмонэктомия / Pulmonectomy	47	21,3	15,7	74	42,5	35,3	1,024	0,306
Лоб/билобэктомия // Lobectomy/bilobectomy	54	33,5	13,0	135	51,0	29,8	2,135	0,033

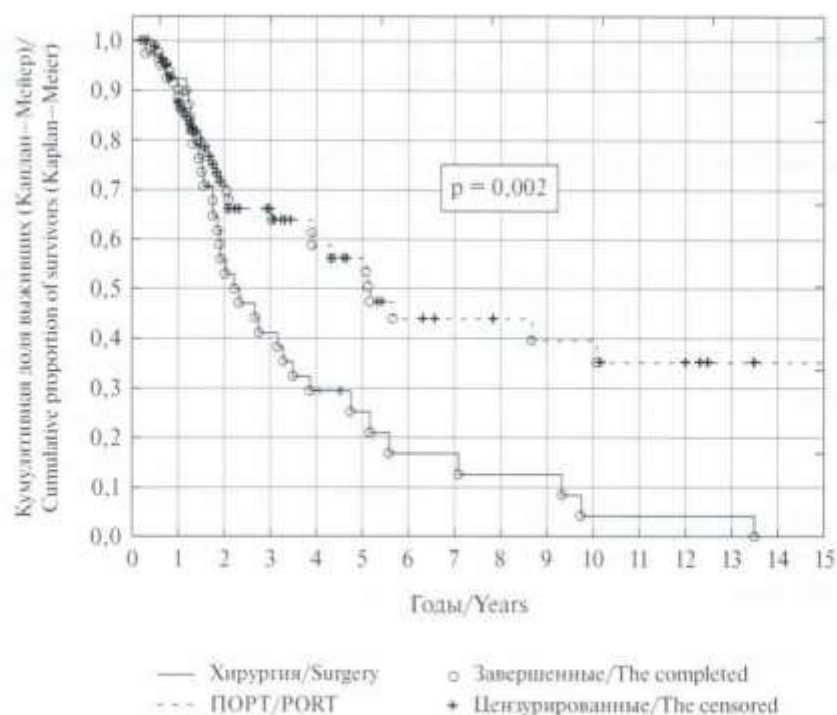


Рис. 2. Общая выживаемость больных центральным плоскоклеточным раком pN1 в группах хирургического и комбинированного лечения с послеоперационной радиотерапией

Fig. 2. Overall survival of patients with pN1 central squamous cell carcinoma in the groups of surgical and combined treatment with postoperative radiotherapy

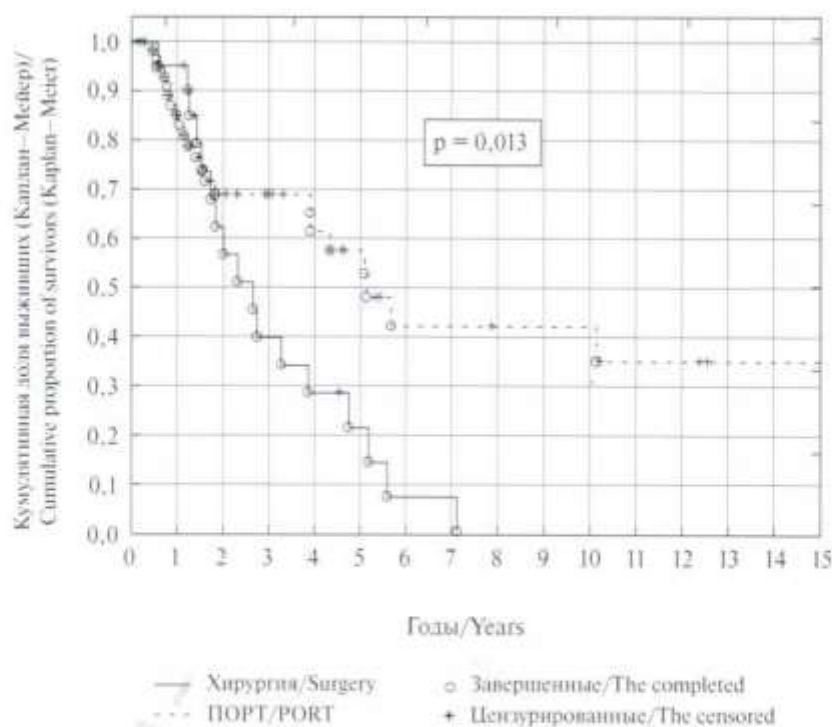


Рис. 3. Общая выживаемость больных центральным плоскоклеточным раком pT1-2N1 в группах хирургического и комбинированного лечения с послеоперационной радиотерапией

Fig. 3. Overall survival in patients with pT1-2N1 central squamous cell carcinoma in the groups of surgical and combination treatment with postoperative radiotherapy

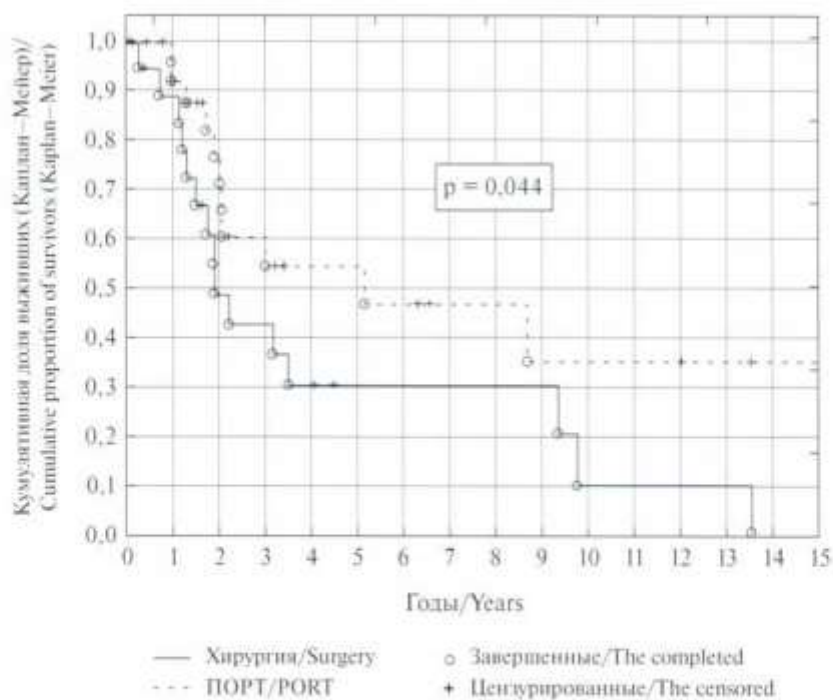


Рис. 4. Общая выживаемость больных центральным плоскоклеточным раком pT3-4N1 в группах хирургического и комбинированного лечения с послеоперационной радиотерапией

Fig. 4. Overall survival in patients with pT3-4N1 central squamous cell carcinoma in the groups of surgical and combination treatment with postoperative radiotherapy

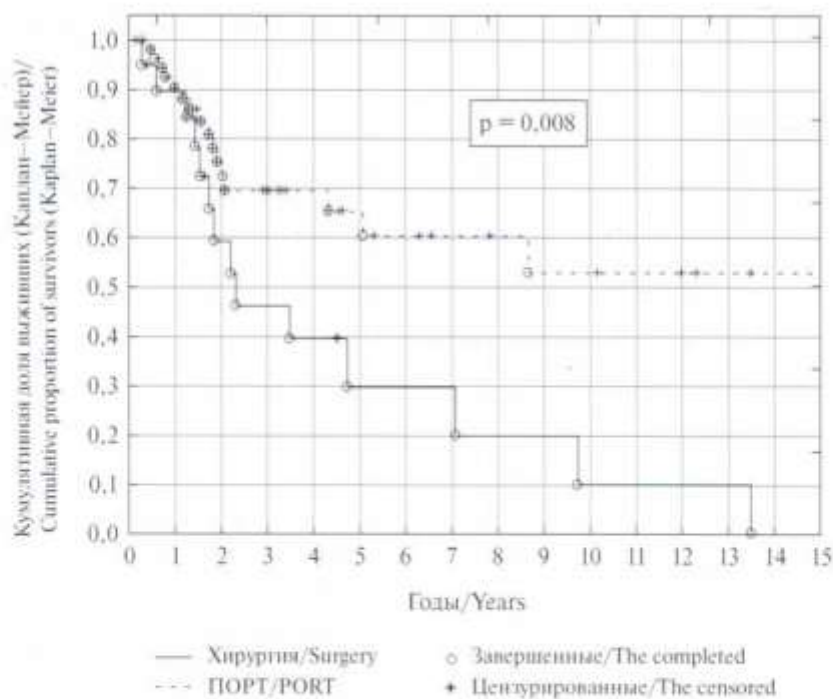


Рис. 5. Общая выживаемость больных центральным плоскоклеточным раком pN1 моложе 60 лет в группах хирургического и комбинированного лечения с послеоперационной радиотерапией

Fig. 5. Overall survival in pN1 central squamous cell carcinoma patients aged less than 60 years in the groups of surgical and combination treatment with postoperative radiotherapy

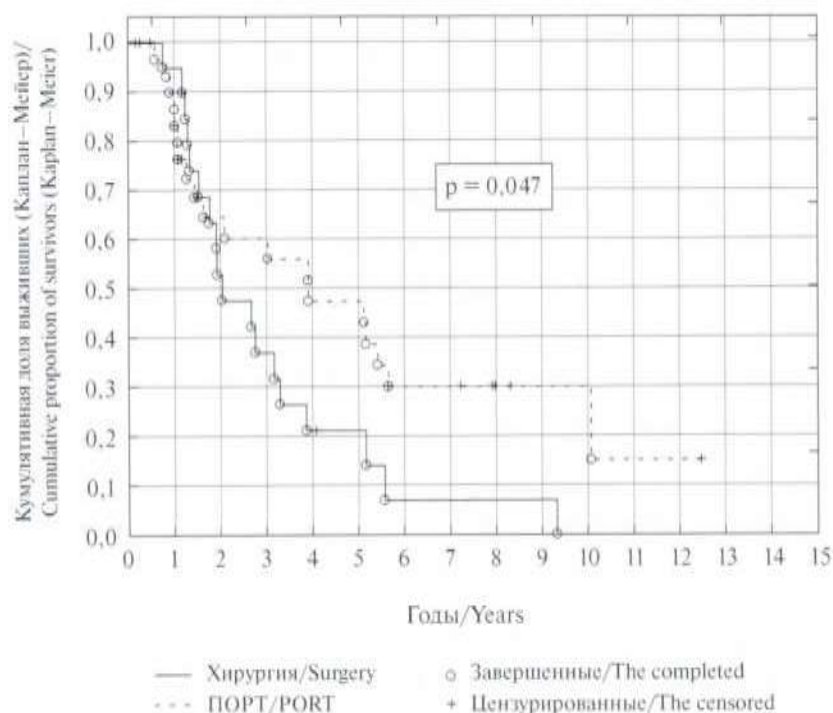


Рис. 6. Общая выживаемость больных центральным плоскоклеточным раком pN1 старше 60 лет в группах хирургического и комбинированного лечения с послеоперационной радиотерапией

Fig. 6. Overall survival in pN1 central squamous cell carcinoma patients older than 60 years in the groups of surgical and combination treatment with post-operative radiotherapy

Таблица 3

Многофакторный анализ общей выживаемости 310 больных немелкоклеточным раком легкого pN1

Table 3

Multivariate analysis of overall survival rates of 310 patients with pN1 non-small cell lung cancer

Chi ² = 17,67843 df = 2 p = 0,00015 C						
Параметр / Parameter	Beta	Standard error	t-value	Exponent beta	Wald statist.	p
Классификация опухоли pT / pT classification	0,259531	0,080395	3,2282	1,5176	10,4213	0,00125
Программа лечения / Treatment program	-0,389132	-0,179533	-2,16747	0,9634	4,6979	0,03021

планирование, облучение всего объема средостения встречными передне-задними полями, суммарные очаговые дозы 50–60 Гр и выше [6]. Очевидно, что существенное превышение пределов толерантных доз, ставших известными гораздо позднее [7], приводило к тяжелой кардиопульмональной токсичности и снижению ОВ в группах пациентов с НМРЛ pN0–1 [6]. С другой стороны, неоднократные попытки заменить ПОРТ адъювантной химиотерапией дуплетными платиносодержащими схемами оказались недостаточно успешными ввиду неприемлемо высокой частоты локорегио-

нарных рецидивов при минимальном влиянии на общую выживаемость [8, 9].

Появление новых конформных технологий радиотерапии с возможностью прогнозирования вероятности лучевых повреждений жизненно важных органов на стадии планирования, ограничение объема облучения наиболее часто поражаемыми группами лимфатических узлов средостения на основе их единой классификации [10] позволили резко снизить токсичность лечения и подтвердить целесообразность ПОРТ при НМРЛ pN2, но не при pN0, pN1 [11].

Помимо продолжающегося использования при ПОРТ высоких СОД в диапазоне 50–60 Гр, методологическим дефектом этих исследований является, по нашему мнению, попытка оценивать эффективность ПОРТ в целом по группе pN0–1 без учета особенностей клинического течения, различных морфологических вариантов и локализаций опухолей внутри этой группы [3, 12].

В данной работе был использован другой подход. Мы попытались персонализировать ПОРТ и в рамках группы pN1 выявить те подгруппы больных, для которых эффект ПОРТ наиболее значим. В сравниваемые группы были намеренно отобраны только пациенты, которым выполняли радикальные операции (лоб- и пульмонэктомия, R0). Но даже в этой прогностически благоприятной когорте больных НМРЛ pN1 проведение ПОРТ при центральном плоскоклеточном раке легкого привело к статистически значимому увеличению 5- и 10-летней общей выживаемости на 30%, за счет чего прирост ОВ в целом по группе ПОРТ составил около 20%.

Близкое к статистически значимому увеличение ОВ получено также при опухолях pT1–2. При опухолях pT3–4 эффект ПОРТ был незначимым (кроме подгруппы больных центральным плоскоклеточным раком).

Поскольку влияние ПОРТ на выживаемость реализуется за счет локорегионарного лечебного эффекта, наиболее вероятной причиной ее избирательной эффективности в группе центрального плоскоклеточного рака связано с особенностями метастазирования этой формы рака легкого. Очевидно, в большинстве случаев он метастазирует в первую очередь лимфогенно в регионарные лимфатические узлы, при этом гематогенное метастазирование происходит метакхронно, с суще-

ственным временным лагом. С другой стороны, можно предположить, что неэффективность ПОРТ при аденокарциномах легкого обусловлена либо их синхронным лимфогенным и гематогенным метастазированием, либо малым временным лагом между началом лимфогенного и гематогенного метастазирования.

О приемлемой токсичности применявшейся методики ПОРТ свидетельствует, по нашему мнению, равновеликий прирост ОВ в подгруппах молодых больных и пациентов старше 60 лет. Большой прирост выживаемости у мужчин мы связываем с преобладанием в этой подгруппе индуцированных курением центральных плоскоклеточных раков. Равным образом более выраженный прирост выживаемости в группе ПОРТ после лоб/билобэктомий по сравнению с пульмонэктомиями связан с преимущественным выполнением последних при местно-распространенных опухолях.

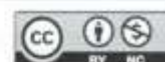
Заключение

У больных немелкоклеточным раком легкого pN1, радикально оперированных (R0) в объеме лоб/билобэктомии, пульмонэктомии с ипсилатеральной медиастинальной лимфодиссекцией, послеоперационная радиотерапия может быть рекомендована только при центральном плоскоклеточном раке. Послеоперационная радиотерапия в других подгруппах пациентов с немелкоклеточным раком легкого pN1 не приводит к снижению общей выживаемости, однако может выполняться только в рамках научных протоколов. Целесообразность послеоперационной радиотерапии после билатеральной медиастинальной лимфодиссекции и эффективность ее сочетания с таргетными препаратами, PD- и PD-L-блокаторами нуждаются в дальнейших исследованиях.

Литература [References]

1. Ettinger DS, Wood DE, Akerley W. NCCN guidelines insights: non-small cell lung cancer, version 4.2016. *J Natl Compr Canc Netw*. 2016; 14(3): 255–64. <http://doi.org/10.6004/jnccn.2016.0031>.
2. Солодкий В.А., Сотников В.М., Троценко С.Д. и др. Характеристика рецидивов после хирургического и комбинированного лечения немелкоклеточного рака легкого. *Вопросы онкологии*. 2017; 63(4): 639–44. [Solodky VA, Sotnikov VM, Trotsenko SD, et al. Characteristics of relapses after surgical and combined treatment for non-small cell lung cancer. *Problems in Oncology*. 2017; 63(4): 639–44 (in Russ.).]
3. Pezzi TA, Mohamed ASR, Fuller CD, et al. Radiation therapy is independently associated with worse survival after r0-resection for stage I–II non-small cell lung cancer: an analysis of the national cancer data base. *Ann Surg Oncol*. 2017; 24(5): 1419–27. <http://doi.org/10.1245/s10434-017-5786-6>.
4. Троценко С.Д., Сотников В.М., Панышин Г.А., Чхиквадзе В.Д. Современные проблемы послеоперационной лучевой терапии немелкоклеточного рака легкого. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2015; 2: 47–57. [Trotsenko SD, Sotnikov VM, Pan'shin GA, Chkhikvadze VD. Current problems of postoperative radiotherapy for non-small cell lung cancer. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2015; 2: 47–57 (in Russ.).]
5. Sobin LH, Gospodarowicz MK, Wittekind C (Eds) TNM classification of malignant tumours. 7th ed. Chichester: Wiley-Blackwell; 2009: 138–46.
6. Postoperative radiotherapy in non-small-cell lung cancer: systematic review and meta-analysis of individual patient data from nine randomised controlled trials. PORT Meta-analysis Trialists Group. *Lancet*. 1998; 352(9124): P257–63. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)06341-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)06341-7).

7. Marks LB, Yorke ED, Jackson A, et al. Use of normal tissue complication probability models in the clinic. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2010; 76(3): 10–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2009.07.1754>.
8. Shen W, Ji J, Zuo Y, et al. Comparison of efficacy for postoperative chemotherapy and concurrent radiochemotherapy in patients with IIIA-pN2 non-small cell lung cancer: an early closed randomized controlled trial. *Radiotherapy and Oncology.* 2014; 110(1): 120–5. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2013.10.008>.
9. Kenmotsu H, Ohde Y, Wakuda K, et al. Survival data for postoperative adjuvant chemotherapy comprising cisplatin plus vinorelbine after complete resection of non-small cell lung cancer. *Cancer Chemother Pharmacol.* 2017; 80(3): 609–14. <https://doi.org/10.1007/s00280-017-3400-z>.
10. Chapman BV, Ning MS, Farnia B, et al. Patterns of failure after postoperative radiation therapy for locally advanced NSCLC: implications for shifting to conformal, high-risk fields. *Clin Lung Cancer.* 2021; 22(3): 225–33.e7. <https://doi.org/10.1016/j.clcc.2020.06.018>.
11. Billiet C, Decaluwe H, Peeters S, et al. Modern post-operative radiotherapy for stage III non-small cell lung cancer may improve local control and survival: a meta-analysis. *Radiother Oncol.* 2014; 110(1): 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2013.08.011>.
12. Matthews MJ, Kanhouwa S, Pickren J, Robinette D. Frequency of residual and metastatic tumor in patients undergoing curative surgical resection for lung cancer. *Cancer Chemother Rep.* 1973; 4(2): 63–7.



Влияние подтипа и объема эмфиземы по данным компьютерной томографии на вентиляционную и газообменную функции легких

Грива Н.А.¹, Гаврилов П.В.^{1, 2}, Никитина И.А.¹, Кирюхина Л.Д.¹, Наркевич А.Н.³, Соколов Е.Г.^{1, 2}

¹ ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, Лиговский пр-т, 2-4, Санкт-Петербург, 191036, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Университетская наб., 7-9, Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, ул. Партизана Железняка, 1, Красноярский край, Красноярск, 660022, Российская Федерация

Грива Надежда Алексеевна, аспирант ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России;

<http://orcid.org/0000-0003-3580-8723>

Гаврилов Павел Владимирович, к. м. н., вед. науч. сотр., руководитель направления «Лучевая диагностика» ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, доцент научно-клинического и образовательного центра «Лучевая диагностика и ядерная медицина» Института высоких медицинских технологий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»;

<http://orcid.org/0000-0003-3251-4084>

Никитина Инна Антоновна, ординатор ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России;

<http://orcid.org/0000-0002-6910-2983>

Кирюхина Лариса Дмитриевна, к. м. н., вед. науч. сотр., руководитель направления «Клиническая физиология» ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России;

<http://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Наркевич Артем Николаевич, д. м. н., доцент, декан медико-психолого-фармацевтического факультета, заведующий кафедрой медицинской кибернетики и информатики, заведующий лабораторией медицинской кибернетики и управления в здравоохранении ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России;

<https://orcid.org/0000-0002-1489-5058>

Соколов Евгений Георгиевич, д. м. н., профессор, зам. директора по научной работе ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, профессор кафедры госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»;

<https://orcid.org/0000-0003-4794-0588>

Резюме

Цель: охарактеризовать взаимосвязь подтипа и объема эмфиземы легких на показатели вентиляционной и газообменной функций легких.

Материал и методы. Проанализированы данные лучевых и функциональных методов обследования 50 пациентов. Критерии включения: наличие установленного диагноза хронической обструктивной болезни легких и эмфиземы на компьютерной томограмме (КТ) (подтвержденных двумя рентгенологами), проведение комплексного исследования функции внешнего дыхания (ФВД), включающее спирометрию, бодиплетизмографию и измерение диффузионной способности легких по угарному газу методом одиночного вдоха с задержкой дыхания. Были исключены пациенты с первичной эмфиземой легких, наличием любых операций на легких в анамнезе и сочетанием эмфиземы с другими рентгенологическими синдромами в легких (консолидации, полости). КТ выполняли с толщиной среза 1 мм и стандартными параметрами сканирования на томографах фирмы Toshiba (Япония). Исследование ФВД проводили на установке экспертной диагностики MasterScreen Body Diffusion (VIASYS Healthcare, Германия) в соответствии с критериями корректности выполнения легочных функциональных тестов, предложенных совместной группой экспертов Американского торакального общества и Европейского респираторного общества. Волюмометрический анализ эмфиземы выполняли с применением пакета прикладной программы Lung Volume Analysis (Toshiba, Япония). В исследовании преобладали пациенты мужского пола – 84% (n = 42), преимущественно возрастной группы 61–70 лет.

Результаты. Изолированный тип эмфиземы встречался редко: центрилобулярная эмфизема у 6% больных ($n = 3$), парасептальная – у 4% ($n = 2$). В 90% случаев выявлен смешанный тип эмфиземы, при этом большую долю (66%, $n = 33$) занимали больные, имеющие преобладающий центрилобулярный компонент. Определено, что с увеличением объема эмфиземы ухудшалась проходимость дыхательных путей, увеличивались статические легочные объемы, гиперинфляция легких, ухудшался легочный газообмен, незначительно увеличивалось бронхиальное сопротивление при спокойном дыхании. С точки зрения корреляционных связей объема эмфиземы с другими параметрами ФВД статистически значимых результатов не выявлено.

Заключение. Увеличение объема эмфиземы ведет к ухудшению показателей ФВД, наибольший вклад в общую картину вносят пациенты со смешанным типом эмфиземы с преобладанием центрилобулярного компонента.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких; эмфизема; функция внешнего дыхания; искусственный интеллект.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

Грива Н.А. – разработка концепции и дизайна исследования, сбор и анализ данных, подготовка рукописи;
Гаврилов П.В. – разработка концепции и дизайна исследования, сбор и анализ данных, подготовка рукописи;

Никитина И.А. – сбор и анализ данных, подготовка рукописи;

Кирюхина Л.Д. – разработка концепции и дизайна исследования, сбор и анализ данных;

Наркевич А.Н. – статистическая обработка данных;

Соколов Е.Г. – разработка концепции и дизайна исследования, редактирование окончательного варианта статьи, проверка критически важного интеллектуального содержания.

Для цитирования: Грива Н.А., Гаврилов П.В., Никитина И.А., Кирюхина Л.Д., Наркевич А.Н., Соколов Е.Г. Влияние подтипа и объема эмфиземы по данным компьютерной томографии на вентиляционную и газообменную функции легких. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2021; 102(6): 349–58. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-349-358>

Для корреспонденции: Гаврилов Павел Владимирович, E-mail: spbniifrentgen@mail.ru

Статья поступила 26.07.2021

После доработки 29.11.2021

Принята к печати 30.11.2021

Impact of Emphysema Subtypes and Volume on Lung Ventilation and Gas Exchange Functions as Evidenced by Computed Tomography

Nadezhda A. Griva¹, Pavel V. Gavrilo^{1, 2}, Inna A. Nikitina¹, Larisa D. Kiryukhina¹, Artem N. Narkevich³, Evgeniy G. Sokolovich^{1, 2}

¹ Saint Petersburg State Research Institute of Phthiopulmonology, Ligovskiy prospekt, 2–4, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation

² Saint-Petersburg State University, Universitetskaya nab., 7–9, Saint-Petersburg, 199034, Russian Federation

³ Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, ul. Partizana Zheleznaya, 1, Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk, 660022, Russian Federation

Nadezhda A. Griva, Postgraduate, Saint Petersburg State Research Institute of Phthiopulmonology; <http://orcid.org/0000-0003-3580-8723>

Pavel V. Gavrilo, Cand. Med. Sc., Leading Researcher, Head of Radiology Department, Saint Petersburg State Research Institute of Phthiopulmonology; Associate Professor, Scientific Clinical and Educational Center "Radiology and Nuclear Medicine", Institute of High Medical Technologies, Saint Petersburg State University; <http://orcid.org/0000-0003-3251-4084>

Inna A. Nikitina, Resident, Saint Petersburg State Research Institute of Phthiopulmonology; <http://orcid.org/0000-0002-6910-2983>

Larisa D. Kiryukhina, Cand. Med. Sc., Leading Researcher, Head of Department of Clinical Physiology, Saint Petersburg State University; <http://orcid.org/0000-0001-6550-817X>

Artem N. Narkevich, Dr. Med. Sc., Associate Professor, Dean of Faculty of Medicine, Psychology and Pharmacy, Head of Department of Medical Cybernetics and Computer Science, Head of Laboratory of Medical Cybernetics and Health Management, Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University;
<https://orcid.org/0000-0002-1489-5058>

Evgeniy G. Sokolovich, Dr. Med. Sc., Professor, Deputy Director for Science, Saint Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology; Professor, Chair of Hospital Surgery, Saint Petersburg State University;
<https://orcid.org/0000-0003-4794-0588>

Abstract

Objective: to characterize the relationship between the subtype and volume of pulmonary emphysema on the indicators of lung ventilation and gas exchange functions.

Material and methods. The data of radiation and functional studies were analyzed in 50 patients. The inclusion criteria were chronic obstructive pulmonary disease and emphysema, which had been diagnosed by computed tomography (CT) and confirmed by two radiologists; comprehensive pulmonary function studies, including spirometry and body plethysmography, were performed; diffusion capacity was measured using a single-breath method, involving inhalation of carbon monoxide, and a breath hold. Patients with primary pulmonary emphysema, any history of pulmonary surgery, and emphysema concurrent with other lung X-ray syndromes (consolidation, cavity) were excluded. CT was performed with a 1-mm thick slice and standard scanning parameters on Toshiba tomographs (Japan). Pulmonary function was tested using a MasterScreen Body Diffusion expert diagnostic unit (VIASYS Healthcare, Germany) in accordance with the criteria for correct pulmonary functional tests proposed by a joint group of experts from the American Thoracic Society and the European Respiratory Society. Volumetric analysis of emphysema was performed using the Lung Volume Analysis software package (Toshiba, Japan). In the study, there was a predominance of male patients ($n = 42$ (84%)), mainly in the 61–70 age group.

Results. The isolated type of emphysema was rare: centrilobular and paraseptal emphysemas were seen in 3 (6%) and 2 (4%) patients, respectively. The mixed type of emphysema was detected in 90% of cases; 33 (66%) patients having a predominant centrilobular component constituted a large proportion. It was determined that as the volume of emphysema increased, the patency of the airways worsened, the static pulmonary volumes increased, the lungs were hyperinflated, pulmonary gas exchange worsened, the bronchial resistance slightly increased during calm breathing. No statistically significant results were found from the point of view of correlations between the volume of emphysema and other parameters of pulmonary function.

Conclusion. An increase in the volume of emphysema deteriorates pulmonary function; the greatest contribution to the overall picture is made by the patients with a mixed type of emphysema with a predominance of the centrilobular component.

Keywords: chronic obstructive pulmonary disease; emphysema; pulmonary function; artificial intelligence.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Nadezhda A. Griva – development of the concept and design of the investigation, data collection and analysis, preparation of the manuscript;

Pavel V. Gavrilov – development of the concept and design of the investigation, data collection and analysis, preparation of the manuscript;

Inna A. Nikitina – data collection and analysis, preparation of the manuscript;

Larisa D. Kiryukhina – development of the concept and design of the investigation, data collection and analysis;

Artem N. Narkevich – statistical data processing;

Evgeniy G. Sokolovich – development of the concept and design of the investigation, editing the final version of the article, validation of critical intellectual content

For citation: Griva NA, Gavrilov PV, Nikitina IA, Kiryukhina LD, Narkevich AN, Sokolovich EG. Impact of emphysema subtypes and volume on lung ventilation and gas exchange functions as evidenced by computed tomography. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2021; 102(6): 349–58 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-349-358>

For corresponding: Pavel V. Gavrilov, E-mail: spbniifrentgen@mail.ru

Received July 26, 2021

Revised November 29, 2021

Accepted November 30, 2021

Введение

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) – заболевание, характеризующееся персистирующим ограничением воздушного потока, которое чаще всего прогрессирует и является исходом хронического воспалительного ответа дыхательных путей и легочной ткани на воздействие ингалируемых повреждающих частиц или газов. ХОБЛ представляет собой один из наиболее распространенных заболеваний мирового масштаба с точки зрения как заболеваемости, так и смертности [1].

Анализ смертности от 235 причин среди 20 возрастных групп населения земного шара в 1990 г. и 2010 г., опубликованный в декабре 2012 г. в журнале *Lancet*, демонстрирует, что ХОБЛ поднялась с 4-го на 3-е место в списке причин смерти в мире [2].

По данным экспертов Всемирной организации здравоохранения, эмфизема является составным элементом ХОБЛ. Она характеризуется наличием перманентно расширенных воздушных пространств дистальнее терминальных бронхиол с разрушением альвеолярной стенки.

Диагноз ХОБЛ устанавливается на основании тестирования функции легких со спирометрическими измерениями, определенной Глобальной инициативой по борьбе с хронической обструктивной болезнью легких (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, GOLD). Сюда относятся такие показатели, как объем форсированного выдоха в 1-ю секунду ($ОФВ_1$), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) и отношение объема форсированного выдоха в 1-ю секунду к форсированной жизненной емкости ($ОФВ_1/ФЖЕЛ$) [3].

При пересмотре рекомендаций GOLD от 2017 г. было принято решение оценивать тяжесть ХОБЛ, основываясь преимущественно на частоте и тяжести обострений, а не только лишь на данных функции внешнего дыхания (ФВД), а также рассмотреть возможности других диагностических методов для уточнения картины заболевания. Одним из таких методов является волюмометрический анализ компьютерных томограмм [4].

В большинстве исследований наиболее часто при оценке корреляции между количественной компьютерной томограммой (КТ) и данными функциональных легочных тестов используют показатели $ОФВ_1$ и $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ [5–7].

Относительно небольшое число научных работ посвящено взаимосвязи других параметров вентилиционной и газообменной функций легких с объемами и типом эмфиземы.

Y. Nakano et al. в 2000 г. опубликовали работу о корреляции объема эмфиземы с легочными

функциональными тестами: $ОФВ_1$, ФЖЕЛ, остаточный объем легких (ООЛ), пиковая скорость выдоха (ПСВ), общая емкость легких (ОЕЛ), диффузионная способность легких по монооксиду углерода (diffusing capacity of the lungs for carbon monoxide, DLCO), объем альвеолярного газа (V_a). Количественная оценка эмфизематозного вздутия (low attenuation area, LAA), выраженная в процентах, достоверно коррелировала с $ОФВ_1$, $ОФВ_1/ФЖЕЛ$, ПСВ, ООЛ/ОЕЛ и $DLCO/V_a$ [6].

В исследовании S.E. D'Anna et al. (2013 г.) процент эмфиземы до и после использования бронходилататоров обратно коррелировал с соотношением $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ ($r = -0,44$, $p = 0,002$ и $r = -0,39$, $p = 0,005$), DLCO ($r = -0,64$, $p = 0,0003$) и $DLCO/V_a$ ($r = -0,68$, $p < 0,0001$). Слабая положительная корреляция была также обнаружена с ОЕЛ ($r = 0,28$, $p = 0,048$) [7].

Цель – охарактеризовать взаимосвязь подтипа и объема эмфиземы легких на показатели вентилиционной и газообменной функций легких.

Материал и методы

Проанализированы данные лучевых и функциональных методов обследования 50 пациентов. Критериями включения в исследование являлись: наличие установленного диагноза ХОБЛ и эмфизематозных изменений на КТ (подтвержденных двумя рентгенологами) и проведение комплексного исследования ФВД, включающего спирометрию, бодиплетизмографию и измерение диффузионной способности легких по угарному газу методом одиночного вдоха с задержкой дыхания.

Из исследования были исключены пациенты с первичной эмфиземой легких, наличием любых операций на легких в анамнезе и сочетанием эмфиземы с другими рентгенологическими синдромами в легких (консолидации, полости).

Исследования выполняли на томографах Aquilion 32 и Aquilion Prime (Toshiba, Япония) без внутривенного контрастного усиления, с толщиной слоя 1 мм, питч-фактором 0,84, пиковым напряжением 120 кВ. Реконструкцию изображений осуществляли ядром FC07.

Для анализа изображений использовали встроенную программу Lung Volume Analysis (рис. 1). Предварительно вручную определяли точку начала сегментации на уровне бифуркации трахеи. В итоговой таблице показан объем и процент поражения легочной ткани, отдельно для каждого легкого и суммарно.

На первоначальном этапе пороговым значением для анализа повышенной воздушности ткани легких при автоматическом волюмометрическом анализе была величина -950 HU согласно рекомендациям Fleischner Society [8].

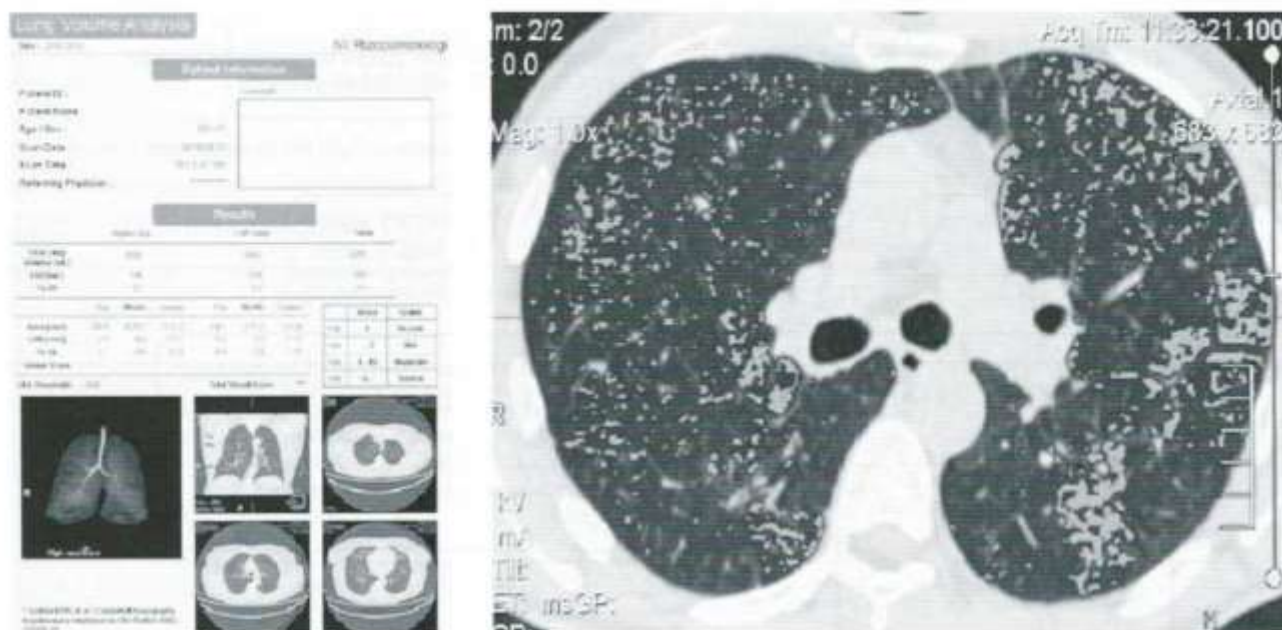


Рис. 1. Пример расчета объема эмфизематозных изменений от общего объема легочной ткани. Lung Volume Analysis. LAA (low attenuation area) или LAV (low attenuation voxels) – процент эмфизематозных изменений

Fig. 1. Example of automated emphysema quantification. Lung Volume Analysis. LAA (low attenuation area) or LAV (low attenuation voxels) – percentage of emphysematous changes

Однако при проведении волюмометрического анализа с последующей проверкой качества сегментации врачом-рентгенологом результаты, более сопоставимые с визуализируемыми человеческим глазом изменениями, были получены при пороговом значении плотности -930 HU [9]. Поэтому они были дополнительно взяты для статистического анализа, итоговые результаты выражены в процентах и литрах.

Исследование функции дыхания проводили на установке экспертной диагностики ФВД Master Screen Body Diffusion (VIASYS Healthcare, Германия) в соответствии с критериями корректности выполнения легочных функциональных тестов, предложенных совместной группой экспертов Американского торакального общества и Европейского респираторного общества.

Схема обследования больных представлена на рисунке 2.

Статистический анализ. Статистический анализ проводили с помощью программы SPSS. Связь между количественными параметрами была оценена с применением критерия Манна–Уитни, результаты сравнения всех четырех типов эмфиземы оценены с использованием критерия Краскела–Уоллиса, попарно между собой – с помощью критерия Манна–Уитни. Корреляция между результатами количественной оценки эмфиземы программами была проанализирована с применением коэффициента Пирсона.

Результаты

В исследование были включены 50 пациентов: 8 женщин (средний возраст $61,4 \pm 9,59$ года, от 54 до 78 лет) и 42 мужчины (средний возраст $61,3 \pm 9,35$, от 42 до 78 лет). В среднем объем пораженной эмфиземой легочной ткани составил $10,5 \pm 12\%$, ОФВ₁ – $2,26 \pm 1,22$ л, ОФВ₁/ФЖЕЛ – $3,08 \pm 0,72$. Данные о стаже курения, наличии сопутствующих заболеваний других систем органов отсутствуют в связи с невозможностью ретроспективного сбора анамнеза.

В ходе исследования больные были разделены на четыре группы в зависимости от типа эмфиземы на основании классификации Fleishner Society [8]:

- изолированная центрилобулярная;
- изолированная парасептальная;
- смешанная, с преобладанием центрилобулярного компонента;
- смешанная, с преобладанием парасептального компонента.

Изолированный тип эмфиземы встречается редко. В нашей выборке изолированная центрилобулярная эмфизема присутствовала у 6% больных ($n = 3$), изолированная парасептальная – у 4% ($n = 2$). В 90% случаев выявлен смешанный тип эмфиземы, при этом большую долю (66% пациентов, $n = 33$) составили лица, имеющие преобладающий центрилобулярный компонент.

При статистическом анализе не было выявлено зависимости типа эмфиземы от пола пациента ($p [0;0,002]$).

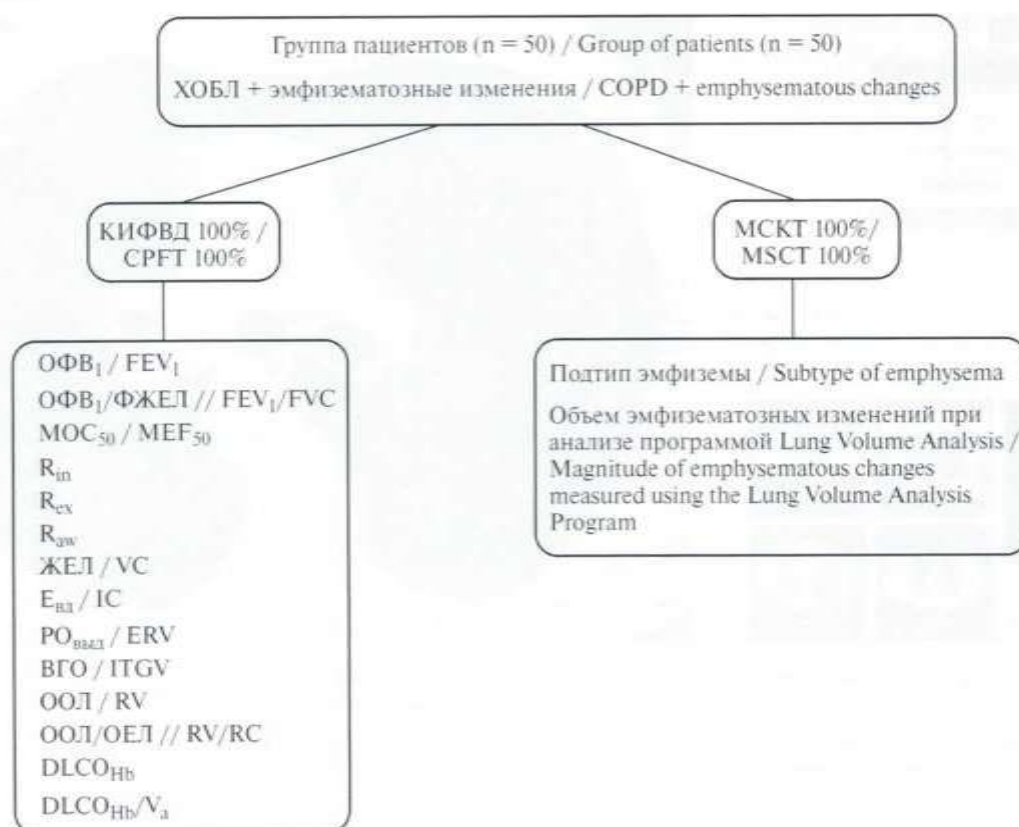


Рис. 2. Схема обследования пациентов.

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; КИФВД – комплексное исследование функции внешнего дыхания; ОФВ₁ – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду маневра форсированного выдоха; ОФВ₁/ФЖЕЛ – отношение объема форсированного выдоха за 1-ю секунду к форсированной жизненной емкости легких (индекс Тиффно); МОС₅₀ – максимальная объемная скорость форсированного выдоха на уровне 50% ФЖЕЛ; R_{ин} – бронхиальное сопротивление на вдохе; R_{эк} – бронхиальное сопротивление на выдохе; R_{зв} – общее бронхиальное сопротивление; ЖЕЛ – жизненная емкость легких; Е_{вл} – емкость вдоха; РО_{взд} – резервный объем выдоха; ВГО – внутригрудной объем; ООЛ – остаточный объем легких; ООЛ/ОЕЛ – отношение остаточного объема легких к остаточной емкости легких; DLCO_{Hb} – диффузионная способность легких по монооксиду углерода, скорректированная по гемоглобину; DLCO_{Hb}/V_a – отношение диффузионной способности по монооксиду углерода, скорректированной по гемоглобину, к альвеолярному объему

Fig. 2. Patient examination scheme.

COPD – chronic obstructive pulmonary disease; CPFT – complex pulmonary function test; FEV₁ – forced expiratory volume in the first second; FEV₁/FVC – the ratio of the forced expiratory volume in the first second to the forced vital capacity of the lungs (Tiffeneau index); MEF₅₀ – maximum expiratory flow at 50% of FVC; R_{in} – bronchial inspiratory resistance; R_{ex} – bronchial expiratory resistance; R_{aw} – airway resistance; VC – vital capacity; IC – inspiratory capacity; ERV – expiratory reserve volume; ITV – intrathoracic volume; RV – residual volume; RV/RC – the ratio of residual volume to residual capacity; DLCO_{Hb} – diffusing capacity of the lungs for carbon monoxide, adjusted for hemoglobin; DLCO_{Hb}/V_a – the ratio of the diffusing capacity of the lungs for carbon monoxide, adjusted for hemoglobin, to alveolar volume

При корреляционном анализе количественных параметров отмечена взаимосвязь между объемом эмфиземы и ОФВ₁, ОФВ₁/ФЖЕЛ, максимальной объемной скоростью форсированного выдоха на уровне 50% ФЖЕЛ, функциональной остаточной емкостью легких, остаточным объемом, отношением остаточного объема к общей емкости легких, диффузионной способностью по монооксиду углерода, скорректированной по гемоглобину, и ее отношением к альвеолярному объему (табл. 1).

Установлена обратная связь между объемом эмфиземы и ОФВ₁, ОФВ₁/ФЖЕЛ, максимальной объемной скоростью форсированного выдоха на

уровне 50% ФЖЕЛ и отношением диффузионной способности по монооксиду углерода, скорректированной по гемоглобину, к альвеолярному объему. Прямая связь наблюдалась между объемом эмфиземы и функциональной остаточной емкостью легких и отношением остаточного объема к общей емкости легких. Умеренная прямая взаимосвязь определялась с бронхиальным сопротивлением на выдохе. Отмечено, что коэффициент корреляции был выше при пороговой плотности –930 НУ.

Таким образом, с увеличением объема эмфиземы ухудшалась проходимость дыхательных путей (ОФВ₁, ОФВ₁/ФЖЕЛ, МОС₅₀), увеличивались

Таблица 1

Оценка взаимосвязи между показателями подтипа и объема эмфиземы с показателями КИВФД (n = 50)

Table 1

Evaluation of the relationship between the subtype and volume of emphysema and CPFT values (n = 50)

Показатель / Index		%LAA – 950 HU	LAA – 950 HU, л / LAA – 950 HU, L	%LAA – 930 HU	LAA – 930 HU, л / LAA – 930 HU, L
ОФВ ₁ / FEV ₁	Коэффициент корреляции	–0,278	–0,18	–0,365*	–0,218
	p	0,05	0,21	0,009	0,128
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ / FEV ₁ /FVC	Коэффициент корреляции	–0,539*	–0,482*	–0,596*	–0,502*
	p	0	0	0	0
МОС ₅₀ / MEF ₅₀	Коэффициент корреляции	–0,330**	–0,249	–0,436*	–0,309**
	p	0,022	0,088	0,002	0,032
R _{in}	Коэффициент корреляции	0,049	–0,019	0,167	0,09
	p	0,736	0,898	0,246	0,532
R _{ex}	Коэффициент корреляции	0,185	0,119	0,280**	0,171
	p	0,2	0,409	0,049	0,235
R _{aw}	Коэффициент корреляции	0,148	0,073	0,245	0,139
	p	0,305	0,614	0,087	0,337
ФОЕ _{плет} / FRC _{pleth}	Коэффициент корреляции	0,428*	0,501*	0,535*	0,619*
	p	0,002	0	0	0
ЖЕЛ / VC	Коэффициент корреляции	–0,074	0,066	–0,123	0,051
	p	0,611	0,647	0,395	0,727
Е _{ад} / IC	Коэффициент корреляции	–0,131	0,011	–0,159	–0,006
	p	0,364	0,939	0,27	0,969
РО _{выд} / ERC	Коэффициент корреляции	0,056	0,139	0,004	0,14
	p	0,703	0,34	0,98	0,338
ООЛ / RV	Коэффициент корреляции	0,426*	0,465*	0,574*	0,602*
	p	0,002	0,001	0	0
ООЛ/ОЕЛ // RV/RC	Коэффициент корреляции	0,292**	0,221	0,416*	0,310**
	p	0,04	0,123	0,003	0,028
DLCO _{Hb}	Коэффициент корреляции	–0,366*	–0,258	–0,365*	–0,22
	p	0,009	0,071	0,009	0,125
DLCO _{Hb} /V _a	Коэффициент корреляции	–0,516*	–0,489*	–0,526*	–0,473*
	p	0	0	0	0,001

* Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

** Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).

ФОЕ_{плет} – функциональная остаточная емкость, измеренная с помощью плетизмографии.

* The correlation is significant at 0.01 (bilateral).

** The correlation is significant at 0.05 (bilateral).

FRC_{pleth} – functional residual capacity measured by plethysmography.

Оценка взаимосвязи между результатами количественного анализа эмфиземы пациентов со смешанной эмфиземой с преобладающим центрилобулярным компонентом и показателями КИВФД (n = 33)

Table 2

Evaluation of the relationship between the results of quantitative analysis of emphysema in patients with mixed emphysema with a predominant centrilobular component and CPFT values (n = 33)

Показатель / Index		%LAA – 950 HU	LAA – 950 HU, л	%LAA – 930 HU%	LAA – 930 HU, л
ОФВ ₁ / FEV ₁	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	–0,388**	–0,301	–0,446*	–0,303
	p	0,025	0,089	0,009	0,086
ОФВ ₁ /ФЖЕЛ // FEV ₁ /FVC	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	–0,638*	–0,603*	–0,682*	–0,573*
	p	0,000	0,000	0,000	0,000
МОС ₅₀ / ME ₅₀	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	–0,451**	–0,383**	–0,528*	–0,398**
	p	0,011	0,034	0,002	0,027
R _{in}	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	0,058	0,037	0,154	0,111
	p	0,751	0,837	0,392	0,537
R _{ex}	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	0,207	0,168	0,285	0,163
	p	0,247	0,351	0,108	0,366
R _{avr}	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	0,130	0,087	0,210	0,106
	p	0,470	0,630	0,241	0,559
ФОЕ _{плет} / FRC _{pleth}	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	0,405**	0,498*	0,467*	0,521*
	Знач. (двухсторонняя) / Significance (bilateral)	0,020	0,003	0,006	0,002
ЖЕЛ / FVC	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	–0,138	–0,011	–0,171	–0,009
	p	0,442	0,954	0,343	0,959
E _{вд} / IC	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	–0,189	–0,066	–0,197	–0,049
	p	0,292	0,715	0,272	0,786
РО _{внд} / ERC	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	0,065	0,170	0,028	0,170
	p	0,724	0,351	0,879	0,354
ООЛ / RV	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	0,447*	0,479*	0,556*	0,549*
	p	0,009	0,005	0,001	0,001
ООЛ/ОЕЛ // RV/RC	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	0,385**	0,306	0,466**	0,335
	p	0,027	0,083	0,006	0,057
DLCO _{НВ}	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	–0,559*	–0,426**	–0,499*	–0,315
	p	0,001	0,014	0,003	0,074
DLCO _{НВ} /V _a	Коэффициент корреляции / Correlation coefficient	–0,724*	–0,659*	–0,654*	–0,566*
	p	0,000	0,000	0,000	0,001

* Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

** Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя).

* The correlation is significant at 0.01 (bilateral).

** The correlation is significant at 0.05 (bilateral).

функциональная остаточная емкость легких (ФОЕ), гиперинфляция легких (ООЛ, ООЛ/ОЕЛ), ухудшался легочный газообмен ($DLCO_{Hb}$, $DLCO_{Hb}/V_a$), незначительно увеличивалось бронхиальное сопротивление при спокойном дыхании (R_{aw}).

Анализ корреляционных связей объема эмфиземы с другими параметрами функции внешнего дыхания статистически значимых результатов не выявил ($p [0; 0,002]$).

При корреляционном анализе количественных параметров у пациентов мужского пола наблюдалась аналогичная взаимосвязь (коэффициенты корреляции: $ОФВ_1$ $-0,443$, $ОФВ_1/ФЖЕЛ$ $-0,639$, $МОС_{50}$ $-0,498$, $ВГО$ $0,586$, $ООЛ$ $0,556$, $ООЛ/ОЕЛ$ $0,463$, $DLCO_{Hb}/V_a$ $0,490$). Однако также отмечено наличие умеренной прямой связи между объемом эмфиземы и бронхиальным сопротивлением на выдохе и общим бронхиальным сопротивлением (коэффициенты корреляции $0,344$ и $0,326$ соответственно). Коэффициент корреляции был выше при пороговой плотности -930 НУ.

При корреляционном анализе количественных параметров у пациенток женского пола определялась слабая прямая взаимосвязь только между объемом эмфиземы и внутригрудным объемом, остаточным объемом (коэффициент корреляции $0,762$ в обоих случаях) и слабая обратная связь с диффузионной способностью по монооксиду углерода, скорректированной по гемоглобину, и ее отношением к альвеолярному объему (коэффициенты корреляции: $DLCO_{Hb}$ $-0,738$, $DLCO_{Hb}/V_a$ $-0,786$). Коэффициент корреляции также был выше при пороговой плотности -930 НУ.

Таким образом, при увеличении объема эмфиземы происходит увеличение ВГО, гиперинфляции легких (ООЛ) и ухудшение легочного газообмена ($DLCO_{Hb}$, $DLCO_{Hb}/V_a$).

Результаты корреляционного анализа количественных показателей больных с изолированными типами эмфиземы не могут считаться достоверными в связи с очень маленьким размером выборки ($n = 5$).

При корреляционном анализе количественных параметров у пациентов со смешанной эмфиземой с преобладающим центрилобулярным компонентом (табл. 2) наблюдалась аналогичная корреляция объема эмфиземы и $ОФВ_1$, $ОФВ_1/ФЖЕЛ$, мгновенной объемной скорости после вдоха 50% ФЖЕЛ, внутригрудного объема, остаточного объема, отношения остаточного объема к общей емкости легких, диффузионной способности по монооксиду углерода, скорректированной по гемоглобину, и ее отношения к альвеолярному объему. То есть с увеличением объема эмфиземы ухудшалась проходимость дыхательных путей ($ОФВ_1$, $ОФВ_1/ФЖЕЛ$, $МОС_{50}$), увеличивались статические легочные объемы (ВГО), гиперинфляция легких

(ООЛ, ООЛ/ОЕЛ) и ухудшался легочный газообмен ($DLCO_{Hb}$, $DLCO_{Hb}/V_a$).

При корреляционном анализе количественных параметров у пациентов со смешанной эмфиземой с преобладающим парасептальным компонентом не выявлено достоверной взаимосвязи между параметрами функции внешнего дыхания и объемом эмфиземы.

Обсуждение

Несмотря на то что большинство руководств выделяют несколько фенотипов эмфизематозного поражения, изолированное выявление того или иного подтипа встречается редко [8, 10–11]. Наиболее часто в нашем исследовании отмечены смешанные изменения с преобладанием либо центрилобулярной, либо парасептальной эмфиземы.

Также, хотя классическим определением эмфиземы согласно рекомендациям Fleischner Society является повышение воздушности более -950 НУ, в нашей работе результаты, наиболее сопоставимые с визуализируемыми человеческим глазом изменениями, и более убедительная взаимосвязь с параметрами функции внешнего дыхания определялись при пороговом значении плотности легочной паренхимы -930 НУ, выраженном в процентах.

Возможно, это связано с настройками программ автоматической обработки под конкретные параметры сканирования томографами различных производителей. Многие авторы указывают на зависимость результатов анализа от технических параметров выполнения КТ [12–15].

В нашем исследовании было выявлено ухудшение проходимости дыхательных путей или легочного газообмена, увеличение гиперинфляции, бронхиального сопротивления при спокойном дыхании (незначительно) и статических легочных объемов при увеличении объема эмфиземы, что коррелирует с результатами аналогичных работ, описанными в литературе [5–7, 16, 17].

Следует отметить, что наибольший вклад в ухудшение показателей функции внешнего дыхания наблюдался при преобладании центрилобулярного компонента, а у пациентов с преобладанием парасептальной эмфиземы не выявлено достоверной взаимосвязи между параметрами функции внешнего дыхания и объемом эмфиземы.

Сведений о наличии существенных отличий по объему эмфизематозных изменений и его корреляции с данными ФВД между мужчинами и женщинами в литературе не представлено. В нашем исследовании мужчины показали параметры корреляции, сходные с общими, что связано с преобладанием этой группы пациентов в общей выборке.

Заключение

В данном исследовании представлено особое выделение типов эмфиземы с оценкой корреляции основных параметров функции внешнего дыхания и данных автоматического анализа

объема эмфиземы. Как и ожидалось, эта корреляция довольно высока. Причем преобладание центрилобулярного компонента более выражено влияет на легочный газообмен.

Литература [References]

1. Хроническая обструктивная болезнь легких. Клинические рекомендации. Российское респираторное общество. URL: https://spulmo.ru/upload/federal_klinicheskie_rekomendaciy_hobL.pdf (дата обращения 03.09.2021). [Chronic obstructive pulmonary disease. Clinical guidelines. Russian Respiratory Society. Available at: https://spulmo.ru/upload/federal_klinicheskie_rekomendaciy_hobL.pdf (in Russ.) (accessed 03.09.2021).]
2. Диагностика и лечение пациентов с хронической обструктивной болезнью легких и артериальной гипертензией. Национальные клинические рекомендации. URL: https://www.rnmot.ru/public/uploads/RNMOT/clinical/2017/%D0%A5%D0%9E%D0%91%D0%98%D0%B8%D0%90%D0%93%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%8F%D0%B2%D0%B8%D0%BD_250618.pdf (дата обращения 03.09.2021). [Diagnosis and treatment of patients with chronic obstructive pulmonary disease and arterial hypertension. National clinical guidelines. Available at: https://www.rnmot.ru/public/uploads/RNMOT/clinical/2017/%D0%A5%D0%9E%D0%91%D0%98%D0%B8%D0%90%D0%93%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%8F%D0%B2%D0%B8%D0%BD_250618.pdf (in Russ.) (accessed 03.09.2021).]
3. Vogelmeier CF, Criner GJ, Martinez FJ, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive lung disease 2017 report: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2017; 195(5): 557–582. <http://doi.org/10.1164/rccm.201701-0218PP>.
4. Mirza S, Clay RD, Koslow MA, Scanlon PD. COPD guidelines: a review of the 2018 GOLD report. *Mayo Clin Proc*. 2018; 93(10): 1488–502. <http://doi.org/10.1016/j.mayocp.2018.05.026>.
5. Fischer AM, Varga-Szemes A, van Assen M, et al. Comparison of artificial intelligence-based fully automatic chest CT emphysema quantification to pulmonary function testing. *Am J Roentgenol*. 2020; 214(5): 1065–71. <http://doi.org/10.2214/AJR.19.21572>.
6. Nakano Y, Muro S, Sakai H, et al. Computed tomographic measurements of airway dimensions and emphysema in smokers: correlation with lung function. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000; 162(3 Pt 1): 1102–8. <http://doi.org/10.1164/ajrccm.162.3.9907120>.
7. De Boer E, Nijholt IM, Jansen S, et al. Optimization of pulmonary emphysema quantification on CT scans of COPD patients using hybrid iterative and post processing techniques: correlation with pulmonary function tests. *Insights Imaging*. 2019; 10(1): 102. <http://doi.org/10.1186/s13244-019-0776-9>.
8. Lynch DA, Moore CM, Wilson C, et al. CT-based visual classification of emphysema: association with mortality in the COPD gene Study. *Radiology*. 2018; 288(3): 859–66. <http://doi.org/10.1148/radiol.2018172294>.
9. Гаврилов П.В., Грива Н.А., Торкатюк Е.А. Оценка воспроизводимости программного анализа объема эмфиземы: сравнительный анализ результатов при оценке различными программными продуктами. *Лучевая диагностика и терапия*. 2021; 11(4): 37–43. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-37-43>. [Gavrilov PV, Griva NA, Torkatyuk EA. Evaluation of the interchangeability of volumetric lung emphysema quantification: comparative analysis of the evaluation results using different software products. *Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2021; 11(4): 37–43 (in Russ.). <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-4-37-43>.]
10. Шейх Ж.В., Николаев Э.В., Тюрин И.Е. и др. Хроническая обструктивная болезнь легких с эмфиземой и гигантскими буллами у курильщика. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2018; 99(4): 204–10. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2018-99-4-204-210>. [Sheykh ZV, Nikolaev EV, Tyurin IE, et al. Chronic obstructive pulmonary disease with emphysema and giant bullae in a smoker. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2018; 99(4): 204–10 (in Russ.). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2018-99-4-204-210>.]
11. Горбунов Н.А., Лаптев В.Я. Комплексная лучевая диагностика хронической обструктивной болезни легких. *Пульмонология*. 2020; 6: 95–100. <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2008-0-6-95-100>. [Gorbunov NA, Laptev VY. Combined radiological diagnosis of chronic obstructive pulmonary disease. *Pulmonologiya*. 2020; 6: 95–100 (in Russ.). <https://doi.org/10.18093/0869-0189-2008-0-6-95-100>.]
12. Willemink MJ, de Jong PA, Leiner T, et al. Schilham Iterative reconstruction techniques for computed tomography. Part 1: technical principles. *Eur Radiol*. 2013; 23(6): 1623–31. <https://doi.org/10.1007/s00330-012-2765-y>.
13. den Harder AM, de Boer E, Lagerweij SJ, et al. Emphysema quantification using chest CT: influence of radiation dose reduction and reconstruction technique. *Eur Radiol Exp*. 2018; 2: 30. <https://doi.org/10.1186/s41747-018-0064-3>.
14. Baumuegger S, Winklehner A, Karlo C, et al. Low-dose CT of the lung: potential value of iterative reconstructions. *Eur Radiol*. 2012; 22(12): 2597–606. <https://doi.org/10.1007/s00330-012-2524-0>.
15. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, et al. Aerts Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer*. 2018; 18(8): 500–10. <https://doi.org/10.1038/s41568-018-0016-5>.
16. Feldhaus FW, Theilig DC, Hubner RH, et al. Quantitative CT analysis in patients with pulmonary emphysema: is lung function influenced by concomitant unspecific pulmonary fibrosis? *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2019; 14: 1583–93. <https://doi.org/10.2147/COPD.S204007>.
17. Šileikienė V, Urbonas M, Matačiūnas M, Norkūnienė J, et al. Relationships between pulmonary function test parameters and quantitative computed tomography measurements of emphysema in subjects with chronic obstructive pulmonary disease. *Acta Med Litu*. 2017; 24(4): 209–18. <https://doi.org/10.6001/actamedica.v24i4.3616>.



КТ-перфузия печени как неинвазивный метод оценки гемодинамики печеночной паренхимы у пациентов с фиброзом и циррозом в исходе хронического вирусного гепатита С

Сташук Г.А., Мойсюк Я.Г., Смирнова Д.Я., Сумцова О.В.

ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», ул. Щепкина, 61/2, Москва, 129110, Российская Федерация

Сташук Галина Александровна, д. м. н., профессор кафедры лучевой диагностики факультета усовершенствования врачей ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»; <http://orcid.org/0000-0003-1058-0611>

Мойсюк Ян Геннадьевич, д. м. н., профессор, заведующий отделом трансплантологии ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»; <http://orcid.org/0000-0002-0002-9183>

Смирнова Дарья Яковлевна, аспирант кафедры лучевой диагностики факультета усовершенствования врачей ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»; <http://orcid.org/0000-0002-0128-7977>

Сумцова Ольга Васильевна, мл. науч. сотр. отделения хирургии и трансплантации печени отдела трансплантологии ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»; <http://orcid.org/0000-0003-3440-6685>

Резюме

Цель: определить возможности перфузионной компьютерной томографии (КТ-перфузии) печени в оценке гемодинамики у пациентов с фиброзом и циррозом в исходе хронического вирусного гепатита С (ХВГС).

Материал и методы. В проспективное исследование на базе отделения лучевой диагностики МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского был включен 61 пациент с фиброзом и циррозом печени в исходе ХВГС, из которых 26 больным была проведена противовирусная терапия (ПВТ) с достижением устойчивого вирусологического ответа (УВО) через 24 нед после окончания лечения. Всем пациентам выполняли КТ-перфузию печени на 256-срезовом компьютерном томографе Philips ICT (Нидерланды). Определяли параметры артериальной, портальной, общей перфузии и индекса печеночной перфузии у каждого больного в III, VII и VIII сегментах печени по методу наклона кривой.

Результаты. Сравнение значений параметров перфузии у пациентов, прошедших ПВТ с достижением УВО и не получавших специфического лечения, проводили в группах исследуемых с фиброзом, компенсированным, субкомпенсированным и декомпенсированным циррозом печени. В группе больных с фиброзом печени исследуемые после ПВТ с достижением УВО имели большие значения портальной и общей перфузии, чем пациенты, не получавшие специфического лечения ($p = 0,001$ и $p = 0,002$ соответственно). В этой же группе индекс перфузии печени был выше у лиц, не прошедших ПВТ, чем у тех, кто получил терапию ($p = 0,028$). Значения общей перфузии были статистически значимо выше у пациентов с компенсированным циррозом печени после ПВТ с достижением УВО, чем у больных, не получавших лечение ($p = 0,008$). Портальная перфузия в группе с декомпенсированным циррозом печени после специфического лечения оказалась выше, чем у пациентов, не получавших ПВТ ($p = 0,012$). У больных с субкомпенсированным циррозом печени не было получено статистически значимых различий при сравнении значений параметров перфузии печени в зависимости от наличия лечения.

Заключение. КТ-перфузия печени позволяет получить представление об изменениях гемодинамики ткани печени при фиброзе и циррозе после проведения противовирусной терапии у пациентов с ХВГС.

Ключевые слова: перфузия; цирроз печени; гепатит С; противовирусная терапия.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов. Авторы внесли равноценный вклад в подготовку статьи для публикации.

Для цитирования: Сташук Г.А., Мойсюк Я.Г., Смирнова Д.Я., Сумцова О.В. КТ-перфузия печени как неинвазивный метод оценки гемодинамики печеночной паренхимы у пациентов с фиброзом и циррозом в исходе хронического вирусного гепатита С. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2021; 102(6): 359–68. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-359-368>

Для корреспонденции: Смирнова Дарья Яковлевна, E-mail: d-ya-sm@yandex.ru

Статья поступила 11.10.2021

После доработки 07.12.2021

Принята к печати 08.12.2021

Liver CT Perfusion Imaging as a Non-Invasive Method for Assessing Hemodynamics of the Hepatic Parenchyma in Patients with Fibrosis and Cirrhosis as a Result of Chronic Viral Hepatitis C

Galina A. Stashuk, Yan G. Moysyuk, Dar'ya Ya. Smirnova, Ol'ga V. Sumtsova

*Vladimirskiy Moscow Regional Research and Clinical Institute,
ul. Shchepkina, 61/2, Moscow, 129110, Russian Federation*

Galina A. Stashuk, Dr. Med. Sc., Professor, Chair of Radiation Diagnostics, Postgraduate Training Faculty, Vladimirskiy Moscow Regional Research and Clinical Institute;
<http://orcid.org/0000-0003-1058-0611>

Yan G. Moysyuk, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Department of Transplantology, Vladimirskiy Moscow Regional Research and Clinical Institute;
<http://orcid.org/0000-0002-0002-9183>

Dar'ya Ya. Smirnova, Postgraduate, Chair of Radiation Diagnostics, Faculty of Advanced Medical Training, Vladimirskiy Moscow Regional Research and Clinical Institute;
<http://orcid.org/0000-0002-0128-7977>

Ol'ga V. Sumtsova, Junior Researcher, Unit of Liver Surgery and Transplantation, Department of Transplantology, Vladimirskiy Moscow Regional Research and Clinical Institute;
<http://orcid.org/0000-0003-3440-6685>

Abstract

Objective: to determine whether liver computed tomography (CT) perfusion imaging can assess hemodynamics in patients with fibrosis and cirrhosis as a result of chronic viral hepatitis C (CVHC).

Subjects and methods. The prospective study conducted at the Department of Radiation Diagnosis, M.F. Vladimirskiy Moscow Regional Research and Clinical Institute, enrolled 61 patients with liver fibrosis and cirrhosis as a result of CVHC, of whom 26 patients had received antiviral therapy (AVT) and achieved a sustained virological response (SVR) at 24 weeks after the end of treatment. All the patients underwent liver CT perfusion imaging on a 256-slice Philips ICT computed tomography scanner (Netherlands). The parameters of arterial, portal, general perfusion and hepatic perfusion index were measured in each patient in his/her liver segments III, VII, and VIII, by calculating the slope of a curve.

Results. The values of perfusion parameters in patients who had undergone AVT and attained SVR and who had received no specific treatment were compared with those in the fibrosis, compensated, subcompensated, and decompensated liver cirrhosis groups. In the liver fibrosis group, the patients who had achieved SVR after AVT had higher portal and total perfusion values than those who had received no specific treatment ($p = 0.001$ and $p = 0.002$; respectively). In the same group, the liver perfusion index was higher in the patients who had not undergone AVT than in the treated patients ($p = 0.028$). The values of total perfusion were statistically significantly higher in patients with compensated liver cirrhosis who had attained SVR after AVT than in the untreated patients ($p = 0.008$). In the decompensated liver cirrhosis group, portal perfusion after specific treatment was higher than in the non-AVT group ($p = 0.012$). The subcompensated liver cirrhosis group showed no statistically significant differences when comparing the values of liver perfusion parameters depending on the availability of treatment.

Conclusion. Liver CT perfusion imaging cannot give an idea of how the hemodynamics of liver tissue changes in the presence of fibrosis and cirrhosis in patients with CVHC after AVT.

Keywords: perfusion; liver cirrhosis; hepatitis C; antiviral therapy.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions. The authors made an equal contribution to the preparation of the article for publication.

For citation: Stashuk GA, Moysyuk YaG, Smirnova DYa, Sumtsova OV. Liver CT perfusion imaging as a non-invasive method for assessing hemodynamics of the hepatic parenchyma in patients with fibrosis and cirrhosis as a result of chronic viral hepatitis C. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2021; 102(6): 359–68 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-359-368>

For corresponding: Dar'ya Ya. Smirnova, E-mail: d-ya-sm@yandex.ru

Received October 11, 2021

Revised December 7, 2021

Accepted December 8, 2021

Введение

Патогенетическая терапия в лечении хронического вирусного гепатита С (ХВГС) на сегодняшний день играет решающее значение. Основной целью лечения является профилактика декомпенсации функции печени и смерти, связанной с поражением печени. Лечение ХВГС направлено на эрадикацию вируса. Его конечной точкой является устойчивый вирусологический ответ (УВО), характеризующийся тем, что РНК вируса гепатита С не определяется в сыворотке или плазме через 24 нед после окончания лечения [1]. УВО снижает риск развития цирроза печени у пациентов с фиброзом и, как было показано, вызывает регресс фиброза [2].

На сегодняшний день остается актуальным вопрос о том, какие методы лучевой диагностики можно использовать для оценки результатов противовирусной терапии (ПВТ) препаратами прямого действия у лиц с ХВГС. У пациентов с циррозом печени элиминация вируса гепатита С снижает скорость декомпенсации и может уменьшить (хотя и не исключает) вероятность возникновения осложнений цирроза, в том числе гепатоцеллюлярной карциномы [3, 4].

При выборе метода диагностики следует учитывать не только физические свойства паренхимы печени, но и особенности ее гемодинамики. Оценку жесткости ткани печени в динамике проводят с помощью эластографии. Доказано, что у пациентов с ХВГС после проведения противовирусной терапии с достижением УВО жесткость ткани печени снижается [5, 6].

Для визуализации гемодинамических особенностей печеночной паренхимы используется метод перфузионной компьютерной томографии (КТ-перфузии), при котором происходит количественная оценка поступления, распределения и вымывания контрастного вещества в микроциркуляторном русле печени.

Цель – определить возможности КТ-перфузии печени в оценке результатов противовирусной терапии у пациентов с фиброзом и циррозом печени в исходе хронического вирусного гепатита С.

Материал и методы

В когортное исследование на базе отделения лучевой диагностики МОНКИ им. М.Ф. Владимирского с декабря 2019 г. по сентябрь 2021 г. был включен 61 пациент с фиброзом и циррозом печени в исходе ХВГС, из которых 26 больных прошли противовирусную терапию с достижением УВО. Фиброз печени у пациентов, принимавших участие в исследовании, был морфологически верифицирован. Диагноз «цирроз печени» был выставлен на основании клинико-лабораторных и инструментальных данных.

Клиническими критериями диагноза «цирроз печени» являются: асцит, печеночная энцефалопатия, пальмарная эритема, телеангиоэктазии, наличие варикозно расширенных вен на передней брюшной стенке. Лабораторные критерии: повышение уровня билирубина, международного нормализованного отношения (МНО), снижение уровней альбумина, протромбина, холестерина, холинэстеразы, тромбоцитов. Критерии диагноза «цирроз печени» по данным ультразвукового обследования: изменение размеров и контура печени, спленомегалия, расширение ствола воротной и селезеночной вен, наличие венозных коллатералей. Степень тяжести цирроза печени определяли с помощью прогностической шкалы Чайлда–Пью.

Медиана возраста с соответствующим интерквартильным размахом (interquartile range, IQR) у больных, не прошедших ПВТ, составила 50 лет (IQR 44–59 лет), у пациентов после специфического лечения с достижением УВО – 53 года (IQR 48–58 лет). Распределение больных по полу в зависимости от наличия лечения представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение пациентов по полу в зависимости от наличия лечения (n = 61), n (%)

Table 1

Distribution of patients by gender depending on the availability of treatment (n = 61), n (%)

Категория / Category	Пол / Gender	
	Мужчины / Males	Женщины / Females
Пациенты, не получавшие ПВТ / Patients who had not received AVT	22 (62,9)	13 (37,1)
Пациенты после ПВТ с достижением УВО / Patients who have achieved SVR after AVT	20 (76,9)	6 (23,1)

Примечание. ПВТ – противовирусная терапия; УВО – устойчивый вирусологический ответ.

Note. AVT – antiviral therapy; SVR – sustained virological response.

Распределение пациентов по степени тяжести цирроза печени в зависимости от наличия лечения показано в таблице 2.

Характеристики кровотока ткани печени у всех обследуемых определялись с помощью КТ-перфузии на 256-срезовом аппарате Philips ICT (Нидерланды) по одному из протоколов в зависимости от наличия/отсутствия ожирения или асцита большого объема. Для лиц без ожирения или асцита большого объема параметры сканирования

Таблица 2

Деление пациентов по степени тяжести цирроза печени
в зависимости от наличия лечения, n (%)

Table 2

Division of patients according to the severity of liver cirrhosis
depending on the availability of treatment, n (%)

Степень тяжести цирроза печени / The severity of liver cirrhosis	Число пациентов после ПБТ с достижением УВО / The number of patients who had achieved SVR after AVT
Отсутствие цирроза печени (фиброз) / No liver cirrhosis (fibrosis)	4/7 (57,1)
Компенсированный цирроз печени / Compensated liver cirrhosis	15/32 (46,9)
Субкомпенсированный цирроз печени / Subcompensated liver cirrhosis	6/15 (50,0)
Декомпенсированный цирроз печени / Decompensated liver cirrhosis	1/7 (14,3)

были следующие: время задержки сканирования 6 с, напряжение на рентгеновской трубке 80 кВ, сила тока 120 мАс, общее время сканирования 56 с в челночном режиме, толщина среза 5 мм. У больных с ожирением/асцитом большого объема

протокол сканирования отличался значением напряжения на рентгеновской трубке, которое составило 100 кВ, и силой тока, составлявшей 140 мАс.

Всем пациентам вводили неионный йодосодержащий контрастный препарат с содержанием йода не менее 350 мг/мл. Скорость введения контрастного препарата составляла от 3,5 до 4,0 мл/с в зависимости от толщины пунктируемой вены. Больным с ожирением или асцитом большого объема вводили 65 мл неионного йодосодержащего контрастного препарата, остальным обследуемым – 50 мл.

КТ-перфузии печени предшествовало нативное сканирование, которое планировалось таким образом, чтобы зона от нижних отделов легких до крыш вертлужных впадин была включена в исследование. Общее время сканирования при КТ-перфузии печени составляло 56 с. В связи с этим пациентам была разъяснена необходимость поверхностного дыхания во время челночного сканирования. В целях уменьшения амплитуды дыхательных движений брюшную полость фиксировали эластичным ремнем. В протокол шаговой перфузии печени включено 15 сканирований по 2–2,5 с, между которыми делали паузы такой же продолжительности. Появление контраста в проксимальном отделе брюшной аорты фиксировали на 4–5-м шаге сканирования, в портальной вене – на 7–8-м.

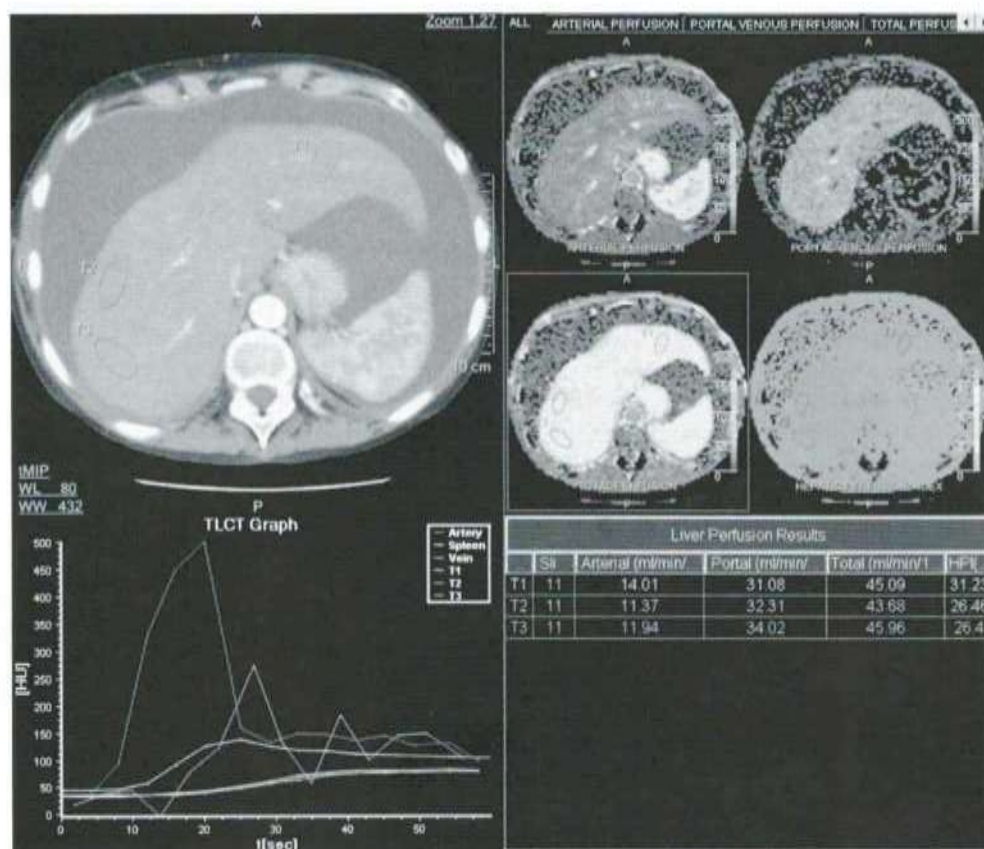


Рис. 1. Перфузионные карты печени. После определения ROI в брюшной аорте, воротной вене и селезенке выставлены зоны интереса в III, VII и VIII сегментах печени. Получены значения артериальной, портальной, общей перфузии и индекса печеночной перфузии. ROI (region of interest) – зона интереса

Fig. 1. Liver perfusion maps. ROIs in liver segments III, VII, and VIII are displayed after determining ROIs in the abdominal aorta, portal vein and spleen. The values of arterial, portal, and total perfusion and hepatic perfusion index were obtained.

ROI – region of interest

Так как для каждого пациента определяли показатели перфузии в трех разных сегментах печени, общее количество наблюдений составило 183.

Постобработку данных и построение карт перфузии выполняли на рабочей станции Philips. На первом этапе постпроцессинга по методу наклона кривой зоны интереса (region of interest, ROI) выставляли в проксимальном отделе аорты, стволе воротной вены, а также в селезенке. На втором этапе были автоматически сформированы перфузионные карты, ROI выставляли в III, VII и VIII сегментах печени, избегая краевых участков печени и крупных сосудов. Значения параметров перфузии печени определялись автоматически. Анализировали артериальную, портальную, общую перфузию и индекс перфузии печени (рис. 1).

Статистический анализ и графическое представление данных выполнены с помощью Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corporation, США) и статистического пакета IBM SPSS Statistics V.26.0 (IBM Company, США), программы StatTech v. 2.3.0 (ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывали с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные представлены в виде медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3). Сравнение двух групп по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполняли с помощью t-критерия Стьюдента. Сравнение

исследуемых групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, осуществляли с использованием U-критерия Манна–Уитни.

Результаты

Сравнение количественных показателей по категориальной переменной «наличие лечения» проводили у пациентов с фиброзом печени, компенсированным и декомпенсированным циррозом печени в рамках статистической значимости. При сравнении значений артериальной перфузии у больных с фиброзом и циррозом печени различной степени тяжести не было получено статистически значимых различий в группах пациентов после ПВТ с достижением УВО и больных, не получивших специфического лечения. У пациентов с субкомпенсированным циррозом печени не было получено статистически значимых различий параметров перфузии печени в исследуемых группах.

Результаты анализа значений портальной перфузии в зависимости от наличия лечения у пациентов с фиброзом печени представлены в таблице 3. При сравнении данных двух групп отмечены существенные различия ($p = 0,001$). Пациенты после ПВТ с достижением УВО имели большие значения портальной перфузии, чем больные, не получавшие специфического лечения (рис. 2).

Данные по сопоставлению значений общей перфузии в двух исследуемых группах у пациентов с фиброзом печени представлены в таблице 4. В зависимости от наличия лечения выявлены статистически значимые различия ($p = 0,002$). У больных

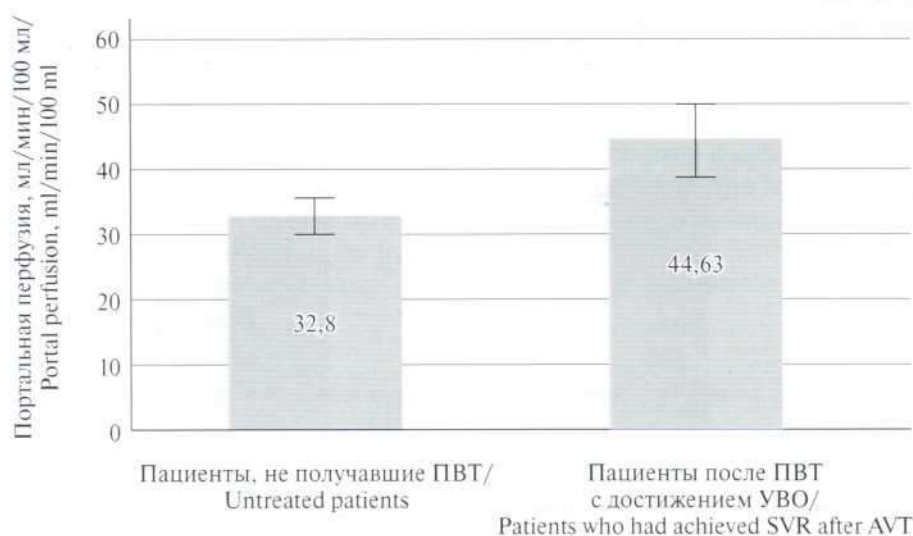


Рис. 2. Сравнение значений портальной перфузии в зависимости от наличия противовирусной терапии у пациентов с фиброзом печени.

ПВТ – противовирусная терапия; УВО – устойчивый вирусологический ответ

Fig. 2. Comparison of portal perfusion values depending on the availability of antiviral therapy in patients with liver fibrosis. AVT – antiviral therapy; SVR – sustained virological response

Таблица 3

Сопоставление значений портальной перфузии в зависимости от наличия лечения у пациентов с фиброзом печени, мл/мин/100 мл

Table 3

Comparison of portal perfusion values depending on the availability of treatment in patients with liver fibrosis, ml/min/100 ml

Категория / Category	M ± SD	95% ДИ / 95% CI	p
Пациенты, не получавшие ПБТ / Untreated patients	32,80 ± 3,56	30,07–35,54	0,001
Пациенты после ПБТ с достижением УВО / Patients who had achieved SVR after AVT	44,63 ± 8,59	39,18–50,09	

Таблица 4

Значения общей перфузии у исследуемых с фиброзом печени в зависимости от наличия лечения, мл/мин/100 мл

Table 4

Total perfusion values in patients with liver fibrosis depending on the availability of treatment, ml/min/100 ml

Категория / Category	M ± SD	95% ДИ / 95% CI	p
Пациенты, не получавшие ПБТ / Untreated patients	50,41 ± 5,33	46,31 – 54,51	0,002
Пациенты после ПБТ с достижением УВО / Patients who had achieved SVR after AVT	62,57 ± 8,95	56,88 – 68,25	

после ПБТ с достижением УВО получены большие значения общей перфузии, чем у пациентов, не прошедших специфического лечения (рис. 3).

По результатам сравнения значений индекса перфузии печени в зависимости от наличия лечения у исследуемых с фиброзом печени (табл. 5) установлены статистически значимые изменения ($p = 0,028$). Индекс печеночной перфузии у паци-

ентов с фиброзом печени после специфического лечения оказался ниже, чем у больных, не получавших ПБТ (рис. 4).

При сравнении значений артериальной, портальной перфузии, индекса печеночной перфузии у пациентов с компенсированным циррозом печени, получавших специфическое лечение с достижением УВО, и у больных, не прошедших



Рис. 3. Сопоставление значений общей перфузии в исследуемых группах у пациентов с фиброзом печени

Fig. 3. Comparison of total perfusion values in the examined groups of patients with liver fibrosis

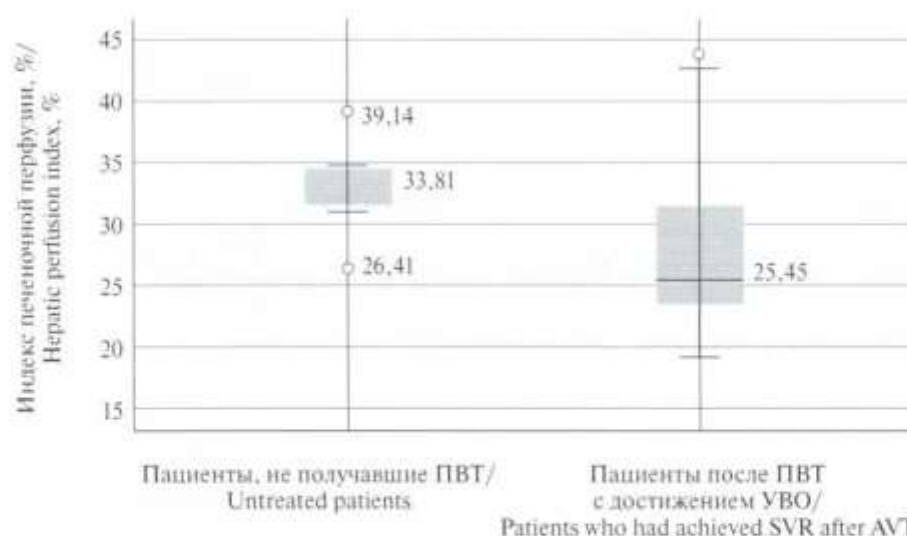


Рис. 4. Анализ значений индекса печеночной перфузии в зависимости от наличия противовирусной терапии у пациентов с фиброзом печени

Fig. 4. Analysis of hepatic perfusion index values depending on the availability of antiviral therapy in patients with liver fibrosis

Таблица 5

Сравнение значений индекса печеночной перфузии в зависимости от наличия лечения у пациентов с фиброзом печени, %

Table 5

Comparison of the values of hepatic perfusion index depending on availability of treatment in patients with liver fibrosis, %

Категория / Category	Me	Q1-Q3	p
Пациенты, не получавшие ПБТ / Untreated patients	33,81	31,52 – 34,43	0,028
Пациенты после ПБТ с достижением УВО / Patients who had achieved SVR after AVT	25,45	23,52 – 31,01	

терапию, не было получено статистически значимых различий. Результаты сравнения значений общей перфузии в исследуемых группах у пациентов с компенсированным циррозом отображены в таблице 6. При оценке показателей выявлены статистически значимые отличия ($p = 0,008$). Показатели общей перфузии были статистически значимо выше у пациентов

после проведения ПБТ с достижением УВО, чем у больных, не получавших специфического лечения (рис. 5).

У пациентов с субкомпенсированным циррозом печени в исходе ХВГС не было получено статистически значимых различий при сравнении значений артериальной, портальной, общей перфузии и индекса перфузии печени.

Таблица 6

Сопоставление значений общей перфузии в зависимости от наличия лечения у пациентов с компенсированным циррозом печени, мл/мин/100 мл

Table 6

Comparison of total perfusion values depending on availability of treatment in patients with compensated liver cirrhosis, ml/min/100 ml

Категория / Category	Me	Q1-Q3	p
Пациенты, не получавшие ПБТ / Untreated patients	45,70	40,27 – 49,03	0,008
Пациенты после ПБТ с достижением УВО / Patients who had achieved SVR after AVT	48,97	43,59 – 54,54	

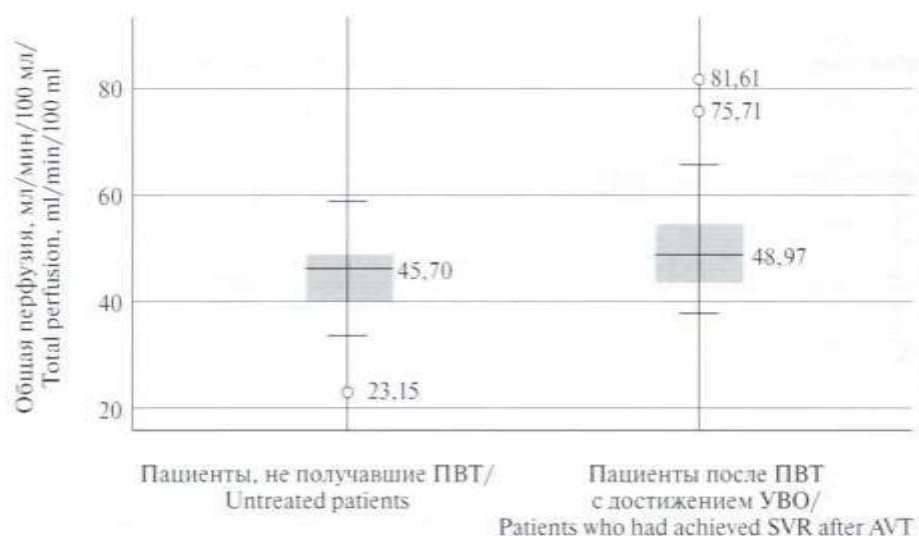


Рис. 5. Сравнение значений общей перфузии в зависимости от наличия лечения у пациентов с компенсированным циррозом печени

Fig. 5. Comparison of total perfusion values depending on the availability of treatment in patients with compensated liver cirrhosis

Таблица 7

Значения портальной перфузии у пациентов с декомпенсированным циррозом печени в зависимости от наличия лечения, мл/мин/100 мл

Table 7

Portal perfusion values in patients with decompensated liver cirrhosis depending on the availability of treatment, ml/min/100 ml

Категория / Category	Me	Q1–Q3	p
Пациенты, не получавшие ПБТ / Untreated patients	14,24	9,96–26,56	0,012
Пациенты после ПБТ с достижением УВО / Patients who had achieved SVR after AVT	39,08	36,05–39,84	

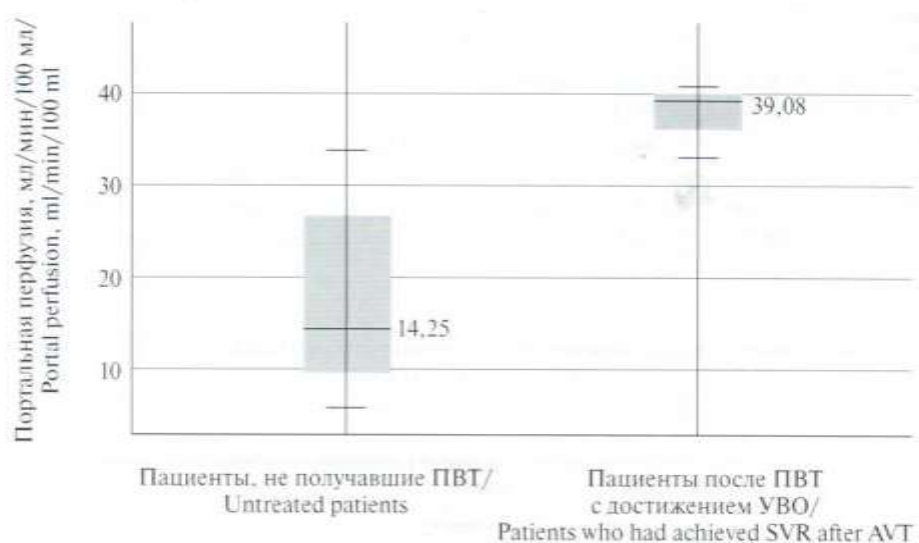


Рис. 6. Сопоставление значений портальной перфузии у пациентов с декомпенсированным циррозом печени в исследуемых группах

Fig. 6. Comparison of portal perfusion values in patients with decompensated liver cirrhosis in the examined groups

Таблица 8

Статистически значимые различия значений параметров перфузии ткани печени у пациентов, не проходивших противовирусную терапию и после специфического лечения с достижением устойчивого вирусологического ответа в зависимости от стадии болезни печени

Table 8

Statistically significant differences in the values of liver tissue perfusion parameters in patients who had not undergone antiviral therapy and who had achieved a sustained virological response after specific treatment depending on the stage of liver disease

Группа / Group	Артериальная перфузия / Arterial perfusion	Портальная перфузия / Portal perfusion	Общая перфузия / Total perfusion	Индекс печеночной перфузии / Hepatic perfusion index
Пациенты с фиброзом печени / Patients with liver fibrosis	–	p = 0,001	p = 0,002	p = 0,028
Пациенты с компенсированным циррозом печени / Patients with compensated liver cirrhosis	–	–	p = 0,008	–
Пациенты с субкомпенсированным циррозом печени / Patients with subcompensated liver cirrhosis	–	–	–	–
Пациенты с декомпенсированным циррозом печени / Patients with decompensated liver cirrhosis	–	p = 0,012	–	–

Показатели портальной перфузии статистически значимо отличались у больных с декомпенсированным циррозом печени в зависимости от наличия терапии (табл. 7). В группе после специфического лечения они оказались выше, чем в группе без ПБТ (рис. 6).

Общие данные по различиям параметров перфузии в двух обследуемых группах для пациентов с диффузными заболеваниями печени приведены в таблице 8.

Обсуждение

Применение противовирусных препаратов прямого действия у пациентов с ХВГС приводит к формированию устойчивого вирусологического ответа более чем в 90% случаев [7, 8]. Проводимая специфическая терапия потенцирует снижение градиента венозного давления (hepatic venous pressure gradient, HVPГ) [9] и способствует регрессу фиброза [10] у таких больных. Эластография – наиболее часто используемый на сегодняшний день инструментальный метод оценки эффективности противовирусной терапии у данных пациентов. В исследовании, проведенном в 2020 г. S. Yaras et al., жесткость ткани печени уменьшилась через 12 нед после окончания таргетной терапии с достижением УВО [11]. При этом статистически значимое снижение жесткости ткани печени отмечено как у больных с фиброзом, так и у пациентов с циррозом. В силу особенностей проведения эластографии лица с асцитом были исключены из исследования.

Оценку кровотока по системе воротной вены после проведения противовирусной терапии у па-

циентов с ХВГС выполняют с помощью измерения градиента венозного давления. Снижение HVPГ не всегда регистрируется у больных с циррозом печени в исходе ХВГС (при исходном уровне HVPГ более 16 мм рт. ст.) после проведенной ПБТ [12, 13].

Анализ параметров перфузии печени после проведения противовирусной терапии у пациентов с ХВГС ранее не проводился.

В ходе нашего исследования было установлено, что у больных с фиброзом печени значения портальной перфузии статистически значимо выше, чем у тех, кто прошел противовирусную терапию с достижением УВО: $44,63 \pm 8,59$ (95% ДИ 39,18–50,09) против $32,80 \pm 3,56$ (95% ДИ 30,07–35,54) мл/мин/100 мл ($p = 0,001$). Статистически значимые различия в зависимости от наличия лечения у пациентов с фиброзом печени отмечались и по параметру общей перфузии: $62,57 \pm 8,95$ (95% ДИ 56,88–68,25) против $50,41 \pm 5,33$ (95% ДИ 46,31–54,51) мл/мин/100 мл у обследуемых, прошедших лечение, и у пациентов, не получавших терапию, соответственно ($p = 0,002$). Индекс печеночной перфузии был ниже у лиц, получавших ПБТ, чем у тех, кто специфическое лечение не получал: 25,45% (IQR 23,52–31,01) против 33,81% (IQR 31,52–34,43), $p = 0,028$.

У пациентов с компенсированным циррозом печени после проведения таргетной терапии мы наблюдали статистически значимое повышение показателей общей перфузии ($48,97$ (IQR 43,59–54,54) против $45,70$ (IQR 40,27–49,03) мл/мин/100 мл у лиц после проведения ПБТ с достижением УВО и у пациентов, не прошедших лечение, соответственно,

$p = 0,008$), а у исследуемых с декомпенсированным циррозом печени – повышение значений портальной перфузии (39,08 (IQR 36,05–39,84) против 14,24 (IQR 9,96–26,56) мл/мин/100 мл, $p = 0,012$).

Мы обнаружили, что у больных с фиброзом печени и декомпенсированным циррозом после проведения специфического лечения увеличивается портальная перфузия – улучшается кровоток по системе воротной вены. Общая перфузия печени после таргетной терапии увеличивается у пациентов с фиброзом печени и компенсированным циррозом. Индекс перфузии печени, характеризующий долю артериального кровотока в общем кровотоке печени, снижается только у больных с фиброзом печени после проведения ПВТ.

Полученные нами данные, отражающие гемодинамику ткани печени до и после проведения противовирусной терапии, могут быть связаны с уменьшением воспаления в печеночной паренхиме и регрессом фиброза. Частичный регресс фиброза по данным гистологического исследования у пациентов с ХВГС доказали R. Huang et al. [14]. При этом более эффективно противовирусные препараты прямого действия улучшают гемодинамику печени у больных с фиброзом, чем у паци-

ентов с циррозом печени. Наши результаты согласуются с данными исследования, проведенного в 2017 г. N. Toshikuni [15], который сделал вывод о том, что цирроз печени является независимым фактором, связанным со снижением эффективности противовирусной терапии при многофакторном анализе данных.

Заключение

В ходе проведенного нами исследования было установлено, что прогностически ценными параметрами, позволяющими оценить изменения кровотока в ткани печени после проведения противовирусной терапии препаратами прямого действия у пациентов с фиброзом и циррозом печени в исходе ХВГС, являются портальная и общая перфузия. Увеличение значений данных параметров связано, наиболее вероятно, с уменьшением степени выраженности признаков портальной гипертензии после завершения специфического лечения.

Перфузионная компьютерная томография дает представление о влиянии противовирусной терапии на гемодинамику ткани печени, что позволяет судить о степени регресса фиброза при каждой стадии болезни печени у обследуемых пациентов.

Литература [References]

- Yoshida EM, Sulkowski MS, Gane EJ, et al. Concordance of sustained virological response 4, 12, and 24 weeks post-treatment with sofosbuvir-containing regimens for hepatitis C virus. *Hepatology*. 2015; 61(1): 41–5. <http://doi.org/10.1002/hep.27366>.
- Bachofner JA, Valli PV, Kröger A, et al. Direct antiviral agent treatment of chronic hepatitis C results in rapid regression of transient elastography and fibrosis markers fibrosis-4 score and aspartate aminotransferase-platelet ratio index. *Liver Int*. 2017; 37(3): 369–76. <http://doi.org/10.1111/liv.13256>.
- Na SK, Song BC. Development and surveillance of hepatocellular carcinoma in patients with sustained virologic response after antiviral therapy for chronic hepatitis C. *Clin Mol Hepatol*. 2019; 25(3): 234–44. <http://doi.org/10.3350/cmh.2018.0108>.
- Ioannou GN, Green PK, Beste LA, et al. Development of models estimating the risk of hepatocellular carcinoma after antiviral treatment for hepatitis C. *J Hepatol*. 2018; 69(5): 1088–98. <http://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.07.024>.
- Singh S, Facciorusso A, Loomba R, et al. Magnitude and kinetics of decrease in liver stiffness after antiviral therapy in patients with chronic hepatitis C: a systematic review and meta-analysis. *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2018; 16(1): 27–38. <http://doi.org/10.1016/j.cgh.2017.04.038>.
- Dolmazashvili E, Abutidze A, Chkhartishvili N, et al. Regression of liver fibrosis over a 24-week period after completing direct-acting antiviral therapy in patients with chronic hepatitis C receiving care within the national hepatitis C elimination program in Georgia: results of hepatology clinic HEPA experience. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2017; 29(11): 1223–30. <http://doi.org/10.1097/MEG.0000000000000964>.
- Muir AJ, Poordad F, Lalezari J, et al. Daclatasvir in combination with asunaprevir and beclabuvir for hepatitis C virus genotype 1 infection with compensated cirrhosis. *JAMA*. 2015; 313(17): 1736–44. <http://doi.org/10.1001/jama.2015.3868>.
- Keating GM. Ombitasvir/paritaprevir/ritonavir: a review in chronic HCV genotype 4 infection. *Drugs*. 2016; 76(12): 1203–11. <http://doi.org/10.1007/s40265-016-0612-1>.
- Lens S, Baiges A, Alvarado-Tapias E, et al. Clinical outcome and hemodynamic changes following HCV eradication with oral antiviral therapy in patients with clinically significant portal hypertension. *J Hepatol*. 2020; 73(6): 1415–24. <http://doi.org/10.1016/j.jhep.2020.05.050>.
- Huang R, Rao HY, Yang M, et al. Histopathology and the predominantly progressive, indeterminate and predominately regressive score in hepatitis C virus patients after direct-acting antiviral therapy. *World J Gastroenterol*. 2021; 27(5): 404–15. <http://doi.org/10.3748/wjg.v27.i5.404>.
- Yaraş S, Sezgin O, Üçbilek E, et al. Significant decrease in liver stiffness detected by two dimensional shear-wave elastography after treatment with direct-acting antiviral agents in patients with chronic hepatitis C. *Turk J Gastroenterol*. 2020; 31(2): 142–7. <http://doi.org/10.5152/tjg.2020.19418>.
- Afdhal N, Asselah T, Everson G, et al. HCV eradication results in reduction of hepatic venous pressure gradient 48 weeks after end of treatment; final results of the study of sofosbuvir plus ribavirin in patients with cirrhosis and portal hypertension. *J Hepatol*. 2016; 64(2): S221–2. [http://doi.org/10.1016/S0168-8278\(16\)00195-1](http://doi.org/10.1016/S0168-8278(16)00195-1).
- Mandorfer M, Kozbial K, Schwabl P, et al. Sustained virologic response to interferon-free therapies ameliorates HCV-induced portal hypertension. *J Hepatol*. 2016; 65(4): 692–9. <http://doi.org/10.1016/j.jhep.2016.05.027>.
- Huang R, Rao HY, Yang M, et al. Histopathology and the predominantly progressive, indeterminate and predominately regressive score in hepatitis C virus patients after direct-acting antiviral therapy. *World J Gastroenterol*. 2021; 27(5): 404–15. <http://doi.org/10.3748/wjg.v27.i5.404>.
- Toshikuni N. Therapy with direct-acting antiviral agents for hepatitis C-related liver cirrhosis. *Gut Liver*. 2017; 11(3): 335–48. <http://doi.org/10.5009/gnl15458>.



Макроциклический Кларискан

Гадотеровая кислота



Гадотеровая кислота + Опыт GE Healthcare = Макроциклический Кларискан

❑ **Диагностическая эффективность**^{1,2}

❑ **Безопасность**^{2,3}

❑ **Широкий спектр показаний**

МРТ головного и спинного мозга, окружающих тканей (с 0 лет);
МРТ всего тела (с 6 месяцев);
МР-ангиография при поражениях и стенозах некоронарных артерий (с 18 лет)⁴.



КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО МЕДИЦИНСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА КЛАРИСКАН. Регистрационный номер: ЛП-006111 от 21.02.2020. **МНН:** гадотеровая кислота. **Лекарственная форма:** раствор для внутривенного введения. **Показания к применению:** предназначен только для диагностических целей. Кларискан — это КС, используемое для повышения контрастности при проведении МРТ с целью улучшения визуализации/повышения четкости границ на изображении. Взрослые и дети (в возрасте 0–18 лет): заболевания головного мозга, спинного мозга и окружающих тканей, МРТ всего тела. Не рекомендуется использовать препарат для проведения МРТ всего тела у детей младше 6 мес. Только взрослые: поражения или стенозы не коронарных артерий (требующие проведения МР-ангиографии). **Противопоказания:** гиперчувствительность к гадотеровой кислоте, меглюмину, любому вспомогательному веществу препарата или любым другим лекарственным препаратам, содержащим гадолиний. Не рекомендуется для проведения ангиографии у детей до 18 лет, в связи с недостаточными данными об эффективности и безопасности. **С осторожностью:** у пациентов с БА, аллергией, реакциями гиперчувствительности на КС в анамнезе; принимающих β -адреноблокаторы (в т.ч., с БА), т.к. они могут быть рефрактерными к стандартной терапии реакций гиперчувствительности β -агонистами; с тяжелыми ССЗ; с тяжелой степенью почечной недостаточности (СКФ < 30 мл/мин/1,73 м²) и пациентов в периоперационный период пересадки печени только после тщательной оценки соотношения риск/польза и в случае того, если информация, полученная при проведении МРТ с контрастным усилением, имеет решающее диагностическое значение и недоступна при проведении МРТ без контрастирования; у пожилых пациентов, в частности у пациентов 65 лет и старше; при заболеваниях ЦНС, сопровождающихся снижением порога судорожной готовности. **Побочное действие:** нежелательные побочные реакции, связанные с использованием гадотеровой кислоты, обычно легкой или умеренной интенсивности и носят преходящий характер. Чаще всего наблюдались ощущение тепла, холода и/или боль в месте инъекции. В ходе проведения клинических исследований наблюдались головная боль и парестезии (очень часто: >1/10), частыми реакциями были тошнота, рвота и кожные реакции, такие как эритематозная сыпь и зуд (часто: > 1/100 и < 1/10). Для ознакомления с полной версией данного раздела смотрите полную версию инструкции по медицинскому применению. **Держатель регистрационного удостоверения/производитель:** ДжиИ Хэлскеа АС, Норвегия. **Отпускается по рецепту врача.**

Ссылки. 1. Maravilla K.R. et al. AJNR Am J Neuroradiology 2017. 2. Guerbet LLC, Advisory Committee Briefing Document, 14th February 2013. 3. Tweedle M.F. et al. Applied Radiology (Suppl.): 1–11 2014. 4. Инструкция по медицинскому применению препарата Кларискан, Февраль 2020 г. 5. По данным государственного реестра лекарственных средств 2020 года. 6. По данным компании GE Healthcare 2020.

ООО «ДжиИ Хэлскеа Фарма»

123317 г. Москва, Пресненская наб., 10
Тел.: (495) 411 9806, факс: (495) 739 6932

gehealthcare.ru

ПРИМЕЧАНИЯ. Информация для работников здравоохранения. Перед назначением препарата ознакомьтесь с полной версией инструкции по медицинскому применению. ГКС — гадолинийсодержащий препарат; МР(Т) — магнитно-резонансная (томография); МНН — международное непатентованное или группировочное наименование; КС — контрастное средство; БА — бронхиальная астма; ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания; СКФ — скорость клубочковой фильтрации; ЦНС — центральная нервная система.

© Компания General Electric, 2021. На правах рекламы. JB00308RU

КОНГРЕСС РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВА РЕНТГЕНОЛОГОВ И РАДИОЛОГОВ

8-10/11/2021

105
RORR



3 ДНЯ
8 ЗАЛОВ
101 СЕКЦИЯ
520 ДОКЛАДОВ



14 846
ПОДКЛЮЧЕНИЙ

ОНЛАЙН ФОРМАТ НЕ ТАКОЙ ЛЕГКИЙ, КАК МОЖЕТ ПОКАЗАТЬСЯ
НА ПЕРВЫЙ ВЗГЛЯД. ЧТОБЫ НАМ С ВАМИ ВЫЙТИ В ПРЯМОЙ ЭФИР
НА КОНГРЕССЕ, ЗАДЕЙСТВОВАНЫ ВЫСОКОПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ
ТЕХНИЧЕСКИЕ СПЕЦИАЛИСТЫ



ЭКЗАМЕН НА ЕВРОПЕЙСКИЙ
ДИПЛОМ РАДИОЛОГА



ОЛИМПИАДА
ПО ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ

КОНКУРС МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

28 СТРАН
533 ГОРОДА

БЛАГОДАРИМ ВАС ЗА УЧАСТИЕ.
ДО ВСТРЕЧИ
В СЛЕДУЮЩЕМ ГОДУ!

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ
+7 (812) 677 31 56
welcome@congress-ph.ru
www.congress-ph.ru

РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО
РЕНТГЕНОЛОГОВ И РАДИОЛОГОВ
+7 (495) 942 40 20
russian-radiology.ru



Опыт применения транскраниальной электростимуляции в оценке микроциркуляторного русла методом бесконтрастной магнитно-резонансной перфузии у пациентов с хронической ишемией головного мозга

Чухонцева Е.С., Морозова Т.Г., Борсуков А.В.

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России,
ул. Крупской, 28, Смоленск, 214019, Российская Федерация

Чухонцева Екатерина Сергеевна, науч. сотр. научного исследовательского центра ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России;
<http://orcid.org/0000-0003-4571-2354>

Морозова Татьяна Геннадьевна, д. м. н., заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии, ст. науч. сотр. проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России;
<http://orcid.org/0000-0003-4983-5300>

Борсуков Алексей Васильевич, д. м. н., профессор, директор проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России;
<http://orcid.org/0000-0003-4047-7252>

Резюме

Цель: определить роль транскраниальной электростимуляции в оценке микроциркуляторного русла методом бесконтрастной магнитно-резонансной (МР) перфузии у пациентов с хронической ишемией головного мозга.

Материал и методы. Обследованы 37 человек в возрасте 65–70 лет с диагнозом «хроническая ишемия головного мозга». Пациенты были ранжированы на две группы: с когнитивными расстройствами и без них. Алгоритм исследования включал: МР-томографию (МРТ) головного мозга (Toshiba Vantage Titan, 1.5 T), транскраниальную электростимуляцию (ТЭС) с помощью компьютеризированного аппаратно-диагностического комплекса ТЭТОС (НПФ «БИОСС»), повторную МРТ головного мозга в режиме ASL-перфузии (arterial spin labeling – артериальная спиновая маркировка). По данным результатам ASL-перфузии оценивали церебральный кровоток в зонах интереса до и после ТЭС.

Результаты. По данным бесконтрастной МР-перфузии выявлена относительная гиперперфузия в коре лобных и теменных долей в сочетании с гипоперфузией подкорковых ядер и белого вещества мозга у пациентов с когнитивными расстройствами, что свидетельствует о неэффективности усиления коркового кровотока и сформировавшемся шунтирующем кровотоке. Под влиянием ТЭС выявлено статистически значимое изменение церебральной перфузии в группе пациентов с хронической ишемией головного мозга без когнитивных расстройств. После воздействия ТЭС у больных без когнитивных расстройств методом ASL-перфузии отмечено диффузное усиление церебрального кровотока ($p = 0,002$), тогда как в группе условно здоровых добровольцев подобного нарастания кровотока не выявлено.

Заключение. Показатели церебральной перфузии до и после ТЭС у пациентов всех исследуемых групп определяют роль ТЭС как дополняющего звена в оценке компенсаторных возможностей микрососудистого русла методом бесконтрастной МР-перфузии при хронической ишемии головного мозга.

Ключевые слова: транскраниальная электростимуляция; хроническая ишемия головного мозга; ASL-перфузия; магнитно-резонансная томография; скорость церебрального кровотока.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

Чухонцева Е.С. – проведение исследования, сбор и статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста;

Морозова Т.Г. – концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста, ответственность за целостность всех частей статьи;

Борсуков А.В. – концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи

Для цитирования: Чухонцева Е.С., Морозова Т.Г., Борсуков А.В. Опыт применения транскраниальной электростимуляции в оценке микроциркуляторного русла методом бесконтрастной магнитно-резонансной перфузии у пациентов с хронической ишемией головного мозга. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2021; 102(6): 369–76. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-369-376>

Для корреспонденции: Чухонцева Екатерина Сергеевна, E-mail: chukhontsevae@mail.ru

Статья поступила 06.03.2021

После доработки 29.11.2021

Принята к печати 30.11.2021

Experience with Transcranial Electrical Stimulation in the Assessment of the Microvascular Bed by Contrast-Free Magnetic Resonance Perfusion Imaging in Patients with Chronic Cerebral Ischemia

Ekaterina S. Chukhontseva, Tatiana G. Morozova, Aleksey V. Borsukov

*Smolensk State Medical University,
ul. Krupskoy, 28, Smolensk, 214019, Russian Federation*

Ekaterina S. Chukhontseva, Researcher, Scientific Research Center, Smolensk State Medical University;
<http://orcid.org/0000-0003-4571-2354>

Tatiana G. Morozova, Dr. Med. Sc., Chief of Chair of Radiation Diagnostics and Therapy, Chief Researcher, Problem Research Laboratory "Diagnostic Studies and Minimally Invasive Technologies", Smolensk State Medical University;
<http://orcid.org/0000-0003-4983-5300>

Aleksey V. Borsukov, Dr. Med. Sc., Professor, Director of Problem Research Laboratory "Diagnostic Studies and Minimally Invasive Technologies", Smolensk State Medical University;
<http://orcid.org/0000-0003-4047-7252>

Abstract

Objective: to define the role of transcranial electrical stimulation in the assessment of the microvascular bed by contrast-free magnetic resonance (MR) perfusion imaging in patients with chronic cerebral ischemia.

Material and methods. Examinations were made in 37 people aged 65–70 years who were diagnosed with chronic cerebral ischemia. The patients were divided into two groups: with and without cognitive impairment (CI). The investigation algorithm involved brain magnetic resonance imaging (MRI) (Toshiba Vantage Titan, 1.5 T), transcranial electrical stimulation (TES) using a TETOS computer hardware diagnostics (Research and Production Firm "BIOSS") and repeated brain MRI in the arterial spin labelling (ASL) perfusion mode. ASL perfusion data were used to assess cerebral blood flow in the regions of interest before and after TES.

Results. Contrast-free MR perfusion imaging revealed relative hyperperfusion within the cortex of the frontal and parietal lobes concurrent with hypoperfusion of the subcortical nuclei and cerebral white matter in patients with CI, which suggests that enhanced cortical blood flow is ineffective and shunting blood flow forms. TES caused a statistically significant change in cerebral perfusion in the non-CI group of patients with chronic cerebral ischemia. After TES by ASL perfusion imaging, the patients without CI showed a diffuse increase in cerebral blood flow ($p = 0.002$), whereas the group of apparently healthy volunteers exhibited this increase in blood flow.

Conclusion. Cerebral perfusion indices before and after TES in patients of all the examined groups define its role as a complementary tool to assess the compensatory capabilities of the microvascular bed by contrast-free MR perfusion imaging in chronic cerebral ischemia.

Keywords: transcranial electrical stimulation; chronic cerebral ischemia; ASL perfusion; magnetic resonance imaging; cerebral blood flow.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions

Ekaterina S. Chukhontseva – study conduction, data collection and statistical processing, data analysis and interpretation, writing the text;

Tatiana G. Morozova – study concept and design, data analysis and interpretation, text preparation and editing, responsibility for the integrity of all parts of the article;

Aleksey V. Borsukov – study concept and design, approval of the article final version

For citation: Chukhontseva ES, Morozova TG, Borsukov AV. Experience with transcranial electrical stimulation in the assessment of the microvascular bed by contrast-free magnetic resonance perfusion imaging in patients with chronic cerebral ischemia. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2021; 102(6): 369–76 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-369-376>

For corresponding: Ekaterina S. Chukhontseva, E-mail: chukhontsevae@mail.ru

Received March 6, 2021

Revised November 29, 2021

Accepted November 30, 2021

Введение

Хроническая ишемия головного мозга (ХИГМ) – одно из наиболее распространенных патологических состояний в практике врача-невролога, терапевта, врача общей практики [1–3]. В настоящее время количество зарегистрированных пациентов с цереброваскулярными заболеваниями не поддается точному подсчету. Стремительный рост заболеваемости связан как с ростом продолжительности жизни, так и с увеличением доступности методов обследования среди населения [3, 4]. Несмотря на то что в мире цереброваскулярные заболевания занимают 3-е место в структуре общей смертности, составляя при этом 11,3%, и уступают по частоте лишь сердечно-сосудистым заболеваниям и опухолям, часто больные не предъявляют жалоб и диагноз выставляется врачом на основании собственных наблюдений, данных осмотра и дополнительных методов обследования [4, 5].

Хроническая ишемия мозга может быть обусловлена поражением как мелких (микроангиопатия), так и крупных (стенозирующий атеросклероз) мозговых артерий, ассоциирована с сосудистыми факторами риска, такими как артериальная гипертензия, сахарный диабет, дислипидемия и др. [6–8]. При прогрессировании ХИГМ развивается неврологический дефицит, страдает психическое здоровье, происходит снижение когнитивных функций вплоть до развития деменции, что представляет одну из сложных медико-социальных и экономических проблем в большинстве развитых стран мира [9]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, деменция в 2019 г. стала 7-й по распространенности причиной смерти в мире.

Стремительно растет число нейровизуализационных исследований пациентов с ХИГМ с помощью сверхвысокопольных томографов и особых методик, которые позволяют глубже изучить проблему этиологии и патогенеза данного заболевания [10]. До сих пор особняком стоит проблема ранней диагностики когнитивных нарушений при хронической ишемии мозга, а также объективной диагностики стадийности данного заболевания [11]. С 2013 г. нейрорадиологи пользуются стандартами STRIVE (STandard for Reporting Vascular changes on nEuroimaging) для описания изменений на магнитно-резонансной томограмме

(MPT) у пациентов с ХИГМ [12]. Однако эти критерии неспецифичны для ХИГМ по отдельности и не отвечают на вопросы касательно ранних изменений вещества головного мозга, а также не определяют стадию заболевания.

Все больший интерес приобретает неинвазивная стимуляция мозга у пациентов с ХИГМ: магнитная и электрическая [13]. Данные методики применимы не только в лечебных и реабилитационных мероприятиях, но и на диагностическом поприще [14, 15]. Транскраниальная электростимуляция (ТЭС) использует постоянный или переменный ток для стимуляции мозга. Активность нейронов в головном мозге модулируется электрическим полем в соответствии с полярностью приложенного тока [16, 17]. При изменении нейромодуляции происходят и вазоактивные влияния на вещество головного мозга со стороны ТЭС. Данные патофизиологические изменения мало изучены в качестве диагностических паттернов ХИГМ.

В нашем исследовании принципиальный интерес вызывает использование транскраниальной электростимуляции в оценке микроциркуляторного русла методом бесконтрастной магнитно-резонансной (МР) перфузии в диагностике ХИГМ наряду с МР-критериями STRIVE.

Цель – определить роль транскраниальной электростимуляции в оценке микроциркуляторного русла методом бесконтрастной МР-перфузии у пациентов с хронической ишемией головного мозга.

Материал и методы

Настоящее исследование проходило на базе многопрофильного стационара и амбулатории ОГБУЗ «Клиническая больница № 1» г. Смоленска в 2019–2020 гг. Участие в исследовании было предложено 93 пациентам с диагнозом «хроническая ишемия головного мозга» в возрастном диапазоне от 65 до 70 лет. При получении добровольного информированного согласия от каждого больного нами был составлен список критериев исключения из исследования (эпилепсия, черепно-мозговые травмы в анамнезе, острый и ранний восстановительный период острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), повреждение кожных покровов волосистой части головы, наличие стандартных противопоказаний к МРТ).

Из 93 приглашенных 37 человек были отобраны для дальнейшего исследования: 23 (62,2%) женщины и 14 (37,8%) мужчин, средний возраст $68 \pm 1,9$ года. Пациенты находились либо на плановом стационарном лечении, либо на амбулаторном наблюдении невролога. Все больные предъявляли жалобы на незначительное снижение памяти, легкое периодическое головокружение, снижение концентрации, внимания, физическое перенапряжение, повышенную плаксивость. Диагноз ХИГМ выставлялся неврологом на основании предъявляемых жалоб, нейропсихометрического тестирования, дополняющих результатов МРТ головного мозга при исключении других нозологий.

По результатам скринингового когнитивного теста MoCa (Монреальская шкала оценки когнитивных функций) пациенты разделены на две группы: 1-я группа ($n = 22$) – больные без когнитивного дефицита (26 баллов и более), но предъявляющие жалобы на ментальные функции, 2-я группа ($n = 15$) – пациенты с выраженным когнитивным дефицитом (25 баллов и менее). Контрольная группа включала 17 условно здоровых добровольцев.

Диагностический алгоритм обследования включал три этапа:

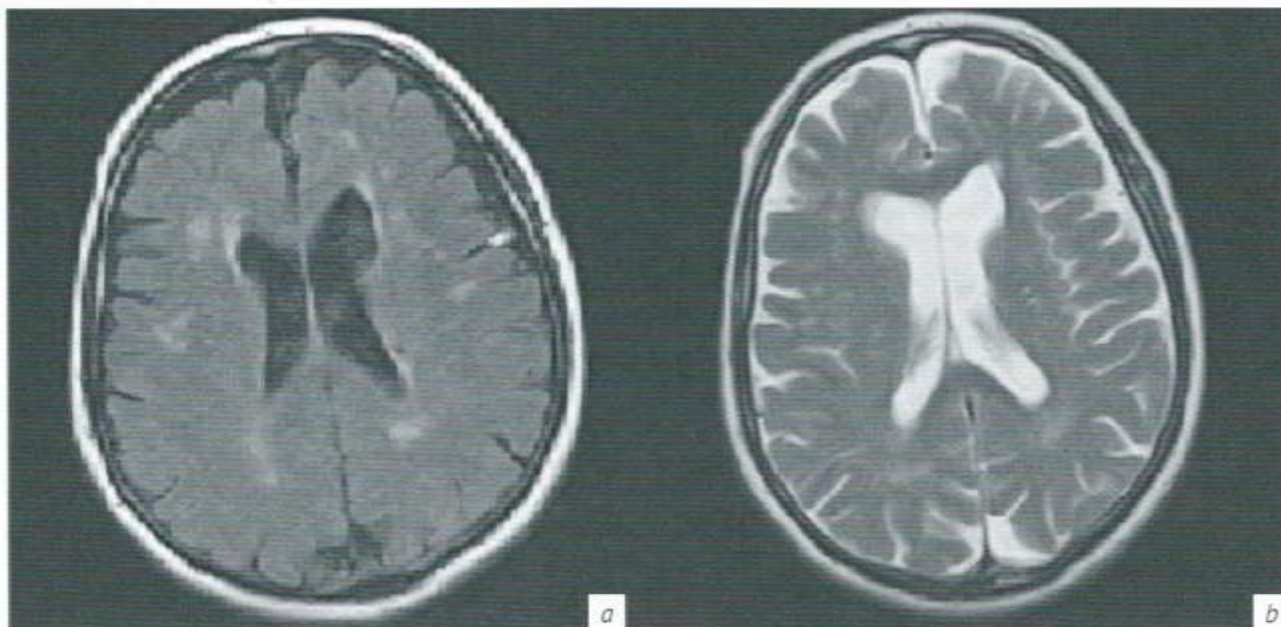
1) МРТ головного мозга при помощи магнитно-резонансного томографа Vantage Titan 1.5 (Toshiba, Япония);

2) ТЭС при помощи транскраниального компьютеризированного электростимулятора для оптимизации нейропсихологических характеристик

«ТЭТОС» (ИПФ «БИОСС», Россия) (сеанс ТЭС длительностью до 7 мин проводили по центрально-сагиттальной схеме стимуляции биполярно-экспоненциальным импульсом с силой тока от 0,15 до 0,3 мА индивидуально для каждого испытуемого согласно субъективным ощущениям);

3) повторная МРТ головного мозга в режиме ASL-перфузии (arterial spin labeling – артериальная спиновая маркировка) непосредственно после стимуляции с временным размахом не более 10 мин.

Протокол МР-сканирования включал: T1-, T2-, T2*-взвешенные изображения, диффузионно-взвешенные изображения, FLAIR и бесконтрастную ASL-перфузию. Все МР-паттерны оценивались двумя нейрорадиологами, которые не имели информации о жалобах пациента, его анамнезе, возрасте и различных других факторах риска ХИГМ. В случае несогласия более чем на один пункт проводили консенсусное чтение, во всех остальных случаях показания обоих врачей усреднялись. Стандартные МР-режимы применяли для визуализации критериев STRIVE и исключения патологий, не предусмотренных исследованием (ОНМК, объемные образования, травматические поражения, инфекционные заболевания мозга и его оболочек). В программе M-Power 4.0 при помощи математической функции Calculation проводили постпроцессинговую обработку изображений, полученных в режиме ASL-перфузии. Использовали программную формулу ASLscale15 (ab,0,3,4,34). С помощью



МРТ головного мозга пациентки И. 62 лет с хронической ишемией головного мозга, умеренным когнитивным снижением: а – аксиальный срез FLAIR, очаги гиперинтенсивного сигнала в белом веществе головного мозга; б – аксиальный срез T2-ВИ, расширенные периваскулярные пространства

Brain MRI of a 62-year-old patient with chronic cerebral ischemia, moderate cognitive decline:
а – axial FLAIR, hyperintense signal foci in the cerebral white matter; б – axial T2 WI, dilated perivascular spaces

функции Fusion сопоставляли изображения, полученные при калькулировании (3D ASL 1800 и 3D ASL 2600) и FLAIR preASL. Анализ зоны интереса (region of interest, ROI) осуществляли для расчета скорости церебрального кровотока (cerebral blood flow, CBF) в мл/100 г/мин в ROI: лобно-теменная область, подкорковые структуры, белое вещество головного мозга. Использовали усредненные значения по каждому отдельно взятому пациенту.

Полученные показатели CBF сравнивали между исследуемыми группами в ROI, а также до и после транскраниальной электростимуляции. Результаты измерений МР-паттернов и показателей церебральной перфузии заносили в базу данных в Microsoft Excel (Office 2016). Статистическую обработку данных проводили с помощью статистического пакета Statistica 6.0 с использованием методов Манна–Уитни и Краскела–Уоллиса ($p \leq 0,05$).

Результаты

Были получены и проанализированы МР-изображения головного мозга испытуемых пациентов по критериям STRIVE – у 61 (93,8%) больного выявлены признаки, характерные для хронической ишемии головного мозга (см. рисунок).

У 2 (5,4%) пациентов признаков МР-патологии выявлено не было. Данные по частоте встречаемости того или иного признака представлены в таблице 1. У всех больных были исключены ОНМК,

объемные образования, травматические поражения, инфекционные заболевания мозга и его оболочек.

Далее согласно первому этапу исследования при помощи ROI-анализа оценивали скорость церебрального кровотока в зонах интереса: лобная, теменная кора, подкорковые структуры и белое вещество головного мозга. Не выявлено статистической разницы между значениями CBF для правого и левого полушарий во всех ROI ($p = 0,0023$). Средние значения CBF представлены в таблице 2.

Вычислены статистически значимые различия для параметра CBF во всех исследуемых областях у пациентов с ХИГМ в зависимости от наличия когнитивных расстройств (КР). Так, в лобных и теменных долях у больных 2-й группы перфузия выше, чем у пациентов 1-й группы: 91,5 [62,4; 100,3] и 71,66 [67,2; 73,6] мл/100 г/мин соответственно ($p = 0,012$). У 13 (86,67%) больных с КР определена гиперперфузия в области коры головного мозга, а также выявлено статистически значимое снижение регионарного кровотока в глубоких структурах головного мозга у всех 15 испытуемых 2-й группы ($p = 0,001$). Не зарегистрировано статистически значимых различий в показателях CBF у добровольцев контрольной группы и пациентов 1-й группы ($p = 0,1654$).

На втором этапе исследования больным проводили ТЭС по заданной методике. Все пациенты

Таблица 1

МР-критерии хронической ишемии головного мозга по стандарту STRIVE, n (%)

Table 1

MRI criteria of chronic cerebral ischemia according to the STRIVE standard, n (%)

МР-критерии / MRI criteria	1-я группа, без КР / Non-CI Group 1 (n = 22)	2-я группа, с КР и деменцией / CI and dementia Group 2 (n = 15)	Контрольная группа / Control group (n = 17)
Лакуны / Lacunae	2 (9,09)	3 (20,0)	0 (0)
Гиперинтенсивность белого вещества / White matter hyperintensity			
Fazekas 1	8 (36,36)	0 (0)	5 (29,41)
Fazekas 2	0 (0)	5 (33,33)	0 (0)
Fazekas 3	0 (0)	10 (66,67)	0 (0)
Перивакулярные пространства / Perivascular spaces			
I тип / Type 1	3 (13,63)	1 (6,67)	2 (11,76)
II тип / Type 2	0 (0)	4 (26,67)	0 (0)
III тип / Type 3	0 (0)	3 (20,0)	0 (0)
Микрокровоизлияния / Microhemorrhages	0 (0)	1 (6,67)	0 (0)
Атрофия / Atrophy	0 (0)	3 (20,0)	0 (0)

Примечание. КР – когнитивные расстройства.

Note. CI – cognitive impairment.

Таблица 2

Медианы скорости церебрального кровотока в зонах интереса головного мозга до и после воздействия транскраниальной электростимуляции, мл/100 г/мин

Table 2

Median cerebral blood flow velocities in the regions of interest in brain before and after transcranial electrical stimulation, mL/100 g/m

Зона интереса / Region of interest	1-я группа, без КР / Non-CI Group 1 (n = 22)		2-я группа, с КР и деменцией / CI and dementia Group 2 (n = 15)		Контрольная группа / (n = 17)	
	До / Before	После / After	До / Before	После / After	До / Before	После / After
Лобная и теменная кора / Frontal and parietal cortex	71,6 [62,2; 73,6]	76,8 [70,5; 78,3]	91,5 [58,4; 100,3]	92,5 [60,1; 101,4]	70,6 [66,2; 74,6]	71,3 [68,1; 73,9]
Подкорковые ядра / Subcortical nuclei	57,6 [51,2; 60,3]	58,5 [51,9; 62,6]	31,3 [30,2; 33,5]	31,8 [29,8; 34,5]	55,7 [49,4; 60,9]	56,0 [49,3; 61,5]
Белое вещество / White matter	48,0 [45,4; 53,5]	50,2 [46,8; 55,6]	29,0 [23,1; 31,2]	30,8 [24,8; 31,5]	49,0 [44,8; 54,0]	50,1 [44,6; 55,9]

удовлетворительно чувствовали себя во время и после сеанса ТЭС.

На третьем этапе по данным ASL-перфузии при сопоставлении исследуемых групп до и после транскраниальной стимуляции вычисляли статистически значимые различия для скорости церебральной перфузии в 1-й группе (см. табл. 2). Показатель выше в 90,9% (n = 20) случаев как в лобной и теменной коре головного мозга, так и в белом веществе и подкорковых ядрах: средний прирост CBF в обоих полушариях составил 5,6% ($4 \pm 1,45$ мл/100 г/мин, $p = 0,002$). Статистически значимых изменений церебральной перфузии не выявлено в контрольной группе: прирост составил не более 1% ($0,7 \pm 0,43$ мл/100 г/мин, $p = 0,0913$). В контрольной группе церебральный кровоток после ТЭС изменился на 1,1% ($1,0 \pm 0,32$ мл/100 г/мин, $p = 0,075$).

Обсуждение

Первичный механизм изменения церебральной перфузии у пациентов с ХИГМ состоит в изменении сосудистой стенки с ее повышенной проницаемостью и, как следствие, перивентрикулярным отеком, вторичным сдавлением венул и нарушением венозного оттока [18]. В таких условиях уменьшается содержание кислорода и глюкозы, происходит сдвиг метаболизма в сторону анаэробного гликолиза, гиперосмолярности и лактатацидоза. Мозговая ткань все больше пытается восполнить дефицит поглощением кислорода из артериальной крови, в результате чего изменяются форменные элементы крови, возникает склонность к микротромбозам. Нарастающие лактатацидоз и гиперосмолярность приводят к ухудшению перфузии, вплоть до развития стаза, что особенно ха-

рактерно для глубоких структур вещества головного мозга у пациентов с КР.

Вторичным механизмом является нарушение ауторегуляции микрососудистого русла с проявлением все большей зависимости от системной гемодинамики. С увеличением возраста происходит снижение фракции выброса сердечной мышцы как явление нормального старения организма. В ранних исследованиях показана большая распространенность КР среди пациентов с сердечной недостаточностью. Вдобавок зависимость гипоперфузии от системной гемодинамики приводит к артериальной гипотензии на фоне приема препаратов, снижающих давление [19].

Третьим аспектом является нарушение нейrogenной регуляции системной и церебральной гемодинамики. У пациентов с когнитивными расстройствами сочетание обедненного кровотока со значительной гиперперфузией коры головного мозга может свидетельствовать о нарушении нейроваскулярного взаимодействия [20]. Исходя из уровня когнитивного дефицита мы говорим о неэффективности усиления кровотока при формировании артериовенулярных шунтов с невозможностью достаточного извлечения глюкозы на уровне капилляров. L. Østergaard et al. описывают этот феномен как капиллярную дисфункцию и определяют одну из ведущих ролей в формировании КР у пациентов с ХИГМ [7].

Р.Н. Коновалов также определяет патогенетический механизм выраженности когнитивного дефицита у пациентов с субкортикальной атеросклеротической энцефалопатией (одной из форм ХИГМ) в результате диффузного поражения белого вещества мозга. Это приводит к разобщению коры

головного мозга, подкорковых структур и лимбико-ретикулярного комплекса, что влечет за собой функциональную инактивацию коры.

Рассматривая данные, полученные на третьем этапе исследования, важно отметить, что анодная стимуляция постоянным током по центрально-сагиттальной схеме расположения электродов вызывает повышение церебральной перфузии у пациентов с визуально нормальным кровотоком без когнитивного дефицита по сравнению с испытуемыми контрольной группы и больными с КР. Мы объясняем это тем, что под воздействием ТЭС клетки мозга поляризуются и повышается их резервная нейрональная активность, что приводит к усилению регионального кровотока. У пациентов с деменцией компенсаторные возможности нейро- и вазоактивности как в коре головного мозга, так и в подкорковых ядрах низки, что определяет неэффективность ТЭС.

Заключение

В работе описан положительный опыт применения транскраниальной электростимуляции при оценке микроциркуляторного русла методом бесконтрастной МР-перфузии у пациентов с ХИГМ. После воздействия ТЭС у больных без когнитивных расстройств методом ASL-перфузии выявлено диффузное усиление церебрального кровотока при относительно нормальных исходных показателях ($p = 0,002$), тогда как в группе условно здоровых добровольцев подобного нарастания кровотока не отмечено.

Показатели церебральной перфузии до и после ТЭС у пациентов всех исследуемых групп определяют роль ТЭС как дополняющего звена в оценке компенсаторных возможностей микрососудистого русла методом бесконтрастной МР-перфузии у больных ХИГМ.

Литература

1. Раимкулов Б.Н. Цереброваскулярные расстройства (обзор литературы). Вестник Казахского Национального медицинского университета. 2014; 2(1): 185–8.
2. Шавловская О.А. В здоровом уме и твердой памяти. Non Nосеге. Новый терапевтический журнал. 2018; 11: 39–43.
3. Гудкова В.В., Стаховская Л.В. Хроническая недостаточность мозгового кровообращения. Справочник поликлинического врача. 2004; 5: 47–51.
4. Яхно Н.Н., Левин О.С., Дамулин И.В. Сопоставление клинических и МРТ-данных при дисциркуляторной энцефалопатии. Сообщение 2: когнитивные нарушения. Неврологический журнал. 2001; 6(3): 10–9.
5. Живолупов С.А., Самарцев И.Н. Современный клинический анализ цереброваскулярных заболеваний: узловые вопросы дифференциальной диагностики и патогенетического лечения. Фарматека. 2012; 7: 93–100.
6. Сергеева А.Н., Добрынина Л.А., Гаджиева З.Ш. и др. Церебральный кровоток, измеренный с помощью МРТ в режиме маркировки артериальных спинов (arterial spin labeling ASL), и МРТ-признаки возраст-зависимой церебральной микроангиопатии (болезни малых сосудов). Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2019; 9(4): 8–17. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2019-9-4-8-17>.
7. Østergaard L, Thorsbørn SE, Moreton F, et al. Cerebral small vessel disease: capillary pathways to stroke and cognitive decline. J Cereb Blood Flow Metab. 2016; 36(2): 302–25. <https://doi.org/10.1177/0271678x15606723>.
8. Захаров В.В., Громова Д.О. Диагностика и лечение хронической недостаточности мозгового кровообращения. Эффективная фармакотерапия. 2015; 13: 48–54.
9. Шмонин А.А., Краснов В.С., Шмонина И.А., Мельникова Е.В. Современная терапия хронического нарушения мозгового кровообращения. Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2015; 7(1): 99–106. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2015-1-99-106>.
10. Кремнева Е.И., Суслин А.С., Добрынина Л.А., Кротенкова М.В. Как распознать возраст-зависимую церебральную микроангиопатию (болезнь мелких сосудов) на МРТ: алгоритм исследования. Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2020; 10(4): 186–206. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-4-186-206>.
11. Чухонцева Е.С., Морозова Т.Г., Борсуков А.В. Нейровизуализационные паттерны хронической недостаточности мозгового кровообращения с оценкой церебральной перфузии в зависимости от уровня когнитивных расстройств. Медицинская визуализация. 2020; 24(3): 114–22. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2020-3-114-122>.
12. Wardlaw JM, Smith EE, Biessels GJ, et al. Neuroimaging standards for research into small vessel disease and its contribution to ageing and neurodegeneration. Lancet Neurol. 2013; 12(8): 822–38. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(13\)70124-8](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(13)70124-8).
13. Rothwell J. Transcranial brain stimulation: past and future. Brain Neurosci Adv. 2018; 2: 1–4. <https://doi.org/10.1177/2398212818818070>.
14. Звоников В.М., Грищенко А.В., Герасин И.К. Применение электростимулятора транскраниального компьютеризированного с обратной связью для оптимизации нейропсихологических характеристик «ТЭТОС» (методические рекомендации). М.: ОАО «Российские железные дороги»; 2006.
15. Электростимулятор транскраниальный компьютеризированный с обратной связью для оптимизации нейропсихологических характеристик «ТЭТОС»: руководство по эксплуатации. М.: НПФ «БИОСС»; 2006.
16. Dissanayaka T, Zoghi M, Farrell M, et al. Does transcranial electrical stimulation enhance corticospinal excitability of the motor cortex in healthy individuals? A systematic review and meta-analysis. Eur J Neurosci. 2017; 46(4): 1968–90. <https://doi.org/10.1111/ejn.13640>.
17. Solomons CD, Shanmugasundaram V. A review of transcranial electrical stimulation methods in stroke rehabilitation. Neurol India. 2019; 67(2): 417–23. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.258057>.
18. Гурьева П.В., Быков Ю.Н., Васильев Ю.Н. (сост.) Дисциркуляторная энцефалопатия: учебное пособие для врачей. Иркутск: ИГМУ; 2017.

19. Дамулин И.В. Дисциркуляторная энцефалопатия: патогенетические, клинические и терапевтические аспекты. Трудный пациент. 2005; 3(6): 11–7.
20. Dai W, Lopez OL, Carmichael OT, et al. Mild cognitive impairment and Alzheimer disease: patterns of altered cerebral blood flow at MR imaging. Radiology. 2009; 250(3): 856–66. <https://doi.org/10.1148/radiol.2503080751>.

References

1. Raimkulov BN. Cerebrovascular disorders (literature review). Vestnik KazNMU. 2014; 2(1): 185–8 (in Russ.).
2. Shavlovskaya OA. Being of sound mind and body. Non Nocere. New Therapeutic Journal. 2018; 11: 39–43 (in Russ.).
3. Gudkova VV, Stakhovskaya LV. Chronic insufficiency of cerebral circulation. Spravochnik polyclinicheskogo vracha / Guide for polyclinic doctor. 2004; 5: 47–51 (in Russ.).
4. Yakhno NN, Levin OS, Damulin IV. Comparison of clinical and MRI data in dyscirculatory encephalopathy. Report 2: Cognitive impairment. The Neurological Journal. 2001; 6(3): 10–9 (in Russ.).
5. Zhivolupov S.A., Samartsev I.N. Modern clinical analysis of cerebrovascular diseases: key issues of differential diagnosis and pathogenetic treatment. Farmateka. 2012; 7: 93–100 (in Russ.).
6. Sergeeva AN, Dobrynina LA, Gadgieva ZSh, et al. Cerebral blood flow measured with mri arterial spin labeling (asl) and neuroimaging signs of age-related small vessel disease. Russian Electronic Journal of Radiology. 2019; 9(4): 8–17 (in Russ.). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2019-9-4-8-17>.
7. Østergaard L, Thorbjørn SE, Moreton F, et al. Cerebral small vessel disease: capillary pathways to stroke and cognitive decline. J Cereb Blood Flow Metab. 2016; 36(2): 302–25. <https://doi.org/10.1177/0271678x15606723>.
8. Zakharov VV, Gromova DO. Diagnostics and treatment of chronic cerebrovascular insufficiency. Effektivnaya farmakoterapiya / Effective Pharmacotherapy. 2015; 13: 48–54 (in Russ.).
9. Shmonin A.A., Krasnov V.S., Shmonina I.A., Melnikova E.V. Current therapy for chronic cerebrovascular attack. Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics. 2015; 7(1): 99–106 (in Russ.). <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2015-1-99-106>.
10. Kremneva EI, Suslin AS, Dobrynina LA, Krotenkova MV. MRI in the diagnosis of age-related small vessel disease: instruction for radiologist. Russian Electronic Journal of Radiology. 2020; 10(4): 186–206 (in Russ.). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2020-10-4-186-206>.
11. Chukhontseva ES, Morozova TG, Borsukov AV. Neuroimaging patterns of chronic cerebrovascular insufficiency with evaluation of cerebral perfusion depending on the level of cognitive disorders. Medical Visualization. 2020; 24(3): 114–22 (in Russ.). <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2020-3-114-122>.
12. Wardlaw JM, Smith EE, Biessels GJ, et al. Neuroimaging standards for research into small vessel disease and its contribution to ageing and neurodegeneration. Lancet Neurol. 2013; 12(8): 822–38. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(13\)70124-8](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(13)70124-8).
13. Rothwell J. Transcranial brain stimulation: past and future. Brain Neurosci Adv. 2018; 2: 1–4. <https://doi.org/10.1177/2398212818818070>.
14. Zvonikov VM, Grishchenko AV, Gerasin IK. Application of TETOS transcranial computerized electrical stimulator with feedback to optimize neuropsychological characteristics (methodological recommendations). Moscow: 2006 (in Russ.).
15. TETOS transcranial computerized electrical stimulator with feedback to optimize neuropsychological characteristics: user manual. Moscow: 2006 (in Russ.).
16. Dissanayaka T, Zoghi M, Farrell M, et al. Does transcranial electrical stimulation enhance corticospinal excitability of the motor cortex in healthy individuals? A systematic review and meta-analysis. Eur J Neurosci. 2017; 46(4): 1968–90. <https://doi.org/10.1111/ejn.13640>.
17. Solomons CD, Shanmugasundaram V. A review of transcranial electrical stimulation methods in stroke rehabilitation. Neurol India. 2019; 67(2): 417–23. <https://doi.org/10.4103/0028-3886.258057>.
18. Guryeva PV, Bykov YuN, Vasiliev YuN (comp.) Dyscirculatory encephalopathy: a textbook for doctors. Irkutsk: IGMU; 2017 (in Russ.).
19. Damulin IV. Dyscirculatory encephalopathy: pathogenetic, clinical and therapeutic aspects. Difficult Patient. 2005; 3(6): 11–7 (in Russ.).
20. Dai W, Lopez OL, Carmichael OT, et al. Mild cognitive impairment and Alzheimer disease: patterns of altered cerebral blood flow at MR imaging. Radiology. 2009; 250(3): 856–66. <https://doi.org/10.1148/radiol.2503080751>.



Мультиспиральная компьютерная томография в оценке сморщивания титанового импланта при протезирующей герниопластике

Никитин П.А.¹, Нуднов Н.В.², Знаменский И.А.^{1,3}, Азимов Р.Х.¹, Карпова А.А.¹, Аверин Е.Е.¹

¹ ФГБНУ «Центральная клиническая больница» Российской академии наук, Литовский б-р, 1А, Москва, 117593, Российская Федерация

² ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России, ул. Профсоюзная, 86, Москва, 117997, Российская Федерация

³ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Островитянова, 1, Москва, 117997, Российская Федерация

Никитин Павел Алексеевич, врач-рентгенолог ФГБНУ «Центральная клиническая больница» РАН; <http://orcid.org/0000-0003-1809-6330>

Нуднов Николай Васильевич, д. м. н., профессор, зам. директора по научной работе ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России; <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>

Знаменский Игорь Альбертович, д. м. н., врач-радиолог, заведующий отделением радионуклидных методов диагностики ФГБНУ «Центральная клиническая больница» РАН, профессор кафедры лучевой диагностики и терапии ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; <http://orcid.org/0000-0003-0305-6723>

Азимов Рустам Хасанович, к. м. н., заведующий отделением хирургии ФГБНУ «Центральная клиническая больница» РАН;

Карпова Анастасия Анатольевна, врач-рентгенолог ФГБНУ «Центральная клиническая больница» РАН; <https://orcid.org/0000-0002-0251-254X>

Аверин Евгений Евгеньевич, д. м. н., начальник научно-образовательного центра ФГБНУ «Центральная клиническая больница» РАН; <https://orcid.org/0000-0002-6595-6471>

Резюме

Цель: на основании данных мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) количественно определить сморщивание титановых сетчатых эндопротезов «титановый шелк» в позднем послеоперационном периоде у пациентов после паховой герниопластики.

Материал и методы. Проведена сравнительная оценка отдаленных результатов лечения 90 пациентов с паховыми грыжами по данным МСКТ. В 1-ю группу включены 36 (40%) больных, которым была выполнена открытая пластика пахового канала по Лихтенштейну. Во 2-ю группу вошли 54 (60%) пациента после лапароскопической паховой герниопластики. МСКТ-исследование с последующим определением площади импланта выполняли на 3-й день и через 3 мес после операции.

Результаты. Процент сморщивания эндопротеза «титановый шелк» через 3 мес после выполнения хирургического лечения по данным МСКТ составил 4,4% при открытой паховой герниопластике по Лихтенштейну и 8,3% при лапароскопической паховой герниопластике. При анализе с использованием теста Краскела–Уоллиса статистически значимого отличия значений данного показателя в группах не выявлено ($p = 0,185$).

Заключение. Анализ отдаленных результатов лечения паховых грыж с использованием импланта «титановый шелк» по данным МСКТ показал, что площадь титановых эндопротезов статистически достоверно уменьшается через 3 мес после операции. Процент сморщивания импланта не зависит от типа выполняемой протезирующей паховой герниопластики. Показана эффективность МСКТ для оценки размеров сетчатого титанового эндопротеза у пациентов после проведения паховой герниопластики.

Ключевые слова: мультиспиральная компьютерная томография, паховая грыжа, сетчатый титановый имплант, герниопластика.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов. Авторы внесли равноценный вклад в подготовку статьи для публикации.

Для цитирования: Никитин П.А., Нуднов Н.В., Знаменский И.А., Азимов Р.Х., Карпова А.А., Аверин Е.Е. Мультиспиральная компьютерная томография в оценке сморщивания титанового импланта при протезирующей герниопластике. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2021; 102(6): 377–82. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-377-382>

Для корреспонденции: Никитин Павел Алексеевич, E-mail: paul2003@mail.ru

Статья поступила 02.12.2021

После доработки 21.12.2021

Принята к печати 22.12.2021

Multi-Slice Computed Tomography in Assessing Mesh Titanium Implant Shrinkage After Prosthetic Inguinal Hernioplasty

Pavel A. Nikitin¹, Nikolay V. Nudnov², Igor A. Znamenskiy^{1, 3}, Rustam Kh. Azimov¹, Anastasia A. Karpova¹, Evgeniy E. Averin¹

¹ Central Clinical Hospital, Russian Academy of Sciences, Litovskiy bul'var, 1A, Moscow, 117593, Russian Federation

² Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, ul. Profsoyuznaya, 86, Moscow, 117997, Russian Federation

³ Pirogov Russian National Research Medical University, ul. Ostrovityanova, 1, Moscow, 117997, Russian Federation

Pavel A. Nikitin, Radiologist, Central Clinical Hospital, Russian Academy of Sciences; <http://orcid.org/0000-0003-1809-6330>

Nikolay V. Nudnov, Dr. Med. Sc., Professor, Deputy Director for Research, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>

Igor A. Znamenskiy, Dr. Med. Sc., Radiologist, Head of Department of Radionuclide Diagnostic Methods, Central Clinical Hospital, Russian Academy of Sciences; Professor, Chair of Radiation Diagnostics and Therapy, Pirogov Russian National Research Medical University; <http://orcid.org/0000-0003-0305-6723>

Rustam Kh. Azimov, Cand. Med. Sc., Head of Department of Surgery, Central Clinical Hospital, Russian Academy of Sciences;

Anastasia A. Karpova, Radiologist, Central Clinical Hospital, Russian Academy of Sciences; <https://orcid.org/0000-0002-0251-254X>

Evgeniy E. Averin, Dr. Med. Sc., Head of Scientific and Educational Center, Central Clinical Hospital, Russian Academy of Sciences; <https://orcid.org/0000-0002-6595-6471>

Abstract

Objective: to assess the percentage of mesh "titanium silk" implant shrinkage after inguinal hernia repair surgery in the late postoperative period using multi-slice computed tomography (MSCT).

Material and methods. The comparative assessment of the long-term results of treatment in 90 patients with inguinal hernias was performed using MSCT. In 36 (40%) patients of Group 1 the titanium implant was used in Lichtenstein hernia repair surgery. In Group 2, 54 (60%) patients were operated by laparoscopic hernia repair surgery. On day 3 and 3 months after surgery every patient underwent MSCT with subsequent determination of the implant square.

Results. The percent of mesh "titanium silk" implant shrinkage 3 months after surgery according to MSCT was 4.4% in Lichtenstein hernia repair group, and 8.3% in laparoscopic hernia repair group. According to Kruskal-Wallis test, there were no statistic differences of this indicator between two groups ($p = 0,185$).

Conclusion. The analysis of long-term results of inguinal hernia repair surgery with titanium mesh implants using MSCT showed that implant square significantly decreases 3 months after surgery. There were no significant differences in implants shrinkage regarding the type of surgery. MSCT is an effective method for evaluating the size of mesh titanium implants after hernia repair surgery.

Keywords: multi-slice computed tomography, inguinal hernia, mesh titanium implant, hernioplasty.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions. The authors made an equal contribution to the preparation of the article for publication.

For citation: Nikitin PA, Nudnov NV, Znamenskiy IA, Azimov RKh, Karpova AA, Averin EE. Multi-slice computed tomography in assessing mesh titanium implant shrinkage after prosthetic inguinal hernioplasty. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2021; 102(6): 377–82 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-377-382>

For corresponding: Pavel A. Nikitin, E-mail: paul2003@mail.ru

Received December 2, 2021

Revised December 21, 2021

Accepted December 22, 2021

Введение

Грыжей передней брюшной стенки (ПБС) называется пролабирование органов брюшной полости и париетального листка брюшины через слабые места в мышечно-апоневротическом слое. Слабые места ПБС могут быть как анатомически естественными (промежутки либо отверстия), так

и приобретенными в результате атрофии, травмы или операции [1, 2]. Грыжи передней брюшной стенки, в частности паховые грыжи, являются одной из самых распространенных патологий у населения, требующей хирургического лечения. Частота развития паховых грыж у мужчин достигает 27%, у женщин – до 3%. Частота возникновения паховых

грыж у взрослого трудоспособного мужского населения приближается к 25%.

Единственным эффективным методом лечения грыж передней брюшной стенки является хирургическое вмешательство. Оно направлено на устранение грыжевого выпячивания, вправление внутренних органов в брюшную полость и пластику грыжевых ворот [1, 3]. Методами хирургического лечения грыж ПБС являются: протезирующая ненатяжная герниопластика (различные виды сетчатых имплантов), аллопластика (собственными тканями) и комбинированный способ [3]. На настоящий момент наиболее популярный в хирургическом сообществе метод – это протезирующая паховая герниопластика с применением сетчатого полипропиленового импланта. Начало активного применения полипропиленовых сетчатых имплантов повлияло на снижение частоты осложнений и улучшение качества жизни пациентов [4–6]. Однако до сих пор остается нерешенным вопрос о сморщивании данного типа эндопротезов, приводящем к развитию рецидивов, частота которых достигает 32% [1].

С 2013 г. в Российской Федерации начали применять отечественный сетчатый эндопротез «титановый шелк», изготовленный из титановых нитей. В процессе многочисленных экспериментальных исследований ученые пришли к выводу, что «титановый шелк» обладает рядом преимуществ перед полипропиленовыми сетчатыми имплантами, в частности гипоаллергенностью и более высокой прочностью [7, 8]. Основной проблемой хирургического лечения грыж ПБС является рецидивирование заболевания по причине постепенного сморщивания сетчатых имплантов [6].

Для оценки состояния сетчатых имплантов в дооперационном и послеоперационном периодах широко применяются инструментальные методы диагностики, такие как ультразвуковое исследование, рентгенодиагностика, магнитно-резонансная томография [9, 10]. Титановые эндопротезы являются рентгеноконтрастными, что позволяет проводить анализ в раннем и позднем послеоперационных периодах по данным мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ). В раннем послеоперационном периоде проведение МСКТ-исследования направлено на выявление послеоперационных осложнений с целью их устранения для последующего правильного формирования соединительной ткани в области установленного импланта. Благодаря высокой разрешающей способности МСКТ открылись дополнительные возможности достоверного определения положения и сморщивания эндопротезов для прогнозирования риска развития рецидивов [6, 11].

Цель исследования – на основании данных МСКТ количественно определить сморщивание

титановых сетчатых эндопротезов «титановый шелк» в позднем послеоперационном периоде у пациентов после паховой герниопластики.

Материал и методы

В исследовании, выполненном в Центральной клинической больнице РАН, участвовали 90 пациентов, которым была проведена паховая герниопластика с использованием титанового протеза. Больные были разделены на две группы в зависимости от типа выполняемого хирургического вмешательства. В 1-ю группу включены 36 (40%) пациентов, которым выполнена открытая пластика пахового канала по Лихтенштейну. Во 2-ю группу вошли 54 (60%) больных, которым проведена лапароскопическая паховая герниопластика. Пациенты исследуемых групп были сопоставимы по полу и возрасту.

Всем больным проведено МСКТ-исследование органов брюшной полости на компьютерном томографе Ingenuity Core 64 (Philips, Нидерланды) со стандартными параметрами: толщина среза 0,15 см, зона исследования от уровня XII грудного позвонка до уровня шеек бедренных костей. МСКТ выполняли через 3 сут и через 3 мес после протезирующей паховой герниопластики. Интерпретацию изображений осуществлял врач-рентгенолог на специализированной рабочей станции.

Площадь импланта рассчитывали с использованием разработанной стандартной методики по формуле:

$$S = A \times B,$$

где S – площадь импланта (см^2), A – среднее арифметическое значение поперечного размера (см), B – среднее арифметическое значение длины (см).

Частоту сморщивания титанового эндопротеза через 3 мес после герниопластики определяли по формуле:

$$Y = 100 - \frac{S_2}{S_1} \times 100,$$

где Y – процент сморщивания импланта через 3 мес после операции относительно показателя раннего послеоперационного периода (%), S_1 – площадь импланта на 3-е сутки после операции (см^2), S_2 – площадь импланта через 3 мес после операции (см^2).

Для определения достоверности разработанной методики МСКТ-оценки площади эндопротезов было проведено экспериментальное исследование на пяти тушах свиней, которое включало четыре этапа:

1) выполнение паховой герниопластики с использованием титанового эндопротеза;

2) оценка площади эндопротеза по данным МСКТ;

- 3) определение площади импланта на вскрытии;
- 4) сравнение полученных результатов.

Для статистической обработки полученных данных использовали статистическую программу Jamovi (JamoviStats, Австралия). Применяли методы описательной статистики для всех исследуемых переменных: среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (m), медиана распределения (Me), межквартильный (25–75%) размах и разброс. Проверку статистической значимости полученных результатов при нормальном распределении значений проводили с помощью Т-критерия Стьюдента для парных зависимых выборок, при непараметрическом распределении значений – с помощью теста Краскела–Уоллиса и теста Вилкоксона для зависимых выборок с последующим определением достигнутого уровня статистической значимости (p).

Результаты

Площадь импланта в раннем послеоперационном периоде (3 сут) по данным МСКТ составила 42,0 см² [40,7; 34,1–49,7] при открытой паховой герниопластике по Лихтенштейну и 63,9 см² [57,8; 47,9–74,3] при лапароскопической паховой герниопластике. При анализе полученных данных с использованием теста Краскела–Уоллиса выявлено, что группы статистически значимо отличаются по

площади эндопротеза в раннем послеоперационном периоде ($p < 0,001$).

Площадь импланта по данным МСКТ-исследования через 3 мес после хирургического лечения составила 40,2 см² [40,8; 30,9–47,6] в 1-й группе и 58,3 см² [51,2; 44,3–69,7] во 2-й группе. При анализе полученных данных с использованием теста Краскела–Уоллиса установлено, что группы статистически значимо отличаются по площади импланта через 3 мес после операции ($p < 0,001$).

При сравнении площади на 3-е сутки после операции и через 3 мес после операции при помощи парного критерия Вилкоксона для связанных выборок выявлено, что площадь эндопротеза на 3-е сутки статистически значимо больше площади через 3 мес ($p < 0,001$) (табл. 1).

На основании полученных данных проведен расчет частоты сморщивания имплантов. Значения этого показателя через 3 мес после выполнения хирургического лечения составило 4,4% [2,9; 0,0–8,1] в 1-й группе и 8,3% [6,1; 0,6–10,3] во 2-й группе. При сравнении полученных результатов между собой с использованием теста Краскела–Уоллиса установлено, что процент сморщивания импланта через 3 мес после проведения хирургического лечения в группах статистически значимо не отличается ($p = 0,185$) (табл. 2).

Таблица 1

Площадь импланта по данным мультиспиральной компьютерной томографии, см²

Table 1

Square of "titanium silk" mesh implant according to multi-slice computed tomography, cm²

Группы пациентов / Patient groups	На 3-е сутки после операции / Day 3 after surgery		Через 3 мес после операции / 3 months after surgery	
	M ± m	Me [25–75%]	M ± m	Me [25–75%]
Открытая паховая герниопластика / Open inguinal hernioplasty	42,0 ± 11,5	40,7 [34,1–49,7]	40,2 ± 11,8	40,8 [30,9–47,6]
Лапароскопическая паховая герниопластика / Laparoscopic inguinal hernioplasty	63,9 ± 21,7	57,8 [47,9–74,3]	58,3 ± 20,5	51,2 [44,3–69,7]

Таблица 2

Процент сморщивания имплантов, %

Table 2

Percentage of "titanium silk" mesh implant shrinkage, %

Группы пациентов / Patient groups	Частота сморщивания импланта / Percentage of implant shrinkage	
	M ± m	Me [25–75%]
Открытая паховая герниопластика / Open inguinal hernioplasty	4,4 ± 9	2,9 [0–8,1]
Лапароскопическая паховая герниопластика / Laparoscopic inguinal hernioplasty	8,3 ± 10,3	6,1 [0,6–10,3]

В эксперименте площадь импланта после выполнения паховой герниопластики при прямых замерах в организме подопытного животного составила $94,8 \text{ см}^2$ [95,2; 94,7–95,3]. Площадь импланта после проведения паховой герниопластики по данным МСКТ составила $94,3 \text{ см}^2$ [94,2; 93,1–94,3].

При анализе групп с использованием Т-критерия Стьюдента для парных зависимых выборок выявлено, что площадь импланта, рассчитанная на основании прямых замеров в организме и на основании замеров по данным МСКТ, статистически значимо не отличается ($p = 0,763$) (табл. 3).

Таблица 3

Площадь импланта в эксперименте, см^2

Table 3

"Titanium silk" mesh implant square in experiment, cm^2

Площадь импланта / Implant square	$M \pm m$	Me [25–75%]
Прямые замеры / Direct measurements	$94,8 \pm 2,2$	95,2 [94,7–95,3]
По данным МСКТ / MSCT data	$94,3 \pm 1,78$	94,2 [93,1–94,3]

Обсуждение

В нашей работе пациентам после проведения протезирующей паховой герниопластики были выполнены МСКТ-исследования органов брюшной полости на 3-е сутки и через 3 мес после операции, а далее осуществлено измерение площади сетчатого титанового эндопротеза «титановый шелк» с последующим сопоставлением значений.

Экспериментальным путем подтверждена достоверность размеров, получаемых врачом-рентге-

нологом на основании данных МСКТ. Выявлено, что значения площади импланта у подопытного животного, рассчитанные путем прямых замеров в организме и по данным МСКТ, статистически значимо не отличаются ($p = 0,763$).

Также определено, что с течением времени (3 мес) площадь титановых эндопротезов статистически достоверно уменьшается. Так, при открытой паховой герниопластике процент сморщивания протезов составил 4,4%, а при паховой лапароскопической герниопластике – 8,3%. Статистический анализ полученных данных показал, что процент сморщивания импланта через 3 мес после проведения хирургического лечения по данным МСКТ статистически значимо не отличается между группами. Таким образом, тип выполняемой протезирующей паховой герниопластики не влияет на процент сморщивания импланта.

При сопоставлении полученных результатов с данными литературы о сморщивании полипропиленовых имплантов определено, что титановый сетчатый эндопротез «титановый шелк» обладает менее выраженной тенденцией к уменьшению размеров относительно аналогичных нетитанизированных сетчатых протезов.

Заключение

Впервые получены данные о сморщивании протезов «титановый шелк» в организме через 3 мес после выполнения паховой герниопластики по данным МСКТ для двух видов операций: паховая герниопластика по Лихтенштейну, паховая лапароскопическая герниопластика. Показана эффективность МСКТ для контроля положения и оценки размеров сетчатого титанового эндопротеза у пациентов после проведения паховой герниопластики. Результаты исследования могут быть использованы для прогнозирования риска развития рецидива заболевания в хирургической практике.

Литература

1. Burger JWA, Luijendijk RW, Hop WCJ, et al. Long-term follow-up of a randomized controlled trial of suture versus mesh repair of incisional hernia. *Ann Surg*. 2004; 240(4): 578–85. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000141193.08524.e7>.
2. Каган И.И. Клиническая анатомия живота. Иллюстрированный авторский цикл лекций. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2021: 304.
3. Всероссийская общественная организация «Общество герниологов». Национальные клинические рекомендации по герниологии. Паховые и послеоперационные грыжи. М.; 2018: 16–8.
4. Седов В.М., Гостевской А.А., Тарбаев С.Д. и др. Сетчатые импланты из поливинилиденфторида в лечении грыж брюшной стенки. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2008; 167(2): 16–21.
5. Gavlin A, Kierans AS, Chen J, et al. Imaging and treatment of complications of abdominal and pelvic mesh repair. *Radiographics*. 2020; 40(2): 432–53. <https://doi.org/10.1148/rg.2020190106>.
6. Паршиков В.В., Миронов А.А., Казанцев А.А., Алехин А.И. Спаечный процесс в брюшной полости после ненатяжной пластики ультралегкими синтетическими и титаносодержащими эндопротезами. *Современные технологии в медицине*. 2017; 9(3): 45–54. <https://doi.org/10.17691/stm2017.9.3.06>.
7. Казанцев А.А., Туляков С.С., Алехин А.И. и др. Перспективы использования полифиламентного титанового шовного материала в травматологии. *ПМЖ*. 2017; 25(8): 533–8.

8. Ходаков В.В., Забродин В.В., Забродин Е.В., Васева О.Н. Ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения паховых грыж с применением сетчатых титановых эндопротезов. Уральский медицинский журнал. 2018; 7: 93–101. <https://doi.org/10.25694/URMJ.2018.04.132>.
 9. Holihan JL, Karanjawala B, Ko A, et al. Use of computed tomography in diagnosing ventral hernia recurrence: a blinded, prospective, multispecialty evaluation. JAMA Surg. 2016; 151(1): 7–13. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2015.2580>.
 10. Lee Gi-Hyung M, Cohen Allen J. CT imaging of abdominal hernias. AJR Am J Roentgenol. 1993; 161(6): 1209–13. <https://doi.org/10.2214/ajr.161.6.8249727>.
 11. Rakic S, LeBlanc KA. The radiologic appearance of prosthetic materials used in hernia repair and a recommended classification. AJR Am J Roentgenol. 2013; 201(6): 1180–3. <https://doi.org/10.2214/AJR.13.10703>.
-
- ## References
1. Burger JWA, Luijendijk RW, Hop WCJ, et al. Long-term follow-up of a randomized controlled trial of suture versus mesh repair of incisional hernia. Ann Surg. 2004; 240(4): 578–85. <https://doi.org/10.1097/D1.sla.0000141193.08524.e7>.
 2. Kagan II. Clinical anatomy of abdomen. Illustrated authors lecture cycle. Moscow: GEOTAR-Media; 2021. 304 (in Russ).
 3. Russian public organization "Herniology society". National clinical recommendations of hernias. Inguinal and ventral hernias. Moscow; 2018: 16–8 (in Russ).
 4. Sedov VM, Gostevskoy AA, Tarbaev SD, et al. Mesh implants of polyvinylidene fluoride in treatment of abdominal wall hernias. Grekov's Bulletin of Surgery. 2008; 167(2): 16–21 (in Russ).
 5. Gavlin A, Kierans AS, Chen J, et al. Imaging and treatment of complications of abdominal and pelvic mesh repair. Radiographics. 2020; 40(2): 432–53. <https://doi.org/10.1148/rq.2020190106>.
 6. Parshikov VV, Mironov AA, Kazantsev AA, Alyokhin AI. Visceral adhesions after tension-free abdominal wall repair with ultra-lightweight synthetic and titanium-containing meshes. Modern Technologies in Medicine. 2017; 9(3): 45–54 (in Russ). <https://doi.org/10.17691/stm20179.3.06>.
 7. Kazantsev AA, Tulyakov SS, Alekhin AI, et al. Prospects for the use of polyfilament titanium suture material Titanell in traumatology. RMJ. 2017; 25(8): 533–8 (in Russ).
 8. Khodakov VV, Zabrodin VV, Zabrodin EV, Vasyova ON. Inguinal hernia alloplastyc using meshy titanium endoprotheses. Ural Medical Journal. 2018; 7: 93–101 (in Russ). <https://doi.org/10.25694/URMJ.2018.04.132>.
 9. Holihan JL, Karanjawala B, Ko A, et al. Use of computed tomography in diagnosing ventral hernia recurrence: a blinded, prospective, multispecialty evaluation. JAMA Surg. 2016; 151(1): 7–13. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2015.2580>.
 10. Lee Gi-Hyung M, Cohen Allen J. CT imaging of abdominal hernias. AJR Am J Roentgenol. 1993; 161(6): 1209–13. <https://doi.org/10.2214/ajr.161.6.8249727>.
 11. Rakic S, LeBlanc KA. The radiologic appearance of prosthetic materials used in hernia repair and a recommended classification. AJR Am J Roentgenol. 2013; 201(6): 1180–3. <https://doi.org/10.2214/AJR.13.10703>.



Диагностика отрыва клапаносодержащего кондуита восходящего отдела аорты и его успешное хирургическое лечение

Малахова М.В., Прохорова Е.А., Куличкин А.С., Бриль К.Р., Ван Е.Ю., Дзеранова А.Н., Галян Т.Н., Ховрин В.В., Чарчян Э.Р.

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»,
Абрикосовский пер., 2, Москва, 119991, Российская Федерация

Малахова Мария Владимировна, врач-рентгенолог ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»;
<http://orcid.org/0000-0002-9985-3753>

Прохорова Екатерина Алексеевна, к. м. н., врач-рентгенолог ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»;
<http://orcid.org/0000-0001-9788-5666>

Куличкин Алексей Сергеевич, врач-рентгенолог ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»;
<http://orcid.org/0000-0003-1256-560X>

Бриль Кристина Руслановна, аспирант ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»;
<http://orcid.org/0000-0001-8789-0330>

Ван Елена Юрьевна, к. м. н., врач ультразвуковой диагностики ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»;
<http://orcid.org/0000-0002-4399-0716>

Дзеранова Ангелина Николаевна, к. м. н., науч. сотр. ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»;
<http://orcid.org/0000-0002-7916-1151>

Галян Татьяна Николаевна, к. м. н., заведующая отделением рентгенодиагностики и компьютерной томографии ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»;
<http://orcid.org/0000-0003-4751-5119>

Ховрин Валерий Владиславович, д. м. н., гл. науч. сотр. ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»;
<http://orcid.org/0000-0002-6720-4126>

Чарчян Эдуард Рафаэлович, д. м. н., заведующий 1-м кардиохирургическим отделением ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»;
<http://orcid.org/0000-0003-3164-2877>

Резюме

Инфицирование протеза является наиболее частым осложнением после протезирования аорты синтетическим сосудистым протезом или клапаносодержащим кондуитом (КСК), при этом отрыв протеза аортального клапана (АК) встречается в 0,1–1,3% случаев. Причиной отрыва клапана является не только инфекционный эндокардит. Аневризма восходящей аорты и выраженная кальцификация нативного АК также относятся к известным факторам риска. В статье представлен клинический случай обследования и лечения пациента 49 лет в условиях РНЦХ имени акад. Б.В. Петровского. Через 18 лет после первичного оперативного вмешательства по поводу аортального стеноза было проведено репротезирование АК и протезирование восходящей аорты КСК по методике Бенталла – Де Боно в модификации Кучукося. В 2021 г. по данным компьютерной томографической аортографии на фоне инфекционного эндокардита выявлен отрыв протеза аорты с формированием парапротезной фистулы и полости ложной аневризмы. Результаты инструментальных методов исследований сопоставимы с интраоперационными данными. Клинический случай представляет интерес ввиду редкой встречаемости осложнения и значимой роли мультиспиральной компьютерной томографии при обследовании и послеоперационном контроле.

Ключевые слова: компьютерная томография; компьютерная томографическая аортография; протезирование аортального клапана; инфицирование протеза; инфекционный эндокардит.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов. Авторы внесли равноценный вклад в подготовку статьи для публикации.

Для цитирования: Малахова М.В., Прохорова Е.А., Куличкин А.С., Бриль К.Р., Ван Е.Ю., Дзеранова А.Н., Галян Т.Н., Ховрин В.В., Чарчян Э.Р. Диагностика отрыва клапаносодержащего кондуита восходящего отдела аорты и его успешное хирургическое лечение. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2021; 102(6): 383–9. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-383-389>

Для корреспонденции: Малахова Мария Владимировна, E-mail: mmv989@yandex.ru

Статья поступила 19.10.2021

После доработки 16.11.2021

Принята в печать 17.11.2021

Diagnosis and Successful Surgical Treatment of Ascending Aorta Valved Conduit Rupture

Maria V. Malakhova, Ekaterina A. Prokhorova, Aleksey S. Kulichkin, Kristina R. Bril', Elena Yu. Van, Angelina N. Dzeranova, Tatiana N. Galyan, Valeriy V. Khovrin, Eduard R. Charchyan

*Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery,
Abrikosovskiy per., 2, Moscow, 119991, Russian Federation*

Maria V. Malakhova, Radiologist, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery;
<http://orcid.org/0000-0002-9985-3753>

Ekaterina A. Prokhorova, Cand. Med. Sc., Radiologist, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery;
<http://orcid.org/0000-0001-9788-5666>

Aleksey S. Kulichkin, Radiologist, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery;
<http://orcid.org/0000-0003-1256-560X>

Kristina R. Bril', Postgraduate, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery;
<http://orcid.org/0000-0001-8789-0330>

Elena Yu. Van, Cand. Med. Sc., Ultrasound Diagnostician, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery;
<http://orcid.org/0000-0002-4399-0716>

Angelina N. Dzeranova, Cand. Med. Sc., Researcher, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery;
<http://orcid.org/0000-0002-7916-1151>

Tatiana N. Galyan, Cand. Med. Sc., Head of Department of Radiology and Computed Tomography, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery;
<http://orcid.org/0000-0003-4751-5119>

Valeriy V. Khovrin, Dr. Med. Sc., Senior Researcher, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery;
<http://orcid.org/0000-0002-6720-4126>

Eduard R. Charchyan, Dr. Med. Sc., Head of Cardiac Surgery Department No. 1, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery;
<http://orcid.org/0000-0003-3164-2877>

Abstract

Prosthetic infection is the most common complication after aortic replacement with a synthetic vascular prosthesis or a valved conduit (VC); in this case, aortic valve (AV) rupture occurs in 0.1–1.3% of patients. The cause of valve rupture is not only infective endocarditis; ascending aortic aneurysm and obvious calcification of the native AV are also known risk factors. The paper describes a clinical case of a 49-year-old patient examined and treated in Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery. Eighteen years after primary surgical intervention for aortic stenosis, AV reprosthesis and ascending aorta VC replacement were performed according to the Bentall – De Bono procedure modified by Kouchoukos. In 2021, computed tomographic aortography has revealed that in the presence of infective endocarditis, there is aortic prosthetic rupture to form a paraprosthesis fistula and a pseudoaneurysm cavity. The results of instrumental studies are comparable with intraoperative data. The clinical case is of interest due to the rare occurrence of complications and to the significant role of multislice computed tomography during examination and postoperative monitoring.

Keywords: computed tomography; computed tomographic aortography; aorta valve replacement; graft infection; infectious endocarditis.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions. The authors made an equal contribution to the preparation of the article for publication.

For citation: Malakhova MV, Prokhorova EA, Kulichkin AS, Bril' KR, Van EYu, Dzeranova AN, Galyan TN, Khovrin VV, Charchyan ER. Diagnosis and successful surgical treatment of ascending aorta valved conduit rupture. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2021; 102(6): 383–9 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-383-389>

For corresponding: Mariya V. Malakhova, E-mail: mmv989@yandex.ru

Received October 19, 2021

Revised November 16, 2021

Accepted November 17, 2021

Введение

Количество повторных операций на аортальном клапане (АК) и восходящей аорте (ВАО) возросло. До 10% больных, которым ранее было выполнено протезирование ВАО и АК, подвергаются повторной операции на корне аорты в ближайшем и отдаленном периодах [1–3].

Отрыв протеза АК представляет собой редкое осложнение, возникающее в 0,1–1,3% случаев. Известными факторами риска отрыва клапана являются инфекционный эндокардит, сопутствующая аневризма ВАО и выраженная кальцификация нативного АК [4]. Описаны редкие случаи отрыва клапаносодержащего кондуита (КСК) ВАО на фоне позднего инфекционного эндокардита после операции Бенталла – Де Боно [5, 6].

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) аорты с внутривенным контрастированием (КТ-аортография) является признанным стандартом для диагностики первичной патологии аорты и осложнений после реконструктивных операций на аорте [7].

Описание случая

Пациент Ш. 49 лет поступил в РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского в экстренном порядке с жалобами на выраженную одышку при незначительных физических нагрузках, сухой кашель. Ухуд-

шение состояния отмечалось в течение последних 6 мес, когда прогрессивно снижалась толерантность к физическим нагрузкам с приступами ортопноэ, нарастали симптомы астении, появились отеки нижних конечностей, снижение артериального давления до 110–100/50–40 мм рт. ст.

Из анамнеза: в 2000 г. – протезирование АК механическим протезом Carbonsux по поводу аортального стеноза. В 2018 г. выполнена КТ-аортография и выявлена аневризма ВАО (рис. 1). В том же году проведено репротезирование АК и протезирование ВАО КСК по методике Бенталла – Де Боно в модификации Кучукоса. Послеоперационный период протекал без осложнений.

При поступлении в РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского пациент был обследован.

Трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ). В позиции ВАО визуализируется КСК, диаметр протеза 33 мм, равномерный при цветовом доплеровском картировании (ЦДК) на всем протяжении. В проекции митрально-аортального контакта визуализируется парапротезная фистула (ППФ). Эксцентричная парапротезная струя регургитации в проекции митрально-аортального контакта (2–3-й ст., оценка затруднена). Сообщение между полостью левого желудочка и парапротезным пространством (ППП) ВАО, ширина по задней стенке 17 мм, ширина по передней стенке 11 мм. Стенки

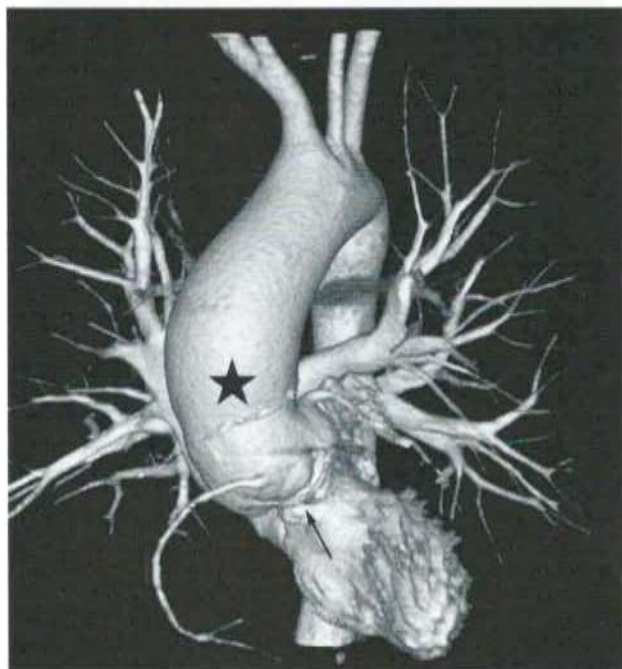


Рис. 1. КТ-аортография, 3D-реконструкция. Состояние после протезирования аортального клапана. Стрелкой указан протез аортального клапана, звездочкой – аневризма восходящей аорты

Fig. 1. CT aortography, 3D reconstruction. Status after aortic valve replacement. The arrow indicates aortic valve prosthesis; the asterisk shows ascending aortic aneurysm



Рис. 2. Трансторакальная эхокардиограмма до операции (парастернальная позиция по длинной оси сердца). Стрелкой указан клапаносодержащий конduit восходящей аорты. RA – правый желудочек; LV – левый желудочек; LA – левое предсердие; 1 – парапротезная фистула в области митрально-аортального контакта; 2 – псевдоаневризма; 3 – парапротезная фистула по передней стенке аорты

Fig. 2. Transthoracic echocardiogram before surgery (the parasternal position along the long axis of the heart). The arrow indicates an ascending aortic valved conduit. RA – right ventricle; LV – left ventricle; LA – left atrium; 1 – paraprosthetic fistula in the mitral-aortic contact area; 2 – pseudoaneurysm; 3 – paraprosthetic fistula along the anterior aortic wall

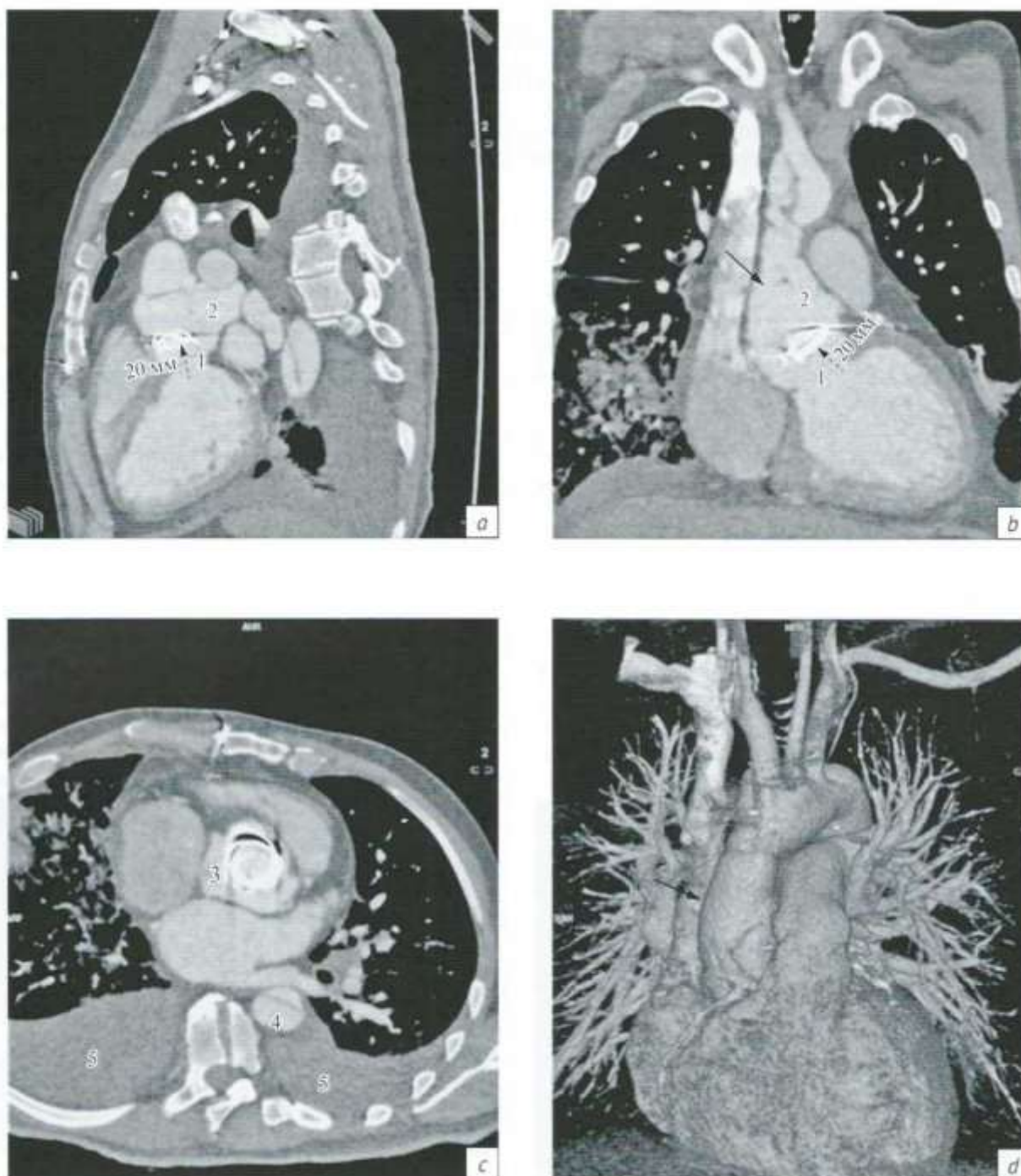


Рис. 3. КТ-аортография с ЭхоКГ-синхронизацией. Область исследования 661 мм, лучевая нагрузка 18,4 мЗв, объем контрастного вещества 98 мл: а – сагиттальная проекция; б – коронарная проекция, с – аксиальная проекция на уровне локализации механического протеза клапаносодержащего кондукта; д – 3D-реконструкция. 1 – фиброзное кольцо аортального клапана; 2 – полость ложной аневризмы аорты; 3 – расширенное и контрастное парапротезное пространство; 4 – расслоение нисходящей аорты; 5 – двусторонний гидроторакс. Сплошными стрелками указан клапаносодержащий кондукт восходящей аорты, пунктирными – дислокация на 20 мм его механического протеза

Fig. 3. CT aortography with EchoCG synchronization. A study area is 661 mm; a radiation exposure is 18.4 mSv; a contrast medium volume is 98 ml:

a – sagittal projection; b – coronal projection; c – axial projection at the level of localization of a mechanical prosthetic valved conduit; d – 3D reconstruction.

1 – aortic valve fibrous ring; 2 – aortic pseudoaneurysm cavity; 3 – extended and contrast paraprosthetic space; 4 – descending aortic dissection; 5 – bilateral hydrothorax.

The solid arrows indicate the ascending aorta valved conduit; the dotted arrows show the 20-mm dislocation of its mechanical prosthesis



Рис. 4. Чреспищеводная ЭхоКГ, В-режим.

1 – парапротезное пространство восходящей аорты; 2 – просвет протеза восходящей аорты; 3 – левое предсердие; 4 – выводной тракт левого желудочка; 5 – правый желудочек. Вертикальной линией обозначена проекция фиброзного кольца аортального клапана, стрелкой – механический протез клапаносодержащего кондуита восходящей аорты

Fig. 4. Transesophageal echocardiography in B-mode.

1 – paraprosthetic space of the ascending aorta; 2 – the lumen of the ascending aortic prosthesis; 3 – left atrium; 4 – left ventricular outflow tract; 5 – right ventricle.

The vertical line indicates the projection of aortic valve fibrous ring; the arrow shows the mechanical prosthesis of an ascending aorta valved conduit.

протеза ВАо в систолу гипермобильны. Дистальный анастомоз не визуализируется. **Заключение:** ППФ. Аортальная недостаточность 2–3-й ст. Митральная недостаточность 2–3-й ст. Снижение глобальной и локальной систолических функций гипертрофированного левого желудочка. Выраженная дилатация левого желудочка, дилатация левого предсердия. Трикуспидальная недостаточность 1–2-й ст. Двусторонний гидроторакс, выраженный справа (рис. 2).

КТ-аортография. Дислокация протеза АК на 20 мм дистальнее фиброзного кольца АК, контрастирование циркулярно расширенного до 22 мм ППП (общий диаметр аорты 68×44 мм), по задней стенке сформирована полость ложной аневризмы 23×44 мм. Коронарные артерии проливаются от протеза. Верхняя граница ложной аневризмы на уровне 63 мм от фиброзного кольца. Формирование «двойного канала» в аорте от уровня дистального анастомоза протеза с распространением на устье брахиоцефального ствола и на всем протяжении дуги и нисходящей торакоабдоминальной аорты с дистальной фенестрацией в инфраренальной аорте. Дуга аорты и брюшная аорта не расширены. Отмечается диссекция в устье правой почечной артерии. Мальперфузии почек не выявлено. В терминальной аорте и общих подвздошных артериях «двойного канала» не выявлено. **Заключение:** отрыв протеза аорты с дислокацией, формированием ППФ и полости ложной аневризмы на фоне инфекционного эндокардита. Расслоение дуги

и нисходящей аорты (НАО) с распространением на устье брахиоцефального ствола и устье правой почечной артерии. Двусторонняя нижнедолевая пневмония, двусторонний гидроторакс (рис. 3).

Интраоперационная ЭхоКГ. Протез ВАо находится в ППП, полуконцентрически не определяется фиксация протеза, работа запирающего механизма не нарушена. В области митрально-аортального контакта при ЦДК определяется фистула в ППП по задней стенке протеза аорты. Устья коронарных сосудов визуализированы. При ЦДК: трикуспидальная недостаточность 2–3-й ст. (рис. 4).

Экстренная операция. Выполнено периферическое подключение искусственного кровообращения через бедренную вену и подключичную артерию, повторная продольная срединная стернотомия. Отмечен выраженный спаечный процесс в средостении, дифференцировка тканей нарушена. С техническими трудностями мобилизованы протез ВАо, дуга аорты, устья брахиоцефальных ветвей, поперечная вена, взяты на тесму. После удаления всех инфицированных тканей и синтетических протезов выполнены протезирование митрального клапана, ушивание открытого овального окна и пластика трикуспидального клапана по Батисте (рис. 5).

В фиброзное кольцо АК имплантирован аортальный гомографт (АГФ). Устья коронарных артерий реимплантированы в бок АГФ. На фоне циркуляторного ареста и антеградной перфузии головного мозга в истинный канал НАО низведен протез Polythene с рентгеноконтрастными метками и выполнено протезирование дуги с ветвями единым гомографтом. Гладкий послеоперационный период.

Контрольная КТ-аортография. Контрастный просвет АГФ и дуга аорты без дефектов контрастирования. Эндолинкинга контрастного вещества не выявлено. Дистальное расслоение НАО от уровня дистального анастомоза протеза с фенестрацией



Рис. 5. Интраоперационное фото на этапе удаления клапаносодержащего кондуита восходящей аорты

Fig. 5. Intraoperative photo at the stage of ascending aorta valved conduit removal

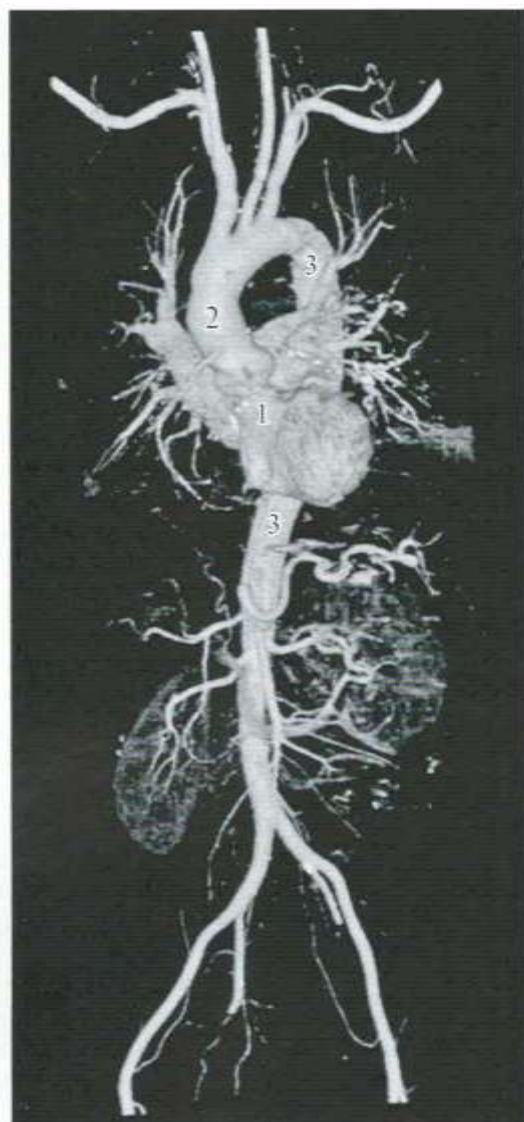


Рис. 6. КТ-аортография (послеоперационный контроль) без электрокардиографической синхронизации, 3D-реконструкция. Область исследования 664 мм, лучевая нагрузка 5,9 мЗв, объем контрастного вещества 60 мл.

1 – фиброзное кольцо аортального клапана; 2 – аортальный гомографт; 3 – расслоение нисходящей аорты

Fig. 6. CT aortography (postoperative control) without ECG synchronization, 3D reconstruction. A study area is 664 mm; a radiation exposure is 5.9 mSv; a contrast medium volume is 60 mL.

1 – aortic valve fibrous ring; 2 – aortic homograft; 3 – descending aorta dissection

в инфраренальном отделе брюшной аорты. Торакоабдоминальная аорта не расширена (рис. 6).

Контрольная трансторакальная ЭхоКГ с ЦДК. В позиции ВАо визуализируется АГФ на расстоянии, диаметр просвета гомографта 32 мм, равномерно прокрашивается при ЦДК, по передней стенке гомографта визуализируется ППП шириной 8 мм. При ЦДК регургитации нет. В позиции митрального клапана механический протез.

Обсуждение

Среди всех повторных вмешательств на ВАо и АК частота операций у пациентов с инфекционными осложнениями по данным разных авторов составляет от 21% до 61%. Проведение детального анализа состояния КСК ВАо, оценка объема предстоящего оперативного вмешательства на фоне сопутствующей тяжести состояния пациента и вынужденной срочности поставленной задачи требуют высокой точности и скорости проводимого обследования. Техническое выполнение трансторакальной ЭхоКГ и МСКТ-аортографии не представляет серьезных трудностей, однако анализ состояния кондуита на фоне турбулентных разнонаправленных потоков в данной ситуации – непростая задача для ультразвуковых методов исследования, требующая более тщательного анализа и времени. Поэтому проведение КТ-аортографии с электрокардиографической синхронизацией и последующим 3D-моделированием на дооперационном этапе оправдано меньшим временем для проведения и анализа данных МСКТ. При этом метод обладает наивысшей точностью и высокоинформативен не только для характеристики объема поражения в зоне инфекционного процесса, но и для уточнения протяженности и распространения патологических изменений на всем протяжении аорты.

Для необходимого анализа и определения тактики ведения пациента из объема подробной информации при КТ-аортографии важно: отметить расположение КСК ВАо по отношению к позиции фиброзного кольца АК; оценить протяженность деструкции тканей при инфекционном эндокардите с объемом ППФ, размерами ППП и полости ложных аневризм; охарактеризовать проходимость брахиоцефальных ветвей аорты и состояние ранее сформированных анастомозов и сегментов торакоабдоминальной аорты, выявляя наличие признаков мальперфузии органов. Выбор тактики, метода и объема хирургического вмешательства осуществляется исходя из полученных диагностических данных и клинического состояния пациента. Интраоперационный контроль выполняется посредством чреспищеводной ЭхоКГ.

Заключение

Требования к объему обследования пациентов с инфекционным эндокардитом после реконструктивных операций на аорте выделяют особое место и важность КТ-аортографии, являющейся ключевым звеном в коррекции диагноза, выборе объема повторного хирургического вмешательства и послеоперационном контроле.

Литература

1. Белов Ю.В., Чарчян Э.Р., Степаненко А.Б. Повторные операции после протезирования аортального клапана и восходящей аорты. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2008; 1(2): 37–40.
2. Малашенков А.И., Русанов Н.И., Кокоев М.Б. и др. Анализ повторных операций на восходящей аорте после ранее выполненных вмешательств на восходящей аорте и аортальном клапане. Анналы хирургии. 2010; 3: 40–3.
3. Скопин И.И., Кахкцян П.В., Алексанян Г.Г. Повторная операция Бенталл–Де Боно после ранее выполненного протезирования восходящей аорты и аортального клапана. Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. 2017; 10(5): 78–80. <https://doi.org/10.17116/kardio201710578-80>.
4. Mancio J, Almeida C, Pires-Morais G, et al. Hanging by a thread: major detachment of an aortic prosthetic valve. Rev Port Cardiol. 2015; 34(12): 787–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.repc.2015.07.009>.
5. Сорока Н.В., Болдырев С.Ю., Лайпанова Л.К., Шелестова И.А. Случай позднего вторичного инфекционного эндокардита у пациента после операции Бенталла Де Боно. Инновационная медицина Кубани. 2016; 3: 37–41.
6. Морова Н.А., Цеханович В.Н. Особенности течения инфекционного эндокардита после протезирования восходящей аорты клапаносодержащим кондуитом. Архив внутренней медицины. 2019; 9(6): 450–9. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2019-9-6-450-459>.
7. Ховрин В.В., Галян Т.Н., Малахова М.В. и др. «Сверхбыстрая» МСКТ-аортография: реальность и перспектива. Медицинская визуализация. 2017; 21(4): 33–40. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-4-33-40>.

References

1. Belov YuV, Charchian ER, Stepanenko AB. Repeated operations after aortic valve and ascending aorta replacement. Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery. 2008; 1(2): 37–40 (in Russ.).
2. Malashenkov AI, Rusanov NI, Kokoev MB, et al. Analysis of repeated operations on the ascending aorta after previously performed interventions on the ascending aorta and aortic valve. Russian Journal of Surgery. 2010; 3: 40–3 (in Russ.).
3. Skopin II, Kakhktsyan PV, Aleksanyan GG. Redo Bentall–de Bono procedure after previous ascending aortic and aortic valve replacement. Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery. 2017; 10(5): 78–80 (in Russ.). <https://doi.org/10.17116/kardio201710578-80>.
4. Mancio J, Almeida C, Pires-Morais G, et al. Hanging by a thread: major detachment of an aortic prosthetic valve. Rev Port Cardiol. 2015; 34(12): 787–8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.repc.2015.07.009>.
5. Soroka NV, Boldirev SJ, Laypanova LK, Shelestova IA. A case with late secondary infectious endocarditis in a patient after Bentall Procedure. Innovative Medicine of Kuban. 2016; 3: 37–41 (in Russ.).
6. Morova NA, Tsekhanovich VN. Infectious endocarditis course after ascending aorta replacement with valved conduit. The Russian Archives of Internal Medicine. 2019; 9(6): 450–9. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2019-9-6-450-459>.
7. Khovrin VV, Galyan TN, Malakhova MV, et al. “Ultrafast” multispiral computer tomographic angiography of aorta: current reality and perspectives. Medical Visualization. 2017; 21(4): 33–40 (in Russ.). <https://doi.org/10.24835/1607-0763-2017-4-33-40>.



Особенности нейровизуализации интракраниальных ятрогенных инородных тел

Старосельцева О.А.¹, Нуднов Н.В.², Радутная М.Л.¹, Бондарь Е.Л.¹, Воробьев А.Н.¹, Левин Д.В.¹, Яковлев А.А.¹, Пронькина Е.В.³

¹ ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» Минобрнауки России, д. Лыткино, 777, Солнечногорский р-н, Московская обл., 141534, Российская Федерация

² ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России, ул. Профсоюзная, 86, Москва, 117997, Российская Федерация

³ ФГБУ «Поликлиника № 1» Управления делами Президента Российской Федерации, пер. Сивцев Вражек, 26/28, Москва, 119002, Российская Федерация

Старосельцева Ольга Алексеевна, к. м. н., врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики Научно-исследовательского института реабилитологии ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» Минобрнауки России; <http://orcid.org/0000-0001-8230-3686>

Нуднов Николай Васильевич, д. м. н., профессор, зам. директора по научной работе, заведующий научно-исследовательским отделом комплексной диагностики заболеваний и радиотерапии ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России; <http://orcid.org/0000-0001-5994-0468>

Радутная Маргарита Леонидовна, заведующая отделением лучевой диагностики Научно-исследовательского института реабилитологии ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» Минобрнауки России; <http://orcid.org/0000-0002-9181-2295>

Бондарь Екатерина Леонидовна, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики Научно-исследовательского института реабилитологии ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» Минобрнауки России; <http://orcid.org/0000-0001-8641-9846>

Воробьев Алексей Николаевич, врач-нейрохирург хирургического отделения Научно-исследовательского института реабилитологии ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» Минобрнауки России; <https://orcid.org/0000-0003-3742-6171>

Левин Дмитрий Витальевич, врач-нейрохирург хирургического отделения Научно-исследовательского института реабилитологии ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» Минобрнауки России; <https://orcid.org/0000-0002-4870-1039>

Яковлев Алексей Александрович, зам. руководителя Научно-исследовательского института реабилитологии ФГБНУ «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии» Минобрнауки России; <http://orcid.org/0000-0002-8482-1249>

Пронькина Елена Владимировна, врач-рентгенолог ФГБУ «Поликлиника № 1» Управления делами Президента Российской Федерации; <https://orcid.org/0000-0003-0531-7966>

Резюме

Своевременная диагностика послеоперационных последствий в виде обнаружения интракраниальных инородных тел позволяет предотвратить развитие осложнений и улучшить качество жизни пациента. В статье рассмотрены два клинических наблюдения после проведения хирургических вмешательств по поводу удаления субдуральной и внутримозговой гематом разных сроков давности. Компьютерную томографию (КТ) проводили на 64-срезовом аппарате Somatom Perspective (Siemens, Германия) с толщиной реформативного среза до 0,6 мм. Магнитно-резонансную томографию (МРТ) выполняли на аппарате Magnetom Essenza (Siemens, Германия) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. При формулировке заключений КТ- и МРТ-исследований было сделано предположение о наличии на фоне послеоперационных изменений интракраниального инородного тела у каждого из пациентов. Результаты КТ и МРТ полностью коррелировали с интраоперационными данными по расположению, числу, форме и размерам инородных тел. Методы нейровизуализации высокоинформативны в выявлении интракраниальных инородных тел и особенно важны для пациентов в хроническом критическом состоянии ввиду отсутствия продуктивного контакта с ними за счет речевых и когнитивных нарушений. Они помогают в постановке правильного диагноза и играют ведущую роль в нейрохирургической практике, позволяя выявлять патологию, оптимально планировать тактику ведения пациента и избегать возможных осложнений.

Ключевые слова: ятрогенное инородное тело, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, марлевая салфетка.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов. Авторы внесли равноценный вклад в подготовку статьи для публикации.

Для цитирования: Старосельцева О.А., Нуднов Н.В., Радутная М.Л., Бондарь Е.Л., Воробьев А.Н., Левин Д.В., Яковлев А.А., Пронькина Е.В. Особенности нейровизуализации интракраниальных ятрогенных инородных тел. Вестник рентгенологии и радиологии. 2021; 102(6): 390–8. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-390-398>

Для корреспонденции: Нуднов Николай Васильевич, E-mail: nudnov@rncrr.ru

Статья поступила 20.07.2021

После доработки 27.11.2021

Принята к печати 28.11.2021

Intracranial Iatrogenic Foreign Bodies: Features of Neuroimaging

Olga A. Staroseltseva¹, Nikolay V. Nudnov², Margarita L. Radutnaya¹, Ekaterina L. Bondar¹, Aleksey N. Vorobyev¹, Dmitriy V. Levin¹, Aleksey A. Yakovlev¹, Elena V. Pron'kina³

¹ Federal Scientific and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation, Lytkino, 777, Solnechnogorskiy District, Moscow Region, 141534, Russian Federation

² Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, ul. Profsoyuznaya, 86, Moscow, 117997, Russian Federation

³ Polyclinic No. 1, Administration of the President of the Russian Federation, per. Sivtsev Vrazhek, 26/28, Moscow, 119002, Russian Federation

Olga A. Staroseltseva, Cand. Med. Sc., Radiologist, Department of Radiation Diagnostics, Research Institute for Rehabilitation, Federal Scientific and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; <http://orcid.org/0000-0001-8230-3686>

Nikolay V. Nudnov, Dr. Med. Sc., Professor, Deputy Director for Research, Head of Research Department of Complex Diagnostics of Diseases and Radiotherapy, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; <http://orcid.org/0000-0001-5994-0468>

Margarita L. Radutnaya, Head of Department of Radiation Diagnostics, Research Institute for Rehabilitation, Federal Scientific and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; <http://orcid.org/0000-0002-9181-2295>

Ekaterina L. Bondar, Radiologist, Department of Radiation Diagnostics, Research Institute for Rehabilitation, Federal Scientific and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; <http://orcid.org/0000-0001-8641-9846>

Aleksey N. Vorobyev, Neurosurgeon, Surgical Department, Research Institute for Rehabilitation, Federal Scientific and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; <https://orcid.org/0000-0003-3742-6171>

Dmitriy V. Levin, Neurosurgeon, Surgical Department, Research Institute for Rehabilitation, Federal Scientific and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; <https://orcid.org/0000-0002-4870-1039>

Aleksey A. Yakovlev, Deputy Head of Research Institute for Rehabilitation, Federal Scientific and Clinical Center for Resuscitation and Rehabilitation; <http://orcid.org/0000-0002-8482-1249>

Elena V. Pron'kina, Radiologist, Polyclinic No. 1, Administration of the President of the Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0003-0531-7966>

Abstract

The timely diagnosis of postoperative consequences through identification of intracranial foreign bodies enables prevention of complications and improvement in quality of life. The paper considers two clinical cases after surgical interventions to remove subdural and intracerebral hematomas of different ages. Computed tomography (CT) was performed on a 64-slice Somatom Perspective apparatus (Siemens, Germany) applying a reformative slice thickness of less than 0.6 mm. Magnetic resonance imaging (MRI) was carried out using a Magnetom Essenza 1.5 T system (Siemens, Germany). When wording the CT and MRT findings, it was suggested that each of the patients had an intracranial foreign body in the presence of postoperative changes. The CT and MRI findings were fully correlated with intraoperative data on the location, number, shape, and size of foreign bodies. The neuroimaging techniques are highly informative in identifying intracranial foreign bodies and are especially important for chronically critically ill patients because of the lack of productive contact with them due to speech problems and cognitive impairment. They assist in making a correct diagnosis and playing a leading role in neurosurgical practice, allowing the detection

of an abnormality, the optimal planning of patient management tactics, and the prevention of possible complications.

Keywords: iatrogenic foreign body; computed tomography; magnetic resonance imaging; gauze pad.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Author contributions. The authors made an equal contribution to the preparation of the article for publication.

For citation: Staroseltseva OA, Nudnov NV, Radutnaya ML, Bondar' EL, Vorobyev AN, Levin DV, Yakovlev AA, Pron'kina EV. Intracranial iatrogenic foreign bodies: features of neuroimaging. Journal of Radiology and Nuclear Medicine. 2021; 102(6): 390–8 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2021-102-6-390-398>

For corresponding: Nikolay V. Nudnov, E-mail: nudnov@rncrr.ru

Received July 20, 2021

Revised November 27, 2021

Accepted November 28, 2021

Введение

Под ятрогенными инородными телами понимают инородные тела, возникающие в результате лечения: «потерянные» дренажи, тканые и нетканые материалы (салфетки, тампоны), хирургические инструменты¹ [1]. Обнаружение в операционном поле инородного тела относится к категории тяжелых ятрогенных осложнений с возможным развитием негативных последствий для пациента [2, 3].

Подобные случаи имеют высокую диагностическую и клиническую ценность, так как количество литературных данных по этой тематике является крайне скудным – не только из-за редкости, но и ввиду этических соображений. По данным американских страховых компаний, инородные тела выявляются в 1 случае из 1500 проведенных хирургических вмешательств. Чаще всего забывают предметы в ходе операций на брюшной полости [1].

Наличие ятрогенных инородных тел может оказывать влияние на течение послеоперационного периода, приводить к развитию воспалительных реакций, инфицированию и даже быть причиной развития летального исхода [4]. По данным ряда авторов, летальный исход может наступать в 3,6–6,6% случаев [1, 5].

Выявление инородных тел возможно в разные сроки, что зависит от многих факторов, таких как размер и расположение предмета, течение послеоперационного периода, общее состояние пациента, возможность предъявления жалоб [2, 6]. Временной диапазон обнаружения инородных тел очень широк – от нескольких часов до 30 лет [2, 7]. При бессимптомном течении инородные тела могут имитировать различные новообразования, что значительно затрудняет постановку правильного диагноза [1].

Во всех случаях подозрения на наличие ятрогенного инородного тела желательное использование не менее двух имеющихся методов лучевой диагностики [8]. Ультразвуковое и рентгенологическое исследования имеют свои ограничения [2]. Методами выбора при нейровизуализации являются магнитно-резонансная томография (МРТ) и компьютерная томография (КТ). При этом необходимо отметить важность совместного выполнения КТ и МРТ и проведение исследований в динамике, что позволяет осуществить дифференциальную диагностику инородных тел с послеоперационными изменениями, гематомами и опухолевыми образованиями, решить вопрос о необходимости повторных оперативных вмешательств, дать оценку проведенному лечению и скорректировать тактику ведения пациента [8].

Наличие инородного тела в полости черепа является показанием к хирургическому лечению [3].

Описание случаев

В статье представлены два клинических наблюдения интракраниальных инородных тел у пациентов, поступивших на лечение и реабилитацию в Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии (ФНКЦ РР). Целью описания данных наблюдений является демонстрация сложности дифференциальной диагностики в подобных случаях, важности методов КТ и МРТ в постановке верного диагноза, возможности в будущем создать критерии диагностики интракраниальных инородных тел, а также роли нейровизуализации в комплексе дальнейших лечебных мероприятий для пациентов.

КТ-исследование проводили на 64-срезовом компьютерном томографе Somatom Perspective (Siemens, Германия) в аксиальных проекциях с построением мультипланарных реконструкций с толщиной реформативного среза до 0,6 мм.

МРТ-исследование выполняли на магнитно-резонансном томографе Magnetom Essenza (Siemens, Германия) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл с использованием стандартных режимов сканирования (T1, T2, FS, SWI, DWI) в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.

¹ Бахчевников В.В. Последствия непреднамеренного интраоперационного оставления инородных тел и их судебно-медицинская оценка. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 1999.

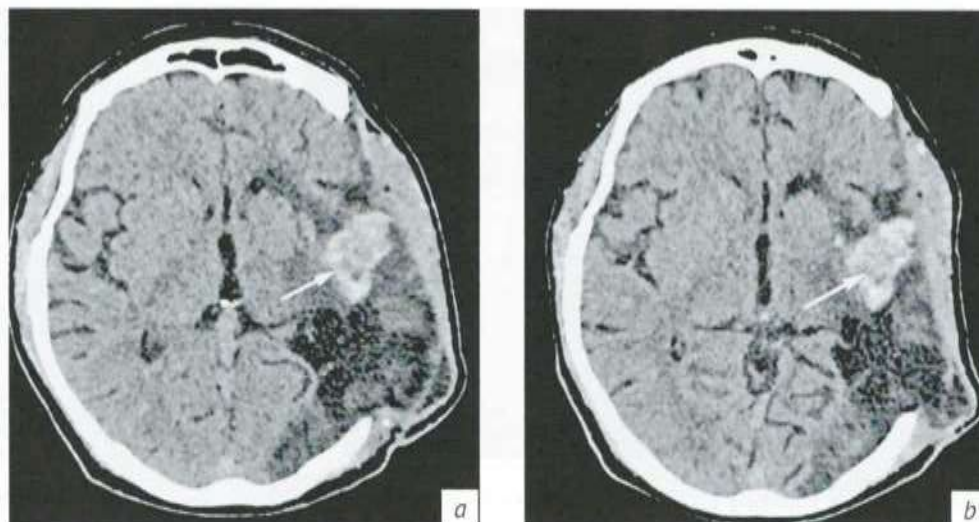


Рис. 1. КТ головного мозга пациента С.:

a – наличие участка, подозрительного на внутримозговую гематому (стрелка); *b* – отсутствие изменений плотности и размеров наблюдаемого участка спустя 14 сут (стрелка)

Fig. 1. Brain CT in Patient S.:

a – a suspicious intracerebral hematoma area (arrow); *b* – no changes in the density and size of the observed area after 14 days (arrow)

При поступлении оба пациента находились в сознании, бодрствовали. Обращенную речь понимали не полностью ввиду речевых нарушений (сенсорно-моторная афазия). На момент поступления больные нуждались в круглосуточном мониторинге жизненно важных функций, лечении и нахождении в условиях специального ухода и медицинского наблюдения в отделениях ФНКЦ РР. Учитывая отсутствие продуктивного контакта с пациентами в связи с наличием у них сенсорно-моторной афазии, в полном объеме собрать жалобы не представлялось возможным.

Больные были осмотрены и консультированы специалистами мультидисциплинарной бригады, были сформированы индивидуальные программы реабилитационных мероприятий на фоне проводимой интенсивной терапии.

Оба пациента и их близкие родственники добровольно подписали информированное согласие на публикацию персональной медицинской информации в обезличенной форме.

Случай 1

В сентябре 2020 г. в реанимационное отделение ФНКЦ РР поступил пациент С. 35 лет с основным диагнозом: последствия геморрагического инсульта в левой гемисфере головного мозга от 25.07.2020 г. Больной находился в состоянии средней степени тяжести и поступил для продолжения лечебных и реабилитационных мероприятий через 1,5 мес после удаления острой внутримозговой гематомы слева.

В анализах крови отмечены следующие показатели: лейкоциты $7,0-9,0 \times 10^9/\text{л}$, общий билирубин $6,0-8,0 \text{ мкмоль/л}$, общий белок $59-62 \text{ г/л}$, мочевины $6-8 \text{ ммоль/л}$, креатинин $96-98 \text{ мкмоль/л}$, глюкоза $4,5-5,5 \text{ ммоль/л}$, С-реактивный белок $4,5-4,7 \text{ мг/л}$.

Согласно внутреннему протоколу при поступлении пациенту выполняли КТ головного мозга и органов грудной клетки.

При КТ-исследовании на фоне постоперационных изменений был найден единичный участок неправильной формы неоднородной структуры неоднородно повышенной плотности (от +50 до +70 единиц Хаунсфилда (НУ)) с четкими неровными контурами и обширной перифокальной гиподенсной зоной, которая подтягивала на себя прилежащие отделы левого бокового желудочка, что свидетельствовало в пользу постоперационных кистозно-глиозных изменений, однако не исключало незначительный отек ткани мозга. В связи с этим первоначально было высказано предположение о соответствии данного участка внутримозговой гематоме в острой или ранней подострой стадии как осложнению после оперативного вмешательства. Предположение о наличии гематомы не являлось показанием к внутривенному контрастированию, поэтому было проведено только нативное исследование.

Через 14 сут выполнено динамическое КТ-исследование с целью контроля за обратным развитием гематомы. Показаний к проведению КТ на более раннем сроке не было ввиду стабильного состояния пациента.



Рис. 2. МРТ головного мозга пациента С., аксиальная плоскость. Несоответствие наблюдаемого участка ни одной из стадий внутримозговой гематомы (стрелки):
а – Т2-взвешенное изображение; б – FLAIR; в – Т1-взвешенное изображение.

Fig. 2. Brain MRI in Patient S., axial plane. Inconsistency of the observed area with any of the intracerebral hematoma stages (arrows):

a – T2 weighted image; b – FLAIR; c – T1 weighted image

На КТ через 14 сут изменений плотности и размеров наблюдаемого участка не отмечено (рис. 1).

Таким образом, при формулировке заключения КТ-исследования было сделано предположение о наличии на фоне постоперационных изменений интракраниального инородного тела. Внутривенное контрастирование не проводили в связи с решением дообследовать больного методом МРТ.

При проведении МРТ-исследования головного мозга образование имело неоднородную структуру и следующие характеристики магнитно-резонансного (МР) сигнала:

- на Т2 преимущественно гиперинтенсивный в центре и изоинтенсивный по периферии с гипоинтенсивным ободком;
- на FLAIR преимущественно гиперинтенсивный в центре и изоинтенсивный по периферии с гипоинтенсивным ободком;
- на Т1 преимущественно изоинтенсивный с гиперинтенсивным участком в задних отделах;
- на DWI без признаков ограничения диффузии;
- на SWI с понижением по контуру.

Вокруг образования масс-эффекта со сдавлением прилежащих тканей не наблюдалось. Перифокально отмечены кистозно-глиозные изменения левого полушария, что сочеталось с данными анамнеза.

Эти характеристики МР-сигнала не согласовывались ни с одной из стадий внутримозговой гематомы и не соответствовали морфологии объемного образования (рис. 2).

По совокупности диагностической информации было принято решение о нецелесообраз-

ности введения контрастного вещества и соответствии полученных данных инородному телу, что является показанием к проведению хирургического лечения.

После предоперационной подготовки в плановом порядке, учитывая отсутствие у пациента признаков инфицирования инородного тела, проведено повторное хирургическое вмешательство, в ходе которого под твердой мозговой оболочкой в грубых глиальных рубцах обнаружено инородное тело – хирургическая марлевая салфетка (рис. 3). Оно отделено от окружающих его



Рис. 3. Интраоперационное фото инородного тела – марлевая салфетка (пациент С.)

Fig. 3. Intraoperative photo of a foreign body – gauze pad (Patient S.)

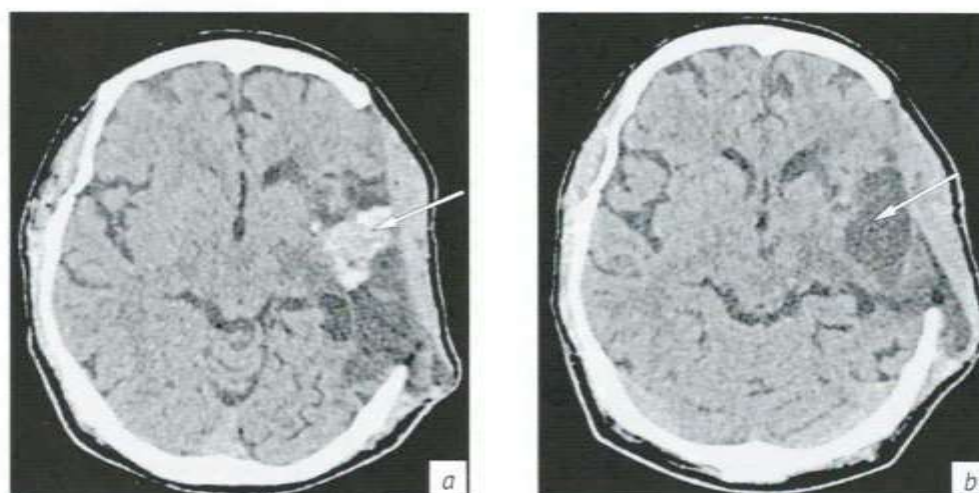


Рис. 4. КТ головного мозга пациента С. через 4 сут после повторного хирургического вмешательства:

a – наличие участка, подозрительного на инородное тело (стрелка); *b* – отсутствие инородного тела в данной области на фоне кистозно-глиозных изменений (стрелка)

Fig. 4. Brain CT in Patient S. Four days after redo surgery:

a – a suspicious foreign body area (arrow); *b* – no foreign body in this area in the presence of glial cystic changes (arrow)

рубцовой и мозговой тканей, удалено. Часть удаленной марлевой салфетки направлена на микробиологическое исследование и биопсию. Во время проведения операции инородное тело было окружено и очень плотно спаяно с МЗ-ветвями левой средней мозговой артерии, при попытке выделения некоторые из них пришлось коагулировать. Микробиологическое исследование не выявило роста патогенной флоры.

Через 4 сут после повторного хирургического вмешательства пациенту была выполнена контрольная КТ головного мозга, на которой определялось отсутствие наблюдаемого участка на фоне постоперационных изменений (рис. 4).

Микробиологическое исследование не выявило роста патогенной флоры. Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациент выписан с положительной динамикой.

Случай 2

В январе 2021 г. в нейрореабилитационное отделение ФНКЦ РР поступила пациентка Д. 76 лет с основным диагнозом: последствия закрытой черепно-мозговой травмы от 21.09.2020 г. Больная находилась в тяжелом состоянии и поступила для продолжения лечебных и реабилитационных мероприятий через 3,5 мес после удаления подострой субдуральной гематомы справа.

В анализах крови отмечены следующие показатели: лейкоциты $7,0-9,0 \times 10^9/\text{л}$, билирубин общий $6,0-8,0 \text{ мкмоль/л}$, общий белок $59-62 \text{ г/л}$, мочевины $6-8 \text{ ммоль/л}$, креатинин $96-98 \text{ мкмоль/л}$, глюкоза $4,5-5,5 \text{ ммоль/л}$, С-реактивный белок $4,5-4,7 \text{ мг/л}$.

Согласно внутреннему протоколу при поступлении пациентке выполняли КТ головного мозга и органов грудной клетки.

При КТ-исследовании на фоне постоперационных изменений был найден единичный участок неправильной формы неоднородной структуры неоднородно повышенной плотности (от +55 до +80 НУ) с четкими неровными контурами без выраженных признаков отека ткани мозга и масс-эффекта на окружающие структуры.

Возникли подозрения на наличие инородного тела в связи со следующими факторами:

- несоответствие КТ-картины и анамнеза пациентки (внутричерепное расположение найденного образования и данные анамнеза об оперативном лечении внемозговой субдуральной гематомы);
- несоответствие структуры и плотности образования и определенной стадии внутричерепной гематомы;
- отсутствие перифокального отека ткани мозга при допущении наличия подострой гематомы;
- отсутствие достоверной связи с мозговыми оболочками при допущении наличия оболочечного новообразования (рис. 5).

Таким образом, при формулировке заключения КТ-исследования было сделано предположение о наличии на фоне постоперационных изменений интракраниального инородного тела. Внутривенное контрастирование не проводили в связи с решением дообследовать больную методом МРТ.

При проведении МРТ-исследования головного мозга образование имело неоднородную структуру и следующие особенности МР-сигнала:

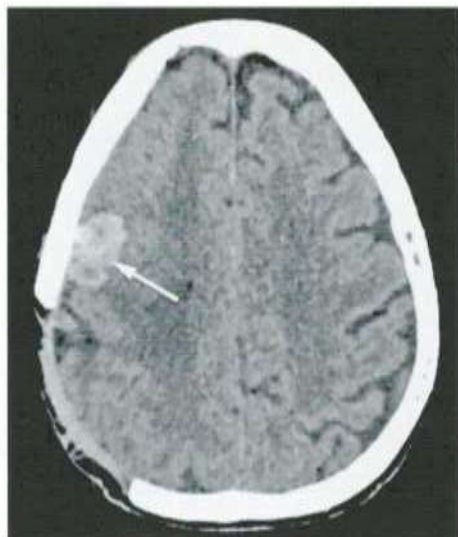


Рис. 5. КТ головного мозга пациентки Д. Наличие участка, подозрительного на инородное тело (стрелка)

Fig. 5. Brain CT in Patient D. A suspicious of foreign body area (arrow)

– на T2 преимущественно изоинтенсивный с гиперинтенсивными участками и гипоинтенсивным ободком;

– на FLAIR преимущественно изоинтенсивный с мелкими гиперинтенсивными включениями и гипоинтенсивным ободком;

– на T1 преимущественно изоинтенсивный с гипоинтенсивными участками и гипоинтенсивным ободком;

– на DWI ограничение диффузии по контуру;

– на SWI пониженный, менее интенсивный по сравнению с сосудами.

Эти характеристики МР-сигнала не согласовывались ни с одной из стадий внутримозговой гематомы. Также данные МРТ не соответствовали злокачественному опухолевому образованию. Отсутствие перифокального отека и выраженного масс-эффекта могло свидетельствовать о наличии доброкачественного медленно растущего новообразования, однако при проведении первичной операции по удалению подострой субдуральной гематомы в другом лечебном учреждении подобных данных получено не было (рис. 6).

По совокупности диагностической информации было принято решение о нецелесообразности введения контрастного вещества и соответствии полученных данных инородному телу, что является показанием к проведению хирургического лечения.

Клинических признаков инфицирования инородного тела обнаружено не было. Принято решение о плановом повторном хирургическом вмешательстве, в ходе которого под твердой мозговой оболочкой в грубых глиальных рубцах обнаружено инородное тело – хирургическая марлевая салфетка (рис. 7). Оно отделено от окружающих его рубцовой и мозговой тканей, удалено. Часть удаленной марлевой салфетки направлена на микробиологическое исследование и биопсию. Микробиологическое исследование не выявило роста патогенной флоры.

Через 3 сут после повторного хирургического вмешательства больной выполнена повторная КТ головного мозга, на которой определялось отсутствие наблюдаемого участка на фоне появившихся постоперационных изменений (рис. 8). Еще через 10 сут пациентке проведена пластика



Рис. 6. МРТ головного мозга пациентки Д., аксиальная плоскость. Несоответствие наблюдаемого участка гематоме и опухолевому образованию (стрелки);

a – T2-изображение; b – FLAIR; c – T1-изображение

Fig. 6. Brain MRI in Patient D., axial plane. Inconsistency of the observed area with hematoma and tumor (arrows);

a – T2 weighted image; b – FLAIR; c – T1 weighted image



Рис. 7. Интраоперационное фото инородного тела – марлевая салфетка (пациентка Д.)

Fig. 7. Intraoperative photo of a foreign body – gauze pad (Patient D.)

костного дефекта черепа титановой пластиной и выполнена контрольная КТ головного мозга.

По данным микробиологического исследования роста патогенной флоры не обнаружено. Послеоперационный период протекал без осложнений. Пациентка выписана с положительной динамикой.

Обсуждение

Таким образом, интраоперационно было подтверждено заключение о наличии интракраниального инородного тела у обоих пациентов. Данные КТ- и МРТ-исследований полностью коррелировали с расположением, числом, формой и размерами инородных тел.

Своевременное выявление и проведение хирургических вмешательств позволили предотвратить развитие осложнений и осуществить полный комплекс лечебных и реабилитационных мероприятий. Инструментальная диагностика этих клинических случаев проводилась на высококачественном оборудовании экспертного класса. Результаты КТ- и МРТ-исследований позволили нашим специалистам своевременно определить тактику ведения пациентов: убедиться прежде всего в наличии инородного тела, а далее – в необходимости повторного хирургического вмешательства.

В условиях невозможности продуктивного контакта с пациентами методы лучевой диагностики играют ведущую роль в выявлении ятрогенных инородных тел интракраниальной области [4, 7, 8]. Представленные случаи являются показательными и демонстрируют возможность в будущем создать критерии диагностики интракраниальных инородных тел. В двух наших клинических наблюдениях важными диагностическими критериями дифференциальной диагностики инородных тел служило несоответствие МРТ- и КТ-картин:

- данным анамнеза;
- уровню и объему хирургического вмешательства;
- критериям стадии внутримозговой гематомы;
- опухолевому процессу.

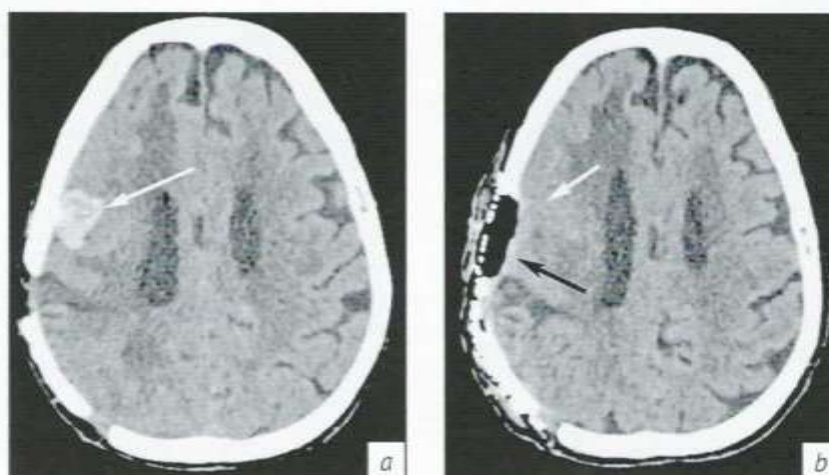


Рис. 8. КТ головного мозга пациентки Д. через 3 сут после повторного хирургического вмешательства:

a – наличие участка, подозрительного на инородное тело (стрелка); *b* – отсутствие инородного тела в данной области (белая стрелка), появление послеоперационных изменений (черная стрелка)

Fig. 8. Brain CT in Patient D. Three days after redo surgery:

a – a suspicious foreign body area (arrow); *b* – no foreign body in this area (white arrow), the appearance of postoperative changes (black arrow)

При отсутствии данных анамнеза для полноценной дифференциальной диагностики необходимо проведение внутривенного контрастирования. В наших клинических случаях оно не выполнялось, поскольку данных нативного исследования было достаточно для того, чтобы заподозрить наличие инородного тела. В ходе повторного хирургического вмешательства в обоих случаях было найдено интракраниальное инородное тело, что свидетельствовало о правильности заключений лучевых методов исследования.

Заключение

Методы нейровизуализации высокоинформативны в выявлении интракраниальных ино-

родных тел и особенно важны для пациентов с отсутствием продуктивного контакта в связи с наличием у них речевых и когнитивных нарушений. КТ- и МРТ-исследования помогают в постановке правильного диагноза, играют ведущую роль в нейрохирургической практике, позволяя выявлять патологию и оптимально планировать тактику ведения пациента.

Своевременно выполненное повторное хирургическое вмешательство предотвратило развитие осложнений, что, в свою очередь, благоприятно повлияло на дальнейшие терапевтические мероприятия и реабилитационный потенциал пациентов.

Литература [References]

1. Townsend CM, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox K (Eds) Sabiston textbook of surgery: the biological basis of modern surgical practice. 16th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2001.
2. Рязанцев А.А, Гончарова Т.П. Диагностика ятрогенных инородных тел в раннем и позднем послеоперационном периоде. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013; 1: 15–26.
[Ryazantsev AA, Goncharova TP. Iatrogenic foreign bodies diagnosis in early and late postoperative period. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2013; 1: 15–26 (in Russ.).]
3. Nawaz S, Said M, Takroui M. Iatrogenic brain foreign body. Middle East J Anaesthesiol. 2006; 18(4): 779–84.
4. Javadrashid R, Fouladi DF, Golamian M, et al. Visibility of different foreign bodies in the maxillofacial region using plain radiography, CT, MRI and ultrasonography: an in vitro study. Dentomaxillofac Radiol. 2015; 44(4): 20140229. <http://doi.org/10.1259/dmfr.20140229>.
5. Огнерубов Н.А. Непреднамеренное интраоперационное оставление инородных тел: юридические аспекты и профилактика. Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2015; 149(9): 206–10.
[Ognerubov NA. Unpremeditated intraoperative leaving of foreign bodies: legal aspects and preventive measures. Tambov University Review: Series Humanities. 2015; 149(9): 206–10 (in Russ.).]
6. Cheon JW, Kim EY, Park JB, et al. A case of gossypiboma masquerading as a gastrointestinal stromal tumor. Clin Endosc. 2011; 44(1): 51–4. <http://doi.org/10.5946/ce.2011.44.1.51>.
7. Nishio Y, Hayashi N, Hamada H, et al. A case of delayed brain abscess due to a retained intracranial wooden foreign body: a case report and review of the last 20 years. Acta Neurochir (Wien). 2004; 146(8): 847–50. <http://doi.org/1007/s00701-004-0283-7>.
8. Nakayama T, Shimazaki K, Ono J, et al. Intracranial foreign body granuloma caused by fine cotton fibers: a case report. No Shinkei Geka. 1994; 22(11): 1081–4 (in Japanese).

Примовист®

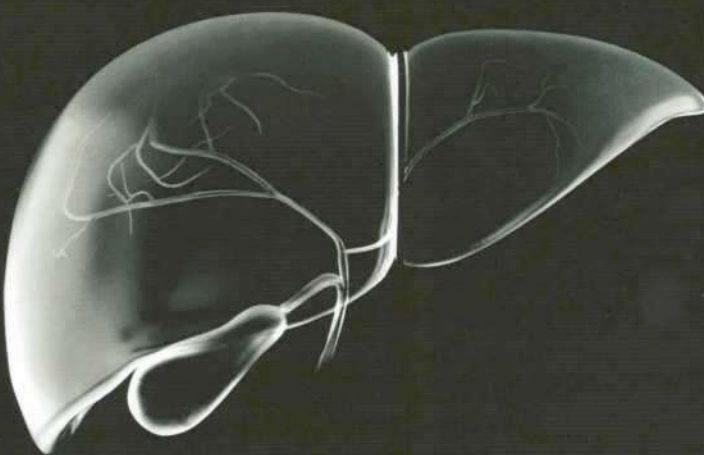
Гадоксетовая кислота®
Gd-EOB-DTPA



Показания к МРТ визуализации печени¹:

- Доброкачественные очаговые заболевания печени
- Первичный рак печени
- Метастатическое поражение печени

Включен в
международные
и российские
клинические
рекомендации²⁻⁴



Возможности Примовист®:

- Гепатоспецифическое ГКС с селективным захватом гепатоцитами¹
- Более высокая точность при выявлении очаговых поражений, особенно ГЦР малых размеров и метастазов^{5,6}
- Может позволить лучше дифференцировать доброкачественные и злокачественные новообразования⁷

Примовист®
Международное непатентованное наименование: гадоксетовая кислота. Лекарственная форма: раствор для внутривенного введения. 1 мл препарата содержит в качестве действующего вещества 181,430 мг (0,25 ммоль) гадоксетовой кислоты динатриевой соли. Показания к применению: Вводимый внутривенно препарат Примовист® предназначен исключительно для диагностических целей, представляет собой парамагнитное контрастное средство на основе гадолиния и используется для Т1-взвешенной магнитно-резонансной визуализации (МРВ) печени. На динамических и отсроченных изображениях препарат Примовист® улучшает выявление очаговых поражений печени (в том числе их количества, размера, сегментарного распределения и визуализации) и позволяет получить дополнительные данные по характеристике и классификации очаговых поражений печени, увеличивая тем самым достоверность диагноза. Противопоказания: гиперчувствительность к активному веществу или любому из вспомогательных компонентов препарата; у детей младше 18 лет, вследствие недостаточности данных об эффективности и безопасности. С осторожностью: • Гиперчувствительность к сходным контрастным средствам на основе гадолиния (GdCl₃) в анамнезе. Применение препарата у пациентов с наличием в анамнезе реакции гиперчувствительности к контрастным средствам, наличием в анамнезе аллергических заболеваний, в том числе бронхиальной астмы, возможно только после тщательной оценки соотношения польза/риск. Большинство этих реакций отмечаются в пределах получаса после введения препарата. Тем не менее, как и при использовании других контрастных средств этого класса, в редких случаях возможно развитие отсроченных реакций (от нескольких часов до дней). Применение препарата должно быть ограничено введением стандартной дозы. • Сердечно-сосудистая патология. Данные по введению препарата Примовист® пациентам с тяжелыми сердечно-сосудистыми заболеваниями ограничены, поэтому в этих случаях необходимо соблюдать осторожность. Необходимо особенно тщательно оценивать соотношение польза/риск у пациентов с риском развития аритмий, в частности, пациентов с удлинённым интервалом QT и при применении ЛС, удлиняющих интервал QT. • Тяжелые заболевания почек. У пациентов с тяжелыми нарушениями функций почек замедлено выведение контрастных средств, поэтому в таких случаях необходимо тщательно оценивать соотношение польза/риск. Повторное введение не должно осуществляться в течение 7 дней у пациентов с острыми или хроническими тяжелыми нарушениями функций почек (СКФ < 30 мл/мин/1,73 м²) и острой почечной недостаточностью. Некоторые контрастные средства, содержащие гадолиний, у пациентов с острыми или хроническими тяжелыми нарушениями функций почек. Имеются сообщения о связи нефрогенного системного фиброза (НСФ) с использованием некоторых контрастных средств, содержащих гадолиний, у пациентов с острыми или хроническими тяжелыми нарушениями функций почек. Поэтому применять препарат Примовист® у таких пациентов можно лишь после тщательной оценки соотношения польза/риск. Способ применения и дозы: Препарат Примовист® предназначен для внутривенного введения. Доза вводится в неразведенном виде путем внутривенной болюсной инъекции. После инъекции контрастного средства внутривенную канюлю/катетер следует промыть 0,9% раствором хлорида натрия. Рекомендуемая доза препарата Примовист® составляет для взрослых: 0,1 мл/кг (что соответствует 25 мкмоль/кг массы тела). Побочное действие: Наиболее часто (> 0,5%) встречались такие нежелательные реакции, как тошнота, головная боль, приливы жара, повышение артериального давления и головокружение. Регистрационный номер: ЛСР 003252/07. Отпускается по рецепту врача. Производитель: Байер АГ, Германия. Актуальная версия инструкции от 14.02.2020. Подробная информация содержится в инструкции по применению препарата.

* по сравнению с КТ - KV, МРТ и МРТ с веноклеточными ГКСК
** по сравнению с КТ - KV

КТ - Компьютерная томография; KV - Контрастное усиление; МРТ - Магнитно-резонансная томография; ГКСК - Гадолинийсодержащие контрастные средства.

- Инструкция по медицинскому применению препарата Примовист®, версия от 14.02.2020.
- Marrero J.A., Kulik L.M., Sirin C.B., et al. Diagnosis, staging, and management of hepatocellular carcinoma. 2018 Practice Guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases. Hepatology 2018;68:723-50.
- European Association for the Study of the Liver, European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines: Management of hepatocellular carcinoma. J Hepatol 2018;69:182-236.
- Алиева С.Б., Бредер В.В., Базин И.С., Виршке Э.Р., Долгушин Б.И. и др. Клинические рекомендации Рак печени (гепатоцеллюлярный). Министерство здравоохранения Российской Федерации. 2020.
- Zech C.J., Koprphong P., Huppertz A., et al. Randomized multicentre trial of gadoteric acid-enhanced MRI versus conventional MRI or CT in the staging of colorectal cancer liver metastases. Br J Surg 2014;101:613-621.
- Asato N., Tsurusaki M., Sofue K., et al. Comparison of gadoteric acid-enhanced dynamic MRI imaging and contrast-enhanced computed tomography for preoperative evaluation of colorectal liver metastases. Jpn J Radiol 2017;35:197-205.
- Raman S.S., Leary C., Blumke D.A., et al. Improved characterization of focal liver lesions with liver-specific gadoteric acid disodium-enhanced magnetic resonance imaging: a multicenter phase 3 clinical trial. J Comput Assist Tomogr 2010;34:163-72.

АО «БАЙЕР» 107113, г. Москва,
3-я Рыбинская ул., д. 18, стр. 2.
Телефон: 8-495-231-12-00, www.bayer.ru

Чёткое направление. ➤ От диагностики к лечению.

PP-PRIM-RU-0041-1

МАТЕРИАЛ ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ