

САРКОМЫ 2019 • Том 11 • № 4

КОСТЕЙ, МЯГКИХ ТКАНЕЙ И ОПУХОЛИ КОЖИ

Издательство
ООО «ФАРМАРУС ПРИНТ МЕДИА»

Учредители

ФГБУ «НМИЦ онкологии
им. Н.Н. Блохина» Минздрава
России

Восточно-Европейская Группа
по Изучению Сарком

САРКОМЫ

КОСТЕЙ, МЯГКИХ ТКАНЕЙ И ОПУХОЛИ КОЖИ
Зарегистрирован в Министерстве
Российской Федерации по делам
печати, телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций

Регистрационный номер
ПИ № ФС 77–37915 от 03.01.2009

Все материалы издания подлежат
обязательному рецензированию
ведущими российскими специалистами

**Редакция не несет ответственности
за содержание рекламных материалов**

Использование материалов журнала
допускается только по согласованию
с редакцией

При перепечатке материалов ссылка
на журнал обязательна

Издательство
ООО «ФАРМАРУС ПРИНТ МЕДИА»

Генеральный директор
Екатерина Родникова

Художественно-технический редактор
Лидия Вязьмина

Литературный редактор
Мария Козлова

Отдел реализации и подписки
Ольга Пентюхова
Тел. +7 (977) 469-24-40
Эл. почта: fatmarus@com2com.ru

Отдел рекламы:
Тел. +7 (977) 469-24-40
Эл. почта: fatmarus@com2com.ru

© ФГБУ «НМИЦ онкологии
им. Н.Н. Блохина» Минздрава России

© Восточно-Европейская Группа
по Изучению Сарком

© ООО «ФАРМАРУС ПРИНТ МЕДИА»

Адрес редакции:
117246, Москва, Научный проезд,
д. 8, стр. 7, 3-й этаж, помещение 6
Эл. почта: pharmpg@com2com.ru

Сайт: www.eesg.ru

Сдано в набор 19.10.2019
Подписано в печать 15.12.2019
Формат 60×90^{1/8}
Печать офсетная. Печ. л. 8,75

Подписка на 2020 г.

Объединенный каталог «Пресса России»
Подписной индекс – 13157

Отпечатано в типографии
ИП Кононова Елена Юрьевна
107589, г. Москва, ул. Красноярская,
д.11, кв. 79

Тираж 4500 экз.
Цена свободная

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ГРУППЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ САРКОМ
РЕКОМЕНДОВАН МИНИСТЕРСТВОМ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЛЯ ПУБЛИКАЦИЙ ОСНОВНЫХ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИЙ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА И КАНДИДАТА НАУК

Основан в 2009 г.

Периодичность 4 раза в год

Председатель редакционного совета академик РАН М.Д. Алиев

Главный редактор профессор Г.И. Гафтон

Научный редактор д.м.н. А.А. Феденко

Заместители главного редактора
к.м.н. Б.Ю. Бохян, к.м.н. Е.А. Сушенцов

Ответственный секретарь к.м.н. Д.И. Софронов

Редакционная коллегия

д.м.н. Г.И. Гафтон (С.-Петербург)	к.м.н. А.А. Бабалаев (Бишкек)
д.м.н. А.К. Аллахвердиев (Москва)	М.Ю. Щупак (Москва)
к.м.н. О.А. Анурова (Москва)	к.м.н. А.А. Курильчик (Обнинск)
д.м.н. О.П. Близиных (Москва)	к.м.н. Г.А. Серикбаев (Алматы)
д.м.н. И.В. Булычева (Москва)	к.м.н. А.С. Неред (Москва)
к.м.н. А.В. Бухаров (Москва)	к.м.н. Д.В. Нисиченко (Москва)
к.м.н. А.К. Валиев (Москва)	д.м.н. Д.Ш. Полатова (Ташкент)
д.м.н. М.Б. Долгушин (Москва)	к.м.н. И.Р. Сафин (Казань)
к.м.н. А.З. Дзампаев (Москва)	проф. В.А. Соболевский (Москва)
проф. Э.Р. Мусаев (Москва)	д.м.н. В.А. Соколовский (Москва)
к.м.н. Я.А. Щипахина (Москва)	к.м.н. Д.Л. Строяковский (Москва)
д.м.н. Л.Г. Жукова (Москва)	проф. В.В. Тепляков (Москва)
к.м.н. А.В. Назаренко (Москва)	проф. С.А. Тюляндин (Москва)
А.Б. Кожевников (Иркутск)	проф. Т.К. Харатишвили (Москва)
к.м.н. А.А. Жеравин (Новосибирск)	к.м.н. А.В. Богоутдинова (Томск)
к.м.н. В.В. Егоренков (С.-Петербург)	

Редакционный совет

Д.А. Алиев (Азербайджан)	З.Г. Кадагидзе (Москва)
А.Т. Амирасланов (Азербайджан)	Д. Р. Кайдарова (Казахстан)
С.Х. Атаев (Туркмения)	Н.Е. Кушлинский (Москва)
А.М. Беляев (С.-Петербург)	А.Ф. Лазарев (Барнаул)
Ю.М. Богдаев (Минск)	Г.М. Манихас (С.-Петербург)
А.М. Галстян (Армения)	А.Н. Махсон (Москва)
А.М. Гарин (Москва)	В.М. Моисеенко (С.-Петербург)
М.А. Гафур-Ахунов (Узбекистан)	И.В. Поддубная (Москва)
М.М. Давыдов (Москва)	Б.Б. Султангазиева (Киргизия)
В.В. Дворниченко (Иркутск)	Ю.Н. Соловьев (Москва)
А.Г. Дедков (Украина)	Р.Ш. Хасанов (Казань)
Л.В. Демидов (Москва)	Е.Ц. Чойнзонов (Томск)
Д.З. Закиряходжаев (Таджикистан)	М.Н. Тиллайшайхов (Узбекистан)

BONE AND SOFT TISSUE SARCOMAS, TUMORS OF THE SKIN 2019 • Volume 11 • № 4

Journal Bone and soft tissue sarcomas,
tumors of the skin

Journal founders

East-European Sarcoma Group (EESG)

Federal State Budgetary Institution
«N.N. Blokhin National Medical Research
Center of Oncology» of the Ministry of Health
of the Russian Federation

Publishing House

Limited Liability Company

«PHARMARUS PRINT MEDIA»

Journal «Bone and soft tissue sarcomas,
tumors of the skin» was registered
in Federal Service for supervision in
the sphere of telecom, information
technologies and mass communications,
registration number ПИ № ФС 77–37915
from 03.012.2009

Journal «Bone and soft tissue sarcomas,
tumors of the skin» is tree monthly peer-
reviewed medical journal

Since 2009 the Journal «Bone and soft
tissue sarcomas, tumors of the skin»
publishes clinical and experimental
research original articles, reviews, lectures,
case reports, clinical recommendations,
guidelines, news of pharmaceutical market
on problem of clinical oncology, chronicles
of major Russian and international
congresses on allergy and clinical oncology.

The Journal is aimed to the most topical
issues of clinical oncology: pathogenesis,
diagnostics, clinical features, modern
methods of treatment of the bone and soft
tissue sarcomas and tumors of the skin,
such as osteosarcoma, Ewing sarcoma,
chondrosarcoma, bone metastases,
neurogenic tumors, melanoma, basalioma.

The journal is intended for scientists,
oncologist, orthopaedists, surgeons,
morphologist, radiologist, pediatricians and
radiotherapist.

The journal is indexed in RSCI (Russian
Science Citation Index) [https://elibrary.ru/
title_about.asp?id=31931](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=31931)

Format A4

Volume 70 pages

Editorial office address:

8, building 7, office 6
Nauchniy proezd
Moscow, 117246, Russia

www.eesg.ru

e-mail: journaleesg@yandex.ru

EAST-EUROPEAN SARCOMA GROUP (EESG) SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL

RECOMMENDED BY HIGHER ATTESTATION COMISSIN OF MINISTRY
OF EDUCATION AND SCIENCE OF RUSSIAN FEDERATION FOR PUBLICATION
OF SCIENTIFIC RESULTS OF PH.D AND DOCTORAL THESISES

Founded in 2009

Periodicity – 4 times per year

Chairman of the editorial board Academician of Russian Academy
of Sciences **M.D.Aliev**

Editor-in-Chief Professor **G.I. Gafton**

Scientific editor **A.A. Fedenko**

Vice-editors-in-chief **B.Y. Bohyan, E.A. Sushentsov**

Managing secretary **D.I. Sofronov**

Editorial board

professor G.I. Gafton, *St. Petersburg, Russian Federation*

Ph. D. O.A. Anurova, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. O.P. Bliznyukov, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. A.V. Bukharov, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. I.V. Bulycheva, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. A.K. Valiev, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. M.B. Dolgushin, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. A.Z. Dzampaev, *Moscow, Russian Federation*

professor E.R. Musaeu, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. Y.A. Shchipakhina, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. L.G. Zhukova, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. A.V. Nazarenko, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. A.B. Kozhevnikov, *Irkutsk, Russian Federation*

Ph. D. A.A. Zheravin, *Novosibirsk, Russian Federation*

Ph. D. V.V. Yegorenkov, *St. Petersburg, Russian Federation*

Ph. D. A.A. Babalaev, *Bishkek, Kyrgyzstan*

Ph. D. M.Y. Shchupak, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. A.A. Kurilchik, *Obninsk, Russian Federation*

Ph. D. G.A. Serikbayev, *Almaty Kazakhstan*

Ph. D. A.S. Nered, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. D.V. Nisichenko, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. D.S. Polatova, *Tashkent Uzbekistan*

Ph. D. I.R. Safin, *Kazan, Russian Federation*

professor V.A. Sobolevsky, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. V.A. Sokolovsky, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. D.L. Stroiakovsky, *Moscow, Russian Federation*

professor V.V. Teplyakov, *Moscow, Russian Federation*

professor S.A. Tyulyandin, *Moscow, Russian Federation*

professor T.K. Kharatishvili, *Moscow, Russian Federation*

Ph. D. A.V. Bogoutdinova, *Tomsk, Russian Federation*

Editorial Council

D.A. Aliyev, *Azerbaijan*

A.T. Amiraslanov, *Azerbaijan*

S.H. Ataev, *Turkmenistan*

Y.M. Bogdaev, *Minsk*

A.M. Galstyan, *Armenia*

G.I. Gafton, *St. Petersburg, Russian Federation*

M.A. Gafur Akhunov, *Uzbekistan*

M.M. Davydov, *Moscow, Russian Federation*

V.V. Dvornichenko, *Irkutsk, Russian Federation*

A.G. Dedkov, *Ukraine*

L.V. Demidov, *Moscow, Russian Federation*

D.Z. Zakhirjahodjaev, *Tajikistan*

N.E. Kushlinsky, *Moscow, Russian Federation*

A.F. Lazarev, *Barnaul, Russian Federation*

A.M. Belyaev, *St. Petersburg, Russian Federation*

G.M. Manikhas, *St. Petersburg, Russian Federation*

A.N. Makhson, *Moscow, Russian Federation*

V.M. Moiseenko, *St. Petersburg, Russian Federation*

I.V. Poddubnaya, *Moscow, Russian Federation*

B.B. Sultangaziyeva, *Kyrgyzstan*

Y.N. Soloviev, *Moscow, Russian Federation*

R.S. Khasanov, *Kazan, Russian Federation*

E.C. Choinzonov, *Tomsk, Russian Federation*

A.M. Garin, *Moscow, Russian Federation*

A.N. Machon, *Moscow, Russian Federation*

Z.G. Kadagidze, *Moscow, Russian Federation*

D. R. Kaidarova, *Kazakhstan*

M.N. Tillyashihov, *Uzbekistan*

Содержание

■ От редакции

Агаев Д.К., Сушенцов Е.А., Софронов Д.И., Валиев А.К., Мусаев Э.Р., Хайленко В.А., Абдулжалиев А.Т.
Применение компьютерного моделирования и 3D-технологий в онкоортопедии. Обзор литературы..... 5

■ Саркомы мягких тканей

Коновалов А.И., Старцева Ж.А., Тюкалов Ю.И., Богоутдинова А.В.
Эффективность применения локальной гипертермии в качестве метода физической радиосенсибилизации в составе комбинированного лечения локализованных форм первичных и рецидивных сарком мягких тканей 17

Межецкий Э.П., Соболевский В.А.
Торакоабдоминальные грыжи после резекции грудной стенки, методы профилактики 25

■ Саркомы костей

Усманова Е.Б., Шелкова О.Ю., Кулага А.В., Валиев А.К., Обухова О.А., Софронов Д.И., Сушенцов Е.А., Короткова И.С.
Исследование качества жизни в онкоортопедической клинике..... 31

Агаев Д.К., Соколовский А.В., Булычева И.В., Фёдорова А.В., Соколовский В.А., Бадыров Р.Н.
Пятилетний опыт использования фосфат-кальциевых биокомпозитных материалов для реконструкции костных дефектов при атипических хрящевых опухолях 36

Межецкий Э.П., Соболевский В.А.
Функция верхних конечностей после резекции каркаса грудной стенки 47

■ Кунсткамера

Сушенцов Е.А., Мусаев Э.Р., Маслов Л.Б., Жмайло М.А., Софронов Д.И., Агаев Д.К., Дзампаев А.З., Романцова О.М., Федорова А.В., Алиев М.Д.
Компьютерное моделирование, 3D-принтинг и индивидуальное протезирование в лечении больного с остеосаркомой костей таза 53

■ Хроника научной жизни

Конгрессы, конференции, форумы 62

Библиография 64

■ Для авторов

Требования к оформлению рукописей..... 66

Вниманию подписчиков!

Оформить подписку на журнал «Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи» Вы можете на почте в объединенном каталоге «ПРЕССА РОССИИ» 1 том, индекс 13157, а так же через ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН <https://www.akc.ru>. Подписка на 2020 г. открыта.

Издательство деньги за подписку не возвращает!

Contents

■ Editorial

- Agaev D.K., Sushentsov E.A., Sofronov D.I., Valiev A.K., Musaev E.R., Khaylenko V.A., Abduljaliev A.T.*
The use of computer modeling and 3D-technologies in oncoorthopedia. Literature review 5

■ Soft tissue sarcomas

- Konovalov A.I., Startseva Zh.A., Tyukalov Yu.I., Bogoutdinova A.V.*
The effectiveness of the use of local hyperthermia as a method of physical radiosensitization as part of the combined treatment of localized forms of primary and recurrent sarcomas of soft tissues..... 17
- Mezhetsky E.P., Sobolevsky V.A.*
Thoracoabdominal hernias after chest wall resection, prevention methods 25

■ Bone sarcomas

- Usmanova E.B., Shchelkova O.Yu., Kulaga A.V., Valiev A.K., Obukhova O.A., Sofronov D.I., Sushentsov E.A., Korotkova I.S.*
Research of quality of life in oncoorthopedic clinic 31
- Agaev D.K., Sokolovskii A.V., Bylicheva I.V., Fedorova A.V., Sokolovskii V.A., Badyrov R.N.*
Five years practical experience of using calcium phosphate bone graft substitute for reconstruction of bone defects in atypical cartilage tumors 36
- Mezhetsky E.P., Sobolevsky V.A.*
Function of the upper limbs after resection of the chest wall 47

■ Real clinical cases

- Sushentsov E.A., Musaev E.R., Maslov L.B., Zhmaylo M.A., Sofronov D.I., Agaev D.K., Dzampaev A.Z., Romantsova O.M., Fedorova A.V., Aliev M.D.*
Computer simulation, 3D-printing and custom-made prosthetics in treatment of a patient with osteosarcoma of the pelvis 53

■ Chronicles

- Congresses, Conferences 62
- Bibliografiya 64

■ For Authors

- Instructions for Authors 66

УДК 616-006.3.04

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И 3D-ТЕХНОЛОГИЙ В ОНКООРТОПЕДИИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Агаев Д.К.¹, Сушенцов Е.А.², Софронов Д.И.², Валиев А.К.², Мусаев Э.Р.², Хайленко В.А.¹, Абдулжалиев А.Т.¹

¹ ФДПО ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; РФ, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1

² ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; РФ, 115478, г. Москва, Каширское ш., д. 24

Ключевые слова: саркомы, опухоли костей, 3D-принтинг, эндопротезирование, компьютерное моделирование, аддитивные технологии, индивидуальный инструментарий

В статье представлен обзор мировой и отечественной литературы на тему применения компьютерного моделирования и 3D-технологий в онкологической ортопедии. Рассмотрен опыт применения предоперационного планирования, индивидуального инструментария и индивидуальных протезов при злокачественных опухолях костей таза, лопатки, грудины, пяточной кости и т. д.

Введение

В последние десятилетия благодаря достижениям в области химиотерапии, развитию радиологических и хирургических методов лечения первичных злокачественных образований костей и суставных поверхностей выживаемость больных высокозлокачественными саркомами костей удалось повысить до 75%, а внедрение современных хирургических техник, развитие анестезиологии и реанимации позволило выполнять до 85% органосохранных операций [1]. В связи с этим в современной онкоортопедии широко обсуждаются вопросы различных методик реконструктивных операций после выполнения удаления пораженных костных сегментов различных анатомических локализаций. Применение модульных эндопротезов после резекций длинных трубчатых костей конечностей в настоящее время считается «золотым стандартом» из-за их доступности, относительной простоте установки, удовлетворительному и хорошему функциональному результату. Использование данного метода существенно улучшает качество жизни онкологических пациентов и не влияет на прогноз заболевания [2]. Функциональный результат по шкале MSTS у па-

циентов с дистальной резекцией бедренной кости составляет 75–88%, а в период 3 мес после операции доходит до 94%. У пациентов с проксимальной резекцией большеберцовой кости оценка MSTS в среднем после операции 68%, а через 3 мес после операции в среднем до 73% [3].

На сегодняшний день в клинической практике не существует универсальной модели эндопротеза костей сложных анатомических локализаций или их сегментов, таких как кости таза, лопатка, ключица, кости стопы, голеностопного и лучезапястного суставов, а существующие аналоги не обеспечивают успешную реабилитацию больных, фактически излеченных от онкологического заболевания, что порой вынуждает хирургов выполнять калечащие операции. Все это указывает на отсутствие решения данной проблемы в современной клинической онкоортопедии. С появлением методов компьютерного моделирования и совершенствования технологий 3D-печати в последние годы появилась возможность восстанавливать костные дефекты с помощью персонализированных протезов, изготовленных индивидуально по данным рентгенологических методов обследований пациента. К возможностям применения 3D-технологий в онкоортопедии стоит отнести компьютерное моделирование, создание 3D-макетов для предоперационного планирования хирургического вмешательства, создание PSI (Patient specific instruments) и непосредственно

Адрес для корреспонденции

Агаев Дергах Камаледдин оглы
E-mail: adergax@mail.ru

создание самих 3D-имплантов из сплавов титана различными технологиями 3D-печати.

Компьютерное моделирование

Большое значение в успешном проведении хирургического этапа лечения на костях различных анатомических локализаций имеет предоперационное планирование вмешательства. Компьютерная навигация, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и созданная на их основании трехмерная модель позволяют точно определять размеры опухоли, распространенность поражения мягких тканей, степени внутрикостного поражения, вероятность вовлечения магистральных сосудисто-нервных путей, а также границы радикально выполненной резекции, что повышает потенциал возможности выполнения реконструктивного этапа операции. На основании данных КТ-исследования возможно создание 3-мерной модели кости с опухолевым поражением, планирование уровней резекции с учетом принципов радикальности и, при необходимости, создание дизайна импланта для выполнения реконструктивных операций. При опухолях костей сложных анатомических локализаций рекомендуется выполнять КТ с соблюдением определенных требований, их можно свести к следующему:

- толщина среза 0,5–1 мм, минимальная коллимация, минимальное расстояние между срезами (ультратонкие срезы);
- для таза рекомендуется не использовать стандартный протокол;
- для проектирования протезов конечностей, таза и других симметричных или парных структур КТ этих структур делать полностью, чтобы была возможность проектировать протезы симметрично нормальной анатомии противоположной стороны (создание антропометричных, персонализированных имплантов);
- рекомендуется использовать максимально допустимое перекрытие срезов (до 50%). Запись файлов на диск производится с соблюдением следующих параметров:
 - записывать в формате DICOM в аксиальной проекции;
 - не мультипланарные реконструкции;
 - костный режим окна;
 - минимальная толщина срезов;
 - минимальное расстояние между срезами, не-обработанные RAW-файлы [4].

Применение 3D-печати в предоперационном планировании хирургического вмешательства

При хирургическом лечении пациентов со злокачественными образованиями костей, в особенности костей таза и позвоночника, хирурги очень часто

сталкиваются с определенными, индивидуальными анатомическими особенностями, что нечасто сопровождается изменением плана на операцию, увеличением продолжительности времени операции и возникновением определенных интраоперационных осложнений. Создание модели кости с опухолевым поражением при помощи 3D-принтинга позволяет не только избежать всех вышеперечисленных моментов, но и определить оптимальный доступ для выполнения хирургического вмешательства, более детально и точно проанализировать и провести предоперационную подготовку. Команда хирургов во главе с Tamet использовала напечатанную 3D-модель лопатки с большой опухолью при предоперационном планировании хирургического лечения пациентки 6 лет с остеохондромой правой лопатки. Данная модель помогла хирургам при выполнении оперативного вмешательства удаления опухоли сложной анатомической локализации [5]. Ма и коллеги применили технологию 3D-принтинга для разработки модели дистальной трети бедренной кости, пораженной остеосаркомой, у 8 пациентов с одновременным созданием индивидуальных шаблонов для выполнения радикальных операций (рис. 1). По данным авторов, применение данной методики привело к более тщательному предоперационному планированию, точной резекции кости, точному выполнению реконструктивного этапа операции, сокращению времени операции и уменьшению объема кровопотери [6].



а)



б)

Рис. 1. Компьютерная модель и индивидуальный инструментарий, напечатанный методом 3D-принтинга, для выполнения радикальной резекции опухоли дистальной трети бедренной кости [6]:

а) компьютерное моделирование дистальной трети бедренной кости с опухолевым образованием и индивидуального инструментария для выполнения радикальной резекции; б) напечатанный методом 3D-принтинга индивидуальный инструментарий

Хяо и коллегами с 2013 по 2014 г. была выполнена одномоментная en-block резекция шейного позвонка с применением переднезаднего доступа по поводу первичного поражения злокачественной опухолью. Авторами был сделан вывод, что, несмотря на техническую сложность, данный метод является наиболее

эффективным при хирургическом лечении опухолей позвонков шейного отдела. Во всех 5 случаях было выполнено компьютерное моделирование шейного отдела позвоночника с опухолевым поражением и создание самой модели с применением 3D-принтинга. Это помогло хирургам до операции лучше понять анатомические взаимоотношения между опухолью и шейным отделом позвоночника, что в свою очередь помогло в планировании хирургического вмешательства [7]. Кроме хирургов, анатомические модели костей, напечатанные на 3D-принтере, могут быть полезны для учащихся медицинских учебных заведений в образовательных целях.

Индивидуальный инструментарий, созданный путем 3D-принтинга (Patient specific instruments)

Под термином PSI (Patient specific instruments) в мировой литературе принято обозначать индивидуальные приспособления, которые создаются на основании данных компьютерного моделирования путем 3D-принтинга и используются во время оперативного вмешательства для выполнения более точного определенного этапа операции. Когда речь идет об онкоортопедических операциях, безусловно, под термином PSI стоит понимать индивидуальные шаблоны или гайды, при помощи которых возможно выполнение радикальной резекции опухоли. Buller в своем исследовании проводит сравнение между двумя контрольными группами пациентов, в одной из которых установка вертлужного компонента тазобедренного протеза проводилась по стандартным данным предоперационного планирования, а в другой установка вертлужного компонента эндопротеза выполнялась с применением PSI. Показатели среднего отклонения угла антеверсии, наклона и общего смещения были лучше у пациентов, которым установка вертлужного компонента выполнялась с применением PSI [8]. Также возможно применение PSI в качестве индивидуальных направителей для установки транспедикулярных винтов в позвонки во время различного рода хирургических вмешательств на позвоночнике [9–11]. PSI часто используется для выполнения радикальных резекций при злокачественных образованиях костей таза [12, 13]. François Gouin и коллегами было выполнено удаление опухолей костей таза у 11 пациентов с применением PSI (рис. 2). После проведенных операций выполнялось гистологическое исследование удаленного макропрепарата и сравнение послеоперационного КТ-исследования с предоперационным КТ-исследованием для определения точности выполненной операции. В результате во всех случаях края резекции были R0, а при сравнении данных рентгенологического исследования точность выполнения резекции в среднем составила 2,5 мм [12]. В качестве расходных материалов для 3D-печати PSI используется АБС-пластик (акрилонитрилбутадиенстирол),

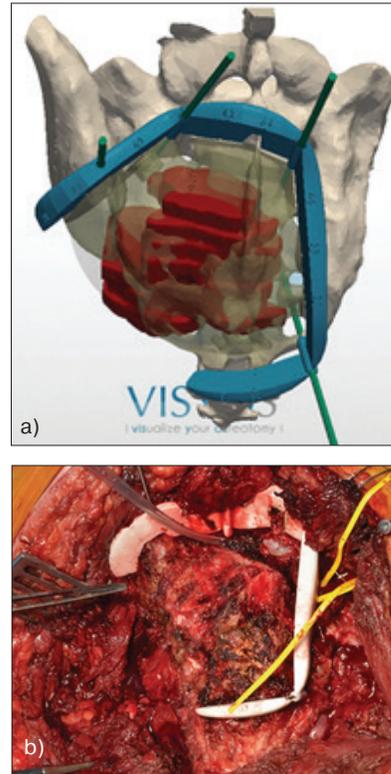


Рис. 2. Применение индивидуального инструментария для выполнения радикальных резекций опухолей крестца [12]: а) компьютерное моделирование крестца с опухолевым поражением и PSI; б) интраоперационная установка PSI для выполнения радикальной резекции опухоли

отличающийся нетоксичностью, ударопрочностью и эластичностью. Для создания прозрачных моделей также часто применяется акрил. Акрил обладает более высокой температурой плавления, чем АБС-пластик, быстро остывает и твердеет.

К недостаткам применения PSI стоит отнести необходимость полного скелетезирования участка кости в месте прилегания индивидуального приспособления, что иногда может быть технически не просто из-за наличия окружающих мягких тканей. Сроки планирования и изготовления изделий тоже стоит отнести к недостаткам данной методики (3–5 дней). Также неточное размещение индивидуального приспособления может привести к необратимым последствиям, которые могут потребовать полного изменения операционного плана. Любое увеличение размеров опухоли также может привести к неправильной установке индивидуального приспособления, что может повести за собой нерадикально выполненное хирургическое вмешательство [14].

3D-импланты из сплавов титана

Помимо упомянутых модульных эндопротезов, применяемых при реконструктивных операциях после резекций длинных трубчатых костей, которые являются «золотым стандартом», в качестве реконструктивных компонентов также широко

применяются аллотрансплантаты, аутоотрансплантаты, ксенотрансплантаты, биоккомпозитные материалы. Данные методики имеют как свои преимущества, так и недостатки [15–18]. При нестандартных анатомических локализациях опухолевых поражений костей, больших размерах поражений и анатомических особенностях пациентов современные хирурги все чаще и чаще прибегают к аддитивным технологиям для создания персонализированных имплантов, созданных по антропометрическим данным пациентов. Все это возможно благодаря комплексному обследованию пациентов, включающему такие рентгенологические методы исследования, как КТ, МРТ, развитию компьютерных методов моделирования и появлению новых, более усовершенствованных компьютерных программ, с помощью которых выполняется создание 3-мерных моделей костей с опухолевыми поражениями. Сама методика 3D-принтинга также не стоит на месте, в связи с чем на сегодняшний день возможно не только создание импланта сложной геометрической формы, но и придание пористости поверхностям, соприкасающимся с костной тканью, что приводит к более лучшей остеоинтеграции и надежному креплению импланта к кости. Чаще всего для создания имплантов применяются 2 вида 3D-печати – это SLS (селективное лазерное спекание) и EBM (электронно-лучевая плавка). В качестве расходного материала возможно использование титан-6-алюминий-4-ванадия (Ti_6Al_4V) и кобальт-хрома [14]. Способность подбирать размер, подходящую геометрическую форму, упругость и пористость импланта методом компьютерного моделирования и технологий 3D-печати позволяет современным онкоортопедам более оптимистично смотреть в сторону решения вопросов реконструктивных хирургических вмешательств после резекций опухолей костей сложных анатомических локализаций.

В литературе встречаются отдельные описания клинических случаев, при которых пациентам со злокачественными образованиями костей сложных анатомических локализаций были установлены индивидуальные импланты после резекций пораженных сегментов. Коллектив хирургов во главе с Fan использовал технологию EBM для создания имплантов 3 пациентам с опухолевыми поражениями ключицы, лопатки и подвздошной кости соответственно. Средний период наблюдения составил 22 мес. На момент контрольного обследования после выполненного хирургического лечения данных за нестабильность имплантов не наблюдалось. Функциональный статус по шкале MSTS у пациента с саркомой Юинга ключицы составил 93%, у пациента с саркомой Юинга лопатки 73% и 90% у пациента с хондросаркомой подвздошной

кости [19]. Описан клинический случай применения импланта после сегментарной резекции левой лопатки по поводу хондросаркомы у пациента 53 лет (рис. 3). В связи с нетотальным поражением



Рис. 3. Трехмерная модель левой лопатки и предоперационное моделирование [24]: а) шаблон для выполнения радикальной резекции, который прикреплен к удаленной части лопатки; б, д) протезы, напечатанные из нейлона и титанового сплава. Многие отверстия были разработаны по краю протеза для возможности выполнения реконструкции мягких тканей; с) реконструкция оставшейся части лопатки с имплантом была выполнена при помощи сформированной фиксирующей пластины

лопатки врачами было принято решение о выполнении сегментарного протезирования, что позволило сохранить полностью плечевой сустав. Функция левого плечевого сустава была резко ограничена, возможность отведения была только на 45° , выполнение внутренней ротации было невозможно. При контрольном обследовании через 28 мес после операции признаков рецидива не было. По данным рентгенограммы положение импланта оценивалось как хорошее. Оценка функционального статуса по шкале MSTS составила 93% [24].

Более детально описан клинический случай применения индивидуального импланта после экстирпации лопатки по поводу лечения пациента со злокачественной фиброзной гистиоцитомой. Рентгенография, выполненная в двух проекциях, показала удовлетворительное положение импланта и плечевого сустава. Исследование, выполненное через 3 мес после операции, также подтвердило отсутствие дислокации импланта, вывиха плечевого сустава. Активность плечевого сустава была определена следующим образом: 120° при подъеме руки, 90° при отведении руки, 50° при внешней ротации и 70° при внутренней ротации [20]. Особый интерес в данной работе вызывает материал,

из которого был напечатан имплант. Полиэфирэфиркетон (polyetheretherketone, ПEEK) обладает рядом преимуществ по сравнению с другими материалами, из которых печатаются импланты. ПEEK при различных видах рентгенологических методов обследования (МРТ-, КТ-исследование) в отличие от имплантов, напечатанных из сплавов титана, не вызывает никаких артефактов, тем самым позволяя более детально оценивать качество и стабильность фиксации [21]. Данный материал также не вызывает аллергических реакций, не подвергается магнитным и экзотермическим реакциям [22]. Кроме того, материалы из ПEEK обладают упругостью и значительно легче, чем протезы из титана [23]. Самым существенным преимуществом применения протезов из ПEEK является возможность интраоперационного моделирования имплантов и изменения их формы [20]. Jianfeng Kang и коллегами опубликована статья, в которой описывается применение персонализированных имплантов 2-го, 3-го и 4-го ребер после удаления опухоли (хондросаркома) передней поверхности левой половины грудной клетки объемом 11×11×6 см, распространяющаяся со 2-го по 5-е ребро. Вследствие небольшого дефекта 5-го ребра интраоперационно было принято решение о протезировании 2-го, 3-го и 4-го ребер, причем 2-е и 3-е ребра были резецированы у места прикрепления к грудине. В данных случаях фиксация имплантов к грудине выполнялась при помощи титановых винтов или стальных проволок. При резекции 4-го ребра целостность грудино-реберного сочленения нарушена не была. Как и в предыдущей работе, протезы были напечатаны из полиэфирэфиркетона при помощи технологии FDM (fused deposition modelling, моделирование методом наплавления). Биомеханические свойства имплантов оценивались при помощи анализа метода конечных элементов. Стоит отметить, что вес каждого из протезов составил около 27 г, что значительно меньше таких же протезов, но напечатанных из сплавов титана. Авторы пришли к выводу, что использование моделированного направления оси собственного ребра является оптимальным методом для создания дизайна импланта ребра, а применение ПEEK и технологии FDM позволяет достигать отличных клинических результатов [25].

Вопросы реконструкции грудной стенки после удаления больших опухолей, поражающих ребра и грудину, до сих пор остаются актуальны. Существует широкий спектр материалов и вариантов восстановления дефектов грудной клетки, от мышечных лоскутов до протезов (как абсорбируемых, так и неабсорбируемых, как синтетических, так и биологических: сетки, пластины, стержни, винты). По данным различных авторов, реконструкцию необходимо выполнять для ликвидации дефектов реберного каркаса, образующихся при резекции

более трех ребер на переднебоковой стенке или превышающих более 100 см² на боковой или подлопаточной областях. В то же время при резекции задних отделов грудной стенки, в частности I, II, III и IV ребер, такие пациенты не нуждаются в реконструкции грудной стенки благодаря лопатке, которая придает необходимую стабильность грудной стенке [26, 28, 30]. Единственной целью, которую преследуют все хирурги, является радикальное удаление опухоли и восстановление целостности грудной стенки с обеспечением ее нормальной физиологической экскурсии, что впоследствии не приводило бы к дыхательной недостаточности [26, 27].

Simal и соавт. выполнили реконструкцию грудной стенки после удаления 5-го, 6-го и 7-го ребер слева по поводу саркомы Юинга 6-го ребра. Дефект после удаления опухоли и резекции перечисленных ребер составил 35×12×6 см. На место дефекта была установлена сетка Gore-Tex, после чего импланты ребер были прикреплены к задним фрагментам здоровых ребер при помощи титановых винтов, а спереди к реберным хрящам соединение производилось стальной проволокой. Также была выполнена мягкотканная реконструкция торакодорсальным лоскутом [29]. Перечисленные выше клинические случаи показывают, что применение 3D-протезов ребер в сочетании с другими хирургическими методами является хорошим выбором при выполнении реконструктивных операций для закрытия больших дефектов грудной клетки.

Помимо замещения дефекта после резекций опухолей грудной клетки, вовлекающих ребра, уже долгие годы активно идут поиски решения вопроса реконструкции дефектов после удаления опухолей, вовлекающих грудину. При опухолях грудины могут выполняться тотальное удаление грудины, субтотальная резекция грудины (больше 50% грудины) и частичная резекция грудины (меньше 50% грудины). Замещение дефекта грудины необходимо после стернэктомии и субтотальной резекции грудины. Основными методами реконструкции грудной стенки после стернэктомии и субтотальной резекции грудины на сегодняшний день являются применение «сэндвич» полипропиленовой сетки и метилметакрилата с различными видами перемещенных лоскутов, применение сетки Gore-Tex с различными видами перемещенных лоскутов, применение костного аллотрансплантата [31, 32]. Важность надежного устранения дефекта обуславливается необходимостью герметизации плевральной полости, восстановления прочности каркаса грудной клетки, сохранения физиологического объема грудной клетки, предотвращения парадоксального дыхания и восстановления покровных тканей [32].

В литературе описаны несколько клинических случаев применения 3D-принтинга при реконструктивных операциях по поводу злокачествен-

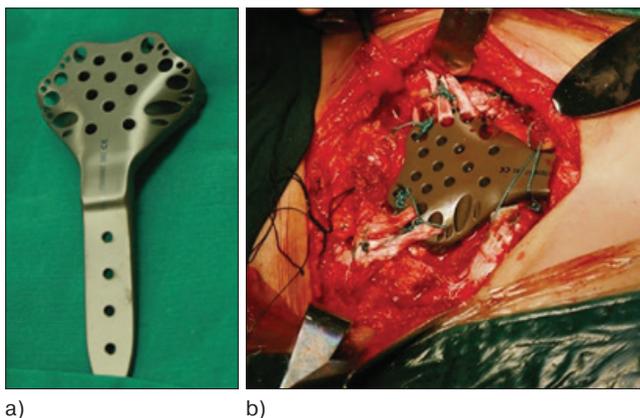


Рис. 4. Применение импланта грудины, напечатанного методом 3D-принтинга [33]: а) дизайн импланта грудины; б) вид операционной раны после установки импланта

ных образований грудины. Коллегами из Китая в 2018 г. выполнено замещение дефекта грудной стенки 3D-протезом из сплавов титана после выполнения субтотальной резекции грудины по поводу хондросаркомы рукоятки (рис. 4). Общая площадь поражения составляла примерно $66,6 \times 67,8 \times 71,7$ мм, опухоль сдавливала левую общую сонную артерию и верхнюю полую вену. По данным КТ-исследования, вовлечения грудно-ключичного сочленения в опухолевый процесс не наблюдалось. После компьютерного моделирования участка грудины с опухолевым поражением был создан дизайн протеза для замещения дефекта, который впоследствии был напечатан методом STL-печати из сплавов титана.

Стоит отметить, что хирургами были подготовлены и использованы сухожилия длиной ладонной мышцы и полусухожильной мышцы бедра для реконструкции межключичных, грудно-ключичных связок и грудно-реберного соединения. После выполнения радикального удаления опухоли рукоятки грудины проксимальная треть тела грудины была дополнительно резецирована на 12 мм. Фиксация протеза с телом грудины была выполнена при помощи костного цемента и дополнительного скрепления проволокой. Были выполнены отверстия в ребрах и ключицах для создания биологического соединения между ними и имплантом перечисленными выше сухожилиями. По данным гистологического исследования удаленного препарата, края резекции – R0. При послеоперационном обследовании отмечается удовлетворительное положение импланта, устойчивость грудно-ключичного сустава, отсутствие поломки самого импланта, отсутствие данных за инфицирование протеза. При последующих наблюдениях через 1 и 3 мес после операции отмечается улучшение качества жизни пациента, отсутствие каких-либо ограничений в повседневной жизни [33].

Другой дизайн импланта грудины был представлен коллегами из Словакии, которые выполнили

субтотальную резекцию грудины и двухстороннюю резекцию хрящей 2–4-го ребер пациентке 70 лет по поводу высокодифференцированной хондросаркомы тела грудины (рис. 5). После компьютерного моделирования и предоперационного планирования протез был изготовлен с использованием технологии DMLS (Direct Metal Laser Sintering, прямого металлического лазерного спекания).

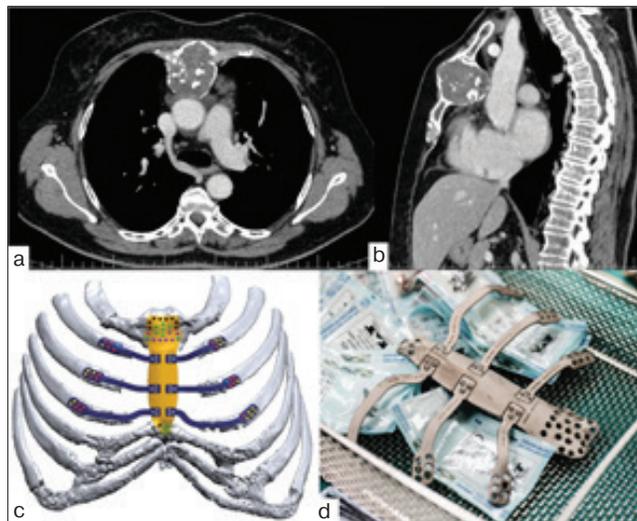


Рис. 5. Применение импланта грудины, напечатанного методом 3D-принтинга [34]: а) компьютерная томография (аксиальный срез); б) компьютерная томография (сагиттальный срез); в) компьютерное моделирование грудины с имплантом; д) готовая модель импланта, напечатанная методом DMLS

Вес протеза составил 53,5 г, его размеры $170 \times 60 \times 105$ мм. Имплант был прикреплен к рукоятке грудины и к костным частям 2–4-го ребер при помощи отдельных титановых компонентов с применением винтов различных размеров. При гистологическом исследовании края резекции R0. Продолжительность операции составила 150 мин, кровопотеря – 200 мл. После операции не отмечалось наличия парадоксального дыхания, болевой синдром был минимальным, данных за гидро- и пневмоторакс не получено. Пациентка была выписана на 10-е сутки после операции [34].

Особого внимания заслуживает клинический случай, описывающий применение титанового импланта грудины с покрытием PoreStar у женщины 39 лет с заболеванием левой молочной железы и солитарным метастатическим поражением грудины (рис. 6). PoreStar – это изготовленный на заказ полиэтилен высокой плотности, который обладает пористой структурой и по своим биомеханическим свойствам напоминает костную ткань. Сам титановый имплант был напечатан при помощи технологии EBM-печати, после чего полиэтиленовое покрытие PoreStar было добавлено на имплант в процессе постобработки. На место дефекта была установлена викрил-проленовая сетка, после чего

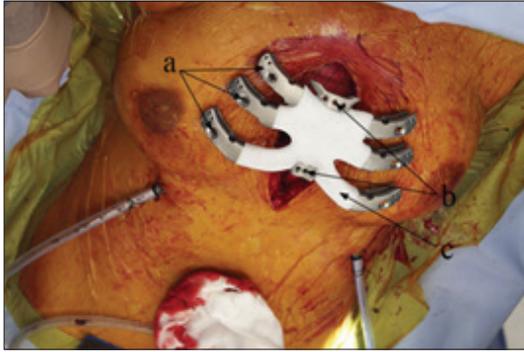


Рис. 6. Титановый протез с покрытием PoreStar перед имплантацией [35]: а) реберные зажимы для фиксации с соответствующим ребром; б) точки прикрепления к оставшимся частям грудины; в) материал PoreStar, которым покрыт имплант

была выполнена установка самого импланта. Титановый каркас протеза имел реберные зажимы с зубчатыми внутренними поверхностями. Это способствовало надежному контакту между имплантом и каждым ребром, после чего выполнялась дополнительная фиксация винтами. Проксимальный и дистальный края протеза были прикреплены к соответствующим краям оставшейся части грудины при помощи проволок.

При гистологическом исследовании края резекции R0. Пациентка была выписана на 7-е сутки после операции. Физических нарушений и нарушений дыхания через 3 мес после выявлено не было. Данных за инфицирование или нестабильность протеза также не получено [35].

До сих пор не принято единого мнения по поводу необходимости и объема выполнения реконструктивных операций при злокачественных образованиях костей стопы, особенно если речь идет о поражениях таранной и пяточной костей. Пяточная кость является самой большой и мощной костью стопы, которая выполняет опорную функцию и является местом прикрепления ахиллова сухожилия. Биологическая реконструкция может выполняться с применением васкуляризированных костно-фасциально-кожных лоскутов или этих же лоскутов на сосудистой ножке с малоберцовой костью [36], гребнем подвздошной кости [37]. Также встречаются описания использования замороженных аллотрансплантатов, выполненных из головки бедренной кости с фрагментом шейки [38]. Очень часто полное удаление пяточной кости не требует реконструктивного этапа операции, так как биологическая реконструкция часто приводит к неудовлетворительным результатам [39]. Все это привело к тому, что онкохирурги по всему миру в настоящее время ведут активный поиск альтернативы реконструктивных операций при поражениях костей стопы, в частности пяточной кости. Развитие 3D-принтинга также определило положительные моменты в этом направлении. Jong Woong Park с

коллегами удачно провели операцию 23-летнему пациенту с диагнозом десмопластическая фиброма левой пяточной кости (рис. 7). После выполнения

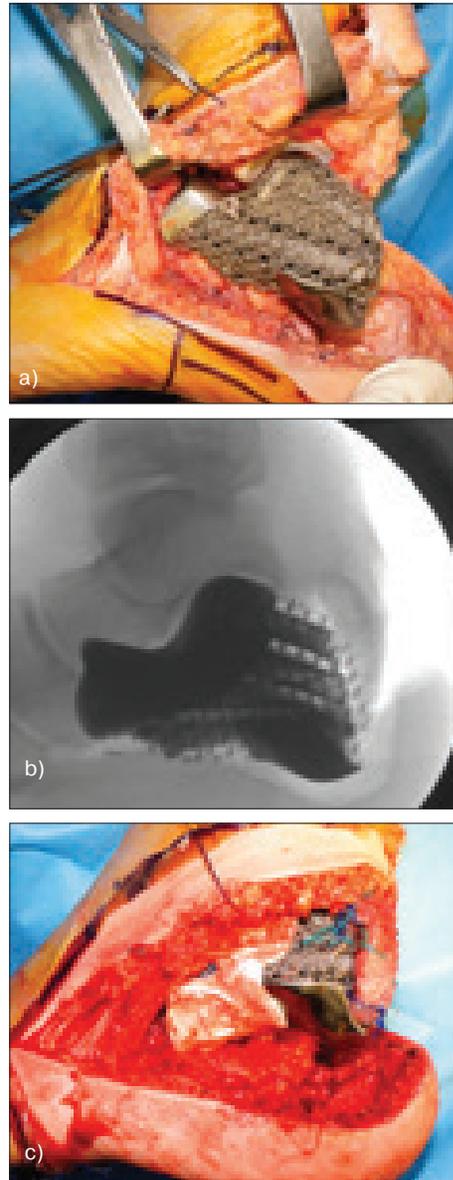


Рис. 7. Применение индивидуального импланта пяточной кости, напечатанной методом 3D-принтинга [40]: а) установленный имплант пяточной кости; б) интраоперационный рентгенологический снимок; в) установленный имплант пяточной кости, сетчатая поверхность которого покрыта коллагеновой губкой

компьютерного моделирования пяточной кости с опухолевым поражением хирургами с биоинженерами был совместно создан дизайн импланта. Так как задняя часть пяточной кости не была вовлечена в опухолевый процесс, было принято решение о ее сохранении ввиду целесообразности сохранения места прикрепления ахиллова сухожилия. Также специалистами было принято решение о создании импланта методом 3D-принтинга меньшего размера (длина была уменьшена на 10 мм) по сравнению с самой пяточной костью пациента для снижения ри-

ска возникновения раневых инфекций и вторичного заживления послеоперационной раны. Суставная поверхность и нижняя поверхность импланта были выполнены с гладким покрытием, в то время как все остальные части импланта имели сетчатую структуру. Ширина каждой ячейки равнялась 2 мм. Сетчатая металлическая поверхность обеспечивала множество свободных отверстий для выполнения фиксации между имплантом и окружающими тканями, в том числе для прикрепления малоберцово-пяточной связки. Сам имплант был изготовлен из сплавов титана с применением ЕВМ-печати. Сетчатая структура импланта была предварительно подвергнута механическим испытаниям, которые показали ее способность выдерживать максимальную сжимающую нагрузку до 2700 кг.

В конечном итоге масса протеза составила 104 г. Имплант был прикреплен к оставшейся части пяточной кости неабсорбируемыми полипропиленовыми нитками, а сетчатая поверхность была укрыта биodeградируемым материалом на основе коллагеновой губки. В течение первых 8 нед была полностью исключена любая нагрузка на левую нижнюю конечность, выполнена иммобилизация голеностопного сустава с помощью ортеза. Через 8 нед после операции — частичная нагрузка на левую нижнюю конечность и снятие ортеза. Еще через 3 нед — полная нагрузка на конечность. При контрольном обследовании через 16 мес данных за нестабильность импланта, его вывих или инфицирование не получено. Пациент передвигался без дополнительных средств опоры [40].

Также успешный опыт применения 3D-протеза пяточной кости описан хирургами из Японии. Им удалось выполнить замещение дефекта имплантом, созданным методом 3D-принтинга, после тотального удаления пяточной кости пациенту 71 года с хондросаркомой 2-й степени злокачественности правой пяточной кости. Интраоперационно удалось успешно выполнить прикрепление подошвенной фасции и ахиллова сухожилия к протезу. Через 5 мес после операции пациент обходился без дополнительных средств опоры и полностью нагружал правую нижнюю конечность. Авторами представлены короткие видеоролики, на которых показано сохранение сгибательной и разгибательной функций правого голеностопного сустава [41]. Авторы данных статей приходят к выводу, что индивидуальные протезы пяточных костей, созданные с помощью 3D-технологий, являются альтернативой выполнения биологических реконструктивных и калечащих операций.

С активным развитием аддитивных технологий и внедрением их в медицину в мировой литературе все чаще встречаются статьи, в которых авторы описывают накопленный ими опыт применения индивидуальных имплантов для реконструкций костных дефектов после удаления опухолей слож-

ных анатомических локализаций. Одной из таких статей является работа итальянских врачей, где описывается опыт применения индивидуальных имплантов различных анатомических локализаций у 13 пациентов. Первичная реконструкция была выполнена 7 пациентам, и в 6 случаях это было ревизионное эндопротезирование. По локализации поражения в 7 случаях выполнялась реконструкция тазового кольца и по одному случаю — реконструкция с применением персонализированных протезов после резекций опухолей лопатки, дистальной трети локтевой кости, дистальной трети лучевой кости, пяточной кости и протезирование диафиза бедренной кости. Срок изготовления имплантов, включающий компьютерное моделирование, создание дизайна импланта и его печать, составил от 3 до 4 нед. Средний период наблюдения составил 13,7 мес (от 6 до 26 мес). Всего осложнения возникли в 38,5%, причем 7 осложнений были у 5 пациентов. В среднем осложнения возникали через 2,7 мес после операции. С осложнениями удалось справиться в 62% случаев в течение одного года. В 4 случаях это были осложнения типа I по Henderson (расхождение краев раны). Лечение было выполнено при помощи вторичной хирургической обработки послеоперационной раны, антибактериальной терапии и применения системы вакуумного дренирования. В 1 случае, после установки индивидуального импланта пяточной кости, была выполнена повторная операция с применением кожно-мышечного лоскута без удаления самого импланта. В двух случаях это были осложнения типа IV по Henderson (инфицирование области послеоперационной раны). Оба случая зарегистрированы при операциях на тазу. В одном случае удалось достичь излечения инфекции путем антибактериальной терапии, оперативного лечения с санацией и дренированием раны, пластикой дефекта кожно-мышечным лоскутом без удаления импланта. Во втором случае пациент умер через 3 мес от прогрессирования основного заболевания. В одном случае было зарегистрировано осложнение типа III по Henderson. Осложнений типа II и V не было. Среднее значение MSTS для пациентов с реконструкцией тазового кольца составило 74%, для пациентов с реконструкцией других анатомических локализаций — 88% [42].

На сегодняшний день ведущее место при реконструктивных операциях после удаления опухолей костей таза занимает компьютерное моделирование и 3D-технологии. И это не случайно. При выполнении органосохраняющих операций используются такие методы, как создание подвздошно-бедренного или седалишно-бедренного артродезов, заполнение пострезекционного дефекта костным цементом и использование спиц, замещение дефекта васкуляризированным трансплантатом малоберцовой кости, применение протезов седловидного типа и

использование аллотрансплантата, в том числе в комбинации с эндопротезом [43]. Но данные методы не обеспечивают успешную реабилитацию больных, они сопряжены с высоким риском развития местных осложнений и неудовлетворительными функциональными результатами. Коллективом врачей из США в 2018 г. был выполнен литературный обзор на тему хирургических осложнений после выполнения органосохраняющих операций при злокачественных опухолях костей таза. Критериями включения в данное исследование являлись статьи, в которых было включено более 10 пациентов, первичные злокачественные опухоли, минимальный период наблюдения составлял 12 мес, возможность оценки сопоставимых функциональных результатов и описание метода реконструктивной операции. Всего в обзор было включено 22 статьи, 801 пациент. Описано 17 видов реконструктивных операций. В результате анализа выяснилось, что среднее значение неонкологических осложнений составило 49%, повторные операции были выполнены в 37%, среднее значение MSTS составило 63%. Авторы приходят к выводу, что хоть функциональные результаты являются удовлетворительными, но они не лучше, чем при операциях без выполнения реконструктивного этапа [44]. Все это указывает на отсутствие решения данной проблемы в современной клинической онкологии.

В РОНЦ им. Н.Н. Блохина в 2005 г. были впервые применены технологии прототипирования операций на костях таза с использованием 3D-моделирования и аддитивных технологий, что привело к улучшению результатов лечения данной группы пациентов. Коллективом хирургов из РОНЦ им. Н.Н. Блохина подробно описан клинический случай успешной реконструкции тазового кольца индивидуальным эндопротезом пациенту 32 лет с диагнозом остеосаркома правой подвздошной кости. Выполнено планирование оперативного вмешательства *in silico* хирургом, определение границ резекции и позиционирование вертлужного компонента на единой рабочей платформе с биоинженерами. Созданы компьютерная модель таза и прототип таза, которые были разработаны клиницистами, радиологами и биоинженерами. Имплантат был изготовлен посредством 3D-печати на принтере Concept Laser M2 Cusing из порошка титана, сертифицированного для изготовления медицинских имплантатов Ti_6Al_4V . После печати протез подвергся постобработке и контролю безопасности и качества изготовления на предмет наличия скрытых дефектов. Через 3 мес после операции пациент передвигался с опорой на костыли. При функциональной оценке нагрузка на оперированную конечность 20%, на здоровую – 80%, значительное снижение способности передвигаться II степени. При оценке по системе MSTS – 57% через 3 мес после операции. Через 6 мес пациент передвигался

с опорой на один подлоктевой костыль. Сохранился парез малоберцового нерва, что отмечалось и сразу в послеоперационном периоде. Активное сгибание коленного сустава 110° , тазобедренного сустава – 90° . По данным функционального обследования (оценка двигательной функции и поструральных нарушений), отмечалось улучшение двигательной функции: увеличение средней нагрузки на правую нижнюю конечность на 30% (что сопоставимо с левой нижней конечностью), незначительное (I ст.) снижение способности передвигаться (Ambulation index), по системе MSTS функциональный результат составлял 66%. В дальнейшем было выявлено прогрессирование основного заболевания, после чего пациент умер через 20 мес после операции [45].

Наибольшую сложность для выполнения органосохраняющих операций и реконструкции тазового кольца при злокачественных опухолях костей таза представляет для хирургов вовлечение в опухолевый процесс вертлужной впадины. Врачами из Китая описан опыт лечения таких пациентов. В их исследование вошли 13 пациентов, которым были выполнены хирургические вмешательства с применением 3D-технологий в период 2016–2017 гг. Уровни резекций опухолей костей таза в 3 случаях составили P1, P2 (классиф. по Enneking) и в 10 случаях – P1, P2, P3. Сами импланты состояли как из целостных структур, так и из пористых. При резекциях на уровне P1 метод фиксации определялся объемом остаточной подвздошной кости. После тотальной резекции подвздошной кости (8 случаев) фиксация выполнялась непосредственно к крестцу. Средний период наблюдения составил 25,3 мес. За этот период наблюдения никаких осложнений, включающих асептическую нестабильность протезов, инфицирование, вывих, зарегистрировано не было. Среднее значение функционального результата по MSTS составило 73,6%. Авторами отмечается, что остеоинтеграция между имплантом и костью человека начинается уже спустя 3 мес после операции (рис. 8) [46].

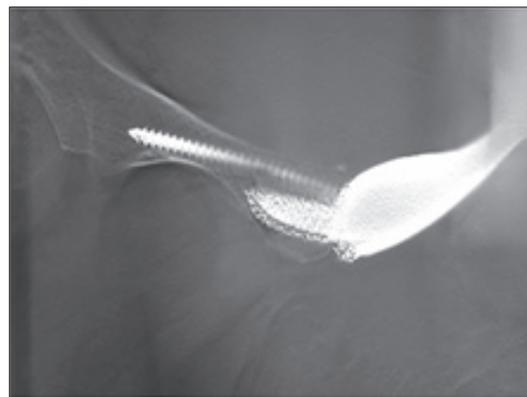


Рис. 8. Начальные признаки остеоинтеграции, полученные в режиме T-SMART (Tomosynthesis-Shimadzu Metal Artifact Reduction Technology) [46]

В мировой литературе есть описание применения индивидуальных эндопротезов после выполнения тотальных en-block сакрэктомий (TES). Wie и коллегами с 2015 по 2017 г. было выполнено 32 тотальных en-block сакрэктомий. В 10 случаях реконструкция была выполнена индивидуальным имплантом. Всем 10 пациентам на предоперационном этапе выполнена селективная эмболизация кровоснабжающих сосудов. Фиксация импланта производилась в подвздошные кости с обеих сторон. В 7 случаях была дополнительно выполнена задняя транспедикулярная фиксация (рис. 9). Средний объем кровопотери

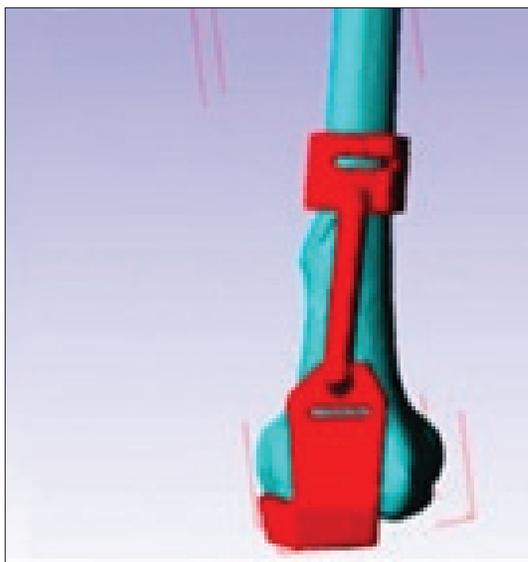


Рис. 9. Рентгеновский снимок через 12 мес после операции. Пациенту 14 лет с диагнозом саркома Юинга крестца выполнена тотальная en block сакрэктомия с реконструкцией тазового кольца индивидуальным эндопротезом крестца и задней транспедикулярной фиксацией [47]

составил 3530 мл. Средний период наблюдения — 17,7 мес. В 2 случаях отмечалось вторичное заживление послеоперационной раны. 1 пациент умер от прогрессирования основного заболевания, в 2 случаях зарегистрировано появление локального рецидива. В 3 случаях отмечалась поломка винта или фиксирующего стержня. В одном из этих случаев была выполнена повторная операция по поводу локального рецидива. Авторы отмечают появление остеоинтеграции через 6 мес после операции. 9 из 10 пациентов передвигаются без костылей, 8 из них обходятся без обезболивающих препаратов [47].

Заключение

Онкоортопедия является сложным, междисциплинарным направлением в современной медицине. Развитие химиотерапии, радиологических методов лечения, совершенствование хирургических навыков, расширение возможностей анестезиологиче-

ского и реанимационного обеспечения позволяют хирургам на сегодняшний день выполнять органосохраняющие операции в 85% при злокачественных образованиях костей таза [1]. Но многие вопросы в современной онкоортопедии до сих пор остаются нерешенными, особенно если рассматривать функциональные результаты после выполнения органосохраняющих операций после удаления опухолей костей сложных анатомических локализаций. Активное развитие и внедрение компьютерного моделирования и аддитивных технологий позволило совершить значительный прорыв как во всей медицине, так и в онкологической ортопедии в частности. 3D-технологии и компьютерное моделирование уже успешно зарекомендовали себя при реконструктивных операциях после удаления опухолей костей таза. Вопросы применения индивидуальных имплантов после резекций костей других сложных анатомических локализаций (лопатка, грудина, пяточная кость и т. д.) до сих пор остаются актуальными и дискуссионными. Но ясно одно, что каждый клинический случай в онкоортопедии является уникальным из-за определенных факторов, специфичных для пациента, хирурга, конкретной болезни, и поэтому персонализированный подход к каждому пациенту с возможностью применения аддитивных технологий является методом выбора для выполнения реконструктивных операций после удаления опухолей костей сложных анатомических локализаций.

Информация об источниках финансирования

Финансовой поддержки в настоящей статье не было.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

- Идея, концепция, дизайн исследования — Агаев Д.К., Сушенцов Е.А., Мусаев Э.Р.
- Сбор и обработка материала — Агаев Д.К., Софронов Д.И., Абдулжалиев А.Т.
- Написание текста статьи — Агаев Д.К., Сушенцов Е.А.
- Редактирование — Мусаев Э.Р., Валиев А.К., Хайленко В.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев МД, Сушенцов ЕА. Современная онкоортопедия. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2012;(4):3-10.
2. Трапезников НН, Еремина ЛА, Амирасланов АТ и соавт. Опыт применения эндопротезирования коленного сустава при опухолях костей. Ортопед. травматол. 1989;80-86.
3. Henderson ER, Groundland JS, Pala E et al. Failure mode classification for tumor endoprostheses: retrospective review of five institutions and a literature review. J Bone Joint Surg Am. 2011;93(5):418-429.
4. Сушенцов ЕА, Мусаев ЭР, Софронов ДИ, Неред АС, Алиев МД. Компьютерные технологии и 3D-принтинг в лечении больных с опухолями костей таза. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2018;(1):29-31.

5. Tam MD et al. 3-D printout of a DICOM file to aid surgical planning in a 6 year old patient with a large scapular osteochondroma complicating congenital diaphyseal aclasia. *J Radiol Case Rep.* 2012;6(1):31-37.
6. Ma L et al. 3D-printed guiding templates for improved osteosarcoma resection. *Sci Rep.* 2016;6:23335.
7. Xiao J-r et al. En bloc resection of primary malignant bone tumor in the cervical spine based on 3-dimensional printing technology. *Orthop Surg.* 2016;8(2):171-178.
8. Buller L et al. The use of patient-specific instrumentation improves the accuracy of acetabular component placement. *J Arthroplasty.* 2013;28(4):631-636.
9. Mac-Thiong JM et al. Evaluation of a transpedicular drill guide for pedicle screw placement in the thoracic spine. *Eur Spine J.* 2003;12(5):542-547.
10. Fei Guo, Jianhao Dai, Junxiang Zhang, Yichuan Ma, Guanghui Zhu, Junjie Shen, and Guoqi Niu. Individualized 3D printing navigation template for pedicle screw fixation in upper cervical spine. *PLoS One.* 2017;12(2):e0171509.
11. Hongliang Chen, Kaijing Guo, Huilin Yang, Dongying Wu, and Feng Yuan. Thoracic Pedicle Screw Placement Guide Plate Produced by Three-Dimensional (3-D) Laser Printing. *Med Sci Monit.* 2016;22:1682-1686.
12. François Gouin, Laurent Paul, Guillaume Anthony Odri, and Olivier Cartiaux. Computer-Assisted Planning and Patient-Specific Instruments for Bone Tumor Resection within the Pelvis: A Series of 11 Patients. *Sarcoma.* Volume 2014, 9 pages.
13. Eduard Cernat, Pierre-Louis Docquier, Laurent Paul, Xavier Banse, Ion-Bogdan Codorean. Patient Specific Instruments for Complex Tumor Resection-Reconstruction Surgery within the Pelvis: A Series of 4 Cases. *Chirurgia.* 2016;111(5):439-444.
14. Vishaal Nanik Thadani, Muhammad Jahangir Riaz, Gural Singh. The evolution of three-dimensional technology in musculoskeletal oncology. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma.* 2018;9:269-274.
15. Baumhauer J, Pinzur MS, Donahue R, Beasley W, Digiovanni C. Site selection and pain outcome after autologous bone graft harvest. *Foot Ankle Int.* 2014;35(2):104-107.
16. Calvo R, Figueroa D, Díaz-Ledezma C, Vaisman A, Figueroa F. Bone allografts and the functions of bone banks. *Rev Med Chil.* 2011;139(5):660-666.
17. Khan SN, Cammisa FPJ, Sandhu HS, Diwan AD, Girardi FP, Lane JM. The biology of bone grafting. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(1):77-86.
18. Laurencin CT, El-Amin SF. Xenotransplantation in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16(1):4-8.
19. Fan H et al. Implantation of customized 3-D printed titanium prosthesis in limb salvage surgery: a case series and review of the literature. *World J Surg Oncol.* 2015;13:308.
20. Dong Liu, Jun Fu, Hongbin Fan, Dichen Li, Enchun Dong, Xin Xiao, Ling Wang, Zheng Guo. Application of 3D-printed PEEK scapula prosthesis in the treatment of scapular benign fibrous histiocytoma: a case report. *J Bone Oncol.* 2018;12:78-82.
21. Nieminen T, Kallela I, Wuolijoki E, Kainulainen H, Hiidenheimo I, Rantala I. Amorphous and crystalline polyetheretherketone: mechanical properties and tissue reactions during a 3-year follow-up. *J Biomed Mater Res A.* 2008;84(2):377-383.
22. Shah AM, Jung H, Skirboll S. Materials used in cranioplasty: a history and analysis. *Neurosurg Focus.* 2014;36(4):E19.
23. Lethaus B, Safi Y, ter Laak-Poort M, Kloss-Brandstätter A, Banki F, Robbenmenke C et al. Cranioplasty with customized titanium and PEEK implants in a mechanical stress model. *J Neurotrauma.* 2012;29(6):1077-1083.
24. Linglong Deng, Xing Zhao, Chi Wei, Wenqiang Qu, Li Yu and Shaobo Zhu. Application of a three-dimensional printed segmental scapula prosthesis in the treatment of scapula tumors. *J Int Med Res.* 2019;47(11):5873-5882.
25. Jianfeng Kang, Ling Wang, Chuncheng Yang, Lei Wang, Cao Yi, Jiankang He, Dichen Li. Custom design and biomechanical analysis of 3D-printed PEEK rib prostheses. *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology.* 2018:1083-1092.
26. Momeni A, Kovach SJ. Important considerations in chest wall reconstruction. *J Surg Oncol.* 2016;113(8):913-922.
27. Ng CSH. Recent and Future Developments in Chest Wall Reconstruction. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;27(2):234-239.
28. Skoracki RJ, Chang DW. Reconstruction of the chestwall and thorax. *J Surg Oncol.* 2006;94(6):455-465.
29. Isabel Simal, Maria Antonia García-Casillas, Julio Arturo Cerdá, Óscar Riquelme, Concepción Lorca-García, Laura Pérez-Egido, Beatriz Fernández-Bautista, Manuel de la Torre, Juan Carlos de Agustín. Three-Dimensional Custom-Made Titanium Ribs for Reconstruction of a Large Chest Wall Defect. *Eur J Pediatr Surg Rep.* 2016;4:26-30.
30. Raphael E. Pollock. *Soft tissue sarcomas.* London: B. C. Decker, 2002:251.
31. Dell'Amore A, Cassanelli N, Dolci G, Stella F. An alternative technique for anterior chest wall reconstruction: the sternal allograft transplantation. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2012;15:944-947.
32. Давыдов МИ, Алиев МД, Соболевский ВА, Илюшин АЛ. Хирургическое лечение злокачественных опухолей грудной стенки. *Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН.* 2008;19(1):35-40.
33. Ma XL, Wang DB, Ma JX, Wang Y, Sun L, Lu B, Wang Y, Zhao XW, Li F, Fan ZR, Han B, Bai HH, Yang BC, Jiang X, Tian AX, Dong BC, Du YR. Du. Custom-made Prosthesis for Reconstruction after Radical Resection for Chondrosarcoma of Manubrium. *Orthop Surg.* 2018;10(3):272-275.
34. Anton Dzian, Jozef Živčák, Rastislav Penciak, Radovan Hudák. Implantation of a 3D-printed titanium sternum in a patient with a sternal tumor. *World Journal of Surgical Oncology.* 2018;16:7.
35. Minh D Tran, MD, Jason A Varzaly, MBBS, Justin CY Chan, MBBS, Yugesh Caplash, MBBS, Michael G. Worthington. Novel Sternal Reconstruction With Custom Three-Dimensional-Printed Titanium PoreStar Prosthesis. *Innovations (Phila).* 2018;13(4):309-311.
36. Li J, Wang Z. Surgical treatment of malignant tumors of the calcaneus. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2014;104(1):71-76.
37. Scocianti G, Campanacci DA, Innocenti M, Beltrami G, Capanna R. Total calcanectomy and reconstruction with vascularized iliac bone graft for osteoblastoma: a report of two cases. *Foot Ankle Int.* 2009;30(7):716-720.
38. Wóznia W, Raciborska A, Walenta T, Szafranski A, Szymborska A, Bajor M. New technique of surgical treatment of malignant calcaneal tumours. Preliminary report. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2007;9(3):273-276.
39. Geertzen JH, Jutte P, Rompen C, Salvans M. Calcanectomy, an alternative amputation? Two case reports. *Prosthet Orthot Int.* 2009;33(1):78-81.
40. Jong Woong Park, MD, Hyun Guy Kang, MD, PhD, Kwun Mook Lim, MS, June Hyuk Kim, MD, and Han Soo Kim, MD, PhD. Three-Dimensionally Printed Personalized Implant Design and Reconstructive Surgery for a Bone Tumor of the Calcaneus. *JBJS Case Connect.* 2018;8(2):e25.
41. Jungo Imanishia, Peter FM Choong. Three-dimensional printed calcaneal prosthesis following total calcanectomy. *International Journal of Surgery Case Reports.* 2015;10:83-87.
42. Andrea Angelini, Giulia Trovarelli, Antonio Berizzi, Elisa Pala, Anna Breda, Pietro Ruggieri. Three-dimension-printed custom-made prosthetic reconstructions: from revision surgery to oncologic reconstructions. *International Orthopaedics.* 2019;43:123-132.
43. Софронов ДИ, Мусаев ЭР, Сушенцов ЕА, Щипахин СА. Хирургическое лечение при опухолевых поражениях костей таза. обзор литературы. *Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи.* 2015;(3):34-39.

44. Robert J Wilson, MD, Thomas H Freeman Jr, MD, Jennifer L Halpern, MD, Herbert S Schwartz, MD, Ginger E Holt, MD. Surgical Outcomes After Limb-Sparing Resection and Reconstruction for Pelvic Sarcoma. JBJS REVIEWS. 2018;6(4):e10.
45. Сушенцов ЕА, Мусаев ЭР, Софронов ДИ, Федорова АВ, Степанова АМ, Ефименко ОС, Дженжера ГЕ, Алиев МД. Индивидуальное эндопротезирование на основе 3D-технологий после резекции костей таза. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2017;(3):14-20.
46. Jie Wang, Li Min, Minxun Lu, Yuqi Zhang, Yitian Wang, Yi Luo, Yong Zhou, Hong Duan, Chongqi Tu. Three-dimensional-printed custom-made hemipelvic endoprosthesis for primary malignancies involving acetabulum: the design solution and surgical technique. Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2019;14:389.
47. Wei R, Guo W, Yang R, Tang X, Yang Y, Ji T, Liang H. Reconstruction of the pelvic ring after total en bloc sacrectomy using a 3D-printed sacral endoprosthesis with re-establishment of spinopelvic stability. Bone Joint J. 2019;101-B:880-888.

Статья поступила 02.12.2019 г., принята к печати 15.12.2019 г.
Рекомендована к публикации А.А. Бабалаевым

Информационная страница

Агаев Дергах Камаледдин оглы, аспирант кафедры онкологии ФДПО ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва.

Сушенцов Евгений Александрович, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения опухолей опорно-двигательного аппарата ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Софронов Денис Игоревич, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отделения вертебральной хирургии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Валиев Аслан Камрадинович, кандидат медицинских наук, руководитель отдела общей онкологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Мусаев Эльмар Расимович, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, зав. отделением вертебральной хирургии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Хайленко Виктор Алексеевич, профессор, доктор медицинских наук, зав. кафедрой онкологии ФДПО ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва.

Абдулжалиев Адиль Тахирович, ординатор кафедры онкологии ФДПО ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва.

Дополнительные утверждения

Авторы согласны на публикацию представленной работы.

Авторы утверждают, что данная рукопись в настоящее время не представлена для публикации в другие издания и не была принята для публикации в других изданиях.

THE USE OF COMPUTER MODELING AND 3D-TECHNOLOGIES IN ONCOORTHOPEDIA. LITERATURE REVIEW

Agaev D.K.¹, Sushentcov E.A.², Sofronov D.I.², Valiev A.K.², Musaev E.R.², Khaylenko V.A.¹, Abduljaliev A.T.¹

¹ FDPO FGAOU VO «Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov» of the Ministry of Health of Russia, Moscow; 1, Ostrovityanova st., Moscow, 117997, Russian Federation

² FSBI «National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin» of the Ministry of Health of Russia, Moscow; 24, Kashirskoe sh., Moscow, 115478, Russian Federation

Key words: sarcoma, bone tumors, 3D-printing, endoprosthesis, computer modeling, additive technologies, patient specific instruments

This article presents a review of international and national literature on the use of computer modeling and 3D-technologies in oncological orthopedics. The use of preoperative planning, patient specific instruments and individual prostheses for malignant tumors of pelvis, scapula, sternum, calcaneus, etc. are analyzed in this article.

УДК 616-006.39

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕРМИИ В КАЧЕСТВЕ МЕТОДА ФИЗИЧЕСКОЙ РАДИОСЕНСИБИЛИЗАЦИИ В СОСТАВЕ КОМБИНИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ ФОРМ ПЕРВИЧНЫХ И РЕЦИДИВНЫХ САРКОМ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

Коновалов А.И., Старцева Ж.А., Тюкалов Ю.И., Богоутдинова А.В.

ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук». Научно-исследовательский институт онкологии; РФ, 634009, г. Томск, Кооперативный пер., д. 5

Ключевые слова: саркомы мягких тканей, комбинированное лечение, локальная гипертермия, интраоперационная лучевая терапия

Цель исследования. Оценить эффективность и переносимость комбинированного лечения сарком мягких тканей (СМТ), включающего предоперационную термордиотерапию (ТРТ), хирургическое лечение и интраоперационную лучевую терапию (ИОЛТ).

Материалы и методы. Проведены оценка переносимости и анализ непосредственных и отдаленных результатов лечения 105 пациентов с местнораспространенными СМТ, 50 из которых прошли курс комбинированного лечения на фоне локальной гипертермии (ЛГТ) (проспективный набор). 55 пациентов группы контроля проходили лечение без использования ЛГТ (ретроспективная группа).

Результаты. В ходе проведенного исследования было влияние предоперационной ТРТ на увеличение частоты объективного клинического ответа в группе исследования – 30% против 9,1% в контроле ($p < 0,05$). Отмечено преобладание показателей двухлетней безрецидивной и общей выживаемости у пациентов исследуемой группы с рецидивными СМТ – 77,8% в сравнении с группой контроля – 46,7% ($p = 0,05$) и 100% против 86,7% соответственно ($p = 0,05$). Частота развития ранних лучевых реакций и поздних лучевых изменений сопоставима в обеих группах.

Выводы. 1. Использование ТРТ способствует значимому увеличению частоты объективного клинического ответа, позволяет улучшить двухлетнюю безрецидивную и общую выживаемость в подгруппе больных с рецидивами СМТ. 2. При назначении курса ТРТ необходимо учитывать основные клиничко-морфологические факторы, оказывающие достоверное влияние на ее непосредственную эффективность. 3. ЛГТ в качестве радиосенсибилизатора в комбинированном лечении СМТ не оказывает негативного влияния на частоту и степень лучевых реакций/изменений нормальных тканей.

Введение

Саркомы мягких тканей являются редкой онкологической патологией, частота встречаемости которой не превышает 1% от всех злокачественных опухолей [1]. Несмотря на это, лечение данной патологии является чрезвычайно актуальной проблемой современной онкологии. Характерные для СМТ упорное рецидивирование и раннее гематогенное

метастазирование во многом определяют плохой прогноз для данной когорты пациентов [3, 4]. Несмотря на использование современных подходов к лечению, общая пятилетняя выживаемость пациентов, страдающих СМТ, не превышает 50–60% [8]. Существующие на сегодняшний день практические рекомендации нацелены не только на достижение удовлетворительных онкологических результатов, но и на решение важных проблем социального плана, связанных с последующей реабилитацией и качеством жизни пациента после завершения лечения. Исходя из этого, на современном этапе развития онкоортопедии основным подходом к

Адрес для корреспонденции

Коновалов Артем Игоревич
E-mail: oncology-group@yandex.ru

лечению местнораспространенных СМТ является радикальное органосохраняющее оперативное лечение [6, 7, 9]. Принимая во внимание высокую агрессивность мягкотканых сарком и их склонность к упорному местному рецидивированию, в большинстве случаев оперативный этап лечения дополняется различными методами как локального, так и системного воздействия – неoadъювантная либо адъювантная дистанционная лучевая терапия, интраоперационная лучевая терапия, различные варианты химиотерапии [2]. Учитывая радиорезистентную природу большинства морфологических форм СМТ, для достижения тумороцидного эффекта требуется подведение радикальной дозы облучения (60–70 Гр), что неизбежно приводит к увеличению частоты развития лучевых реакций [5]. В то же время снижение суммарной дозы облучения сопровождается увеличением частоты возникновения местных рецидивов. Таким образом, на сегодняшний день значительное внимание уделяется использованию дополнительных методов локального воздействия на опухоль, позволяющих усилить повреждающее действие лучевой или химиотерапии. Важное значение имеет совершенствование существующих методов комбинированного лечения, способствующих улучшению показателей непосредственной эффективности и отдаленных результатов комбинированного лечения без увеличения суммарной дозы облучения. По результатам исследований последних лет доказана эффективность использования локальной гипертермии в качестве радиосенсибилизирующего агента, что делает оправданным ее применение в качестве дополнительной опции к стандартным схемам лечения СМТ.

Материалы и методы

В исследование были включены 105 пациентов в возрасте от 20 до 83 лет (средний возраст $54,6 \pm 2,45$ года), проходивших комбинированное лечение по поводу первичных и рецидивных сарком мягких тканей на базе отделений общей онкологии и радиотерапии ТНИМЦ в период с 2005 по 2015 г. Проспективный набор составил 50 пациентов (группа исследования), результаты комбинированного лечения 55 больных оценивались ретроспективно (группа контроля). Все больные были разделены на подгруппы – первичные и рецидивные СМТ соответственно. Для включения в исследование были определены четкие критерии – наличие первичной или рецидивной, локализованной формы сарком мягких тканей (G_{2-3}). Максимальный размер опухолевого очага, не превышающий 19 см. Для пациентов с рецидивом опухоли – отсутствие ДЛТ в анамнезе. В соответствии с применяемыми методами предоперационной лучевой терапии больные распределялись на две группы: **I. Исследуемая группа** ($n=50$) – 23 (46%) мужчины и 27 (54%) женщин.

Первым этапом им проводился курс дистанционной лучевой терапии в режиме среднего фракционирования дозы на фоне сеансов локальной гипертермии. Вторым этапом включал в себя органосохраняющую операцию и интраоперационную лучевую терапию на ложе удаленной опухоли. **II. Группа контроля** ($n=55$) – 24 (43,6%) мужчины и 31 (56,4%) женщина, которым комбинированное лечение проводилось по вышеуказанной схеме, исключая применение сеансов локальной гипертермии. В рамках исследования проведен сравнительный анализ клинико-морфологических критериев у пациентов исследуемой и контрольной групп. Оценка размеров, локализации, гистологических вариантов и степени дифференцировки опухоли показала репрезентативность исследуемой и контрольной групп в отношении данных критериев. Кроме того, дополнительно группы были проанализированы с позиции анатомического расположения опухолевого очага. Для объективной оценки сравниваемых групп был использован дополнительный критерий – расположение опухоли в «сложной анатомической зоне» – для проведения дистанционной лучевой терапии (надплечье, грудная стенка, предплечье, кисть, стопа, надключичная, подключичная и паховая области). Количество пациентов с данными локализациями опухолевого очага несколько преобладало в исследуемой группе, однако различия не были статистически достоверны (рис. 1).

Для оценки распространенности опухолевого процесса всем пациентам проводилось комплексное обследование, включающее полипозиционное ультразвуковое исследование, МРТ-исследование мягких тканей с контрастным усилением, СКТ органов грудной клетки. Обязательным этапом обследования для всех пациентов являлось выполнение биопсии опухоли с последующим морфологическим и иммуногистохимическим исследованием с целью определения гистологического варианта и степени злокачественности опухоли. Для определения непосредственной эффективности предоперационной термордиотерапии использовались оценочные критерии по шкале RECIST 1.1. Характер и степень выраженности ранних лучевых реакций и поздних лучевых повреждений нормальных тканей оценивались по шкале RTOG/EORTC (1995 г.). Морфологическая оценка опухолевого ответа проводилась по данным гистологического исследования с определением терапевтического патоморфоза опухоли по шкале Lucas. В группе исследования предоперационный курс дистанционной лучевой терапии был дополнен сеансами локальной гипертермии на область опухоли. Вторым этапом выполнялась органосохраняющая хирургическая операция в объеме широкого иссечения опухоли с применением интраоперационной лучевой терапии. Пациентам группы

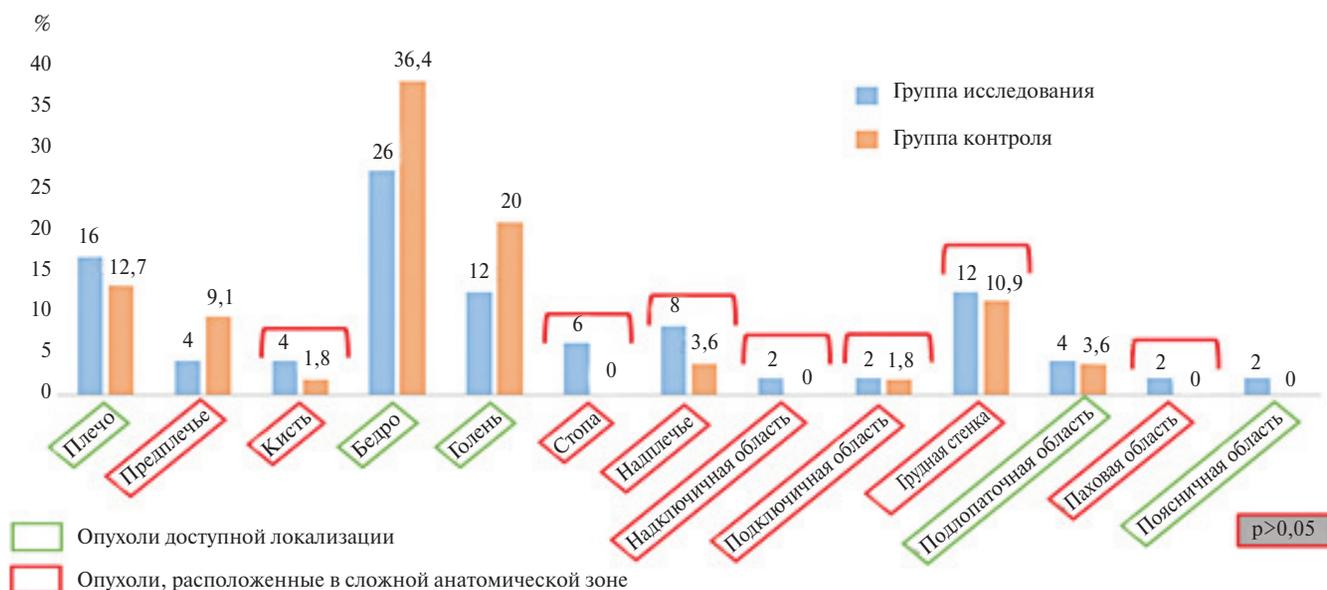


Рис. 1. Локализация опухолевого процесса у пациентов исследуемой и контрольной групп

контроля лечение проводилось по аналогичной схеме за исключением сеансов локальной гипертермии. Пациентам обеих групп на первом этапе в рамках предлучевой подготовки выполнялось определение объемов облучения и дозиметрическое планирование при помощи системы планирования XiO 4.4. Окончательный объем облучения формировался на основании рекомендаций международной комиссии ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurement) по определению градаций объемов. Предоперационная лучевая терапия проводилась на гамма-аппарате Theratron Equinox (Канада, MDS Nordion Inc.) с энергией 1,25 МэВ. Использовался режим среднего фракционирования дозы РОД – 3 Гр, суммарно 10–12 фракций за курс облучения, СОД составила 38–44 Гр по изоэффекту. Процедура локальной гипертермии (ЛГТ) проводилась на аппарате Celsius TCS (производство Германии) с первого дня курса дистанционной лучевой терапии. Максимальный температурный режим процедуры составлял 40–42 °С в течение 60 мин. Периодичность проведения сеансов ЛГТ не превышала 3 раз в неделю – 8 сеансов за курс. Интервал между процедурой гипертермии и облучением в среднем составил 10–15 мин. Важнейшим этапом комбинированного лечения являлось выполнение органосохраняющего оперативного лечения. Всем пациентам в качестве дополнения к хирургическому лечению проводилась интраоперационная лучевая терапия с использованием малогабаритного бетатрона МИБ-6Э. Величина однократной дозы ИОЛТ находилась в пределах 10–12 Гр. Оценка непосредственной эффективности лечения проводилась после завершения предоперационного курса термордиотерапии и осуществлялась в соответствии с критериями Recist 1.1, а также на основании данных ультразвукового

исследования. Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программ IBM SPSS Statistics v. 20.0. Для всех видов анализа статистически значимыми считались различия при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты и обсуждение

Приоритетными задачами проведенного исследования являлись изучение переносимости, непосредственной эффективности и отдаленных результатов комбинированного лечения СМТ с применением предоперационного курса термордиотерапии. Оценивая переносимость предоперационного этапа ТРТ, стоит отметить наличие у большинства пациентов как исследуемой, так и контрольной групп явления лучевого эпидермита 1–2-й степени в проекции облучения. Оценка выраженности лучевых реакций проводилась после завершения предоперационного курса термордиотерапии с использованием шкалы (RTOG/EORTC) (1995 г.). Анализ частоты развития ранних и поздних лучевых реакций/изменений у пациентов с первичными и рецидивными саркомами мягких тканей не выявил статистически достоверных различий между исследуемой и контрольной группами. Частота и выраженность ранних лучевых реакций и поздних лучевых изменений нормальных тканей представлены в табл. 1, 2.

Острые лучевые реакции имели обратимый характер и не оказывали негативного влияния на проведение последующих этапов лечения. Определение непосредственной эффективности предоперационного курса дистанционной лучевой терапии осуществлялось спустя 4–6 нед с момента его окончания. У двух из 50 (4%) пациентов группы исследования была отмечена полная клиническая

Таблица 1. Оценка частоты развития местных лучевых реакций (RTOG/EORTC, 1995 г.)

Показатель \ Группа		Группа	Группа исследования (n=50)	Группа контроля (n=55)	p
		исследования			
Лучевые реакции	Эпидермит 1-й ст.		10 (20%)	16 (29,1%)	0,336
	Эпидермит 2-й ст.		10 (20%)	12 (21,8%)	0,935
	Эпидермит 3-й ст.		3 (6%)	2 (3,6%)	0,655
	Отсутствие		27 (54%)	25 (45,5%)	0,886

Таблица 2. Частота развития поздних лучевых изменений нормальных тканей у пациентов исследуемой и контрольной групп

Вид лучевых осложнений	Группа		p
	Исследуемая группа (n=50)	Контрольная группа (n=55)	
Постлучевая нейропатия	3 (6%)	2 (3,6%)	>0,05
Фиброз мягких тканей 3-й степени	4 (8%)	3 (5,4%)	>0,05
Остеорадионекроз (патологический перлом)	0 (0%)	2 (3,6%)	>0,05
Без осложнений	43 (86%)	48 (87,4%)	>0,05

регрессия опухоли, частичная регрессия была зарегистрирована у 13/50 больных (26%), стабилизация процесса наблюдалась у 35/50 пациентов (70%). Ни у одного из пациентов группы контроля полная клиническая регрессия не была зарегистрирована, частичная регрессия наблюдалась у 5/55 пациентов (9,1%), стабилизации отмечена у 50/55 (90,9%). Таким образом, частота объективного клинического ответа в исследуемой группе была достоверно выше в сравнении с группой контроля – 30% против 9,1% соответственно ($p < 0,05$). Кроме того, дополнительно была изучена зависимость показателей непосредственной эффективности от длительности дооперационного интервала. Наиболее высокие показатели непосредственной эффективности были отмечены в группе пациентов, подвергшихся оперативному вмешательству спустя 6 нед с момента окончания курса ТРТ (45,8%), по сравнению с пациентами, у которых перерыв между лучевым и хирургическим этапами составил 4 нед (15,4%) ($p < 0,05$). Одной из задач исследования являлось определение сопряженности непосредственной эффективности с основными клинико-морфологическими факторами развития сарком мягких тканей. Было изучено влияние размера, локализации, степени дифференцировки и радиорезистентности

опухоли на частоту объективного клинического ответа. Установлено, что достоверное влияние на реализацию клинического эффекта оказывают размер опухоли до 20 мм ($p = 0,037$), степень дифференцировки опухоли G2 ($p = 0,032$), а также умеренная степень радиорезистентности опухоли ($p = 0,026$). Локализация опухолевого очага не оказывала значимого влияния на результаты непосредственной эффективности лечения. Кроме того, было изучено влияние предоперационного курса ТРТ на хирургический компонент комбинированного лечения. Всем пациентам, вошедшим в исследование, вторым этапом проводилось хирургическое лечение, объем которого определялся, исходя из данных обследования, и напрямую зависел от распространенности опухолевого процесса. Для большинства пациентов объем оперативного лечения был ограничен широким иссечением опухоли и не сопровождался пластикой послеоперационного дефекта – 44/50 (88%) в группе исследования и 47/55 (85,5%) в контроле. Выполнение микрохирургической пластики с закрытием послеоперационного дефекта васкуляризированным лоскутом потребовалось лишь 12% (6/50) пациентов группы исследования и 14,5% (8/55) пациентов группы контроля. Стоит отметить, что у пациентов исследуемой и контрольной групп

отсутствовали осложнения, связанные с приживлением лоскута после проведенного пластического этапа операции. Частота послеоперационных осложнений в исследуемой группе составила 6% против 7,2% в контроле ($p>0,05$). Одной из особенностей течения послеоперационного периода у пациентов после проведения предоперационной терморадитерапии и ИОЛТ была длительная раневая экссудация, которая наблюдалась у 17/50 пациентов (34%) группы исследования и у 23/55 больных (41,8%) группы контроля. У ряда пациентов наличие длительной экссудации привело к развитию осложнений в виде заживления послеоперационной раны вторичным натяжением. В исследуемой группе у 2/50 пациентов (4%) наблюдалось нагноение послеоперационной раны, у одного пациента (2%) отмечен некроз краев послеоперационной раны. В группе контроля данные осложнения наблюдались с частотой 3/55 (5,4%) и 1/50 (1,8%) соответственно. Случаев отторжения кожных лоскутов зарегистрировано не было. Также ни в одной из групп не было отмечено случаев послеоперационной летальности. С целью оценки отдаленных результатов проводилось изучение показателей двухлетней безрецидивной выживаемости с использованием метода Каплана–Майера. Показатели двухлетней безрецидивной выживаемости у пациентов исследуемой группы составили 84%, в группе контроля данный показатель – 76,4% ($p>0,05$) (рис. 2).

Анализ показателей двухлетней безрецидивной выживаемости у пациентов с первичными СМТ показал отсутствие значимых различий – 91,3% против 87,5% ($p>0,05$). У пациентов с рецидивами

СМТ отмечено достоверное увеличение двухлетней безрецидивной выживаемости: в исследуемой группе 77,8% против 46,7% в контроле ($p=0,05$) (рис. 3, 4).

Частота метастазирования в группе исследования составила 3/50 (6%), в контрольной группе – 9/55 (16,4%) ($p>0,05$). Отдаленные метастазы в легкие были выявлены у 2/50 (4%) пациентов группы исследования и у 7/55 (12,7%) пациентов группы контроля. Метастатическое поражение регионарных лимфоузлов зафиксировано у 1/50 (2%) пациента исследуемой группы и 1/55 (1,8%) пациента контрольной группы. Метастазирование в кости скелета было зарегистрировано только у 1/55 (1,8%) больного в контроле. Анализ безметастатической выживаемости показал отсутствие статистически достоверных различий между исследуемой и контрольной группами – 94% против 83,6% ($p>0,05$). Показатели безметастатической выживаемости пациентов с первичными СМТ в обеих группах были сопоставимы – 95,7% против 87,5% ($p>0,05$). В исследуемой группе у пациентов с рецидивами опухоли двухлетняя безметастатическая выживаемость составила 92,6%, в группе контроля – 73,3% ($p>0,05$). Также был проведен анализ показателей двухлетней общей выживаемости больных в исследуемой и контрольной группах: 96% против 90,9% ($p>0,05$). Как в исследуемой, так и в контрольной группах среди пациентов с первичными СМТ отсутствовали достоверные различия показателей общей выживаемости – 91,3% против 92,5% ($p>0,05$) соответственно. Однако среди пациентов, проходивших лечение по поводу рецидивов опухоли, показатели общей выживаемости значительно преобладали в группе исследования – 100% против 86,7% соответственно ($p=0,05$) (рис. 5, 6).

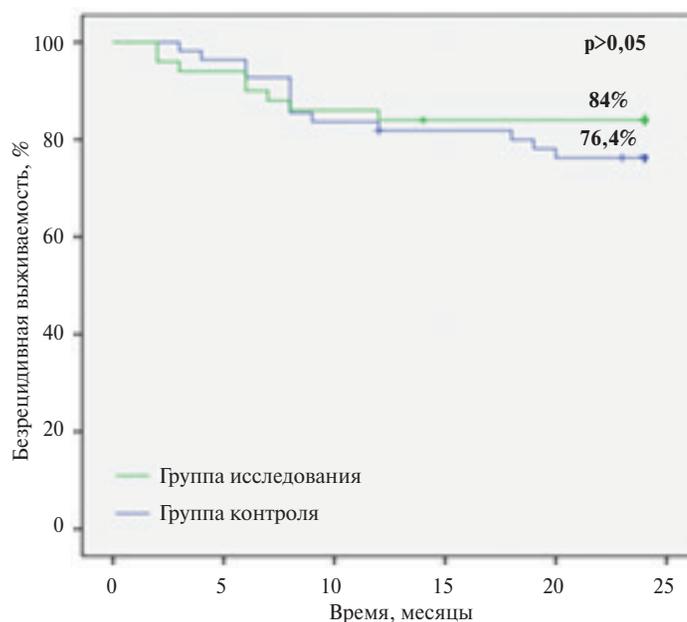


Рис. 2. Показатели двухлетней безрецидивной выживаемости у пациентов исследуемой и контрольной групп

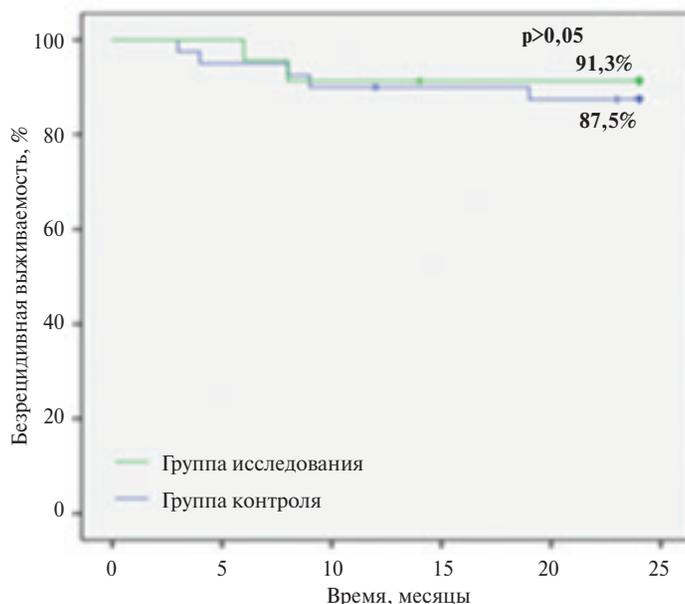


Рис. 3. Показатели двухлетней безрецидивной выживаемости у пациентов с первичными СМТ

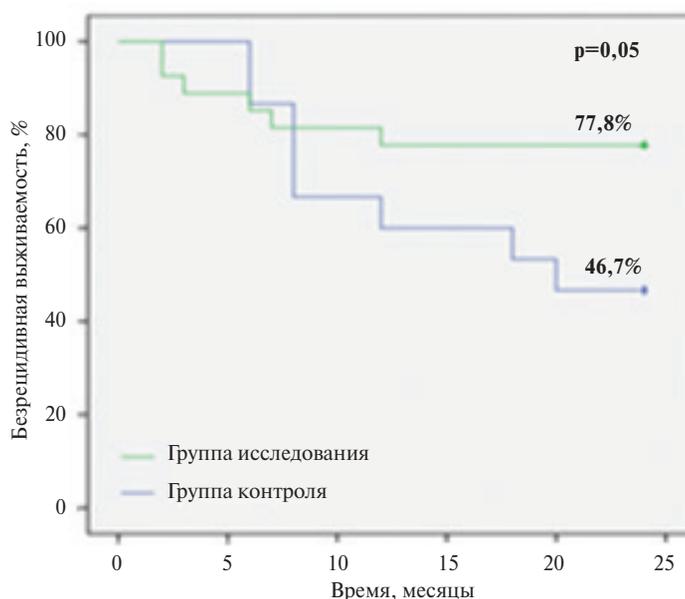


Рис. 4. Показатели двухлетней безрецидивной выживаемости у пациентов с рецидивными СМТ

Таким образом, анализ отдаленных результатов комбинированного лечения больных саркомами мягких тканей с применением предоперационной терморрадиотерапии показал достоверное улучшение показателей двухлетней безрецидивной и общей выживаемости у пациентов с рецидивными СМТ.

Информация об источниках финансирования

Финансовой поддержки в настоящей статье не было.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

- Идея, концепция, дизайн исследования – Коновалов А.И., Старцева Ж.А.
- Сбор и обработка материала – Коновалов А.И., Богоутдинова А.В.
- Статистическая обработка данных и написание текста статьи – Коновалов А.И., Богоутдинова А.В.
- Редактирование – Тюкалов Ю.И., Старцева Ж.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каприн АД, Старинский ВВ, Петрова ГВ. Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность). М., 2018:250.

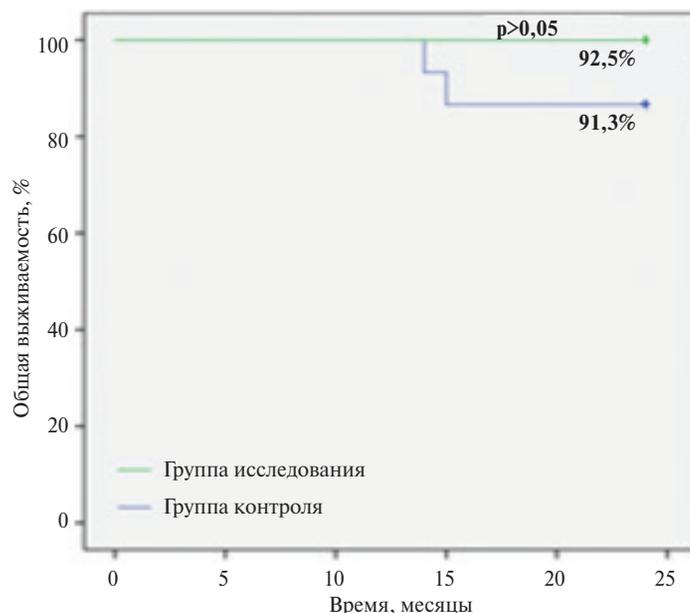


Рис. 5. Показатели двухлетней общей выживаемости у пациентов с первичными СМТ

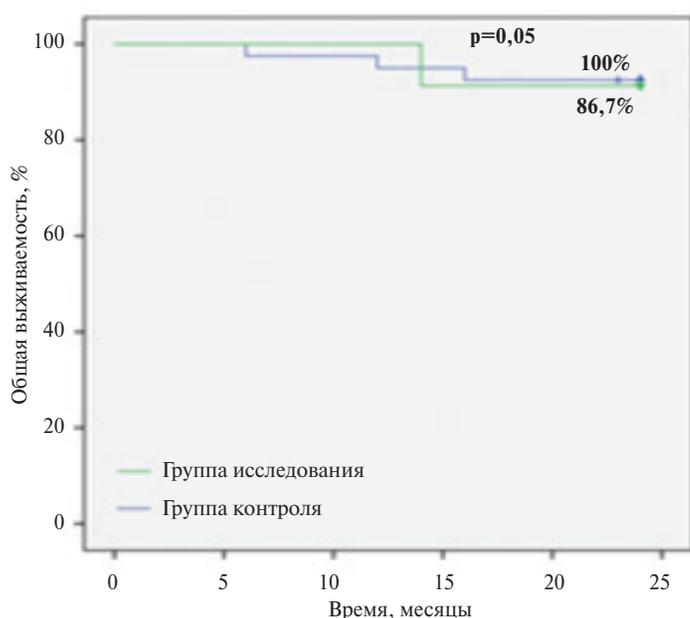


Рис. 6. Показатели двухлетней общей выживаемости у пациентов с рецидивными СМТ

2. Старцева ЖА, Слонимская ЕМ, Тюкалов ЮИ и соавт. Роль локальной гипертермии в комбинированном лечении сарком мягких тканей. Сибирский онкологический журнал. 2015;(3):76-81.
3. Mariotto AB, Noone AM, Howlander N et al. Cancer survival: an overview of measures, uses, and interpretation. J Natl Cancer Inst. Monogr. 2014;2014(49):145-186.
4. Abeshouse A, Adebamowo C, Adebamowo SN et al. Comprehensive and integrated genomic characterization of adult soft tissue sarcomas. Cell. 2017;171(8):950-965.e2.
5. Levy A, Le Pêchoux C, Terrier P et al. Epithelioid sarcoma: Need for a multimodal approach to maximize the chances of curative conservative treatment. Ann Surg Oncol. 2014;21:269-276.
6. Andrä C, Klein A, Dürr HR et al. External-beam radiation therapy combined with limb-sparing surgery in elderly patients (>70 years) with primary soft tissue sarcomas of the extremities. Strahlenther Onkol. 2017;193:604-611.
7. Palassini E, Ferrari S, Verderio P et al. Feasibility of preoperative chemotherapy with or without radiation therapy in localized soft tissue sarcomas of limbs and superficial trunk in the Italian Sarcoma Group/Grupo Español de Investigación en Sarcomas randomized clinical trial: three versus five cycles of full-dose epirubicin plus ifosfamid. J Clin Oncol. 2015;33:3628-3634.
8. Mullen JT, Kobayashi W, Wang JJ et al. Long-term follow-up of patients treated with neoadjuvant chemotherapy and ra-

diotherapy for large extremity soft tissue sarcomas. *Cancer*. 2012;118:3758-3765.

9. Stoeckle E, Coindre JM, Rind M et al. Evaluating surgery quality in soft tissue sarcoma. *Recent Results Cancer Res*. 2009;179:229-242.

Статья поступила 10.09.2019 г., принята к печати 15.12.2019 г.
Рекомендована к публикации Б.Ю. Боханом

Информационная страница

Коновалов Артем Игоревич, кандидат медицинских наук, врач-онколог отделения радиологии НИИ онкологии ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук».

Старцева Жанна Александровна, доктор медицинских наук, профессор РАН, зав. отделением лучевой терапии НИИ онкологии ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук».

Тюкалов Юрий Иванович, кандидат медицинских наук, главный врач Научно-исследовательского института онкологии. ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук».

Богоутдинова Анна Владимировна, кандидат медицинских наук, врач-онколог отделения общей онкологии НИИ онкологии ФГБУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук».

Дополнительные утверждения

Авторы согласны на публикацию представленной работы.

Авторы утверждают, что данная рукопись в настоящее время не представлена для публикации в другие издания и не была принята для публикации в других изданиях.

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF LOCAL HYPERTHERMIA AS A METHOD OF PHYSICAL RADIOSENSITIZATION AS PART OF THE COMBINED TREATMENT OF LOCALIZED FORMS OF PRIMARY AND RECURRENT SARCOMAS OF SOFT TISSUES

Kononov A.I., Startseva Zh.A., Tyukalov Yu.I., Bogoutdinova A.V.

Cancer research Institute. Federal state budgetary scientific institution «Tomsk national research medical center of the Russian Academy of Sciences»; 5, Kooperativny per., Tomsk, 634009, Russian Federation

Key words: soft tissue sarcoma, combined modality treatment, local hyperthermia, intraoperative radiotherapy

Objective. To estimate the effectiveness and tolerance of soft tissue sarcoma (STS) combined treatment, including preoperative thermoradiotherapy (TRT), surgical treatment and intraoperative radiation therapy (IORT).

Methods. We assessed the tolerance and both immediate and long-term results of treatment for 105 patients with locally advanced STS, 50 of whom underwent combined treatment with local hyperthermia (LHT) (prospective set). 55 patients from the control group received treatment without the use of LHT (retrospective group).

Results. It was proven that the preoperative course of TRT significantly increases the frequency of objective clinical response in the study group – 30% versus 9.1% in the control ($p < 0.05$). The prevalence of two-year relapse-free and overall survival was observed in patients of the study group with recurrent STS – 77.8% compared with the control group – 46.7% ($p = 0.05$) and 100% versus 86.7%, respectively ($p = 0.05$). The incidence of early radiation reactions and late radiation changes is comparable in both groups.

Conclusion. The use of TPT contributes to a significant increase in the frequency of an objective clinical response, and allows to improve two-year relapse-free and overall survival in a subgroup of patients with relapses of SMT. When prescribing the TRT course, it is necessary to take into account the main clinical and morphological factors that have a significant impact on its immediate effectiveness. LHT as a radiosensitizer in the combined treatment of SMT does not adversely affect the frequency and degree of radiation reactions/changes in normal tissues.

УДК 616-006.3.04

ТОРАКОАБДОМИНАЛЬНЫЕ ГРЫЖИ ПОСЛЕ РЕЗЕКЦИИ ГРУДНОЙ СТЕНКИ, МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ

Межецкий Э.П., Соболевский В.А.

ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; РФ, 115478, г. Москва, Каширское ш., д. 24

Ключевые слова: торакоабдоминальная грыжа, резекция грудной стенки, реконструктивная хирургия

Введение. Образование торакоабдоминальной грыжи (ТАГ) после резекции грудной стенки описано в единичных публикациях зарубежных источников литературы. Причины образования ТАГ, сроки развития и хирургические методы профилактики остаются неизученными.

Материалы и методы. В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина с 2000 по 2019 г. выполнено 258 хирургических вмешательств по поводу первичных и метастатических опухолей, локализованных на грудной стенке. Удаление опухоли сопровождалось резекцией одного ребра или нескольких ребер, грудины с одномоментной реконструкцией местными или перемещенными тканями, в ряде случаев — с использованием различных алломатериалов. ТАГ была выявлена в 48 наблюдениях.

Результаты исследования. Ключевыми факторами риска образования грыжи оказались: обширные резекции ребер с включением VII ребра и ниже, нарушение целостности реберной дуги без реконструкции, дефект грудной стенки площадью от 50 см².

Реконструкция местными тканями или перемещенным лоскутом способна предотвратить образование ТАГ только при дефекте грудной стенки площадью не более 60 см², при использовании пластины GogTex Dual mash®, при дефекте до 70 см², при применении методов «жесткой» реконструкции — до 145 см².

Выводы. Наиболее очевидной причиной образования ТАГ мы считаем влияние внутрибрюшного давления на область дефекта грудной стенки.

Хирургу следует учитывать указанные факторы риска и иметь в виду необходимость дополнительной реконструкции грудной стенки для предупреждения образования ТАГ.

Введение

Под торакоабдоминальной грыжей мы представляем выпячивание мягких тканей в области резекции костных структур грудной стенки, содержимым которого будут органы брюшной полости.

В литературе описаны единичные случаи образования ТАГ, но анализ причин и хирургических методов профилактики проведен не был [1, 2, 16] (рис. 1).

Чаще встречаются описания похожей проблемы — грыжи легкого или торакальной грыжи [1, 3–5] (рис. 2).

Механическая травма, торакотомия, резекция ребер или применение парастерального хирур-

гического доступа к органам средостения могут привести к образованию грыжи легкого [6, 7]. В одной публикации это явление подробно описано, и выявлены факторы риска образования такой грыжи. Важно отметить, что авторы, описывающие грыжу легкого, сообщают, что они возникают преимущественно справа, причем оказывается достаточным нарушение целостности только межреберных мышц. Как правило, ее образование происходит на уровне V–VIII ребер [1, 10].

В онкологической хирургии, и тем более в травматологии, торакальная грыжа и ТАГ встречаются крайне редко, как правило, это отсроченное осложнение [2, 8, 9].

Можно предположить, что после обширных резекций грудной стенки с одномоментной реконструкцией по поводу злокачественных опухолей образование грыж считают не очень значимым осложнением, на первое место справедливо ставя абластику. Все же мы полагаем, что любые послед-

Адрес для корреспонденции

Межецкий Эдуард Петрович
E-mail: egoduardo@bk.ru

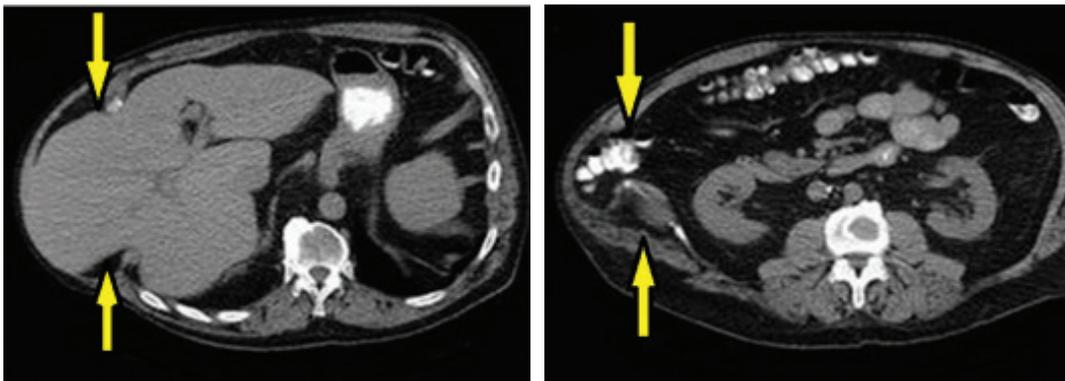


Рис. 1. Клинический случай ТАГ после резекции грудной стенки

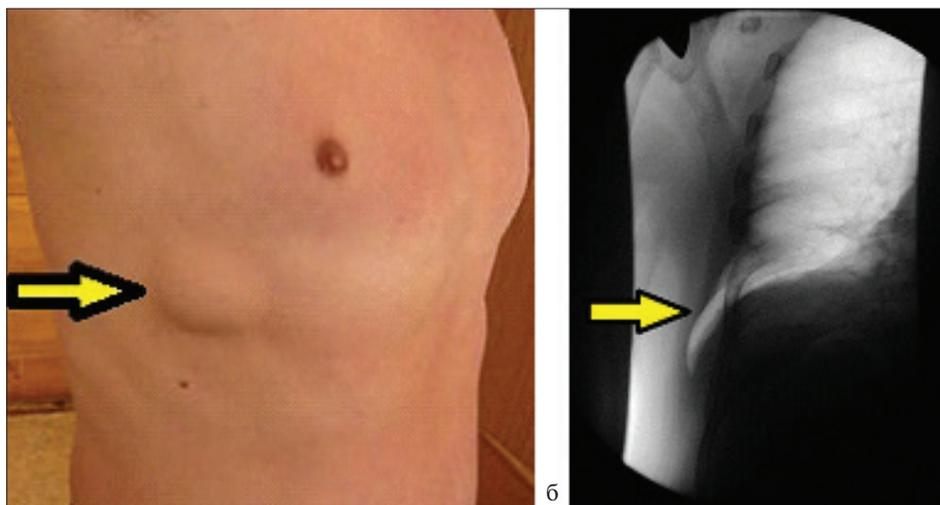


Рис. 2. Грыжа легкого: а) внешний вид больного; б) рентгенограмма грудной клетки пациента с грыжей легкого

ствия хирургических вмешательств, способные тем или иным образом ухудшить функциональный, эмоциональный и эстетический статус пациента, заслуживают внимания и применения возможных мер профилактики.

Существуют подходы в реконструкции грудной стенки, которые можно использовать с целью профилактики образования грыж:

1. Дефекты площадью до 50 см² при передней локализации и до 100 см² при задней локализации не требуют реконструкции [11–13].

2. Синтетические материалы всегда должны быть укрыты хорошо кровоснабжаемыми тканями [14].

3. При обширных сквозных дефектах грудной стенки установка титановых пластин оптимальна при соотношении два ребра – одна пластина [15].

Материалы и методы

В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина с 2000 по 2019 г. по поводу первичных и метастатических опухолей грудной стенки выполнено 258 хирургических вмешательств у 238 больных. Мужчин было 151 (58,5%) и 107 (41,5%) женщин. По возрастным группам пациенты распределились следующим об-

разом: до 45 лет – 104 (40,3%) пациента; 45–60 лет – 100 (38,8%) пациентов; 60 лет и старше – 54 (20,9%) пациента. Выявлены 48 пациентов с отсроченным развитием ТАГ.

Результаты исследования

Оказалось, что во всех 48 случаях с отсроченным развитием ТАГ резекция грудной стенки выполнена на уровне VII ребра или ниже (рис. 3). Выявили особенности. Резекцию VI ребра всегда сочетали с резекцией VII ребра. У пациентов с резекцией грудной стенки от I до VI ребра включительно ТАГ не встречались.

Лишь в 3 случаях к образованию грыжи привела резекция одного ребра, это были резекции IX, X, XI ребер с образованием дефекта 90; 90 и 52 см² соответственно (см. таблицу).

С целью уточнения обстоятельств, способствовавших образованию послеоперационных ТАГ, провели сравнительный анализ групп больных без грыжи (группа Б) и с ТАГ (группа Г, 48 больных). В этом анализе участвовали только те пациенты, которым была выполнена резекция каркаса грудной стенки с вовлечением VII ребра и ниже, с любым объемом реконструкции. Критерии исключения –

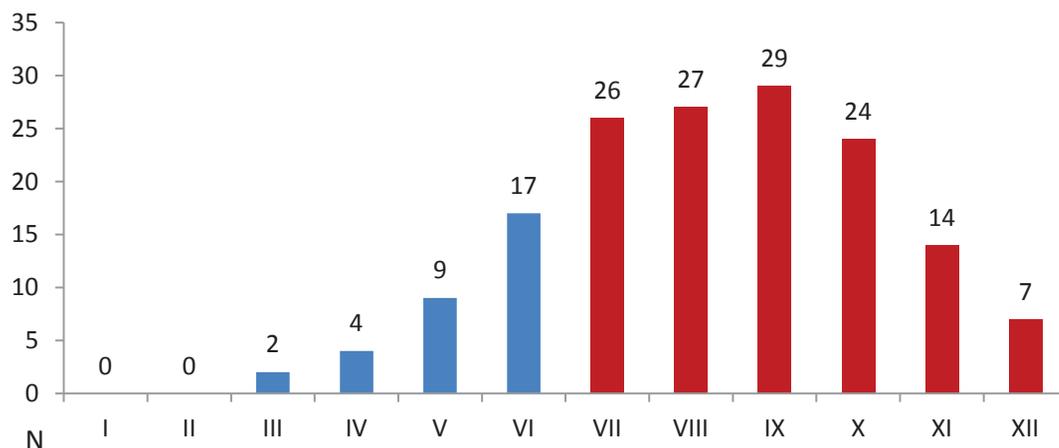


Рис. 3. Частота встречаемости резекции каждого из ребер у пациентов с ТАГ

Таблица. Количество резецированных ребер у пациентов с ТАГ

Количество резецированных ребер	N	%
Одно	3	6,3
Два	11	23
Три	15	31
Четыре	11	23
Пять	3	6,3
Шесть	4	8,4
Семь	1	2,1

смерть больного, отсутствие отсроченных данных. В результате в группу Б вошли 64 пациента.

Оказалось, что в группе Г передняя грудная, боковая и задняя локализации встречались достоверно чаще ($p=0,001$) (рис. 4).

Резекция ограничивалась одной зоной в 6 (12,5%) случаях, тогда как две и более зоны были вовлечены у 42 (87,5%) пациентов.

Резекция диафрагмы была выполнена 17 (35,4%) пациентам из 48. Резекцию реберной дуги сделали 13 больным, во всех случаях без реконструкции.

При реконструкции грудной стенки использовали пластины GogTex Dual mash® у 10 пациентов (20,8%), к «жесткой» реконструкции не прибегали.

В группе Б стерральная и позвоночная локализации встречались чаще (см. рис. 4).

Резекция в пределах одной зоны выполнена у 41 (64%) пациента. Резекция только одного ребра была в 18 (28,1%) случаях.

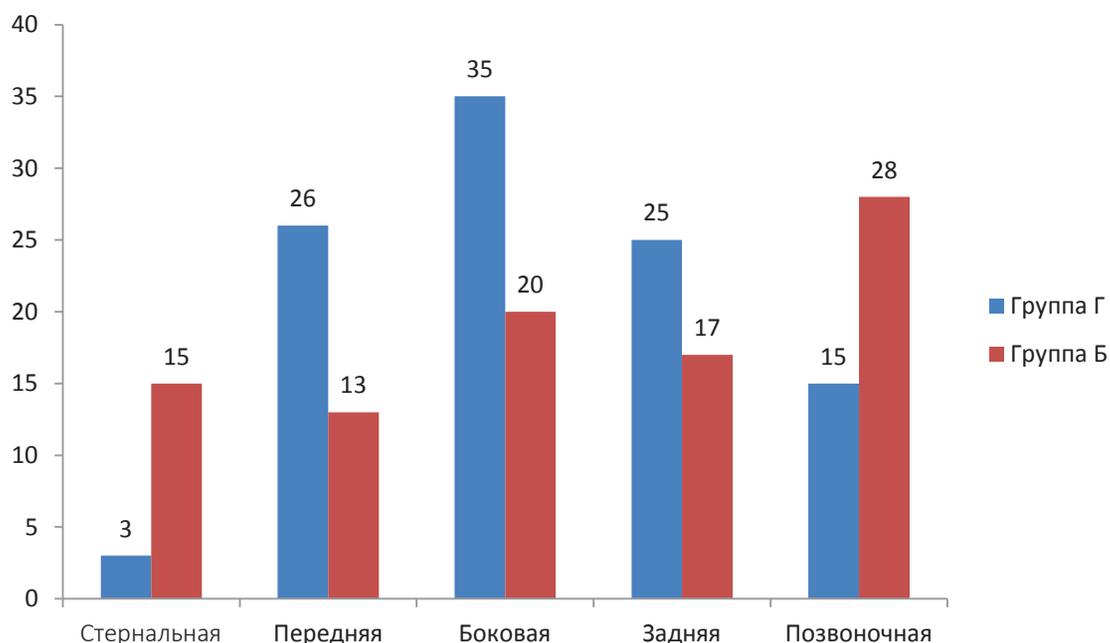


Рис. 4. Частота резекции грудной стенки в зависимости от локализации в группах Г и Б

Резекция диафрагмы выполнена 9 (14,1%) пациентам. Резекцию реберной дуги сделали 21 пациенту, всем была выполнена реконструкция пластиной GorTex Dual mash® либо «жесткими» методами.

Реконструкция пластиной GorTex Dual mash® применена у 14 (21,9%) пациентов, 11 из которых пластина была установлена в области резецированной грудины. У остальных больных дефект находился в передней, заднебоковой и заднепозвоночной локализации с площадью дефекта 50; 55 и 68 см² соответственно.

«Жесткая» реконструкция выполнена 13 пациентам с использованием различных методик: «Sandwich» – 1, «Synthes®» – 5, «Stratos®» – 3, «спицы + сосудистые протезы, заполненные костным цементом» – 1, стягивание – 3.

При сравнительном анализе групп мы выделили наиболее важные факторы риска образования ТАГ:

1. резекция грудной стенки от VII ребра и ниже ($p=0,001$);
2. резекция реберной дуги без ее реконструкции ($p=0,001$);
3. резекция более одной зоны ($p=0,001$).

Многофакторный анализ по таким признакам, как резекция грудной стенки от VII ребра и ниже, резекция реберной дуги, дефект от 50 см² и более, подтвердил их статистическую значимость ($p<0,01$). Локализация дефекта в передних отделах грудной клетки или задних отделах не показала своей клинической значимости ($p>0,05$).

Резекция диафрагмы различного объема с «ушиванием» или реконструкцией пластиной GorTex Dual mash® без повреждения диафрагмального нерва также достоверно сопутствовала образованию ТАГ ($p=0,05$), что обусловлено локализацией опухоли и дефекта грудной стенки.

Для того чтобы понять, какого размера дефект приводит к образованию грыжи, мы в обеих группах исключили пациентов с реконструкцией пластиной GorTex Dual mash®, «жесткой» реконструкцией и стернальной локализацией и те наблюдения, где резекция грудной стенки выполнена с вовлечением VI ребра и выше. В результате в группе Б остались 28 случаев, в группе Г – 24.

В группе Г площадь дефекта грудной стенки была в диапазоне от 35 до 320 см² ($M_d = 110$ см², $\sigma^2 = 60$ см²), в группе Б – от 15 до 80 см² ($M_d = 45$ см², $\sigma^2 = 16$ см²). При сравнении получена достоверная разница ($p=0,00001$).

Учитывая, что в группе Г «жесткая» реконструкция ни разу не встречалась, а в группе Б при передней, боковой, задней и позвоночной локализациях было 5 случаев успешной реконструкции, справедливо утверждать следующее. «Жесткая» реконструкция грудной стенки с вовлечением VII ребра и ниже, при площади дефекта от 80 до 145 см² ($M_d = 100$ см², $\sigma^2 = 20$ см²), способна предотвратить образование грыжи ($p=0,035$).

На рисунке отчетливо видно, что этот метод реконструкции способен предотвратить образование грыжи при наиболее часто встречающихся размерах дефектов грудной стенки (рис. 5).

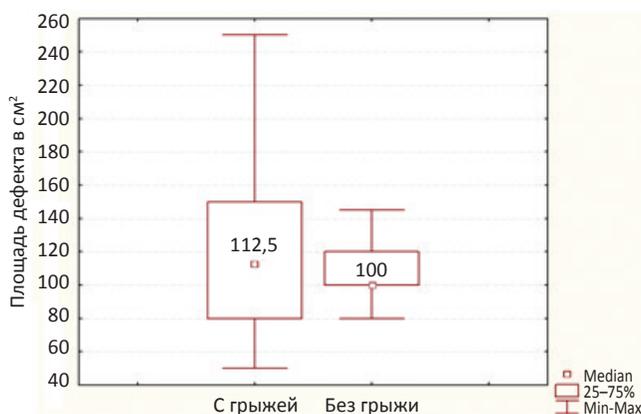


Рис. 5. Сравнение площади дефектов между группами Б и Г

Клинические примеры

Клинический пример 1

Пациент Т. Хондросаркома. Резекция IX–XII ребер, реконструкция пластиной GorTex Dual mash® и торакодорсальной мышцей. $S_{\text{дефекта}} = 250$ см². Грыжевое выпячивание на боковой, задней поверхности стенки живота (рис. 6).

Клинический пример 2

Пациент Ш. Рак почки, метастаз в X ребро. Резекция X, XI ребер, резекция реберной дуги. $S_{\text{дефекта}} = 35$ см² (рис. 7).

Обсуждение и выводы

Нами была выявлена зависимость образования ТАГ от уровня резекции грудной стенки. Граница зоны риска проходит по VII ребру. При расположении дефекта с вовлечением VII ребра или ниже площадью ≥ 50 см² ($M_d = 110$ см², $\sigma^2 = 60$ см²) появляется достоверно высокий риск образования ТАГ. Такая локализация должна указывать хирургу на необходимость дополнительной реконструкции грудной стенки. Следует подчеркнуть, что резекция реберной дуги играет важную роль в образовании грыжи, поэтому в случае ее нарушения необходимо хирургическое восстановление. Наиболее очевидной причиной образования ТАГ мы считаем влияние внутрибрюшного давления на область дефекта грудной стенки.

Реконструкция местными тканями или перемещенным лоскутом способна предотвратить образование ТАГ при дефекте грудной стенки площадью до 60 см², при использовании пластины GorTex Dual mash®, при дефекте до 70 см², а при использовании методов «жесткой» реконструкции – до 145 см².



Рис. 6. Внешний вид больного после резекции IX–XII ребер слева



Рис. 7. Компьютерная томография грудной клетки. Грыжевое выпячивание на переднебоковой поверхности грудной стенки (отмечено красным кругом)

Информация об источниках финансирования

Финансовой поддержки в настоящей статье не было.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

- Идея, концепция, дизайн исследования – Межецкий Э.П., Соболевский В.А.
- Сбор и обработка материала – Межецкий Э.П.
- Статистическая обработка данных и написание текста статьи – Межецкий Э.П.
- Редактирование – Соболевский В.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Christopher WS, Seder CW, Allen M, Nichols F. Primary and prosthetic repair of acquired chest wall hernias: a 20-year experience. *Ann Thorac Surg.* 2014;98:484-489.
2. Abhishek C, Prabhakar R, Alexander C. Imaging of thoracic hernias: types and complications. *Insights into Imaging.* 2018;9:989-1005.
3. Багненко СФ, Тулупов АН, Кабанов МЮ. Межреберная легочная грыжа в результате спонтанного разрыва реберной дуги. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* СПб.: ООО «Эскулап». 2006;165(3):80-81.
4. Вагнер ЕА. Хирургия повреждений груди. М.: «Медицина». 1981:128.
5. Бисенкова ЛН. Торакальная хирургия: Руководство для врачей. ЭЛБИ-СПб. 2004:225-226.
6. Michael JJ, Fabio L. Delayed presentation of traumatic parasternal lung hernia. Atlantic Health Sciences Corporation, Saint John, New Brunswick, Canada. *Ann Thorac Surg.* 1998;65:1150-1151.
7. Dov W, Yael R. Hernia of the lung. *Ann Thorac Surg.* 2002;74:1963-1966.
8. Aladaileh M, O'Driscoll-Collins A, O'Keefe F. Traumatic thoracoabdominal hernia repair using a novel chest-wall reconstruction technique: a case report. *Annals.* 2019.
9. Bendinelli C. Strangulated intercostal liver herniation subsequent to blunt trauma. First report with review of the world literature. *World Journal of Emergency Surgery.* 2012;7:23.

10. Cristbal TM, David PA. Post-traumatic thoracoabdominal hernia. CIR ESP. 2015;93(1):43-54.
11. Christophe D, Françoise L, Benoit D. Lung Cancer Invading the Chest Wall: A Plea for En-Bloc Resection but the Need for New Treatment Strategies. Ann Thorac Surg. 2005;80:2032-2040.
12. Deschamps C, Tirnaksiz B, Darbandi R. Early and long-term results of prosthetic chest wall reconstruction. J Thorac Cardiovasc Surg. 1999;117(3):588-591.
13. Нохрин АВ, Чеботарь АВ, Друкин ЭЯ. Особенности хирургического лечения местнораспространенных опухолей грудной стенки с поражением грудины. Вестник Санкт-Петербургского университета. СПб. 2012; 11(4):140-152.
14. Stefano S, Brandon J. Materials and techniques in chest wall reconstruction: a review. J Vis Surg. 2017;3:95.
15. Gaetano R. Anterior Chest Wall Resection and Reconstruction. Operative techniques in thoracic and cardiovascular surgery. 2013;18(1):32-41.
16. Белоконев ВИ, Пушкин СЮ. Торакоабдоминальные грыжи после лечения больных хроническим стерномедиастинитом. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2019;(2):47-52.

Статья поступила 10.12.2019 г., принята к печати 15.12.2019 г.
Рекомендована к публикации Т.К. Харатишвили

Информационная страница

Межецкий Эдуард Петрович, аспирант, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Соболевский Владимир Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор, зав. отделением реконструктивной пластической онкохирургии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Дополнительные утверждения

Авторы согласны на публикацию представленной работы.

Авторы утверждают, что данная рукопись в настоящее время не представлена для публикации в другие издания и не была принята для публикации в других изданиях.

THORACOABDOMINAL HERNIAS AFTER CHEST WALL RESECTION, PREVENTION METHODS

Mezhetsky E.P., Sobolevsky V.A.

FSBI «N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology»; 24, Kashirskoe Shosse, Moscow, 115478, Russian Federation

Key words: thoracoabdominal hernia, chest wall resection, reconstructive surgery

Introduction. The formation of thoracoabdominal hernia (TAH) after the chest wall resection is described in a single publication of foreign literature. The reasons for the formation of TAH, the development and surgical methods of prevention remain unstudied.

Materials and methods. In N.N. Blokhin Center of Oncology from 2000 till 2019, there had been 258 surgical interventions performed on primary and metastatic tumors. These were resections of one or several ribs, or sternum with simultaneous reconstruction with local or displaced tissues, in some cases, using various allogenic materials. TAH was detected in 48 cases.

The results. The key risk factors for hernia formation were: resection of the VII rib and below, lack of reconstruction of the costal arch, defect of the chest wall with the surface of 50 cm² or more.

Reconstruction with local tissues or a displaced flap is able to prevent the formation of TAH only in the cases of defect of the chest wall with the surface within 60 cm², with the use of a GorTex Dual mash® plate, with a defect of up to 70 cm², and with the use of rigid reconstruction methods, up to 145 cm².

Conclusions. The most obvious reason for the formation of TAH, is the intra-abdominal pressure on the area of the chest wall defect.

The surgeon should consider these risk factors and bear in mind the need for additional reconstruction of the chest wall to prevent the formation of TAH.

УДК 616-006.6

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ В ОНКООРТОПЕДИЧЕСКОЙ КЛИНИКЕ¹

Усманова Е.Б.¹, Щелкова О.Ю.², Кулага А.В.¹, Валиев А.К.¹, Обухова О.А.¹, Софронов Д.И.¹, Сушенцов Е.А.¹, Короткова И.С.²

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Министерства здравоохранения Российской Федерации; РФ, 115478, г. Москва, Каширское ш., д. 24

² Санкт-Петербургский государственный университет; РФ, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9

Ключевые слова: качество жизни, онкоортопедия, онковертебрология, методика VM22

Статья посвящена методологии исследования связанного со здоровьем качества жизни в онкоортопедии и онковертебрологии. Исследование качества жизни в онкоортопедической клинике требует комплекса методов, включающих как общие опросники качества жизни для хронически больных пациентов, так и специфические методы изучения качества жизни онкологических больных, в том числе опросники, направленные на выявление основных параметров качества жизни при опухолях костей. Для целенаправленного исследования качества жизни на пред- и послеоперационных этапах лечения пациентов с опухолевым поражением костей необходим специализированный опросник, в связи с чем коллективом авторов была валидизирована русскоязычная версия опросника EORTC VM22 («Bone metastases» – 22). Результаты апробирования методики VM22 показали ее высокую информативность в оценке основных параметров качества жизни при опухолевом поражении костей. Новый опросник качества жизни VM22 может быть рекомендован для использования в онкоортопедической клинике для более точной и дифференцированной оценки качества жизни онкоортопедических пациентов.

¹ Проект реализуется при поддержке РФФИ

Введение

Обращение к концепту качества жизни предполагает взгляд на больного не со стороны диагноза, а как на личность со своими переживаниями и потребностями в условиях болезни. Как интегральное понятие качество жизни включает в себя такие аспекты, как сохранность физических функций и степень физических страданий; психологическое состояние, включая ощущение независимости и удовлетворенность своим бытием в настоящий момент; возможность профессиональной деятельности; качество социальных контактов и другие аспекты. Таким образом, на качество жизни влияют все параметры функционирования личности – физические, психологические и социальные [1].

В настоящее время направление исследования качества жизни в медицине активно развивается. Особую актуальность приобретают исследования качества жизни в онкоортопедической клинике в связи с существенным влиянием, которое оказывает

опухолевое поражение костей на физическое, психическое и социальное функционирование больных [2].

Онкоортопедия – одна из самых инновационных дисциплин в современной клинической медицине, что предполагает обязательное применение мультидисциплинарного подхода в лечении больных с опухолями костей. Внедрение современных технологий и протоколов лечения позволило добиться выживаемости больных с саркомами костей высокой степени злокачественности до 75%, органосохранные операции выполнять в 85% случаях [3].

Существенные изменения в подходах к лечению и во взгляде на проблему опухолей опорно-двигательной системы произошли в начале двухтысячных годов. Эти изменения были связаны с внедрением новых противоопухолевых препаратов, что привело к значительному увеличению показателей выживаемости. В свою очередь модернизация хирургической техники и анестезиологического ведения обеспечили более широкое применение оперативных пособий, а анализ предыдущего опыта стал основой возникновения нового подхода к лечению опухолей опорно-двигательного аппарата. В совокупности все эти изменения обозначили начало новой эпохи в онкоортопедии.

Адрес для корреспонденции

Усманова Екатерина Бахромовна
E-mail: usmanovakate@yandex.ru

В структуре опухолей опорно-двигательного аппарата важно выделить три основные группы: первичные злокачественные опухоли костей, опухоли мягких тканей и метастатические опухоли костной системы. Цели и принципы лечения этих групп имеют индивидуальные особенности, и потому целесообразно рассматривать их по отдельности.

Современные достижения в лечении пациентов с первичными злокачественными опухолями костей и мягких тканей привели к значимому увеличению выживаемости. Основными критериями оценки эффективности лечения пациентов с первичными злокачественными опухолями костей и мягких тканей являются такие показатели, как общая выживаемость и безрецидивная выживаемость. Это основные цели, на которые направлено лечение больных с саркомами.

Однако в последнее время все большее внимание уделяется функциональным результатам лечения и качеству жизни. Важным достижением в лечении пациентов с первичными опухолями костей и мягких тканей явилась возможность выполнения органосохраняющего лечения. Органосохраняющие объемы операций стали возможны в результате внедрения эндопротезирования суставов, костей таза, сложных анатомических локализаций (например, позвоночник), а также благодаря внедрению реконструктивно-пластических этапов с микрохирургическими костными и костно-мышечными трансплантатами.

Онкоортопедия занимает отдельное место в онкоортопедии. Являясь самым молодым направлением, онкоортопедия претерпевает наиболее стремительные изменения. Еще десять лет назад пациенты с опухолями позвоночника считались incurable и получали лишь симптоматическое лечение без применения хирургических методов. Но сегодня ситуация изменилась: пациентам с вторичным поражением позвоночника проводится лечение с использованием комбинированных методов локального и системного противоопухолевого лечения (в том числе расширенные хирургические вмешательства), что привело к многократному увеличению сроков выживаемости с удовлетворительными функциональными результатами. Основная часть работы онкоортопеда — это лечение пациентов с метастатическим поражением позвоночника. Локальное лечение метастатического поражения позвоночника является паллиативным, а значит, главным аспектом успешного его выполнения можно считать увеличение или же поддержание максимально возможного уровня качества жизни пациента.

Можно констатировать, что уровню качества жизни как важнейшему аспекту в лечении уделяется недостаточное внимание, следовательно, необходимым представляется внедрение понятия качества жизни в алгоритмы оценки эффективности лечения в онкоортопедии.

В связи со значительными успехами в лечении больных с первичными и метастатическими опухолями костей и мягких тканей актуальным также является вопрос изучения качества жизни пациентов онкоортопедической клиники. Результаты исследования качества жизни пациентов с опухолевым поражением костей и мягких тканей могут быть использованы для улучшения как непосредственных, так и отдаленных функциональных результатов лечения, которые обеспечиваются мультидисциплинарным подходом и применением современных режимов системного противоопухолевого лечения, лучевой терапии и адекватных объемов хирургического лечения.

Современное состояние проблемы

В современной литературе представлены работы, посвященные изучению качества жизни при опухолях костей [4–8]. Среди таких работ преобладают исследования, результаты которых свидетельствуют о снижении различных аспектов качества жизни пациентов с опухолями костей [9–11].

Janssen, Pereira отмечают снижение качества жизни у пациентов с метастатическим поражением костей, при этом физическая активность и интенсивность боли зависят от типа первичной опухоли [12].

В литературе также представлены исследования, посвященные проблеме качества жизни пациентов с опухолевым поражением костей таза [13, 14] и позвоночника [15, 16]. Важно отметить, что хирургическое лечение пациентов с опухолями костей таза и позвоночника предполагает обширные операции, в результате которых значительно изменяется образ жизни, который пациенты вели до болезни, также хирургическое лечение в большом объеме влияет на социальную активность и психологическое состояние пациентов.

Salunke и соавт. [14] говорят о важности рационального выбора тактики лечения и адекватного объема хирургического вмешательства для пациентов с опухолевым поражением таза, что позволяет достигать наилучших функциональных результатов и поддерживать качество жизни больных на оптимальном уровне.

De Ruyter, Nogaerde и соавт. [17] исследовали 113 пациентов с метастатическим поражением позвоночника после хирургического лечения и заключили, что качество жизни пациентов значимо улучшилось после операции вне зависимости от ее типа.

Необходимо отметить также увеличение числа работ, посвященных новым методам хирургического лечения пациентов с опухолевым поражением костей таза [14, 18–20]; также появляются новые методы хирургического лечения опухолевого поражения позвоночника [21–23].

В отечественной литературе до настоящего времени категория больных, страдающих опухолями костей, прицельно и комплексно в аспекте качества

жизни пациентов проанализирована лишь в работах авторов [24–28].

Можно заключить, что увеличение числа работ, посвященных изучению качества жизни пациентов в онкоортопедической клинике, отражает общую тенденцию развития медицины в русле персонализированного подхода к лечению пациента с предельным вниманием не только к функциональному результату лечения, но и к возможности пациента продолжать жить с ощущением благополучия.

Методология исследования

Исследование качества жизни в онкоортопедической клинике требует комплекса методов, включающих как общие опросники КЖЗ для хронически больных пациентов, так и специфические методы изучения качества жизни онкологических больных, в том числе опросники, направленные на выявление основных параметров качества жизни при опухолях костей. Комплекс таких методов включает следующие диагностические инструменты.

1. «Краткий общий опросник оценки статуса здоровья» (SF-36, «The Medical Outcomes Study Short Form 36 Items Health Survey»), предназначенный для определения степени удовлетворенности больного своим физическим, психическим и социальным функционированием в условиях болезни [29]. Методика SF-36 широко применяется в зарубежных и отечественных исследованиях качества жизни различных категорий больных [30].

2. Специализированный опросник качества жизни EORTC QLQ-C30 (Quality of Life Questionnaire-Core 30 of European Organization for Research and Treatment Cancer) [31, 32], разработанный Группой оценки качества жизни при Европейской Организации Лечения и Исследования Рака (EORTC Study Group on Quality of Life) во главе с N.K. Aaronson. Методологическая основа, на которой базируется опросник, включает следующие положения: 1) специфичность к раку; 2) многомерность в структуре (то есть наличие нескольких шкал, характеризующих различные аспекты качества жизни); 3) возможность заполнения опросника самим больным; 4) применимость в различных культурах.

3. Дополнительный (к QLQ-C30) модуль BM22 («Bone metastases» – 22), использующийся для изучения специфических симптомов, отражающих качество жизни пациентов со злокачественными новообразованиями в костях. Модуль состоит из 22 вопросов и имеет 2 шкалы симптоматики («Локализация боли» и «Характер боли») и 2 функциональные шкалы («Общее функционирование» и «Психологические аспекты»).

Разработка русскоязычной версии опросника BM22

Для целенаправленного исследования качества жизни на пред- и послеоперационных этапах лечения

пациентов с опухолевым поражением костей, а также в период реабилитации необходимы диагностические инструменты, которые могли бы быстро и объективно отразить функциональное состояние пациента и его эмоционально-личностное отношение к болезни, лечению, различным аспектам своего физического, психического и социального функционирования, то есть эффективно и всесторонне охарактеризовать многомерный конструкт качества жизни.

Одним из таких инструментов, отражающих субъективную оценку пациентом симптомов и жизненного функционирования при опухолях костей, является разработанный Европейской организацией по исследованию и лечению рака (European Organization for Research and Treatment Cancer – EORTC) опросник качества жизни BM22. Как отмечалось, BM22 является специализированным модулем основного опросника качества жизни при онкологической патологии, разработанного этой международной организацией «Quality of Life Questionnaire-Core 30» (QLQ-C30). В условиях отсутствия отечественных адекватных проверенных и признанных инструментов изучения качества жизни при онкоортопедической патологии появилась необходимость создания русскоязычной версии опросника BM22 как метода экспресс-диагностики функционального состояния и качества жизни пациентов с опухолями костей, пригодного в том числе для изучения динамики этих показателей в процессе восстановительного лечения и реабилитации пациентов после хирургического вмешательства. Такая работа была проведена коллективом авторов Санкт-Петербургского государственного университета и Национального исследовательского медицинского центра онкологии им. Н.Н. Блохина в рамках исследовательского проекта, поддержанного РФФИ (Рег. № 19-013-00154 А) [33].

Исследовательскую выборку для процесса валидации опросника BM22 составили 139 пациентов с опухолевым поражением костей. Пациенты находились на лечении в хирургическом отделении опухолей опорно-двигательного аппарата НИИ клинической онкологии и в отделении вертебральной хирургии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина.

Для проверки конвергентной валидности опросника был проведен корреляционный анализ (с использованием критерия Пирсона) показателей шкал BM22 и показателей шкал методик SF-36 и QLQ-C30, полученных на той же выборке пациентов. Полученные результаты корреляционного анализа подтвердили конвергентную валидность опросника качества жизни при опухолях костей (BM22).

Проверка надежности русскоязычной версии опросника BM22 проводилась с помощью подсчета критерия α -Кронбаха. В результате вычислений русскоязычная версия опросника показала достаточно высокий уровень надежности, отражающийся в согласованности пунктов шкал (α -Кронбаха = 0,871).

Результаты апробирования новой методики ВМ22 показали ее высокую информативность в оценке основных параметров качества жизни при опухолевом поражении костей, а также их тесную связь с психологическими характеристиками пациентов. Так, полученные в специальном исследовании данные показали, что больные с метастатическим поражением костей оценивают свое здоровье гораздо хуже пациентов других групп (с остеосаркомой, саркомой Юинга, гигантоклеточной опухолью, хондросаркомой), а болевые ощущения — как более интенсивные. Наиболее распространенные болевые ощущения обнаружены в группе пациентов, склонных к поведению по типу «раздражительной слабости» (неврастенический тип отношения к болезни) и находящихся преимущественно в гневливо-мрачном настроении (дисфорический тип отношения к болезни) [27].

Заключение

Новый опросник качества жизни ВМ22 может быть рекомендован для использования в онкоортопедической клинике для более точной и дифференцированной оценки функционального и эмоционального состояния, характера переживаний, оценки жизненной ситуации пациента, связанной с болезнью, что в свою очередь может способствовать более прицельной и индивидуализированной социальной и психологической реабилитации пациентов с опухолями костей опорно-двигательного аппарата.

Текст опросника, а также руководство по обработке результатов, полученных с помощью опросника, подробно представлены в статье авторов [33].

Информация об источниках финансирования

Проект реализуется при поддержке РФФИ № 19-013-00154 А.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

- Идея, концепция, дизайн исследования — Усманова Е.К., Щелкова О.Ю., Кулага А.В.

- Сбор и обработка материала — Софронов Д.И., Кулага А.В., Усманова Е.Б., Короткова И.С.

- Статистическая обработка данных и написание текста статьи — Усманова Е.Б., Кулага А.В., Сушенцов Е.А.

- Редактирование — Щелкова О.Ю., Валиев А.К., Обухова О.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вассерман ЛИ, Трифонова ЕА. Методология исследования связанного со здоровьем качества жизни. Психологическая диагностика расстройств эмоциональной сферы и личности: Коллект. моногр. СПб.: Скифия-принт. 2014;30-43.

2. Щелкова ОЮ, Усманова ЕБ, Сушенцов ЕА. Психологическая диагностика в онкоортопедической клинике. Вопросы онкологии. 2019;65(2):198-204.
3. Алиев МД, Сушенцов ЕА. Современная онкоортопедия. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2012;(4):3-10.
4. Mason GE, Aung L, Gall S, Meyers PA, Butler R, Krüg S, Kim M, Healey JH, Gorlick R. Quality of life following amputation or limb preservation in patients with lower extremity bone sarcoma. *Front Oncol.* 2013;14:203-210.
5. Klaff R, Berglund A, Varenhorst E. Clinical characteristics and quality-of-life in patients surviving a decade of prostate cancer with bone metastases. *BJU Int.* 2015;117(6):904-913.
6. Morishige M, Muramatsu K, Tominaga Y. Surgical treatment of metastatic femoral fractures: achieving an improved quality of life for cancer patients. *Anticancer Res.* 2015;35(1):427-432.
7. Perisano C, Scaramuzza L, De Santis V. Quality of life following surgical treatment of lower limb metastases in long bone. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2015;29(2):501-507.
8. Yonemoto T, Takahashi M, Maru M. Marriage and fertility in long-term survivors of childhood, adolescent and young adult high-grade sarcoma. *Journal of Clinical Oncology.* 2016;21(4):801-807.
9. Bekkering WP, Vlieland TP, Koopman HM. Quality of life in young patients after bone tumor surgery around the knee joint and comparison with healthy controls. *Pediatric Blood Cancer.* 2010;54(5):738-745.
10. Paredes T, Pereira M, Moreira H, Simões MR, Canavarró MC. Quality of life of sarcoma patients from diagnosis to treatments: predictors and longitudinal trajectories. *Eur J Oncol Nurs.* 2011;15(5):492-499.
11. Reichardt P, Leahy M, Garcia Del Muro X. Quality of Life and Utility in Patients with Metastatic Soft Tissue and Bone Sarcoma: The Sarcoma Treatment and Burden of Illness in North America and Europe (SABINE) Study. *Sarcoma.* 2012.
12. Janssen SJ, Pereira N et al. Physical function and pain intensity in patients with metastatic bone disease. *Journal of Surgical Oncology.* 2019.
13. Haidukewych GJ. Metastatic disease around the hip: maintaining quality of life. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;22-25.
14. Salunke AA, Shah J, Warikoo V. Surgical management of pelvic bone sarcoma with internal hemipelvectomy: Oncologic and Functional outcomes. *J Clin Orthop Trauma.* 2017;8(3):249-253.
15. Colman MW, Karim SM, Lozano-Calderon SA. Quality of life after en bloc resection of tumors in the mobile spine. *Spine J.* 2015;15(8):1728-1737.
16. Barzilai O, McLaughlin L, Amato MK. Predictors of quality of life improvement after surgery for metastatic tumors of the spine: prospective cohort study. *Spine J.* 2018;18(7):1109-1115.
17. De Ruiter GC, Nogarede CO, Wolfs JF, Arts MP. Quality of life after different surgical procedures for the treatment of spinal metastases: results of a single-center prospective case series. *Neurosurg Focus.* 2017;42(1):E17.
18. Pellerin O, Medioni J, Vulser C. Management of painful pelvic bone metastasis of renal cell carcinoma using embolization, radio-frequency ablation, and cementoplasty: a prospective evaluation of efficacy and safety. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2014;37(3):730-736.
19. Angelini A, Drago G, Trovarelli G. Infection after surgical resection for pelvic bone tumors: an analysis of 270 patients from one institution. *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(1):349-359.
20. Coupal TM, Pennycooke K, Mallinson PI. The Hopeless Case? Palliative Cryoablation and Cementoplasty Procedures for Palliation of Large Pelvic Bone Metastases. *Pain Physician.* 2017;20(7):1053-1061.
21. Jeszenszky DJ, Haschtmann D, Pröbstl O. Tumors and metastases of the upper cervical spine (C0-2). A special challenge. *Orthopade.* 2013;42(9):746-754.
22. Xue W, Guan XL, Wang ZP. Clinical application of anterior thoracoscopically assisted surgery with posterior one-stage total en bloc spondylectomy for thoracic spinal tumor. *Zhongguo Gu Shang.* 2017;30(9):857-860.
23. Carl HM, Ahmed AK, Abu-Bonsrah N. Risk factors for wound-related reoperations in patients with metastatic spine tumor. *J Neurosurg Spine.* 2018;28(6):663-668.

24. Усманова ЕБ, Сушенцов ЕА, Шелкова ОЮ. Качество жизни пациентов с опухолями костей. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2015;(1):55-61.
25. Шелкова ОЮ, Усманова ЕБ. Влияние отношения к болезни на качество жизни пациентов с опухолевым поражением костей. Вопросы онкологии. 2017;63(1):115-121.
26. Шелкова ОЮ, Усманова ЕБ, Горбунов ИА, Сушенцов ЕА. Психологическая адаптация к болезни и качество жизни пациентов с опухолевым поражением костей. Ученые записки Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И.П. Павлова. 2018a;25(3):62-72.
27. Шелкова ОЮ, Сушенцов ЕА, Усманова ЕБ, Валиев АК, Горбунов ИА. Качество жизни и психологические факторы восприятия боли при опухолевом поражении костей. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2018;(3):31-35.
28. Shchelkova OY, Valiev AK, Usmanova EB, Sushentsov EA. Quality of life in patients with spine tumors. Books of proceedings. International Psychological Applications Conference and Trends – 2019. In Science Press. 2019:3-5.
29. Ware JE, Snow KK, Kosinski M, Gandek B. SF-36 Health Survey Manual and Interpretation Guide. Boston, MA: New England Medical Center, The Health Institute. 1993:11.
30. Новик АА, Ионова ТИ. Руководство по исследованию качества жизни в медицине. Под ред. акад. РАМН Ю.Л. Шевченко. 2007:320.
31. Aaronson NK, Ahmedzai S, Bergman B. The European Organisation for Research and Treatment of Cancer QLQ-C30: A quality of life instrument for use in international clinical trials in oncology. Journal of National Cancer Institute. 1993:365-375.
32. Fayers P, Aaronson N, Bjordal K, Sullivan M. QLQ C-30 Scoring Manual. EORTC Study Group on Quality of Life. Brussels. 1995:50.
33. Усманова ЕБ, Шелкова ОЮ, Исурин ГЛ, Сушенцов ЕА, Валиев АК, Софронов ДИ. Опросник качества жизни для пациентов с онкоортопедической патологией. Консультативная психология и психотерапия. 2019;27.2(104):147-166.

Статья поступила 05.12.2019 г., принята к печати 15.12.2019 г.

Рекомендована к публикации Т.К. Харатишвили

Информационная страница

Усманова Екатерина Бахромовна, кандидат психологических наук, клинический психолог отделения медицинской реабилитации, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Шелкова Ольга Юрьевна, доктор психологических наук, профессор, и.о. зав. кафедрой медицинской психологии и психофизиологии, Санкт-Петербургский государственный университет; старший научный сотрудник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева», г. Санкт-Петербург.

Кулага Андрей Владимирович, кандидат медицинских наук, врач-онколог отделения вертебральной хирургии, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Валиев Аслан Камрадинович, кандидат медицинских наук, руководитель отдела общей онкологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Обухова Ольга Аркадьевна, кандидат медицинских наук, зав. отделением медицинской реабилитации. ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Софронов Денис Игоревич, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отделения вертебральной хирургии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Сушенцов Евгений Александрович, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения опухолей опорно-двигательного аппарата ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Короткова Инга Сергеевна, старший преподаватель кафедры медицинской психологии и психофизиологии, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург.

Дополнительные утверждения

Авторы согласны на публикацию представленной работы.

Авторы утверждают, что данная рукопись в настоящее время не представлена для публикации в другие издания и не была принята для публикации в других изданиях.

RESEARCH OF QUALITY OF LIFE IN ONCOORTHOPEDIC CLINIC

Usmanova E.B.¹, Shchelkova O.Yu.², Kulaga A.V.¹, Valiev A.K.¹, Obukhova O.A.¹, Sofronov D.I.¹, Sushentsov E.A.¹, Korotkova I.S.²

¹FSBI «N.N. Blokhin national medical research center of oncology» of the Ministry of Health of Russia; 24, Kashirskoye sh., Moscow, 115478, Russian Federation

²Saint Petersburg State University; 7/9, Universitetskaya nab., Saint Petersburg, 199034, Russian Federation

Key words: quality of life, oncoorthopaedy, oncovertebrology, BM22 questionnaire

The article is devoted to methodology of studying health-related quality of life in oncoorthopaedy and oncovertebrology. Quality of life research in oncoorthopedic clinic requires a complex of methods, including both general questionnaires studying quality of life in patients with chronic diseases, and specific methods studying quality of life in oncological patients, including questionnaires aimed at identifying main parameters of quality of life in patients with bone tumors. For focused studying quality of life at the pre- and postoperative stages of treatment in patients with bone tumors, specific questionnaire is needed, consequently the authors validated Russian-language version of the questionnaire EORTC BM22 («Bone metastases» – 22). The results of BM22 validation showed its high information content in assessing the main parameters of quality of life in patients with bone tumors. The new BM22 quality of life questionnaire can be recommended for use in oncoorthopaedic clinic for more accurate and differentiated assessment of quality of life in oncoorthopaedic patients.

УДК 616-006.33

ПЯТИЛЕТНИЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОСФАТ-КАЛЬЦИЕВЫХ БИОКОМПЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ КОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ПРИ АТИПИЧЕСКИХ ХРЯЩЕВЫХ ОПУХОЛЯХ

Агаев Д.К., Соколовский А.В., Булычева И.В., Фёдорова А.В., Соколовский В.А.,
Бадыров Р.Н.

ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России;
РФ, 115478, г. Москва, Каширское ш., д. 24

Ключевые слова: атипические хрящевые опухоли, энхондрома, хондросаркома, эксскохлеация опухоли, реконструкция, биокompозитный материал, аллогraft

При хирургическом лечении доброкачественных, а также низкоагрессивных злокачественных (G1) опухолей кости небольших размеров применяются такие способы, как эксскохлеация, краевая резекция, резекция части сустава или резекция пораженного костного сегмента. В тех случаях, когда выполняется внутрикостное удаление опухоли (эксскохлеация), возникает необходимость костной пластики дефекта, целью которой является поддержание и укрепление структурной прочности кости, замещение объема костного дефекта, ускорение биологической стимуляции регенерации костной ткани при переломах. Наибольшее распространение получило применение синтетических материалов на основе сульфата кальция и фосфата кальция.

В настоящее исследование были включены 24 пациента, 15 (62,5%) из которых имели диагноз хондросаркома G1, 9 (37,5%) – диагноз энхондрома. Данным пациентам с 2015 по 2019 г. (52 мес) было выполнено хирургического лечение в объеме эксскохлеации опухоли с замещением дефекта фосфат-кальциевыми биокompозитными материалами. В исследуемой группе пациентов у 12 (50%) опухоль локализовалась в бедренной кости, у 10 (41,7%) – в плечевой кости, в большеберцовой и лучевой костях по 1 пациенту соответственно. Средний период наблюдения составил 32 мес и варьировал от 7 до 52 мес.

В настоящем исследовании за период наблюдения ни у одного из пациентов не было диагностировано появление локального рецидива, отдаленного метастазирования, перелома кости, выпадения биокompозитного материала и инфицирования. У всех пациентов была выявлена удовлетворительная интеграция трикальций-фосфат-биокompозитных материалов. Средний функциональный результат через 6 мес для верхней конечности составил 94%, для нижней конечности – 96% по шкале MSTS.

Замещение получаемых костных дефектов синтетическим биокompозитным материалом, имеющим в составе трикальций фосфат, обеспечивает надежную, прогнозируемо быструю кинетику резорбции и замещения.

Введение

Современные тенденции развития онкоортопедии в мире при хирургическом и/или комбинированном лечении пациентов с первичным опухолевым поражением длинных трубчатых костей определили органосохраняющий принцип хирургического этапа лечения как «золотой стандарт».

Адрес для корреспонденции

Соколовский Анатолий Владимирович
E-mail: avs2006@mail.ru

Инновационные технологические возможности, появление современных костезамещающих материалов, современных способов их обработки и изготовления в настоящий момент определяют широкий спектр использования ауто- и аллотрансплантатов для компенсации образующихся костных дефектов после костесохраняющих операций.

При хирургическом лечении доброкачественных, а также низкоагрессивных злокачественных (G1) опухолей кости небольших размеров применяются такие способы, как эксскохлеация, краевая резекция, резекция части сустава или резекция пораженного

костного сегмента. В тех случаях, когда выполняется внутрикостное удаление опухоли (экскохлеация), возникает необходимость костной пластики дефекта, целью которой является поддержание и укрепление структурной прочности кости, замещение объема костного дефекта, ускорение биологической стимуляции регенерации костной ткани при переломах [1]. Сохранение незаполненного обработанного дефекта кости приводит к риску перелома в раннем послеоперационном периоде.

В настоящий момент для непосредственной реконструкции костных дефектов используются аутотрансплантаты, ксенотрансплантаты, аллотрансплантаты, к которым также относятся костный цемент и синтетические биокомпозитные материалы. В прошлом в отсутствие технологии производства качественных аллотрансплантатов «золотым стандартом» в мире считалось применение аутотрансплантатов. При данной методике в качестве донорского материала выступает собственная костная ткань, взятая из гребня подвздошной кости, ребер, малоберцовой кости, подбородка и даже черепа пациента. Собственная кость наиболее полно обладает необходимыми свойствами для стимулирования остеогенеза в области дефекта кости: она проявляет остеоиндуктивные и остеоиндуктивные качества, применение этой технологии имеет минимальный риск инфекционных осложнений. Тем не менее наряду с преимуществами у этого способа костной пластики есть свои недостатки, среди них: 1) необходимость хирургического забора донорского участка, что может приводить к послеоперационным осложнениям, развитию выраженного болевого синдрома в месте забора аутокости; 2) более значимая кровопотеря при выполнении хирургического лечения; 3) гематомы, инфицирование раны; 4) развитие переломов [2, 3].

Аллотрансплантаты являются альтернативным костезамещающим материалом, среди которых выделяют биологические и синтетические. К биологическим аллотрансплантатам относится трупная кость [4], обладающая остеоиндуктивными, но при этом слабыми остеоиндуктивными качествами. Кроме того, ее подготовка требует качественной стерилизации, при проведении которой используется гамма-облучение, что оказывает вредное воздействие на механические свойства кости и ведет к дезактивации белков. Дефект в качестве подготовки материала приводит к риску инфицирования реципиента. С 1989 г. по настоящее время документально зарегистрировано 2 случая инфицирования реципиента ВИЧ [5].

В качестве донорского ксенотрансплантата используется материал, забранный у животных, в том числе бычья кость, свиная кость, которые лиофилизируются, деминерализуются и депротеинизируются. Впервые бычья кость в качестве

ксеноимплантата была использована Маатцем и Бауэрмайстером в 1957 г. [6]. При данной методике также существуют риски передачи зоонозных заболеваний от животного человеку [7].

Каменистые кораллы также могут выступать в качестве ксеноимплантатов, которые после тщательной обработки используют в виде гранул. Широкодоступными для применения в клинической практике ксенотрансплантатами на основе кораллов являются Interpore и Pro-osteon и т. д., на основе костей крупного рогатого скота – Bio-Oss, Osteograf-N и Endobon и т. д. В настоящее время в клинической практике ксенотрансплантаты практически не используются [8]. В настоящий момент широкое распространение получили синтетические заменители костной ткани [9], позволяющие снизить или полностью исключить большинство вышеперечисленных осложнений использования других костезамещающих препаратов [10]. Они обладают биологической активностью, остеоиндуцирующим действием, имеют нарастающий потенциал усиления прочности с течением времени после имплантации, выдерживают различные виды стерилизации, в том числе гамма-облучения, без изменения свойств биосовместимости, биорезистивности, биодеградируемости и биологической активности. В то время как некоторые синтетические костные заменители являются исключительно остеоиндуктивными и служат основой для постепенной остеоинтеграции, другие являются остеоиндуктивными, обеспечивая стимуляцию активной регенерации костной ткани донора и биологическую реинтеграцию. Наибольшее распространение получило применение синтетических материалов на основе сульфата кальция и фосфата кальция.

Сульфат кальция, также известный как «парижский гипс», является остеоиндуктивным и применяется для заполнения дефектов с 1892 г. [11]. Он готовится путем нагревания монокристаллов под давлением, в результате чего образуется кристаллическая структура альфа-гемигидрата, которая может быть использована в различных формах, например, как твердые гранулы или инъекционные вязкие жидкости, которые затвердевают *in vivo* [12]. Несмотря на отсутствие макропористой структуры, сульфат кальция имеет высокую скорость резорбции, но слабую механическую прочность, что определяет его использование только для заполнения мелких костных дефектов [13]. Синтетические материалы на основе фосфата кальция состоят из смеси таких веществ, как гидроксиапатит, трикальций фосфат и двухфазный фосфат кальция, которые могут быть представлены в различных соотношениях, что в свою очередь определяет биомеханические свойства используемого вещества. Гидроксиапатит является относительно инертным веществом, сохраняющим свои свойства в течение длительного периода вре-

мени, в то время как пористый трикальций фосфат подвергается биодеградации в течение 6 нед после введения в зону костного дефекта [9]. На сегодняшний день на рынке существует большое количество коммерческих компаний, которые производят различные виды биокомпозитных материалов на основе либо сульфата кальция, либо фосфата кальция, либо же их комбинаций.

Хондросаркома является второй по частоте встречаемости злокачественной опухолью кости, на долю которой приходится до четверти всех первичных костных сарком, в структуре которой примерно в 90% выделяют Grade 1-й и 2-й степени анаплазии [14–16]. Стадирование хондросаркомы производится на основании результатов гистологического исследования, при котором принципиальными являются показатели клеточной атипичности и митотической активности. Прогноз продолжительности жизни пациента напрямую зависит от степени злокачественности опухоли. Гистологическая верификация низкоагрессивных хондральных опухолей является очень сложной задачей, и даже среди опытных патологоанатомов наблюдаются сильные разногласия между окончательными результатами.

Среди всех доброкачественных опухолей костей энхондромы встречаются в 13% случаев. Если же учитывать общее количество как доброкачественных, так и злокачественных опухолей костей, на долю энхондром приходится 3% [23]. Очень часто энхондромы являются случайными рентгенологическими находками, и в большинстве случаев данного метода исследования вполне достаточно, чтобы с уверенностью высказаться о предполагаемом диагнозе. Заключительный же диагноз может быть поставлен только на основании морфологического метода исследования.

Как уже было сказано выше, стандартом при лечении данных видов опухолей является хирургический метод, так как они нечувствительны к химио- и лучевой терапии. В исследованиях, опубликованных зарубежными авторами за последние 10 лет, сообщается о таких методах хирургического лечения, как эксскохлеация с применением тех или иных видов костных пластик и широкая краевая резекция опухоли [14–20]. В двух недавно опубликованных обзорных статьях проводится сравнение между группой пациентов с хондросаркомой G1, которым выполнялось хирургическое лечение в объеме эксскохлеации опухоли и широкой краевой резекцией [21, 22]. Частота возникновения локального рецидива, по данным результатов исследований, составляет 8,6–9,8% при выполнении эксскохлеации и 4,4–5% при выполнении краевой резекции соответственно. Пятилетняя безрецидивная выживаемость составила 88,9 и 93,5% для обеих групп.

Целью настоящего исследования стало изучение промежуточных результатов использования

трикальций-фосфат-биокомпозитных материалов, костно-пластических технологий реконструкции дефектов кости, сравнение полученных данных с результатами использования других синтетических биокомпозитных материалов при атипичных хрящевых опухолях (низкоагрессивных (G1) хондросаркомах и энхондромах).

Материалы и методы

В настоящее исследование были включены 24 пациента, из которых диагноз хондросаркома G1 был у 15 (62,5%) человек, диагноз энхондрома — у 9 (37,5%). Данным пациентам в течение 52 мес с 2015 по 2019 г. было выполнено хирургическое лечение в объеме эксскохлеации опухоли с замещением дефекта биокомпозитными материалами. Критериями включения в исследование были:

1. наличие диагноза — хондросаркома высокой степени дифференцировки (G1) или энхондрома;
2. интрамедуллярное расположение опухоли;
3. сохранение кортикального слоя кости;
4. отсутствие внекостного компонента опухоли;
5. отсутствие патологического перелома кости или значительного его риска.

Пациентам, не вошедшим в группу набора, было предложено хирургическое лечение в объеме сегментарной резекции кости с эндопротезированием.

В исследуемой группе пациентов у 12 (50%) опухоль локализовалась в бедренной кости, у 10 (41,7%) — в плечевой кости, в большеберцовой и лучевой костях по 1 пациенту соответственно. В случаях с установленным диагнозом энхондрома в бедренной кости опухоль локализовалась в 4 (44,4%) случаях, в плечевой кости — в 5 (55,6%) случаях. Среди пациентов с хондросаркомой G1 поражение локализовалось в бедренной кости в 8 (33%) случаях, в плечевой кости — в 5 (20,8%) случаях, и по одному пациенту было зарегистрировано с поражением лучевой и большеберцовой костей. Реконструкция дефекта после внутрикостного удаления опухоли производилась двумя видами трикальций-фосфат-биокомпозитными материалами, представленными гранулами: CERAFORM и TRINA. Были включены 7 (29,2%) мужчин и 17 (70,8%) женщин, средний возраст которых составил 48,9 года и варьировал от 29 до 70 лет. В исследуемой группе пациентов средний период наблюдения составил 32 мес и варьировал от 7 до 52 мес. Сводные данные пациентов, включенных в объем исследования, представлены в табл. 1 и 2.

Верификация диагноза производилась на предоперационном этапе, на основании биопсии опухоли с исследованием морфологического материала с учетом результатов блока комплексного рентгенологического обследования, включавшего рентгенографию, РИД, МРТ и/или РКТ пораженного сегмента кости. Подтверждение или коррекция

Таблица 1. Сводные данные пациентов с диагнозом хондросаркома G1

Пациент	Пол	Возраст	Локализация поражения	Используемый биокomпозит	Период наблюдения (мес)
1	Ж	53	Бедренная кость	Trihae	56
2	М	41	Бедренная кость	Trihae	52
3	Ж	49	Бедренная кость	Trihae	43
4	Ж	52	Бедренная кость	Ceraform	42
5	Ж	60	Бедренная кость	Ceraform	40
6	Ж	32	Бедренная кость	Ceraform	39
7	Ж	46	Плечевая кость	Ceraform	38
8	Ж	49	Бедренная кость	Ceraform	37
9	Ж	32	Плечевая кость	Ceraform	37
10	М	38	Плечевая кость	Ceraform	31
11	Ж	33	Большеберцовая кость	Ceraform	30
12	Ж	63	Бедренная кость	Ceraform	26
13	Ж	35	Лучевая кость	Ceraform	22
14	М	68	Плечевая кость	Ceraform	10
15	Ж	47	Плечевая кость	Ceraform	7

Таблица 2. Сводные данные пациентов с диагнозом энхондрома

Пациент	Пол	Возраст	Локализация поражения	Используемый биокomпозит	Период наблюдения (мес)
1	Ж	54	Бедренная кость	Trihae	52
2	М	58	Бедренная кость	Trihae	49
3	Ж	29	Бедренная кость	Ceraform	34
4	М	66	Плечевая кость	Ceraform	30
5	М	31	Плечевая кость	Ceraform	28
6	М	70	Плечевая кость	Ceraform	22
7	Ж	67	Плечевая кость	Ceraform	15
8	Ж	56	Бедренная кость	Ceraform	13
9	Ж	45	Плечевая кость	Trihae	18

предоперационного диагноза осуществлялись на основании исследования операционного материала. Срок реабилитации после операции зависел от анатомической локализации поражения, размера костного дефекта, толщины интактной кости в области поражения. Все вышеперечисленное определяло степень риска перелома сегмента кости в области операции, влияло на сроки частичного или полного восстановления опороспособности и/или функциональности. Пациентам с поражением костей верхних конечностей рекомендовалось использование фиксирующего бандажа или ортеза в течение 2–6 нед после операции. При операциях на нижних конечностях пациентам рекомендовалось ограничение физической нагрузки на оперированную конечность и использование дополнительных средств опоры и фиксации не менее 8 нед от момента операции.

Послеоперационный контроль и динамическое наблюдение послеоперационной области осуществлялись с использованием рентгенографии пораженного сегмента кости, при подозрении на рецидив выполнялось РКТ и/или МРТ, при необходимости – РИД. Стандартный период наблюдения за пациентами составил каждые 3 мес в течение 2 лет и каждые 6 мес в течение последующих 3 лет.

Рентген-морфологические критерии атипичных хрящевых опухолей

В некоторых случаях окончательный диагноз может не всегда быть установлен только на основании гистологического исследования, верификация которого требует дополнительного междисциплинарного обсуждения с участием рентгенологов. При морфологическом исследовании для энхондром наиболее характерны малая клеточность, мелкие

однотипные ядра хондроцитов и отсутствие инфильтративного роста. В то время как для хондросарком низкой степени злокачественности наиболее типичными являются повышенная клеточность, цитологическая атипия хондроцитов и наличие признаков инфильтративного роста и разрушения предшествовавшей кости. По классификации костных опухолей ВОЗ от 2013 г. (Fletcher, C. WHO Classification of Tumors of Soft Tissue and Bone / eds. C. Fletcher, J. Bridge, P. Hogendoorn, F. Mertens. — 4th edn. — Lyon: IARC, 2013) введен новый термин — атипичная хрящевая опухоль, которым обозначают процессы, которые затруднительно однозначно охарактеризовать как доброкачественные или злокачественные по данным методов лучевой и морфологической диагностики. Такие опухоли рекомендуется вести как низкоклеточные хондросаркомы grade 1, то есть удалять в пределах здоровых тканей. Основным критерием, позволяющим поставить диагноз атипичной хрящевой опухоли по данным лучевого обследования, является ее размер более 5 см. Имеются также дополнительные критерии, позволяющие заподозрить озлокачествление энхондромы (рис. 1) с прогрессированием в хондросаркому grade 1: неоднородность внутренней структуры опухоли в различных ее участках (например, наличие зон минерализации в одном из полюсов и их отсутствие — в другом); изменения со стороны коркового слоя — его подрывы на более чем 2/3 толщины либо разрушение (рис. 2); данные остеосцинтиграфии (визуальный критерий — накопление радиофармпрепарата выше, чем в передних верхних осях подвздошных костей).

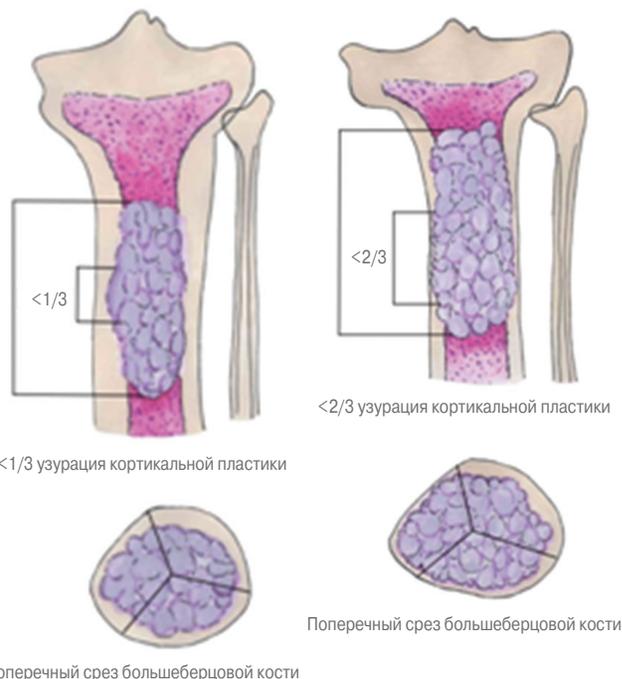


Рис. 1. Рентгенологическая картина энхондромы

Рис. 2. Рентгенологическая картина хондросаркомы

Важным критерием озлокачествления является также изменение образования при динамическом наблюдении у взрослого человека с «закрывшимися» зонами роста костей. Необходимо помнить, что, даже если доброкачественный характер хрящевого образования на момент обследования не вызывает сомнений, всегда существует риск его озлокачествления с переходом в хондросаркому, поэтому таким пациентам рекомендован динамический контроль. Наиболее информативным методом контроля является магнитно-резонансная томография, так как именно она позволит наиболее точно визуализировать начальные изменения в структуре и распространенности опухоли. Данный метод также имеет такие преимущества, как отсутствие лучевой нагрузки на пациента при проведении исследования. Однако при невозможности проведения МРТ контроль производится по данным следующих рентгенологических методов: рентгенография и/или РКТ. Динамический мониторинг этой группы пациентов должен осуществляться не реже 1 раза в год.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что для определения безошибочного диагноза при хондросаркомах G1 и энхондромах нужно пользоваться совокупностью рентгенологических, гистологических и клинических данных.

Особенности использованных синтетических биокомпозитных материалов

CERAFORM® — синтетический двухфазный материал, состоящий из карбонированного активированного гидроксиапатита и β-трикальций фосфата, является полностью биосовместимым. Гидроксиапатит сходен по составу с минеральным компонентом костной ткани и обладает структурной жесткостью. Трикальций фосфат более растворим, чем гидроксиапатит, и соответственно резорбируется и замещается быстрее, что улучшает кинетику замещения, которая происходит в две фазы.

Фаза № 1: резорбция и замещение β-трикальция фосфата.

Фаза № 2: резорбция и замещение гидроксиапатита.

TRINA — синтетический монофазный материал, состоящий на 100% из β-трикальций фосфата. Обладает свойствами биосовместимости, резорбируемости (быстрая кинетика резорбции и замещения), остеокондуктивности; пористость — 60–80%.

Клинический пример

Пациентка, 54 года, с диагнозом: хондросаркома проксимального отдела правой плечевой кости pG1 (T1N0M0, IA ст.). Состояние после экскохлеация опухоли проксимального отдела правой плечевой кости с пластикой дефекта биокомпозитным материалом.

Со слов пациентки, боли в области проксимального отдела правой плечевой кости впервые появились в ноябре 2015 г. Отметила усиление болевого синдрома в течение последних 4 мес. По данным рентгенографии (рис. 3) и МРТ правой плечевой кости выявлена опухоль (рис. 4).

20.07.2016 г. — биопсия опухоли правой плечевой кости в НМИЦ им. Н.Н. Блохина.

Заключение гистологического исследования от 27.07.2016 г.: первичная высокодифференцированная (grade 1) центральная хондросаркома проксимального отдела правой плечевой кости (рис. 5).

21.09.2016 г. выполнена операция: экскохлеация опухоли проксимального отдела правой плечевой кости с пластикой дефекта биокomпозитным ма-

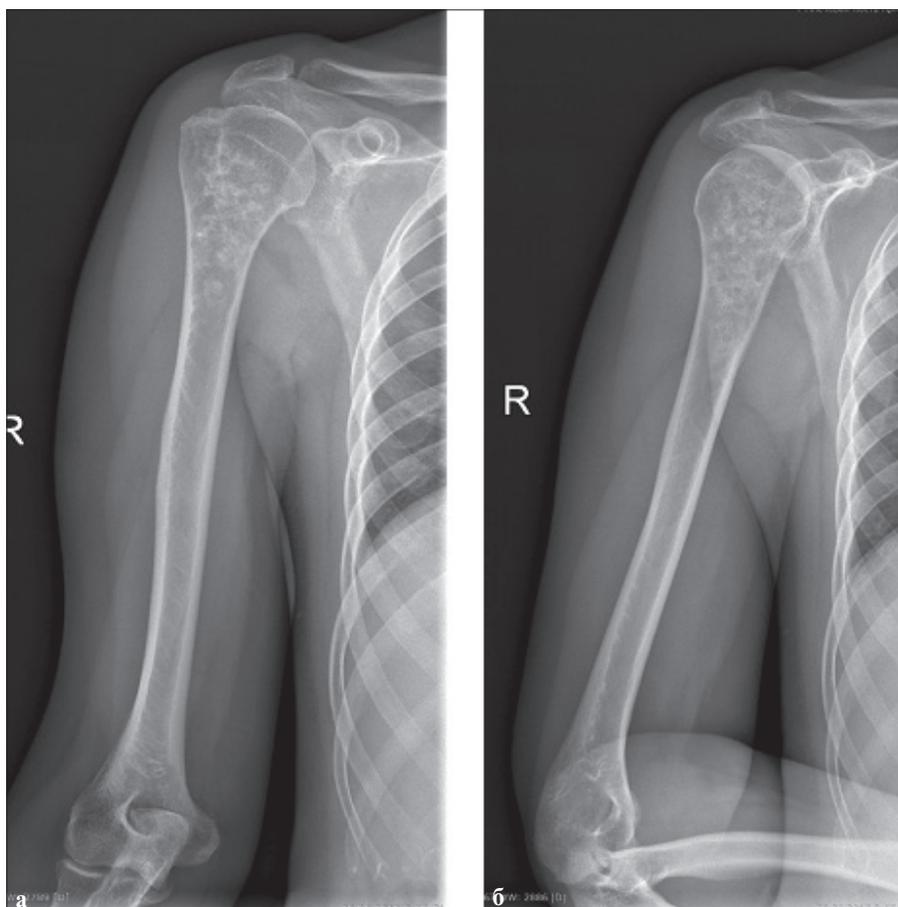


Рис. 3. Рентгенография правой плечевой кости: а) прямая проекция; б) боковая проекция

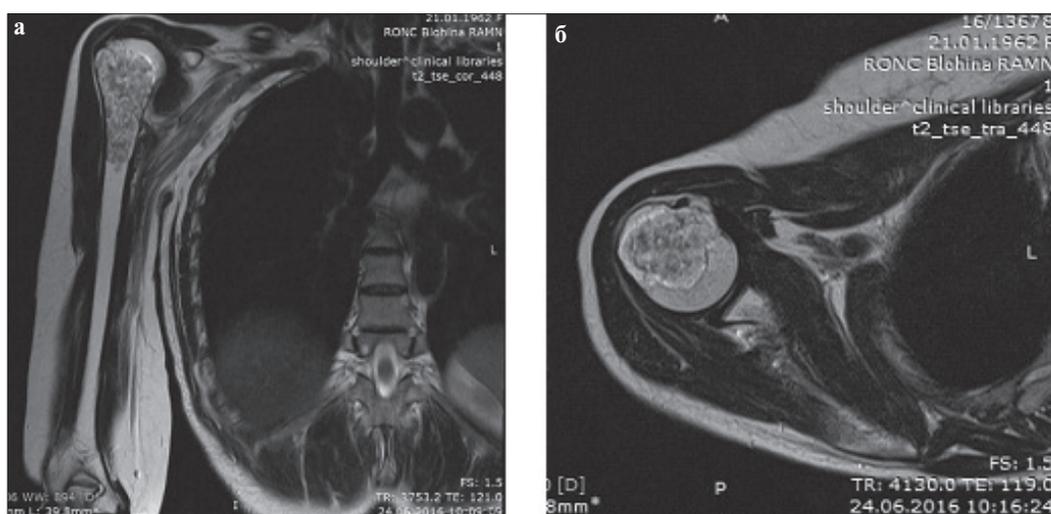


Рис. 4. МРТ правой плечевой кости: а) фронтальная проекция; б) аксиальная проекция

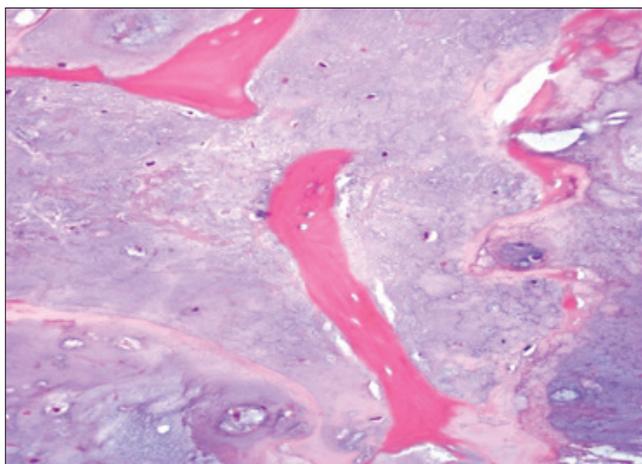


Рис. 5. Микропрепарат. Атипичная хрящевая опухоль/хондросаркома grade 1. Миксоидный матрикс. Атипия хондроцитов

териалом (состоящим из β -трикальция фосфата и гидроксиапатита) (рис. 6).

На рис. 7 представлена рентгенограмма через 35 нед после операции.

Заключение гистологического исследования от 05.10.2016 г.: атипичная хрящевая опухоль/первичная центральная высокодифференцированная хондросаркома (grade 1) проксимального отрезка правой плечевой кости.

В послеоперационном периоде проведенное восстановительное лечение правого плечевого сустава позволило восстановить полную функциональность правой верхней конечности через 6 мес после проведенного хирургического лечения. В течение периода наблюдения, равного 35 мес, признаков прогрессирования заболевания выявлено не было.

Обсуждение

Дифференциальная диагностика между низкоагрессивной хондросаркомой и энхондромой в настоящее время является сложной задачей как по данным рентгенологических методов исследования, так и по результатам морфологического исследования. Возраст пациента и локализация опухоли могут являться дополнительными вспомогательными критериями при постановке диагноза. По данным Murphey и соавт., средний возраст пациентов с хондросаркомой G1 в среднем на 10 лет старше, чем возраст пациентов с энхондромой [24]. Для поражения костей осевого скелета наиболее характерен диагноз хондросаркома G1, в то время как поражения длинных трубчатых костей (например, бедренная кость, плечевая кость, большеберцовая кость) встречаются одинаково часто при обоих диагнозах [25]. По данным нашего исследования выявить какую-либо зависимость поставленного диагноза от возраста пациентов и локализации опухолевого поражения не удалось. Стандартом лечения данных видов опухолей является хирургический метод, так как они нечувствительны к химио- и лучевой терапии. Обзор лечения пациентов, имевших диагноз хондросаркомы низкой степени злокачественности, в медицинской литературе, опубликованной в первой половине XX века, выявил более агрессивную рекомендованную хирургическую тактику в объеме широкой краевой резекции либо же вовсе сегментарную резекцию пораженной опухоли кости. В то же время при энхондромах выбиралась менее агрессивная хирургическая тактика, в объем которой входила экскохлеация с замещением дефекта аутокостью. По данным авторов, ошибочная

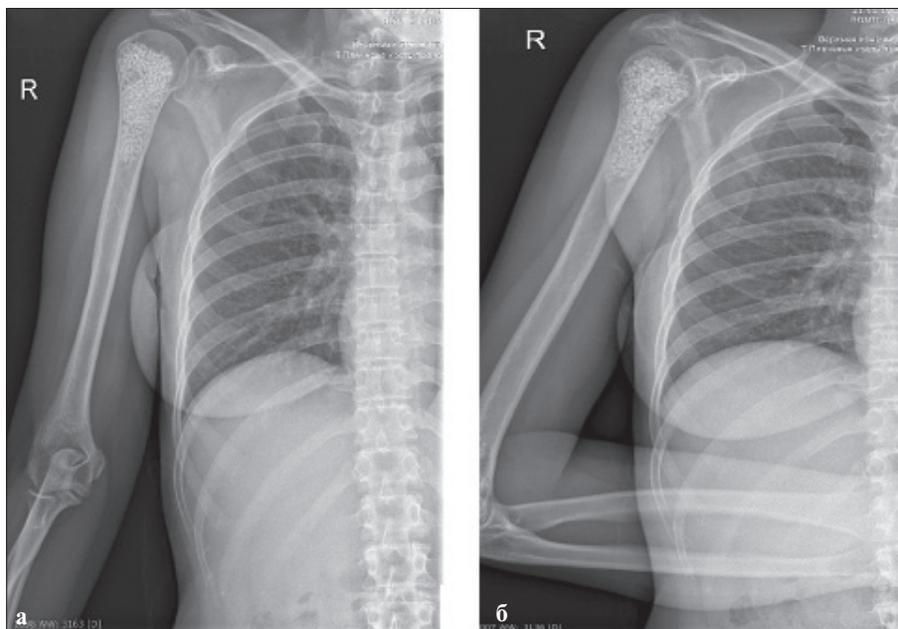


Рис. 6. Рентгенограмма правой плечевой кости после операции: а) прямая проекция; б) боковая проекция

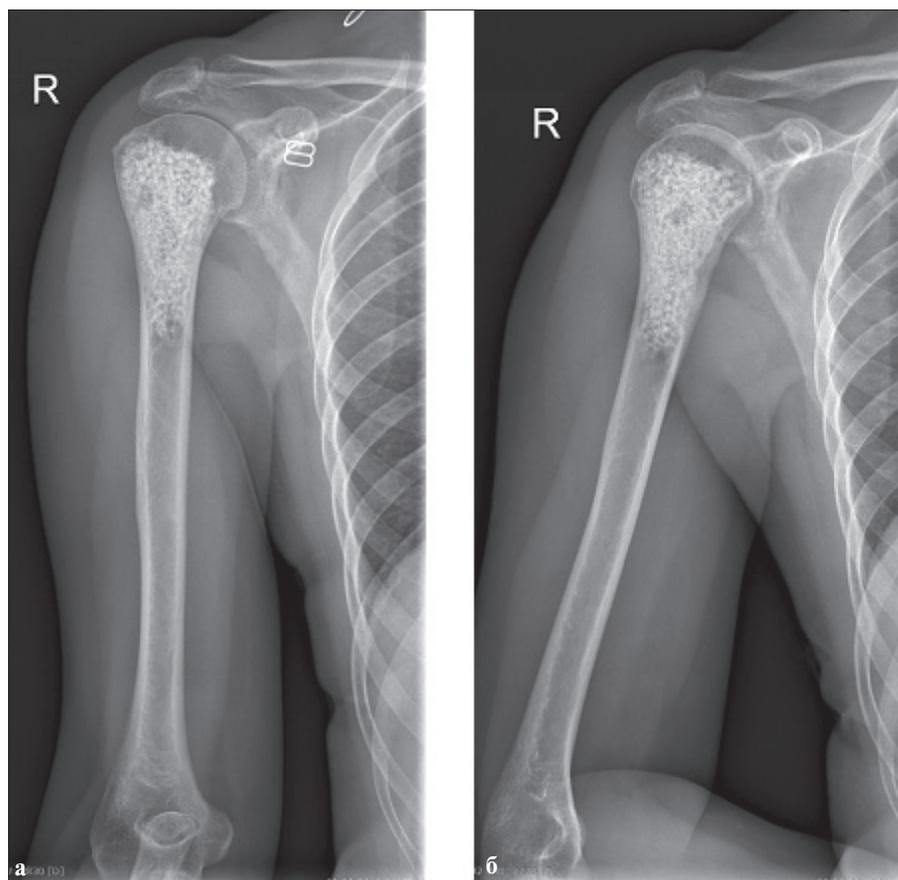


Рис. 7. Рентгенограмма правой плечевой кости через 35 нед после операции: а) прямая проекция; б) боковая проекция

постановка предварительного диагноза приводила к неадекватному хирургическому лечению, и как следствие авторы отмечали высокий процент возникновения локальных рецидивов (около 50%) [23–26]. В двух недавно опубликованных обзорных статьях проводится сравнение пациентов с хондросаркомой G1, которым выполнялось хирургическое лечение в объеме экскохлеации опухоли и широкой краевой резекции [21, 22]. Частота возникновения локального рецидива, по данным результатов исследований, варьировала от 8,6 до 9,8% при выполнении экскохлеации и от 4,4 до 5% при выполнении краевой резекции соответственно. Пятилетняя безрецидивная выживаемость составила 88,9 и 93,5% для обеих групп соответственно. В настоящем исследовании ни у одного из пациентов после выполненной операции в объеме экскохлеации опухоли с замещением дефекта аллотрансплантатом не отмечалось возникновение локального рецидива. Отдаленные результаты лечения пациентов, приводимые в обзорных литературных исследованиях Shemesh et al., Hickey et al. и Alfaro et al. [17, 22, 27], где период наблюдения за пациентами достигал 33 лет, подтверждают целесообразность костесохраняющего хирургического подхода к лечению низкоккачественных хондросарком G1, как при энхондромах.

В последних исследованиях приводятся сходные краткосрочные и отдаленные результаты как при выполнении резекции кости различного объема, так и при внутрикостном удалении опухоли, при условии четкого соблюдения радикальности и показаний к выбранному объему хирургического лечения.

Вне зависимости от диагноза всем пациентам, включенным в исследование, было выполнено хирургическое лечение в объеме экскохлеации опухоли в пределах здоровых тканей. С целью уменьшения риска возникновения рецидива у части пациентов стенки образовавшейся костной полости обрабатывались термокоагуляцией, после чего выполнялась экспозиция полости 96% этиловым спиртом. Пластика костного дефекта выполнялась биокомпозитными материалами на основе трикальций фосфата и гидроксиапатита.

Приводимые литературные данные показывают, что синтетические материалы, сформированные на основе фосфата кальция, в настоящий момент имеют значимый потенциал клинического применения, обладая важными свойствами для биокомпозитов — остеокондукцией и остеоиндукцией.

Аллотрансплантаты на основе гидроксиапатита обладают удовлетворительной биосовместимостью и отсутствием токсичности, но при этом имеют

низкую кинетику резорбции, что увеличивает время интеграции этого материала в костную ткань и, как следствие, срок, необходимый для полного восстановления опороспособности и функциональности. Все аллотрансплантаты на основе гидроксиапатита являются остеокондукторами. Помимо материалов на основе гидроксиапатита сегодня большой интерес представляют также биорезорбируемые фосфат-кальциевые материалы — трикальцийфосфат [28]. По данным Dutta, предпочтение в сторону биокomпозитных материалов на основе гидроксиапатита может отдаваться из-за их структурного и механического сходства с составом человеческой костной ткани [29]. Negrick и соавт. в своем исследовании показали безопасность и эффективность использования биокomпозитных материалов на основе трикальцийфосфата [30].

Как уже было отмечено выше, для замещения костных дефектов во всем мире также широко применяются другие методы реконструкции костных дефектов после операций в объеме экскохлеации. В недавно опубликованной статье Clark J. Chen et al. [31] провели сравнительный анализ применения различных материалов в реконструкции костных дефектов в онкоортопедии. Всего в их исследование были включены 267 пациентов, которым с 1994 по 2015 г. были выполнены оперативные вмешательства в объеме экскохлеации опухоли. Среди них реконструкция аутокостью была выполнена в 10 случаях, аллогraftом — в 74 случаях, биокomпозитными материалами — в 121 случае, костным цементом на основе полиметилметакрилата — в 54 случаях, и в 8 случаях был выбран комбинированный метод реконструкции с применением полиметилметакрилата + аллогraftа или полиметилметакрилат + биокomпозитный материал. Частота различных осложнений при использовании костного цемента на основе полиметилметакрилата составила 5,56%, при использовании аллогraftов — 1,35%, в случае биокomпозитных материалов — 4,13%. Единая взвешенная позиция авторов этой статьи заключается в том, что наиболее рациональным костнопластическим материалом для заполнения костных дефектов после операций в объеме экскохлеации опухоли является биокomпозитный материал.

По данным Afifi et al. и Clark J. Chen et al. [31, 32], клинические результаты использования костного цемента не всегда лучше, а иногда даже намного хуже, чем результаты использования других видов костной пластики, выбор в пользу костного цемента должен осуществляться всегда избирательно и тщательно [32].

Полученные результаты настоящего исследования показывают, что, если выбор хирургов склоняется в сторону пластики костного дефекта после экскохлеации опухоли в сторону биокomпозитных материалов, использование материала с комбина-

цией гидроксиапатитов и трикальций фосфатов позволяет достичь надежного результата.

Результаты

В настоящем исследовании за 7-летний период наблюдения ни у одного из пациентов не было диагностировано появление локального рецидива, отдаленного метастазирования, перелома кости, выпадения биокomпозитного материала и инфицирования. В исследуемой группе пациентов у 100% пациентов было выявлена удовлетворительная интеграция трикальций-фосфат-биокomпозитных материалов. В настоящем исследовании отмечено лучшее качество интеграции биокomпозитного материала, состоящего из гидроксиапатита и β -трикальций фосфата, чем только из β -трикальций фосфата. Однако выявленная тенденция имеет условный характер в связи с малой выборкой пациентов (всего 3 пациента).

Было выявлено, что для контроля качества интеграции биокomпозитного материала, интенсификации режима восстановительного лечения пациентов большое значение имеет контроль по данным лучевых методов исследования после операции. В стандарт обследования входила рентгенография в двух проекциях, на которой трансплантат визуализировался как рентгеноконтрастные включения в кости. Для исключения остаточной опухоли сопоставлялись размеры образования после предоперационного обследования и размеры зоны экскохлеации сразу после операции. Рентгенография с достаточно высокой точностью позволяет выявить остаточную опухоль, расположенную у верхнего и у нижнего полюсов экскохлеации. Однако в настоящем исследовании были отмечены сложные диагностические случаи, когда опухоль изначально не минерализована и не визуализировалась по данным рентгенографии, что поднимало вопрос о возможной сохранности опухоли по периферии зоны экскохлеации после операции. В таких ситуациях было выявлено, что большей информативностью в оценке радикальности операции обладало МРТ. Помимо этого данные лучевых методов играют важную роль в оценке консолидации кости в зоне оперативного доступа («костного окна»). По данным рентгенографии, изменения со стороны «костного окна», как правило, визуализируются плохо, и более информативными методами оценки состояния коркового слоя являются РКТ и МРТ.

После проведенного хирургического лечения функциональный результат оценивался по шкале MSTS через 6 мес после операции, где средний функциональный результат для верхней конечности составил 94% и варьировал от 78 до 100%. Для нижней конечности средний функциональный результат по MSTS составил 96% и варьировал от 85 до 100%. Три (20%) пациента отметили сохранение болевого

синдрома в послеоперационной области через 6 мес после операции, одна пациента после экскохлеации верхней трети плечевой кости продолжала периодический прием обезболивающих препаратов группы НПВС.

Заключение

Использование технологии внутрикостного удаления атипических хрящевых опухолей показало свою эффективность и безопасность, является рациональным, альтернативным вариантом более радикальным хирургическим способам лечения. Замещение получаемых костных дефектов синтетическим биокompозитным материалом, имеющим в составе трикальций фосфат, обеспечивает надежную, прогнозируемо быструю кинетику резорбции и замещения.

Информация об источниках финансирования

Финансовой поддержки в настоящей статье не было.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

- Идея, концепция, дизайн исследования – Соколовский А.В., Агаев Д.К.
- Сбор и обработка материала – Агаев Д.К., Фёдорова А.В.
- Хирургическое обеспечение исследования – Соколовский В.А., Соколовский А.В.
- Патоморфологическое обеспечение исследования – Булычева И.В.
- Статистическая обработка данных и написание текста статьи – Бадыров Р.Н., Агаев Д.К.
- Редактирование – Соколовский В.А., Булычева И.В.

ЛИТЕРАТУРА

1. Краснов АФ, Аршин ВМ, Цейтлин МД. Справочник по травматологии. М., 1984:146.
2. Wang JC, Walsh MC. (2009) www.spineuniverse.com. <http://www.spineuniverse.com/exams-tests/bone-grafts-new-developments>.
3. Baumhauer J, Pinzur MS, Donahue R, Beasley W, Digiovanni C. Site selection and pain outcome after autologous bone graft harvest. *Foot Ankle Int.* 2014;35(2):104-107.
4. Calvo R, Figueroa D, Diaz-Ledezma C, Vaismán A, Figueroa F. Bone allografts and the functions of bone banks. *Rev Med Chil.* 2011;139(5):660-666.
5. Khan SN, Cammisa FPJ, Sandhu HS, Diwan AD, Girardi FP, Lane JM. The biology of bone grafting. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(1):77-86.
6. Bauermeister A, Maatz R. A method of bone maceration results of animal experiments. *J Bone Joint Surg Am.* 1957;39(1):153-166.
7. Laurencin CT, El-Amin SF. Xenotransplantation in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16(1):4-8.
8. Lofgren H, Johannsson V, Olsson T, Ryd L, Levander B. Rigid fusion after cloward operation for cervical disc disease using autograft, allograft, or xenograft: a randomized study with radiostereometric and clinical follow-up assessment. *Spine.* 2000;25(15):1908-1916.
9. Boyan BD, McMillan J, Lohmann CH, Ranly DM, Schwartz Z. Basic information for successful clinical use with special focus on synthetic graft substitutes. In: Laurencin CT, editor. *Bone graft substitutes.* Philadelphia: ASTM Int. 2002:231-259.
10. Lerner T, Bullmann V, Schulte TL, Schneider M, Liljenqvist U. A level-1 pilot study to evaluate of ultraporous beta-tricalcium phosphate as a graft extender in the posterior correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 2009;18(2):170-179.
11. Dreesmann H., Ueber Knochenplombierung, *DMW-Deutsche Med. Wochenschr.* 19 (1892) 445e446.
12. Roberts TT, Rosenbaum AJ. Bone grafts, bone substitutes and orthobiologics: the bridge between basic science and clinical advancements in fracture healing. *Organogenesis.* 2012;8:114-124.
13. Greenwald AS, Boden SD, Barrack RL, Bostrom MP, Goldberg VM, Yaszemski M, Heim CS. The evolving role of bone-graft substitutes. *Proceedings of the American Academy of Orthopaedic Surgeons 77th Annual Meeting.* 2010:6.
14. Leerapun T, Hugate RR, Inwards CY, Scully SP, Sim FH. Surgical management of conventional grade I chondrosarcoma of long bones. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;463:166-172. <https://doi.org/10.1097/BLO.0b013e318146830>.
15. Mohler DG, Chiu R, McCall DA, Avedian RS. Curettage and cryosurgery for low-grade cartilage tumors is associated with low recurrence and high function. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:2765-2773. <https://doi.org/10.1007/s11999-010-1445-y>.
16. Алиев МД, Соловьев ЮН, Харатишвили ТК, Мусаев ЭР, Соколовский ВА. Хондросаркома кости. *Инфра-М.* 2006:11-55.
17. Hickey M, Farrokhyar F, Deheshi B, Turcotte R, Ghert M. A systematic review and meta-analysis of intralesional versus wide resection for intramedullary grade I chondrosarcoma of the extremities. *Ann Surg Oncol.* 2011;18:1705-1709. <https://doi.org/10.1245/s10434-010-1532-z>.
18. Mermmerkaya MU, Bekmez S, Karaaslan F, Danisman M, Kosemehmetoglu K, Gedikoglu G et al. Intralesional curettage and cementation for low-grade chondrosarcoma of long bones: retrospective study and literature review. *World J Surg Oncol.* 2014;12:336. <https://doi.org/10.1186/1477-7819-12-336>.
19. Di Giorgio L, Touloupakis G, Vitullo F, Sodano L, Mastantuono M, Villani C. Intralesional curettage, with phenol and cement as adjuvants, for low-grade intramedullary chondrosarcoma of the long bones. *Acta Orthop Belg.* 2011;77:666-669.
20. Hanna SA, Whittingham-Jones P, Sewell MD, Pollock RC, Skinner JA, Saifuddin A et al. Outcome of intralesional curettage for low-grade chondrosarcoma of long bones. *Eur J Surg Oncol.* 2009;35:1343-1347. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2009.06.001>.
21. Chen X, Yu LJ, Peng HM, Jiang C, Ye CH, Zhu SB et al. Is intralesional resection suitable for central grade 1 chondrosarcoma: a systematic review and updated meta-analysis. *Eur J Surg Oncol.* 2017;43:1718-1726. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2017.05.022>.
22. Shemesh SS, Acevedo-Nieves JD, Pretell-Mazzini J. Treatment strategies for central low-grade chondrosarcoma of long bones: a systematic review of the literature and meta-analysis. *Musculoskelet Surg.* 2018;102:95-109. <https://doi.org/10.1007/s12306-017-0507-7>.
23. Unni K. *Chondroma. Dahlin's Bone Tumors, General Aspects and Data on 11,087 Cases.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven. 1996:25.
24. Murphey MD, Flemming DJ, Boyea SR, Bojescul JA, Sweet DE, Temple HT. Enchondroma versus chondrosarcoma in the appendicular skeleton: differentiating features. *Radiographics.* 1998;18:1213-1237.
25. Flemming DJ, Murphey MD. Enchondroma and chondrosarcoma. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2000;4:59-71.
26. Wang XL, De Beuckeleer LH, De Schepper AMA, Van Marck E. Low-grade chondrosarcoma vs enchondroma: challenges in diagnosis and management. *Eur Radiol.* 2001;11:1054-1057.

27. Patricio A. Alfaro, Giovanni Ciani, Carlos A. Herrera, Davide Maria Donati, Costantino Errani. Diferential diagnosis and treatment of enchondromas and atypical cartilaginous tumours of the pelvis: analysis of 21 patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2019. DOI: 10.1007/s00590-019-02547-8.
28. Григорьян АС, Топоркова АК. Проблемы интеграции имплантов в костную ткань (теоретические аспекты). М.: Техносфера. 2007:128.
29. Dutta SR, Passi D, Singh P, Bhuibhar A. Ceramic and nonceramic hydroxyapatite as a bone graft material: A brief review. *Ir J Med Sci.* 2015;184(1):101-106.
30. Herrick J. Siegel, MD; Robert C. Baird III, MD; Justin Hall, BA; Robert Lopez-Ben, MD; Philip H. Lander, MD. The Outcome of Composite Bone Graft Substitute Used to Treat Cavitary Bone Defects. *Orthopedics.* 2008;31(8).
31. Clark J. Chen and Earl W. Brien. Early postoperative complications of bone filling in curettage defects. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* 2019;14:261.
32. Afifi AM, Gordon CR, Pryor LS et al. Calcium phosphate cements in skull reconstruction: a meta-analysis. *Plast Reconstr Surg.* 2010;126(4):1300-1309.

Статья поступила 20.11.2019 г., принята к печати 15.12.2019 г.
Рекомендована к публикации А.А. Курильчиком

Информационная страница

Агаев Дергах Камаледдин оглы, аспирант кафедры онкологии ФДПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина», г. Москва.

Соколовский Анатолий Владимирович, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела общей онкологии, г. Москва.

Булычева Ирина Владиславовна, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, доктор медицинских наук, врач патологоанатомического отделения опухолей человека, г. Москва.

Фёдорова Александра Владимировна, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, кандидат медицинских наук, научный сотрудник рентгенодиагностического отделения, г. Москва.

Соколовский Владимир Александрович, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела общей онкологии, г. Москва.

Бадыров Роми Надырович, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, аспирант отдела общей онкологии, г. Москва.

Дополнительные утверждения

Авторы согласны на публикацию представленной работы.

Авторы утверждают, что данная рукопись в настоящее время не представлена для публикации в другие издания и не была принята для публикации в других изданиях.

FIVE YEARS PRACTICAL EXPERIENCE OF USING CALCIUM PHOSPHATE BONE GRAFT SUBSTITUTE FOR RECONSTRUCTION OF BONE DEFECTS IN ATYPICAL CARTILAGE TUMORS

Агаев Д.К., Соколовский А.В., Быличева И.В., Федорова А.В., Соколовский В.А., Бадыров Р.Н.

FSBI «National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin» of the Ministry of Health of Russia, Moscow; 24, Kashirskoe sh., Moscow, 115478, Russian Federation

Key words: atypical cartilage tumors, enchondroma, chondrosarcoma, intralesional curettage, reconstruction, bone graft substitute, allograft

In the surgical treatment of benign as well as low aggressive malignant (G1) bone tumors of small sizes, methods such as intralesional curettage, marginal resection, resection of part of the joint, or resection of the affected bone segment are used. In cases when intraosseous removal of the tumor is performed, there is a need for bone grafting of the defect, the purpose of which is to maintain and strengthen the structural strength of the bone, replace the volume of the bone defect, and accelerate the biological stimulation of bone tissue regeneration during fractures. The most widespread use of synthetic bone graft substitute based on calcium sulfate and calcium phosphate.

The study included 24 patients, 15 (62.5%) of whom were diagnosed with chondrosarcoma G1, 9 (37.5%) were diagnosed with enchondroma. For these patients, from 2015 to 2019 (52 months), surgical treatment was performed in the amount of curettage with replacement of the defect with the phosphate calcium bone graft substitute. In the studied group of patients, in 12 (50%) the tumor was localized in the femur, in 10 (41.7%) in the humerus, in the tibia and radius of the 1 patient, respectively. The mean follow-up period was 32 months and ranged from 7 to 52 months.

In the present study, during the observation period, none of the patients was diagnosed with local recurrence, distant metastasis, bone fracture, loss of bone graft substitute and infection. All patients showed satisfactory integration of tricalcium phosphate bone graft substitute. The average functional result after 6 months for the upper limb was 94%, for the lower limb 96%, according to the MSTS scale.

Replacing of the formed bone defects with a synthetic bone graft substitute containing tricalcium phosphate provides reliable, predictably fast kinetics of resorption and substitution.

УДК 616-006.3.04

ФУНКЦИЯ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОСЛЕ РЕЗЕКЦИИ КАРКАСА ГРУДНОЙ СТЕНКИ

Межецкий Э.П., Соболевский В.А.

ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; РФ, 115478, г. Москва, Каширское ш., д. 24

Ключевые слова: функция верхней конечности, резекция грудной стенки, большая грудная мышца, трапециевидная мышца, ромбовидная мышца, область, покрытая лопаткой, медиальная (проксимальная) резекция ключицы

Введение. Изучению причин снижения функции верхней конечности (ФВК) после резекции грудной стенки посвящены лишь единичные публикации. Очевидно, что резекция грудино-ключичного сочленения и ключицы способна привести к снижению ФВК. Не столь очевидны другие причины – перемещение большой грудной мышцы или ее резекция, пересечение или резекция трапециевидной или ромбовидной мышц, большой дефект грудной стенки в области, покрытой лопаткой. От адекватности оценки ФВК зависит качество жизни больных, а значит, и подход к реконструкции грудной стенки, то есть возможность предотвратить или уменьшить степень снижения функции.

Материал и методы. В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина с 2000 по 2019 г. выполнено 258 операций по поводу первичных и метастатических опухолей, локализованных на грудной стенке. При исследовании функциональных нарушений у пациентов после резекции каркаса грудной стенки (КГС) мы отметили снижение ФВК у 123 (47,7%) больных. Причинами были вмешательства на большой грудной мышце, трапециевидной, ромбовидной мышце, при вмешательствах в области грудино-ключичного сочленения, а также при больших дефектах грудной стенки в области, покрытой лопаткой. Выраженность снижения ФВК оценивали по шкале MSTS. Математическую достоверность рассчитывали при помощи U-Test Mann–Whitney, χ^2 .

Результаты исследования. Пересечение или резекция трапециевидной или ромбовидной мышц не приводит к значимому снижению ФВК. Резекция большой грудной мышцы и использование ее в качестве перемещенного лоскута лишь в редких случаях сопровождается снижением ФВК меньше 80%. Более низкие показатели были у пациентов с большим объемом резекции большой грудной мышцы или при использовании встречных пекторальных лоскутов с чрезмерным натяжением. Резекция в области грудино-ключичного сочленения достоверно приводит к снижению ФВК на 20% и более по MSTS. Дефекты грудной стенки в области, покрытой лопаткой, и смежных зонах площадью от 50 до 320 см² ($M_d = 105$ см²) сопровождаются снижением ФВК на 20% и более.

Выводы. Вмешательства на трапециевидной, ромбовидных и большой грудной мышцах не приводят к значимому снижению ФВК. При операциях на грудино-ключичном сочленении обязательно следует выполнять подвижную реконструкцию с низким риском возникновения нестабильности. При этом выбор метода реконструкции остается предметом исследований, так же как и для реконструкции дефекта в области, покрытой лопаткой.

Введение

Для определения функции плечевого пояса в травматологии и ортопедии созданы несколько диагностических шкал. Наиболее известные – DASH, NEER, TESS и MSTS [2–5]. В онкологии они также используются. В настоящее время наибольшее распространение получила шкала MSTS в связи с ее удобством и объективностью [6].

Изучению причин снижения функции верхней конечности (ФВК) после резекции грудной стенки посвящены лишь единичные публикации [1, 13, 18].

Адрес для корреспонденции

Межецкий Эдуард Петрович
E-mail: egoduardo@bk.ru

Одна из причин нарушения ФВК при резекции грудной стенки – вовлечение в опухоль или хирургическая травма нервов плечевого сплетения вплоть до необходимости выполнения межлопаточно-грудной ампутации [7–9]. Другая, также очевидная причина – резекция грудино-ключичного сочленения и ключицы [1]. Большинство авторов отмечают, что хороший функциональный результат достижим только при реконструкции этой области и ее стабильности, при этом важнейшее условие – подвижность конструкции или ее эластичность. Выполнение этих условий приводит к сохранению ФВК на 90% по шкале MSTS. Напротив, неподвижные методы реконструкции сами по себе способны ограничивать функцию, а отсутствие реконструкции ключицы в течение 5–10 лет достоверно приводит

к прогрессирующему снижению ФВК и инвалидизации [10–13].

Исследования, посвященные ФВК после отрыва сухожилия большой грудной мышцы, используя собственную шкалу оценки ФВК, сообщают о хороших послеоперационных результатах [14, 15].

По нашим наблюдениям, при резекции грудной стенки в околопозвоночной локализации, пересечение или резекция трапециевидной или ромбовидной мышц может приводить к снижению ФВК. В общепризнанных базах данных нам не удалось найти публикаций, описывающих подобные наблюдения. Также не удалось найти упоминаний о снижении ФВК при дефектах в области, покрытой лопаткой. При резекции КГС считается, что лопатка играет роль жесткого каркаса, и эта область в дополнительной реконструкции не нуждается [16]. Лишь область угла лопатки требует реконструкции для предотвращения ее вворачивания в плевральную полость при движении верхней конечности [17].

Материалы и методы

В НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина с 2000 по 2019 г. выполнено 258 операций по поводу первичных и метастатических опухолей, локализованных на грудной стенке. При исследовании функциональных нарушений у пациентов после резекции каркаса грудной стенки (КГС) мы отметили снижение ФВК у 123 (47,7%) больных. Ухудшение было при перемещении большой грудной мышцы (n=12), ее резекции (n=18), после пересечения или резекции трапециевидной и/или ромбовидной мышц (n=10), при больших дефектах грудной стенки в области, покрытой лопаткой (n=50), при вмешательствах в области грудино-ключичного сочленения (n=33). Выраженность снижения ФВК оценивали по шкале MSTS. Математическую достоверность рассчитывали при помощи U-Test Mann–Whitney, χ^2 .

Дизайн исследования

Критерий включения: больные с резекцией каркаса грудной стенки любого объема при всех видах реконструкции.

Критерии исключения: поражение плечевого сплетения до операции, резекция ствола(-ов) плечевого сплетения во время операции, стойкое поражение ствола(-ов) плечевого сплетения в раннем послеоперационном периоде, прогрессирование опухоли в области плечевого сплетения на момент наблюдения, резекция лопатки и подлопаточных мышц, ранее перенесенные операции на верхней конечности.

Результаты исследования

У пациентов с резецированной грудной стенкой при снижении ФВК «мелкая» моторика не была

нарушена. Основные жалобы: умеренные боли в области лопатки и плечевого сустава, снижение трудоспособности из-за ограничения вращения в плечевом суставе и потери силы в руке. Больные жаловались на дискомфорт в области лопатки, выпирание проксимальной части ключицы, быструю утомляемость конечности при физической активности, затруднения при вождении автомобиля, невозможность выполнять домашнюю работу и любые действия, требующие поднятия рук, ограничение веса, который они могли поднять (при MSTS \leq 80, как правило, не более 3 кг).

Оценка роли большой грудной мышцы

В группу вошли 24 (57,1%) случая резекции большой грудной мышцы и 18 случаев использования одной или обеих больших грудных мышц в качестве перемещенного лоскута.

Использование большой грудной мышцы в качестве лоскута привело к незначительному снижению ФВК в диапазоне 96,7–83,3% у 12 пациентов из 18. В 6 случаях функция сохранилась на 100%.

Резекция большой грудной мышцы выполнена 24 больным. ФВК в 18 случаях оказалась в диапазоне 96,7–70% (табл. 1). В 6 наблюдениях было полное сохранение функции.

Таблица 1. Оценка ФВК в группе с вовлечением большой грудной мышцы

MSTS (%)	N	%
100–80	38	90,5
80–60	4	9,5
Всего	42	100

Медиана оценки ФВК по критериям MSTS составила 93,33% ($\sigma^2 = 8,8\%$), из чего можно заключить, что резекция большой грудной мышцы и использование ее в качестве перемещенного лоскута лишь в редких случаях сопровождается снижением ФВК меньше 80%. Оценка «отлично» встречалась достоверно чаще (p=0,01). Более низкие показатели были у пациентов с большим объемом резекции большой грудной мышцы или при использовании встречных пекторальных лоскутов с чрезмерным натяжением.

Оценка роли грудино-ключичного сочленения

При резекции рукоятки грудины с грудино-ключичным сочленением ключицы или их опилов фиксировали к перемещенному лоскуту или пластине GorTex Dual mash®.

В двух наблюдениях была выполнена реконструкция титановой пластиной. В одном случае пластина сломалась, во втором случае возникла не-

стабильность. В обоих случаях пластины были впоследствии удалены. При такой реконструкции как до, так и после удаления пластин ФВК оставалась неизменно сниженной: 76,7 и 73,3% соответственно.

Разобщение грудино-ключичного сочленения с восстановлением приводило к незначительному снижению ФВК. Было выявлено 2 случая нестабильности, что сопровождалось снижением функции до 80 и 70% (табл. 2).

Таблица 2. Тип поражения грудино-ключичного сочленения

Тип поражения	N	%	MSTS (%)
Резекция в области грудино-ключичного сочленения	25	75,8	80,0–56,6
Разобщение по суставу с восстановлением	8	24,2	96,6–70
Всего	33	100	

Создание подвижного стабильного соединения в области грудино-ключичного сочленения было в 6 случаях. Этот фактор благоприятно и достоверно отразился на ФВК. Во всех шести случаях выполнялось разобщение по суставу с восстановлением при помощи лавсана. У 27 больных при отсутствии подвижного стабильного соединения показатель MSTS был 80% и ниже ($p=0,036$) (рис. 1).

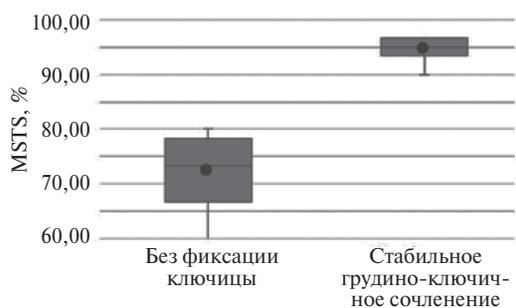


Рис. 1. Сравнение значений MSTS по признаку наличия подвижного, стабильного соединения в области грудино-ключичного сочленения

Клинический пример 1

Больная И. Хондросаркома грудины G2. Удаление опухоли с резекцией рукоятки и тела грудины, реконструкцией пластинами Synthes® и встречными пекторальными лоскутами. 3 мес после операции, перелом пластины (рис. 2, 3).

MSTS после установки пластины между ключицами и после ее удаления – 73,3. ФВК до перелома пластины и после удаления ее не изменилась, но исчезли жалобы на боль.

Оценка роли ромбовидных и трапецевидной мышц

Резекция грудной стенки в позвоночной локализации для создания хирургического доступа зача-



Рис. 2. Рентгенограмма после операции (перелом пластины)



Рис. 3. Больная И.: а) поднятие рук, разводя их в стороны (максимальный результат); б) поднятие рук перед собой (максимальный результат)

стью требует пересечения ромбовидных и трапецевидной мышц или их резекции при вовлечении в опухолевый процесс. В нашем исследовании таких пациентов было 15. Площадь дефекта занимала от 5 до 60 см² ($M_d = 35 \text{ см}^2, \sigma^2 = 15 \text{ см}^2$). В 5 случаях ФВК оценена на 100%, еще у 10 – от 96,7 до 83,3%, что также соответствует результату «отлично».

Оценка роли локализации

В ходе исследования мы обнаружили, что дефект в подлопаточной и аксиллярной областях,

как правило, приводит к снижению ФВК. В наших наблюдениях это было в 50 (89,3%) случаях из 56. В 36 (64,3%) случаях дефект локализовался под лопаткой, в 15 (26,8%) – и под лопаткой, и в подмышечной области, а в 5 (8,9%) случаях – только в аксиллярной области. Степень снижения ФВК представлена в табл. 3.

Таблица 3. Степень снижения ФВК после резекции грудной стенки в подлопаточной и подмышечной локализациях

MSTS (%)	N	%
100–80	27	48,2
80–60	25	44,6
60–40	4	7,1
Всего	56	100

После резекции грудной стенки в этих локализациях полностью сохранена ФВК (MSTS 100%) встречалась только при резекции одного ребра (n=6) и площади дефекта 20; 25; 30; 35 и 80 см². В последнем случае у больного после резекции IV ребра было выполнено «стягивание» между собой III и V ребер. В конечном итоге дефект фактически отсутствовал.

У 27 больных с оценкой MSTS 83,33–100% площадь дефекта варьировала от 12 до 100 см² ($M_d=60$ см², $\sigma^2=25$ см²). У 29 пациентов с MSTS от 80% и меньше она была от 50 до 320 см² ($M_d=105$ см², $\sigma^2=72,5$ см²). Площадь дефекта влияла на ФВК, различие было достоверным ($p=0,00001$) (рис. 4).

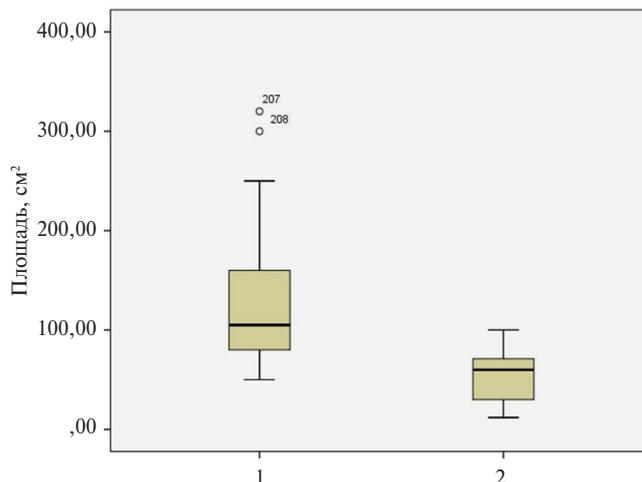


Рис. 4. Площадь дефектов в функциональных группах (1 – MSTS ≥80%, 2 – MSTS 83,3–100%)

Клинический пример 2

Пациент С. Резекция 3-, 4-, 5-го ребер в задней и позвоночной локализациях с реконструкцией торакодорсальным лоскутом. MSTS=66,7% ($S_{\text{дефекта}}=100$ см², уменьшение площади дефекта до 60 см² за счет смещения опилов ребер) (рис. 5).

Клинический пример 3

Больной Л. Хондросаркома 2-го ребра слева G2. Удаление опухоли с резекцией 2-, 3-, 4-, 5-го ребер в передней боковой и задней локализации, пневмонэктомия, реконструкция каркаса грудной стенки пластиной Synthes® большой грудной и широчайшей мышцей спины. MSTS=53,33% ($S_{\text{дефекта}}=172$ см²) (рис. 6).

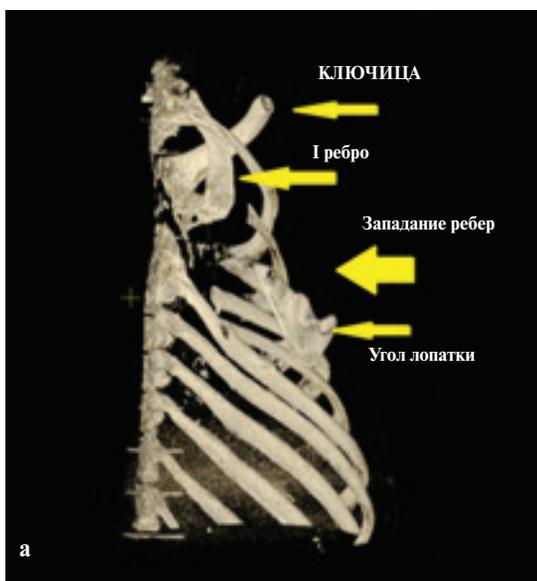


Рис. 5. а) Компьютерная томограмма; б) внешний вид больного со спины при попытке поднять верхнюю конечность



Рис. 6. а) Вид спереди при попытке поднять руку; б) вид сзади при попытке поднять руку

Обсуждение

Следует обратить внимание на то, что для оценки функции верхних конечностей мы пользовались общепринятой в ортопедии классификацией MSTS. По нашим наблюдениям, эта классификация не полностью соответствует потребностям онкохирургии грудной стенки. В ортопедии результат хирургического лечения оценивается на «отлично», если функция по шкале MSTS достигает 80–100%, «хорошо» – 60–80%, «удовлетворительно» – 40–60%, «неудовлетворительно» – ≤40% [2]. Применение классификации MSTS показало, что она дает завышенную оценку у наших пациентов. Так, ни один наш пациент не оценивал свою ФВК как хорошую при снижении на 20%, а считал ее в лучшем случае удовлетворительной. Это имеет значение, поскольку от адекватности оценки ФВК зависит подход к реконструкции грудной стенки, то есть возможность предотвратить или уменьшить степень снижения функции.

Причины снижения функции верхней конечности при резекции в области, прикрытой лопаткой, не совсем ясны. Можно предположить, что они заключаются в потере опоры лопатки на грудную стенку, в частности по причине западения резецированных ребер.

Выводы

1. Вмешательства на трапециевидной, ромбовидных и большой грудной мышцах не приводят к значимому снижению ФВК.

2. При вмешательствах на грудино-ключичном сочленении обязательно следует выполнять подвижную реконструкцию с низким риском возникновения нестабильности.

3. При резекции области, покрытой лопаткой, необходимо выполнять реконструкцию, не допускающую западения опилов ребер и вворачивания угла лопатки в плевральную полость. При этом выбор метода реконструкции остается предметом дальнейшего изучения так же, как и при реконструкции грудино-ключичного сочленения.

Информация об источниках финансирования

Финансовой поддержки в настоящей статье не было.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

- Идея, концепция, дизайн исследования – Межецкий Э.П., Соболевский В.А.
- Сбор и обработка материала – Межецкий Э.П.
- Статистическая обработка данных и написание текста статьи – Межецкий Э.П.
- Редактирование – Соболевский В.А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hongbin F, Jun F et al. Implantation of customized 3-D printed titanium prosthesis in limb salvage surgery: a case series and review of the literature. *World Journal of Surgical Oncology*. 2015;13:308.
2. Enneking W, Dunham W, Gebhardt M. A System for the Functional Evaluation of Reconstructive Procedures After Surgical Treatment of Tumors of the Musculoskeletal System. *Clinical Orthopedics and Related Research*. 1993;286:241-246.
3. Kennedy C, Beaton D, Smith P, Tang K, Van Eerd D, Hogg-Johnson S, Inrig T, Linton D, Couban R. Measurement properties of the QuickDASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand) Outcome Measure and cross-cultural adaptations of the QuickDASH: A systematic review: *Quality of Life Research*. 2013.
4. Charles SN. Displaced proximal humerus fractures. Part I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg*. 1970;52A:1077-1089.
5. Davis AM, Wright JG, Williams JI, Bombardier C, Griffin A, Bell FT. Development of a measure of physical function for patient with bone and soft tissue sarcoma. *Quality of Life Research*. 1996;5(5):508-516.
6. Davis AM, Williams JI, Bell S. Evaluating functional outcome in patients with lower extremity sarcoma. *Clinical orthopaedics and related research*. 1999;(358): 90-100.
7. Mansour KA, Powell RW. Modified technique for radical transmediastinal forequarter amputation and chest wall re-section. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1978;76:358-363.
8. Kuhn JA, Wagman LD, Lorant JA et al. Radical forequarter amputation with hemithoracectomy and free extended forearm flap. *Ann Surg Oncol*. 1994;1:353-359.

9. Losken A, Thourani VH, Carlson GW, Jones GE, Culbertson JH, Miller JI et al. A reconstructive algorithm for plastic surgery following extensive chest wall resection. *Br J Plast Surg.* 2004;57(4):295-302.
10. Михайлов ИМ, Засульский ФЮ. Хирургическое лечение метастатического поражения ключицы при семиоме. *Травматология и ортопедия России.* 2017;23(3):119-124.
11. Rubright J, Kelleher P. Long-term clinical outcomes, motion, strength, and function after total claviclectomy. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23:236-244.
12. Cahueque M, Macias D. Reconstruction with non-vascularized fibular autograft after resection of clavicular benign tumor. *Journal of orthopedics.* 2015:255-259.
13. Bin Lin, Yong He, Yang Xu. Outcome of bone defect reconstruction with clavicle bone cement prosthesis after tumor resection: a case series study. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2014;15:183.
14. Kakwani RG, Matthews JJ. Rupture of the pectoralis major muscle: Surgical treatment in athletes. *International Orthopedics (SICOT).* 2007;31:159-163.
15. Mohammadreza G, Arash SV. Surgical Treatment of Pectoralis Major Tendon Rupture (Outcome Assessment). *Asian Journal of Sports Medicine.* 2014;5(2):129-135.
16. Joe B, Putnam J. Outcomes of Surgery for Chest Wall Sarcomas. *Thoracic Surgery Clinic.* 2010;20(4):535-542.
17. Sakai M, Yamaoka M. Subscapularis muscle flap for reconstruction of posterior chest wall skeletal defect. *Int J Surg Case Rep.* 2015;10:198-200.
18. Ahmada SB, Hoellwarthb J, Christiec N, Mcgough R. Radical resection of a giant rib osteosarcoma with complex chest wall reconstruction. *International Journal of Surgery Case Reports.* 2019;62:17-20.

Статья поступила 10.12.2019 г., принята к печати 15.12.2019 г.
Рекомендована к публикации И.Р. Сафиним

Информационная страница

Межецкий Эдуард Петрович, аспирант, ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Соболевский Владимир Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор, зав. отделением реконструктивной пластической онкохирургии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Дополнительные утверждения

Авторы согласны на публикацию представленной работы.

Авторы утверждают, что данная рукопись в настоящее время не представлена для публикации в другие издания и не была принята для публикации в других изданиях.

FUNCTION OF THE UPPER LIMBS AFTER RESECTION OF THE CHEST WALL

Mezhetsky E.P., Sobolevsky V.A.

FSBI «N.N. Blokhin national medical research center of oncology» of the Ministry of Health of Russia; 24, Kashirskoye sh., Moscow, 115478, Russian Federation

Key words: function of the upper limb, resection of the pectoral wall, pectoralis major muscle, trapezius muscle, rhomboid muscle, scapular area, medial (proximal) clavicle resection

Introduction. The study of the causes of decreased function of the upper limb (DFUL) after the chest wall resection has been the focus of only a few publications. Resection of the sternoclavicular joint and clavicle is an obvious reason for the DFUL. Other reasons are not so obvious – displacement of the pectoralis major muscle or its resection, intersection or resection of the trapezius or rhomboid muscles, large defect of the chest wall in the area covered with the scapula. The approach to reconstruction of the chest wall, i.e. the ability to prevent or reduce the degree of declined function.

Material and methods. In the N.N. Blokhin NMIC of Oncology from 2000 to 2019, 258 surgical procedures have been performed on primary and metastatic tumors localized on the chest wall. 123 patients (47.7%) suffered of functional disorders in upper limb postoperatively. The deterioration was due to the movement of the pectoralis major muscle or resection, after trapezius and/or rhomboid muscles were crossed or resected, after large defects of the chest wall in the area covered with the scapula, after interventions on the sternoclavicular joint. We used assessed the MSTS scale for assessment of the severity of DFUL. Mathematical accuracy was calculated using UTest Mann–Whitney, χ^2 .

The results. The intersection or resection of the trapezius or rhomboid muscles did not lead to a significant DFUL. Resection of the pectoralis major muscle and its use as a displaced flap is only in rare cases accompanied by a DFUL of less than 80%. More severe DFUL had been in patients with a larger volume of resection of the pectoralis major muscle or after usage of counter pectoral flaps with excessive tension. Resections in the sternoclavicular joint area naturally led to DFUL up to 20% or more according to MSTS. Defects of the chest wall in the area covered by the scapula and adjacent areas, ranging from 50 cm² to 320 cm² ($M_d=105$ cm²), followed by DFUL 20% or more.

Conclusions. Interventions on the trapezius, rhomboid and pectoralis major muscles did not lead to a significant DFUL. In cases of interventions on the sternoclavicular joint, movable reconstruction with a low risk of instability should be performed. At the same time, the choice of reconstruction method remains the subject of research, as well as for the reconstruction of a defect in the area covered by the scapula.

УДК 616-006.34

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, 3D-ПРИНТИНГ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ПРОТЕЗИРОВАНИЕ В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНОГО С ОСТЕОСАРКОМОЙ КОСТЕЙ ТАЗА

Сушенцов Е.А.¹, Мусаев Э.Р.¹, Маслов Л.Б.^{2,3}, Жмайло М.А.³, Софронов Д.И.¹, Агаев Д.К.¹,
Дзампаев А.З.¹, Романцова О.М.¹, Федорова А.В.¹, Алиев М.Д.⁴

¹ ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; РФ, 115478, г. Москва, Каширское ш., д. 24

² ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»; РФ, 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, д. 34

³ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; РФ, 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29

⁴ ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; РФ, 125284, г. Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3

Ключевые слова: саркома, кости таза, протезирование, 3D-принтинг, аддитивные технологии, прототипирование, компьютерное моделирование, конечно-элементный анализ

В статье представлен клинический случай лечения пациента с остеосаркомой подвздошной кости, которому была выполнена резекция костей таза с замещением дефекта индивидуальным имплантом. На основании данных компьютерной томографии (КТ) была реконструирована цифровая трехмерная модель таза и изготовлена физическая модель при помощи 3D-печати. Определен оптимальный объем резекции кости с учетом онкологических принципов. Разработан дизайн имплантата с учетом анатомических особенностей пациента при помощи компьютерного моделирования. Компьютерная модель костей таза с замещенным дефектом индивидуальным имплантатом проанализирована методом конечных элементов для определения зон напряжения в системе «скелет-имплантат». Операция прошла по заранее намеченному плану, после удаления опухоли индивидуальный протез таза и тазобедренного сустава были успешно имплантированы. Пациент прослежен на протяжении 2 лет, без прогрессирования болезни и развития ортопедических осложнений, с хорошим функциональным результатом. Применение компьютерного дизайна и 3D-печати тазового протеза по индивидуальному проекту может быть оптимальным методом выбора для лечения больных с опухолями костей таза с хорошим клиническим и функциональным результатом.

Введение

Остеосаркома костей таза является редкой патологией в клинической практике и составляет от 4 до 10% всех остеосарком костей [1, 2]. Плохой прогноз при данном заболевании часто ассоциирован с тем, что опухоль диагностируется в поздние сроки, имеет большие размеры, и нередко определяются метастазы в другие органы [3]. Как результат значительные трудности для врачей-клиницистов представляет выбор правильной тактики лечения и радикальное удаление первичного очага,

нерадикальные же резекции приводят к развитию рецидивов в области предшествующей операции и дальнейшему прогрессированию болезни [4]. Локализация остеосаркомы в костях таза относится к негативному фактору прогноза [5], также к плохим факторам прогноза относят большие размеры опухоли, наличие метастазов и нерадикально выполненные ранее операции [5–7]. Исторически методом выбора лечения больных с опухолями костей таза были только калечащие операции [8]. Внедрение эффективных протоколов химиотерапии и методов органосохраняющих хирургических вмешательств позволило добиться положительной динамики в лечении данной группы больных с хорошими онкологическими результатами [9, 10]. Для обеспечения приемлемого функционального

Адрес для корреспонденции

Сушенцов Евгений Александрович
E-mail: crcspine@rambler.ru

результата применялись различные методы реконструкции, такие как артродезирование, аллопластика, аутопластика, различные виды протезирования. Однако оптимальный метод реконструкции еще не найден, поскольку данные операции часто сопровождаются высоким уровнем осложнений [11–13]. Внедрение в клиническую медицину компьютерного трехмерного (3D) моделирования, методов автоматизированного проектирования, анализа прочности биомеханических конструкций методом конечных элементов и аддитивных технологий открыло новые возможности в реконструкции костей таза. Использование технологии электронно-лучевой плавки («Electron Beam Melting» или EBM) позволило создать пористую структуру для лучшей интеграции с костью пациента [20–22]. Все эти технологии помогают реализовывать индивидуальные особенности имплантата для пациентов, которые могут быть использованы в качестве альтернативы массивным костным аллотрансплантатам или в других местах, где невозможно использовать модульные протезы [14, 20].

Индивидуальные импланты, изготовленные методом 3D-принтинга, положительно зарекомендовали себя для реконструкции костей таза с хорошим функциональным результатом, что обеспечивается высоким анатомическим соответствием удаленного сегмента, возможностью применения различных методов фиксации и быстротой производства [14–17].

Материалы и методы

В статье представлены результаты лечения пациента 14 лет с диагнозом остеосаркома левой подвздошной кости IIВ стадии по Enneking. Пациент поступил в клинику НИИ детской онкологии и гематологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина с

жалобами на боли в области левого тазобедренного сустава и ограничение подвижности.

При обследовании выявлена остеосаркома, хондробластный вариант с деструкцией крыла левой подвздошной кости на участке 70×80 мм с замещением патологической тканью и выраженным наружным внескостным компонентом размерами 39×64×83 мм. Область деструкции представлена преимущественно слабоваскуляризованным солидным компонентом. Опухоль распространяется в малую ягодичную мышцу (рис. 1). На предоперационном этапе было проведено 4 блока химиотерапии по протоколу ОС-2014: метотрексат 12 г/м² 1-, 8-й дни; цисплатин 60 мг/м² 15-, 16-й дни; адриамицин 45 мг/м² 17-, 18-й дни. Интервал между циклами составлял 21 день. Учитывая неблагоприятную локализацию опухоли, проводилась опухольмоделирующая терапия бисфосфонатами в дозе 2,4 мг/м² каждый 19-й день блока. На фоне проводимой терапии отмечались гепатотоксичность 1-й степени, анемия 1-й степени, лейкопения 2-й степени.

На фоне проведенного лечения достигнуто уменьшение мягкотканного компонента опухоли на 90%, купирование болевого синдрома, функция тазобедренного сустава была восстановлена в полном объеме. Пациент после получения неoadьювантной химиотерапии был обсужден на мультидисциплинарном консилиуме. Учитывая благоприятный онкологический прогноз, было принято решение о выполнении хирургического вмешательства с резекцией костей таза и реконструкцией индивидуальным имплантом.

На первом этапе, используя персональные данные пациента, полученные при компьютерной томографии, были разработаны трехмерные геометрические модели тазовых костей в формате STL, что

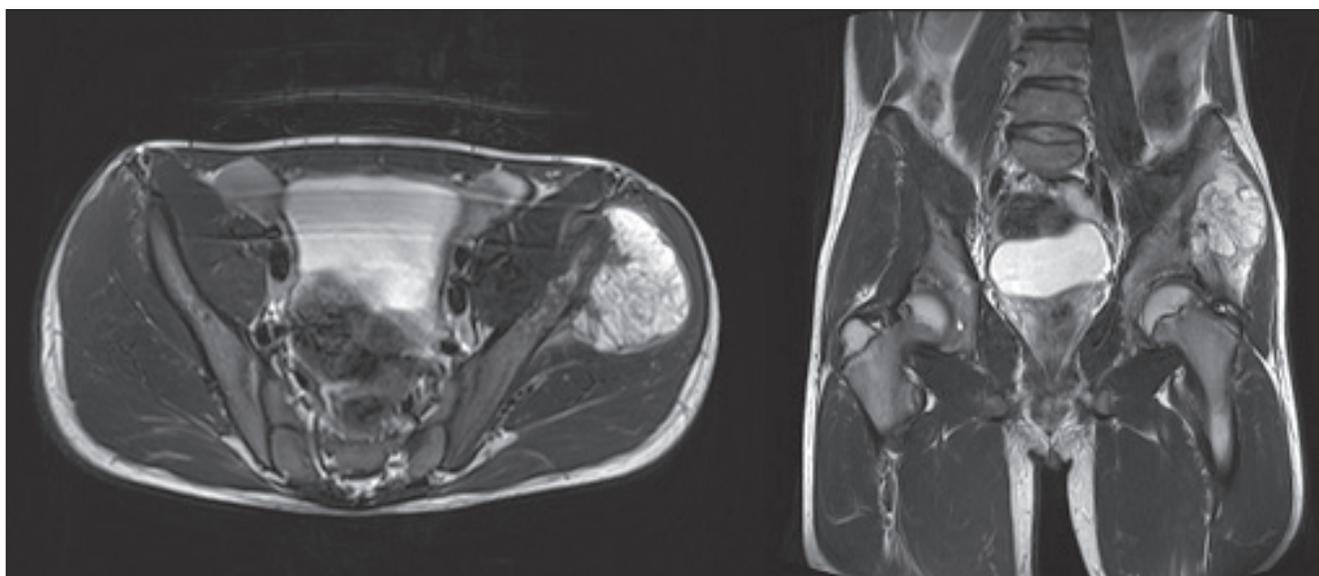


Рис. 1. МРТ до начала лечения

позволило проводить дальнейшее моделирование хирургического вмешательства. После определения на компьютерной модели границ резекции совместно хирургами и биоинженерами была разработана виртуальная модель импланта, согласованы дизайн и особенности фиксации с учетом анатомических данных пациента и предстоящего хирургического вмешательства (рис. 2).

доступная и обладающая достаточной точностью для воспроизведения оперируемого сегмента. После согласования дизайна импланта и методов фиксации клиницистами и биоинженерами был изготовлен имплант SLM-методом послойной лазерной 3D-печати (рис. 3). Для печати протеза применялся порошок титанового сплава Ti_6Al_4V . Участки импланта, соприкасающиеся с костью,

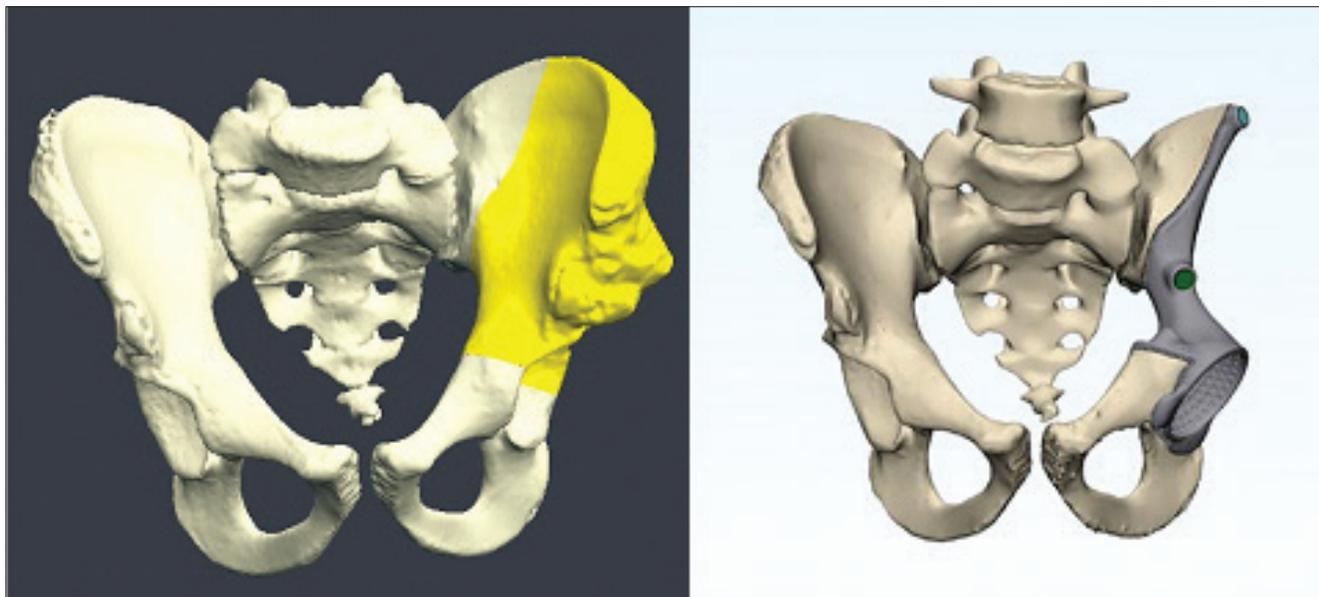


Рис. 2. Компьютерное моделирование резекций костей таза и дизайна импланта

На этапе планирования операции был создан идентичный прототип таза пациента и прототип импланта методом 3D-принтинга для оценки краев резекции и способа фиксации к опилам костей таза. Для решения этой задачи была выбрана FDM-методика 3D-печати как наиболее быстрая,

были модифицированы пористым покрытием для лучшей остеоинтеграции [18].

После печати имплант подвергся постобработке и исследованию на наличие скрытых дефектов в соответствии с производственным циклом. На разработку, согласование, изготовление и доставку

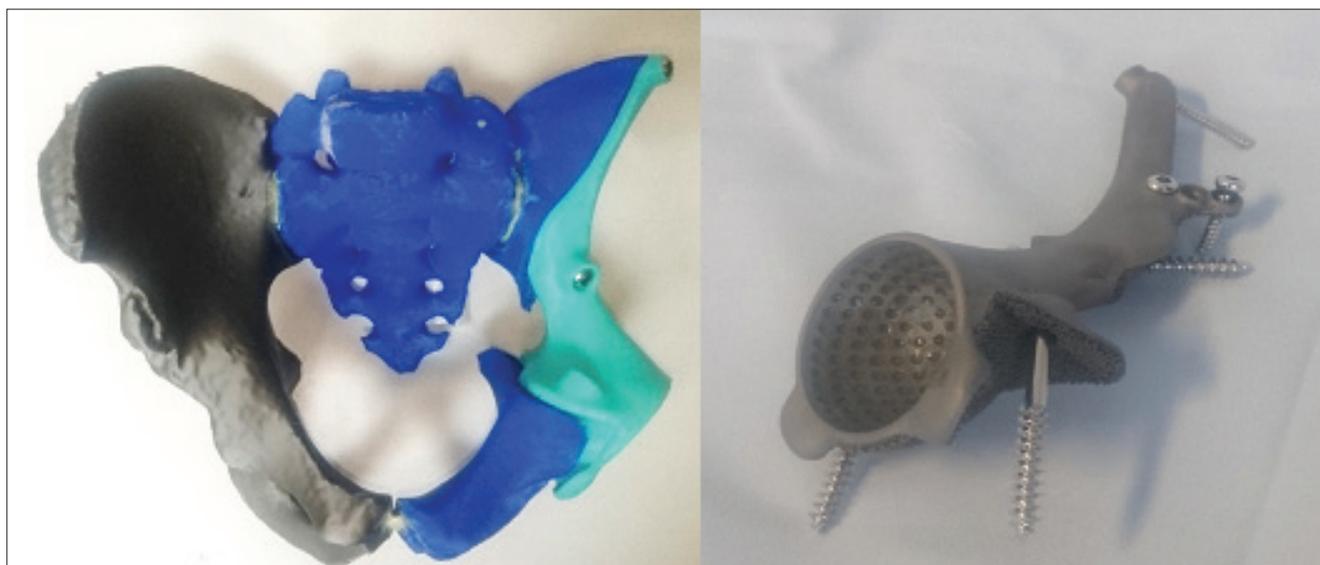


Рис. 3. Прототип хирургического вмешательства (FDM-3D) и имплант, изготовленный SLM-методом послойной лазерной 3D-печати

импланта в клинику было потрачено 10 дней, что было обусловлено временными рамками проведения операции после завершения неoadьювантного цикла терапии.

Компьютерная модель костей таза с замещенным дефектом индивидуальным имплантом была проанализирована методом конечных элементов с целью оценки напряженно-деформированного состояния системы «скелет – индивидуальный имплант костей таза» при двухпорном стоянии и осуществлен подбор оптимальной силы затяга винтов, который бы не приводил к разрушению костной ткани в области фиксации протеза [19]. Учитывая симметричное нагружение на модель, с целью оптимизации расчетов была рассмотрена половина области вычисления. Общее количество конечных элементов в сборке составило 612 260. Анализ показал, что имплантат, винты и крестец имеют достаточный запас прочности и у них низкая вероятность разрушения (рис. 4).

Хирургическое вмешательство

Операция была выполнена 07.12.2017 г. в объеме субтотальной резекции левой половины костей таза с тотальной резекцией тазобедренного сустава и замещением дефекта индивидуальным эндопротезом костей таза и тазобедренного сустава.

Под общей анестезией в положении пациента на здоровом боку произведен доступ вдоль гребня подвздошной кости с переходом на лонную кость, далее доступ был расширен разрезом на бедро в область большого вертела (рис. 5).

На первом этапе хирургического вмешательства было выполнено выделение наружных подвздошных сосудов, бедренного нерва, поясничной мышцы, подвздошная мышца включена в удаляемый препарат. От мест прикрепления отсечены портняжная и прямая мышцы, которые в последующем используются для мышечной пластики (рис. 6). Вторым

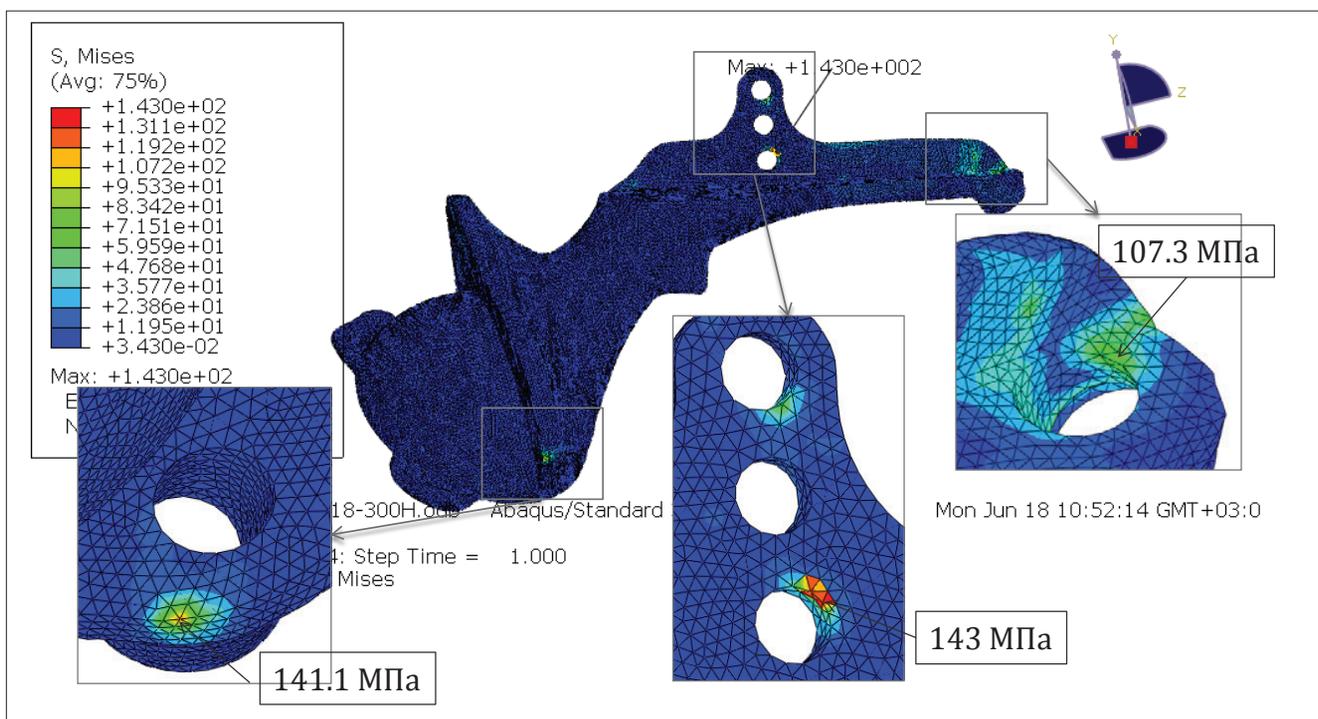


Рис. 4. Конечно-элементный анализ импланта, показывающий достаточный запас прочности

Было показано, что в кортикальном слое тазовых костей максимальные напряжения приближаются к допустимым напряжениям при увеличении силы затяга, но не превышают их. Поэтому кортикальный слой имеет удовлетворительный запас прочности. Напряжения в губчатом веществе, образующем спонгиозную ткань тазовых костей, вблизи некоторых отверстий под винты превышают установленные допустимые напряжения при силе затяга более 300 Н. Поэтому необходимо при установке импланта внимательно относиться к соблюдению предельных значений сил затяжки винтов.

этапом выделены и мобилизованы илиотибиальный тракт и большая ягодичная мышца. В удаляемый препарат были включены средняя и малая ягодичные и подвздошная мышцы.

Разметка границ резекции выполнялась при помощи компьютерной навигации с последующим формированием опилов костей для точного сопоставления границ «имплант-кость» при помощи индивидуальных шаблонов. Резекция костей таза выполнена в соответствии с предоперационным планом.

Реконструкция тазового кольца выполнена с применением индивидуального эндопротеза, ко-

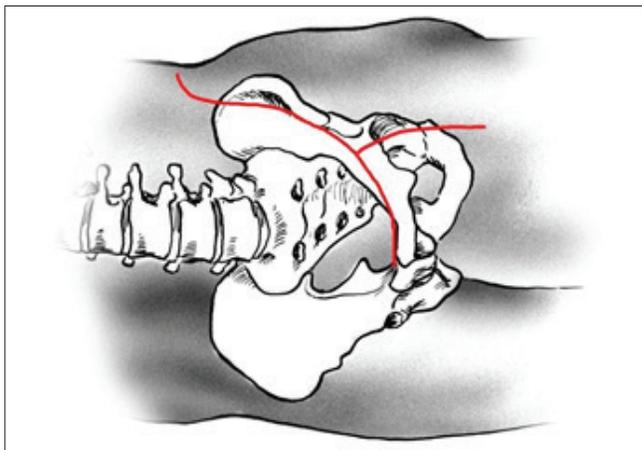
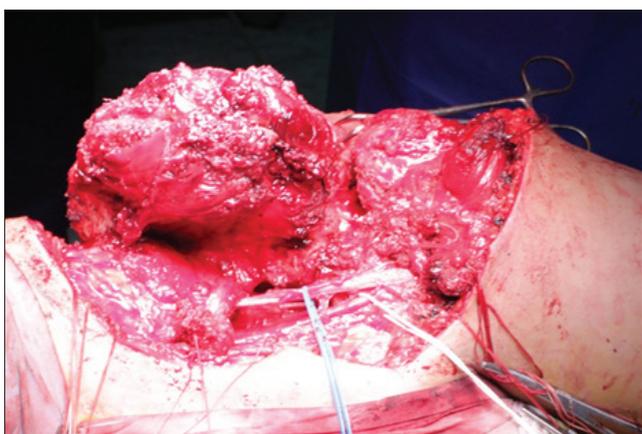


Рис. 5. Хирургический доступ

Рис. 6. Выделены *a. v. iliaca externa*, *n. femoris*, отсечены *m. sartorius*, *m. rectus femoris*, опухоль мобилизована, определены границы резекции

торый был фиксирован спонгиозными винтами в лонную, седалищную и подвздошную кости. Следующим этапом установлен цементируемый полиэтиленовый вкладыш в вертлужную впадину протеза. В бедренную кость установлена цементируемая ножка Muller, собран узел тазобедренного сустава (рис. 7). Контроль длины конечностей выполняется перед цементированием бедренного компонента и сборкой узла.

На завершающем этапе выполнена мышечная пластика дефекта портняжной и прямой мышцами бедра большой ягодичной мышцей и мышцей, натягивающей фасцию бедра. Пластика выполнена с учетом мышечной архитектоники.

Время операции составило 7 ч, кровопотеря 1100 мл.

Результаты

В послеоперационном периоде реабилитация была начата со 2-х суток после операции в объеме дыхательной гимнастики, статических упражнений на оперированную конечность, упражнений на пояс верхних и здоровую конечность. На 4-е сутки

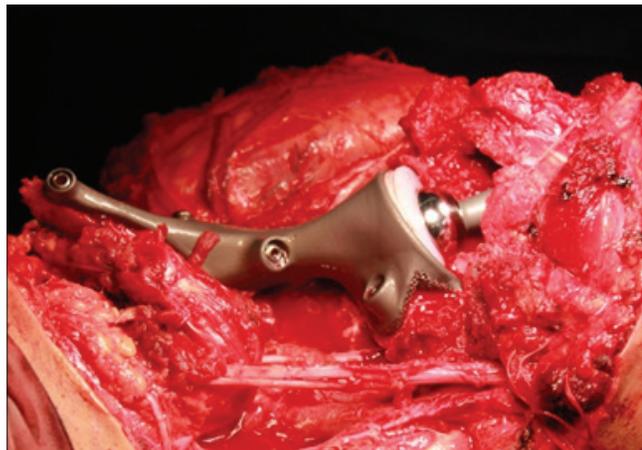


Рис. 7. Реконструкция периацетабулярной области костей таза индивидуальным имплантом и протезом тазобедренного сустава

комплекс реабилитации включал электротерапию ног, классический массаж. На пятые сутки после операции начата пассивная разработка тазобедренного сустава (угол пассивного сгибания около 30°). В дальнейшем угол пассивного сгибания коленного сустава составил 90°, тазобедренного – до 50°. Пациент вертикализован на 8-е сутки после операции в тазобедренном ортезе с костылями без опоры на оперированную конечность. Через 3 мес после операции пациент самостоятельно передвигался с опорой на костыли, функциональный результат по системе MSTS составлял 57%. Через 6 мес пациент передвигался с опорой на один подлоктевой костыль, активное сгибание коленного сустава составило 110°, тазобедренного сустава – 90°.

После операции было выполнено КТ-исследование удаленного препарата для проведения компьютерного анализа границ резекции, выполненного посредством применения навигационной системы. Совмещение данных предоперационного планирования и результатов после операции показало степень совпадения и расхождения границ резекции с планом операции. Результаты анализа представлены на рис. 8. Применение индивидуальных шаблонов после выполненной резекции костей таза, пораженных саркомой, позволило сформировать точные опилены здоровой кости для фиксации протеза костей таза.

При плановом гистологическом исследовании удаленный препарат представлен костями таза с прилежащими мягкими тканями. Размеры препарата 16,5×14×9 см. На распиле в толще крыла подвздошной кости располагается опухолевый узел размерами 9×7×5 см плотной неоднородной структуры, белесовато-вишневого цвета, а также с фокусами белесоватого цвета. Кортикальный слой разрушен на участке протяженностью 2,5 см, где ткань имеет белесовато-желтый цвет, строма с мик-

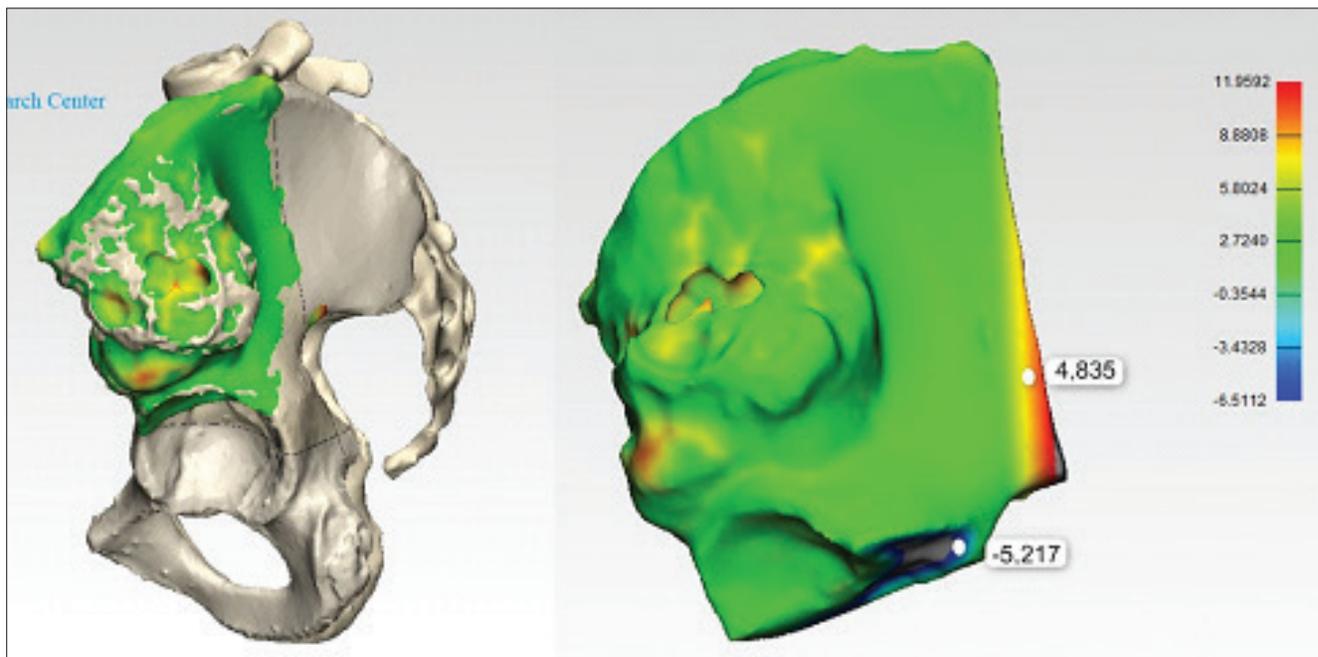


Рис. 8. Компьютерный анализ выполненной резекции и сопоставление с предоперационным планом

соматозом (рис. 9). Микроскопическое описание: фрагменты опухоли хрящевой дифференцировки с признаками тотального некроза. Признаков опухолевого роста не выявлено. Лечебный патоморфоз 4-й степени.

Учитывая данные гистологического заключения послеоперационного материала (4-я степень лечебного патоморфоза), пациенту было проведено 4 блока адьювантной полихимиотерапии, согласно протоколу ОС-2014 (рукав хорошего ответа), по схеме MM HDIf0-MAP, препаратами метотрексат, ифосфамид, доксорубицин и цисплатин. Блоки переносил удовлетворительно, отмечались гепатотоксичность 2-й степени, лейкопения 2-й степени, тромбоцитопения 1-й степени. Инфекционных осложнений не отмечено.

Лечение было завершено в апреле 2018 г. Период наблюдения пациента составил 23 мес без признаков локального рецидива и прогрессирования основного заболевания. Функциональная оценка по системе MSTS составляет 97%, что соответствует отличному результату (рис. 10). Клинических и рентгенологических признаков нестабильности на момент последнего визита в клинику в ноябре 2019 г. не выявлено (рис. 11).

Обсуждение

Первичные злокачественные опухоли периацетабулярной области являются редкой патологией и часто представляют трудности для выбора правильной тактики, обеспечивающей органосохраняющее лечение. Существовавшие ранее органосохраняющие операции часто ассоциировались с неудовлет-

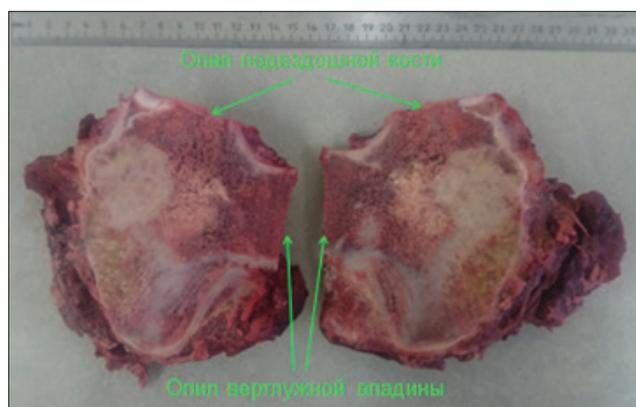


Рис. 9. Макроскопическая картина удаленного препарата, границы резекции R0

ворительными функциональными результатами и большим количеством осложнений. Внедрение компьютерного моделирования, анализа, 3D-визуализации и аддитивных технологий в клиническую медицину позволило открыть новые горизонты в органосохраняющем лечении больных с опухолями костей таза [16, 17]. В сравнении с традиционными методами производства протезов компьютерное моделирование и аддитивные технологии обладают рядом неоспоримых преимуществ, таких как быстрота согласования дизайна, анатомичность имплантов, четкая визуализация и прототипирование области операции, возможность применения индивидуальных шаблонов для резекций и формирования отверстий для фиксации, меньшие сроки и более низкая себестоимость производственного цикла. Компьютерный анализ импланта и костей таза методом конечных элементов [18, 19] позво-



Рис. 10. Функциональный результат через 1,5 года после операции

исследований, накопления клинических данных и оценки отдаленных результатов лечения.

Выводы

Титановые протезы, изготовленные методом 3D-печати, все чаще используются в онкоортопедии и ревизионной хирургии. Замещение дефектов костей таза с применением индивидуальных эндопротезов обеспечивает хороший функциональный результат без развития тяжелых осложнений. Разработка и создание импланта при помощи компьютерного моделирования, анализа и 3D-печати позволяют создавать анатомичные протезы с достаточным запасом прочности, эргономичным дизайном и надежными способами фиксации. Данное направление является перспективным в эндопротезировании при соблюдении правильных показаний для их использования, но требует проведения дополнительных исследований и более длительных периодов наблюдения.

Информация об источниках финансирования

Финансовой поддержки в настоящей статье не было.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Рис. 11. Рентгенограмма и компьютерная томография без признаков нестабильности металлоконструкции и системы фиксации

ляет разработать более эргономичный дизайн и правильную фиксацию. Данная методика является перспективной для профилактики развития нестабильности и анализа системы «имплант-кость». Представленный в статье мультидисциплинарный подход при органосохраняющем лечении больных с опухолями костей таза позволяет выполнять радикальные операции и обеспечивать хороший функциональный результат [14–17]. Однако применение в онкоортопедии протезов, созданных посредством 3D-принтинга, требует проведения дополнительных

Участие авторов

- Идея, концепция, дизайн исследования – Сушенцов Е.А., Маслов Л.Б., Алиев М.Д.
- Сбор и обработка материала – Агаев Д.К., Софронов Д.И., Сушенцов Е.А., Романцова О.М.
- Хирургическое обеспечение исследования – Мусаев Э.Р., Сушенцов Е.А., Дзампаев А.З., Софронов Д.И., Агаев Д.К.
- Статистическая обработка данных и написание текста статьи – Сушенцов Е.А., Федорова А.В., Жмайло М.А.
- Редактирование – Алиев М.Д., Мусаев Э.Р., Маслов Л.Б.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ham SJ, Kroon HM, Koops HS, Hoekstra HJ. Osteosarcoma of the pelvis: oncological results of 40 patients registered by The Netherlands Committee on Bone Tumours. *Eur J Surg Oncol.* 2000;26:53-60.
2. Meyers PA, Gorlick R. Osteosarcoma. *Pediatr Clin North Am.* 1997;44:973-989.
3. Wurtz LD, Peabody TD, Simon MA. Delay in the diagnosis and treatment of primary bone sarcoma of the pelvis. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:317-325.
4. Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM, Spooner D, Mangham DC, Kabukcuoglu Y. Osteosarcoma of the pelvis. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:796-802.
5. Bielack SS, Kempf-Bielack B, Delling G, Exner GU, Flege S, Helmke K et al. Prognostic factors in high-grade osteosarcoma of the extremities or trunk: An analysis of 1,702 patients treated on neoadjuvant cooperative osteosarcoma study group protocols. *J Clin Oncol.* 2002;20:776-790.
6. Bieling P, Rehan N, Winkler P, Helmke K, Maas R, Fuchs N et al. Tumor size and prognosis in aggressively treated osteosarcoma. *J Clin Oncol.* 1996;14:848-858.
7. Kawai A, Healey JH, Boland PJ, Lin PP, Huvos AG, Meyers PA. Prognostic factors for patients with sarcomas of the pelvic bones. *Cancer.* 1998;82:851-859.
8. Carter SR, Eastwood DM, Grimer RJ, Sneath RS. Hindquarter amputation for tumours of the musculoskeletal system. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72:490-493.
9. Bielack SS, Wulff B, Delling G, Göbel U, Kotz R, Ritter J et al. Osteosarcoma of the trunk treated by multimodal therapy: Experience of the Cooperative Osteosarcoma study group (COSS). *Med Pediatr Oncol.* 1995;24:6-12.
10. Kawai A, Huvos AG, Meyers PA, Healey JH. Osteosarcoma of the pelvis. Oncologic results of 40 patients. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;348:196-207.
11. Ayvaz M, Bekmez S, Mermerkaya MU, Caglar O, Acaroglu E, Tokgozoglu AM. Long-term results of reconstruction with pelvic allografts after wide resection of pelvic sarcomas. *Scientific World Journal* 2014;605019.
12. Ozaki T, Hillmann A, Bettin D, Wuisman P, Winkelmann W. High complication rates with pelvic allografts. Experience of 22 sarcoma resections. *Acta Orthop Scand.* 1996;67:333-338.
13. O'Connor MI, Sim FH. Salvage of the limb in the treatment of malignant pelvic tumors. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71:481-494.
14. Liang H, Ji T, Zhang Y, Wang Y, Guo W. Reconstruction with 3D-printed pelvic endoprostheses after resection of a pelvic tumour. *Bone Joint J.* 2017;99-B:267-275.
15. Chen X, Xu L, Wang Y, Hao Y, Wang L. Image-guided installation of 3D-printed patient-specific implant and its application in pelvic tumor resection and reconstruction surgery. *Comput Methods Prog Biomed.* 2016;125:66-78.
16. Wong KC, Kumta SM, Geel NV, Demol J. One-step reconstruction with a 3D-printed, biomechanically evaluated custom implant after complex pelvic tumor resection. *Comput Aided Surg.* 2015;20:14-23.
17. Сушенцов ЕА, Мусаев ЭР, Софронов ДИ, Федорова АВ, Степанова АМ, Ефименко ОС, Дженжера ГЕ, Алиев МД. Индивидуальное эндопротезирование на основе 3D-технологий после резекции костей таза. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2017;(3):14-20.
18. Maslov L.V. Mathematical model of bone regeneration in a porous implant. *Mechanics of Composite Materials.* 2017;53(3):399-414.
19. Маслова ИЛ, Суркова ПВ, Маслов ЛБ, Жмайло МА, Сушенцов ЕА. Конечно-элементное моделирование ацетабулярного компонента персонализированного эндопротеза тазобедренного сустава. XII Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики: сборник трудов в 4 томах. Т. 4: Материалы симпозиумов. Уфа: РИЦ БашГУ. 2019;4:178-180.
20. Shah FA, Snis A, Matic A, Thomsen P, Palmquist A. 3D printed Ti6Al4V implant surface promotes bone maturation and retains a higher density of less aged osteocytes at the bone-implant interface. *Acta Biomater.* 2016;30:357-367.
21. Sing SL, An J, Yeong WY, Wiria FE. Laser and electron beam powder-bed additive manufacturing of metallic implants: a review on processes, materials and designs. *J Orthop Res.* 2016;34:369-385.
22. Xiu P, Jia Z, Lv J, Yin C, Cheng Y, Zhang K, Song C, Leng H, Zheng Y, Cai H, Liu Z. Tailored surface treatment of 3D printed porous Ti₆Al₄V by microarc oxidation for enhanced osseointegration via optimized bone in-growth patterns and interlocked bone/implant interface. *ACS Appl Mater Interfaces.* 2016;8:17964-17975.

Статья поступила 11.12.2019 г., принята к печати 15.12.2019 г.
Рекомендована к публикации В.В. Тепляковым

Информационная страница

Сушенцов Евгений Александрович, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения опухолей опорно-двигательного аппарата ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Мусаев Эльмар Расимович, доктор медицинских наук, член-корр. РАН, зав. отделения вертебральной хирургии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Маслов Леонид Борисович, доктор физико-математических наук, зав. кафедрой теоретической и прикладной механики ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», г. Иваново.

Жмайло Михаил Александрович, ведущий инженер, центр НТИ «Новые производственные технологии» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург.

Софронов Денис Игоревич, кандидат медицинских наук, научный сотрудник отделения вертебральной хирургии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Агаев Дергах Камалединович, аспирант отделения опухолей опорно-двигательного аппарата ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Дзампаев Аслан Зелимханович, кандидат медицинских наук, зав. отделением опухолей опорно-двигательного аппарата НИИ детской онкологии и гематологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Романцова Ольга Михайловна, кандидат медицинских наук, врач-онколог отделения опухолей опорно-двигательного аппарата НИИ детской онкологии и гема-

тологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Федорова Александра Владимировна, кандидат медицинских наук, научный сотрудник рентгенодиагностического отделения ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва.

Алиев Мамед Джавадович, доктор медицинских наук, академик РАН, советник директора ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, г. Москва.

Дополнительные утверждения

Авторы согласны на публикацию представленной работы.

Авторы утверждают, что данная рукопись в настоящее время не представлена для публикации в другие издания и не была принята для публикации в других изданиях.

COMPUTER SIMULATION, 3D-PRINTING AND CUSTOM-MADE PROSTHETICS IN TREATMENT OF A PATIENT WITH OSTEOSARCOMA OF THE PELVIS

Sushentsov E.A.¹, Musaev E.R.¹, Maslov L.B.^{2,3}, Zhmaylo M.A.³, Sofronov D.I.¹, Agaev D.K.¹, Dzampaev A.Z.¹, Romantsova O.M.¹, Fedorova A.V.¹, Aliev M.D.⁴

¹ FSBI «National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin» of the Ministry of Health of Russia, Moscow; 24, Kashirskoe sh., Moscow, 115478, Russian Federation

² State Educational Institution of Higher Professional Education Ivanovo State Power University named after V.I. Lenin; 34, Rabfakovskaya st., Ivanovo, 153003, Russian Federation

³ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU); 29, Polytechnicheskaya st., 195251, St. Petersburg, Russian Federation

⁴ FSBI National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of the Russian Federation; 3, 2nd Botkinsky drive, Moscow, 125284, Russian Federation

Key words: sarcoma, pelvic bone, prosthetic reconstruction, 3D-printing, additive technology, prototyping, computer simulation, finite element analysis

The article presents a clinical case of treating a patient with iliac osteosarcoma who underwent pelvic resection with the replacement of the defect with an individual implant. Data of computed tomography (CT), a digital three-dimensional model of the pelvis reconstructed and a physical model made using 3D-printing. The optimal volume of bone resection was determined taking into account oncological principles. An implant design developed taking into account the anatomical features of the patient using computer simulation. A computer model of the pelvic bones with a defect replaced by an individual implant analyzed by the finite element method to determine the stress zones in the skeleton-implant system. The surgery was performed according to a previously plan, after the removal of the tumor, an individual pelvic prosthesis and hip prosthesis were successfully implanted. The patient followed up for 2 years, without the progression of the disease and the development of orthopedic complications with a good functional result. The use of computer design and 3D-printing of the pelvic prosthesis according to an individual project may be the optimal method of choice for the treatment of patients with tumors of the pelvic bones with a good clinical and functional result.

КОНГРЕССЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, ФОРУМЫ

2020 год		
2–4 апреля 2020	13th Asia Pacific Musculoskeletal Tumor Society Meeting (APMSTS 2020) Okayama, Japan	https://site2.convention.co.jp/apmsts2020/
10 апреля 2020	«Аддитивные технологии в медицине: от 3d-планирования до биопечати» Санкт-Петербург, Россия	www.as3dm.ru
23–25 апреля 2020	XI Съезд онкологов и радиологов стран СНГ и Евразии с участием EESG Казань, Россия	
13–15 May 2020	33 EMSOS Graz, Austria	www.emsos.org
21 мая 2020	Конференция Восточно-Европейской Группы по Изучению Сарком, посвященная 92-й годовщине со дня рождения академика Н.Н. Трапезникова: 5 лет отделению онкологической ортопедии РНЦ рентгенодиагностики Москва, Россия	www.eesg.ru
29 мая – 2 июня 2020	ASCO Chicago, USA	www.asco.org
22–23 июня 2020	Совместная международная конференция Восточно-Европейской Группы по Изучению Сарком (EESG) и Скандинавской саркомной группы (SSG) Выборг, Россия	www.eesg.ru
25–28 июня 2020	Форум «Белые ночи» с участием EESG Санкт-Петербург, Россия	www.forum-onco.ru
24–26 сентября 2020	Вреденовские чтения Санкт-Петербург, Россия	www.vredenreadings.org
21–25 сентября 2020	Третий международный форум онкологии и радиологии с участием EESG	www.forum-forlife.ru
30 September – 3 October 2020	41st SICOT Orthopaedic World Congress Budapest, Hungary	www.sicot.org
7–9 октября 2020	EUROSPINE 2020 Vienna, Austria	www.eurospine.org
15–16 октября 2020	Конференция EESG «Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи» Ростов-на-Дону, Россия	www.eesg.ru
_____ ноября 2020	Конгресс онкологов России Москва, Россия	www.rosoncoweb.ru
18–21 November 2020	CTOS 2020 Voca Raton, FL, USA	www.ctos.org

Поздравляем с Днем Рождения!



М.И. Давыдов
11 октября



А.Т. Амирасланов
17 ноября



Е.М. Трещалина
25 ноября

Библиографический список статей журнала за 2019 год

Journal bibliography. 2019

- Абрамова О.Э., Кудрявцев Д.В., Шинкаркина А.П., Гуменецкая Ю.В., Кудрявцева Г.Т., Конова М.В. Мутация гена BRAF v600 в опухолевых клетках – фактор неблагоприятного течения меланомы кожи? Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 2, с. 12-17.
- Агаев Д.К., Сушенцов Е.А., Софронов Д.И., Валиев А.К., Мусаев Э.Р., Хайленко В.А. Применение компьютерного моделирования и 3D-технологий в онкоортопедии. Обзор литературы. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 4, с. 5-16.
- Агаев Д.К., Соколовский А.В., Булычева И.В., Фёдорова А.В., Соколовский В.А., Бадыров Р.Н. Пятилетний опыт использования фосфат-кальциевых биокомпозитных материалов для реконструкции костных дефектов при атипических хрящевых опухолях. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 4, с. 36-46.
- Булычева И.В., Близиюков О.П., Родионова С.С., Буклемишев Ю.Е., Белая Ж.Е. Онкогенная остеомаляция/фосфатурическая мезенхимальная опухоль. Клиническое наблюдение. Обзор литературы. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 1, с. 28-33.
- Дуфлот В.Р., Ермаков В.С., Клементьева О.Е., Красноперова А.С., Лобанова Е.И., Лунёва К.А. Изучение радиофармпрепарата для лучевой терапии метастатических опухолей позвоночника (радионуклидной вертебропластики) путем доклинической оценки терапевтического потенциала. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 1, с. 42-50.
- Ивашков В.Ю., Ахматова Р.Р., Соболевский В.А., Мудунов А.М. Возможности использования лоскута угла лопатки для микрохирургического замещения комбинированных дефектов верхней челюсти у онкологических больных. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 2, с. 40-48.
- Киреева Т.А., Гуменецкая Ю.В., Кудрявцев Д.В., Стародубцев А.Л., Курильчик А.А., Куприянова Е.И. Клинический случай лечения пациента с местнораспространенным плоскоклеточным раком кожи, возникшим на фоне обширного послеожогового рубца. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 1, с. 51-55.
- Коновалов А.И., Старцева Ж.А., Тюкалов Ю.И., Богоутдинова А.В. Эффективность применения локальной гипертермии в качестве метода физической радиосенсибилизации в составе комбинированного лечения локализованных форм первичных и рецидивных сарком мягких тканей. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 4, с. 17-24.
- Кудрявцев Д.В., Кудрявцева Г.Т., Гуменецкая Ю.В., Давыдов Г.А., Олейник Н.А., Стародубцев А.Л., Двинских Н.Ю., Кондрашова Л.М., Пахоменко К.В., Иванов В.Е. Непосредственные и отдаленные результаты биопсии сторожевых лимфатических узлов у больных локализованной меланомой кожи. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 16-27.
- Кулага А.В., Мусаев Э.Р., Жукова Л.Г., Валиев А.К., Борзов К.А., Кабардаев Р.М., Софронов Д.И., Степанова А.М., Абдулжалиев А.Т. Локальное лечение пациентов с метастатическим поражением позвоночника при раке легкого. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 1, с. 5-14.
- Курильчик А.А., Стародубцев А.Л., Зубарев А.Л., Иванов В.Е., Кудрявцев Д.В. Ревизионное эндопротезирование у онкологических больных, опыт МРНЦ. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 35-41.
- Курильчик А.А., Стародубцев А.Л., Зубарев А.Л., Иванов В.Е., Кудрявцев Д.В. Эндопротезирование второй пястной кости при высокодифференцированной хондросаркоме. Клинический случай. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 53-56.
- Лазукин А.В., Тепляков В.В., Близиюков О.П., Барышникова Д.В., Сергеев Н.И., Шапошников А.А., Ахов А.О., Демина М.Н. Мезенхимальная хондросаркома (литературный обзор). Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 42-52.
- Малахова А.А., Бабий Е.С., Алиев М.Д. Детский госпитальный канцер-регистр как инструмент аудита лечения пациентов, модернизации и научной деятельности. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 2, с.5-11.

- Маникайло А.Е., Буров Д.А., Бохян Б.Ю., Харатишвили Т.К. Новое в классификации сарком мягких тканей. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 1, с. 15-21.
- Межецкий Э.П., Соболевский В.А. Торакоабдоминальные грыжи после резекции грудной стенки, методы профилактики. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 4, с. 25-30.
- Межецкий Э.П., Соболевский В.А. Функция верхних конечностей после резекции каркаса грудной стенки. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 4, с. 47-52.
- Соколовский а.В., Соколовский В.А., Алиев М.Д. Отдаленные результаты онкологического эндопротезирования области тазобедренного сустава при поражении первичными и метастатическими опухолями. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 5-15.
- Соловьева А.С., Соболевский В.А., Хайленко В.А., Крохина О.В., Анурова О.А., Шакирова Н.М., Хайленко Д.В., Азимова Р.Б., Ивашков В.Ю., Горбачева О.Ю., Доколин Р.М., Сопромадзе С.В., Тянь В.И., Брехунец Н.С., Пивень Т.В., Мехтиева Н.И. Применение флуоресцентной лимфографии для поиска сигнальных лимфатических узлов. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 2, с. 49-54.
- Сопромадзе С.В., Соболевский В.А., Феденко А.А., Крохина О.В., Горбачева О.Ю., Соловьева А.С. Саркома молочной железы. Выбор тактики лечения. Факторы прогноза. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 2, с. 25-33.
- Сушенцов Е.А., Мусаев Э.Р., Маслов Л.Б., Жмайло М.А., Софронов Д.И., Агаев Д.К., Дзампаев А.З., Романцова О.М., Федорова А.В., Алиев М.Д. Компьютерное моделирование, 3D-принтинг и индивидуальное протезирование в лечении больного с остеосаркомой костей таза. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 4, с. 53-61.
- Усманова Е.Б., Щелкова О.Ю., Кулага А.В., Валиев А.К., Обухова О.А., Софронов Д.И., Сушенцов Е.А., Короткова И.С. Исследование качества жизни в онкоортопедической клинике. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 4, с. 31-35.
- Усманова Е.Б., Щелкова О.Ю., Сушенцов Е.А., Софронов Д.И., Валиев А.К. Качество жизни и выживаемость пациентов с опухолевым поражением костей. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 34-39.
- Харатишвили Т.К., Петроченко Н.С., Буров Д.А., Бохян Б.Ю., Кумехов З.Ю., Андреева К.Б., Кива Е.В., Феденко А.А. Применение перфузионной химиотерапии в лечении различных нозологических форм злокачественных опухолей. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 28-34.
- Харатишвили Т.К., Петроченко Н.С., Буров Д.А., Бохян Б.Ю., Кумехов З.Ю., Сипратова К.В., Кива Е.В. Современные представления о возможностях применения перфузионной химиотерапии в лечении злокачественных опухолей. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 2, с. 18-24.
- Хасанов Р.Ш., Родионова А.Ю., Сафин И.Р., Аглуллин И.Р., Рукавишников Д.В., Панков И.О. Хирургическое лечение метастазов в длинные кости, осложненных патологическим переломом, как этап комбинированного лечения злокачественных новообразований (обзор литературы). Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 1, с. 22-27.
- Хмелевская В.Н., Куприянова Е.И., Цепенко В.В. Саркома Юинга костей таза (Литературная справка. Клинический случай длительного наблюдения больной после излечения саркомы юинга костей таза с метастазами в регионарные лимфатические узлы и в правое легкое). Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 1, с. 34-41.
- Хмелевская В.Н. Опухоль Аскина (литературная справка, клинический случай длительного наблюдения больной после комбинированного лечения). Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 57-62.
- 20-я конференция Международного общества по лечению сарком. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 63.
- 1-я международная конференция «Современные инновационные технологии в диагностике и лечении сарком костей, мягких тканей и опухолей кожи». Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 2, с. 55-58.
- IV Всероссийская научно-практическая конференция «3D-технологии в медицине». Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 2, с. 59-62.
- Второй международный форум онкологии и радиологии. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 64-67.
- Вреденовские чтения. Обзор научной конференции. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 3, с. 68-69.
- Дилшод Зухурович Закирходжаев (к юбилею). Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2019, № 1, с. 56-57.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ! ВАЖНАЯ ИНФОРМАЦИЯ!

Глубокоуважаемые коллеги!

В соответствии с новыми требованиями Министерства образования и науки по повышению качества научных периодических изданий и приведению их в соответствие с международными требованиями редакция журнала «Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи» публикует измененные требования к оформлению рукописей, сохранив основные положения, необходимые для индексирования журнала в международных научных базах данных.

К публикации принимаются оригинальные статьи, обзоры, лекции, описания случаев из практики, письма в редакцию.

При направлении статьи в редакцию рекомендуется руководствоваться следующими правилами, составленными с учетом «Единых требований к рукописям, предоставляемым в биомедицинские журналы» (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals), разработанными Международным комитетом редакторов медицинских журналов (International Committee of Medical Journal Editors). **Материалы, не отвечающие данным требованиям, к публикации не принимаются.** Рукописи, представленные на бумаге, авторам не возвращаются.

Все присылаемые для публикации материалы подлежат обязательному рецензированию ведущими российскими специалистами в области онкологии, хирургии, ортопедии, радиологии, патоморфологии, рентгенологии, дерматоонкологии.

Поданные в редакцию материалы не должны быть ранее либо одновременно представлены для публикации в другие научные журналы, что подтверждается авторами на прилагаемой к рукописи информационной странице.

Рукопись должна направляться в редакцию по электронной почте. Файл со статьей должен быть представлен в формате Microsoft Word (иметь расширение *.doc, *.docx, *.rtf).

Рукописи, присланные с нарушением правил оформления, не принимаются редакцией к рассмотрению.

I. Текст статьи

Файл с текстом статьи должен содержать всю информацию для публикации (в том числе рисунки и таблицы). Структура рукописи должна соответствовать следующему шаблону:

1. Название статьи. Желательно формулировать название статьи максимально конкретно, с использованием ключевых слов. Нельзя использовать аббревиатуры. При описании исследований вмешательств (лечебных, профилактических, диагностических) рекомендуется руководствоваться шаблоном «дизайн-вмешательство-компаратор-популяция». Например: «Ретроспективное исследование эффективности точности диагностики компьютерной и магнитно-резонансной томографии первичных опухолей костей у взрослых».

2. Авторы статьи. Указываются фамилии и инициалы авторов (например, Иванов П.С., Петров С.И., Сидоров И.П.).

3. Название учреждения. Необходимо привести официальное название учреждения в соответствии с базой РИНЦ и его почтовый адрес, включая государство. Если в написании рукописи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо соотнести названия учреждений и ФИО авторов путем добавления цифровых индексов в верхнем регистре перед названиями учреждений и фамилиями соответствующих авторов. Для одного автора допускается указание аффилиации не более чем с 2 учреждениями.

4. Ключевые слова. Необходимо указать 8–10 ключевых слов и словосочетаний, способствующих индексированию статьи в поисковых системах.

5. Резюме статьи должно быть (если работа оригинальная) структурированным: актуальность, цель, материалы и методы, результаты, выводы. Резюме должно полностью соответствовать содержанию основного текста статьи. Объем резюме 150–250 слов. Для всех остальных публикаций (лекций, обзоров, случаев из практики, статей для рубрики «Обмен опытом») резюме может быть неструктурированным.

6. Англоязычная аннотация

• **Article title.** Англоязычное название должно быть грамотно с точки зрения английского языка, при этом по смыслу полностью соответствовать русскоязычному названию.

• **Authors names.** При указании ФИО рекомендуется использовать ту же транслитерацию, как в ранее опубликованных статьях (с целью корректной привязки публикаций к авторам в международных индексах цитирования WoS, Scopus и др.). Авторам, публикующимся впервые, следует воспользоваться сервисом транслитерации <http://translit.net/ru/?account=bsi>, реализующим стандарт BGN/PCGN.

• **Affiliation.** Необходимо указывать англоязычное название учреждения, которое используется на сайте РУНЭБ eLibrary.ru.

• **Key words.** Для выбора ключевых слов на английском следует использовать тезаурус Национальной медицинской библиотеки США – Medical Subject Headings (MeSH). Список ключевых слов должен соответствовать аналогичному списку на русском языке.

• **Abstract.** Англоязычная версия резюме статьи должна по смыслу и структуре полностью соответствовать русскоязычной и быть грамотной с точки зрения английского языка.

7. Основной текст статьи

7.1. Оригинальная статья

Общий объем оригинальной статьи – до 15 страниц при требуемом форматировании (см. раздел II настоящих Правил). Структура рукописи, посвященной описанию результатов оригинального исследования, должна соответствовать общепринятому шаблону и содержать разделы: «Введение», «Материалы и методы», «Результаты», «Обсуждение».

Раздел «Введение» включает описание актуальности темы исследования, обзор литературы по теме исследования, постановку проблемы исследования, формулирование цели и задач исследования.

В разделе «Материалы и методы» описывают методы исследования, группы больных, включенных в исследование, схему (методику) экспериментов/наблюдений, позволяющих воспроизвести результаты, пользуясь только текстом статьи, материалы, приборы, оборудование и другие условия проведения экспериментов/наблюдений. В разделе «Материалы и методы» следует:

- если рукопись описывает интервенционное исследование вмешательства (метода лечения, профилактики, диагностики), указать, подписывали ли участники исследования (пациенты) информированное согласие. В случае проведения исследований с участием животных – соответствовал ли протокол исследования этическим принципам и нормам проведения биомедицинских исследований с участием животных. В обоих случаях необходимо указать, был ли протокол исследования одобрен этическим комитетом (с приведением названия соответствующей организации, ее расположения, номера протокола и даты заседания комитета). В случае регистрации описываемого клинического исследования в одном из регистров клинических исследований следует привести в основном тексте статьи и в резюме его регистрационный номер.

- описать дизайн исследования:

- необходимо определить план исследования, минимальное требование – указать, было ли исследование контролируемым (при наличии двух и более запланированных групп), и если оно было таковым, то являлось ли оно рандомизированным. При описании рандомизированных исследований авторам следует придерживаться стандартов представления результатов рандомизированных контролируемых исследований (CONSORT; <http://www.consortstatement.org/consort-2010>). Контролируемые нерандомизированные исследования необходимо сопроводить детальным описанием процедуры распределения (включения) участников исследования в сравниваемые группы. При этом необходимо уточнить, происходило ли включение в группы параллельно, последовательно, либо группы формировались ретроспективно (в случае использования исторического контроля ретроспективно могла формироваться только одна из групп). В настоящем подразделе должны быть описаны все изменения плана исследования, произошедшие после его начала. В частности, речь может идти об изменении плана исследования – от контролируемого к неконтролируемому варианту или наоборот;

- назвать популяцию, из которой набиралась выборка. Если основная и контрольная группа набирались из разных популяций, назвать каждую из них;

- перечислить критерии включения и исключения пациентов. Если они были разными для основной и контрольной групп, привести их отдельно;

- дать описание методов исследования в воспроизводимой форме с соответствующими ссылками на литературные источники и с описанием модификаций методов, выполненных авторами;

- указать, какое программное обеспечение использовалось для статистического анализа данных (название и номер версии пакета программ, компанию-производителя);

- указать, какая величина уровня значимости (p) принята за критическую при интерпретации результатов ста-

тистического анализа (например, «критической величиной уровня значимости считали 0,001»).

В разделе «Результаты» представляют фактические результаты исследования (текст, таблицы, графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки). При представлении результатов статистического анализа следует:

- расшифровывать, какие именно описательные статистики приводятся для количественных признаков (например: «среднее и среднеквадратическое отклонение ($M \pm s$)»; «медиана и квартили $Me [Q_1; Q_3]$ »). **Внимание!** Стандартную ошибку среднего (m) в качестве описательной статистики использовать не следует;

- приводить число наблюдений для каждого описываемого признака в каждой группе, как в тексте, так и в каждой таблице и на каждом рисунке. Также в таблицах и рисунках (либо их заголовках) необходимо указывать, какие описательные статистики на них представлены;

- при приведении уровня значимости (p) необходимо указывать метод статистического анализа, в ходе которого данный уровень значимости рассчитан. Уровень значимости рекомендуется приводить с точностью до третьего десятичного разряда (например, 0,038), **а не в виде неравенства ($p < 0,05$ или $p > 0,05$)**;

- при использовании параметрических методов статистического анализа (например, t -критерия Стьюдента, корреляционного анализа по Пирсону) должны быть приведены обоснования их применимости;

- при исследовании эффективности диагностических методов следует приводить результаты в виде чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного и отрицательного результатов с расчетом их доверительных интервалов;

- при исследовании эффективности медицинского вмешательства (метода лечения или профилактики) необходимо приводить результаты сопоставления основной и контрольной групп как до вмешательства, так и после него. Для перспективных исследований должны быть представлены величины относительного риска и разности абсолютных рисков и их 95% доверительные интервалы, для ретроспективных исследований – величина отношения шансов и ее 95% доверительный интервал.

Раздел «Обсуждение» содержит интерпретацию полученных результатов исследования, включая:

- соответствие полученных результатов гипотезе исследования и результатам других авторов;

- ограничения исследования и обобщения его результатов;

- предложения по практическому применению;

- предложения по направлению будущих исследований.

7.2. Обзор

Общий объем обзора – до 23 страниц (включая список литературы) при требуемом форматировании (см. раздел II настоящих Правил). Список литературы не должен превышать 20% общего объема текста. К обзорам предъявляются общие требования к рукописям (пп. 1–6, 8).

7.3. Лекции

Общий объем лекции – до 23 страниц при требуемом форматировании (см. раздел II настоящих Правил). Для лекций возможен произвольный стиль изложения. К лекциям предъявляются общие требования к рукописям (пп. 1–6, 8). При желании авторов к лекции прилагается список литературы с обязательными ссылками в тексте по приведенным правилам (п. 12). Список литературы к тексту лекций не должен превышать 10 наименований из числа основополагающих работ, доступных широкому кругу читателей.

7.4. Описание случаев из практики

Данные материалы должны содержать не более пяти страниц текста при требуемом форматировании (см. раздел II настоящих Правил) и не более трех таблиц или рисунков.

7.5. Письма в редакцию не должны превышать одной страницы при требуемом форматировании (см. раздел II настоящих Правил), включая не более одной таблицы или рисунка.

8. Благодарности. Авторы могут выразить благодарность персонам и организациям, способствовавшим подготовке статьи.

9. Информация об источниках финансирования. Необходимо указывать источник финансирования исследования, подготовки обзора или лекции (название выполняемой по госзаданию плановой НИР, номер гранта и наименование фонда, коммерческой или государственной организации и др.). Указывать размер финансирования не требуется.

10. Информация о конфликте интересов. Авторы должны описать потенциальные и явные конфликты интересов, связанные с рукописью, либо декларировать их отсутствие.

11. Участие авторов. В оригинальных статьях необходимо указать, в каком из этапов создания статьи принимал участие каждый из ее авторов. Пример: авторы И.И. Иванов, П.П. Петров, С.С. Сидоров...

Участие авторов:

- Концепция и дизайн исследования – И.И. Иванов,
- С.С. Сидоров
- Сбор и обработка материала – П.П. Петров
- Статистическая обработка данных – П.П. Петров
- Написание текста – С.С. Сидоров
- Редактирование – И.И. Иванов

12. Список литературы

Список литературы должен содержать релевантные и актуальные источники. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Ссылки на диссертации, авторефераты, тезисы конференций нежелательны.

В тексте статьи ссылки на источники приводятся в квадратных скобках арабскими цифрами. В списке литературы использованные источники приводятся НЕ в алфавитном порядке, а по порядку цитирования в тексте.

Количество цитируемых работ: в оригинальных статьях и лекциях допускается до 15, в обзорах – до 60 источников.

Формат пристатейных списков литературы должен соответствовать требованиям и стандартам MedLine (U.S. National Information Standards Organization NISO Z39.29-2005 [R2010]), что обеспечит в дальнейшем индексирование статьи в международных базах данных.

Основные правила

1. В библиографическом описании каждого источника должны быть первые 6 авторов. После инициалов авторов не следует ставить точки. Фамилии и инициалы всех авторов на латинице и название статьи на английском языке следует приводить так, как они даны в оригинальной публикации. Далее следуют выходные данные – год, том, номер, страницы. При ссылке на журнальные статьи (наиболее часто используемый при цитировании вид источника) следует придерживаться шаблона: **Отечественный источник: Автор АА, Соавтор ББ. Название статьи. Название журнала. Год; (Номер): стр-стр. Зарубежный источник: Автор АА, Соавтор ББ. Название статьи. Название журнала. Год; Том: стр-стр. (номер не указывать).**

2. Недопустимо сокращать название статьи и название отечественного журнала. Название англоязычных журналов следует приводить в соответствии с каталогом названий базы данных MedLine. Если журнал не индексируется в MedLine, необходимо указывать его полное название.

3. Для описания даты выхода, тома, номера журнала и страниц, на которых опубликована статья, следует использовать сокращенный формат записи – для иностранных источников, и полный формат записи – для русскоязычной части описания русскоязычных источников.

4. Библиографические описания ссылок на иностранные источники следует составлять в формате Vancouver в версии AMA (AMA style, <http://www.amamanualofstyle.com>).

Библиографические описания ссылок на русскоязычные источники должны состоять из двух частей: русскоязычной и на латинице (подряд). При этом сначала следует приводить русскоязычную часть описания, затем следует привести их транслитерации (транслитерация приводится в стандарте BSI, рекомендуется использовать сервис <http://ru.translit.net/?account=bsi>) либо привести перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках. Название статьи и журнала не следует разделять знаком «//». Пример: Алиев М.Д., Соколовский А.В., Соколовский В.А., Сергеев П.С. Результаты реконструкции голеностопного сустава мегапротезом при поражении опухолью дистального отдела большеберцовой кости. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2010, № 4, с. 13-18. [Aliiev MD, Sokolovsky AV, Sokolovsky VA, Sergeev PS. Rezultati rekonstrukcii golenostopnogo sustava megaprotezom pri porazhenii opuholiu distalnogo otdela bolshebercovoy kosti]. Sarkomi kostey, myagkikh tkaney, opuholi kozhi. 2010, № 4, с. 13-18. (In Russ.)].

1. Во всех случаях, когда у цитируемого материала есть цифровой идентификатор (Digital Object Identifier – DOI), его необходимо указывать в самом конце библиографической ссылки. Проверять наличие DOI статьи следует на сайте <http://search.crossref.org/> или <http://www.citethisforme.com>. Для получения DOI нужно ввести в поисковую строку название статьи на английском языке. Последний сайт помимо DOI автоматически генерирует правильно оформленное библиографическое описание статьи на английском языке в стиле цитирования AMA. Подавляющее большинство зарубежных журнальных статей с 2000 г. и многие русскоязычные статьи (опубликованные после 2013 г.) зарегистрированы в системе CrossRef и имеют уникальный DOI. Просим обратить внимание на **правильный формат** данного идентификатора: DOI: 10.0000/000-primer. Не допускается использование вариантов с «http», «dx.doi.org» и т. п. Обязательно наличие пробела после двоеточия, в теле ссылки используется только знак дефиса. После DOI не ставится точка. Пример: Zhang M, Holman CD, Price SD. Comorbidity and repeat admission to hospital for adverse drug reactions in older adults: retrospective cohort study. *New Eng J Med.* 2009;338:a2752. DOI: 10.1136/bmj.a2752.

2. Если статья написана на латинице (на немецком, финском, датском, итальянском и т. д.), она должна быть процитирована в оригинальном виде: Ellingsen AE, Wilhelmsen I. Sykdomsangst blant medisiner- og jusstudenter. *Tidsskr Nor Laegeforen.* 2002;122(8):785787. (in Norwegian).

3. Если у статьи есть ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПЕРЕВОД НАЗВАНИЯ, его нужно вставить ВМЕСТО ТРАНСЛИТЕРАЦИИ – так же, как и транслитерацию, в квадратных скобках после оригинального написания библиографической ссылки на источник. Проще всего проверить наличие официального перевода названия статьи можно, отыскав статью на eLibrary.ru.

Примеры правильного оформления ссылок в списках литературы.

Обычная статья в отечественном журнале:.

1. Тепляков В.В., Бухаров А.В., Урлова А.Н. Ошибки в диагностике и лечении сарком мягких тканей. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2012, № 1: 15-24. Teplyakov VV, Bukharov AV, Urlova AN. Oshibki v diagnostike i lechenii sarkom myagkikh tkaney. Sarkomi kostey, myagkikh tkaney, opuholi kozhi. 2012, № 1: 19-35. (In Russ.).

2. Обычная статья в международном журнале: Guerrero W.M., Deneve J.L. Local Recurrence of Extremity Soft Tissue Sarcoma. Surg Clin North Am. 2016;96(5):1157-1174.

3. Обычная статья в международном журнале с указанием DOI: Churg R., Tawabi H., Lucas D.R., Biermann J.S., Schuetze S.M., Baker L.H. Chordoma: the nonsarcoma primary bone tumor. The Oncologist. 2007, v. 12, p. 1344-1350. DOI: 10.4103/0974-8237.151587.

4. Письма, тезисы, резюме статей: Tor M, Turker H. International approaches to the prescription of long-term oxygen therapy [letter]. Eur Respir J. 2002;20:242. 13. Статья переиздана с исправлениями.

5. Книги и монографии: Зацепин С.Т. Костная патология взрослых. М.: Медицина; 2001 [Zacypin ST. Kostnaya patologiya vzroslykh. Moscow: Medicina; 2001. (In Russ.)]; Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaffler MA. Medical microbiology. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2002.

6. У книги один или несколько редакторов: Злокачественные новообразования в России в 2015 году / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ НМИРЦ Минздрава России; 2017 [Zlokachestvennie novoobrazovaniya v Rossii v 2015 godu. Pod red. Kaprina A.D., Srarinского V.V., Petrovoi G.V. MNI OI im. P.A. Gercena – filial «NMIRC» Minzdrava Rossii; 2017 (In Russ.)].

7. Глава в книге: Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editors. The genetic basis of human cancer. New York: McGraw-Hill; 2002. P. 93-113.

8. Тезисы в материалах конференции: М.Д. Алиев, А.Б. Лукьянченко. Клинические и рентгенологические признаки опухолей крестца. Тезисы II съезда онкологов стран СНГ; 2000 май 23-26; Киев, Украина. 2000; абстр. 778.

9. Диссертации: Мусаев Э.Р. Современные подходы к хирургическому лечению больных опухолями костей таза: Автореф. дис. д-ра мед. наук / М., 2008. – 42 [Musaev ER. Sovremennye podhody k khirurgicheskomu lecheniyu bolnykh opukholyami kostei taza. [dissertation] Moskva; 2005. (In Russ.)]. Доступно по: <http://www.medical-diss.com/medicina/sovremennye-podhody-k-hirurgicheskomu-lecheniyu-bolnyh-opukholyami-kostey-taza>.

10. Патенты (Допускается цитирование только при наличии в открытом доступе в интернете): Патент РФ на изобретение № 2625986. Фокин В.А., Алиев М.Д., Колядин С.В., Валиев А.К., Мусаев Э.Р., Сушенцов Е.А., Софронов Д.И., Тетюхин Д.В. Способ реконструкции костей таза. Доступно по: <http://www.findpatent.ru/patent/262/2625986.html>.

11. Законодательные документы: Федеральный закон Российской Федерации № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г. «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации». Доступно по: <http://www.rosminzdrav.ru/documents/7025-federalny...> Ссылка активна на 12.12.2014. [Federalny Zakon № 323-ФЗ Russian Federation dated Nov 21, 2011.].

12. Статьи, принятые в печать: Г.А. Ткаченко, А.М. Степанова, А.М. Мерзлякова. Психологическая коррекция фантомной боли у онкологических больных // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. – 2017 (в пе-

чати) [Tkachenko GA, Stepanova AM, Merzlyakova AM. Psikhologicheskaya korrekciya fantomnoy boli u onkologicheskikh bolnykh. Sarkomi kostey, myagkikh tkaney i opukholi kozhi – 2017 (in press) (In Russ.)].

13. Публикации в электронных версиях журналов: Боква ТА. Грипп и острые респираторные вирусные инфекции у детей: место препаратов интерферона в патогенетической терапии. Лечащий врач. 2017 (5). [Bokova TA. Gripp i ostrie respiratorniye virusniye infekcii u detey: mesto preparatov imterferona v patogeneticheskoy terapii. Lechaschiy vrach. 2017 (05) (In Russ.)]. Доступно по: <https://www.lvrach.ru/2017/05/>. Ссылка активна на 19.09.2017; Boks MA, Kager-Groenland JR, Haasjes MSP, Zwaginga JJ, van Ham SM, ten Brinke A. IL-10-generated tolerogenic dendritic cells are optimal for functional regulatory T-cell induction – A comparative study of human clinical-applicable DC. Clinical Immunology 2012;142:332-342. Available from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84857370127&origin=inward&txid=b9997a4e05cb7818b6db87db743574d2>.

II. Технические требования к рукописям

1. Формат текста рукописи: шрифт Times New Roman размера 12 pt, межстрочный интервал 1,0 pt, поля с каждой стороны страницы 2 см. Выделения в тексте можно проводить ТОЛЬКО курсивом или полужирным начертанием букв, но НЕ подчеркиванием. Из текста необходимо удалить все повторяющиеся пробелы и лишние разрывы строк (можно использовать сервис Microsoft Word «найти и заменить»).

2. Сокращения без расшифровки не допускаются. Условные обозначения специальных терминов при первом упоминании приводятся полностью. Сокращения иностранных словосочетаний приводятся по первым буквам русского эквивалента с указанием оригинального варианта.

3. Единицы измерения должны быть приведены в системе СИ.

4. Использование сносок следует избегать, при крайней необходимости их нужно пронумеровать и расположить внизу соответствующей страницы.

5. Химические и математические формулы, названия химических соединений и лекарств, цитаты не должны содержать ошибки или опечатки, что гарантируется подписью авторов на информационной странице. Для лекарственных препаратов следует указывать международные непатентованные названия за исключением тех препаратов, для которых таковые не существуют.

6. Таблицы следует размещать в текст статьи; они должны иметь нумерованный заголовок и четко обозначенные графы, удобные и понятные для чтения. Приведенные в таблице числа должны соответствовать числам в тексте статьи, однако не должны дублировать представленную в нем информацию. Ссылки на таблицы в тексте обязательны. Число таблиц в представляемых рукописях не должно превышать 3. Не следует использовать фоновую заливку таблиц.

7. Рисунки (графики, диаграммы, схемы, чертежи и другие иллюстрации, рисованные средствами MS Office) должны быть контрастными и четкими. Объем графического материала минимальный (за исключением работ, где это оправданно характером исследования). Каждый рисунок должен быть размещен в тексте и сопровождаться нумерованной подрисуночной подписью. Ссылки на рисунки в тексте обязательны. Число рисунков в представляемых рукописях не должно превышать 6 (включая фотографии). Не следует использовать фоновую заливку рисунков.

8. Фотографии, изображения экранов мониторов (скриншоты) и другие нерисованные иллюстрации также

называются рисунками. Их следует включать в файл статьи после списка литературы на отдельных страницах. Под рисунком (изображением) следует привести подрисовочную подпись (пример: *Рис. 1. Сеченов Иван Михайлович*). Разрешение изображения должно быть >300 dpi. Допускается включение в 1 публикацию не более 4 цветных фотографий размером 90×120 мм. Также дополнительно необходимо представить файлы изображений, которым необходимо присвоить название, соответствующее номеру рисунка в тексте.

III. Сопроводительные документы

При подаче рукописи в редакцию журнала необходимо дополнительно представить файлы, содержащие отсканированные изображения следующих сопроводительных документов (в форматах *.pdf, *.jpg).

Информационная страница

На информационной странице указываются ФИО, места работы и должности всех авторов, а также ФИО, почтовый адрес, номер телефона, адрес электронной почты автора статьи, с которым редакция будет вести переписку. Информационная страница должна содержать также следующие утверждения:

1) «Авторы согласны на публикацию представленной работы».

2) «Авторы подтверждают, что данная рукопись в настоящее время не представлена для публикации в другие издания и не была принята для публикации в других изданиях».

Данная страница должна быть подписана всеми членами авторского коллектива.

IV. Авторские права

Подача материалов для публикации означает автоматическую передачу авторских прав автору издательству с момента их получения. Принятая к печати документация становится постоянной собственностью журнала «Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи» и не подлежит частичному или полному воспроизведению без письменного разрешения редакции. Получение разрешений на воспроизведение иллюстраций, таблиц и т. д., опубликованных в других печатных изданиях и использованных в данном печатном материале, возлагается на автора публикации. Рукописи авторам не возвращаются.

Автором сохраняется право использования опубликованного материала, его фрагментов и частей в личных, в том числе научных, преподавательских целях, а также опубликования в иных изданиях фрагментов со ссылкой на основную публикацию.