

Вестник рентгенологии и радиологии

Рецензируемый научно-практический журнал
Выходит 1 раз в два месяца

Основан в 1920 году

DOI: 10.20862/0042-4676

Журнал входит в Перечень периодических рецензируемых научно-практических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, рекомендуемых для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора медицинских наук

Журнал индексируется: SciVerse Scopus, Medline, Index Medicus

Сайт журнала: rusradiology.ru

Главный редактор д. м. н., профессор **И.Е. Тюрин**
Почетный главный редактор д. м. н., профессор **А.П. Савченко**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д. м. н., профессор **С.А. Абугов** (заместитель главного редактора, Москва);
д. м. н., профессор, акад. Российской академии наук **Б.Г. Алесян** (Москва);
д. м. н., профессор **Я.С. Бабий** (Киев, Украина); д. м. н., профессор **Т.В. Балахонова** (Москва);
д. м. н., профессор **А.В. Брюханов** (Барнаул); д. м. н., профессор, чл.-корр. Российской академии наук **А.Ю. Васильев** (Москва); к. м. н. **Л.И. Дмитриева** (Москва);
д. м. н. **Е.А. Егорова** (Москва); д. м. н., профессор, акад. Российской академии наук **В.Н. Корниенко** (Москва); к. м. н., доцент **И.З. Коробкова** (ответств. секретарь, Москва);
д. м. н., профессор, акад. Национальной академии наук Беларуси **А.Н. Михайлов** (Минск, Беларусь); д. м. н., профессор, акад. Академии наук Республики Татарстан **М.К. Михайлов** (Казань); д. м. н., профессор **А.К. Морозов** (Москва); д. м. н., профессор **Л.А. Низовцова** (Москва); д. м. н., профессор **Е.Б. Ольхова** (Москва); д. м. н., профессор **А.Г. Осиев** (Москва); д. м. н., профессор **В.А. Ратников** (Санкт-Петербург);
д. м. н., профессор **Т.В. Ридэн** (Москва); д. м. н., профессор **А.Н. Рогоза** (Москва);
д. м. н., профессор **Н.И. Рожкова** (Москва); д. м. н., профессор **В.Б. Сергиенко** (Москва);
д. м. н., профессор, президент Европейского конгресса радиологов **В.Е. Сеницын** (заместитель главного редактора, Москва); д. м. н., профессор, чл.-корр. Российской академии наук **В.А. Солodкий** (Москва); д. м. н., профессор, акад. Российской академии наук **С.К. Терновой** (1-й заместитель главного редактора, Москва);
д. м. н., профессор **В.М. Черемисин** (Санкт-Петербург); д. м. н. **О.В. Черкавская** (заведующая редакцией, Москва); д. м. н., профессор **М.А. Шария** (Москва);
д. м. н., профессор **Б.Е. Шахов** (Нижний Новгород); к. м. н. **Ш.Ш. Шотемор** (Москва)

97 (1) январь–февраль 2016

Vestnik Rentgenologii i Radiologii

Journal of Roentgenology and Radiology

Peer Reviewed
scientific and practical journal
Issued once in two months
Founded in 1920
DOI: 10.20862/0042-4676

The journal is indexed: SciVerse Scopus, Medline, Index Medicus

Magazine site: rusradiology.ru

Editor-in-Chief MD, Professor **I.E. Tyurin**
Honorary Editor-in-Chief MD, Professor **A.P. Savchenko**

EDITORIAL BOARD

MD, Professor **S.A. Abugov** (deputy editor, Moscow); MD, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences **B.G. Alekyan** (Moscow); MD, Professor **Ya.S. Babiy** (Kiev, Ukraine); MD, Professor **T.V. Balakhonova** (Moscow); MD, Professor **A.V. Bryukhanov** (Barnaul); MD, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences **A.Yu. Vasil'ev** (Moscow); Cand. Med. Sci. **L.I. Dmitrieva** (Moscow); MD **E.A. Egorova** (Moscow); MD, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences **V.N. Kornienko** (Moscow); Cand. Med. Sci., Associate Professor **I.Z. Korobkova** (executive secretary, Moscow); MD, Professor, Academician of National Academy of Sciences of Belarus **A.N. Mikhaylov** (Minsk, Belarus); MD, Professor, Academician of Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan **M.K. Mikhaylov** (Kazan); MD, Professor **A.K. Morozov** (Moscow); MD, Professor **L.A. Nizovtsova** (Moscow); MD, Professor **E.B. Ol'khova** (Moscow); MD, Professor **A.G. Osiev** (Moscow); MD, Professor **V.A. Ratnikov** (St. Petersburg); MD, Professor **T.V. Riden** (Moscow); MD, Professor **A.N. Rogoza** (Moscow); MD, Professor **N.I. Rozhkova** (Moscow); MD, Professor **V.B. Sergienko** (Moscow); MD, Professor, President of the European Congress of Radiology **V.E. Sinitsyn** (deputy editor, Moscow); MD, Professor, Corresponding Member, Russian Academy of Sciences **V.A. Solodkiy** (Moscow); MD, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences **S.K. Ternovoy** (1st deputy editor, Moscow); MD, Professor **V.M. Cheremisin** (St. Petersburg); MD **O.V. Cherkavskaya** (Head of Editorial Board, Moscow); MD, Professor **M.A. Shariya** (Moscow); MD, Professor **B.E. Shakhov** (Nizhny Novgorod); Cand. Med. Sci. **Sh.Sh. Shotemor** (Moscow)

97 (1) January–February 2016

Оригинальные статьи

- Яценко О.Ю., Тюрин И.Е.**
Рентгеноанатомия орбиты. Часть 2.
Мягкотканое содержимое орбиты
- Агеев А.Н., Дергилев А.П.,
Ободов В.А.**
Вариантная лучевая анатомия
слезного мешка при визуализации
методом бесконтрастной
компьютерной томографии
- Богомякова О.Б.,
Станкевич Ю.А., Месропян Н.А.,
Шрайбман Л.А., Тулупов А.А.**
Применение фазово-контрастной
магнитно-резонансной томографии
в количественной оценке
ликвородинамики у пациентов
с сообщающейся гидроцефалией
- Eshnazarov K.E., Jong-Keun Seon,
Eun-Kyoo Song**
Comparison of Radiological
Assessments Patellar
Resurfacing with Retention
for Grade IV Osteoarthritis
in Patellofemoral Joint accomplished
Total Knee Arthroplasty
- Маткевич Е.И., Синицын В.Е.,
Мершина Е.А.**
Сравнительный анализ доз облучения
пациентов при компьютерной
томографии в федеральном
лечебном учреждении
- Стук М.В., Осокин Я.А.,
Кондратьев Е.В., Варламов А.В.,
Кармазановский Г.Г.**
Компьютерная томография
с контрастным усилением –
необходимый минимум в диагностике
объемных образований брюшной
полости и забрюшинного
пространства

Original Articles

- 5** **Yatsenko O.Yu., Tyurin I.E.**
Orbital radiographic anatomy.
Part 2. Orbital soft tissue contents
- 14** **Ageev A.N., Dergilev A.P.,
Obodov V.A.**
Variant radiation anatomy
of the lacrimal sac
at visualization by contrast-free
computed tomography
- 20** **Bogomyakova O.B.,
Stankevich Yu.A., Mesropyan N.A.,
Shraybman L.A., Tulupov A.A.**
Use of phase-contrast magnetic
resonance imaging to quantify
cerebrospinal fluid dynamics
in patients with communicating
hydrocephalus
- 28** **Eshnazarov K.E., Jong-Keun Seon,
Eun-Kyoo Song**
Рентгенологическая оценка
послеоперационных изменений
у пациентов с остеоартрозом
пателлофemorального сустава
IV степени, перенесших тотальную
артропластику коленного сустава
с эндопротезированием суставной
поверхности надколенника
или без него
- 33** **Matkevich E.I., Sinitsyn V.E.,
Mershina E.A.**
Comparative survey of radiation
doses to patients in computed
tomography in a federal
hospital
- 40** **Stuk M.V., Osokin Ya.A.,
Kondrat'ev E.V., Varlamov A.V.,
Karmazanovskiy G.G.**
Contrast-enhanced
computed tomography
is the required minimum
in the diagnosis of abdominal
and retroperitoneal space-occupying
lesions

Обзоры литературы

**Куплевацкий В.И., Черкашин М.А.,
Рощин Д.А., Березина Н.А.,
Воробьев Н.А.**

Биопсия предстательной железы
под контролем магнитно-
резонансной томографии

48

Reviews of Literature

**Kuplevatskiy V.I., Cherkashin M.A.,
Roshchin D.A., Berezina N.A.,
Vorob'ev N.A.**

Prostate biopsy
under magnetic resonance
imaging guidance

Информация для авторов

56

Instructions for authors

Журнал «ВЕСТНИК РЕНТГЕНОЛОГИИ И РАДИОЛОГИИ»
Зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации
Регистрационный номер 0110962
Полная версия статей размещается на сайте электронной библиотеки **e-library.ru**

Адрес редакции: 121552, Москва, ул. 3-я Черепковская, д. 15 а,
корпус 4, каб. 332
ФГБУ «РКНПК» Министерства здравоохранения РФ
Телефоны: 8 (495) 414-62-94, 8 (916) 547-50-96
E-mail: vestnik-rentg@mail.ru

Подписной индекс в каталоге «Роспечать»:
71486 – для индивидуальных подписчиков, предприятий и организаций
81601 и 81602 – в объединенном каталоге «Пресса России. Газеты и журналы»

Адреса сайтов, на которых можно оформить подписку на журнал:
<http://www.akc.ru>
<http://www.press-med.ru>
<http://www.pressa-rf.ru>

© Общество с ограниченной ответственностью «Лучевая диагностика»

Литературный редактор, корректор *Антонова И.В.*
Компьютерная верстка и графическая обработка материала *Матвеева Е.Н.*
Номер подписан в печать 12.02.2016
Формат 60×88 1/8; Печ. л. 8,0; Усл. печ. л. 7,84; Уч.-изд. л. 7,68
Сверстано и отпечатано в ФГБУ «НЦССХ им. А.Н. Бакулева» Минздрава России
119049, Москва, Ленинский проспект, д. 8
т. 8-499-236-92-87

Рентгеноанатомия орбиты. Часть 2. Мягкотканое содержимое орбиты

О.Ю. Яценко^{1,2}, д. м. н., доцент кафедры офтальмологии;

И.Е. Тюрин¹, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики

¹ ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования»

Министерства здравоохранения РФ,

ул. Баррикадная, 2/1, Москва, 125993, Российская Федерация;

² Филиал № 1 ГБУЗ «ГКБ им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы,

Мамоновский пер., 7, Москва, 123001, Российская Федерация

Orbital radiographic anatomy. Part 2. Orbital soft tissue contents

O.Yu. Yatsenko^{1,2}, MD, PhD, DSc, Associate Professor of Department of Ophthalmology;

I.E. Tyurin¹, MD, PhD, DSc, Professor, Chief of Department
of Radiation Diagnosis, Radiotherapy and Medical Physics

¹ Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Health of the RF,
ul. Barrikadnaya, 2/1, Moscow, 125993, Russian Federation;

² Branch № 1 S.P. Botkin City Hospital, Moscow Health Department,
Mamonovskiy pereulok, 7, Moscow, 123001, Russian Federation

Цель исследования – изучить характеристики мягких тканей орбиты в норме.

Материал и методы. Исследованы компьютерные томограммы 210 человек (266 орбит) без орбитальной патологии.

Результаты. Приведены объемные характеристики и показатели плотности мягких тканей орбиты и ее вершины (экстраокулярные мышцы, ретробульбарная клетчатка, зрительный нерв, слезная железа, глаз, стекловидное тело) в норме. Определено, что у мужчин клетчатка внутреннего хирургического пространства в вершине орбиты составляет 75,35% от ее общего объема в вершине, у женщин – 73,83%. Показано, что индивидуальная асимметрия объема орбитальной клетчатки в норме встречается у 47,61% мужчин и у 51,42% женщин и колеблется в пределах 0,5–2,0 см³.

Заключение. Показатели объемов мягких тканей орбиты в норме у мужчин и женщин имеют статистически значимые отличия. Асимметрия средних объемов мягких тканей орбиты в норме имеет место только в пределах статистической погрешности.

Ключевые слова: компьютерная томография; вершина орбиты; экстраокулярные мышцы; ретробульбарная клетчатка; зрительный нерв; слезная железа; глаз; стекловидное тело.

Для цитирования: Яценко О.Ю., Тюрин И.Е. Рентгеноанатомия орбиты. Часть 2. Мягкотканое содержимое орбиты. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2016; 97 (1): 5–13. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-5-13

Для корреспонденции: Яценко Олег Юрьевич; E-mail: olegyatsenko@rambler.ru

Objective: to study the characteristics of orbital soft tissues in health.

Material and methods. Computed tomography scans of 210 individuals (266 orbits) with no orbital abnormality were examined.

Results. The paper presents the volumetric characteristics and parameters of the soft tissue density of the orbit and its apex (extraocular muscles, retrobulbar fat, optic nerve, lacrimal gland, eye, and vitreous body) in health. The internal surgical space fat at the orbital apex is estimated to be 75.35 and 73.83% of the total volume at the apex in men and women, respectively. The paper shows that individual asymmetry of orbital fat volumes in health is encountered in 47.61% of the men and in 51.42% of the women and ranges from 0.5 to 2.0 cm³.

Conclusion. The volumes of orbital soft tissues in health are statistically significant different in the men and in the women. The asymmetry of the mean orbital soft tissue volumes in health is within the limits of statistical error.

Index terms: computed tomography; orbital apex; extraocular muscles; retrobulbar fat; optic nerve; eye; vitreous body.

For citation: Yatsenko O.Yu., Tyurin I.E. Orbital radiographic anatomy. Part 2. Orbital soft tissue contents. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Journal of Roentgenology and Radiology, Russian journal).* 2016; 97 (1): 5–13 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-5-13

For correspondence: Oleg Yu. Yatsenko; E-mail: olegyatsenko@rambler.ru

Information about authors:

Yatsenko O.Yu., <http://orcid.org/0000-0003-0882-8614>

Tyurin I.E., <http://orcid.org/0000-0003-3931-1431>

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

Funding. The study had no sponsorship.

Received 20 March 2015

Accepted 24 April 2015

Введение

Знание нормальной анатомии костной орбиты и ее мягкотканого содержимого значительно расширяет представления кли-

нистов о топографических взаимоотношениях орбитальных структур, оно может быть полезным для понимания патогенеза патологических процессов, про-

текающих в этой области, а также использоваться для проведения дифференциальной диагностики заболеваний орбиты и планирования лечения пациентов.

Прижизненное изучение мягких тканей орбиты с помощью КТ и МРТ продолжается уже более 25 лет [1]. Нельзя не отметить, что одним структурам в литературе уделено большее внимание (экстраокулярные мышцы – ЭОМ, зрительный нерв, орбитальная клетчатка), другим посвящено меньшее количество работ (слезная железа, сосуды орбиты) [2–9]. И тем не менее, несмотря на достаточно длительный период изучения нормальных орбитальных структур, в специализированной литературе до сих пор нет единого взгляда по этому вопросу. Так, при исследовании объема ЭОМ G. Forbes et al. отмечают, что верхние пределы для ЭОМ в норме составляют $6,5 \text{ см}^3$ [1]. По мнению других авторов, объем ЭОМ у мужчин равен в среднем $2,31 \text{ см}^3$, у женщин – $1,19 \text{ см}^3$ [10]. Интересной представляется работа S. Tian et al., установивших, что объем мышц горизонтального действия меньше, чем мышц вертикального действия [9].

Нет единого мнения и относительно объема орбитальной клетчатки. В норме, по данным литературы, объем клетчатки колеблется от $17,21 \text{ см}^3$ у мужчин и $15,63 \text{ см}^3$ у женщин [10] до $20,0 \text{ см}^3$ без достоверных различий по половому признаку [1].

Отдельно следует отметить трудности изучения тканей в вершине орбиты. Это обусловлено как сложностью строения и топографического выделения самой вершины, так и определения объема орбитальных тканей в ней [11, 12]. Между тем именно поражение этой зоны вызывает ряд тяжелых состояний, приводящих к потере зрения и во многих случаях – к инвалидизации больных [13–15].

Принимая во внимание важность данного вопроса, мы считали целесообразным изучить характеристики мягких тканей орбиты в норме.

Материал и методы

Нормальные показатели мягких тканей орбиты были изучены по компьютерным томограммам у 210 человек (266 орбит). Среди них было 86 мужчин и 124 женщины, средний возраст обследованных составил $41,2 \pm 10,4$ года. У 56 пациентов с отсутствием орбитальной патологии были изучены обе орбиты (112 орбит). У 154 пациентов с односторонним поражением орбиты для определения показателей нормы была исследована интактная орбита (154 орбиты).

Компьютерную томографию выполняли по стандартной методике с получением аксиальных и фронтальных срезов. Толщина срезов составляла 1,0 мм, шаг – 1,0 мм.

Обработку полученных данных осуществляли на рабочей станции компьютерного томографа с использованием программы Syngo Via фирмы Siemens и на персональном компьютере с использованием программы 3D-DOCTOR.

Объемные показатели мягких тканей орбиты получали после построения их трехмерных моделей. Первоначально строили трехмерную реконструкцию костной орбиты с внеорбитальной частью глаза, затем – реконструкцию мышечной воронки и блока мягких тканей (экстраокулярные мышцы, зрительный нерв, слезная железа и глаз) (рис. 1).

После этого вычисляли объем орбитальной части глаза и орбитальной клетчатки. Объем орбитальной части глаза получали при вычитании из объема глаза объема его внеорбитальной части. Объем клетчатки внутреннего хирургического пространства получали при вычитании из объема мышечной воронки объема ЭОМ и зрительного нерва.

Объем общей орбитальной клетчатки рассчитывали по формуле:

$$V_{\text{кл}} = V_{\text{орб}} - V_{\text{гл(ор)}} - V_{\text{ЭОМ}} - V_{\text{зр.н}} - V_{\text{сл.ж}}$$

где $V_{\text{кл}}$ – объем орбитальной клетчатки; $V_{\text{орб}}$ – объем костной орбиты; $V_{\text{гл(ор)}}$ – объем орбитальной части глаза; $V_{\text{ЭОМ}}$ – объем экстраокулярных мышц; $V_{\text{зр.н}}$ – объем орбитального отрезка зрительного нерва; $V_{\text{сл.ж}}$ – объем слезной железы.

Объем тканей в вершине орбиты (зрительный нерв, орбитальная клетчатка, ЭОМ) определяли по описанному выше алгоритму, первоначально выделив вершину орбиты (см. часть 1).

Колебания плотности исследуемой ткани определяли при проведении ее продольного сечения. В ходе исследования с помощью линейки отмеряли отрезок длиной 10 мм и затем определяли плотность вдоль отмеченной линии. Данная методика позволяет максимально снизить погрешность исследования. Ее использовали при изучении плотности зрительного нерва, ЭОМ, ретробульбарной клетчатки и стекловидного тела. При исследовании слезной железы мы проводили исследование вдоль отрезка длиной 5 мм (учитывая небольшие размеры слезной железы в норме) (рис. 2).

Характеристики ЭОМ определяли по срединным срезам в продольном сечении (необходимое условие – отступить на 2 мм от склеры и от циннова кольца), на равном расстоянии от ее границ. Изучение стекловидного тела осуществляли на срединных аксиальных срезах КТ (визуализируется середина хрусталика) в задних отделах. Плотность зрительного нерва изучали на центральных срезах в двух его отделах: в переднем отрезке (отступив на 2–3 мм от склеры и до середины зрительного нерва) и в его задней части (от середины зрительного нерва и не доходя 3 мм до циннова кольца). Исследование ретробульбарной клетчатки проводили во внутреннем хирургическом пространстве параллельно зрительному нерву (избегали попадания крупных сосудов).

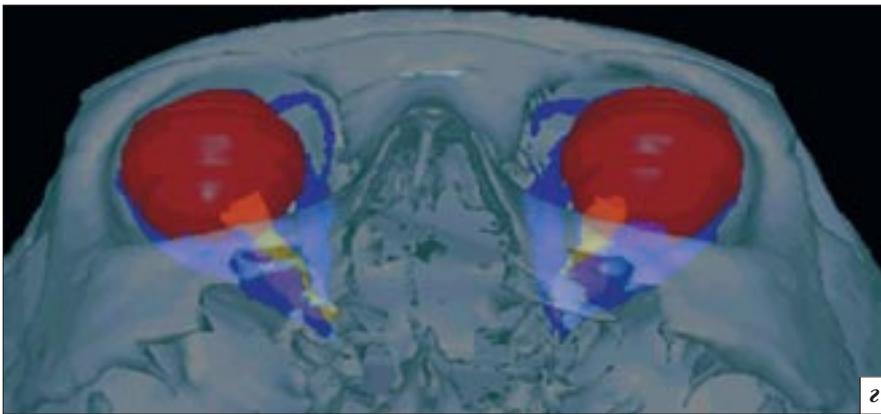
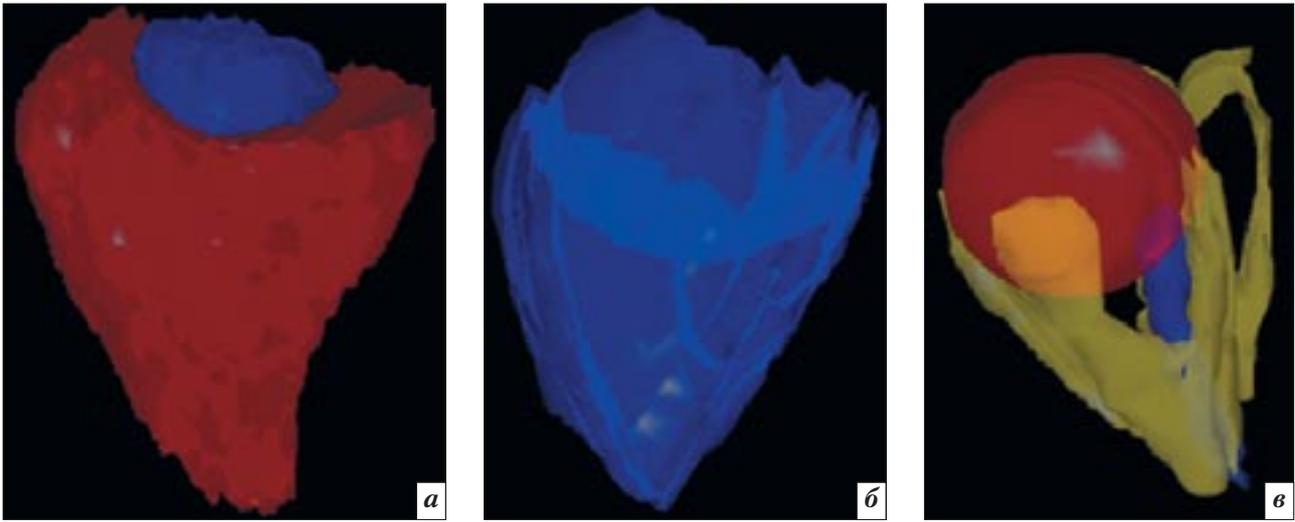


Рис. 1. Трехмерная реконструкция: *а* – костной орбиты и вне-орбитальной части глаза; *б* – мышечной воронки; *в* – блока орбитальных тканей (ЭОМ, зрительный нерв и глаз); *г* – нормальных орбит в целом

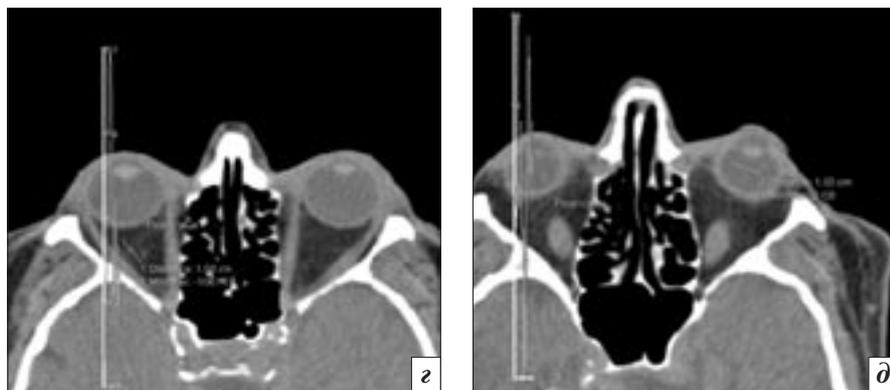


Рис. 2. Компьютерные томограммы орбит (аксиальная проекция) пациента без орбитальной патологии. Продольное сечение и профиль плотности: *а* – нижней прямой мышцы слева; *б* – правого зрительного нерва в переднем отрезке; *в* – слезной железы слева; *г* – во внутреннем хирургическом пространстве правой орбиты; *д* – стекловидного тела слева

Анализу подверглись следующие характеристики мягкотканых структур: максимальная и минимальная плотность ткани, средняя плотность, интервал колебания плотности (разница между максимальной и минимальной плотностью).

Результаты

По данным проведенного исследования было установлено, что мышечная воронка у мужчин примерно на $0,9 \text{ см}^3$ больше, чем у женщин, и составляет в среднем $9,96 \pm 0,24$ и $9,03 \pm 0,14 \text{ см}^3$ соответственно (табл. 1). На объем клетчатки внутреннего хирургического пространства у мужчин приходится 42,0% от ее общего объема, у женщин – 43,87%. При вычислении общего объема экстраокулярных мышц было установлено, что их объем у мужчин равен в среднем $2,36 \pm 0,03 \text{ см}^3$ (показатели варьируют от $1,24$ до $3,67 \text{ см}^3$), у женщин примерно на $0,3 \text{ см}^3$ меньше и составляет $2,02 \pm 0,02 \text{ см}^3$ (при колебаниях от $1,11$ до $3,22 \text{ см}^3$) (см. табл. 1).

При расчете объема ЭОМ глаза и леватора верхнего века по отдельности (исключение составила нижняя косая мышца – ее объем вычисляли вместе с нижней прямой мышцей) оказалось, что наименьший объем имеют наружная и верхняя прямые мышцы. Наиболее крупными мышцами орбиты являются нижняя и внутренняя прямые, а также леватор верхнего века (рис. 3, табл. 2). Возможно, данным обстоятельством можно объяснить более частое первоначальное выявление изменений в нижней и внутренней прямых мышцах при некоторых заболеваниях орбиты (например, эндокринная офтальмопатия). Есть основание предполагать, что при равных условиях увеличение первоначального объема ЭОМ на определенную величину приводит к более значительному увеличению и соответственно лучшей визуализации изначально больших по объему мышц.

Таблица 1

Объем мягкотканого содержимого орбиты в норме, см^3		
Показатель	Мужчины ($n=101$)	Женщины ($n=123$)
Объем мышечной воронки	$9,96 \pm 0,24$	$9,03 \pm 0,14^*$
Объем ЭОМ	$2,36 \pm 0,03$	$2,02 \pm 0,02^*$
Объем клетчатки внутреннего хирургического пространства	$7,17 \pm 0,31$	$6,63 \pm 0,14^*$
Объем клетчатки наружного хирургического пространства	$9,9 \pm 0,2$	$8,48 \pm 0,18^*$
Общий объем орбитальной клетчатки	$17,07 \pm 0,35$	$15,11 \pm 0,2^*$
Объем зрительного нерва	$0,43 \pm 0,03$	$0,38 \pm 0,01^*$
Объем слезной железы	$0,242 \pm 0,031$	$0,24 \pm 0,031$
Объем глаза	$8,96 \pm 0,24$	$8,52 \pm 0,12^*$
объем орбитальной части глаза	$5,68 \pm 0,23$	$5,21 \pm 0,2^*$
объем глаза вне орбиты	$3,28 \pm 0,27$	$3,31 \pm 0,16$

Примечание: n – количество исследованных орбит.

* Различия между мужчинами и женщинами статистически достоверны ($p < 0,05$).

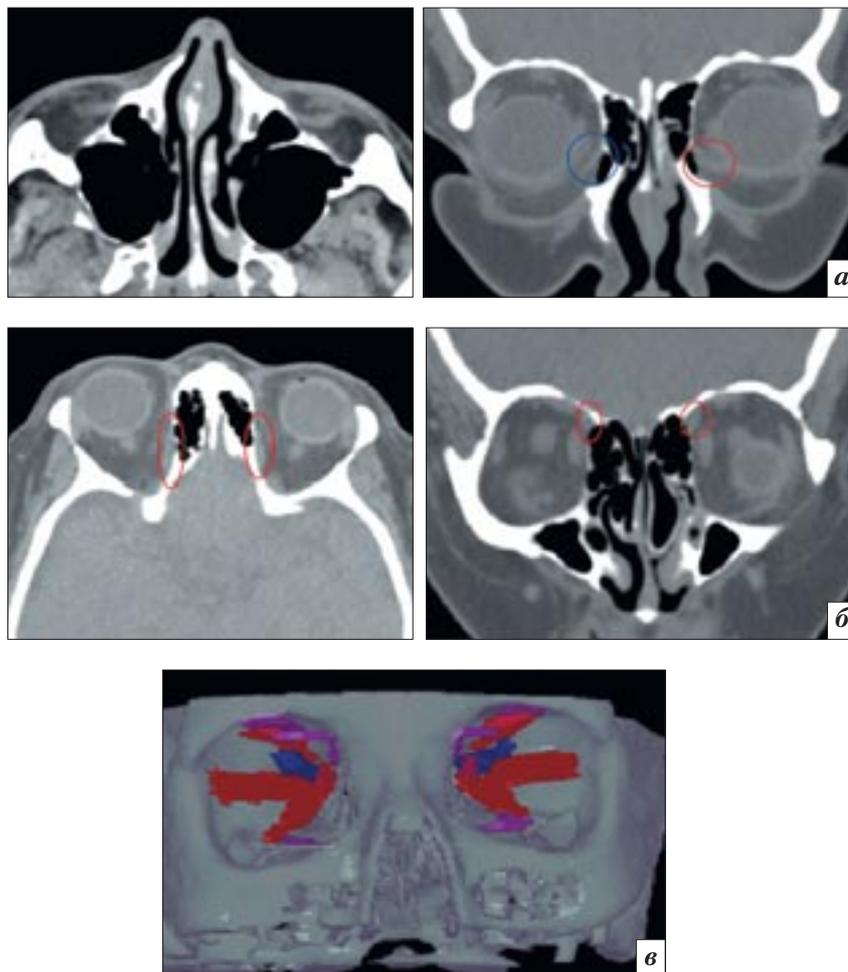


Рис. 3. Компьютерные томограммы орбит пациента без орбитальной патологии: а – на аксиальной и фронтальной проекциях визуализируется нижняя косая мышца; б – на аксиальной и фронтальной проекциях визуализируется верхняя косая мышца; в – трехмерная реконструкция всех ЭОМ и зрительного нерва

Показатели объема экстраокулярных мышц

Пациенты	Исследуемая мышца	Объем мышц, см ³
Мужчины (n=36)	Нижняя прямая + нижняя косая	0,666 ± 0,034
	Медиальная прямая	0,413 ± 0,03
	Латеральная прямая	0,281 ± 0,014
	Верхняя прямая	0,328 ± 0,022
	Верхняя косая	0,105 ± 0,009
	Леватор верхнего века	0,624 ± 0,04
	Общий объем	2,36 ± 0,053
Женщины (n=54)	Нижняя прямая + нижняя косая	0,508 ± 0,03*
	Медиальная прямая	0,339 ± 0,016*
	Латеральная прямая	0,255 ± 0,014*
	Верхняя прямая	0,294 ± 0,021*
	Верхняя косая	0,086 ± 0,005
	Леватор верхнего века	0,544 ± 0,024*
	Общий объем	2,03 ± 0,04*

Примечание: n – количество исследованных орбит.

*Различия между мужчинами и женщинами статистически достоверны ($p < 0,05$).

Показатели объема мягкотканого содержимого правой и левой орбит в норме, см³

Показатель	Мужчины				Женщины			
	n	OD	n	OS	n	OD	n	OS
Объем мышечной воронки	47	9,92 ± 0,24	54	10,02 ± 0,23	56	9,05 ± 0,22	67	9,01 ± 0,18
Объем мышц	47	2,34 ± 0,2	54	2,38 ± 0,3	56	2,03 ± 0,06	67	2,016 ± 0,05
Объем клетчатки внутреннего хирургического пространства	47	7,16 ± 0,31	54	7,19 ± 0,32	56	6,65 ± 0,28	67	6,61 ± 0,2
Объем клетчатки наружного хирургического пространства	47	9,97 ± 0,22	54	9,85 ± 0,24	56	8,61 ± 0,32	67	8,36 ± 0,26
Общий объем орбитальной клетчатки	47	17,13 ± 0,42	54	17,04 ± 0,4	56	15,26 ± 0,32	67	14,97 ± 0,3
Объем зрительного нерва	47	0,42 ± 0,02	54	0,45 ± 0,02	56	0,37 ± 0,01	67	0,38 ± 0,02
Объем слезной железы	47	0,242 ± 0,03	54	0,242 ± 0,04	56	0,241 ± 0,04	67	0,24 ± 0,02
Объем глаза	47	8,99 ± 0,35	54	8,92 ± 0,3	56	8,53 ± 0,18	67	8,51 ± 0,14
Объем орбитальной части глаза	47	5,83 ± 0,4	54	5,51 ± 0,18	56	5,2 ± 0,14	67	5,21 ± 0,2
Объем глаза вне орбиты	47	3,16 ± 0,28	54	3,41 ± 0,38	56	3,33 ± 0,11	67	3,3 ± 0,1

Примечание: n – количество исследованных орбит.

Согласно данным, представленным в таблице 1, разница в показателях средних объемов зрительного нерва у мужчин и женщин в норме статистически достоверна, в отличие от значений объема слезной железы ($0,242 \pm 0,031$ и $0,242 \pm 0,031$ см³ соответственно). Объем глаза в норме также достоверно отличается у мужчин и женщин, но

следует обратить внимание, что практически 2/3 глаза в норме и у мужчин, и у женщин находится внутри орбиты (см. табл. 1).

При сравнении объемов мягкотканого содержимого правой и левой орбит статистически достоверных различий ни по одному показателю у мужчин и женщин выявлено не было (табл. 3).

При исследовании плотности ЭОМ установлено, что в норме их плотность колеблется от $29,17 \pm 1,07$ до $59,26 \pm 1,01$ ед.Н и составляет в среднем $44,23 \pm 0,97$ ед.Н (табл. 4). Интервал колебания плотности ЭОМ незначителен (в среднем $30,04 \pm 0,99$ ед.Н).

При изучении плотности отдельных ЭОМ нами были выяв-

Показатели плотности мягких тканей орбиты в норме

Показатель	n	Плотность тканей, ед.Н			
		минимальная	максимальная	средняя	интервал колебания
Экстраокулярные мышцы	140	29,17 ± 1,07	59,26 ± 1,01	44,23 ± 0,97	30,04 ± 0,99
Зрительный нерв					
передний отдел	118	22,78 ± 1,08	50,14 ± 0,97	36,57 ± 0,82	27,35 ± 1,1
задний отдел	118	25,06 ± 0,98	51,75 ± 0,92	38,21 ± 0,76	26,56 ± 1,02
Слезная железа	224	25,93 ± 0,6	48,01 ± 0,5	36,93 ± 0,36	22,1 ± 0,53
Орбитальная клетчатка	183	-106,6 ± 0,76	-59,0 ± 0,63	-82,7 ± 0,54	47,0 ± 0,4
Стекловидное тело	94	-1,7 ± 0,6	8,2 ± 0,45	3,57 ± 0,38	10,1 ± 0,4

Примечание: n – количество исследованных орбит.

Таблица 5

Показатели плотности отдельных экстраокулярных мышц

Пациенты	Исследуемая мышца	Плотность ЭОМ, ед.Н
Мужчины (n=36)	Нижняя прямая + нижняя косая	44,74 ± 1,8
	Медиальная прямая	44,93 ± 1,8
	Латеральная прямая	41,9 ± 1,6
	Верхняя прямая	43,17 ± 1,8
	Верхняя косая	42,83 ± 1,3
	Леватор верхнего века	43,78 ± 1,4
Женщины (n=54)	Нижняя прямая + нижняя косая	44,16 ± 1,4
	Медиальная прямая	43,93 ± 1,6
	Латеральная прямая	41,12 ± 1,3
	Верхняя прямая	43,88 ± 1,3
	Верхняя косая	42,67 ± 1,2
	Леватор верхнего века	44,51 ± 1,4

Примечание: n – количество исследованных орбит.

лены некоторые отличия. Так, наибольшую плотность имели нижняя и внутренняя прямые мышцы, а также леватор верхнего века, что, по нашему мнению, может объясняться большим объемом этих мышц. При этом статистических различий в показателях плотности ЭОМ у мужчин и женщин выявлено не было (табл. 5).

Плотность зрительного нерва не имела достоверных различий по всей длине, однако отмечена тенденция к более низкой средней плотности и большему интервалу колебания в передней его части по сравнению с задней (см. табл. 4). Слезная железа, по сравнению с описанными выше нормальными орбитальными структурами, имеет наименьшую среднюю плотность и наибольший интервал

колебания плотности, что можно объяснить неоднородностью ее строения (железистая и соединительная ткань) (см. табл. 4).

Для орбитальной клетчатки оказалась характерной низкая средняя плотность ($-82,7 \pm 0,54$ ед.Н) и наиболее значительное расширение интервала колебания среди всех исследуемых структур (в среднем $47,0 \pm 0,4$ ед.Н) (см. табл. 4). Данные показатели можно объяснить наличием множества мелких соединительнотканых структур в орбите, а также изначально низкой плотностью жировой клетчатки. Стекловидное тело представляется достаточно однородной структурой (средний интервал колебания плотности $10,1 \pm 0,4$ ед.Н). Плотность стекловидного тела была выше, чем орбитальной

клетчатки, однако значительно уступала остальным мягкотканым структурам орбиты (см. табл. 4).

Как было отмечено выше, разницы в средних показателях объема орбитальной клетчатки выявлено не было (см. табл. 3), но при этом было установлено наличие у 47,61% мужчин и 51,42% женщин индивидуальной асимметрии, которая не превышала $2,0 \text{ см}^3$ (табл. 6).

Клетчатка внутреннего хирургического пространства в вершине орбиты у мужчин примерно на $0,6 \text{ см}^3$ больше, чем у женщин, и составляет 41,16 и 35,74% соответственно от ее общего объема (табл. 7). При этом необходимо особо отметить, что на объем клетчатки внутреннего хирургического пространства в вершине орбиты у мужчин приходится

Показатели асимметрии объема орбитальной клетчатки у мужчин и женщин в норме

Показатель	Число обследованных	Асимметрия показателей, см ³		
		0,5–1,0	1,0–2,0	2,0–3,0
Объем орбитальной клетчатки				
мужчины	21	7	3	–
женщины	35	12	6	–

Таблица 7

Объем мягкотканого содержимого в вершине орбиты в норме, см³

Показатель	Мужчины (n=101)	Женщины (n=123)
Объем ЭОМ в вершине орбиты	0,73 ± 0,03	0,68 ± 0,03
Объем мышечной воронки в вершине орбиты	3,97 ± 0,5	3,32 ± 0,4
Объем зрительного нерва в вершине орбиты	0,274 ± 0,02	0,269 ± 0,02
Объем клетчатки внутреннего хирургического пространства в вершине орбиты	2,966 ± 0,5	2,371 ± 0,3
Объем клетчатки наружного хирургического пространства в вершине орбиты	0,97 ± 0,04	0,84 ± 0,03*
Общий объем орбитальной клетчатки в вершине орбиты	3,936 ± 0,4	3,211 ± 0,3*

Примечание: *n* – количество исследованных орбит.

* Различия статистически достоверны по сравнению с мужчинами ($p < 0,05$).

Таблица 8

Показатели объема мягких тканей правой и левой вершин орбиты в норме, см³

Показатель	Мужчины				Женщины			
	<i>n</i>	OD	<i>n</i>	OS	<i>n</i>	OD	<i>n</i>	OS
Объем ЭОМ в вершине орбиты	21	0,73 ± 0,04	19	0,69 ± 0,05	30	0,66 ± 0,03	24	0,7 ± 0,04
Объем мышечной воронки	21	4,0 ± 0,5	19	3,95 ± 0,6	30	3,31 ± 0,3	24	3,33 ± 0,3
Объем зрительного нерва	21	0,272 ± 0,03	19	0,277 ± 0,03	30	0,273 ± 0,04	24	0,265 ± 0,05
Объем клетчатки внутреннего хирургического пространства	21	2,969 ± 0,6	19	2,964 ± 0,6	30	2,368 ± 0,4	24	2,376 ± 0,5
Объем клетчатки наружного хирургического пространства	21	0,94 ± 0,04	19	1,1 ± 0,05	30	0,85 ± 0,03	24	0,82 ± 0,03
Общий объем орбитальной клетчатки	21	3,909 ± 0,6	19	4,064 ± 0,5	30	3,218 ± 0,4	24	3,196 ± 0,5

Примечание: *n* – количество исследованных орбит.

75,35% от ее общего объема в вершине орбиты, а у женщин – 73,83%, что значительно больше по сравнению с орбитой в целом и свидетельствует об особенностях анатомо-топографических взаимоотношений в вершине орбиты [5].

Несмотря на то что объем мышечной воронки в вершине орбиты у мужчин почти на 0,6 см³

больше, чем у женщин, данное различие оказалось статистически недостоверным, что требует дальнейшего изучения на более значительном клиническом материале.

Согласно полученным данным, показатели объема ЭОМ и зрительного нерва у мужчин и женщин в вершине орбиты в норме не имели статистически значимых отличий (см. табл. 7).

При сравнении объемов мягкотканого содержимого правой и левой вершин орбиты различий у мужчин и женщин ни по одному показателю также не выявлено (табл. 8).

Обсуждение

Объемы экстраокулярных мышц у мужчин и женщин, по нашим расчетам, имеют статисти-

чески значимые отличия ($2,36 \pm 0,03$ и $2,02 \pm 0,02$ см³ соответственно), что подтверждают и данные других авторов, в частности A. Ozgen и M. Ariyurec [8]. Однако G. Forbes et al. считают, что верхний предел для ЭОМ в норме составляет 6,5 см³ [1]. Объяснить подобные результаты сложно. Возможно, следует учитывать погрешности исследования, связанные с несовершенством методики расчета объема орбитальных структур раннего периода изучения КТ. По нашим данным, наиболее крупными мышцами орбиты являются нижняя и внутренняя прямые, а также леватор верхнего века. Эти же мышцы имеют и наибольшую плотность. S. Tian et al. также указывают, что объем мышц горизонтального действия меньше по сравнению с мышцами вертикального действия [9].

Объем орбитальной клетчатки в норме равняется в среднем $17,07 \pm 0,35$ см³ у мужчин и $15,11 \pm 0,2$ см³ у женщин. При этом особо следует отметить, что объем клетчатки внутреннего хирургического пространства составляет чуть меньше 45% от ее общего объема, что должно учитываться при оценке клинических симптомов и планировании орбитальных операций.

Заключение

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- объем ЭОМ в норме равен в среднем $2,36 \pm 0,03$ см³ – у мужчин и $2,02 \pm 0,02$ см³ – у женщин;
- объем орбитальной клетчатки в норме составляет $17,07 \pm 0,35$ см³ – у мужчин и $15,11 \pm 0,2$ см³ – у женщин;
- показатели объема мягких тканей орбиты в норме у мужчин и женщин имеют статистически значимые отличия;
- клетчатка внутреннего хирургического пространства в вершине орбиты у мужчин составляет 75,35% от ее общего объема в вершине, а у женщин – 73,83%;

– асимметрия средних объемов мягких тканей орбиты в норме имеет место только в пределах статистической погрешности;

– индивидуальная асимметрия объема орбитальной клетчатки в норме встречается у 47,61% мужчин и 51,42% женщин и колеблется в пределах 0,5–2,0 см³.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Forbes G., Gehring D.G., Gorman C.A., Brennan M.D., Jackson I.T. Volume measurements of normal orbital structures by computed tomographic analysis. *Am. J. Roentgenol.* 1985; 145 (1): 149–54.
2. Tamboli D.A., Harris M.A., Hogg J.P., Realini T., Sivak-Callcott J.A. Computed tomography. Dimensions of the lacrimal gland in normal caucasian orbits. *Ophthalm. Plast. Reconstr. Surg.* 2011; 27 (6): 453–6.
3. Aviv R. I., Casselman J. Orbital imaging: Part 1. Normal anatomy. *Clin. Radiol.* 2005; 60 (3): 279–87.
4. Kapur E., Dilberovic F. Computed tomography review of the osseous structures of the orbital apex. *Bosn. J. Basic. Med. Sci.* 2003; 3 (3): 50–3.
5. Lee J.M., Lee H., Park M., Lee T.E., Lee Y.H., Baek S. The volumetric change of orbital fat with age in Asians. *Ann. Plast. Surg.* 2011; 66 (2): 192–5.
6. Ji Y., Qian Z., Dong Y., Zhou H., Fan X. Quantitative morphometry of the orbit in Chinese adults based on a three-dimensional reconstruction method. *J. Anat.* 2010; 217 (5): 501–6.
7. Яценко О.Ю. Асимметрия показателей объема костной орбиты и орбитальной клетчатки в норме. *Вопросы челюстно-лицевой, пластической хирургии, имплантологии и клинической стоматологии.* 2010; 2–3: 68–72.
8. Ozgen A., Ariyurec M. Normative measurements of orbital structures

using CT. *Am. J. Roentgenol.* 1998; 170 (4): 1093–6.

9. Tian S., Nishida Y., Isberg B., Lennerstrand G. MRI measurements of normal extraocular muscles and other orbital structures. *Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2000; 238 (5): 393–404.
10. Бровкина А.Ф., Кармазановский Г.Г., Яценко О.Ю. Объем костной орбиты и ее мягкотканого содержимого в норме. *Медицинская визуализация.* 2006; 6: 94–8.
11. Николаенко В.П., Астахов Ю.С. Орбитальные переломы: Руководство для врачей. СПб: Экто-Вектор; 2012.
12. Бровкина А.Ф., Кармазановский Г.Г., Яценко О.Ю., Мослехи Ш. Состояние зрительного нерва при отечном экзофтальме, осложненном оптической нейропатией (данные КТ-исследований). *Медицинская визуализация.* 2008; 3: 74–7.
13. Вальский В.В., Пантелеева О.Г., Тишкова А.П., Бережнова С.Г. Клинико-томографические признаки различных форм эндокринной офтальмопатии: Материалы научно-практической конференции «Сахарный диабет и глаз». 29–30 сентября 2006 г. Москва. М.; 2006: 300–3.
14. Giaconi J.A., Kazim M., Rho T., Pfaff C. CT scan evidence of dysthyroid optic neuropathy. *Ophthalm. Plast. Reconstr. Surg.* 2002; 18 (3): 177–82.
15. Kashkouli M.B., Imani M., Tarassoly K., Kadivar M. Multiple cavernous hemangiomas presenting as orbital apex syndrome. *Ophthalm. Plast. Reconstr. Surg.* 2005; 21 (6): 61–3.

References

1. Forbes G., Gehring D.G., Gorman C.A., Brennan M.D., Jackson I.T. Volume measurements of normal orbital structures by computed tomographic analysis. *Am. J. Roentgenol.* 1985; 145 (1): 149–54.
2. Tamboli D.A., Harris M.A., Hogg J.P., Realini T., Sivak-Callcott J.A. Computed tomography. Dimensions of the lacrimal gland in normal caucasian orbits. *Ophthalm. Plast. Reconstr. Surg.* 2011; 27 (6): 453–6.
3. Aviv R. I., Casselman J. Orbital imaging: Part 1. Normal anatomy. *Clin. Radiol.* 2005; 60 (3): 279–87.

4. Kapur E., Dilberovic F. Computed tomography review of the osseous structures of the orbital apex. *Bosn. J. Basic. Med. Sci.* 2003; 3 (3): 50–3.
5. Lee J.M., Lee H., Park M., Lee T.E., Lee Y.H., Baek S. The volumetric change of orbital fat with age in Asians. *Ann. Plast. Surg.* 2011; 66 (2): 192–5.
6. Ji Y., Qian Z., Dong Y., Zhou H., Fan X. Quantitative morphometry of the orbit in Chinese adults based on a three-dimensional reconstruction method. *J. Anat.* 2010; 217 (5): 501–6.
7. Yatsenko O.Yu. Asymmetry of indicators of volume of a bone orbit and orbital fat in norm. *Voprosy chelyustno-litsevoy, plasticheskoy khirurgii, implantologii i klinicheskoy stomatologii.* 2010; 2–3: 68–72 (in Russian).
8. Ozgen A., Ariyurec M. Normative measurements of orbital structures using CT. *Am. J. Roentgenol.* 1998; 170 (4): 1093–6.
9. Tian S., Nishida Y., Isberg B., Lennerstrand G. MRI measurements of normal extraocular muscles and other orbital structures. *Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2000; 238 (5): 393–404.
10. Brovkina A.F., Karmazanovskiy G.G., Yatsenko O.Yu. The normal volume of the bone orbit and its soft tissues. *Meditinskaya vizualizatsiya.* 2006; 6: 94–8 (in Russian).
11. Nikolaenko V.P., Astakhov Yu.S. Orbital changes: The management for doctors. St. Petersburg: Eko-Vektor; 2012 (in Russian).
12. Brovkina A.F., Karmazanovskiy G.G., Yatsenko O.Yu., Moslekhi Sh. Optic nerve condition at the edematous exophthalmos complicated by optical neuropathy (computed tomography). *Meditinskaya vizualizatsiya.* 2008; 3: 74–7 (in Russian).
13. Val'skiy V.V., Panteleeva O.G., Tishkova A.P., Berezhnova S.G. Clinic and tomographic signs of various forms of an thyroid eye disease. In: Proceedings of the scientific-practical conference «Diabetes mellitus and eye». Moscow; 2006: 300–3 (in Russian).
14. Giaconi J.A., Kazim M., Rho T., Pfaff C. CT scan evidence of dysthyroid optic neuropathy. *Ophthalm. Plast. Reconstr. Surg.* 2002; 18 (3): 177–82.
15. Kashkouli M.B., Imani M., Tarassoly K., Kadivar M. Multiple cavernous hemangiomas presenting as orbital apex syndrome. *Ophthalm. Plast. Reconstr. Surg.* 2005; 21 (6): 61–3.

Поступила 20.03.2015
Принята к печати 24.04.2015

Вариантная лучевая анатомия слезного мешка при визуализации методом бесконтрастной компьютерной томографии

А.Н. Агеев¹, врач-рентгенолог, ассистент кафедры лучевой диагностики;

А.П. Дергилев², д. м. н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики;

В.А. Ободов³, к. м. н., профессор, заместитель генерального директора по лечебной работе

¹ ГБУЗ СО «Свердловская областная клиническая больница № 1»,
ул. Волгоградская, 185, Екатеринбург, 620102, Российская Федерация;

² ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет»,
Красный пр-т, 52, Новосибирск, 630091, Российская Федерация;

³ АО «Екатеринбургский центр Межотраслевого научно-технического комплекса "Микрохирургия глаза"»,
ул. Ак. Бардина, 4 А, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

Variant radiation anatomy of the lacrimal sac at visualization by contrast-free computed tomography

A.N. Ageev¹, Radiologist, Assistant of Chair of Radiation Diagnosis;

A.P. Dergilev², MD, PhD, DSc, Professor, Head of Chair of Radiation Diagnosis;

V.A. Obodov³, MD, PhD, Professor, Deputy General Director for Medical Work

¹ Sverdlovsk Regional Clinical Hospital № 1,
ul. Volgogradskaya, 185, Ekaterinburg, 620102, Russian Federation;

² Novosibirsk State Medical University,
Krasnyy prospekt, 52, Novosibirsk, 630091, Russian Federation;

³ Eye Microsurgery, Ekaterinburg Center,
ul. Akademika Bardina, 4 A, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

Цель исследования – оценка нормальной вариабельности размеров слезных мешков при морфометрии на основании данных компьютерной томографии для оптимизации выбора тактики эндоскопических хирургических вмешательств при дакриоцистите.

Материал и методы. Выполнена сравнительная морфометрическая обработка данных предоперационной компьютерной томографии орбит у пациентов двух групп: с клинически подтвержденным дакриоциститом и без такового.

Результаты. Получены и статистически обработаны данные о типичных вариантах размеров слезного мешка в норме и при клинически выраженном дакриоцистите. Показаны преимущества использования расчетного объема слезного мешка над другими видами измерений. Предложен метод морфометрии слезных мешков на основании данных компьютерной томографии.

Заключение. Полученные новые уточненные данные о гомологии слезного мешка в норме и при клинически подтвержденном дакриоцистите способны упростить выбор доступа при планировании эндоназальной дакриоцисториностомии.

Ключевые слова: лучевая анатомия слезного мешка; варианты расположения; дакриоцистит; компьютерная томография.

Для цитирования: Агеев А.Н., Дергилев А.П., Ободов В.А. Вариантная лучевая анатомия слезного мешка при визуализации методом бесконтрастной компьютерной томографии. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2016; 97 (1): 14–19. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-14-19

Для корреспонденции: Дергилев Александр Петрович; E-mail: a.dergilev@mail.ru

Objective: to morphometrically estimate normal variations in the sizes of lacrimal sacs on the basis of computed tomography findings to optimize the choice of endoscopic surgical intervention tactics for dacryocystitis.

Material and methods. Preoperative orbital computed tomography data were comparatively morphometrically processed in two groups of patients with or without clinically verified dacryocystitis.

Results. Data on the typical variants of the sizes of the lacrimal sac in health and in clinically manifested dacryocystitis were obtained and statistically processed. The advantages of using the design volume of the lacrimal sac over other measurements were shown. A method for the morphometry of lacrimal sacs was proposed on the strength of computed tomography data.

Conclusion. The obtained new refined data on the holotomy of the lacrimal sac in health and clinically verified dacryocystitis can simplify the choice of an approach to planning endonasal dacryocystorhinostomy.

Index terms: radiation anatomy of the lacrimal sac; variants of location; dacryocystitis; computed tomography.

For citation: Ageev A.N., Dergilev A.P., Obodov V.A. Variant radiation anatomy of the lacrimal sac at visualization by contrast-free computed tomography. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Journal of Roentgenology and Radiology, Russian journal)*. 2016; 97 (1): 14–19 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-14-19

For correspondence: Aleksandr P. Dergilev; E-mail: a.dergilev@mail.ru

Information about authors:

Ageev A.N., <http://orcid.org/0000-0001-7481-2528>

Dergilev A.P., <http://orcid.org/0000-0002-8637-4083>

Obodov V.A., <http://orcid.org/0000-0003-4370-6612>

Acknowledgments. The authors thank N.G. Ageev, PhD in Tech. Sci, for his help with the statistical processing of data when writing the article.

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

Funding. The study had no sponsorship.

Received 13 August 2015

Accepted 22 September 2015

Введение

Увеличение доступности высокоэффективного метода эндоназальной дакриоцисториностомии диктует повышенные требования к предоперационной диагностике для достоверной оценки расположения слезоотводящих путей. Оперативное вмешательство должно проводиться с учетом индивидуальных особенностей структур полости носа. Некоторые виды лечения дакриоциститов необходимо сочетать с комплексной хирургической коррекцией внутриносовых структур, которая заключается в устранении анатомических предпосылок, способствующих повторному возникновению дакриоциститов.

При этом объем вмешательства определяется не только протяженностью патологического процесса, но и индивидуальными особенностями строения слезной ямки [1].

В ряде исследований выявлена корреляция между размерами ямки слезного мешка и глазницы, размерами носослезного канала и размерами полости носа и лицевого черепа [1, 2]. Однако существуют указания на достаточно частое нетипичное расположение слезного мешка, при этом частота выявления аномалий расположения достигает 41,9%, даже при отсутствии расширения слезного мешка [3, 4].

Также показано наличие значительного количества вариантов строения и расположения внутриносовых структур, таких как вариабельность размеров, формы и расположения крючковидного отростка, буллезные изменения средних носовых раковин (вариант строения, встречающийся в 36,7% случаев), ячейка носового валика (79,8% случаев) [1, 5, 6], кроме того, слезный мешок может быть прикрыт решетчатыми клетками [5].

Таким образом, учитывая высокую вариабельность интраназальных структур, представленные ранее некоторыми авторами данные о голотопии слезного

мешка на латеральной стенке полости носа [7] с учетом накопленного опыта представляются неполными. Так, по данным Д.А. Боброва (2005 г.), сам слезный мешок только в 58,1% случаев располагается в типичном месте (в слезной ямке) и, соответственно, проецируется в типичном месте (на уровне переднего конца средней носовой раковины), а в 30,2 и 11,6% случаев мешок находится соответственно позади и впереди от переднего края средней раковины [4].

Кроме того, у части пациентов подход к слезному мешку со стороны носа ограничен гипертрофированной турбиной, основанием крючковидного отростка, деформированной перегородкой или клетками валика носа [8]. Эти анатомические особенности также затрудняют выполнение морфометрии и оценку локализации слезного мешка традиционными методами, в частности при помощи трансиллюминации.

Все вышперечисленное свидетельствует о необходимости уточнения в предоперационном периоде индивидуальных особенностей строения полости носа, крупных ориентиров в ее пределах и соотношения между ними и проекцией слезных мешков [9–12]. Наиболее целесообразным методом решения этих задач нам представляется бесконтрастная компьютерная томография – достаточно простой в техническом отношении метод, показавший в ряде исследований наиболее высокую диагностическую эффективность среди других рентгенологических методов исследования слезоотводящих путей [4, 13–16]. Однако в доступной литературе отсутствуют сведения о точных размерах слезных мешков, соответствующих норме и патологической дилатации, возникающей при дакриоцистите, а также о методике определения размеров при анализе данных компьютерной томографии.

В связи с этим цель нашего исследования состояла в выявлении

при помощи компьютерной томографии наиболее распространенных вариантов размеров слезных мешков в норме и при клинически выявленном дакриоцистите, уточнении критериев дилатации слезного мешка и морфометрических лучевых признаков дакриоцистита.

Материал и методы

В рамках стандартного протокола обследования перед операцией эндоскопической эндоназальной дакриоцисториностомии проведена компьютерная томография у 53 женщин и 18 мужчин с клинически подтвержденным дакриоциститом. Возраст больных варьировал от 24 до 84 лет. Компьютерная томография выполнена на мультиспиральном томографе Toshiba Aquilon-64. Исследования проводили в режиме спирального сканирования при 64 активных линейках детекторов при малом фокусе (<240 мм), анодном напряжении 120 кВ, токе 250 мА, питч 41,0, при времени оборота трубки 0,5 с, при шаге стола 5 мм, шаг первичной реконструкции 5 мм. Индивидуальная эффективная доза облучения составила 1,7–2,1 мЗв. Реконструкция проводилась с шагом 0,5 мм и формированием двух объемов, отличающихся значениями ядра конволюции: в режиме BoneStd + Boost – для анализа костных структур (соответствует ядру конволюции ~75), в режиме HeadBrain – для анализа мягкотканых структур и построения трехмерных реконструкций (соответствует ядру конволюции ~30). Постпроцессинг осуществлялся при помощи рабочей станции Phillips Extended Brilliance Workspace.

Для измерений применялась реконструктивная серия с меньшим ядром конволюции (SoftTissue). Измерения проводились между наиболее удаленными визуально определяемыми точками наружных контуров слезных мешков по длинной и перпендикулярным ей средней

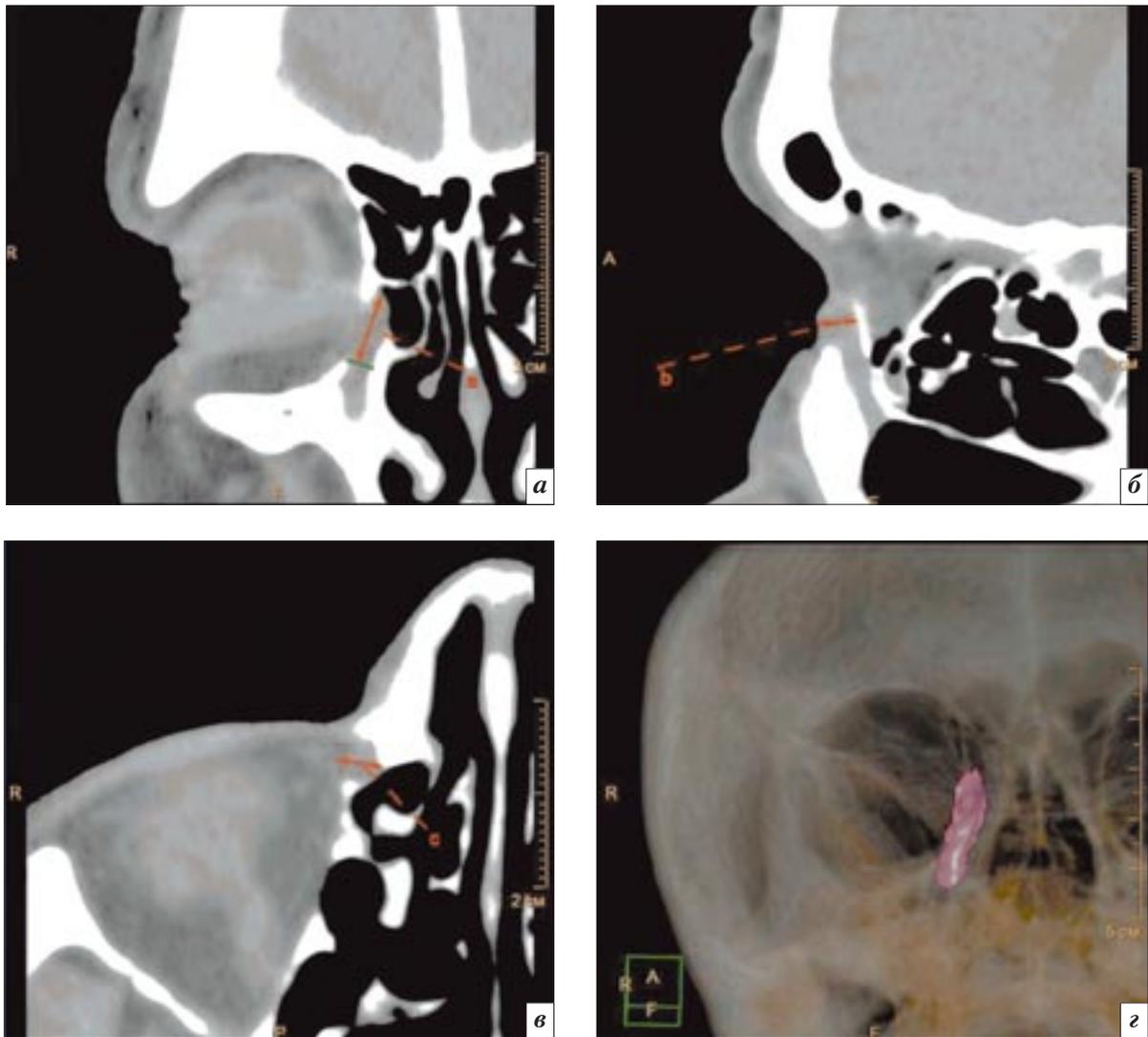


Рис. 1. Методика морфометрии слезных мешков по данным бесконтрастной компьютерной томографии: *a* – в коронарной проекции; *б* – в сагиттальной проекции; *в* – в аксиальной проекции; *г* – трехмерная реконструкция слезного мешка и костей лицевого скелета. Стрелками указаны определенные по описанной методике размеры осей слезного мешка: *a* – высота слезного мешка, *б* – ширина слезного мешка, *с* – глубина слезного мешка. Зеленой линией указана плоскость входа в костный носослезный канал, по которой при измерении определялся нижний полюс слезного мешка. По трехмерной реконструкции осуществляется корректировка направления осей

и короткой осям в приближенных к аксиальной, коронарной и сагиттальной проекциях, при параметрах окна W/L 340/40 HU. В качестве нижнего полюса мешка для определения нижней точки его длинной оси использовалась плоскость входа в костный носослезный канал. Размер, ориентированный преимущественно краниокаудально в приближенной к коронарной плоскости, определялся как высота мешка; переднезадний размер, приближенный к сагиттальной плоскости, определялся как ширина мешка,

а размер, ориентированный преимущественно сагиттально и лежащий в коронарной плоскости, – как глубина слезного мешка (рис. 1).

Указанным способом выполнена лучевая морфометрия 142 слезных мешков, из них дакриоцистит клинически описан и качественно подтвержден томографически в 86 случаях: по 43 (50%) случая справа и слева, в 22 (25,6%) случаях встречались двусторонние изменения. В 9 (10,5%) случаях признаки дакриоцистита справа и слева

не выявлены при КТ и не описаны клинически.

На основании клинических и томографических данных были сформированы две группы исследования: рабочая группа (86 измерений) с клинически описанным дакриоциститом и контрольная группа (56 измерений) без клинических проявлений дакриоцистита. Статистическая обработка полученных данных выполнялась посредством двухвыборочного z-теста для средних значений в рабочей и контрольной группах [17].

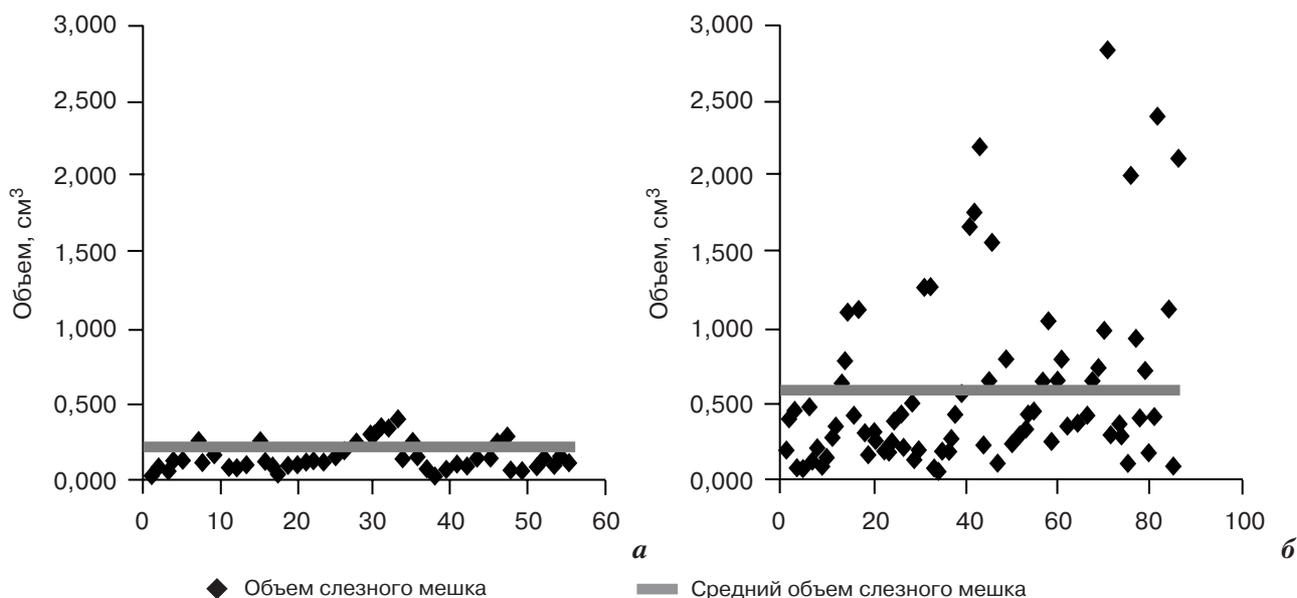


Рис. 2. Распределение объемов слезных мешков в контрольной (а) и рабочей (б) группах

Результаты

Высота слезного мешка в рабочей группе варьировала в диапазоне 8,9–25,0 мм (среднее значение $14,13 \pm 0,69$ мм), в контрольной группе – в диапазоне 7,0–17,5 мм (среднее значение $11,93 \pm 0,66$ мм). Ширина слезного мешка в рабочей группе варьировала в диапазоне 2,0–16,0 мм, в среднем $6,95 \pm 0,61$ мм ($p < 0,05$), в контрольной группе – в диапазоне 2,2–7,4 мм, в среднем $4,32 \pm 0,32$ мм ($p < 0,05$). Глубина слезного мешка в рабочей и контрольной группах составила соответственно 4,0–18,0 мм, в среднем $9,12 \pm 0,66$ мм ($p < 0,05$) и 2,0–10,0 мм, в среднем $5,49 \pm 0,45$ мм ($p < 0,05$).

Отмечено преобладание глубины слезного мешка над шириной в 79 (91,8%) случаях в рабочей группе и во всех случаях в контрольной группе.

Объем слезных мешков рассчитывался по формуле для эллипсоида на основании линейных размеров: в рабочей группе значения варьировали в диапазоне 0,066–2,82 см³ ($6,95 \pm 0,61$ см³), в контрольной группе – в диапазоне 0,046–0,411 см³ ($0,205 \pm 0,02$ см³). Графически распределение объемов слезных мешков

в рабочей и контрольной группах представлено на рисунке 2.

Для исключения принадлежности выборок единой генеральной совокупности выполнен двухвыборочный z-тест для средних величин. Расчетное значение Z-критерия составило: для объема – 5,16 см³, для высоты – 4,5 мм, для ширины – 7,4 мм и для глубины – 8,8 мм, что в каждом случае демонстрирует, что две выбранные группы не относятся к одной генеральной совокупности, следовательно, различия между ними статистически значимы.

Обсуждение

Исходя из полученных нами результатов, очевидны статистически доказанные различия средних величин двух выборок, что позволяет утверждать наличие связи между определенными при томографической морфометрии линейными размерами, объемом слезного мешка и клиническими проявлениями дакриоцистита. Полученные статистические данные позволили уточнить критерии дилатации слезного мешка в каждом из размеров, результаты представлены в таблице.

Несмотря на более высокие значения двухвыборочного Z-критерия для ширины и глубины,

различия абсолютных значений линейных размеров между статистически доказанными нормальными и патологическими невелики (1,7 и 2,52 мм соответственно), что требует высокой точности выполнения измерений. В то же время различия между статистически доказанными нормальными и патологическими значениями объема мешка составляют 163% (в 2,56 раза), что позволяет более точно определять наличие дилатации слезного мешка как рентгенологического симптома дакриоцистита. Это снижает риск ошибки интерпретации, связанной с качеством измерений.

Заключение

В ходе исследования уточнены и статистически подтверждены границы размеров слезных мешков как в рамках нормальной варибельности, так и при дилатации, связанной с клинически описанным дакриоциститом. С целью реализации основной задачи уточнена методика морфометрии слезного мешка. На основании полученных данных в качестве наиболее точного критерия дилатации рекомендуется использовать объем, значение которого следует получать

Статистически доказанные границы нормальных значений и дилатации слезных мешков при КТ-морфометрии

Показатель	Объем, см ³		Высота, мм		Ширина, мм		Глубина, мм	
	Рабочая группа	Контрольная группа	Рабочая группа	Контрольная группа	Рабочая группа	Контрольная группа	Рабочая группа	Контрольная группа
Среднее значение	0,58	0,15	14,13	11,93	6,95	4,32	9,12	5,49
Средняя ошибка	±0,12	±0,02	±0,69	±0,66	±0,61	±0,32	±0,66	±0,45
Признаки дилатации	≥0,46		≥13,44		≥6,34		≥8,46	
Нормальный размер	≤0,18		≤12,59		≤4,64		≤5,94	
Абсолютные различия сомнительных значений	0,29		0,86		1,70		2,52	
Относительные различия сомнительных значений, %	163,74		72,91		36,56		42,47	

расчетным путем на основании показателей высоты, ширины и глубины слезного мешка, полученных при линейной морфометрии с измерением слезного мешка. Корреляция между степенью смещения слезного мешка из нормальной локализации и степенью изменения его линейных размеров и объема требует дополнительного исследования.

Благодарности

Авторы выражают благодарность кандидату технических наук Агееву Никифору Георгиевичу за помощь в статистической обработке данных при написании статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Гайворонский И.В., Гайворонский А.В., Гайворонский А.И. и др. Анатомо-клинические обоснования эндоназальной дакриоцисториностомии. *Вестник Санкт-Петербургского университета*. Сер. 11. 2008; 2: 97–103.
2. Бочкарев И.А. Клинико-анатомическое обоснование эндоназальной дакриоцисториностомии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2004.
3. Бобров Д.А. Эндоназальная микроэндоскопическая хирургия в лечении хронического дакриоцистита: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ярославль; 2004.
4. Бобров Д.А. Роль эндоскопии и компьютерной томографии в диагностике патологии полости носа и околоносовых пазух у больных хроническим дакриоциститом. В кн.: Современные методы диагностики и лечения заболеваний слезных органов. М.; 2005: 78–83.
5. Бокштейн Ф.С. Внутриносовая хирургия. М.: Медгиз; 1956.
6. Помухин Д.В., Кузнецов В.И., Тюкин Ю.В. Трансназальный и трансканаликулярный варианты операции лазерной дакриоцисториностомии: Материалы II научно-практической конференции отоларингологов Южного федерального округа. Краснодар–Сочи; 2006: 394–401.
7. Архипова Е.Н. Оптимизация методов исследования заболеваний слезоотводящих путей. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2014.
8. Школьник С.В. Современные подходы к диагностике и лечению слезоотводящего тракта. *Практическая медицина*. 2012; 2 (4): 173–6.
9. Jiang M., Zhang S., Li Z., Zhou S., Ji R. Applied anatomy of anterior ethmoid relevant to endoscopic transnasal dacryocystorhinostomy. *J. Clin. Otorhinolaryngol.* 1999; 13 (11): 497–8.
10. Fayet B., Racy E., Assouline M., Zerbib M. Surgical anatomy of the lacrimal fossa a prospective computed tomodensitometry scan analysis. *Ophthalmology*. 2005; 112 (6): 1119–28.
11. Woo K.I., Maeng H.S., Kim Y.D. Characteristics of intranasal structures for endonasal dacryocystorhinostomy in asians. *Am. J. Ophthalmol.* 2011; 152 (3): 491–8. e1. DOI: 10.1016/j.ajo.2011.02.019.
12. Wormald P.J., Kew J., Van Haselt A. Intranasal anatomy of the nasolacrimal sac in endoscopic dacryocystorhinostomy. *Otolaryngol. Head Neck. Surg.* 2000; 123 (3): 307–10.
13. Ободов В.А., Агеев А.Н., Шляхтов М.И. Возможности виртуальной эндоскопии носовой полости в планировании технологий эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2012; 12 (148): 148–50.
14. Ободов В.А. Видеоэндоскопические технологии лечения дакриоциститов: Материалы 5-й Евро-Азиатской конференции по офтальмохирургии. Екатеринбург; 2009: 222–4.
15. Ободов В.А., Уоскин М.С., Шляхтов М.И. Стандарт медицинской помощи больным с дакриоциститами. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2011; 14 (133): 281–4.

16. Ободов В.А. Травматические дакриоциститы и облитерации слезоотводящих путей: Практическое руководство. М.: Офтальмология; 2015.
17. Соболев Б.В., Борисова Л.В., Ивановкина Т.А., Пешкоев И.М. Практикум по статистике в Excel. Ростов-на-Дону: Феникс; 2010.
5. Bokshteyn F.S. Endonasal surgery. Moscow; 1956 (in Russian).
6. Pomukhin D.V., Kuznetsov V.I., Tyukin Yu.V. Transnasal transcanalicular laser-supported dacryocystorhinostomy. Proc. 2nd Sc.-Pract. Conf. of Otolaryngologists of South Federal District. Krasnodar–Sochi; 2006: 394–401 (in Russian).
7. Arkhipova E.N. Optimization of lacrimal tract diagnostic methods. PhD. med. sci. Theses of Diss. Moscow; 2014 (in Russian).
8. Shkol'nik S.V. Modern trends in diagnosis and treatment of lacrimal tract diseases. *Prakticheskaya medicina*. 2012; 2 (4): 173–6 (in Russian).
9. Jiang M., Zhang S., Li Z., Zhou S., Ji R. Applied anatomy of anterior ethmoid relevant to endoscopic transnasal dacryocystorhinostomy. *J. Clin. Otorhinolaryngol.* 1999; 13 (11): 497–8.
10. Fayet B., Racy E., Assouline M., Zerbib M. Surgical anatomy of the lacrimal fossa a prospective computed tomodensitometry scan analysis. *Ophthalmology*. 2005; 112 (6): 1119–28.
11. Woo K.I., Maeng H.S., Kim Y.D. Characteristics of intranasal structures for endonasal dacryocystorhinostomy in asians. *Am. J. Ophthalmol.* 2011; 152 (3): 491–8. e1. DOI: 10.1016/j.ajo.2011.02.019.
12. Wormald P.J., Kew J., Van Haselt A. Intranasal anatomy of the nasolacrimal sac in endoscopic dacryocystorhinostomy. *Otolaryngol. Head Neck. Surg.* 2000; 123 (3): 307–10.
13. Obodov V.A., Ageev A.N., Shlyakhov M.I. Feasibility of nasal virtual endoscopy in planning of endonasal endoscopic dacryocystostomy technologies. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2012; 12 (148): 148–50 (in Russian).
14. Obodov V.A. Videoendoscopic technologies in the treatment of dacryocystitis. Proc. 5th Euro-Asian Conf. of Ophthalmology. Ekaterinburg; 2009: 222–4 (in Russian).
15. Obodov V.A., Usoskin M.S., Shlyakhov M.I. Standard of medical care in patients with dacryocystitis. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011; 14 (133): 281–4 (in Russian).
16. Obodov V.A. Traumatic dacryocystitis and obliteration of lacrimal tract: Practical guide. Moscow: Oftal'mologiya; 2015 (in Russian).
17. Sobol' B.V., Borisova L.V., Ivanochkina T.A., Peshkoev I.M. Excel statistics workshop. Rostov-na-Donu: Feniks; 2010 (in Russian).

References

Поступила 13.08.2015
Принята к печати 22.09.2015

Применение фазово-контрастной магнитно-резонансной томографии в количественной оценке ликвородинамики у пациентов с сообщающейся гидроцефалией

О.Б. Богомякова¹, врач-рентгенолог, мл. науч. сотр.;

Ю.А. Станкевич¹, врач-рентгенолог, мл. науч. сотр.;

Н.А. Месропян^{1, 2}, студентка;

Л.А. Шрайбман¹, врач-рентгенолог, мл. науч. сотр.;

А.А. Тулупов^{1, 2}, д. м. н., гл. науч. сотр. МТЦ, зам. декана медицинского факультета, зам. директора Центра постдипломного медицинского образования, доцент кафедры фундаментальной медицины ННИГУ

¹ ФГБУН Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук,

ул. Институтская, 3а, Новосибирск, 630090, Российская Федерация;

² ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», ул. Пирогова, 2, Новосибирск, 630090, Российская Федерация

Use of phase-contrast magnetic resonance imaging to quantify cerebrospinal fluid dynamics in patients with communicating hydrocephalus

O.B. Bogomyakova¹, Radiologist, Junior Research Associate;

Yu.A. Stankevich¹, Radiologist, Junior Research Associate;

N.A. Mesropyan^{1, 2}, Student;

L.A. Shraybman¹, Radiologist, Junior Research Associate;

A.A. Tulupov^{1, 2}, MD, PhD, DSc, Chief Research Associate of ITC, Deputy Dean of the Faculty of Medicine, Deputy Director of the Center of Postgraduate Medical Education, Associate Professor of Chair of Fundamental Medicine of NSU

¹ Institute International Tomography Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. Institutskaya, 3a, Novosibirsk, 630090, Russian Federation;

² Novosibirsk State University, ul. Pirogova, 2, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

Цель исследования – определить различия скоростных параметров потока ликвора у пациентов с разной степенью выраженности сообщающейся гидроцефалии (СГ) по сравнению с группой здоровых добровольцев без гидродинамических расстройств.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 27 пациентов с СГ (17 пациентов с индексом Эванса 0,31 и 10 пациентов с индексом Эванса 0,46) и 62 здоровых добровольца. Были определены средняя, объемная и пиковая скорости потока на различных интракраниальных уровнях.

Результаты. Анализ различий между средними значениями показал, что у пациентов с СГ наблюдается прогрессирующее нарушение оттока спинномозговой жидкости из полости черепа, зависящее от степени выраженности расширения желудочковой системы и, вероятно, связанное с нарушением его обратного всасывания. Эти изменения могут объяснять клинические симптомы, имеющиеся у пациентов, а также служить диагностическими критериями.

Заключение. Исследование показало возможности использования фазово-контрастной магнитно-резонансной томографии в оценке количественных параметров потока ликвора в условиях нормы и у пациентов с разной степенью выраженности

Objective: to determine differences in cerebrospinal fluid (CSF) flow velocities in patients with varying degrees of communicating hydrocephalus (CH) versus a group of healthy volunteers without hydrodynamic disorders.

Material and methods. The investigation enrolled 27 CH patients (17 and 10 patients with an Evans index of 0.31 and 0.46, respectively) and 62 healthy volunteers. Average, volumetric, and peak flow velocities were determined at different intracranial levels.

Results. Analysis of differences between the mean values indicated that the patients with CH were observed to have progressive cranial cavity CSF outflow obstruction that depended on the degree of dilation of the ventricular system and, probably, on impaired CSF reabsorption. These changes can provide an explanation for the clinical symptoms present in the patients and also serve as diagnostic criteria.

Conclusion. The investigation showed that phase-contrast magnetic resonance imaging might be used to estimate the quantitative indicators of CSF in health and in varying degrees of CH.

The velocity characteristics of antegrade and retrograde CSF flows are significantly different in health and in disease, which may

сообщающейся гидроцефалии. Скоростные характеристики антеградного и ретроградного потоков ликвора достоверно отличаются в условиях нормы и патологии, что может быть актуально для неврологов и нейрохирургов при планировании терапевтического и хирургического лечения.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография; центральная нервная система; цереброспинальная жидкость; сообщающаяся гидроцефалия.

Для цитирования: Богомякова О.Б., Станкевич Ю.А., Месропян Н.А., Шрайбман Л.А., Тулупов А.А. Применение фазово-контрастной магнитно-резонансной томографии в количественной оценке ликвородинамики у пациентов с сообщающейся гидроцефалией. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2016; 97 (1): 20–27. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-20-27

Для корреспонденции: Богомякова Ольга Борисовна; E-mail: bogom_o@tomo.nsc.ru

be relevant to neurologists and neurosurgeons when planning therapy and surgery options.

Index terms: magnetic resonance imaging; central nervous system; cerebrospinal fluid; communicating hydrocephalus.

For citation: Bogomyakova O.B., Stankevich Yu.A., Mesropyan N.A., Shraybman L.A., Tulupov A.A. Use of phase-contrast magnetic resonance imaging to quantify cerebrospinal fluid dynamics in patients with communicating hydrocephalus. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Journal of Roentgenology and Radiology, Russian journal)*. 2016; 97 (1): 20–27 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-20-27

For correspondence: Olga B. Bogomyakova; E-mail: bogom_o@tomo.nsc.ru

Information about authors:

Bogomyakova O.B., <http://orcid.org/0000-0002-8880-100X>

Stankevich Yu.A., <http://orcid.org/0000-0002-7959-5160>

Mesropyan N.A., <http://orcid.org/0000-0002-5871-3965>

Tulupov A.A., <http://orcid.org/0000-0002-1277-4113>

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

Funding. The study was supported by Grant of the Russian Science Foundation (project № 14-35-00020).

Received 07 December 2015

Accepted 31 December 2015

Введение

Гидроцефалия – это избыточное накопление спинномозговой жидкости в ликворных пространствах головного мозга, возникающее в результате дисбаланса ее продукции и резорбции, которое может приводить к структурному повреждению ткани головного мозга.

Большая часть исследований в области гидроцефалии направлена на изучение нормотензивной гидроцефалии (НТГ). Эта форма была впервые описана S. Nakim [1] в 1964 г. НТГ характеризуется как гидроцефалия у пожилых пациентов (средний возраст 70–75 лет) с клинической триадой: нарушение походки, слабоумие и недержание мочи. Описания клинических случаев посвящены преимущественно пациентам с идиопатической НТГ (то есть без известной причины), такой как субарахноидальное кровоизлияние или менингит [2].

Однако при этой патологии уже присутствует выраженная клиническая симптоматика, а сама нормотензивная гидроцефалия является вариантом сообщающейся гидроцефалии. Поэтому основным направлением нашей работы было изучение изменения скоростных параметров ликвородинамики у пациентов с раз-

ной степенью выраженности гидроцефалии, чтобы в дальнейшем определить диагностические критерии и, вероятно, прогностические факторы, при которых можно предположить прогрессирование расстройств ликвороциркуляции и развитие или ухудшение клинической симптоматики.

Также необходимо более четкое понимание количественных аспектов расстройства гидродинамики цереброспинальной жидкости и его структурных корреляторов, чтобы более точно разобраться с номенклатурой гидроцефалии (в том числе и нормотензивной), улучшить точность диагностики и адаптировать лечение в зависимости от степени гидродинамических расстройств [3–6].

Несмотря на то что за последние десятилетия существенно расширились наши познания о спинномозговой жидкости, есть еще не до конца выясненные вопросы физиологии и патологии ликвородинамики. Большинство диагностических методов сопряжено с определенными техническими сложностями, поэтому до сих пор остаются вопросы, касающиеся надежности диагностики пациентов с нарушениями движения ликвора. Кроме того, поскольку гидродинамические проблемы оцениваются и анали-

зируются преимущественно в статическом режиме, это создает определенные сложности для улучшения диагностики и лечения.

Именно поэтому целью нашей работы стало изучение количественных характеристик ликвородинамики в области головы и шеи у пациентов с разной степенью выраженности сообщающейся гидроцефалии с использованием МРТ-методики количественной оценки движения ликвора (Quantitative Flow).

Материал и методы

С целью изучения динамических характеристик движения ликвора, а также для оценки морфометрических параметров ликворосодержащих пространств в области головы и шеи была проведена МРТ у 89 человек. Все пациенты разделены на две группы: здоровые испытуемые – 62 человека (без неврологических нарушений в анамнезе и неврологическом статусе, без МР-признаков нарушения церебральной гемодинамики и ликвороциркуляции, а также без МР-данных объемного или очагового поражения тканей головного мозга) и пациенты с сообщающейся гидроцефалией (СПЦФ) – 27 человек. Критерием отбора являлось наличие внутренней неокклюзионной

гидроцефалии разной степени выраженности. Ориентиром для отбора пациентов в данную группу были увеличенные размеры желудочковой системы: III желудочек больше 6 мм (поперечный размер), ширина тел боковых желудочков больше 10 мм, ширина задних рогов боковых желудочков больше 10 мм. Для оценки степени выраженности гидроцефалии у всех пациентов определяли переднероговой индекс Эванса: отношение максимального расстояния между наружными стенками передних рогов боковых желудочков к максимальному битемпоральному диаметру черепа (рис. 1) [7]. Нормальным значением считается индекс до 0,29–0,30; индекс в группе пациентов был больше 0,31. Возраст всех обследуемых варьировал от 15 до 63 лет (средний возраст в группе контроля составил $33,31 \pm 3,16$ года, в группе пациентов – $37,29 \pm 5,02$ года). Во всех случаях исследование начинали с рутинной МРТ головы и области шеи, а затем переходили к эксперименту.

Процедура обследования здоровых лиц с целью получения необходимого материала всегда начиналась с беседы, в ходе которой волонтер подробно знакомился с предстоящей ему программой обследования и значимостью полученных результатов. Привлечение к обследованию проводилось в строгом соответствии с международными требованиями, которые включают в себя информированность обследуемого, его согласие на проведение обследования в полном объеме и обеспечение конфиденциальности. Все исследования соответствовали этическим стандартам, разработанным на основании Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правил клинической практики в Российской Федерации»,



Рис. 1. Индекс Эванса (желудочковый индекс) – отношение максимального расстояния между наружными стенками передних рогов боковых желудочков (А) и максимальным битемпоральным диаметром черепа (Б)

утвержденных Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Кроме того, исследования проводились под контролем локального этического комитета ФГБУН Института «Международный томографический центр» СО РАН.

Работа выполнялась на МР-томографе Achieva (Philips) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Изначально проводилось рутинное обследование, которое включало стандартные T1- и T2-взвешенные изображения (ВИ), методику с подавлением сигнала от свободной жидкости (FLAIR), бесконтрастные МР-миелографию и ангиографию. Далее выполняли пять последовательностей фазово-контрастной МРТ (ФК-МРТ) для пяти различных уровней. Параметры методики: толщина среза – 4 мм, кодирующий коэффициент скорости потока – 15 см/с – для уровня Сильвиева водопровода и межножковой цистерны, 5 см/с – для IV желудочка и предмостовой цистерны, 10 см/с – для отверстия Мажанди и мозжечково-мозговой цистерны, субарахноидального пространства (САП) большого затылочного отверстия (БЗО) и шейного уровня (на уровне C2-C3); время сканирования

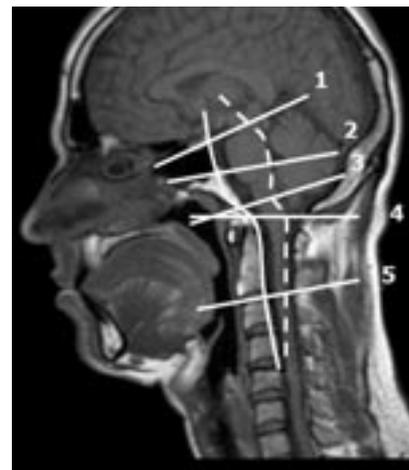


Рис. 2. Ориентация срезов при исследовании ликворотока: 1 – Сильвиев водопровод и межножковая цистерна, 2 – IV желудочек и предмостовая цистерна, 3 – отверстие Мажанди и мозжечково-мозговая цистерна, 4 – переднее и заднее субарахноидальные пространства большого затылочного отверстия, 5 – переднее и заднее субарахноидальные пространства шейного уровня. Условное деление на две топографические системы ликворных пространств: внутреннюю (сплошная линия) и наружную (пунктирная линия)

для одного уровня – 2 мин 47 с. Оценивались средние для одного сердечного цикла объемная, средняя и пиковая скорости потока на уровне Сильвиева водопровода и межножковой цистерны, IV желудочка мозга и предмостовой цистерны, отверстия Мажанди и мозжечково-мозговой цистерны, передних и задних отделов субарахноидального пространства большого затылочного отверстия и шейного уровня (C2-C3). Срезы для получения скоростных изображений располагались перпендикулярно току ликвора по ходу выбранной структуры на сагиттальном T1-ВИ (рис. 2).

Обработка полученной информации на рабочей станции включала обведение срезов полученных структур по границе зон с гипо- и гиперинтенсивным сигналом (пульсирующий ликвор) с созданием неправильной геометрической фигуры (ROI), а также последующий автоматический

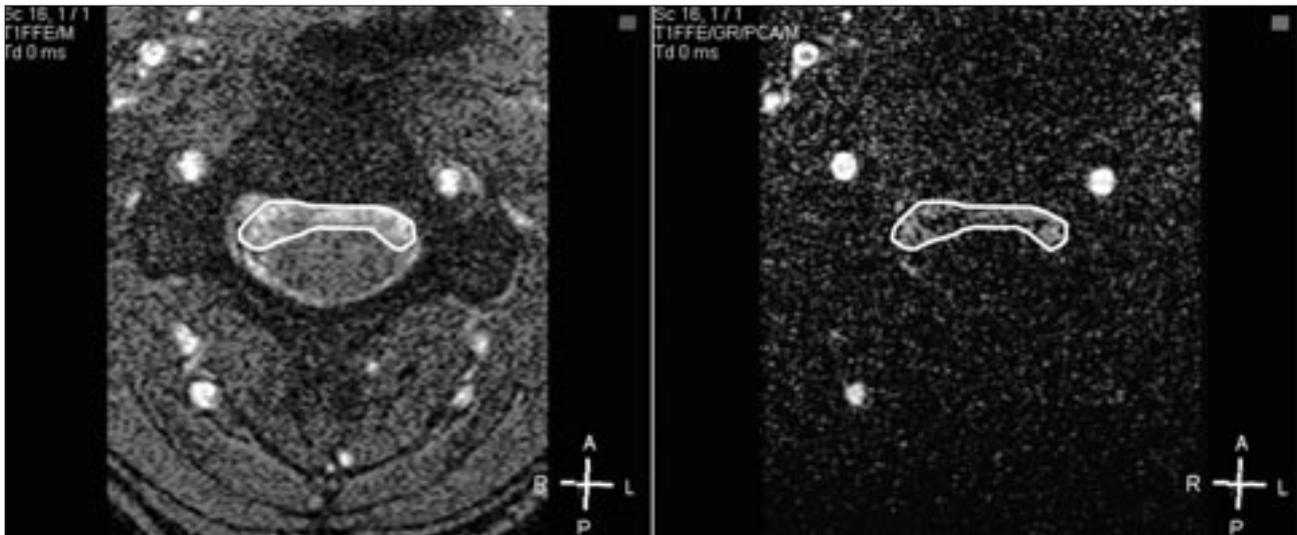


Рис. 3. Ручное обведение контуров исследуемых структур по границе зон с гипо- и гиперинтенсивным сигналом (пульсирующий ликвор) с созданием неправильной геометрической фигуры (ROI)

кий перенос геометрии (с помощью специальной опции переноса геометрии в программе пост-обработки данных на рабочей станции) на каждую из оставшихся 14 фаз сердечного цикла. Учитывая вариабельность поперечного сечения исследуемых структур в разные фазы сердечного цикла, обведение контуров ликвородинамически значимого просвета в некоторых случаях проводилось вручную для каждой из фаз (рис. 3).

При обработке данных рассчитывали среднее значение, доверительный интервал для каждого показателя. С использованием t-критерия Стьюдента были проведены сравнение параметров антеградного и ретроградного потоков ликвора, а также комплексный анализ параметров ликвородинамики в условиях нормы и патологии [8].

Результаты

Для более детальной оценки результатов средние значения характеристик движения потока ликвора были разделены на две топографические группы (см. рис. 2):

1) задняя (внутренняя) система – Сильвиев водопровод, IV желудочек, отверстие Мажанди, заднее субарахноидальное

пространство большого затылочного отверстия и шейной области (уровень С2-С3);

2) передняя (наружная) система – межжожковая, предмостовая, мозжечково-мозговая цистерны, переднее субарахноидальное пространство области большого затылочного отверстия и уровня С2-С3 (как отражение эвакуации ликвора из полостей головного мозга в подбололочные пространства спинного мозга).

Пациенты группы СГ были разделены на две подгруппы: с умеренной гидроцефалией (17 человек) – индекс Эванса составил $0,31 \pm 0,01$, и выраженной гидроцефалией (10 человек) – индекс Эванса составил $0,46 \pm 0,05$. При этом у всех пациентов отмечалось увеличение желудочковой системы, а также увеличение передне-заднего размеров Сильвиева водопровода и отверстия Мажанди, предмостовой и мозжечково-мозговой цистерн по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$). Основными клиническими проявлениями у пациентов с умеренной гидроцефалией были головные боли, снижение интеллектуальных функций, концентрации внимания, нарушение координации. У пациентов с выраженной гидроцефалией чаще

встречались жалобы на нарушение походки, двоение в глазах, расстройства функции мочевого пузыря и более глубокое снижение интеллектуальных функций. Коэффициент корреляции Спирмена (r) составил 0,52 при $p < 0,01$, что соответствует прямой корреляции умеренной силы между двумя наборами данных (степенью расширения желудочковой системы и выраженностью клинических проявлений).

Фазово-контрастная МРТ показала наличие потока ликвора на исследуемых уровнях в виде гипер- и гипоинтенсивного пульсирующего сигнала в выбранной области интереса.

Антеградный поток ликвора определялся в виде отрицательных значений (краниокаудальный поток), ретроградный поток определялся в виде положительных значений (каудокраниальный поток).

Для внутренней системы ликворных пространств существенных различий найдено не было, полученные результаты представлены в виде сводной таблицы с указанием средних значений и доверительного интервала.

Наиболее достоверные различия параметров ликвородинамики были найдены для наружной системы ликворных пространств,

Средние значения линейной и объемной скоростей антеградного и ретроградного потока (АП, РП) ликвора во внутренней системе ликворных пространств у пациентов с умеренной и выраженной СГЦФ по сравнению с группой контроля

Показатель	Сильвиев водопровод		IV желудочек		Отверстие Мажанди		БЗО (заднее САП)		Уровень С2-С3 (заднее САП)	
	АП	РП	АП	РП	АП	РП	АП	РП	АП	РП
Линейная скорость, см/с										
группа контроля	-1,50±0,18	1,44±0,19	-0,11±0,06	0,05±0,06	-0,47±0,09	0,33±0,07	-0,18±0,05	0,08±0,04	-0,48±0,12	0,32±0,08
умеренная СГЦФ	-1,53±0,32	1,62±0,31	-0,04±0,01	0,02±0,01	-0,45±0,11	0,33±0,08	-0,08±0,04	0,06±0,03	-0,39±0,21	0,22±0,11
выраженная СГЦФ	-1,61±0,68	1,35±0,55	-0,07±0,05	0,07±0,09	-0,54±0,33	0,62±0,46	-0,12±0,07	0,07±0,05	-0,49±0,38	0,24±0,17
Объемная скорость, мл/с										
группа контроля	-0,10±0,01	0,06±0,01	-0,05±0,02	0,01±0,01	-0,07±0,02	0,02±0,01	-0,25±0,06	0,11±0,04	-0,25±0,06	0,15±0,05
умеренная СГЦФ	-0,09±0,04	0,10±0,03	-0,05±0,03	0,02±0,01	-0,06±0,02	0,05±0,03	-0,16±0,08	0,12±0,06	-0,22±0,12	0,12±0,07
выраженная СГЦФ	-0,14±0,06	0,11±0,06	-0,10±0,08	0,11±0,15	-0,18±0,11	0,20±0,14	-0,19±0,11	0,12±0,09	-0,28±0,21	0,14±0,09

результаты представлены в виде комплексных графических изображений динамического изменения параметров ликвородинамики на исследуемых уровнях в условиях нормы, умеренной и выраженной СГЦФ, с указанием достоверности различий между средними значениями скоростных параметров групп контроля и исследования (рис. 4–7).

Обсуждение

Во внутренней системе ликворных пространств достоверные различия были найдены

только на отдельных уровнях (см. таблицу). Так, в группе пациентов с умеренной СГЦФ отмечалось умеренное увеличение объемной скорости потока на уровне отверстия Мажанди и Сильвиева водопровода ($p < 0,05$). А у пациентов с выраженной СГЦФ отмечалось увеличение средней и объемной скоростей на уровне Сильвиева водопровода, IV желудочка и отверстия Мажанди ($p < 0,05$). Такие результаты можно объяснить тем, что данная система является достаточно мономорфной, состоит из

трубчатых структур и имеет стабильные анатомо-топографические параметры в популяции, поэтому в последнюю очередь подвержена каким-либо изменениям при патологии [9, 10]. Для пиковой скорости потока достоверных различий не было найдено.

При анализе полученных данных в наружной системе отмечается симметричное плавное увеличение линейной и объемной скоростей потока по направлению к выходу из полости черепа, с наиболее высокими значениями на уровне мозжечково-мозговой

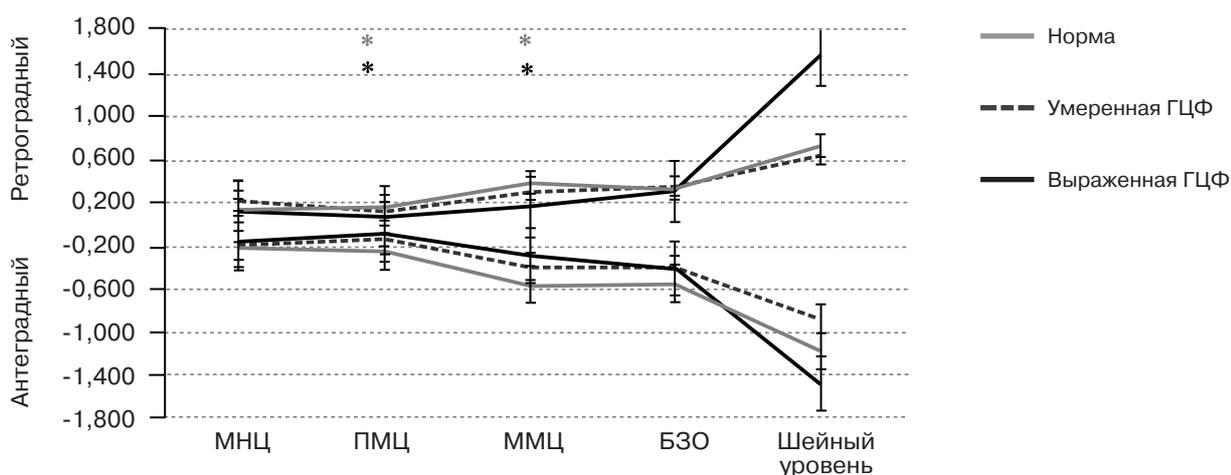


Рис. 4. Характер изменения линейной скорости (см/с) потока ликвора в системе межножковая цистерна (МНЦ) – предмостовая цистерна (ПМЦ) – мозжечково-мозговая цистерна (ММЦ) – переднее субарахноидальное пространство большого затылочного отверстия (БЗО) – уровень С2-С3 в условиях нормы и у пациентов с умеренной (достоверность различий с группой контроля – серые звездочки) и выраженной (достоверность различий – черные звездочки) сообщающейся гидроцефалией.

* $p < 0,05$

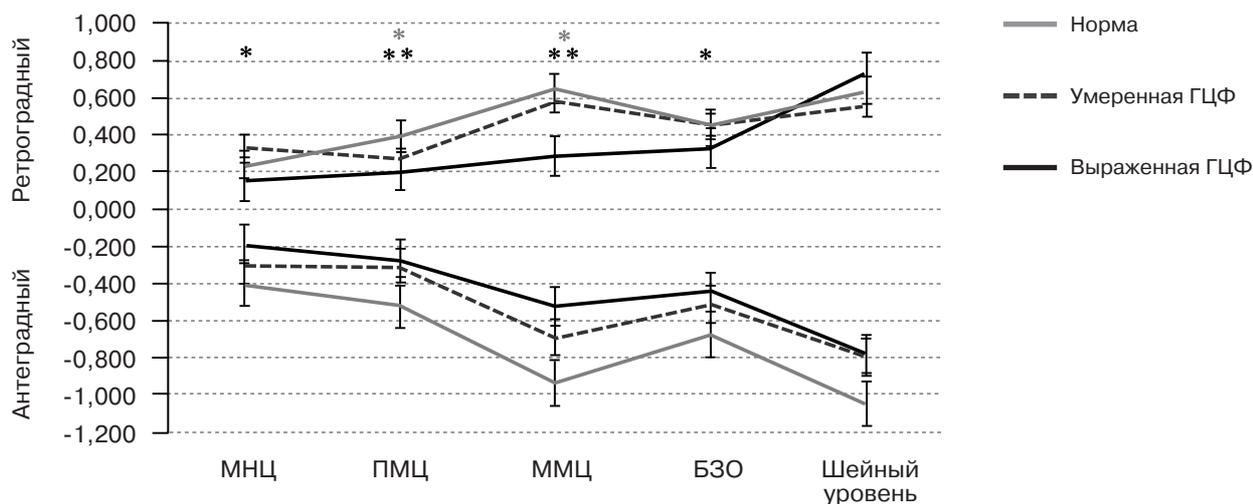


Рис. 5. Характер изменения объемной скорости (мл/с) потока ликвора в системе МНЦ – ПМЦ – ММЦ – переднее субарахноидальное пространство БЗО – уровень С2-С3 в условиях нормы и у пациентов с умеренной (достоверность различий с группой контроля – серые звездочки) и выраженной (достоверность различий – черные звездочки) сообщающейся гидроцефалией.
* $p < 0,05$. ** $p < 0,01$

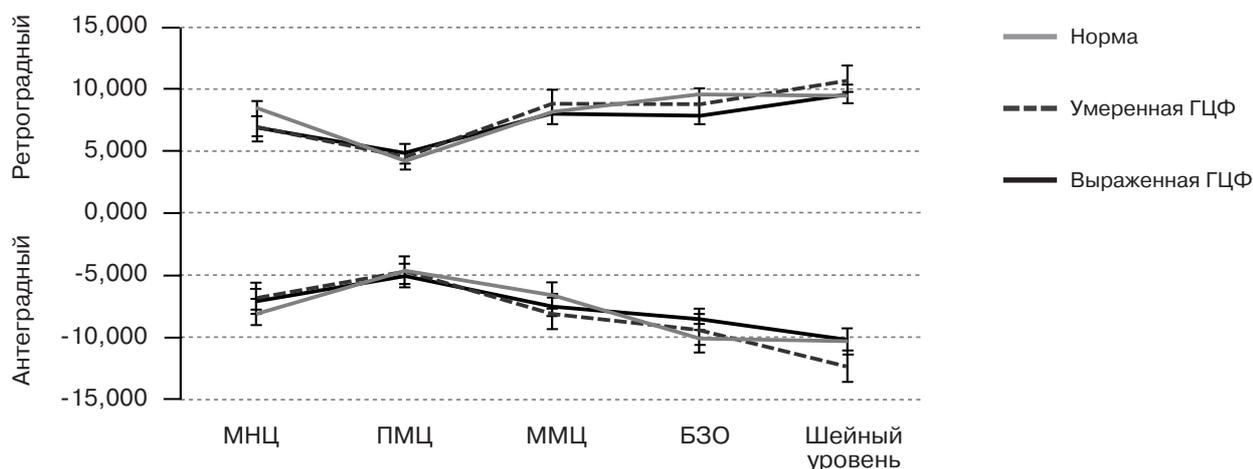


Рис. 6. Характер изменения пиковой скорости (см/с) потока ликвора в системе МНЦ – ПМЦ – ММЦ – переднее субарахноидальное пространство БЗО – уровень С2-С3 в условиях нормы и у пациентов с умеренной и выраженной сообщающейся гидроцефалией

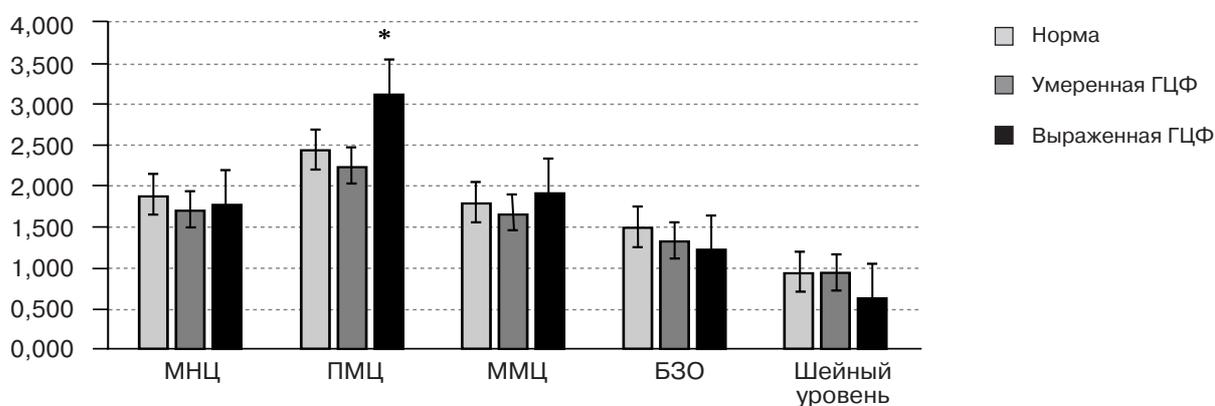


Рис. 7. Характер изменения площади поперечного сечения (см²) ликворотока в системе МНЦ – ПМЦ – ММЦ – переднее субарахноидальное пространство БЗО – уровень С2-С3 в условиях нормы и у пациентов с умеренной и выраженной сообщающейся гидроцефалией.
* $p < 0,05$

цистерны и максимальными – на шейном уровне (при этом не отмечается значимых закономерностей и связи с различием в площади просвета ликворосодержащих структур). Пиковая скорость также преимущественно увеличивается от уровня базальных цистерн к шейному уровню.

Различий между значениями антеградного и ретроградного потоков найдено не было, что можно связать с достаточно широким просветом базальных цистерн, позволяющим ликвору активно пульсировать внутри них в обоих направлениях, но с высокими показателями как антеградного, так и ретроградного потока.

При оценке достоверности различий между группами контроля и исследования наиболее достоверные различия определялись в наружной системе ликворных пространств (см. рис. 4–7). У пациентов с умеренной СГЦФ отмечается снижение линейной и объемной скорости потока ликвора преимущественно на уровне предмостовой и мозжечково-мозговой цистерн ($p < 0,05$). У пациентов с выраженной ГЦФ отмечалось снижение скоростных параметров (линейной и объемной скорости потока) на уровне предмостовой, мозжечково-мозговой цистерн, в переднем субарахноидальном пространстве БЗО ($p < 0,01$), а также объемной скорости на уровне межжировой цистерны ($p < 0,05$). При этом отдельно было выполнено сравнение скоростных параметров между подгруппами пациентов с умеренной и выраженной СГЦФ. Были получены достоверные различия для линейной и объемной скорости потока на уровне предмостовой и мозжечково-мозговой цистерн ($p < 0,05$). Таким образом, можно отметить прогрессирующее снижение линейной и объемной скорости потока, зависящее от степени выраженности гидроцефалии.

Полученные в ходе исследования данные можно связать

с прогрессирующим уменьшением реабсорбции ликвора в венозную систему через пахионовы грануляции, а также капилляры субарахноидальных пространств на фоне преимущественно незначительного расширения базальных цистерн. Постепенно снижающееся обратное всасывание приводит к замедлению эвакуации ликвора из полости черепа и, соответственно, к его скоплению в желудочковой системе. Увеличенные желудочки сдавливают окружающую мозговую ткань, что приводит к усугублению клинических проявлений и прогрессирующему снижению трудоспособности. Полученные данные могут помочь клиницистам в оценке компенсаторных способностей мозговой ткани и прогноза дальнейшего развития патологических изменений. При развитии расстройств ликворциркуляции желудочковая система реагирует позднее (на растяжение желудочков требуется время), однако скоростные характеристики потока ликвора изменяются раньше. Поэтому на основании полученных данных можно определять уровень компенсаторных возможностей. Если у пациента (особенно детского возраста) имеется умеренное расширение желудочковой системы, однако присутствует значительное снижение линейной и объемной скорости потока в области базальных цистерн головного мозга или БЗО (можно предполагать суб- и декомпенсацию процессов внутричерепного соответствия), то требуется особое внимание в связи с высокой вероятностью увеличения степени выраженности изменений. Соответственно, такие пациенты нуждаются в более серьезном терапевтическом лечении и являются потенциальными претендентами на шунтирование.

Заключение

Проведенное исследование иллюстрирует возможности использования ФК-МРТ в оценке

количественных параметров потока ликвора в условиях нормы и у пациентов с разной степенью выраженности сообщающейся гидроцефалии. Методика позволяет комплексно подходить к основам патофизиологии, свидетельствует о неоднородности потока на протяжении ликворосодержащей системы и важности перпендикулярного вектора потока ликвора (вносящего основной вклад в суммарный поток). Было обнаружено, что скоростные характеристики антеградного и ретроградного потоков ликвора достоверно отличаются в условиях нормы и патологии, что может быть актуально для неврологов и нейрохирургов при планировании терапевтического и хирургического лечения.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Финансирование

Исследование было поддержано грантом Российского научного фонда (проект № 14-35-00020).

Литература

1. Hakim S. Some observations on CSF pressure: Hydrocephalic syndrome in adults with «Normal» CSF pressure-recognition of a new syndrome: Javeriana University School of Medicine. 1964; Bogotá, Columbia.
2. Bradley W.G., Safara F.G., Hurtado C., Orda J., Alksneb J.F. Increased intracranial volume: A clue to the etiology of idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *Am. J. Neuroradiol.* 2004; 25: 1479–84.
3. Johnston I., Teo Ch. Disorders of CSF hydrodynamics. *Childs Nervous System.* 2000; 16: 776–99.
4. McQuarrie I.G., Saint-Louis L., Scherer P.B. Treatment of normal pressure hydrocephalus with low versus medium pressure cerebrospinal fluid shunts. *Neurosurgery.* 1984; 15: 484–8.
5. Jeffreys R.V., Wood M.M. Adult non-tumourous dementia and

hydrocephalus. *Acta Neurochir.* 1978; 45: 103–14.

6. Пашкова А.А. Магнитно-резонансная томография в качественной и количественной оценке ликвородинамики и состояния головного мозга у больных с гидроцефалией. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург; 2014.
7. Matsumae M., Kikinis R., Morocz I., Lorenzo A.V. Intracranial compartment volumes in patients with enlarged ventricles assessed by magnetic resonance-based image processing. *J. Neurosurg.* 1996; 84 (6): 972–81.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие. 4-е изд. М.: Высшая школа; 1990.
9. Huang T.Y., Chung H.W., Chen M.Y., Giiang L.H., Chin S.C., Lee C.S. et al. Supratentorial cerebrospinal fluid production rate in healthy adults: quantification with two-dimensional cine phase-contrast MR Imaging with high temporal and spatial resolution. *Radiology.* 2004; 233: 603–8.
10. Nitz W.R., Bradley W.J., Watanaabe A.S., Lee R.R., Burgoyne B., O'Sullivan R.M. et al. Flow dynamics of cerebrospinal fluid: assessment with phase-contrast velocity

MR imaging performed with retrospective cardiac gating. *Radiology.* 1992; 183: 395–405.

References

1. Hakim S. Some observations on CSF pressure: Hydrocephalic syndrome in adults with «Normal» CSF pressure-recognition of a new syndrome: Javeriana University School of Medicine. 1964; Bogotá, Columbia.
2. Bradley W.G., Safara F.G., Hurtadoa C., Orda J., Alksneb J.F. Increased intracranial volume: A clue to the etiology of idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *Am. J. Neuroradiol.* 2004; 25: 1479–84.
3. Johnston I., Teo Ch. Disorders of CSF hydrodynamics. *Childs Nervous System.* 2000; 16: 776–99.
4. McQuarrie I.G., Saint-Louis L., Scherer P.B. Treatment of normal pressure hydrocephalus with low versus medium pressure cerebrospinal fluid shunts. *Neurosurgery.* 1984; 15: 484–8.
5. Jeffreys R.V., Wood M.M. Adult non-tumourous dementia and hydrocephalus. *Acta Neurochir.* 1978; 45: 103–14.
6. Pashkova A.A. Magnetic resonance imaging in the qualitative and quantitative evaluation of cerebrospinal fluid dynamics and the state of the brain in patients with hydrocephalus. MD, PhD sci. Theses of Diss. St. Petersburg; 2014 (in Russian).
7. Matsumae M., Kikinis R., Morocz I., Lorenzo A.V. Intracranial compartment volumes in patients with enlarged ventricles assessed by magnetic resonance-based image processing. *J. Neurosurg.* 1996; 84 (6): 972–81.
8. Lakin G.F. Биометрия. 4th edn. Moscow: Vysshaya shkola; 1990 (in Russian).
9. Huang T.Y., Chung H.W., Chen M.Y., Giiang L.H., Chin S.C., Lee C.S. et al. Supratentorial cerebrospinal fluid production rate in healthy adults: quantification with two-dimensional cine phase-contrast MR Imaging with high temporal and spatial resolution. *Radiology.* 2004; 233: 603–8.
10. Nitz W.R., Bradley W.J., Watanaabe A.S., Lee R.R., Burgoyne B., O'Sullivan R.M. et al. Flow dynamics of cerebrospinal fluid: assessment with phase-contrast velocity MR imaging performed with retrospective cardiac gating. *Radiology.* 1992; 183: 395–405.

Поступила 07.12.2015
Принята к печати 31.12.2015

Comparison of Radiological Assessments Patellar Resurfacing with Retention for Grade IV Osteoarthritis in Patellofemoral Joint accomplished Total Knee Arthroplasty

K.E. Eshnazarov, MD;
Jong-Keun Seon, MD, PhD, Associate Professor;
Eun-Kyoo Song, MD, PhD, Professor

Chonnam National University Hwasun Hospital,
322 Seoyang-ro Hwasun-eup, Hwasun-gun Jeonnam, Korea, 58128

Рентгенологическая оценка послеоперационных изменений у пациентов с остеоартрозом пателлофemorального сустава IV степени, перенесших тотальную артропластику коленного сустава с эндопротезированием суставной поверхности надколенника или без него

K.E. Eshnazarov, MD;
Jong-Keun Seon, MD, PhD, Associate Professor;
Eun-Kyoo Song, MD, PhD, Professor

Chonnam National University Hwasun Hospital,
322 Seoyang-ro Hwasun-eup, Hwasun-gun Jeonnam, Korea, 58128

Introduction. The purpose of this prospective study was to compare radiological outcomes after total knee arthroplasty (TKA) with or without patellar resurfacing in patients with grade IV osteoarthritis on patellofemoral joint.

Material and methods. 123 cases with Kellgren–Lawrence grade IV osteoarthritis on patellofemoral joint were enrolled for this study. At the operating room, they were randomly assigned to undergo patella resurfacing (62 cases) or patella retention (61 cases). Among them, 114 cases that could be followed for more than 2 years were included in this study (resurfacing group; 59 cases, retention group; 55 cases). Preoperative and postoperative radiological outcomes (mechanical femorotibial angle, patellar tilt and congruence angles) were evaluated and compared between two groups.

Results. Preoperative radiological measures shows not significant difference between patellar tilt ($P = 0.13$), mechanical femorotibial angles ($P = 0.62$) and congruence angle ($P = 0.37$). Despite the difference performed methods of surgery, postoperative radiological assessment outcomes between two groups were almost identical Patellar tilt ($P = 0.47$), mechanical femorotibial angles ($P = 0.34$) and congruence angle ($P > 0.05$).

Conclusion. Obtained almost the same satisfactory radiological outcomes after patella resurfacing and retention groups after total knee replacement allows us to conclude that, primary TKA without patella resurfacing is a good treatment option in patients with high grade osteoarthritis of the patellofemoral joint.

Index terms: knee osteoarthritis; total knee arthroplasty; patella resurfacing; radiological assessment.

For citation: Eshnazarov K.E., Jong-Keun Seon, Eun-Kyoo Song. Comparison of Radiological Assessments Patellar Resurfacing with Retention for Grade IV Osteoarthritis in Patellofemoral Joint accomplished Total Knee Arthroplasty. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Journal of Roentgenology and Radiology, Russian journal)*. 2016; 97 (1): 28–32 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-28-32

For correspondence: Kamolhuja E. Eshnazarov; E-mail: kamolhuja77@mail.ru

Цель данного проспективного исследования – сравнение результатов, получаемых с помощью рентгенологического исследования у пациентов после тотальной артропластики коленного сустава (ТАКС) с эндопротезированием суставной поверхности надколенника или без него при остеоартрозе пателлофemorального сочленения IV ст.

Материал и методы. В исследование были включены 123 пациента с остеоартрозом пателлофemorального сустава IV ст. (по классификации Kellgren–Lawrence). В операционной пациенты были рандомизированы на две группы: оперативное вмешательство с эндопротезированием надколенника (62 случая) и с сохранением его суставной поверхности (61 случай). Из них 114 пациентов находились под наблюдением более 2 лет (с эндопротезированием надколенника – 59, с сохранением суставной поверхности надколенника – 55 человек). В двух группах оценивались и сравнивались до- и послеоперационные изменения, выявляемые при рентгенографии (механический феморотибиальный угол, угол наклона надколенника, угол конгруэнтности надколенника).

Результаты. При дооперационном рентгенологическом исследовании пациентов не было выявлено достоверных различий между группами по величине угла наклона надколенника ($p = 0,13$), феморотибиального угла ($p = 0,62$) и угла конгруэнтности надколенника ($p = 0,37$). Несмотря на различный хирургический подход, послеоперационная оценка данных параметров также не показала достоверных различий между группами ($p = 0,47$, $p = 0,34$ и $p > 0,05$ соответственно).

Заключение. Удовлетворительные результаты рентгенологического исследования как после операции тотальной артропластики коленного сустава с заменой суставной поверхности надколенника, так и без нее свидетельствуют о том, что первичная ТАКС без эндопротезирования надколенника является эффективным способом хирургического лечения пациентов с тяжелой степенью остеоартрита пателлофemorального сочленения.

Ключевые слова: остеоартрит коленного сустава; тотальная артропластика коленного сустава; эндопротезирование суставной поверхности надколенника; рентгенологическая оценка.

Information about authors:

Eshnazarov Kamolhuja, <http://orcid.org/0000-0002-2494-2436>

Jong-Keun Seon, <http://orcid.org/0000-0002-6920-5659>

Eun-Kyoo Song, <http://orcid.org/0000-0003-0765-8545>

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

Funding. The study had no sponsorship.

Received 18 October 2015
Accepted 14 December 2015

Для цитирования: Eshnazarov K.E., Jong-Keun Seon, Eun-Kyoo Song. Comparison of Radiological Assessments Patellar Resurfacing with Retention for Grade IV Osteoarthritis in Patellofemoral Joint accomplished Total Knee Arthroplasty. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Journal of Roentgenology and Radiology, Russian journal)*. 2016; 97 (1): 28–32 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-28-32

Для корреспонденции: Kamolhuja E. Eshnazarov; E-mail: kamolhuja77@mail.ru

Introduction

For several years, in the patients with knee osteoarthritis widely use total knee arthroplasty (TKA), because the destruction and degree of deterioration of the articular surface cartilage are more occurring [1, 2].

The equipment technologies, surgery techniques, results of treatment knee osteoarthritis improved during the last decade and reached the excellent clinical success of total knee replacement (TKR) but controversy remains concerning whether or not to resurface the patella [3–5].

By many authors have been conducted number of randomized controlled trials and clinical studies [4, 6]. Randomized controlled trials constitute the most reliable source of evidence for the evaluation of the efficacy of a potential intervention. But most of these studies include all degree of osteoarthritis of the patellofemoral joint [6]. And on the other hand numerous research were conducted to certain solves of the questions resurfacing or retention patellofemoral joint [7, 8, 10]. Despite radiological measures has higher informative value for TKR [11], not many authors were published materials studying patellar resurfacing problems in high degree osteoarthritis performing TKR.

The purpose of this prospective study was to compare radiological outcomes after TKA with or without patellar resurfacing in patients with grade IV osteoarthritis on patellofemoral joint. We enrolled only patients with Kellgren–Lawrence grade IV or International Cartilage Repair Society (ICRS) grade IV osteoarthritis on patellofemoral joint performed primary TKA.

Material and methods

To study our goal we have gathered all the materials of the patient with osteoarthritis grade IV on patellofemoral joint (Figure 1), undergoing TKA in Chonnam National University Hospital during the 2004–2013 years (123 cases). The patients assessed radiological outcomes were divided into two groups, 62 cases of patellar resurfacing and 61 cases of patella retention group. Among them, 114 cases that could be followed for more than 2 years were included in this study, 59 cases of resurfacing group and 55 cases of retention group.

In patellar resurfacing group were 59 knees of 42 patients which average age equal 66.3 year and in retention group 55 knees of 49 patients with average age were 65.6 year. For the comparison of preoperative radiological state of the patient we evaluated and compared outcomes regarding the mechanical femorotibial angles ($^{\circ}$, valgus), patellar tilt ($^{\circ}$) and congruence angle ($^{\circ}$) in both of group of patient (Figure 2). Intraoperatively individually was measured patellar

thickness for determination implant size. In patients almost were used patellar implants with 8.0–9.0 mm thickness.

All our patient were performed cemented primary TKA with a medial parapatellar approach, total 54 knees were operated using computer navigation E-motion technics. TKA accomplished with patellar resurfacing in the first group and patellar retention in second groups. When patellar retention was performed, osteophytes of the patella were removed and marginal electrocauterization was carried out. In 23 patients were performed TKA in both knees and 68 cases were only in one side. When surgery made in one of knees 38 cases were in right and 30 were in left side.

Postoperatively during the follow two years were taken roentgenography the operating knees and re-defined radiological outcomes (the mechanical femorotibial angles, patellar tilt and congruence angle) in both of group of patient (Figure 3).

Our authors objectively and widely researched each question

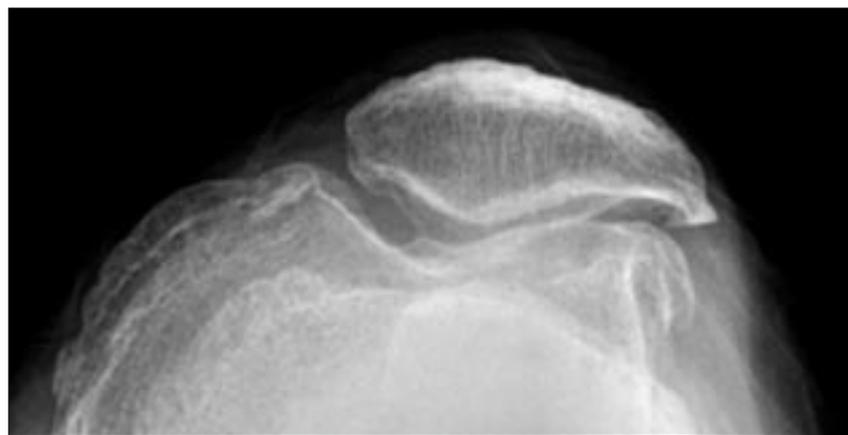


Figure 1. Preoperative patellofemoral osteoarthritis Grade IV

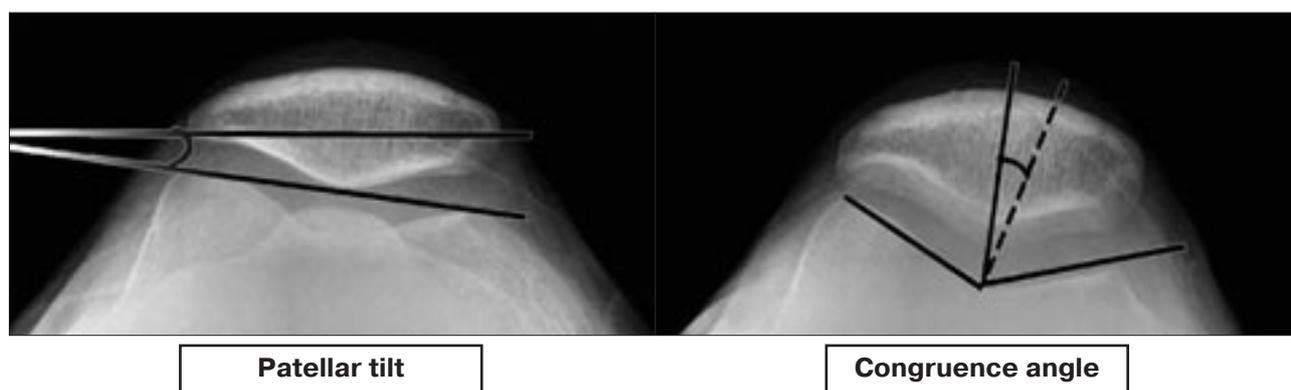


Figure 2. Radiological assessment methods before surgery

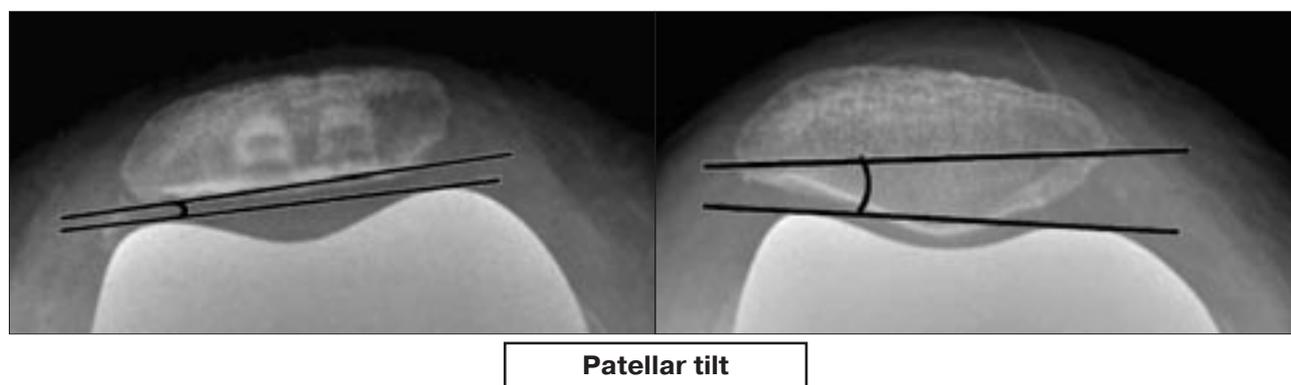


Figure 3. Patellar tilt assessments after surgery in resurfacing and retention patellofemoral joint

installed on separately parts, each issues were discussed in comprehensive approaches. For a visual processing and demonstrate our research work we used Microsoft Word and Microsoft Excel 2010.

Results

Radiological finds of our study have two important features, variation preoperative indications to postoperative outcomes and opportunity to assess difference between resurfacing and retention group patellofemoral joint.

Measures before surgery shows not significant difference patellar tilt of 5° ($P = 0.13$), mechanical femorotibial angles ($P = 0.62$) and congruence angle ($P = 0.37$) between patellar resurfacing and not resurfacing groups (Table). Despite the difference performed methods of surgery, postoperative radiological assessment outcomes indicated to receiving good results within two groups and almost were identi-

cal for both of groups patient (Patellar tilt ($P = 0.47$), mechanical femorotibial angles ($P = 0.34$) and congruence angle ($P > 0.05$)). However the preoperative femorotibial mechanical angle of patents in resurfacing group ranged from 3.64° to 18.02° and from 1.98° to 19.36° in retention group, postoperative results shows good result in both groups, and the mechanical angle average mean after surgery for both group was 0.69 degree.

Second finding of our study results was definition not significant difference postoperative radiological outcomes assessment

between patellar resurfacing and retention groups. Preoperative measures of patellar tilt indicated that development of osteophytes and deformation of the patellar surface led to change this radiological mark, average patellar tilt angle for both group was 11.4 ± 6.6 degree. However postoperatively were obtained satisfied results in both group of patients (1.75 ± 1.12 in resurfacing group and 2.68 ± 1.34 in retention group, P -value = 0.47). During the assessment preoperative congruence angle in both groups were identified large ranges of sulcus angle difference between

Preoperative radiological assessment

Assessment methods	Resurfacing G	Retention G	P-value
Mechanical femorotibial angle ($^\circ$, varus)	10.83 ± 7.19	10.67 ± 8.69	0.62
Patellar tilt ($^\circ$)	10.68 ± 6.21	12.12 ± 6.98	0.13
Congruence angle ($^\circ$)	18.9 ± 11.41	22.4 ± 10.84	0.37

patients ($141.3^\circ \pm 3.8^\circ$). Despite deepened patellar groove in prosthesis which we used the postoperative congruence angle assessment results in resurfacing group and in retention group was almost equal. Postoperative radiological assessment mechanical femorotibial angle ($^\circ$, varus) difference within researched groups was not significant (P -value = 0.34), in resurfacing group -0.81 ± 3.27 and 0.12 ± 3.58 in retention group.

Discussion

Despite the excellent clinical success of total knee arthroplasty (TKA), controversy remains concerning whether or not to resurface the patella [2, 14]. J. Farr et al. finds shows that patient with not resurfaced knees had slightly better satisfaction than patellar resurfaced patients [9] and with correctly execution TKA, resurfacing patella is unnecessary [10, 13]. But after obtaining good clinical outcomes and because of the possibility of a subsequent deterioration of the patella with osteoarthritis in long-term follow-up, other group of researches consider that resurfacing of the patella during primary total knee arthroplasty is one of the best solution [12, 16]. When osteoarthritis have not severe pain even there is many changes in the cartilage, treatment knee arthritis manage without patellofemoral arthroplasty. In TKA performed without resurfacing, the patella contact force does not significantly increase and cartilage contact stress doesn't increase and this lead to prevent most expected complications. Nevertheless the risk of postoperative complications is highest in patellar resurfacing group than not resurfacing group [3]. To choose a solution resurfacing or retention patellar surface we must pay attention to a lot of criteria but preoperative radiological diagnostic measures and checking postoperative radiological results of the treatment are indispensable and important for all TKA.

Assessment of the patellar cartilage intraoperative and make deci-

sion on patellar resurfacing are trustworthy in patient undergoing TKR after osteoarthritis, however, despite the patellar cartilage was damaged, only the status of the patellar articular cannot be determining main factor for patellar resurfacing [4]. Most of patients with pathology of the knee osteoarthritis radiologically determined patellofemoral osteoarthritis with severe of grade [16, 17]. However we include in our study only the high degree of patellofemoral osteoarthritis. Determination of the grade of osteoarthritis using with Kellgren–Lawrence grade widely used by many researchers [18, 19]. Based on these decisions we enrolled only patients with Kellgren–Lawrence grade IV or ICRS grade IV osteoarthritis on patellofemoral joint performed primary TKA.

Definition and study patellofemoral congruence angle in patient widely used for diagnosis and measure clinical outcomes of the surgery [15]. Because this method has some limits the researchers needs another techniques for achieve their purpose [20]. Scrutiny patellar tilt and mechanical femorotibial angles are one of the informative methods for study indications and outcomes of TKA [11, 21]. To get more detailed radiological results, we used once preoperative and postoperative determination difference between patellar tilt, mechanical femorotibial angles and congruence angle.

In our small study we explore difference between only some roentgenologic methods with osteoarthritis grade IV in patients performing primary TKA. We could not add to our study of MRI, CT and other radiological methods of investigation. However these methods also frequently used in practice today and our study limitation caused leave these aspects remain open.

Conclusion

Obtained almost the same satisfactory radiological outcomes after patella resurfacing and retention

groups after TKR allows us to conclude that, primary TKA without patellar resurfacing is a good treatment option in patients with high grade osteoarthritis of the patellofemoral joint.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Funding

The study had no sponsorship.

References

1. Pastides P.S., Shenoy R., Nathwani D. The patella in total knee replacement. *Orthopedics and Traumatology Journal*. 2013; 27 (6): 372–8.
2. Schindler O.S. The controversy of patellar resurfacing in total knee arthroplasty: Ibisne in medio tutissimus? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy Journal*. 2012; 20 (7): 1227–44.
3. Roberts D.W., Hayes T.D., Tate Ch.T., Lesko J.P. Selective Patellar Resurfacing in Total Knee Arthroplasty: A Prospective, Randomized, Double-Blind Study. *Journal of Arthroplasty*. 2015; 30 (2): 216–22.
4. Ilkyu Han, Chong Bum Chang, Yeon Gwi Kang, Su Won Yoon, Sang Cheol Seong, Tae Kyun Kim. Intraobserver and Interobserver Reliability of the Assessment of the Patellar Articular Cartilage in Osteoarthritic Patients Undergoing Total Knee Arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 2006; 21 (4): 567–71.
5. Karam J.A., Higuera C.A., Smith E.B., Sharkey P.F. Patellofemoral Arthritis. *Journal of Operative Techniques in Orthopaedics*. 2012; 22 (4): 196–202.
6. Mayman D., Bourne R.B., Rorabeck C.H., Vaz M., Kramer J. Resurfacing Versus Not Resurfacing the Patella in Total Knee Arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 2003; 18 (5): 541–5.
7. Glynn A., Huang R., Mortazavi J., Parvizi J. The Impact of Patellar Resurfacing in Two-Stage Revision of the Infected Total Knee Arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 2014; 29 (7): 1439–42.

8. Garcia R.M., Kraay M.J., Goldberg V.M. Isolated Resurfacing of the Previously Unresurfaced Patella Total Knee Arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 2010; 25 (5): 754–8.
9. Farr J., Lattermann Ch. Management of Patellofemoral Arthritis Without Arthroplasty. *Seminars in Arthroplasty Journal*. 2009; 20 (3): 136–41.
10. Thompson N.W., Ruiz A.L., Breslin E., Beverland D.E. Total Knee Arthroplasty Without Patellar Resurfacing in Isolated Patellofemoral Osteoarthritis. *Journal of Arthroplasty*. 2001; 16 (5): 607–12.
11. Cherian J.J., Kapadia B.H., Banerjee S., Jauregui J.J., Issa K., Mont M.A. Mechanical, Anatomical, and Kinematic Axis in TKA: Concepts and Practical Applications. *Journal of Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*. 2014; 7 (2): 89–95.
12. Zhong-tang Liu, Pei-liang Fu, Hai-shan Wu, Yunli Zhu. Patellar reshaping versus resurfacing in total knee arthroplasty – Results of a randomized prospective trial at a minimum of 7 years' follow-up. *Knee Journal*. 2012; 19 (3): 198–202.
13. Singerman R., Gabriel S.M., Maheshwer C.B., Kennedy J.W. Patellar Contact Forces With and Without Patellar Resurfacing in Total Knee Arthroplasty. *Journal of Arthroplasty*. 1999; 14 (5): 603–9.
14. Helmy N., Anglin C., Greidanus N.V., Masri B.A. To Resurface or Not to Resurface the Patella in Total Knee Arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research Journal*. 2008; 466 (11): 2775–83.
15. Urch S.E., Tritle B.A., Shelbourne K.D., Gray T. Axial Linear Patellar Displacement A New Measurement of Patellofemoral Congruence. *American Journal of Sports Medicine*. 2009; 379 (5): 970–3.
16. Farrokhi Sh., O'Connell M., Fitzgerald G.K. Altered gait biomechanics and increased knee-specific impairments in patients with coexisting tibiofemoral and patellofemoral osteoarthritis. *Gait & Posture*. 2015; 41 (1): 81–5.
17. Hinman R.S., Lentzos J., Vicenzino B., Crossley K.M. Is Patellofemoral Osteoarthritis Common in Middle-Aged People With Chronic Patellofemoral Pain? *Arthritis Care and Research Journal*. 2014; 66: 1252–7.
18. Katsuragi J., Sasho T., Yamaguchi S., Sato Y., Watanabe A., Akagi R., Muramatsu Y., Mukoyama S., Akatsu Y., Fukawa T., Endo J., Hoshi H., Yamamoto Y., Sasaki T., Takahashi K. Hidden osteophyte formation on plain X-ray is the predictive factor for development of knee osteoarthritis after 48 months – data from the Osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage Journal*. 2015; 23 (3): 383–90.
19. Schiphof D., Oei E.H.G., Hofman A., Waarsing J.H., Weinans H., Bierma-Zeinstra S.M.A. Sensitivity and associations with pain and body weight of an MRI definition of knee osteoarthritis compared with radiographic Kellgren and Lawrence criteria: a population-based study in middle-aged female. *Osteoarthritis and Cartilage Journal*. 2014; 22 (3): 440–6.
20. Merchant A.C. Radiography of the patellofemoral joint. *Operative Techniques in Sports Medicine Journal*. 1999; 7: 59–64.
21. Gomes L.S., Bechtold J.E., Gustilo R.B. Patellar prosthesis positioning in total knee arthroplasty: a roentgenographic study. *Clinical Orthopaedics Related Research Journal*. 1988; 236: 72–81.

Received 18 October 2015

Accepted 14 December 2015

Сравнительный анализ доз облучения пациентов при компьютерной томографии в федеральном лечебном учреждении

Е.И. Маткевич^{1, 2}, врач-рентгенолог, преподаватель кафедры авиационной и космической медицины;
В.Е. Синицын¹, д. м. н., профессор, руководитель Центра лучевой диагностики ЛРЦ;
Е.А. Мершина¹, к. м. н., заведующая отделением функциональных методов лучевой диагностики Центра лучевой диагностики ЛРЦ

¹ ФГАУ «Лечебно-реабилитационный центр» Министерства здравоохранения РФ,
Иваньковское шоссе, 3, Москва, 125367, Российская Федерация;

² ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»
Министерства здравоохранения РФ,
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119991, Российская Федерация

Comparative survey of radiation doses to patients in computed tomography in a federal hospital

E.I. Matkevich^{1,2}, Radiologist, Teacher of Chair Aviation and Space Medicine;
V.E. Sinitsyn¹, MD, PhD, DSc, Professor, Head of Center of Radiology of Federal Center of Treatment and Rehabilitation;
E.A. Meršina¹, MD, PhD, Head of Department of Functional Tomography of Center of Radiology of Federal Center of Treatment and Rehabilitation

¹ Federal Center of Treatment and Rehabilitation, Ministry of Health of the RF,
Ivan'kovskoe shosse, 3, Moscow, 125367, Russian Federation;

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the RF,
ul. Trubetskaya, 8, stroenie 2, Moscow, 119991, Russian Federation

Цель исследования – проанализировать дозы облучения пациентов во время рутинных компьютерно-томографических (КТ) исследований головы, органов грудной клетки (ОГК), брюшной полости (ОБП) и малого таза (ОМТ) в многопрофильном лечебном учреждении и возможные направления их снижения.

Материал и методы. Была составлена ретроспективная рандомизированная выборка из электронного архива лечебно-профилактического учреждения «Система передачи и архивации изображений» (PACS) в количестве 1626 исследований (794 мужчины и 832 женщины в возрасте от 17 до 93 лет), проведенных на трех современных мультиспиральных томографах в течение одного года. Были выбраны КТ-исследования с изображениями хорошего качества, для них регистрировалась доза на один срез (CTDI, мГр) и произведение дозы на длину (DLP, мГр*см). Эффективные дозы (мЗв) вычисляли согласно приведенным в МУ 2.6.1.2944-11 нормализованным коэффициентам для каждой из областей.

Результаты. Оценена структура КТ-исследований в многопрофильном лечебном учреждении за 2012–2014 гг. Средние дозы облучения (мЗв) пациентов ($M \pm m$) по трем КТ-сканерам в сформированной выборке составили соответственно без контраста / с контрастом: голова – $2,34 \pm 0,03/3,52 \pm 0,23$, ОГК – $4,83 \pm 0,11/11,02 \pm 0,82$, ОБП + ОМТ – $9,81 \pm 0,40/36,6 \pm 1,17$, ОГК + ОБП + ОМТ – $12,41 \pm 0,79/35,63 \pm 1,81$. Приведены примеры, иллюстрирующие возможность дальнейшего снижения лучевой нагрузки на пациентов с применением КТ с итеративной реконструкцией.

Заключение. Средние дозы облучения пациентов при КТ-исследованиях головы, ОГК, ОБП + ОМТ, ОГК + ОБП + ОМТ в многопрофильном лечебном учреждении сопоставимы с данными, приведенными в исследованиях зарубежных авторов. Подобный анализ целесообразно провести в других лечебных учреждениях для дальнейшего определения референтных

Objective – to analyze radiation exposure due to computed tomography (CT) of brain, chest, abdomen and pelvis in a large multi-field federal hospital and feasibility of low-dose CT-examinations.

Material and methods. Retrospective analysis was performed using data from electronic patient records and PACS from a single multi-field hospital. Data were obtained from 1626 records of patients (794 men, 832 women; age range 17–93) scanned with 3 MDCT during one year. CT-examinations of good quality were selected, volumetric CT dose index (CTDI) and dose-length product (DLP) were collected for each of them. The effective doses (ED) were calculated using the normalized coefficients according to Russian Guidance.

Results. Number and structure of CT-examinations for the years 2012–2014 in a multi-field hospital were analyzed. The mean effective dose ($M \pm m$) values with/without contrast medium (respectively), according to anatomical areas were as follows: brain – $2,34 \pm 0,03/3,52 \pm 0,23$, chest – $4,83 \pm 0,11/11,02 \pm 0,82$, abdomen-pelvis – $9,81 \pm 0,40/36,6 \pm 1,17$, chest-abdomen-pelvis – $12,41 \pm 0,79/35,63 \pm 1,81$ mSv.

Conclusion. Results of this study give an example of CT dose values and distribution in a multi-field hospital. They are comparable with reference levels published of other authors. This experience should be expanded for creation of CT national reference values and for co-operation with international initiatives (EUROSAFE projects).

Index terms: computed tomography; radiation safety; mean radiation dose of patients; diagnostic reference levels; low-dose CT-examinations.

For citation: Matkevich E.I., Sinitsyn V.E., Meršina E.A. Comparative survey of radiation doses to patients in computed tomography in a federal hospital. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Journal of Roentgenology and Radiology, Russian journal)*. 2016; 97 (1): 33–39 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-33-39

диагностических уровней, а также для сотрудничества с международным проектом EUROSAFE projects.

Ключевые слова: компьютерная томография; радиационная безопасность; средние дозы облучения пациентов; референтные диагностические уровни; снижение дозовой нагрузки.

Для цитирования: Маткевич Е.И., Синецын В.Е., Мершина Е.А. Сравнительный анализ доз облучения пациентов при компьютерной томографии в федеральном лечебном учреждении. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2016; 97 (1): 33–39. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-33-39

Для корреспонденции: Маткевич Елена Ивановна, E-mail: pencil_red@mail.ru

For correspondence: Elena I. Matkevich; E-mail: pencil_red@mail.ru

Information about authors:

Matkevich E.I., <http://orcid.org/0000-0003-4337-0055>

Sinitsyn V.E., <http://orcid.org/0000-0002-5649-2193>

Mershina E.A., <http://orcid.org/0000-0002-1266-4926>

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

Funding. The study had no sponsorship.

Received 23 November 2015

Accepted 14 December 2015

Введение

В настоящее время дозы облучения населения при проведении медицинских диагностических процедур вносят существенный вклад в общепопуляционное радиационное воздействие [1]. Среднее по России значение вклада в коллективную дозу за счет медицинского облучения составляет 15%, при этом наибольший вклад в коллективную дозу медицинского облучения пациентов внесли рентгенографические исследования и компьютерная томография (КТ) – 22% [2].

Анализ доз облучения пациентов при КТ в отдельных лечебно-диагностических учреждениях и сравнение полученных данных с национальными и международными референтными диагностическими уровнями важны для контроля доз от медицинского облучения. До настоящего времени в России не разработаны референтные диагностические уровни для КТ, что обуславливает актуальность проведения подобного исследования.

Цель нашей работы состояла в оценке доз облучения пациентов во время рутинных КТ-исследований головы, органов грудной клетки (ОГК), брюшной полости (ОБП) и малого таза (ОМТ) в многопрофильном лечебном учреждении и возможных направлений их снижения.

Материал и методы

На первом этапе с использованием радиологической информационной системы (RIS) было подсчитано общее количество

и изучена структура КТ-исследований за 2012–2014 гг. в многопрофильном лечебно-профилактическом учреждении (количество коек 450) – Центр лучевой диагностики ФГАУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава России (ЛРЦ).

На втором этапе были проанализированы индивидуальные дозы облучения во время КТ-исследований в ЛРЦ и рассчитаны средние уровни эффективных доз для КТ-исследований головы, ОГК, ОБП + ОМТ, ОГК + ОБП + ОМТ. Для этого сформирована ретроспективная рандомизированная выборка из электронного архива «Система передачи и архивации изображений» (PACS), которая состояла из результатов обследований 1626 пациентов (794 мужчины и 832 женщины в возрасте от 17 до 93 лет). По выбранным анатомическим областям пациенты распределились следующим образом (из них без контраста / с контрастом): голова – 329 (297/32), ОГК – 596 (567/29), ОБП + ОМТ – 529 (165/364), ОГК + ОБП + ОМТ – 172 (38/134) человека.

Обследования проводились на трех компьютерных томографах (два из них 64-рядные, один 40-рядный) при стандартных протоколах сканирования. Для каждого пациента отбирались КТ-исследования с изображениями хорошего качества и регистрировались доза на один срез (CTDI, мГр) и произведение дозы на длину (DLP, мГр*см). Эффективные дозы вычислялись согласно нормализованным коэффициентам для каждой из об-

ластей, приведенным в МУ 2.6.1.2944-11 [3]. При статистической обработке с использованием программы Excel 2013 были рассчитаны средние значения и их стандартные ошибки для изученных показателей по каждому сканеру и в среднем по трем сканерам.

Проанализированы применяющиеся в практике ЛРЦ варианты снижения дозовой нагрузки на пациентов – снижение напряжения до 80-100 кВ и модуляция тока на трубке, а также применение алгоритмов итеративной реконструкции (ASIR, MBIR).

Результаты

Общее количество КТ-исследований в ЛРЦ составило: в 2012 г. – 11 697, в 2013 г. – 14 088 и в 2014 г. – 15 557, то есть к 2014 г. выросло по сравнению с 2012 г. на 33,0% (рис. 1).

Согласно данным, представленным на рисунке 2, суммарная доля анализируемых областей (голова, ОГК, ОБП) в 2012 и 2013 гг. несколько варьировала (73,8 и 72,1% соответственно) и к 2014 г. возросла до 81,7% от общего количества КТ-исследований. При этом структура КТ-исследований менялась незначительно: ОБП 31,3–32,8%, ОГК 29,6–35,2%, головы 12,9–13,7%, сердца 5,2–3,9%.

Данные о средних эффективных дозах облучения пациентов за одно КТ-исследование на каждом из трех томографов приведены на рисунке 3.

При однофазных исследованиях (без контрастного препарата) значения средних эффективных

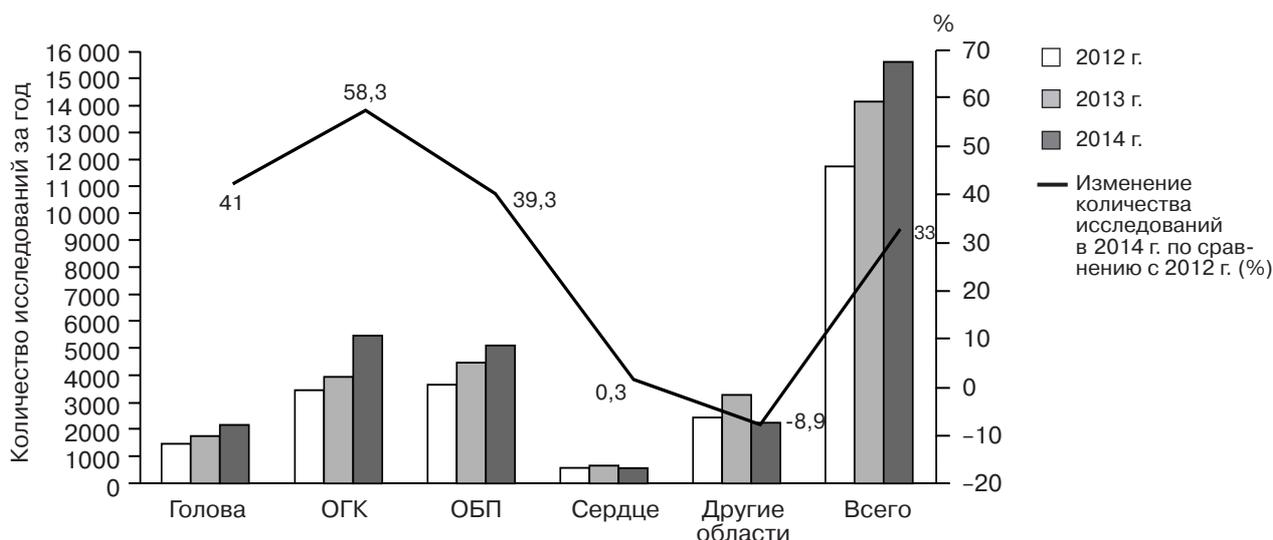


Рис. 1. Объем КТ-исследований головы, ОГК, ОБП, сердца и других областей (шеи, малого таза и конечностей), проведенных в ЛРЦ в 2012–2014 гг.

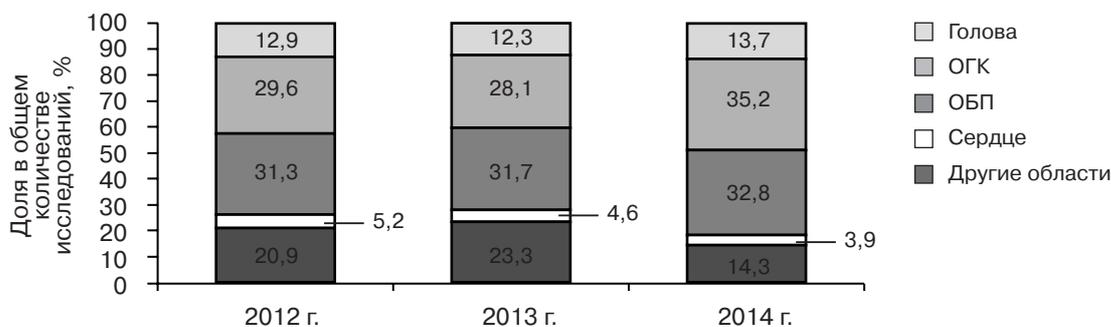


Рис. 2. Соотношение КТ-исследований головы, ОГК, ОБП, сердца и других областей (шеи, малого таза и конечностей) в общей структуре КТ-исследований, проведенных в ЛРЦ в 2012–2014 гг.

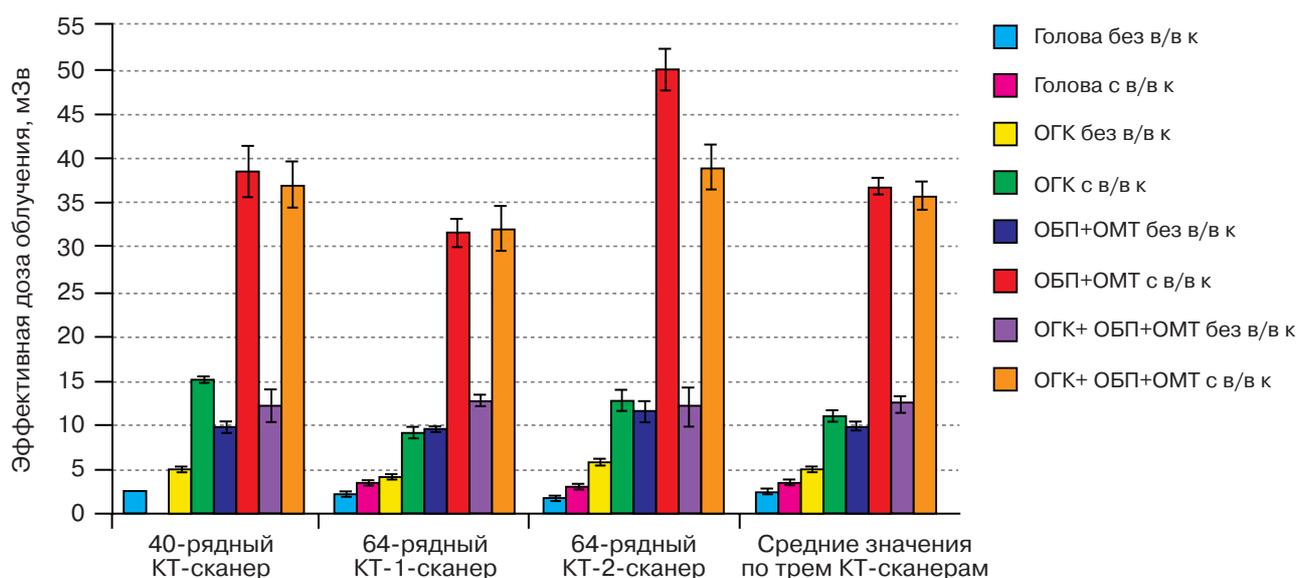


Рис. 3. Средние значения эффективной дозы облучения за одно КТ-исследование ($M \pm m$) без внутривенного введения контрастного препарата (без в/в к) и с внутривенным введением контрастного препарата (с в/в к)

Сравнение средних эффективных доз облучения (E, мЗв) при КТ-исследованиях головы, ОГК, ОБП и ОМТ, выполненных в ЛРЦ, с данными других авторов*

Области КТ-сканирования	Референтные диагностические уровни			Средние дозы в исследованиях							
	European DRLs**	Australian National DRL	UK DRLs	NSRD 2010***	Canada	Greece	India	Poland	Thailand	UK	ЛРЦ
Голова	2,42	2,3	2,14	1,5				1,21	0,89	1,66	2,34
ОГК	11,05	7,65	9,86	4,6	5,0	9,18	6,04	7,6	4,2	3,45	4,83
ОБП	11,7			8,0	10,44	11,1	6,89	8,25	6,03	6,69	
ОБП+ОМТ	11,7+10,83	11,77	9,41								9,81
ОГК+ОБП+ОМТ	11,05+11,7+10,83	20,3	15,9	11,6****							12,41

* Коэффициент пересчета по МУ [3]: голова – 0,0023, ОГК – 0,017, ОБП – 0,015, ОМТ – 0,019.

** Даны значения по отдельным областям.

*** Коэффициент пересчета согласно источнику [9] по ICRP-103: голова – 0,0019, ОГК – 0,0145, ОБП – 0,0153, ОМТ – 0,0129.

**** Только для ОГК и ОБП.

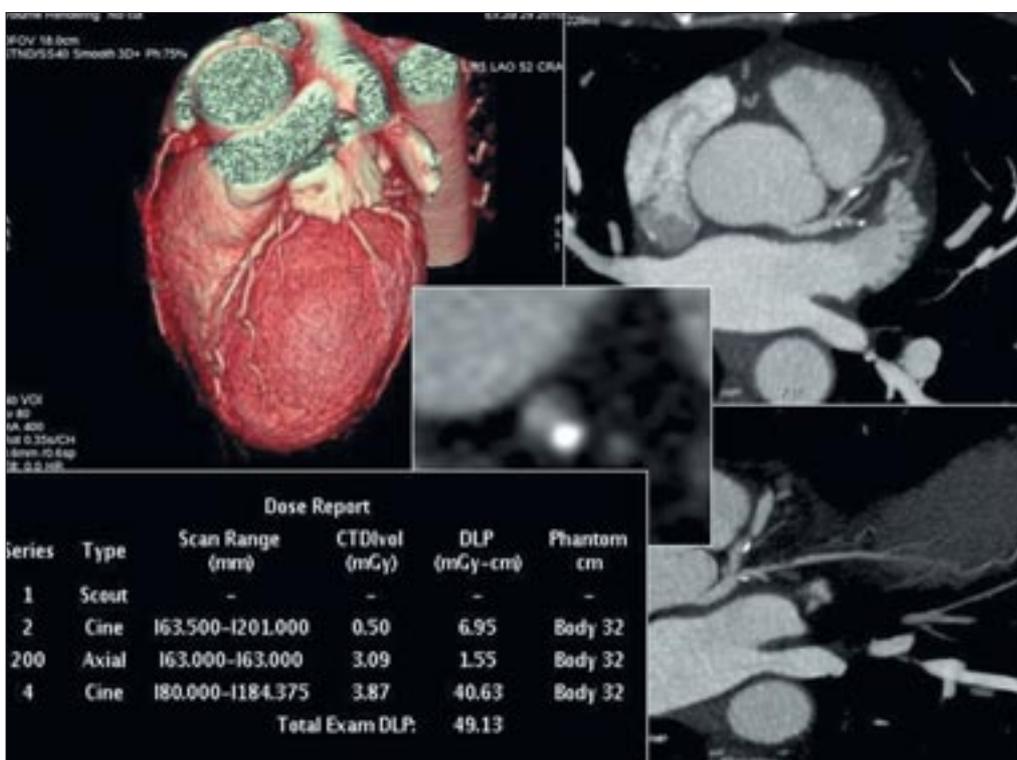


Рис. 4. Низкодозовая КТ-коронарография при сниженном до 80 кВ напряжении и автоматической модуляции тока на трубке

доз составили: для головного мозга и шеи – $2,34 \pm 0,03$ мЗв, ОГК – $4,83 \pm 0,11$ мЗв, ОБП + ОМТ – $9,81 \pm 0,40$ мЗв, ОГК + ОБП + ОМТ – $12,41 \pm 0,79$ мЗв. Эти значения при многофазных исследованиях (с контрастным препаратом) увеличивались: для головы – в 1,5 раза, для ОГК – в 2,3 раза, для ОБП + ОМТ – в 3,7 раза, для ОГК + ОБП + ОМТ – в 2,9 раза.

Сравнение собственных результатов при однофазных КТ-исследованиях с данными других авторов приведены в таблице.

Благодаря прогрессу в области КТ в настоящее время появились возможности снижения лучевой нагрузки на пациентов. Нами были проанализированы варианты выполнения низкодозовой КТ с оценкой их качества и уровней снижения доз для трех областей (сердце и коронарные артерии, грудная клетка и сонные артерии).

Так, в настоящее время одним из ведущих направлений является КТ сердца и коронарных артерий, при которой большое внимание уделяется снижению дозо-

вых нагрузок на пациента [4]. Пример низкодозовой КТ-коронарографии (напряжение на трубке 80 кВ, автоматическая модуляция тока) приведен на рисунке 4. Общее DLP составило 49,13 мГр*см, эффективная доза – 0,84 мЗв. Качество изображения высокое, отчетливо визуализируются смешанные атеросклеротические бляшки в передней нисходящей артерии, приводящие к сужению ее просвета до 50%.

При бесконтрастной томографии легких (рис. 5) со сниженным

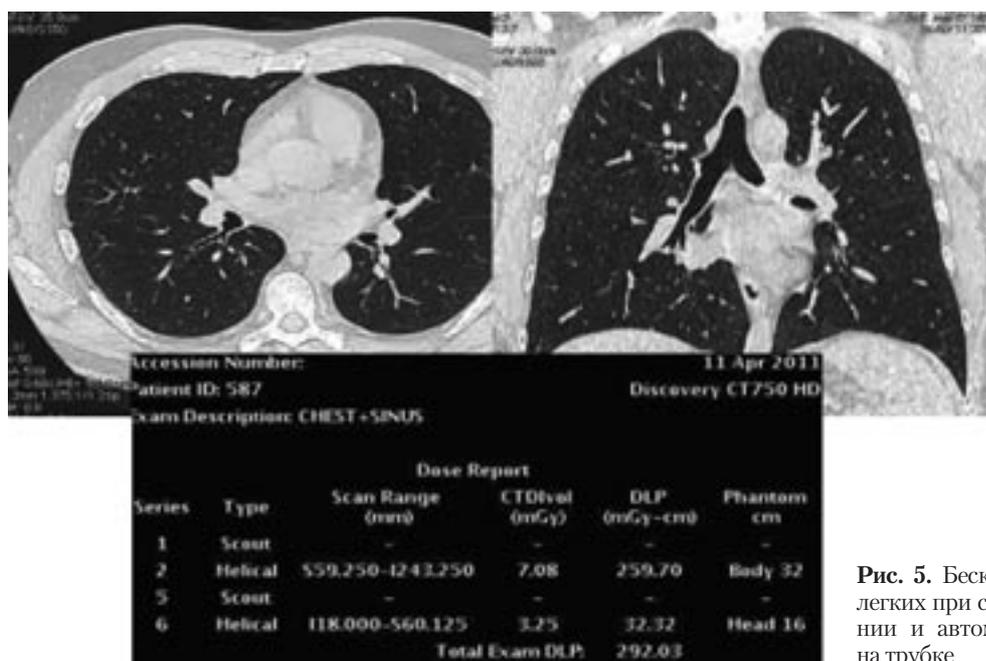


Рис. 5. Бесконтрастное КТ-исследование легких при сниженном до 80 кВ напряжении и автоматической модуляции тока на трубке

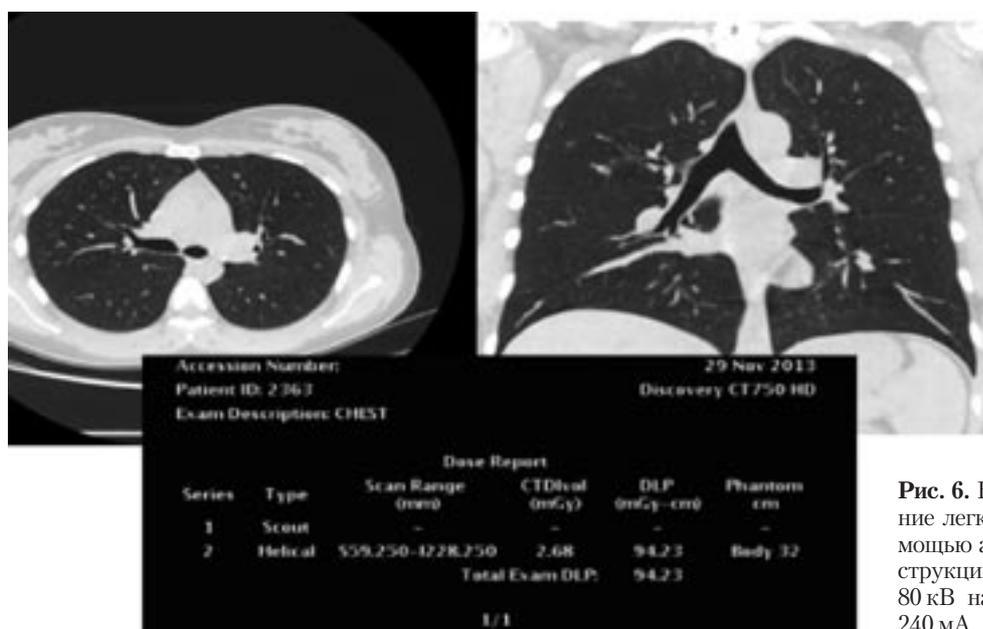


Рис. 6. Бесконтрастное КТ-исследование легких, реконструированное с помощью алгоритма итеративной реконструкции MBIR при сниженном до 80 кВ напряжении и токе на трубке 240 мА

до 80 кВ напряжением и автоматической модуляцией тока на трубке DLP составило 259,7 мГр*см, эффективная доза – 4,41 мЗв. Это значение ниже, чем средние значения для ОГК при стандартных условиях, на 8,9%. При этом качество изображений хорошее.

На рисунке 6 представлены изображения низкодозовой КТ ОГК, реконструированные с помощью алгоритма MBIR, со сниженным до 80 кВ напряжением и током на трубке 240 мА. Величина DLP составила 94,23 мГр*см,

эффективная доза – 1,6 мЗв, что меньше средних значений для ОГК при стандартных условиях в 3,0 раза. Четкость полученного изображения достаточна для диагностических целей.

Снижение напряжения на трубке до 80 кВ в ходе КТ-ангиографии сонных артерий с контрастным усилением (рис. 7) привело к снижению общего DLP за исследование до 210,2 мГр*см, эффективной дозы – до 1,14 мЗв. Качество изображений хорошее, отчетливо визуализируется бляш-

ка смешанной структуры в устье левой внутренней сонной артерии, приводящая к ее стенозу более 50%. Достигнутая дозовая нагрузка при этом ниже величины средних доз, установленных в исследовании А.В. Вишневской, Е.В. Кондратьева, в 1,8 раза [5].

Обсуждение

Можно заключить, что увеличение количества КТ-исследований в 2014 г. по отношению к 2012 г. в ЛРЦ соответствует общей тенденции по стране. Эти

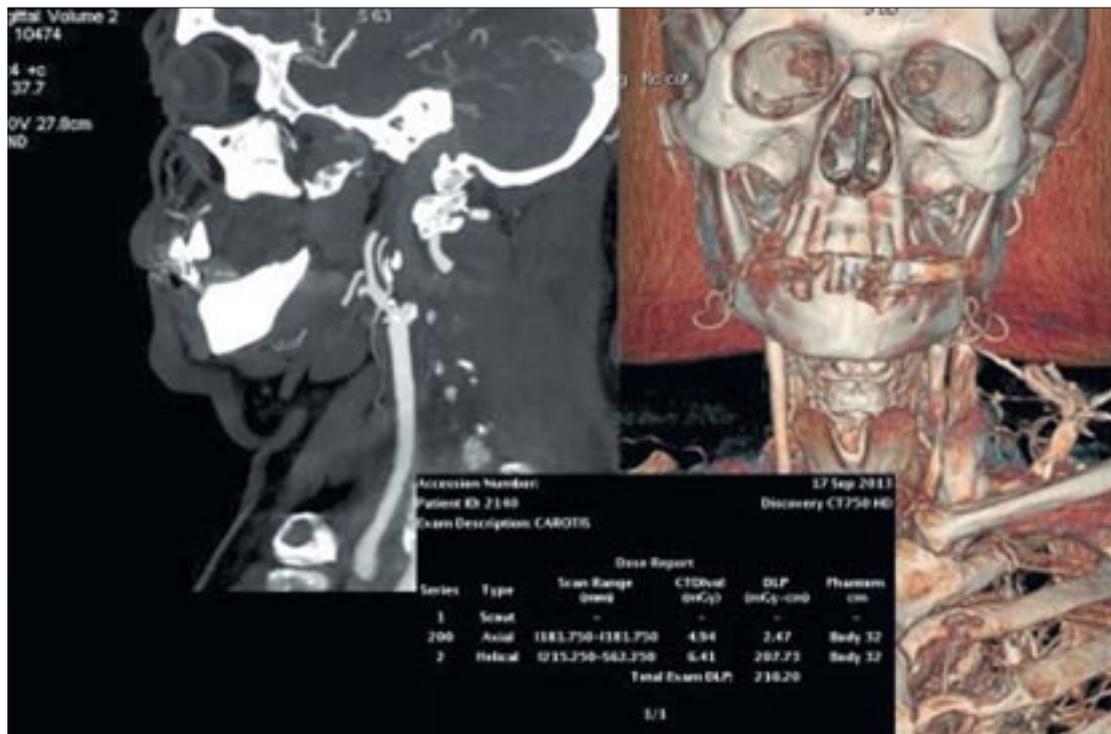


Рис. 7. КТ-ангиография сонных артерий с контрастным усилением при сниженном до 80 кВ напряжении и автоматической модуляции тока на трубке

данные подтверждают мировые тенденции увеличения общего количества КТ-исследований, что приводит к значительному возрастанию популяционной дозовой нагрузки и может способствовать росту потенциального риска развития онкологической и другой патологии [6].

Дозы для всех изученных в данном исследовании областей сопоставимы с дозами, указанными в European DRLs [7]. В основном они были ниже, чем референтные диагностические уровни, приводимые для Австралии и Великобритании [8]: для ОГК – в 1,6–2,0 раза, для ОГК + ОБП + ОМТ – в 1,3–1,6 раза.

По сравнению со средними эффективными дозами облучения в исследованиях авторов из других стран [9, 10] значения эффективных доз, полученные нами, для головы были выше в 1,3–2,6 раза. Это было связано с тем, что в нашей работе в эту анатомическую область входила и шея, что увеличивало протяженность зоны сканирования и, соответственно, DLP и дозу. Для

других областей КТ-сканирования (ОГК и ОБП+ОМТ) эффективные дозы значимо не различались. Также наши результаты не превышают нормы безопасности МАГАТЭ по медицинскому ионизирующему облучению [11].

Использованные в ЛРЦ в ходе данного исследования варианты малодозовых методик показали возможность снижения дозовой нагрузки на пациента до 3 раз по сравнению со стандартными протоколами КТ-исследований, без ухудшения качества исследования.

Выводы

1. Средние дозы облучения пациентов при КТ-исследованиях головы, ОГК, ОБП+ОМТ, ОГК+ОБП+ОМТ в многопрофильном лечебном учреждении сопоставимы с данными, приведенными в исследованиях зарубежных авторов.

2. Результаты, полученные в нашей работе, представляют собой первый опыт анализа дозовых уровней облучения пациентов при КТ-исследованиях в многопрофильном лечебном учрежде-

нии в России. Подобный анализ целесообразно провести в других лечебных учреждениях для дальнейшего определения референтных диагностических уровней [12], а также для сотрудничества с международным проектом EUROSAFE projects [13].

3. Продемонстрированные направления использования низкодозовой КТ, в том числе с применением алгоритмов итеративной реконструкции, свидетельствуют о возможности снижения дозовой нагрузки на пациентов при приемлемом качестве визуализации. Это позволит существенно снизить дозовые уровни облучения пациентов при КТ и уменьшить потенциальные негативные последствия воздействия ионизирующего излучения на пациентов при медицинских обследованиях.

Конфликт интересов

Конфликт интересов не заявляется.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Morin R.L., Seibert J.A., Boone J.M. Radiation dose and safety: Informatics standards and tools. *J. Am. Coll. Radiol.* 2014; 11 (12 Pt B): 1286–97.
2. Государственный доклад Роспотребнадзора «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2011 году». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора; 2012: 268–9.
3. МУ 2.6.1.2944-11. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Контроль эффективных доз облучения пациентов при проведении медицинских рентгенологических исследований. Методические указания (утв. Роспотребнадзором 19.07.2011). М.; 2011.
4. Синицын В.Е., Глазкова М.А., Мершина Е.А., Архипова И.М. Возможности снижения лучевой нагрузки при проведении МСКТ-коронарографии: использование адаптивной статистической итеративной реконструкции. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2012; 18 (3): 44–9.
5. Вишневецкая А.В., Кондратьев Е.В. Снижение эффективной дозы облучения при МСКТ-перфузии головного мозга с использованием итеративных реконструкций. *Медицинская визуализация.* 2013; 3: 41–51.
6. Smith-Bindman R. Environmental causes of breast cancer and radiation from medical imaging: findings from the Institute of Medicine report. *Arch. Intern. Med.* 2012; 172 (13): 1023–7.
7. European guidelines on quality criteria for computed tomography. Report EUR 16262. Brussels, Belgium: European Commission; 1999.
8. Hayton A., Wallace A., Marks P. et al. Australian diagnostic reference levels for multi detector computed tomography. *Australas Phys. Eng. Sci. Med.* 2013; 36 (1): 19–26.
9. Van der Molen A.J., Schilham A., Stoop P. et al. National survey on radiation dose in CT in the Netherlands. *Insights Imaging.* 2013; 4 (3): 383–90.
10. Tsapaki V., Aldrich J.E., Sharma R. et al. Dose reduction in CT while maintaining diagnostic confidence: diagnostic reference levels at routine head, chest, and abdominal CT – IAEA-coordinated research project. *Radiology.* 2006; 240 (3): 828–34.
11. International Atomic Energy Agency. Radiological protection for medical exposure to ionizing radiation safety guide. IAEA safety Standards Series No. RS-G-1.5, Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency; 2002.
12. МР 2.6.1.0066-12. 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Применение референтных диагностических уровней для оптимизации радиационной защиты пациента в рентгенологических исследованиях общего назначения: Методические рекомендации (утв. Роспотребнадзором 23.07.2012). М.; 2012.
13. Goldschmidt F., De Gelder P., Beraha D. An approach to knowledge management for EUROS SAFE projects: EUROS SAFE 2005 «Safety Improvements – Reasons, Strategies, Implementation». Brussels, November 7-8, 2005, Seminar 2. Available at http://www.eurosafe-forum.org/sites/default/files/pe_390_24_1_seminar2_10_2005.pdf.
5. Vishnevskaya A.V., Kondrat'ev E.V. The reduction of the effective dose due to MSCT-perfusion of the brain using iterative reconstruction. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2013; 3: 41–51 (in Russian).
6. Smith-Bindman R. Environmental causes of breast cancer and radiation from medical imaging: findings from the Institute of Medicine report. *Arch. Intern. Med.* 2012; 172 (13): 1023–7.
7. European guidelines on quality criteria for computed tomography. Report EUR 16262. Brussels, Belgium: European Commission; 1999.
8. Hayton A., Wallace A., Marks P. et al. Australian diagnostic reference levels for multi detector computed tomography. *Australas Phys. Eng. Sci. Med.* 2013; 36 (1): 19–26.
9. Van der Molen A.J., Schilham A., Stoop P. et al. National survey on radiation dose in CT in the Netherlands. *Insights Imaging.* 2013; 4 (3): 383–90.
10. Tsapaki V., Aldrich J.E., Sharma R. et al. Dose reduction in CT while maintaining diagnostic confidence: diagnostic reference levels at routine head, chest, and abdominal CT – IAEA-coordinated research project. *Radiology.* 2006; 240 (3): 828–34.
11. International Atomic Energy Agency. Radiological protection for medical exposure to ionizing radiation safety guide. IAEA safety Standards Series No. RS-G-1.5, Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency; 2002.
12. MR 2.6.1.0066-12. 2.6.1. Ionizing radiation, radiation safety. The application of reference diagnostic levels for optimization of patient's radiation protection during x-ray examinations of general purpose. Guidelines. Moscow; 2012 (in Russian).
13. Goldschmidt F., De Gelder P., Beraha D. An approach to knowledge management for EUROS SAFE projects: EUROS SAFE 2005 «Safety Improvements – Reasons, Strategies, Implementation». Brussels, November 7-8, 2005, Seminar 2. Available at http://www.eurosafe-forum.org/sites/default/files/pe_390_24_1_seminar2_10_2005.pdf.

References

1. Morin R.L., Seibert J.A., Boone J.M. Radiation dose and safety: Informatics standards and tools. *J. Am. Coll. Radiol.* 2014; 11 (12 Pt B): 1286–97.
2. Rospotrebnadzor State report «About the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2011». Moscow; 2012: 268–9 (in Russian).
3. MU 2.6.1.2944-11. 2.6.1. Ionizing radiation, radiation safety. Monitoring of the effective doses of patient due to medical x-ray examinations. Guidelines. Moscow; 2011 (in Russian).
4. Sinitsyn V.E., Glazkova M.A., Meršina E.A., Arkhipova I.M. The possibility of reducing radiation exposure due to CT coronary angiography: the use of adaptive statistical iterative reconstruction. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya.* 2012; 18 (3): 44–9 (in Russian).

Поступила 23.11.2015
Принята к печати 14.12.2015

Компьютерная томография с контрастным усилением – необходимый минимум в диагностике объемных образований брюшной полости и забрюшинного пространства

М.В. Стук¹, клинический ординатор;

Я.А. Осокин², студент;

Е.В. Кондратьев¹, к. м. н., ст. науч. сотр., врач-рентгенолог;

А.В. Варламов¹, мл. науч. сотр.;

Г.Г. Кармазановский^{1, 3}, д. м. н., профессор, заведующий отделом лучевых методов диагностики
и лечения ИХ им. А.В. Вишневого, профессор кафедры лучевой диагностики ИПО ПМГМУ им. И.М. Сеченова

¹ ФГБУ «Институт хирургии им. А.В. Вишневого» Министерства здравоохранения РФ,
ул. Б. Серпуховская, 27, Москва, 117997, Российская Федерация;

² ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет
им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения РФ,
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119991, Российская Федерация;

³ Институт профессионального образования ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный
медицинский университет им. И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения РФ,
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119991, Российская Федерация

Contrast-enhanced computed tomography is the required minimum in the diagnosis of abdominal and retroperitoneal space-occupying lesions

M.V. Stuk¹, Clinical Resident Physician;

Ya.A. Osokin², Student;

E.V. Kondrat'ev¹, MD, PhD, Senior Research Associate, Radiologist;

A.V. Varlamov¹, Junior Research Associate;

G.G. Karmazanovskiy^{1, 3}, MD, PhD, DSc, Professor, Chief of Radiology Department
of A.V. Vishnevskiy IS, Professor of Chair of Radiology of FPPTP of I.M. Sechenov FMSMU

¹ A.V. Vishnevskiy Institute of Surgery, Ministry of Health of the RF,
ul. Bol'shaya Serpukhovskaya, 27, Moscow, 117997, Russian Federation;

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the RF,
ul. Trubetskaya, 8, stroenie 2, Moscow, 119991, Russian Federation;

³ Faculty of Postgraduate Professional Training of Physicians,
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Ministry of Health of the RF,
ul. Trubetskaya, 8, stroenie 2, Moscow, 119991, Russian Federation

Цель исследования – оценить преимущества компьютерной томографии с контрастным усилением по сравнению с бесконтрастными исследованиями в дифференциальной диагностике объемных образований печени, почек и поджелудочной железы.

Материал и методы. Ретроспективно командой опытных рентгенологов были изучены данные компьютерной томографии пациентов с различными объемными образованиями брюшной полости и забрюшинного пространства (печени, почек, поджелудочной железы).

Результаты. Диагностическая ценность компьютерной томографии печени, почек и поджелудочной железы существенно снижается без применения рентгеноконтрастных средств, при этом часто невозможна не только дифференциальная диагностика, но и визуализация некоторых новообразований.

Заключение. Потенциальная польза проведения компьютерной томографии с контрастным усилением практически всегда оправдывает риски, связанные с введением контрастного средства.

Objective: to determine the advantages of contrast-enhanced computed tomography (CT) over contrast-free studies in the differential diagnosis of hepatic, renal, and pancreatic space-occupying lesions.

Material and methods. A team of experienced radiologists retrospectively used CT data of patients with different space-occupying lesions of the abdomen and retroperitoneal space (liver, kidney, and pancreas).

Results. The diagnostic value of CT of the liver, kidney, and pancreas substantially decreases without using radiopaque contrast agents; at the same time not only the differential diagnosis, but also visualization of some neoplasms are frequently impossible.

Conclusion. The potential benefit of contrast-enhanced CT virtually always outweighs the risks associated with the injection of a contrast agent.

Index terms: computed tomography; contrast-enhancement; radiopaque contrast agents; abdominal cavity; retroperitoneal space; liver; kidney; pancreas; space-occupying lesions.

Ключевые слова: компьютерная томография; контрастное усиление; рентгеноконтрастные средства; брюшная полость; забрюшинное пространство; печень; почки; поджелудочная железа; объемные образования.

Для цитирования: Стук М.В., Осокин Я.А., Кондратьев Е.В., Варламов А.В., Кармазановский Г.Г. Компьютерная томография с контрастным усилением – необходимый минимум в диагностике объемных образований брюшной полости и забрюшинного пространства. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2016; 97 (1): 40–47. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-40-47

Для корреспонденции: Стук Маргарита Валерьевна; E-mail: margarita201092@mail.ru

For citation: Stuk M.V., Osokin Ya.A., Kondrat'ev E.V., Varlamov A.V., Karmazanovskiy G.G. Contrast-enhanced computed tomography is the required minimum in the diagnosis of abdominal and retroperitoneal space-occupying lesions. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Journal of Roentgenology and Radiology, Russian journal)*. 2016; 97 (1): 40–47 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-40-47

For correspondence: Margarita V. Stuk; E-mail: margarita201092@mail.ru

Information about authors:

Stuk M.V., <http://orcid.org/0000-0001-9372-1461>

Osokin Ya.A., <http://orcid.org/0000-0003-4013-4970>

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

Funding. The study had no sponsorship.

Received 23 December 2015

Accepted 26 January 2016

Введение

За последние годы количество проводимых в России компьютерных томографий (КТ) возросло более чем в 5 раз: с 1 млн исследований в 2003 г. до 5,3 млн в 2013 г. (рис. 1) [1]. Парк томографов при этом расширяется и обновляется. Только в период с 2011 по 2013 г. количество 16-детекторных томографов выросло в 2,3 раза, 32- и 64-детекторных – в 1,5 раза, 64- и 128-детекторных – более чем в 3 раза; появились томографы с количеством детекторов больше 128 и двухтрубчатые томографы. Доля КТ с контрастным усилением (КУ) тем не менее остается неизменной и составляет 17–19% от всех проведенных КТ, что существенно меньше, чем в ряде других стран [1]. Так, в США чуть более половины КТ (52,3%) проводится с КУ, при этом доля КТ-исследований брюшной полости с КУ составляет от 56% (при обследовании почек) до 88% (при обследовании печени и поджелудочной железы) [2].

Столь низкую долю проводимых в России КТ с КУ можно объяснить не только недостаточной оснащенностью оборудованием и нехваткой контрастных средств (КС) в учреждениях здравоохранения, но и недостаточной осведомленностью врачей о рисках и преимуществах контрастных исследований.

Наиболее часто врачи опасаются развития анафилактических реакций при проведении исследования, однако частота тяжелых

и угрожающих жизни реакций при использовании КС лишь незначительно выше (0,04% при использовании низкоосмолярных КС), чем при проведении местной анестезии в стоматологической практике (0,008–0,03%) [3, 4]. К тому же разработанные алгоритмы премедикации пациентов с помощью кортикостероидов и антигистаминных препаратов позволяют свести риски к минимуму даже при обследовании пациентов с аллергическими реакциями на йодсодержащие КС в анамнезе [3].

Другим частым опасением является риск негативного воздействия на функцию почек, возникновения так называемой контраст-индуцированной нефропатии (КИН). Согласно данным недавно проведенных крупных исследований, включавших десятки тысяч пациентов и имевших контрольные группы из пациентов, не получавших КС, введение йодсодержащих КС не является самостоятельным фактором риска возникновения КИН, при этом существование КИН как отдельного феномена ставится под сомнение [3, 5]. Даже у пациентов, страдающих хронической болезнью почек (ХБП) с низкой скоростью клубочковой фильтрации, введение КС не вызывает увеличения смертности или потребности в диализе. От использования КС также не зависит частота возникновения острого поражения почек после проведения КТ, а клинически КИН невозможно отличить от острого

поражения почек, не зависящего от введения КС [5]. Невыясненным остается вопрос о возможности возникновения КИН у пациентов с ХБП IV–V ст., однако в любом случае КИН является гораздо более редким феноменом, чем считалось ранее [3].

Многие врачи опасаются экстравазации КС во время внутривенного введения. Однако при правильной технике введения КС экстравазация наблюдается довольно редко (0,1–0,9% случаев) и еще реже вызывает тяжелые последствия (компармент-синдром) [3]. Для сведения к минимуму риска экстравазации следует соблюдать особую осторожность при катетеризации вен и введении КС у детей, пожилых и пациентов в критическом состоянии, а также людей с нарушениями сознания. С осторожностью следует катетеризировать вены при нарушении кровотока в конечности по различным причинам (атеросклероз, синдром

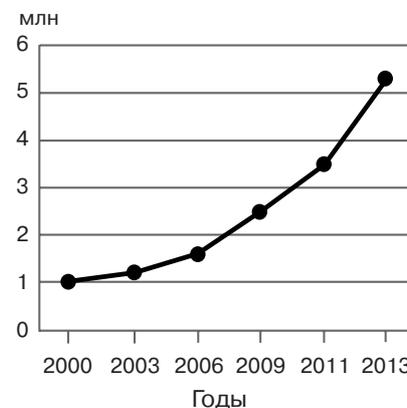


Рис. 1. Динамика КТ-исследований в РФ в 2000–2013 гг.

Рейно, сахарный диабет, венозная недостаточность или тромбоз, проведенная лучевая или химиотерапия, удаление регионарных лимфоузлов или забор аутовены). В некоторых областях экстравазация более вероятна (тыльная сторона ладоней и стоп, запястье, лодыжка), и катетеризации вен в них следует по возможности избегать. Также не рекомендуется введение КС в катетеры, находившиеся в вене более 24 ч. Вязкие КС рекомендуется согреть перед введением до 37 °С [3].

Опасаясь возможных осложнений, многие врачи останавливают свой диагностический поиск на этапе бесконтрастного исследования, что приводит к снижению диагностической ценности КТ. О массовости такого подхода свидетельствует катастрофически низкое количество проводимых в России КТ с КУ.

Цель нашего исследования – оценить преимущества КТ с контрастным усилением по сравнению с бесконтрастными исследованиями в дифференциальной диагностике объемных образований печени, почек и поджелудочной железы.

Материал и методы

В ретроспективный анализ были включены 53 человека (27 женщин и 26 мужчин; средний возраст в общей группе составил $55,1 \pm 13,8$ года, средний возраст женщин – $56,6 \pm 13,9$ года, мужчин – $53,5 \pm 13,8$ года) с объемными образованиями печени, почек и поджелудочной железы, проходивших обследование и лечение в Институте хирургии им. А.В. Вишневского с января по декабрь 2014 г.

Критерии включения в исследование следующие:

1) проведенная в Институте хирургии им. А.В. Вишневского мультифазная КТ с КУ (нативная, артериальная, венозная и отсроченная фазы исследования);

2) наличие объемных образований печени, почек и поджелудочной железы по данным КТ.

Критерием исключения было наличие выраженного жирового гепатоза печени.

Во всех случаях, включенных в исследование, КТ была выполнена на мультиспиральном компьютерном томографе Philips Brilliance CT 64 и Philips Brilliance iCT 256. Использованы стандартные протоколы сканирования, принятые в учреждении: ширина среза – 1,5 мм, интервал реконструкции – 0,75 мм, питч – 0,8–1,1, скорость вращения трубки – 0,75 с.

После нативного сканирования выполняли исследование с внутривенным болюсным введением неионного низкоосмольного контрастного средства Ультравист® с концентрацией йода 300 или 370 мг йода/мл с помощью двухколбового автоматического инжектора, со скоростью 3–4 мл/с. Нежелательных реакций при введении КС не было. Доза КС рассчитывалась по массе тела пациента (1,2 мл/кг), но не более 100 мл. Сразу после болюса КС вводилось 40–50 мл физиологического раствора со скоростью 3–4 мл/с.

Сканирование выполняли в режиме «bolus tracking» (методика отслеживания болюса). Локатор на нисходящей аорте на 3–5 см выше диафрагмы, порог плотности 130–150 ед. Н. Артериальная фаза – 10 с после достижения порогового уровня

плотности, венозная фаза – 40 с, отсроченная фаза – 5–7 мин после введения КС. Постпроцессинговая обработка данных осуществлялась с использованием программного обеспечения Brilliance Portal (Philips Medical Systems, Cleveland).

Двум опытным рентгенологам со стажем 7 и 32 года соответственно было предложено провести слепую независимую оценку бесконтрастных нативных исследований и высказать предположение о наличии образования и его морфологической природе, строго после этого оценить контрастные фазы исследований и вынести свой вердикт с учетом особенностей контрастирования.

Статистический анализ проводился при помощи пакета Statistica 10 (StatSoft, Inc.). Для оценки изменения плотности использовали Т-критерий Уилкоксона. Статистически значимым результат признавали при $p < 0,05$. Для расчета доверительных интервалов применяли метод Уилсона.

Результаты

У 53 пациентов было выявлено 60 объемных образований различной локализации и гистологического строения (см. таблицу): 40 (67%) образований в печени, 12 (20%) – в поджелудочной железе и 8 (13%) – в почках. Результаты оперативного вмеша-

Структура выявленных объемных образований

Образования	Количество
Гепатоцеллюлярная карцинома	7
Гемангиома	15
Фокальная нодулярная гиперплазия	8
Метастазы	6
Холангиоцеллюлярная карцинома	3
Гепатоцеллюлярная аденома	1
Протоковая аденокарцинома	5
Серозная цистаденома	1
Лимфоплазмоцитарный склерозирующий панкреатит	1
Светлоклеточный рак	4
Папиллярная почечно-клеточная карцинома	3
Нейроэндокринные опухоли	5
Ангиомиолипома	1

тельства верифицированы гистологическим и иммуногистохимическим исследованиями.

На изображениях без контрастного усиления (нативные исследования) в 15,0% случаев (95% ДИ 8,1; 26,1) образования не визуализировались. При этом сопоставление с изображениями с контрастным усилением позволило выявить все образования. При применении КУ возможность визуализации равна 100%.

Верно определить гистологическую принадлежность образований по нативному сканированию удалось в 13,3% случаев (95% ДИ 6,9; 24,6).

В нашем исследовании выявлено 34 злокачественных и 26 доброкачественных образований, что позволило рассчитать чувствительность, специфичность и точность используемого метода.

Для определения злокачественных образований КТ с КУ имеет чувствительность 94,1% (95% ДИ 80,9; 98,4), специфичность 92,3% (95% ДИ 75,9; 97,9) и точность 93,3% (95% ДИ 84,1; 97,4).

Разница между плотностью ткани опухоли и окружающей паренхимы органов статистически значимо увеличивается в артериальную ($p < 0,05$) и венозную ($p < 0,05$) фазы исследования.

При нативном сканировании границы были четкими у 19 образований, а при введении КС количество образований с четкими границами возросло до 44 (рис. 2).

Обсуждение

Столь высокая эффективность КТ с КУ в дифференциальной диагностике новообразований брюшной полости и забрюшинного пространства обуславливается наличием характерных особенностей контрастирования. Контрастное усиление позволяет определить границу между патологическим очагом и здоровой тканью, а также визуализировать питающие сосуды и выявить наличие инвазии в окружающие структуры, что особенно важно

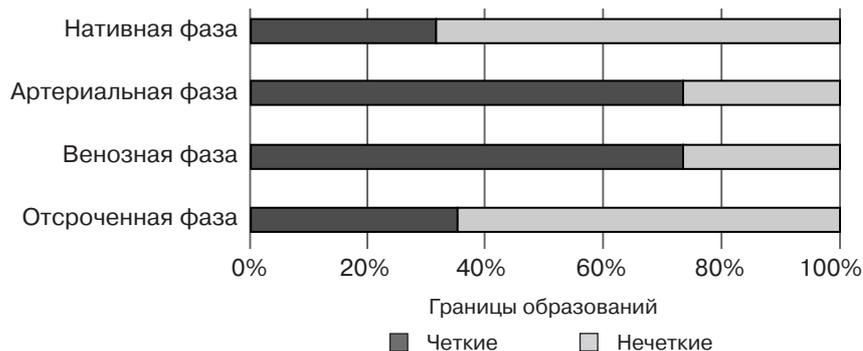


Рис. 2. Характеристика границ образований по данным КТ

при планировании хирургического вмешательства.

Фокальная нодулярная гиперплазия (ФНГ). В настоящее время в связи с развитием и доступностью методов лучевой диагностики большинство ФНГ – случайные находки и редко вырастают до размеров, провоцирующих появление симптомов. ФНГ – второе по частоте доброкачественное образование печени, чаще оно встречается у здоровых женщин молодого и среднего возраста [6]. Встречается ФНГ и у мужчин, часто она имеет меньший размер и нетипичный вид, в таких случаях нередко требуется пункционная биопсия образований [7]. В отличие от другого доброкачественного образования печени – гепатоцеллюлярной аденомы (ГЦА) ФНГ редко требует оперативного вмешательства. ГЦА также состоит из гепатоцитов и чаще встречается у молодых женщин (до 85%), а основным фактором риска ее развития является прием пероральных контрацептивов или андрогенных анаболических стероидов. Также при ГЦА нередки кровотечения. В отличие от ФНГ, при ГЦА в большинстве случаев требуется проведение гистологического анализа и хирургическое удаление – у мужчин и женщин при отсутствии реакции на отмену пероральных контрацептивов и размерах очага более 5 см [8]. Учитывая благоприятный прогноз течения ФНГ, важно достоверно установить характер новообразования с помо-

щью неинвазивных методов исследования, например КТ с КУ, в то время как постановка диагноза с помощью только нативного исследования менее надежна, а во многих случаях и невозможна, что было подтверждено в данном исследовании (рис. 3).

Гепатоцеллюлярная карцинома. Гепатоцеллюлярная карцинома (ГЦК) – самая частая форма первичного рака печени, второе по частоте злокачественное образование в Азии и четвертое – в Африке. В Европе тем не менее ГЦК встречается существенно реже, что можно связать с географической распространенностью факторов риска развития ГЦК [8]. КТ с КУ на данный момент является наиболее часто применяемым методом диагностики ГЦК, в частности, для уточнения диагноза при обнаружении опухолевого узла при помощи ультразвукового исследования, так как наличие классических признаков ГЦК (рис. 4) позволяет точно предположить диагноз и не делать пункционную биопсию без необходимости, что дает возможность избежать обсеменения пункционного канала опухолевыми клетками [9].

Следует помнить, что вид ГЦК зависит от особенностей кровоснабжения опухоли, которое, в свою очередь, зависит от ее дифференцировки, при этом увидеть особенности кровоснабжения можно только с помощью КУ и получения изображений в различные фазы исследования [10]. Несмотря на то что цирроз

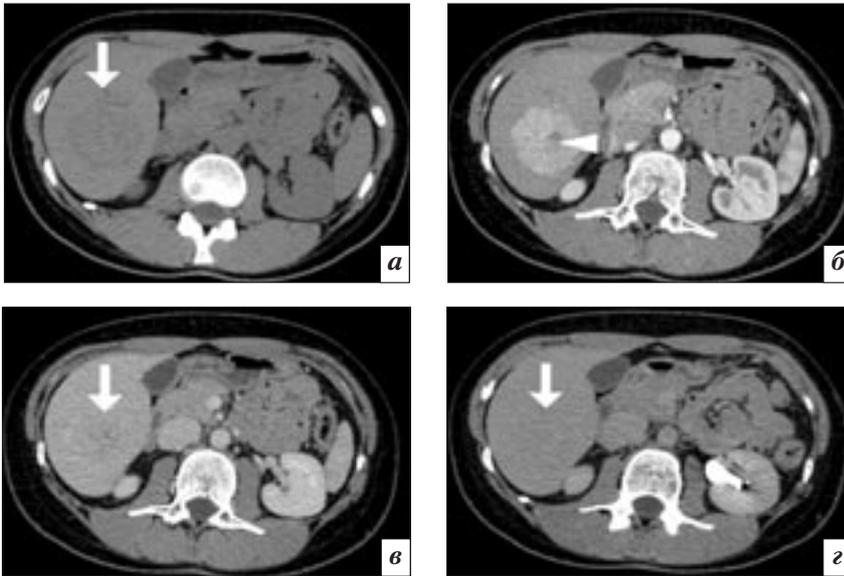


Рис. 3. Фокальная нодулярная гиперплазия. Динамическая мультиспиральная КТ с контрастным усилением (КС – «Ультравист® 370», объем КС 93 мл, объем физиологического раствора 40 мл, скорость введения 4 мл/с): *а* – нативная фаза, без введения КС в правой доле печени определяется округлое образование (белая стрелка) с неровными контурами, менее плотное, чем здоровая паренхима печени (гиподенсное); *б* – при контрастировании в артериальную фазу образование интенсивно накапливает КС и четко визуализируется на фоне здоровой паренхимы печени, в центре образования имеется не контрастируемая область, центральный рубец (головка стрелки); *в* – в венозную фазу происходит быстрое «вымывание» КС из образования, в то же время центральный рубец продолжает накапливать КС (белая стрелка), контрастирование становится более равномерным, образование при этом практически неотлично от паренхимы печени; *з* – в отсроченную фазу образование неотлично от паренхимы печени (белая стрелка)

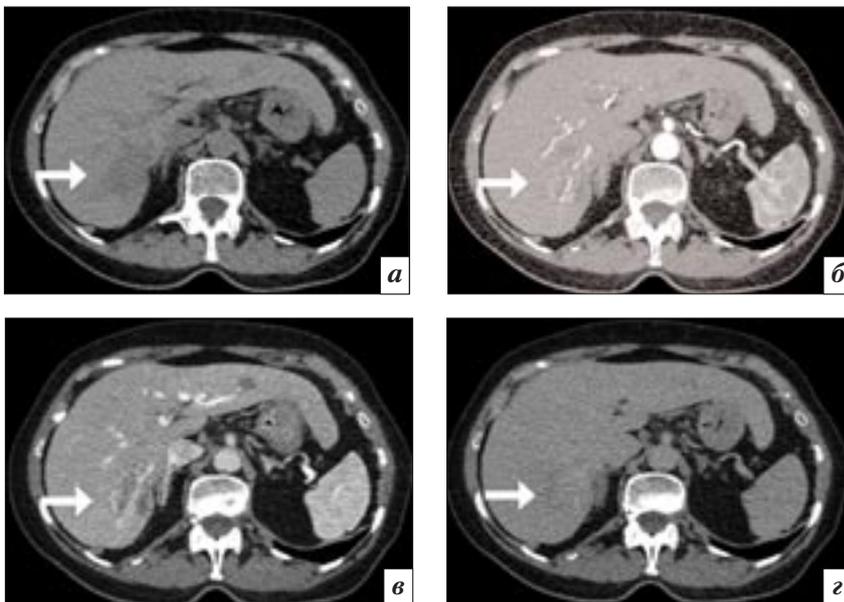


Рис. 4. Гепатоцеллюлярная карцинома. Динамическая мультиспиральная КТ с контрастным усилением (КС – «Ультравист® 370», объем КС 90 мл, объем физиологического раствора 40 мл, скорость введения 4 мл/с): *а* – в нативную фазу в правой доле печени определяется гиподенсное образование с неровными, нечеткими контурами (белая стрелка); *б, в* – в артериальную и венозную фазы соответственно отмечается неравномерное контрастирование образования, в образовании визуализируются сосуды (белая стрелка); *з* – в отсроченную фазу образование четко не визуализируется (изоденсно паренхиме печени) (белая стрелка)

печени является важнейшим фактором риска развития ГЦК, с ним могут сочетаться и другие, в том числе доброкачественные, образования: гемангиомы (особую сложность представляют flash-гемангиомы), простые кисты, холангиокарциномы и просто anomalies перфузии, дифференциальная диагностика которых даже с применением КУ может представлять значительные трудности, а без него часто вообще невозможно [8, 9].

Гемангиома. Гемангиома – самая частая доброкачественная опухоль печени (рис. 5). Большинство гемангиом протекает бессимптомно; гигантские гемангиомы диаметром более 10 и даже 20 см нередко становятся поводом для хирургического вмешательства [11]. С учетом доброкачественности заболевания и благоприятного прогноза важно поставить диагноз с помощью неинвазивных методов исследования, в частности КТ с КУ, так как ошибочно проведенная пункционная биопсия гемангиом может иметь серьезные последствия, вплоть до летального исхода из-за массивного кровотечения [11]. В данном исследовании ряд гемангиом не удалось визуализировать при нативном исследовании, что свидетельствует о необходимости выполнения КТ с КУ до проведения инвазивных методов исследования. Особенно это важно в нетипичных случаях, например когда наличие гемангиомы сопровождается повышенным уровнем альфа-фетопротейна в крови или гемангиома маскируется под какую-либо другую опухоль [12, 13].

Опухоли поджелудочной железы. Рак поджелудочной железы входит в первые пять причин смерти от злокачественных новообразований [14]. Наиболее часто встречается протоковая аденокарцинома, в то же время нейроэндокринные опухоли, растущие более медленно, встречаются существенно реже [15]. Диагностика и визуализация на ранних ста-

диях являются ключевым этапом ведения пациентов с опухолями поджелудочной железы, и важнейшую роль здесь играет КТ с КУ, позволяющая определить размер опухоли, степень злокачественности и вовлеченность в патологический процесс окружающих структур (рис. 6) [16, 17].

Почечно-клеточный рак.

Почечно-клеточный рак (ПКР) – это группа злокачественных образований, произрастающих из эпителия почечных канальцев. Одной из разновидностей ПКР является светлоклеточный рак почки (СРП). Среди всех разновидностей почечно-клеточного рака СРП встречается чаще всего (70–80% случаев) и имеет худший прогноз. На СРП приходится 94% случаев метастазирования ПКР [18, 19]. При СРП двустороннее поражение или наличие нескольких опухолевых узлов встречается меньше чем в 5% случаев [18]. Наибольший интерес представляет дифференциальная диагностика ПКР и доброкачественной онкоцитомы на дооперационном этапе. Онкоцитомы являются наиболее часто удаляемой доброкачественной опухолью почек (4–10% случаев после нефрэктомий, выполненных в связи с подозрением на почечно-клеточный рак) [18, 19]. Дифференциальная диагностика новообразований почки основывается на особенностях их контрастирования в различные фазы, так как на нативных томограммах данные образования практически неразличимы (рис. 7) [19, 20].

Заключение

Проведенное исследование показало, что количество ложноотрицательных диагнозов, то есть случаев, когда выполненная КТ была абсолютно бесполезна, достигает 15% при проведении только бесконтрастных исследований. С помощью КТ с КУ в данном исследовании удалось визуализировать все образования и в большинстве случаев

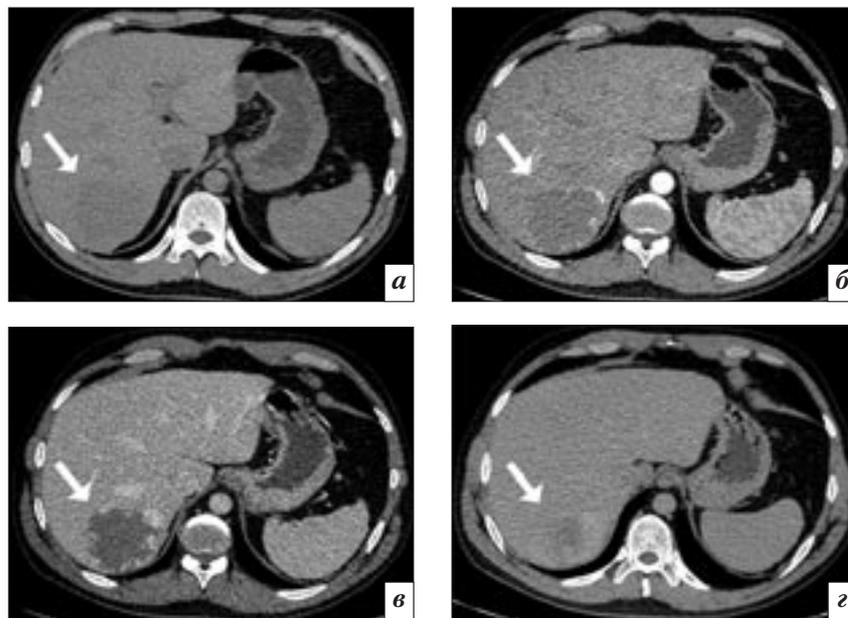


Рис. 5. Гемангиома. Динамическая мультиспиральная КТ с контрастным усилением (КС – «Ультравист® 370», объем КС 95 мл, объем физиологического раствора 40 мл, скорость введения 4 мл/с): *а* – в нативную фазу исследования в правой доле печени визуализируется гиподенное округлое образование с неровными контурами (белая стрелка); *б* – в артериальную фазу отмечается контрастирование образования по периферии (контрастный ободок) (белая стрелка); *в* – в венозную фазу наблюдается увеличение зоны контрастирования от периферии к центру (центрипетально) за счет заполнения лакунарных пространств КС (белая стрелка); *г* – в отсроченную фазу образование изоденно паренхиме, а в центральной части имеется гиподенная зона («гиалиновая щель») (белая стрелка)

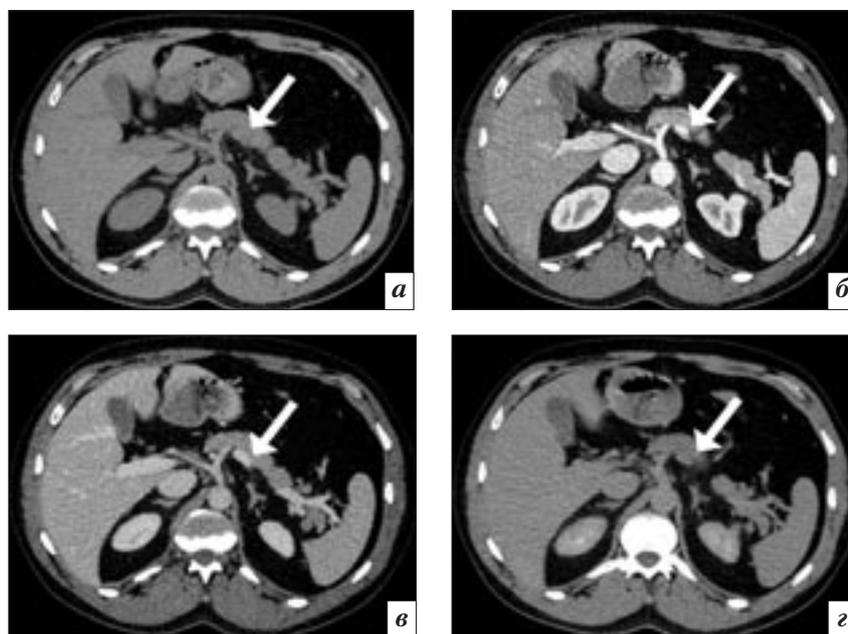


Рис. 6. Инсулинома. Динамическая мультиспиральная КТ с контрастным усилением (КС – «Ультравист® 370», объем КС 98 мл, объем физиологического раствора 45 мл, скорость введения 4 мл/с): *а* – в нативную фазу определяется изоденное округлое образование тела поджелудочной железы с нечеткими контурами (белая стрелка); *б, в* – в артериальную и венозную фазы соответственно образование интенсивно и равномерно накапливает КС (белая стрелка) и хорошо визуализируется на фоне здоровой паренхимы; *г* – в отсроченную фазу отмечается вымывание КС, и образование (белая стрелка) становится изоденно паренхиме поджелудочной железы

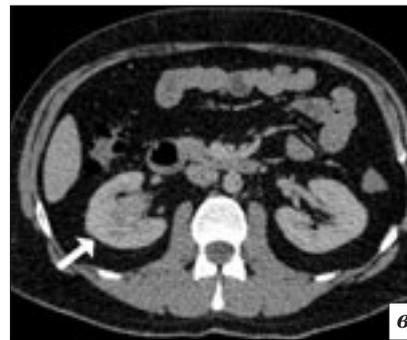


Рис. 7. Светлоклеточный рак почки. Динамическая мультиспиральная КТ с контрастным усилением (КС – «Ультравист® 370», объем КС 98 мл, объем физиологического раствора 45 мл, скорость введения 4 мл/с): *а* – в нативную фазу в лоханке правой почки визуализируется изоденное образование с нечеткими контурами (белая стрелка); *б, в* – в артериальную и венозную фазы соответственно отмечается неравномерное контрастирование образования (белая стрелка); *з* – в отсроченную фазу образование становится гиподенсным и приобретает четкие контуры (белая стрелка)

правильно оценить их морфологическую природу на дооперационном этапе. В определении злокачественных новообразований чувствительность и специфичность КТ с КУ составляет 94,1 и 92,3% соответственно, точность метода при этом достигает 93,3%.

Проведение КТ с КУ при подозрении на наличие новообразований брюшной полости и забрюшинного пространства позволяет не только точнее и быстрее поставить диагноз, но и сократить количество томографий, выполняемых пациенту, так как в большинстве случаев после проведения нативного исследования возникает потребность в повторном исследовании с КУ, при котором также выполняется сканирование с получением изображения нативной фазы.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что огромная потенциальная польза КТ с КУ практически всегда оправдывает ничтожные риски, связанные с введением КС.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Тюрин И.Е. Лучевая диагностика в Российской Федерации в 2014 г. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2015; 6: 56–63.
2. Stern S.H. Nationwide evaluation of X-ray trends. Tabulation and graphical summary of 2000 survey of computed tomography. August 2007; 174. Available at: http://www.crcpd.org/Pubs/NEXT_docs/NEXT2000-CT.
3. ACR Committee on Drugs and Contrast Media. ACR Manual on Contrast Media – Version 10.1, 2015; 129. Available at: <http://www.acr.org/~media/37D84428BF1D4E1B9A3A2918DA9E27A3>.
4. Eskandari N., Nekourad M., Bastan R. The awareness of anaphylaxis reaction to local anesthesia in Dentistry. *J. Allergy Asthma*. 2014; 1: 1–5.
5. McDonald R.J., McDonald J.S., Carter R.E. Intravenous contrast material exposure is not an independent risk factor for dialysis or mortality. *Radiology*. 2014; 273 (3): 714–25.
6. Navarro A.P., Gomez D., Lamb C.M. Focal nodular hyperplasia: A review of current indications for and outcomes of hepatic resection. *HPB*. 2014; 16: 503–11.
7. Baranes L., Chiaradia M., Pigneur F. Imaging benign hepatocellular tumors: Atypical forms and diagnostic traps. *Diagn. Intervent. Imag.* 2013; 94: 677–95.
8. Bosman F.T., Carneiro F., Hruban R.H., Theise N.D. WHO Classification of Tumours of the Digestive System (IARC WHO Classification of Tumours). 4th ed. 2010: 417.
9. Haoran Sun, Tianqiang Song. Hepatocellular carcinoma: Advances in diagnostic imaging. *Drug Discoveries & Therapeutics*. 2015; 9 (5): 310–8.
10. Туманова У.Н., Яшина Н.И., Кармазановский Г.Г. Диагностические компьютерно-томографические критерии гепатоцеллюлярного рака разной степени дифференцировки в непораженной циррозом печени. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2015; 9 (1): 27–33.
11. Bajenaru N., Balaban V., Săvulescu F. Hepatic hemangioma. *J. Med. Life*. 2015; 8, Special Issue: 4–11.
12. Huan-Yu Wang, Liang Zhang, Jian Wu. Adult hepatic cavernous hemangioma with highly elevated A-fetoprotein: A case report and review of the literature. *Oncology Letters*. 2015; 9: 637–40.
13. Xingmao Zhang, Zhixiang Zhou. Hepatic hemangioma masquerad-

- ing as a tumor originating from the stomach. *Oncology Letters*. 2015; 9: 1406–8.
14. Захарова О.П., Кубышкин В.А., Кармазановский Г.Г. Протокол КТ-исследования при оценке резектабельности рака поджелудочной железы. *Хирургия*. 2012; 8: 44–50.
 15. Кузавлева Е.И. Нейроэндокринные опухоли поджелудочной железы (хирургическое лечение и клиничко-морфологические факторы прогноза). Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2015.
 16. Захарова О.П., Кармазановский Г.Г. Возможности МСКТ и других методов инструментального обследования в диагностике и оценке распространенности рака поджелудочной железы: на что влияют ошибки диагностики? Медицинская визуализация. 2012; 6: 51–6.
 17. Макеева-Малиновская Н.Ю. Накопление контрастного препарата солидными новообразованиями как критерий дифференциальной диагностики нейроэндокринных неоплазий поджелудочной железы при мультиспиральной компьютерной томографии. Дис.... канд. мед. наук. М.: 2014.
 18. Eble J.N., Sauter G., Epstein J.I. et al. WHO Classification of Tumours. Pathology and genetics of tumours of the urinary system and male genital organs. Lyon: IARC Press; 2004: 354.
 19. Young J.R., Margolis D., Sauk S. et al. Clear cell renal carcinoma: Discrimination from other renal cell carcinoma subtypes and oncocytoma at multiphasic multidetector CT. *Radiology*. 2013; 267 (2): 444–53.
 20. An Ren, Feng Cai, Yan-Ning Shang et al. Differentiation of renal oncocytoma and renal clear cell carcinoma using relative CT enhancement ratio. *Chinese Med. J.* 2015; 128, Is. 2: 175–9.
 2. Stern S.H. Nationwide evaluation of X-ray trends. Tabulation and graphical summary of 2000 survey of computed tomography. August 2007; 174. Available at: http://www.crcpd.org/Pubs/NEXT_docs/NEXT2000-CT.
 3. ACR Committee on Drugs and Contrast Media. ACR Manual on Contrast Media – Version 10.1, 2015; 129. Available at: <http://www.acr.org/~media/37D84428BF1D4E1B9A3A2918DA9E27A3>.
 4. Eskandari N., Nekourad M., Bastan R. The awareness of anaphylaxis reaction to local anesthesia in Dentistry. *J. Allergy Asthma*. 2014; 1: 1–5.
 5. McDonald R.J., McDonald J.S., Carter R.E. Intravenous contrast material exposure is not an independent risk factor for dialysis or mortality. *Radiology*. 2014; 273 (3): 714–25.
 6. Navarro A.P., Gomez D., Lamb C.M. Focal nodular hyperplasia: A review of current indications for and outcomes of hepatic resection. *HPB*. 2014; 16: 503–11.
 7. Baranes L., Chiaradia M., Pigneur F. Imaging benign hepatocellular tumors: Atypical forms and diagnostic traps. *Diagn. Intervent. Imag.* 2013; 94: 677–95.
 8. Bosman F.T., Carneiro F., Hruban R.H., Theise N.D. WHO Classification of Tumours of the Digestive System (IARC WHO Classification of Tumours). 4th ed. 2010: 417.
 9. Haoran Sun, Tianqiang Song. Hepatocellular carcinoma: Advances in diagnostic imaging. *Drug Discoveries & Therapeutics*. 2015; 9 (5): 310–8.
 10. Tumanova U.N., Yashina N.I., Karmazanovskiy G.G. Diagnostic CT criteria for hepatocellular carcinoma of different histologic grades in non-cirrhotic liver. *Diagnosticheskaya i intervensionnaya radiologiya*. 2015; 9 (1): 27–33 (in Russian).
 11. Bajenaru N., Balaban V., Săvulescu F. Hepatic hemangioma. *J. Med. Life*. 2015; 8, Special Issue: 4–11.
 12. Huan-Yu Wang, Liang Zhang, Jian Wu. Adult hepatic cavernous hemangioma with highly elevated A-fetoprotein: A case report and review of the literature. *Oncology Letters*. 2015; 9: 637–40.
 13. Xingmao Zhang, Zhixiang Zhou. Hepatic hemangioma masquerading as a tumor originating from the stomach. *Oncology Letters*. 2015; 9: 1406–8.
 14. Zakharova O.P., Kubyshekin V.A., Karmazanovskiy G.G. The requirement for the CT-scan protocol for the proper assessment of pancreatic tumors resectability. *Khirurgiya*. 2012; 8: 44–50 (in Russian).
 15. Kuzavleva E.I. Neuroendocrine pancreatic tumors – surgical treatment and clinical and morphological prognostic factors. MD, PhD. sci. Diss. Moscow; 2015 (in Russian).
 16. Zakharova O.P., Karmazanovskiy G.G. The possibilities of MDCT and other diagnostic modalities in pancreatic cancer staging and evaluation of the tumor extent: what do diagnostic mistakes affect on? *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2012; 6: 51–6 (in Russian).
 17. Makeeva-Malinovskaya N.Yu. Contrast enhancement of solid tumors as a criterion for differential diagnosis of neuroendocrine pancreatic tumors using multislice computed tomography. MD, PhD. sci. Diss. Moscow; 2014 (in Russian).
 18. Eble J.N., Sauter G., Epstein J.I. et al. WHO Classification of Tumours. Pathology and genetics of tumours of the urinary system and male genital organs. Lyon: IARC Press; 2004: 354.
 19. Young J.R., Margolis D., Sauk S. et al. Clear cell renal carcinoma: Discrimination from other renal cell carcinoma subtypes and oncocytoma at multiphasic multidetector CT. *Radiology*. 2013; 267 (2): 444–53.
 20. An Ren, Feng Cai, Yan-Ning Shang et al. Differentiation of renal oncocytoma and renal clear cell carcinoma using relative CT enhancement ratio. *Chinese Med. J.* 2015; 128, Is. 2: 175–9.

References

1. Tyurin I.E. Radiology in the Russian Federation in 2014. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2015; 6: 56–63 (in Russian).

Поступила 23.12.2015
Принята к печати 26.01.2016

Биопсия предстательной железы под контролем магнитно-резонансной томографии

В.И. Куплевацкий, ведущий специалист отдела МРТ-диагностики, врач-радиолог;

М.А. Черкашин, заместитель главного врача по научной работе, врач-хирург;

Д.А. Рошин, к. м. н., руководитель Центра здоровья простаты, врач-онкоуролог;

Н.А. Березина, к. м. н., главный врач;

Н.А. Воробьев, к. м. н., руководитель Центра Кибер-нож, врач-радиолог

ООО «Лечебно-диагностический центр Международного института биологических систем
им. С.М. Березина»,

ул. 6-я Советская, 24-26, Санкт-Петербург, 191144, Российская Федерация

Prostate biopsy under magnetic resonance imaging guidance

V.I. Kuplevatskiy, Leading Specialist of the Department of Magnetic Resonance
Imaging Diagnosis, Radiologist;

M.A. Cherkashin, Deputy Chief Physician of the Scientific Work, Surgeon;

D.A. Roshchin, MD, PhD, Head of the Health Center of the Prostate, Oncourologist;

N.A. Berezina, MD, PhD, Head Physician;

N.A. Vorob'ev, MD, PhD, Director of the Center Cyber Knife, Radiologist

Medical and Diagnostic Center of the S.M. Berezin International Institute of Biological Systems,
ul. Shestaya Sovetskaya, 24-26, St. Petersburg, 191144, Russian Federation

Рак предстательной железы (РПЖ) представляет собой одну из важнейших проблем в современной онкологии. По статистическим данным РПЖ занимает второе место в структуре онкологической заболеваемости в Российской Федерации и развитых странах, и распространённость его в последнее десятилетие прогрессивно растёт. Необходимость ранней диагностики и максимально точной морфологической верификации диагноза в сложных клинических случаях (неудобное расположение опухоли для выполнения стандартной трансректальной биопсии, рубцовые изменения в железе, сочетающиеся с простатитом и кровоизлияниями, пороговые значения простат-специфического антигена с неясной динамикой его удвоения в единицу времени, подозрение на биохимический рецидив или клиническое прогрессирование опухолевого процесса после специального лечения) приводит к пересмотру диагностических алгоритмов и внедрению в клиническую практику новых высокотехнологичных методов инвазивной диагностики.

В данной работе представлен первый в отечественной практике анализ литературных данных, посвящённых одному из новых методов верификации рака предстательной железы – трансректальной биопсии предстательной железы под контролем магнитно-резонансной томографии (МРТ). Авторы провели поиск в базах MEDLINE и Pubmed за период 1995–2015 гг.

Практический интерес для специалистов представляет описание показаний к МР-направленной биопсии, разработанных К. Chan Kyo (2015 г.) и адаптированных авторами этой публикации.

Ключевые слова: магнитно-резонансная направленная биопсия; рак предстательной железы; клинический рецидив рака простаты; повторная биопсия.

Для цитирования: Куплевацкий В.И., Черкашин М.А., Рошин Д.А., Березина Н.А., Воробьев Н.А. Биопсия предстательной железы под контролем магнитно-резонансной томографии. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2016; 97 (1): 48–55. DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-48-55

Для корреспонденции: Черкашин Михаил Александрович; E-mail: mc@ldc.ru

Prostate cancer (PC) is one of the most important problems in modern oncology. According to statistical data, PC ranks second in the cancer morbidity structure in the Russian Federation and developed countries and its prevalence has been progressively increasing over the past decade. A need for early diagnosis and maximally accurate morphological verification of the diagnosis in difficult clinical cases (inconvenient tumor location for standard transrectal biopsy; gland scarring changes concurrent with prostatitis and hemorrhage; threshold values of prostate-specific antigen with unclear changes in its doubling per unit time; suspicion of biochemical recurrence or clinical tumor progression after special treatment) leads to revised diagnostic algorithms and clinically introduced new high-tech invasive diagnostic methods. This paper gives the first analysis of literature data on Russian practice using one of the new methods to verify prostate cancer (transrectal prostate cancer under magnetic resonance imaging (MRI) guidance). The have sought the 1995-2015 data in the MEDLINE and Pubmed.

The account of the MRI-guided biopsy indications developed by K. Chan Kyo (2015) and adapted by the authors of this publication is of practical interest to specialists.

Index terms: magnetic resonance imaging; MRI-guided biopsy; prostate cancer; clinical prostate cancer recurrence; repeat biopsy.

For citation: Kuplevatskiy V.I., Cherkashin M.A., Roshchin D.A., Berezina N.A., Vorob'ev N.A. Prostate biopsy under magnetic resonance imaging guidance. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Journal of Roentgenology and Radiology, Russian journal)*. 2016; 97 (1): 48–55 (in Russ.). DOI: 10.20862/0042-4676-2016-97-1-48-55

For correspondence: Mikhail A. Cherkashin; E-mail: mc@ldc.ru

Information about authors:
Kuplevatskiy V.I., <http://orcid.org/0000-0001-9753-1913>
Cherkashin M.A., <http://orcid.org/0000-0002-5113-9569>
Berezina N.A., <http://orcid.org/0000-0001-9772-4387>
Vorob'ev N.A., <http://orcid.org/0000-0002-8118-6649>

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

Funding. The study had no sponsorship.

Received 01 July 2015
Accepted 17 August 2015

Рак предстательной железы (РПЖ) является одной из важнейших проблем в современной онкологии. По статистическим данным РПЖ занимает второе место в структуре онкологической заболеваемости в Российской Федерации и развитых странах, и распространённость его в последнее десятилетие прогрессивно растёт.

Следует отметить, что когорта пациентов с неметастатическим раком простаты довольно гетерогенна. Значительная доля больных с местно-распространённым и локализованным РПЖ не представляет больших проблем в отношении первичной диагностики и верификации диагноза. Клинически определяемые опухоли категорий Т2b-с, Т3 выявляют при помощи стандартного алгоритма, включающего: определение простатспецифического антигена (ПСА) и различных его параметров в сыворотке крови, пальцевое ректальное исследование, трансректальное ультразвуковое исследование (ТРУЗИ), мультипараметрическую магнитно-резонансную томографию с динамическим контрастированием. Результатом диагностического поиска обычно является трансректальная биопсия предстательной железы с последующим морфологическим исследованием биоптатов.

Однако в ряде клинических ситуаций, особенно в случаях негативной первичной биопсии в анамнезе или подозрении на наличие клинического рецидива опухоли после проведенного специального лечения, точное наведение при биопсии и, как следствие, верификация диагноза представляют большую проблему для диагностов и онкоурологов.

В настоящее время определение концентрации простатспецифического антигена в сыворотке крови является одним из основных стандартов диагностики рака простаты. Парадоксально, что, получив столь широкое распространение в клинической прак-

тике, сегодня данный лабораторный тест стремительно теряет свою чувствительность. Уровень ПСА способен транзитивно повышаться при хроническом и остром простатите, доброкачественной гиперплазии предстательной железы, системных воспалительных реакциях [1–3]. Основными причинами для этого послужили пересмотр стадирования РПЖ за последние годы, бурное развитие инструментальной диагностики и более строгие требования к возрастным срокам выявления РПЖ в популяции. Несмотря на введение в клиническую практику различных параметров динамики годового прироста ПСА, времени его удвоения, соотношения различных фракций данного маркера, проблема диагностики ранних форм РПЖ стоит достаточно остро [1, 2].

На сегодняшний день применение ПСА-теста сохраняет свою актуальность в большей степени в качестве первичного скрининг-теста (наравне с пальцевым ректальным исследованием и ТРУЗИ), неинвазивного и малообременительного для пациента инструмента динамического наблюдения.

Вместе с тем определение ПСА в сыворотке крови по стандартной методике, а также учет динамики прироста микрозначений маркера в единицу времени по-прежнему остаются актуальным инструментом диагностики рецидива опухоли после проведения специального лечения. В последние годы были разработаны новые опухолевые маркеры (4-К панель, РСА 3, РН1), однако они могут быть рекомендованы лишь как вспомогательный источник информации для решения вопроса о первичной либо повторной биопсии, поскольку в настоящее время еще идет стадия накопления опыта их клинического применения [4].

Одним из основных аргументов для выбора тактики лечения РПЖ является верификация диагноза путем биопсии предстательной железы [5].

Развитие новых технологий, внедрение стандартизированных протоколов обследования, высокоточных методов визуализации позволяют прицельно идентифицировать очаги неопластического процесса и определять морфологический диагноз с высоким уровнем достоверности.

Выделяют несколько способов биопсии предстательной железы [6, 7]:

1) трансректальная:

– под контролем УЗИ (либо через канал специально сконструированного датчика, либо с помощью особой приставки),

– под контролем магнитно-резонансной томографии (прямая биопсия, МРТ/ТРУЗИ fusion – аппаратное наложение изображений, полученных разными методами визуализации; когнитивный fusion – врач самостоятельно сопоставляет разные изображения);

2) трансперинеальная (чреспромежностная):

– темплейт-биопсия (с помощью специальной решетки, которая накладывается на промежность, и по разметке вводится игла),

– под УЗ-контролем,

– под контролем МРТ.

Несмотря на накопленный в последнее десятилетие значительный опыт клинического применения различных видов биопсии под контролем МРТ, до сих пор нет чёткого алгоритма принятия решения, касающегося выбора метода. Как для ТРУЗИ-, так и для МРТ-биопсии существуют свои показания, и совсем неочевидно, что они зависят от материально-технической оснащённости учреждения. Фактически это разные диагностические методы, не заменяющие, а дополняющие друг друга.

Биопсия под ультразвуковым контролем является не только «золотым стандартом», массово воспроизводимым, не требующим дорогостоящего оборудования методом, но и позволяет одновременно взять биологический материал

стандартно из 12–14 точек. Эта так называемая «работа по площадям» дает возможность в ряде случаев выявить и морфологически верифицировать субклинические и клинически незначимые формы рака, не определяемые ни при пальцевом исследовании, ни при инструментальной визуализации с помощью ТРУЗИ и даже МРТ и ПЭТ-КТ. Необходимость выявления данных форм РПЖ остаётся весьма дискуссионной. Так, A.M. Brown et al. (2015 г.) прямо говорят о том, что традиционная биопсия характеризуется гипердиагностикой клинически незначимого рака в сочетании с гиподиагностикой клинически значимого рака простаты с показателем по шкале Глисона ≥ 7 [6].

Различные сложные клинические ситуации (рубцовые изменения в железе, сочетающиеся с простатитом и кровоизлияниями, «плавающий» ПСА с пороговыми значениями, подозрение на биохимический рецидив или прогрессирование опухолевого процесса после специального лечения) формируют новый вызов: потенциально заболевание может быть, но нет возможности подтвердить или опровергнуть его наличие рутинными методами, требуется высокоточная диагностика и максимально полная и однозначная верификация [8, 9].

Широкое развитие и повсеместное внедрение метода магнитно-резонансной томографии в последнее десятилетие предоставило врачам клинических специальностей новые возможности и новые инструменты. Уже сейчас можно говорить не просто о структурном, анатомическом исследовании, но об исследовании функциональном, мультипараметрическом.

Диффузионно-взвешенная МРТ оценивает очаги опухолевого генеза с патологическим изменением диффузионной способности молекул воды; динамическое контрастирование (контрастная перфузия) позволяет

выявить участки гиперваскуляризации; спектроскопия даёт возможность исследовать метаболизм холина в ткани железы, косвенно подтверждая онкологический диагноз; исследование всего тела (wholebody) в специальных режимах позволяет визуализировать метастатическое поражение [10, 11]. Относительно МРТ всего тела необходимо отметить, что в последнее десятилетие, в связи с развитием магнитно-резонансных технологий и программного обеспечения, появилась альтернатива традиционному алгоритму комплексной оценки организма для стадирования опухолевого поражения при раке предстательной железы. На сегодняшний день опубликовано большое количество работ, связанных с оценкой эффективности этой методики по сравнению со стандартным, рекомендуемым на данный момент подходом. Например, в своей работе K.D. Linton et al. (2012 г.) на вопрос «можно ли заменить КТ и скинтиграфию в оценке распространенности рака предстательной железы МРТ-исследованием всего тела?», четко отвечают, что этот метод не только не уступает сочетанию стандартных методик, но и зачастую превосходит их в комплексной оценке состояния организма пациента. Единственно, на чём акцентируют внимание авторы, – это то, что МРТ, обладая большей информативностью, нередко обнаруживает ту патологию, которая не является значимой при стадировании и лечении пациента с раком предстательной железы. Другими словами, данная методика требует большего профессионализма от диагноста [12].

Наконец, во многих европейских и американских клиниках в последние 15 лет всё большее применение находит так называемая MRI-guided (MP-направленная) биопсия [13].

Первые предпосылки к выполнению биопсии предстательной железы под контролем МРТ

появились в 1999 г., когда M. Rettori et al. провели ряд прямых игольных биопсий с предварительным МР-картированием подозрительных в отношении наличия аденокарциномы участков предстательной железы [14].

Буквально через год A.V. D'Amico et al. (2000 г.) опубликовали клинический случай чреспростатной биопсии, проведённой уже непосредственно под контролем МРТ. У пациента с повышенным уровнем ПСА и подозрением на аденокарциному в анамнезе была колэктомия, вследствие чего выполнить стандартную биопсию под контролем ТРУЗИ технически не представлялось возможным. Диагностическое вмешательство было проведено с помощью 0,5 Тл томографа с открытым контуром. Непосредственно в ходе исследования был обнаружен подозрительный участок, под визуальным контролем введена биопсийная игла. Морфологическое исследование показало, что в двух биоптатах определялась аденокарцинома с суммой баллов по шкале Глисона 6, и авторами был сделан вывод о том, что МРТ-биопсия может стать успешной альтернативой при невозможности выполнения стандартной биопсии под УЗ-контролем [15].

В 2003 г. R.C. Susil et al. представили первое устройство для трансректальных вмешательств под контролем МРТ. Фактически это была доклиническая апробация методики на животных. Было выполнено четыре исследования на собаках с использованием 1,5 Тл томографа с закрытым контуром. В первом исследовании изучалась возможность введения немагнитных игл в 2 мм таргетную зону. В двух других – мониторировалось распределение контрастного вещества (гадопентетатадимерглумин) в месте введения и в ткани предстательной железы. В финальном исследовании моделировалась брахитерапия под контролем МРТ [16].

Первый клинический опыт трансректальной МРТ-направленной биопсии простаты у 12 пациентов был представлен в 2005 г. D. Beyersdorff et al. У 11 больных по данным анамнеза была выполнена биопсия под ультразвуковым контролем: в 9 случаях негативная, в 1 – поставлен пограничный диагноз высокодифференцированного рака предстательной железы, ещё в 1 – количества биоптата оказалось недостаточно для морфологического исследования. Уровень ПСА варьировал от 6 до 60 нг/мл (в среднем 10 нг/мл). Каждое изображение оценивалось двумя радиологами. Критериями включения в исследование были высокая интенсивность сигнала в периферической зоне, значение ПСА более 4 нг/мл, нормальные параметры системы свёртывания крови и антибиотикопрофилактика. Пациенты исключались из исследования при наличии стандартных противопоказаний к высокопольной МРТ (наличие водителя ритма либо других металлических имплантов) или если они не отвечали критериям включения. Также биопсия не выполнялась в случае отсутствия подозрительных участков в периферической зоне при первичной магнитно-резонансной томографии.

Биопсия проводилась в томографе с закрытым контуром. Пять пациентов подверглись биопсии непосредственно после первичного исследования, 7 пациентам биопсия была выполнена в отсроченном порядке, в течение 2 нед после первичного исследования. В 5 случаях использовался автоматический, в 7 – полуавтоматический биопсийный пистолет. Позиционирование иглы также проводилось под контролем МРТ, продолжительность процедуры составляла от 40 до 60 мин. У 11 пациентов было взято по 8 столбиков ткани. У 1 пациента морфологическое исследование из 6 подозрительных на первичном МРТ-исследовании участков оказалось негативным,

биопсия из остальных участков оказалась неинформативной ввиду технической недоступности. Спустя 25 дней после исследования данному пациенту была выполнена традиционная биопсия под ТРУЗИ-контролем, подтвердившая рак простаты. Гистологическое исследование достоверно выявило РПЖ у 5 пациентов, у остальных 6 был диагностирован простатит.

Принципиальным отличием от ранее проведенных работ стало использование устройства для трансректальной биопсии, сконструированного специально для работы на высокопольных томографах с закрытым контуром. По заключению авторов, данная методика позволяет работать с изображениями высокого качества и выполнять инвазивное исследование одновременно, с первичной МР-визуализацией [17].

Виды, преимущества и недостатки МР-направленной биопсии

В настоящее время выделяют три основных способа МР-направленной биопсии [18]:

1) когнитивный таргетинг – врач выполняет биопсию под контролем ТРУЗИ после тщательного картирования подозрительных участков в ходе первичной мультипараметрической МРТ (мпМРТ);

2) МРТ/ТРУЗИ-наложение (fusion) – специальная компьютерная программа, совмещающая изображение, полученное при МРТ, с ультразвуковой картиной, в режиме реального времени;

3) прямая МР-направленная биопсия (in-bore).

Можно смело утверждать, что данный метод давно вышел из стадии эксперимента и клинической апробации, и в настоящее время в огромном количестве научных центров идёт активное совершенствование технологии и чёткое определение места МР-направленной биопсии в алгоритмах ведения пациентов с раком предстательной железы (табл. 1).

Параллельное распространение трёх различных способов биопсии с МР-визуализацией вызывает активные дискуссии, и по сей день нет чёткого представления о том, какой из методов является предпочтительным. К. Chan Kyo (2015 г.) провёл сравнительный анализ преимуществ и ограничений каждого из методов (табл. 2).

Когнитивный таргетинг является довольно простым методом, не требующим специального обучения и каких-либо дополнительных устройств, кроме МР-томографа и ультразвукового аппарата с трансректальным биопсийным датчиком. Вместе с тем данный способ характеризуется высоким риском ошибок прицеливания и требует участия двух диагностов [41, 42].

МРТ/ТРУЗИ-наложение (fusion) предполагает использование специального программного обеспечения, совмещающего МР-изображение подозрительного в отношении РПЖ участка предстательной железы с реальной картиной на экране ультразвукового аппарата [35, 36]. Современные программы позволяют создавать трёхмерную реконструкцию простаты, что упрощает её картирование и снижает количество ошибок позиционирования биопсийной иглы. Однако данная методика требует установки специальных программ, проведения тренингов для технического персонала и, как и в случае когнитивного таргетинга, привлечения сразу двух специалистов – врача-радиолога и врача ультразвуковой диагностики.

Довольно интересным представляется тот факт, что в ходе прямого сравнительного исследования точности и результатов когнитивного таргетинга и биопсии под контролем МРТ/ТРУЗИ-наложения не было получено достоверных различий по частоте выявления рака простаты [19].

Прямая МР-направленная биопсия выполняется с помощью трансректальной катушки в высокопольном (свыше 1,5 Тл) то-

Некоторые клиники, в которых применяется МР-направленная биопсия

Вид биопсии	Клиника	Авторы
Когнитивный таргетинг	University Lille Nord de France, Франция	P. Puech et al. [19], J. Haffner et al. [20], A. Ouzzane et al. [41]
	Robarts Research Institute, University Western Ontario, Канада	D.W. Cool et al. [21]
	Washington University School of Medicine, США	E.H. Kim et al. [22]
	Hospital St. Joan de Reus, Испания	J. Garcia Bennett et al. [23]
	University Sapienza, Италия	A. Sciarra et al. [24]
	Academic Hospital of Erlangen University, Германия	A.P. Labanaris et al. [25]
МРТ/ТРУЗИ-наложение	National Cancer Institute, США	A.R. Rastinehad et al. [34], P.A. Pinto et al. [36]
	University of California-Los Angeles, США	G.A. Sonn et al. [35]
	Hopital Pitié-Salpêtrière, Франция	A. De Gorski et al. [26]
	University of Bologna, Италия	C. Testa et al. [37]
	Robarts Research Institute, University Western Ontario, Канада	D.W. Cool et al. [21]
	Oslo University Hospital, Норвегия	E. Rud et al. [48]
	Keck School of Medicine, University of Southern California, США	O. Ukimura et al. [27]
	Dresden Technische Universität, Германия	A. Borkowetz et al. [28]
	University of Toronto, Канада	M.R. Da Rosa [29]
	Прямая МР-направленная биопсия	University Medical Centre St. Radboud, Нидерланды
Dusseldorf University, Германия		L. Schimmöller et al. [30]
Charité-Universitätsmedizin, Германия		T. Franiel et al. [40]
German Cancer Research Center, Heidelberg, University of Freiburg, Германия		P. Zamecnik et al. [31]
Oregon Health & Science University, США		A.J. Nicholson et al. [32]
Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Германия		S. Kaufmann et al. [33]
Humboldt-Universität zu Berlin, Германия		D. Beyersdorff et al. [17]

Таблица 2

Преимущества и ограничения различных способов МР-направленной биопсии простаты [18]

Техника биопсии	Преимущества	Ограничения	Процент выявления РПЖ	Источник
Когнитивный таргетинг	Простота, скорость выполнения, не требуется дополнительных устройств, программ и тренингов	Ошибки прицеливания	Общий 54 – 69%, КЗР 67 – 82%	P. Puech et al. [19], J. Haffner et al. [20]
МРТ/ТРУЗИ-наложение	Скорость выполнения, меньшее количество ошибок по сравнению с когнитивным методом	Непрямое прицеливание, необходимость закупки специальных программ и проведения тренингов	Общий 54 – 55%, КЗР 38 – 73%	A.R. Rastinehad et al. [34], G.A. Sonn et al. [35], P.A. Pinto et al. [36], C. Testa et al. [37]
Прямая МР-направленная биопсия	Малое количество столбиков ткани, максимально точное прицеливание, меньший процент выявления клинически незначимого рака	Длительность, высокая стоимость, необходимость выполнения двух МРТ-сессий, ложноотрицательные результаты, сложности позиционирования	Общий 39 – 59%, КЗР 48 – 93%	T. Hambrock et al. [38], C.M. Hoeks et al. [39], T. Franiel et al. [40]

Примечание. КЗР – клинически значимый рак.

мографе с закрытым контуром [43]. После картирования подозрительной зоны в ходе мпМРТ радиолог выполняет прицельную биопсию, контролируя на экране положение иглы и точность попадания в требуемый участок. К ограничениям метода можно отнести необходимость наличия специальной катушки, немагнитных игл, относительную длительность исследования. Преимущества же данного способа очевидны и значительны: это действительно прицельная биопсия, исследование осуществляет один врач, а не два, снижение частоты выявления клинически незначимого рака простаты, резкое уменьшение количества биоптата (2–6 столбиков против 12–14–24 при биопсии под контролем ТРУЗИ) [44].

Показания к выполнению МР-направленной биопсии

Вопрос определения чётких показаний для выполнения биопсии предстательной железы под контролем МРТ до сегодняшнего дня остаётся спорным. Пока в клинических рекомендациях нет однозначного ответа на ряд ключевых вопросов: в каких случаях следует ограничиться традиционной биопсией под УЗ-контролем, как стратифицировать пациентов, какому методу отдать предпочтение.

За всю историю применения МР-направленной биопсии в различных её модификациях накоплен большой клинический опыт, который в последние годы подвергается очень тщательному анализу с помощью инструментов доказательной медицины. Так, I.G. Schoots et al. (2014 г.) выполнили систематический обзор и метаанализ 16 опубликованных исследований, в которых проводилось прямое сравнение эффективности и диагностической ценности биопсии под контролем МРТ и ТРУЗИ. Общее число пациентов составило 1926 человек. По итогам анализа авторы сделали вывод о том, что у муж-

чин с клиническим подозрением на рак предстательной железы и положительными находками в ходе первичной мпМРТ малого таза не было выявлено достоверных различий по частоте морфологической верификации диагноза по данным биопсии под контролем МРТ и ТРУЗИ. Однако МР-направленная биопсия характеризовалась достоверно более высокой частотой выявления клинически значимого рака простаты (чувствительность МР-направленной биопсии 0,91, 95% доверительный интервал 0,87–0,94, тогда как у ТРУЗИ 0,76 и 0,64–0,84 соответственно) [45]. Таким образом, авторами был сделан вывод о наличии достаточной доказательной базы в пользу МР-направленной биопсии при диагностике РПЖ.

Некоторые авторы предлагают включать МР-направленную биопсию в программу активного наблюдения (пациенты из группы с низким риском развития РПЖ, которым регулярно выполняются контроль уровня ПСА, пальцевое ректальное исследование и ежегодная биопсия простаты под контролем ТРУЗИ) [46]. D.M. Somford et al. (2013 г.) на основании своих исследований заключили, что МР-направленная биопсия, используемая в программах активного наблюдения, позволяет выявить на ранних стадиях тенденцию к росту суммы баллов по шкале Глисона.

Крайне сложной проблемой остаётся диагностика рецидива рака предстательной железы после лучевой терапии. После радиохиргических вмешательств предстательная железа теряет чёткую анатомию для метода МРТ и в Т2-взвешенном режиме представляет собой гомогенную структуру с сигналом низкой интенсивности [47]. E. Rud et al. (2014 г.) опубликовали результаты исследования, выполненного у 42 пациентов с биохимическим рецидивом РПЖ после дистанционной лучевой терапии (ДЛТ). Средний уровень ПСА составлял

$4,0 \pm 3,0$ нг/мл, среднее время, прошедшее от момента ДЛТ до МР-направленной биопсии, – $5,6 \pm 2,8$ года. Всем пациентам были выполнены Т2- и диффузионно-взвешенная МРТ и биопсия простаты под контролем МРТ/ТРУЗИ-наложения. Подозрительные находки на МРТ были выявлены у 40 (95%) пациентов, из них у 33 (83%) биопсия оказалась положительной. Таким образом, диффузионно-взвешенное исследование в сочетании с прицельной МР-направленной биопсией позволило достоверно верифицировать диагноз у подавляющего числа пациентов с подозрением на биохимический рецидив рака [48].

В итоге K. Chan Kyo (2015 г.) были предложены четыре клинических показания для выполнения биопсии под контролем МРТ:

- высокая вероятность рака простаты (значительное превышение пороговых значений ПСА) при негативном результате биопсии под контролем ТРУЗИ;
- повышение уровня ПСА и подозрительные находки при мультипараметрической МРТ малого таза у пациентов без биопсии в анамнезе;
- биохимический рецидив после лучевой терапии;
- активное наблюдение.

Очевидно, что данные показания требуют дальнейшего тщательного изучения и уточнения, особенно в отношении рецидива. Спорным остаётся вопрос о включении МР-направленной биопсии в алгоритм активного наблюдения у пациентов с низким риском развития рака простаты. Вместе с тем в последнее десятилетие данный метод диагностики активно исследуется и находит всё более широкое применение в реальной клинической практике.

Заключение

Несомненно, что МР-направленная биопсия не сможет полностью заменить традиционные методики верификации рака

простаты, и на ближайшие годы простой, легко воспроизводимый и относительно малозатратный метод биопсии под ультразвуковым контролем останется ведущим в арсенале уролога. Однако в сложных клинических ситуациях, когда диагноз неочевиден, растёт уровень ПСА, первичное морфологическое исследование дало отрицательный результат или оно малоинформативно, у пациента после лучевой терапии есть подозрение на биохимический рецидив, МР-технологии (в том числе прицельная стереотаксическая биопсия) потенциально способны дать ответы на многие вопросы клинициста.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература/References

- Farwell W.R., Linder J.A., Jha A.K. Trends in prostate-specific antigen testing from 1995 through 2004. *Arch. Intern. Med.* 2007; 167: 2497–502.
- Esfahani M., Ataei N., Panjehpour M. Biomarkers for evaluation of prostate cancer prognosis. *Asian Pac. J. Cancer Prev.* 2015; 16 (7): 2601–11.
- Moyer V.A. Screening for prostate cancer: U.S. Preventive services task force recommendation statement. *Ann. Intern. Med.* 2012; 157: 120–34.
- Huang Y.Q., Sun T., Zhong W.D., Wu C.L. Clinical performance of serum [-2]proPSA derivatives, %p2PSA and PHI, in the detection and management of prostate cancer. *Am. J. Clin. Exp. Urol.* 2014; 2 (4): 343–50.
- Carlsson S., Vickers A. Spotlight on prostate cancer: the latest evidence and current controversies. *BMC Med.* 2015; 13: 60.
- Brown A.M., Elbuluk O., Mertan F., Sankineni S., Margolis D.J., Wood B.J. et al. Recent advances in image-guided targeted prostate biopsy. *Abdom. Imaging.* 2015; 40 (6): 1788–99.
- Babaian R.J., Toi A., Kamoi K., Troncoso P., Sweet J., Evans R. et al. A comparative analysis of sextant and an extended 11-core multisite directed biopsy strategy. *J. Urol.* 2000; 163: 152–7.
- White S., Hricak H., Forstner R. et al. Prostate cancer: effect of post-biopsy hemorrhage on interpretation of MR images. *Radiology.* 1995; 195: 385–90.
- Ikonen S., Kivisaari L., Tervahartiala P., Vehmas T., Taari K., Rannikko S. Prostatic MR imaging: accuracy in differentiating cancer from other prostatic disorders. *Acta Radiol.* 2001; 42: 348–54.
- Pedler K., Kitzing Y.X., Varol C., Arianayagam M. The current status of MRI in prostate cancer. *Aust. Fam. Physician.* 2015; 44 (4): 225–30.
- Pasoglou V., Michoux N., Peeters E., Larbi A., Tombal B., Selleslagh T. et al. Whole-body 3D T1-weighted MR imaging in patients with prostate cancer: Feasibility and evaluation in screening for metastatic disease. *Radiology.* 2015; 275 (1): 155–66.
- Linton K.D., Catto J.W. Whole-body magnetic resonance imaging and prostate cancer metastases: a new gold standard of detection, but does it help us and at what cost? *Eur. Urol.* 2012; 62 (1): 76–7.
- Ghai S., Trachtenberg J. In-bore MRI interventions: current status and future applications. *Curr. Opin. Urol.* 2015; 25 (3): 205–11.
- Perrotti M., Han K.R., Epstein R.E. et al. Prospective evaluation of endorectal magnetic resonance imaging to detect tumor foci in men with prior negative prostatic biopsy: a pilot study. *J. Urol.* 1999; 162: 1314–7.
- D'Amico A.V., Tempany C.M., Cormack R. et al. Transperineal magnetic resonance image guided prostate biopsy. *J. Urol.* 2000; 164: 385–7.
- Susil R.C., Krieger A., Derbyshire J.A. et al. System for MR image-guided prostate interventions: canine study. *Radiology.* 2003; 228: 886–94.
- Beyersdorff D., Winkel A., Hamm B., Lenk S., Loening S.A., Taupitz M. MR imaging-guided prostate biopsy with a closed MR unit at 1.5 T: initial results. *Radiology.* 2005; 234: 576–81.
- Chan Kyo K. Magnetic resonance imaging-guided prostate biopsy: present and future. *Korean J. Radiol.* 2015; 16 (1): 90–8.
- Puech P., Rouvière O., Renard-Penna R., Villers A., Devos P., Colombel M. et al. Prostate cancer diagnosis: multiparametric MR-targeted biopsy with cognitive and transrectal US-MR fusion guidance versus systematic biopsy—prospective multicenter study. *Radiology.* 2013; 268: 461–9.
- Haffner J., Lemaitre L., Puech P., Haber G.P., Leroy X., Jones J.S. et al. Role of magnetic resonance imaging before initial biopsy: comparison of magnetic resonance imaging-targeted and systematic biopsy for significant prostate cancer detection. *BJU Int.* 2011; 108 (8 Pt 2): E171–8.
- Cool D.W., Zhang X., Romagnoli C., Izawa J.I., Romano W.M., Fenster A. Evaluation of MRI-TRUS fusion versus cognitive registration accuracy for MRI-targeted, TRUS-guided prostate biopsy. *Am. J. Roentgenol.* 2015; 204 (1): 83–91.
- Kim E.H., Vemana G., Johnson M.H., Vetter J.M., Rensing A.J., Strother M.C. et al. Magnetic resonance imaging-targeted vs. conventional transrectal ultrasound-guided prostate biopsy: Single-institution, matched cohort comparison. *Urol. Oncol.* 2015; 33 (3): 109.e1–6.
- Garcia Bennett J., Conejero Olesti, Hurtado Salom, Rebenaque E., Parada, Serrano Alcalá, Abreu De Con J. Usefulness of cognitive targeting in multiparametric MRI-guided biopsy to diagnose the dominant lesion in prostate cancer. *Radiologia.* 2014 Nov 22. pii: S0033-8338(14)00166-0.
- Sciarra A., Panebianco V., Ciccarriello M., Salciccia S., Cattarino S. et al. Value of magnetic resonance spectroscopy imaging and dynamic contrast-enhanced imaging for detecting prostate cancer foci in men with prior negative biopsy. *Clin. Cancer Res.* 2010; 16: 1875–83.
- Labanaris A.P., Engelhard K., Zugar V., Nützel R., Kühn R. Prostate cancer detection using an extended prostate biopsy schema in combination with additional targeted cores from suspicious images in conventional and functional endorectal magnetic resonance imaging of the prostate. *Prostate Cancer Prostatic Dis.* 2010; 13: 65–70.
- De Gorski A., Roupriët M., Peyronnet B., Le Cossec C., Granger B., Comperat E. et al. Accuracy of magnetic resonance imaging/ultrasound fusion targeted biopsies to

- diagnose clinical significant prostate cancer in enlarged compared to smaller prostates. *J. Urol.* 2015 Mar 14. pii: S0022-5347(15)03317-0.
27. Ukimura O., Marien A., Palmer S., Villers A., Aron M., de Castro Abreu A.L. et al. Trans-rectal ultrasound visibility of prostate lesions identified by magnetic resonance imaging increases accuracy of image-fusion targeted biopsies. *World J. Urol.* 2015; 33 (11): 1669–76.
 28. Borkowetz A., Platzek I., Toma M., Laniado M., Baretton G., Froehner M. et al. Comparison of systematic transrectal biopsy to transperineal magnetic resonance imaging/ultrasound-fusion biopsy for the diagnosis of prostate cancer. *BJU Int.* 2014 Dec 18. DOI: 10.1111/bju.13023.
 29. Da Rosa M.R., Milot L., Sugar L., Vesprini D., Chung H., Loblaw A. et al. A prospective comparison of MRI-US fused targeted biopsy versus systematic ultrasound-guided biopsy for detecting clinically significant prostate cancer in patients on active surveillance. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2015; 41 (1): 220–5.
 30. Schimmöller L., Quentin M., Arsov C., Hiester A., Kröpil P., Rabenalt R. et al. Predictive power of the ESUR scoring system for prostate cancer diagnosis verified with targeted MR-guided in-bore biopsy. *Eur. J. Radiol.* 2014; 83 (12): 2103–8.
 31. Zamecnik P., Schouten M.G., Krafft A.J., Maier F., Schlemmer H.P., Barentsz J.O. et al. Automated real-time needle-guide tracking for fast 3-T MR-guided transrectal prostate biopsy: a feasibility study. *Radiology.* 2014; 273 (3): 879–86.
 32. Nicholson A.J., Pettersson D.R., Korngold E.K., Foster B.R., Hung A.Y., Amling C.L., Coakley F.V. Direct MRI-guided biopsy of the prostate: use of post-biopsy needle track imaging to confirm targeting. *Abdom. Imaging.* 2015; 40 (7): 2517–22.
 33. Kaufmann S., Kruck S., Kramer U., Gatidis S., Stenzl A., Roethke M. et al. Direct comparison of targeted MRI-guided biopsy with systematic transrectal ultrasound-guided biopsy in patients with previous negative prostate biopsies. *Urol. Int.* 2015; 94 (3): 319–25.
 34. Rastinehad A.R., Baccala A.A. Jr, Chung P.H., Proano J.M., Kruecker J., Xu S. et al. D'Amico risk stratification correlates with degree of suspicion of prostate cancer on multiparametric magnetic resonance imaging. *J. Urol.* 2011; 185: 815–20.
 35. Sonn G.A., Natarajan S., Margolis D.J., MacAiran M., Lieu P., Huang J. et al. Targeted biopsy in the detection of prostate cancer using an office based magnetic resonance ultrasound fusion device. *J. Urol.* 2013; 189: 86–91.
 36. Pinto P.A., Chung P.H., Rastinehad A.R., Baccala A.A. Jr, Kruecker J., Benjamin C.J. et al. Magnetic resonance imaging/ultrasound fusion guided prostate biopsy improves cancer detection following transrectal ultrasound biopsy and correlates with multiparametric magnetic resonance imaging. *J. Urol.* 2011; 186: 1281–5.
 37. Testa C., Schiavina R., Lodi R., Salizzoni E., Tonon C., D'Errico A. et al. Accuracy of MRI/MRSI-based transrectal ultrasound biopsy in peripheral and transition zones of the prostate gland in patients with prior negative biopsy. *NMR Biomed.* 2010; 23: 1017–26.
 38. Hambrock T., Somford D.M., Hoeks C., Bouwense S.A., Huisman H., Yakar D. et al. Magnetic resonance imaging guided prostate biopsy in men with repeat negative biopsies and increased prostate specific antigen. *J. Urol.* 2010; 183: 520–7.
 39. Hoeks C.M., Schouten M.G., Bomers J.G., Hoogendoorn S.P., Hulsbergen-van de Kaa C.A., Hambrock T. et al. Three-Tesla magnetic resonance-guided prostate biopsy in men with increased prostate-specific antigen and repeated, negative, random, systematic, transrectal ultrasound biopsies: detection of clinically significant prostate cancers. *Eur. Urol.* 2012; 62: 902–9.
 40. Franiel T., Stephan C., Erbersdobler A., Dietz E., Maxeiner A., Hell N. et al. Areas suspicious for prostate cancer: MR-guided biopsy in patients with at least one transrectal US-guided biopsy with a negative finding—multiparametric MR imaging for detection and biopsy planning. *Radiology.* 2011; 259: 162–72.
 41. Ouzzane A., Puech P., Lemaitre L., Leroy X., Nevoux P., Betrouni N. et al. Combined multiparametric MRI and targeted biopsies improve anterior prostate cancer detection, staging, and grading. *Urology.* 2011; 78: 1356–62.
 42. Rouse P., Shaw G., Ahmed H.U., Freeman A., Allen C., Emberton M. Multi-parametric magnetic resonance imaging to rule-in and rule-out clinically important prostate cancer in men at risk: a cohort study. *Urol. Int.* 2011; 87: 49–53.
 43. Hambrock T., Hoeks C., Hulsbergen-van de Kaa C., Scheenen T., Fütterer J., Bouwense S. et al. Prospective assessment of prostate cancer aggressiveness using 3-T diffusion-weighted magnetic resonance imaging-guided biopsies versus a systematic 10-core transrectal ultrasound prostate biopsy cohort. *Eur. Urol.* 2012; 61: 177–84.
 44. Pondman K.M., Fütterer J.J., ten Haken B., Schultze Kool L.J., Witjes J.A., Hambrock T. et al. MR-guided biopsy of the prostate: an overview of techniques and a systematic review. *Eur. Urol.* 2008; 54: 517–27.
 45. Schoots I.G., Roobol M.J., Nieboer D., Bangma C.H., Steyerberg E.W., Hunink M.G. Magnetic resonance imaging-targeted biopsy may enhance the diagnostic accuracy of significant prostate cancer detection compared to standard transrectal ultrasound-guided biopsy: A systematic review and meta-analysis. *Eur. Urol.* 2014 Dec 2. pii: S0302-2838(14)01220-2.
 46. Somford D.M., Hoeks C.M., Hulsbergen-van de Kaa C.A., Hambrock T., Fütterer J.J., Witjes J.A. et al. Evaluation of diffusion-weighted MR imaging at inclusion in an active surveillance protocol for low-risk prostate cancer. *Invest. Radiol.* 2013; 48: 152–7.
 47. Vargas H.A., Wassberg C., Akin O., Hricak H. MR imaging of treated prostate cancer. *Radiology.* 2012; 262: 26–42.
 48. Rud E., Baco E., Lien D., Klotz D., Eggesbø H.B. Detection of radio-recurrent prostate cancer using diffusion-weighted imaging and targeted biopsies. *Am. J. Roentgenol.* 2014; 202: W241–6.

Поступила 01.07.2015
Принята к печати 17.08.2015

Журнал «ВЕСТНИК РЕНТГЕНОЛОГИИ И РАДИОЛОГИИ»

Информация для авторов

Общие сведения

Журнал «Вестник рентгенологии и радиологии» («ВРР») – старейший научно-практический журнал (основан в 1920 г.), освещающий вопросы лучевой диагностики и терапии в РФ. Журнал индексируется в международных базах цитирования (SciVerse SCOPUS, Medline, Index Medicus) и входит в Перечень журналов ВАК, рекомендуемых для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора медицинских наук. Журнал выходит 1 раз в 2 мес.

Научная направленность. В журнале «ВРР» публикуются статьи, освещающие широкий спектр вопросов лучевой диагностики (рентгенологии, УЗИ, КТ, МРТ, радионуклидных исследований), современных лучевых и эндоваскулярных методов лечения в различных областях медицины, лучевой терапии. Публикуются оригинальные статьи, обзоры литературы, клинические случаи, лекции, материалы в помощь практикующему врачу, рецензии на опубликованные монографии, руководства, учебники; периодически освещаются работа конгрессов, съездов и научных обществ, актуальные вопросы организации службы лучевой диагностики.

Транслитерация названия журнала на английский язык Vestnik Rentgenologii i Radiologii.

Перевод названия журнала на английский язык (для цитирования публикуемой статьи/for citation) Journal of Roentgenology and Radiology.

Главный редактор журнала – д. м. н., профессор Тюрин Игорь Евгеньевич,
E-mail: igortyurin@gmail.com, тел. (495) 324-71-44.

Зав. редакцией – д. м. н. Черкавская Ольга Владимировна,
тел. (916) 547-50-96, E-mail: vestnik-rentg@mail.ru.

Ответственный секретарь – к. м. н. Коробкова Ирина Захаровна,
тел. (495) 414-62-94, E-mail: vestnik-rentg@mail.ru.

Переписка редакции с авторами осуществляется по E-mail: vestnik-rentg@mail.ru.

Правила для авторов

Настоящие правила разработаны на основе рекомендаций Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России, Международного комитета редакторов медицинских журналов (International Committee of Medical Journal Editors, ICMJE, www.icmje.org), Международной инициативной группы по повышению качества и прозрачности медицинских исследований ЭКВАТОР (Enhancing the Quality and Transparency of Health Research (EQUATOR) Network, www.equator-network.org), требований к рецензируемым журналам, разработанных издательством «Эльзевир» (Elsevier) в соответствии с международными этическими правилами научных публикаций, а также методических рекомендаций, подготовленных под редакцией Ассоциации научных редакторов и издателей (Обновление инструкции для авторов научных журналов: Методические материалы. Пер. с англ. под ред. А.Ю. Гаспаряна, О.В. Кирилловой. Пер. с англ. А.В. Бажанова. СПб.: Сев.-Зап. ин-т упр. – фил. РАНХиГС; 2015: 48).

Подробнее с **Правилами** можно ознакомиться на сайте «ВРР» rusradiology.ru.

Этика научных публикаций

Редакция журнала «ВРР» руководствуется в своей работе международными этическими правилами научных публикаций, подразумевающими порядочность, конфиденциальность, надзор за публикациями, учет возможных конфликтов интересов и др. В своей деятельности редакция следует рекомендациям Комитета по этике научных публикаций (Committee on Publication Ethics), а также опирается на опыт авторитетных международных журналов и издательств.

Редакция журнала несет полную ответственность за соблюдение принципов, прописанных в данном положении.

Введение

Публикация материалов в рецензируемых журналах не только является простым способом научной коммуникации, но и вносит значительный вклад в развитие соответствующей области научного знания. Очень важно установить стандарты этического поведения всех вовлеченных в публикацию сторон, а именно авторов, редакторов журнала, рецензентов, издательства и научного сообщества журнала.

Права и ответственность редакции

Редакция журнала «ВРР» несет полную ответственность за любой опубликованный в нем материал (кроме рекламно-информационных) и соответственно соблюдение принципов этики публикаций в отношении читателей журнала, авторов статей, организаций, спонсирующих исследования и публикации, рецензентов публикаций.

Ответственность редакции перед читателями

Редакция гарантирует читателям, что информация, опубликованная в журнале, достоверна, непредвзята и не ангажирована интересами рекламодателей или иных организаций.

Редакция предоставляет читателям информацию об авторах опубликованных материалов и учреждениях, в которых было проведено исследование, а также информирует читателей об участии коммерческих организаций, их роли в проведении исследований или подготовке публикаций и о любых других конфликтах интересов, которые могут оказать влияние на результаты исследований.

Ответственность редакции перед авторами

Редакция имеет право принимать или отклонять статьи для публикации в журнале, основываясь на заключении рецензентов об актуальности, оригинальности, достоверности информации, содержащейся в статье, ее соответствии тематике журнала и принципам редакционной этики, принятой в журнале. Окончательное решение о публикации статьи принимают члены редколлегии и главный редактор журнала. В основе решения о публикации лежат достоверность рассматриваемой работы и ее научная значимость.

Каждая статья рецензируется. Рецензирование проводится согласно процедуре рецензирования статей, принятой в редакции (см. ниже). Эксперты имеют все возможности свободно высказать мотивированные критические замечания относительно уровня и ясности изложения представленного материала, его соответствия профилю журнала, новизны и достоверности результатов. Рекомендации рецензентов являются основанием для принятия окончательного решения о публикации статьи. Ответственность за решение о публикации полностью лежит на редакции журнала. Редакция оценивает рукописи исключительно по их научному содержанию, безотносительно расы, пола, сексуальной ориентации, религиозных убеждений, этнической принадлежности, гражданства и политических взглядов авторов и принимает решение о публикации, руководствуясь политикой журнала, с учетом действующего законодательства в области авторского права. Статья, в случае принятия к публикации, размещается в открытом доступе; авторские права сохраняются за авторами.

Члены редколлегии не могут быть заинтересованы в принятии или отклонении статьи.

В случае отклонения статьи авторов уведомляют о причинах и дают рекомендации по их исправлению.

Авторам предоставляется возможность апелляции решения редакции в отношении принятия или отклонения статьи.

Конфиденциальность

Главный редактор и все сотрудники редакции не имеют права раскрывать информацию о предоставленных работах никому, кроме соответствующих авторов, рецензентов, других редакционных консультантов и, при необходимости, издателя. Редактор и сотрудники редакции не имеют права использовать материалы неопубликованной рукописи в собственных исследованиях без письменного согласия автора.

Конфликт интересов и разрешение этических конфликтов

В случае конфликта интересов в результате конкурентных отношений, сотрудничества или других отношений и связей с одним из авторов, компаний или учреждений, связанных с представленными рукописями, редактор передает рукопись для рассмотрения другому члену редколлегии. Редактор должен запрашивать от всех участников процесса раскрытия существующих конкурирующих интересов. Главный редактор и другие соредакторы должны брать самоотвод от рассмотрения рукописей в случае наличия конфликтов интересов вследствие конкурентных, совместных и других взаимодействий и отношений с авторами, компаниями и другими организациями, связанными с рукописью.

Обязанности рецензентов

Рецензирование – необходимое звено формальных научных коммуникаций, оно позволяет редколлегии и главному редактору принять решение о публикации статьи, а также помочь автору повысить качество работы.

Редакция обеспечивает объективность и непредвзятость работы рецензентов, своевременно выявляя случаи нарушений и предпринимая меры по их устранению.

В журнале «ВРР» принята закрытая система рецензирования, обеспечивающая анонимность рецензентов.

Вклад в редакционные решения

Экспертная оценка помогает главному редактору и редколлегии в принятии редакционных решений и посредством сотрудничества редактора с автором может помочь автору в улучшении его работы.

Оперативность

Любой избранный для оценки работы рецензент, который считает, что его квалификации недостаточно для рассмотрения исследования, представленного в научной работе, или знает, что продолжительность ее рассмотрения будет слишком большой, должен уведомить об этом редактора.

Конфиденциальность

Любая рукопись, поданная на экспертизу, должна рассматриваться как конфиденциальный документ. Недопустимо показывать ее другим рецензентам или обсуждать с иными экспертами без предварительного разрешения главного редактора.

Стандарты объективности

Отзывы о научных работах должны быть объективными. Личная критика автора неуместна. Рецензенты обязаны выражать свои взгляды четко и аргументированно.

Подтверждение источников

Рецензенты должны выявлять соответствующие опубликованные работы в рецензируемом материале, которые не были процитированы авторами. Любые заявления, выводы или аргументы, которые уже использовались ранее в каких-либо публикациях, должны быть соответствующим образом оформлены как цитаты. Рецензент также обязан обращать внимание редактора на существенное или частичное сходство с какой-либо иной работой, с которой рецензент непосредственно знаком.

Раскрытие информации и конфликт интересов

Материалы из предоставленной (неопубликованной) рукописи не должны использоваться в собственных исследованиях рецензента без письменного согласия автора. Закрытая информация или идеи, полученные во время рецензирования, должны оставаться конфиденциальными и не использоваться для личной выгоды. Рецензенты не должны

принимать участие в рассмотрении и оценке рукописей, в которых они лично заинтересованы, и обязаны информировать редакцию о наличии у них конфликта интересов.

Порядок рецензирования рукописей

1. К рецензированию принимаются рукописи, оформленные согласно требованиям, опубликованным в журнале и на сайте журнала (rusradiology.ru).

2. Поступившая рукопись статьи регистрируется, ей присваивается идентификационный номер.

3. Копия рукописи статьи, прошедшей регистрацию, направляется по профилю научного исследования на рецензию членам редакционной коллегии и другим специалистам.

4. Рецензирование статей осуществляется членами редакционной коллегии и редакционного совета журнала, а также внешними рецензентами из числа ведущих специалистов в данной области, работающих в научных направлениях, соответствующих теме статьи, и имеющих в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Рецензирование научных публикаций главного редактора осуществляется внешними рецензентами.

5. К рецензированию не привлекаются специалисты, работающие в том же подразделении вуза или научно-исследовательского учреждения, где выполнена работа.

6. Рецензирование проводится конфиденциально: авторы рукописи не знают рецензентов. Автору рецензируемой работы предоставляется возможность ознакомиться с текстом рецензии.

7. Срок рецензирования – до 4 недель. Этот срок контролируется редакцией, в зависимости от ситуации и по просьбе рецензента он может быть продлен.

8. С целью получения максимально полного и объективного отзыва на статью редакцией разработана памятка рецензенту с перечнем вопросов, освещение которых в статье рецензент должен оценить. На основании данной оценки рецензент делает свое заключение о дальнейшей судьбе статьи: а) статья рекомендуется к публикации в настоящем виде; б) статья рекомендуется к публикации с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков; в) рекомендуется передать статью на дополнительную рецензию другому специалисту; г) отклонить публикацию.

9. Если в рецензии содержатся рекомендации по исправлению статьи, то она направляется автору на доработку: автору направляется текст рецензии с предложением учесть замечания рецензента при подготовке нового варианта статьи или аргументированно опровергнуть их (частично или полностью).

10. В случае необходимости доработки статьи датой ее поступления в редакцию считается дата возвращения доработанной статьи. Доработанная автором статья повторно направляется на рецензирование.

11. В случае несогласия с мнением рецензента автор статьи имеет право предоставить аргументированный ответ в редакцию журнала. Статья может быть направлена на повторное рецензирование другому эксперту либо на согласование в редакционную коллегию.

12. Если у автора и рецензента возникли неразрешимые противоречия относительно статьи, редколлегия вправе послать статью другому рецензенту. В конфликтных ситуациях окончательное решение принимает главный редактор.

13. Сообщение об отрицательной рецензии направляется автору по электронной почте.

14. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редакционной коллегией исходя из обоснованности работы и соответствия ее тематике журнала. В конфликтных ситуациях решение принимает главный редактор. Решение редколлегии по каждой статье фиксируется в протоколе заседания редколлегии.

15. Авторы имеют право обжалования редакторских решений относительно принятия или отклонения статей.

16. Решение о целесообразности публикации после рецензирования принимается редколлекцией и лично главным редактором.

17. Оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала в течение 3 лет.

Обязанности авторов

Требования к рукописям

Авторы статей, обобщающие результаты оригинальных исследований (далее – оригинальные статьи), должны предоставлять достоверные результаты проделанной работы и объективное обсуждение значимости исследования. Работа должна содержать достаточно деталей и библиографических ссылок для возможного воспроизведения. Ложные или заведомо ошибочные утверждения воспринимаются как неэтичное поведение и неприемлемы.

Обзоры и другие научные статьи также должны быть точными и объективными.

Оригинальность и плагиат

Авторы должны предоставлять только оригинальные работы. При использовании текстовой или графической информации, полученной из работ других лиц, необходимы ссылки на соответствующие публикации или письменное разрешение автора. Любого рода плагиат расценивается как неэтичное поведение и является неприемлемым. Недопустимо использование недобросовестного текстуального заимствования и присвоение результатов исследований, не принадлежащих авторам подаваемой рукописи.

Проверить статью на оригинальность можно при помощи сервисов <https://www.antiplagiat.ru/> (для русскоязычных текстов) и <http://www.plagiarism.org/> (для англоязычных текстов). Редакция оставляет за собой право проверки поступивших рукописей на плагиат. Текстовое сходство в объеме более 20% считается неприемлемым.

Нельзя направлять в редакцию работы, напечатанные в иных изданиях или отправленные в иные издания.

Множественные, повторные и конкурирующие публикации

Автор не должен публиковать рукопись, посвященную по большей части одному и тому же исследованию, более чем в одном журнале как оригинальную публикацию. Представление одной и той же рукописи одновременно более чем в один журнал воспринимается как неэтичное поведение и неприемлемо.

Автор не должен представлять на рассмотрение в другой журнал ранее опубликованную статью. Если элементы рукописи ранее были опубликованы в другой статье, авторы обязаны сослаться на более раннюю работу и указать, в чем существенное отличие новой работы от предыдущей. Дословное копирование собственных работ и их перефразирование неприемлемы, они могут быть использованы только как основа для новых выводов.

Признание первоисточников

Авторы обязаны признавать вклад других лиц, оказавших влияние на характер представленного исследования. Обязательно наличие библиографических ссылок на использованные работы. Информация, полученная в частном порядке, путем разговора, переписки или обсуждения с третьими лицами, не должна использоваться без получения открытого письменного разрешения от их источника. Библиография первичной работы должна быть представлена и во второй публикации. Более подробную информацию о допустимых формах повторных публикаций можно найти на странице www.icmje.org.

Авторство публикации

Авторство должно быть ограничено теми, кто внес значительный вклад в концепцию, разработку, исполнение или интерпретацию представленного исследования. Все, кто внес значительный вклад, должны быть перечислены в качестве соавторов. В тех случаях, когда участники исследования внесли существенный вклад по определенному направлению в исследовательском проекте, они должны быть указаны как лица, внесшие значительный вклад в данное исследование. Автор должен гарантировать, что имена всех соавторов и участников проекта помещены в списки соавторов и участников и что все соавторы ознакомились с окончательным вариантом научной работы, одобрили ее и дали свое согласие на публикацию.

Авторское право – см. соответствующий раздел на сайте журнала rusradiology.ru.

Раскрытие информации и конфликт интересов

Все авторы обязаны раскрывать в своих работах информацию о любых финансовых и других значительных конфликтах интересов, которые могут повлиять на результаты исследования или их интерпретацию. Все источники финансовой поддержки проекта должны быть раскрыты. Авторы обязуются сообщать о любых имеющихся или потенциальных конфликтах интересов. Конфликтом интересов может считаться любая ситуация, способная повлиять на автора рукописи и привести к сокрытию, искажению данных или изменить их трактовку. Наличие конфликта интересов у одного или нескольких авторов не является поводом для отказа в публикации статьи. Выявленное редакцией сокрытие потенциальных и явных конфликтов интересов со стороны авторов может стать причиной отказа в рассмотрении и публикации рукописи.

Финансирование исследований и публикаций

В случае если проведение исследования и/или подготовка статьи имели финансовую поддержку, то необходимо указать источник финансирования. Если финансовой поддержки не было, нужно указать на ее отсутствие. Данная информация должна быть представлена на русском и английском языках после текста статьи в разделе «Финансирование/Funding».

Существенные ошибки в опубликованных работах

В случае обнаружения автором существенных ошибок или неточностей в своей опубликованной работе, он обязан незамедлительно уведомить об этом редактора журнала и взаимодействовать с ним в целях скорейшего изъятия публикации и исправления ошибок. Если редактор или издательство получили сведения от третьего лица о том, что опубликованная работа содержит существенные ошибки, автор обязан незамедлительно изъять работу или исправить ошибки в максимально короткое время.

Комиссия по разрешению конфликтов

Для разрешения вопросов и жалоб, связанных с возможными нарушениями принципов редакционной этики, в редакции каждого журнала создается комиссия. Председатель и члены комиссии выбираются из состава редколлегии и редсовета соответствующего журнала путем голосования членов редакции. Состав, порядок работы комиссии и контакты лица, которому направляются жалобы, размещаются на сайте журнала. Комиссия рассматривает жалобы авторов, читателей, рецензентов, редакторов и издательств.

Статьи в журнале «ВРР» публикуются бесплатно.

Редакция оставляет за собой право на сокращение и редактирование присланных статей. Датой поступления считается время поступления окончательного (переработанного) варианта статьи в случае ее доработки авторами после рецензирования.

Требования к рукописям

Рукописи в редакцию направляются на E-mail: vestnik-rentg@mail.ru, по этому же адресу осуществляется переписка редакции с авторами.

Статьи публикуются бесплатно. Авторские экземпляры не предусмотрены, журнал можно получить только по подписке.

Статьи следует присылать (текст статьи в формате Word) с отсканированными (в формате PDF) сопроводительными документами и подписями авторов (на последней странице текста). **Сопроводительные документы:** направление от учреждения, из которого выходит статья (с круглой печатью), в необходимых случаях экспертное заключение.

Порядок оформления статьи

Фактом подачи статьи и сопровождающих файлов (далее – «Произведение») к публикации в журнале автор (или авторы данного Произведения, если оно создано в соавторстве) подтверждает свое согласие с тем, что предоставляет издательству исключительное и бессрочное право использования Произведения на безвозмездной основе (исключительную, бессрочную и безвозмездную лицензию) на территории России и других стран (см. **Авторское право** на сайте журнала), в том числе право размещения статей в электронной библиотеке e-library и международных базах данных научного цитирования.

Язык статьи. К публикации в журнале принимаются рукописи из любых стран на русском и/или английском языках. В случае если статья написана на русском языке, то обязателен перевод метаданных статьи на английский язык (Ф.И.О. авторов (транслитерация), официальное название учреждений, адрес, название статьи, резюме, ключевые слова, информация для корреспонденции с ответственным автором, а также приставный список литературы (References) – см. ниже). Если авторы не предоставили метаданных статьи на английском языке или перевод некачественный, то редакция прибегает к услугам переводчика самостоятельно (право выбора переводчика остается за редакцией). Статьи зарубежных авторов на английском языке могут публиковаться по решению главного редактора журнала без перевода на русский язык (за исключением названия, резюме и ключевых слов).

Авторами статьи могут быть лица, внесшие существенный вклад в работу, ее доработку или исправление, окончательное утверждение для публикации, а также ответственные за целостность всех частей рукописи. Лица, выполнявшие иную роль в подготовке статьи (специалисты по статистике, языку, технический персонал и др.), могут быть указаны в разделе статьи «Благодарность/Acknowledgments» на русском и английском языках.

Необходимо указывать доленое участие авторов (Contribution) в написании статьи (на русском и английском языках).

Авторам (и их соавторам) нужно завести аккаунт на <http://orcid.org> и обязательно указывать его при оформлении статьи.

Автор гарантирует, что он обладает исключительными авторскими правами на передаваемую Издательству статью и несет полную материальную и юридическую ответственность за достоверность ее содержания.

Требования к рукописям, направляемым в журнал

1. Рукопись должна быть проверена на соответствие правилам орфографии и грамматики.

2. Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman, размер шрифта 14, с интервалом между строками 1,5, все поля, кроме левого, шириной 2 см, левое поле 3 см. Все страницы должны быть пронумерованы. Автоматический перенос слов использовать нельзя.

3. Вся текстовая часть статьи должна быть в одном файле (титульный лист, резюме, ключевые слова, текст статьи, таблицы, список цитированной литературы, сведения об авторах); файл с текстом статьи должен быть назван по фамилии первого автора статьи (Иванов. Текст). Рисунки и сканы документов записываются отдельными файлами, также содержащими фамилию первого автора (Иванов. Рисунок).

4. **Объем статей** не должен превышать 10 с (без учета литературы и резюме); заметки из практики, клинические случаи – не более 8 с (без учета литературы, рисунков, таблиц и резюме), рецензий и информационных сообщений – не более 3 с.

5. **Титульный лист.** Титульный лист должен начинаться со следующей информации:

а) тип статьи (оригинальная, обзор, клинический случай и т. д.);

б) фамилия, инициалы авторов, их ученая степень, звание, должность;

в) название статьи (для повышения цитируемости рекомендуется не давать в названии статьи географических указаний);

г) полное наименование учреждения (**без сокращений**), в котором работает каждый автор, в именительном падеже с обязательным указанием статуса организации (аббревиатура перед названием) и ведомственной принадлежности;

д) полный почтовый адрес учреждения, включая индекс;

е) контактная информация автора, ответственного за переписку: Ф.И.О. полностью, адрес электронной почты;

ж) авторские профили на портале <http://orcid.org>.

Если все авторы статьи работают в одном учреждении, указывать место работы каждого автора отдельно не нужно, достаточно указать учреждение один раз. Если у автора несколько мест работы, каждое обозначается отдельным цифровым индексом. Если авторов несколько, у каждой фамилии и соответствующего учреждения проставляется цифровой индекс.

Образец начала титульного листа

Оригинальная статья

Возможности сонотографии в оценке железистого типа строения молочных желез как фактора риска возникновения рака молочной железы

В.Е. Гаждонова¹, ученая степень, звание, должность;

М.П. Ефремова¹, ученая степень, звание, должность;

Е.М. Бачурина², ученая степень, звание, должность

¹ ФГБУ ДПО «Центральная государственная медицинская академия» Управления делами Президента РФ, ул. Маршала Тимошенко, 19, стр. 1а, Москва, 121359, Российская Федерация;

² ФГБУ «Объединенная больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ, Мичуринский пр-т, 6, Москва, 119330, Российская Федерация

Резюме и ключевые слова на русском языке.

Для цитирования: Гажонова В.Е., Ефремова М.П., Бачурина Е.М. Возможности сонотографии в оценке железистого типа строения молочных желез как фактора риска возникновения рака молочной железы. *Вестник рентгенологии и радиологии*.

Для корреспонденции: Гажонова Вероника Евгеньевна; E-mail: XXXX@yandex.ru

Информация на английском языке: название статьи, ФИО авторов, их ученые степени, звания, должности, наименование учреждений, их адреса, резюме и ключевые слова.

For citation: Gazhonova V.E., Efremova M.P., Bachurina E.M. Название статьи на английском языке. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii (Journal of Roentgenology and Radiology, Russian journal)*.

For correspondence: Veronika E. Gazhonova; E-mail: XXXX@yandex.ru

Information about authors:

Gazhonova V.E., <http://orcid.org/0000-0002-5845-588X>

Efremova M.P., <http://orcid.org/0000-0002-6024-0191>

Bachurina E.M., <http://orcid.org/0000-0001-9605-254X>

Acknowledgments. The authors thank I.I. Ivanov for his help with the statistical processing of data when writing the article. (*Если есть*)

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. (*Обязательный раздел*)

Funding. The study was supported by Grant of the President of Russian Federation (МК 163.2011.7). **ИЛИ:** The study had no sponsorship. (*Обязательный раздел*)

Отдельно указываются дополнительные сведения о каждом авторе, необходимые для обработки журнала в Российском индексе научного цитирования: Ф.И.О. полностью на русском языке и в транслитерации по системе BGN (Board of Geographic Names), должность (например, заведующий кафедрой лучевой диагностики), звание (например, профессор), ученая степень (например, д. м. н.). Сведения приводятся на русском и английском языке.

6. План построения оригинальных статей. Структура оригинальных статей должна соответствовать формату IMRAD (Introduction, Methods, Results, Discussion).

План построения оригинальных статей должен быть следующим: резюме и ключевые слова на русском языке, резюме и ключевые слова на английском языке. Далее текст статьи: введение; материал и методы; результаты; обсуждение; выводы по пунктам или заключение по желанию авторов. После текста статьи:

Благодарности. Авторы выражают благодарность И.И. Иванову за помощь в статистической обработке данных при написании статьи. (Если есть.)

Конфликт интересов. Текст авторов ИЛИ: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. (Обязательный раздел.)

Финансирование. Исследование было поддержано грантом Президента Российской Федерации (МК 163.2011.7). **ИЛИ:** Исследование не имело спонсорской поддержки. (*Обязательный раздел.*)

Затем следует список цитированной литературы на русском (Литература) и английском (References) языке, подписанные подписи при наличии рисунков.

Во введении дается краткий обзор релевантных данных, критическая оценка литературы, имеющей отношение к рассматриваемой проблеме, обоснование новизны и значимости исследования, определяются нерешенные вопросы и ставятся четко сформулированные цели и задачи, поясняющие дальнейшее исследование. Каждое ключевое слово статьи должно найти отражение во введении. Рекомендуется избегать длинных анализов и исторических экскурсов.

Раздел **«Материал и методы»** должен содержать следующее: где и когда проведено исследование, критерии включения и исключения пациентов, описание метода исследования (когортное, проспективное, рандомизированное, ретроспективное, серия наблюдений), детальное описание нового метода, модификации, эксперимента, хирургического вмешательства в определенной последовательности. Методы, опубликованные ранее, должны сопровождаться ссылками: автором описываются только относящиеся к теме изменения.

В работах, представляющих результаты научных исследований, должны быть использованы современные **методы статистической обработки данных**, которые необходимо описать в разделе статьи «Материал и методы». Обязательные элементы статистического анализа: расчет размера выборки на основе статистической мощности, определение нормальности распределения по Колмогорову–Смирнову или Шапиро–Уилку, детальное представление моделей логистического или линейного регрессионного анализа (детерминанты и коварианты), статистический пакет и версия.

Изложение результатов и обсуждения в одном разделе не допускается.

Результаты должны быть ясными и лаконичными. Данные следует представлять в абсолютных числах и в процентах, должны быть указаны 95% доверительный интервал и значение *p*.

В **Обсуждении** дается убедительное объяснение результатов и показывается их значимость. Нужно указать, являются ли приводимые числовые значения первичными или производными, привести пределы точности, надёжности, интервалы достоверности, а также оценки, рекомендации, принятые или отвергнутые гипотезы, обсуждаемые в статье.

Выводы/Заключение должны быть логическим завершением выполненной научной работы.

7. Оформление обзоров. Оформление обзорных статей осуществляется аналогично оригинальным статьям. Желательно, чтобы составление обзоров соответствовало международным рекомендациям по систематическим методам поиска литературы и стандартам. Резюме обзорных статей должно содержать информацию о методах поиска литературы по базам данных Scopus, Web of Science, MedLine, The Cochrane Library, EMBASE, Global Health, CyberLeninka, РИНЦ и др. **В ключевые слова обзорных статей следует включать слово «обзор».** Библиография помимо основополагающих работ должна содержать публикации за последние 5 лет, прежде всего статьи из журналов, ссылки на часто цитируемые источники, в том числе из Scopus и Web of Science. Ссылки должны быть проверяемыми.

В название систематического обзора должны быть включены слова «систематический обзор».

8. Оформление описания клинических наблюдений. Клинические наблюдения (клинические случаи) оформляются согласно рекомендациям CARE (<http://care-statement.org>). В описании клинического случая должно быть введение с обоснованием представления данного случая (его уникальность, актуальность, кратко приводятся данные

литературы), затем следует полное описание клинического случая: информация о пациенте (пол, возраст и пр.), жалобы, анамнез заболевания, данные осмотра, результаты лабораторных и инструментальных (лучевых) методов исследования, рисунки, иллюстрирующие клинический случай, лечебно-диагностические мероприятия, предварительный и окончательный диагноз, сведения о течении и исходе заболевания; обсуждение, в котором излагаются доводы в пользу того или иного диагноза, а также данные литературы. В конце желательно сделать выводы/заключение (в чем особенность данного клинического наблюдения и ценность опыта).

9. **Термины и определения** должны быть научно достоверны, их написание (как русское, так и латинское) должно соответствовать «Энциклопедическому словарю медицинских терминов» (2001 г., 2-е издание под ред. В.И. Покровского, изд-во «Медицина», <http://www.twirpx.com/file/123175/>).

Рукопись может сопровождать **словарь терминов** (неясных, способных вызвать у читателя затруднения при прочтении). Помимо общепринятых сокращений единиц измерения, физических, химических и математических величин и терминов (например, ДНК), допускаются аббревиатуры словосочетаний, часто повторяющихся в тексте. Все вводимые автором буквенные обозначения и аббревиатуры должны быть расшифрованы в тексте при их первом упоминании. Не допускается сокращение простых слов, даже если они часто повторяются. Дозы лекарственных средств, единицы измерения физических величин должны быть указаны в системе СИ.

10. **Авторские резюме.** Авторское резюме к статье является основным источником информации в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал, и должно сопровождать любую статью, независимо от рубрики. В резюме должны быть изложены только существенные факты работы. По резюме читатель должен определить, стоит ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной информации. В оригинальных статьях резюме обязательно должно быть структурированным, то есть повторять структуру статьи и включать: цель, материал и методы, результаты, заключение/выводы. Подзаголовки резюме выделяются жирным шрифтом и печатаются с новой строки. Объем текста авторского резюме должен быть от 200 до 250 слов.

11. **Ключевые слова.** Резюме должно сопровождаться несколькими ключевыми словами или словосочетаниями, отражающими основную тематику статьи и облегчающими классификацию работы в компьютерных поисковых системах. Ключевые слова на английском языке должны быть взяты из организованного словаря Medline (MeSH, Emtree...). Количество ключевых слов – не более 6. Ключевые слова перечисляются через точку с запятой. В конце перечисления ставится точка.

Резюме и ключевые слова должны быть представлены как на русском, так и на английском языках.

12. **Требования к рисункам.** Рисунки даются отдельными файлами. Рисунками являются как медицинские изображения, так и графики, диаграммы, схемы. Рекомендуемое количество рисунков – не более 6.

Форматы. Черно-белые штриховые рисунки: формат файла – TIFF (расширение *.tiff или jpeg), любая программа, поддерживающая эти форматы (Adobe PhotoShop, Adobe Illustrator и т. п.); режим – bitmap (битовая карта); разрешение 600 dpi (Adobe Fotoshop); возможно использование сжатия LZW или другого.

Черно-белые тоновые рисунки (grayscale), цветные тоновые рисунки (RGB, CMYK): формат файла–tiff (расширение .tiff) или jpeg, разрешение 300 dpi (Adobe Fotoshop).

Векторная графика: расширение ai., созданные в Adobe Illustrator CS6.

Не следует присылать файлы с очень низким разрешением и те, которые отформатированы для показа на экране (например, GIF, BMP, PICT, WPG); а также рисунки, опубликованные ранее в других работах авторов. Редакция оставляет за собой право проверки рисунков на плагиат через Google Images.

Следует отдавать предпочтение черно-белым рисункам, если это не приводит к потере информации.

Текст и обозначения на иллюстрациях должны быть четкими и полностью соответствовать подписи к рисунку. Надписи в рисунках следует по возможности заменять цифровыми или буквенными обозначениями, объясняемыми в тексте статьи или в подписях к рисункам. Следует использовать единую систему буквенных обозначений и масштабирования изображения. В изображении следует применять шрифты Arial, Courier, Times New Roman, Symbol или схожие с ними.

Ссылки на рисунки даются в тексте статьи.

13. **Подписи к рисункам.** Подписи к рисункам группируются вместе и даются на отдельной странице после списка литературы. Каждый рисунок должен иметь общий заголовок и расшифровку всех сокращений. В подписях к графикам указываются обозначения по осям абсцисс и ординат, единицы измерения, приводятся пояснения по каждой кривой. В подписях к микрофотографиям указываются метод окраски и увеличение. При описании медицинских изображений следует придерживаться определенной схемы: указать область обследования, метод (методику), фазу контрастирования, проекцию, направление плоскости томографического среза и т. п. (например, МСКТ головного мозга с контрастным усилением, артериальная фаза, аксиальный срез, трехмерная реконструкция); после этого дать комментарий с описанием патологических изменений.

14. **Оформление таблиц.** Если таблиц больше, чем одна, сверху справа необходимо обозначить номер таблицы арабскими цифрами, ниже дать ее название. Сокращения слов в таблицах не приветствуются, но если без них нельзя обойтись, то они должны быть расшифрованы либо в тексте, предшествующем сноске на таблицу, либо в примечании к ней. Все цифры в таблицах должны соответствовать цифрам в тексте. Все столбцы и строки боковика должны быть озаглавлены. Таблицы можно давать в тексте, не вынося на отдельные страницы.

15. **Математические формулы.** Математические уравнения следует представлять как редактируемый текст, а не в виде изображений, и нумеровать по порядку. Переменные следует обозначать курсивом.

16. **Библиографические списки.** В журнале применяется Ванкуверский стиль цитирования: в списке литературы ссылки нумеруются в порядке упоминания в тексте (независимо от языка, на котором дана работа), а не по алфавиту. Библиографические ссылки в тексте статьи обозначаются цифрами в квадратных скобках.

Каждый научный факт должен сопровождаться отдельной ссылкой на источник. Если в одном предложении упоминается несколько научных фактов, после каждого из них ставится ссылка (не в конце предложения). При множественных ссылках они даются в порядке хронологии [5–9]. Необходимо убедиться в том, что все ссылки, приведенные в тексте, присутствуют в списке литературы (и наоборот). Не следует ссылаться на неопубликованные статьи.

Недопустимо самоцитирование, кроме случаев, когда это необходимо (в обзоре литературы не более 3–5 ссылок). **Не следует ссылаться на диссертации, а также авторефераты диссертаций**, правильнее ссылаться на статьи, опубликованные по материалам диссертационных исследований.

Документы (Приказы, ГОСТы, Медико-санитарные правила, Методические указания, Положения, Постановления, Санитарно-эпидемиологические правила, Нормативы, Федеральные законы) **нужно указывать не в списках литературы, а в виде сносок в тексте.**

В оригинальных статьях желательно цитировать не более 25 источников, в обзорах литературы — не более 40, в лекциях и других материалах — не более 15.

Библиографические списки составляются с учетом «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» Международного комитета редакторов медицинских журналов (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals). Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов и организаций, где они работают.

Библиографическое описание книги: автор (авторы), название, город (где издана), после двоеточия название издательства, после точки с запятой год издания. Если ссылка дается на главу книги: (авторы), название главы, после точки ставится «В кн.:» или «In:» и фамилия(и) автора(ов) или редактора(ов), затем название книги и выходные данные.

Примеры:

Медик В.А. Заболеваемость населения: история, современное состояние и методология изучения. М.: Медицина; 2003.

Воробьев А.И. (ред.) Руководство по гематологии. 3-е изд. М.: Ньюдиамед; 2005; 3.

Beck S., Klobes E., Scherrer C. (eds) *Surviving globalization? Perspective for the German Economic Model*. Berlin: Springer; 2005.

Michelson A.D. (ed.) *Platelets*. 2nd edn. San Diego: Elsevier Academic Press; 2007.

Иванова А.Е. Тенденции и причины смерти населения России. В кн.: Осипов В.Г., Рыбаковский Л.Л. (ред.) Демографическое развитие России в XXI веке. М.: Экон-Информ; 2009: 110–31.

Silver R.M., Peltier M.R., Branch D.W. The immunology of pregnancy. In: Creasey R.K., Resnik R. (eds). *Maternal-fetal Medicine: Principles and Practices*. 5th edn. Philadelphia: W.B. Saunders; 2004: 89–109.

Библиографическое описание статьи из журнала: автор(ы), название статьи, название журнала, год, том, в скобках номер журнала, после двоеточия цифры первой и последней страниц. При авторском коллективе до 6 человек включительно упоминаются все, при больших авторских коллективах – 6 первых авторов «и др.», в иностранных «et al»).

Названия иностранных журналов в сокращенном виде должны даваться в соответствии с List of Title Word Abbreviations (перечень сокращений названий): <http://www.issn.org/services/online-services/access-to-the-ltwa/>

Примеры:

Веркина Л.М., Телесманич Н.Р., Мишин Д.В., Ботиков А.Г., Ломов Ю.М., Дерябин П.Г. и др. Конструирование полимерного препарата для серологической диагностики гепатита С. *Вопросы вирусологии*. 2012; 1: 45–8.

Чучалин А.Г. Грипп: уроки пандемии (клинические аспекты). *Пульмонология*. 2010; Прил. 1: 3–8.

Aiuti A., Cattaneo F., Galimberti S., Benninghoff U., Cassani B., Callegaro L. et al. Gene therapy for immunodeficiency due to adenosine deaminase deficiency. *N. Engl. J. Med.* 2009; 360 (5): 447–58.

Glaser T.A. Integrating clinical trial data into clinical practice. *Neurology*. 2002; 58 (12, Suppl. 7): S6–12.

Coudray-Meunier C., Fraisse A., Mokhtari C., Martin-Latil S., Roque-Afonso A.-M., Perelle S. Hepatitis A virus subgenotyping based on RT-qPCR assays. *BMC Microbiology*. 2014; 14: 296. DOI: 10.1186/s12866-014-0296-1.

Ссылки на **интернет-источники** должны быть надежными и долговечными. Как минимум следует давать полный URL-адрес и дату, когда ссылка стала доступной. Также следует дать любую иную дополнительную информацию, если таковая известна: DOI, имена авторов, даты, ссылки на источники публикации и т. д.

Примеры:

Резолюция, принятая Генеральной ассамблеей Организации объединенных наций № 66/288. Будущее, которого мы хотим. 27 июля 2012 года. Available at: <http://www.unctd.org/thefuturewewant.html>; <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N11/476/12/PDF/N1147612.pdf?OpenElement>

Aboud S. Quality improvement initiative in nursing homes: the ANA acts in an advisory role. *Am. J. Nurs.* 2002; 102 (6). Available at: <http://www.psvedu.ru/journal/2011/4/2560.phtml>. 10

Материалы научных конференций:

Актуальные вопросы гематологии и трансфузиологии: Материалы научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 8 июля 2009 г. СПб.; 2009.

Салов И.А., Маринушкин Д.Н. Акушерская тактика при внутриутробной гибели плода. В кн.: Материалы IV Российского форума «Мать и дитя». М.; 2000; ч. 1: 516–9.

Harnden P., Joffe J.K., Jones W.G. (eds). *Germ Cell Tumours V: Proceedings of the 5th Germ Cell Tumour Conference*. 2001, Sept. 13–15; Leeds; UK. New York: Springer; 2001.

Программное обеспечение для формирования ссылок. В настоящее время существует ряд сервисов для формирования ссылок, например:

- <http://sci-hub.org/>
- <https://www.mendeley.com/>
- <http://endnote.com/>

References. Учитывая требования международных систем цитирования, библиографические списки входят в англоязычный блок статьи и, соответственно, должны даваться не только на языке оригинала, но и на латинице. Поэтому авторы статей должны давать список литературы в двух вариантах: один на языке оригинала (русскоязычные источники кириллицей, англоязычные латиницей) и отдельным блоком тот же список литературы (References) в романском алфавите для международных баз данных, повторяя в нем все источники литературы, независимо от того, имеются ли среди них иностранные.

Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью дублируются в References. Транслитерируются фамилии авторов и русскоязычные названия источников. Переводятся на английский язык названия статей, книг, монографий, сборников статей, конференций, журналов с указанием после них выходных данных и языка оригинала (in Russ.). Название журнала выделяется курсивом.

В романском алфавите для русскоязычных источников требуется следующая структура библиографической ссылки: автор(ы) (*транслитерация*), название книги или статьи (*перевод на английский язык*), название журнала (*транслитерация*, затем в скобках *перевод*, Russian journal), выходные данные в цифровом формате, указание на язык источника в скобках (in Russ.).

Технология подготовки ссылки с использованием системы автоматической транслитерации и переводчика: на сайте <http://www.translit.ru> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу. Программа очень простая.

1. Входим в программу Translit.ru. В окошке «варианты» выбираем систему транслитерации BGN (Board of Geographic Names). Вставляем в специальное поле ФИО авторов, название издания на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит».

2. Копируем транслитерированный текст в готовящийся список References.

3. Переводим с помощью переводчика Google название книги, статьи на английский язык, переносим его в готовящийся список. Перевод, безусловно, требует редактирования, поэтому данную часть необходимо выполнять человеку, понимающему английский язык.

4. Объединяем описания в транслите и переводное, оформляя в соответствии с принятыми правилами. При этом необходимо раскрыть место издания (Moscow) и, возможно, внести небольшие технические поправки.

5. В конце ссылки в круглых скобках указывается (in Russ.). Ссылка готова.

Примеры оформления русскоязычных источников литературы для англоязычного блока статьи.

Описание статьи из журнала

Belushkina N.N., Khomyakova T.N., Khomyakov Yu.N. Diseases associated with dysregulation of programmed cell death. *Molekulyarnaya Meditsina (Molecular Medicine, Russian journal)*. 2012 (1); 2: 3–10 (in Russ.).

Описание книги (монографии, сборника):

Kanevskaya R.D. Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development. Izhevsk: Nauka; 2002; 50–4 (in Russ.).

Latyshev V.N. Tribology of Cutting. Vol.1: Frictional Processes in Metal Cutting. Ivanovo: Ivanovo St. Univ.; 2009 (in Russ.).

Описание статьи из электронного журнала

Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *JCMC*. 1999; 5 (2). Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

Описание Интернет-ресурса:

APA Style (2011). Available at: <http://www.apastyle.org/apa-style-help.aspx> (accessed 5 February 2011).

Описание материалов конференций

Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z., Muhametshina R.Y., Chervyakova A.N., Sveshnikov A.V. Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. In: New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact: Proc. 6th Int. Symp. Moscow; 2007: 267–72 (in Russ.).

При ссылке на переводные источники в References нужно ссылаться на оригинал.

Автор несет ответственность за правильность библиографических данных.

С подробным изложением пунктов «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы», разработанных Международным комитетом редакторов медицинских журналов, в частности этических вопросов, можно ознакомиться на сайте www.ICMJE.org.

Внимание!

Рукописи, не отвечающие приведенным выше требованиям, с множеством стилистических погрешностей, грамматических и синтаксических ошибок, к публикации не принимаются и авторам не возвращаются.

Авторский экземпляр журнала высылается автору наложенным платежом (можно получить и в редакции) при условии оформления полугодовой подписки на журнал (отсканированная квитанция присылается на E-mail: vestnik-rentg@mail.ru).