



National Scientific Center of Traumatology
and Orthopaedics named after
Academician N.D. Batpenov

ISSN: 2789-9632
e-2789-9640

Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan

Scientific & Practical Journal of the
Kazakhstan Association of Trauma Orthopaedists

Volume 71. Number 1 (2024)

Astana, 2024

РЕДАКЦИЯ/EDITORIAL

Бас редактор:

Бекарисов Олжас Сапарғалиұлы
Қауымдастырылған редакторлар:
Бәтпен Арман Нұрланұлы
Mahmut Nedim Doral
Абдрахманов Әлібек Жанпейісұлы
Атқарушы редактор:
Оразова Ғалия Ұзаққызы
Жауапты хатшы:
Гурбанова Эльнара Иншаллаховна

Главный редактор:

Бекарисов Олжас Сапарғалиевич
Ассоциированные редакторы:
Бәтпен Арман Нұрланұлы
Mahmut Nedim Doral
Абдрахманов Алибек Жанпеисович
Исполнительный редактор:
Оразова Ғалия Ұзаққызы
Ответственный секретарь:
Гурбанова Эльнара Иншаллаховна

Editor-in-Chief:

Olzhas Bekarissov
Associate Editors:
Arman Batpen
Mahmut Nedim Doral
Alibek Abdrakhmanov
Executive Editor:
Galiya Orazova
Executive Secretary:
Gurbanova Elnara

РЕДАКЦИЯЛЫҚ КЕҢЕС/ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ/ EDITORIAL BOARD

Kotz Rainer (Австрия)
Schnettler Reinhard (Германия)
Zeichen J. (Германия)
Sehirlioglu Ali (Түркия)
Tarasevicius Sarunas (Литва)
Hayati Durmaz (Түркия)
Häring Ewald (Австрия)
Абдуразаков У.А. (Қазақстан)
Ахтямов И.Ф. (Ресей)
Виссарионов С.В. (Ресей)
Гахраманов А. (Әзірбайжан)
Есиркепов М.М. (Қазақстан)
Жанаспаев М.А. (Қазақстан)
Михайловский М.В. (Ресей)
Минасов Б.Ш. (Ресей)
Мурылев В.Ю. (Ресей)
Надилов Н.Н. (Қазақстан)
Раманкулов Е.М. (Қазақстан)
Рерих В.В. (Ресей)
Римашевский Д.В. (Ресей)
Тихилов Р.М. (Ресей)

Kotz Rainer (Австрия)
Schnettler Reinhard (Германия)
Zeichen J. (Германия)
Sehirlioglu Ali (Түркия)
Tarasevicius Sarunas (Литва)
Hayati Durmaz (Түркия)
Häring Ewald (Австрия)
Абдуразаков У.А. (Қазақстан)
Ахтямов И.Ф. (Россия)
Виссарионов С.В. (Россия)
Гахраманов А. (Азербайджан)
Есиркепов М.М. (Казахстан)
Жанаспаев М.А. (Казахстан)
Михайловский М.В. (Россия)
Минасов Б.Ш. (Россия)
Мурылев В.Ю. (Россия)
Надилов Н.Н. (Казахстан)
Раманкулов Е.М. (Казахстан)
Рерих В.В. (Россия)
Римашевский Д.В. (Россия)
Тихилов Р.М. (Россия)

Kotz Rainer (Austria)
Schnettler Reinhard (Germany)
Zeichen J. (Germany)
Sehirlioglu Ali (Turkey)
Tarasevicius Sarunas (Lithuania)
Hayati Durmaz (Turkey)
Häring Ewald (Austria)
Urabay Abdurazakov (Kazakhstan)
Ildar Akhtyamov (Russia)
Sergey Vissarionov (Russia)
Aydin Gahramanov (Azerbaijan)
Marlen Yesirkepov (Kazakhstan)
Marat Zhanaspayev (Kazakhstan)
Mikhail Mikhailovsky (Russia)
Nurbek Nadyrov (Kazakhstan)
Bulat Minasov (Russia)
Valery Murylev (Russia)
Yerlan Ramankulov (Kazakhstan)
Victor Rerich (Russia)
Denis Rimashevsky (Russia)
Rashid Tikhilov (Russia)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ КОЛЛЕГИЯ/ РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ / FOUNDING EDITORIAL BOARD

Абдрахманова А.С. (Қазақстан)
Абильмажинов М.Т. (Қазақстан)
Анашев Т.С. (Қазақстан)
Баубеков М.Б. (Қазақстан)
Байдарбеков М.У. (Қазақстан)
Белокобылов А.А. (Қазақстан)
Джаксыбекова Г.К. (Қазақстан)
Жанаспаева Г.А. (Қазақстан)
Искаков Е.С. (Қазақстан)
Мурсалов Н.К. (Қазақстан)
Махамбетчин М.М. (Қазақстан)
Мухаметжанов Х.М. (Қазақстан)
Нағыманов Б.А. (Қазақстан)
Набиев Е.Н. (Қазақстан)
Оспанов К.Т. (Қазақстан)
Раймагамбетов Е.К. (Қазақстан)
Спичак Л.В. (Қазақстан)
Тажин К.Б. (Қазақстан)
Түлеубаев Б.Е. (Қазақстан)

Абдрахманова А.С. (Казахстан)
Абильмажинов М.Т. (Казахстан)
Анашев Т.С. (Казахстан)
Баубеков М.Б. (Казахстан)
Байдарбеков М.У. (Казахстан)
Белокобылов А.А. (Казахстан)
Джаксыбекова Г.К. (Казахстан)
Жанаспаева Г.А. (Казахстан)
Искаков Е.С. (Казахстан)
Мурсалов Н.К. (Казахстан)
Махамбетчин М.М. (Казахстан)
Мухаметжанов Х.М. (Казахстан)
Нағыманов Б.А. (Казахстан)
Набиев Е.Н. (Казахстан)
Оспанов К.Т. (Казахстан)
Раймагамбетов Е.К. (Казахстан)
Спичак Л.В. (Казахстан)
Тажин К.Б. (Казахстан)
Түлеубаев Б.Е. (Казахстан)

Aliya Abdrakhmanova (Kazakhstan)
Mukhtar Abilmazhinov (Kazakhstan)
Talgat Anashev (Kazakhstan)
Meyram Baubekov (Kazakhstan)
Murat Baidarbekov (Kazakhstan)
Alexey Belokobylov (Kazakhstan)
Galina Jaxybekova (Kazakhstan)
Galiya Zhanaspayeva (Kazakhstan)
Yerzhan Isakov (Kazakhstan)
Nagmet Mursalov (Kazakhstan)
Murat Makhambetchin (Kazakhstan)
Khanat Mukhametzanov (Kazakhstan)
Bolat Nagymanov (Kazakhstan)
Yergaly Nabiye (Kazakhstan)
Kuanyshe Ospanov (Kazakhstan)
Yerik Raimagambetov (Kazakhstan)
Lyudmila Spichak (Kazakhstan)
Kairat Tazhin (Kazakhstan)
Berik Tuleubayev (Kazakhstan)

Редакцияның мекен-жайы:

Traumatology and Orthopaedics
of Kazakhstan
Z00P5Y4
Қазақстан, Астана қ.
Абылай хан даңғ. 15/А
Тел.: +7 (7172) 547 717
E-mail: editor.journalto@gmail.com
Веб-сайт: www.journaltokaz.org

Адрес редакции:

Traumatology and Orthopaedics
of Kazakhstan
Z00P5Y4
Казахстан, г. Астана
пр. Абылай хана, 15/А
Тел.: +7 (7172) 547 717
E-mail: editor.journalto@gmail.com
Веб-сайт: www.journaltokaz.org

Editorial Office:

Traumatology and Orthopaedics
of Kazakhstan
Z00P5Y4
Kazakhstan, Astana city
Abylai Khan Ave, 15A
Tel.: +7 (7172) 547 717
E-mail: editor.journalto@gmail.com
Website: www.journaltokaz.org



National Scientific Center of Traumatology and Orthopaedics named after Academician N.D. Batpenov

Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan

Scientific & Practical journal of the Kazakhstan Association of Trauma Orthopaedists

Authors are responsible for reliability of information published in the journal. Reprinting of articles published in this journal and their use in any form, including e- media, without the consent of the publisher is prohibited

Astana, 2024

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2024-1-71-4-13>

УДК 616-089.23; 616-001; 615.477.2; 616-089.28/.29
МРНТИ 76.29.41

Оригинальная статья

Оценка исходов артроскопической пластики передней крестообразной связки коленного сустава ауто трансплантатом из сухожилия четырехглавой мышцы бедра

Лазишвили Г.Д.¹, Егназарян К.А.², Ратъев А.П.³, Гордиенко Д.И.⁴

¹ Профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова; врач ортопед-травматолог, Городская клиническая больница №1 имени Н.И.Пирогова, Москва, Россия. E-mail: guramlaz@gmail.com

² Заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия. E-mail: egkar@mail.ru

³ Профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Российский национальный исследовательский медицинский университет; врач ортопед-травматолог, Городская клиническая больница №1 имени Н.И.Пирогова, Москва, Россия. E-mail: anratiev@gmail.com

⁴ Доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова; врач ортопед-травматолог, Городская клиническая больница №1 имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия. E-mail: dgordi@mail.ru

Резюме

Цель исследования: изучить макро и микроскопическое состояние сухожильных трансплантатов в различные сроки после артроскопической имплантации по поводу повреждения передней крестообразной связки коленного сустава.

Методы. Первичная артроскопическая пластика передней крестообразной связки трансплантатом из сухожилия четырехглавой мышцы бедра выполнена у 678 пациентов. В 496 наблюдениях использовался трансплантат с костным блоком из верхнего полюса надколенника, в 182 наблюдениях - сухожильный трансплантат без костного блока. В 206 случаях фиксация трансплантата осуществлялась внутритуннельно металлическими интерферентными винтами, в 340 случаях - биодеградируемыми винтами, в 132 наблюдениях - металлическим и биодеградируемым винтами.

В 47 случаях выполнено артроскопическое удаление металлических винтов в сроки от 5 месяцев до 2,5 лет с момента операции, что позволило артроскопически и гистологически изучить характер ремоделирования трансплантатов. Рассмотрены анатомо-биомеханические особенности такого пластического материала, определены показания и противопоказания к операции. Представлены преимущества и недостатки различных способов фиксации трансплантата, описаны специфические осложнения при использовании биодеградируемых винтов.

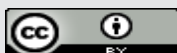
Результаты. На основании 47 ревизионных операций разработана артроскопическая классификация функциональных состояний трансплантатов в различные сроки после операции. Представлено 6 типов трансплантатов с подробным описанием каждого из них. Гистологически изучено состояние и качество ремоделирования трансплантатов в сроки до 2,5 лет после операции.

Выводы. Трансплантат из сухожилия четырехглавой мышцы бедра отличный пластический материал как для первичной, так и для ревизионной реконструкции передней крестообразной связки.

Ключевые слова: коленный сустав, артроскопия, передняя крестообразная связка, артроскопическая реконструкция передней крестообразной связки, ауто трансплантат.

Corresponding author: Guram Lazishvili, MD, PhD, Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and General Medical Surgery, orthopedic traumatologist, City Clinical Hospital No. 1, Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia. Postal code: 117997
Address: Russia, Moscow, st. Ostrovityanova 1.
Phone: +79166575996, +79175620412
E-mail: guramlaz@gmail.com

J Trauma Ortho Kaz 1(71) 2024: 4-13
Received: 12-01-2024
Accepted: 29-02-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Повреждения передней крестообразной связки (ПКС) занимают одно из первых мест в структуре травм коленных суставов (КС) [1,2]. В настоящее время, предметом дискуссий продолжает оставаться выбор оптимального аутологичного материала для артроскопической (АС) пластики ПКС. Многие годы наиболее популярным пластическим материалом считался трансплантат (ТРТ) из средней трети связки надколенника (СН) с костными блоками на концах. Большинство ортопедов были едины во мнении, что такой пластический материал являлся самым прочным и надежным.

В 1963 году Jones K. описал методику операции, при которой выкраивал трансплантат из СН на дистальной ножке с костным фрагментом от кортикального слоя надколенника (Н) на проксимальном конце [3]. В 1982 году Clancy W.G. et al. первыми предложили использовать для пластики ПКС свободный васкуляризованный трансплантат из средней трети СН с двумя костными блоками на концах, в комбинации с внесуставной транспозицией сухожилий «гусиной лапки» [4]. Позже эта операция послужила основой для многих других, широко применяемых методик. Годом раньше, Clancy W.G. et al. опубликовали результаты крайне важных исследований, в которых изучили процессы регенерации трансплантата из СН у обезьян. Исследования показали, что через 9 месяцев после операции происходит восстановление кровоснабжения, иннервации и структуры сухожильной ткани ТРТ. Причем последний, выдерживал нагрузку равную 80% от его первоначальной прочности [5].

В тоже время, анализ отдаленных исходов операций позволил выделить ряд существенных недостатков использования такого пластического материала. К ним отнесли: маленькую толщину СН, фиксированную длину сухожильной части ТРТ, риски переломов надколенника и костных блоков при их внутритуннельной фиксации винтами, развитие и прогрессирование пателло-фemorального артроза, разрывы СН, тендиниты нижнего полюса Н и др. [6,7]. Все это заставило многих ортопедов отказаться от использования трансплантата из СН в пользу других пластических материалов.

В последнее десятилетие для артроскопической пластики ПКС все большую популярность набирает трансплантат из средней трети сухожилия четырехглавой мышцы бедра (ЧГМБ) – квадрицепс

Материалы и методы

Многие годы для пластики ПКС мы широко использовали трансплантат из СН с костными блоками на концах. Анализ 653 операций показал, что использование такого пластического материала сопряжено с рисками развития ряда специфических осложнений (хронический болевой синдром в местах забора сухожильной части ТРТ и костных блоков; тендиниты в области прикрепления связки надколенника к его нижнему полюсу (чаще у пациентов, чьи физические нагрузки связаны с бегом и прыжками); дискомфорт при стоянии на коленях; переломы надколенника (Н); разрывы СН; локальный артрофиброз (суслорс - синдром); синдром соударения / сдавления ТРТ («impingement» синдром); изменение формы внутрикостных туннелей и др. Морфологический анализ характера регенерации ТРТ показал, что сухожильная ткань не восстанавливается

трансплантат (QT) [8-12]. В 1979 году Marshall J.L. et al. первыми сообщили о применении мягкотканного QT, начинающегося на 5–6 см проксимальнее надколенника и заканчивающегося связкой надколенника с включением препателлярной ретикулярной ткани [13]. Позже, в 1984 г. Blauth W. модифицировал технику забора ТРТ и стал использовать QT с проксимальным костным блоком из верхнего полюса надколенника [14]. В 2003 г. DeAngelis J.P. и Fulkerson J.P. первыми сообщили о результатах использования QT без костного блока у 29 пациентов [15]. Авторы сделали заключение, что такой пластический материал является хорошей альтернативой трансплантату из СН с низким уровнем осложнений. Позже были представлены результаты ряда противоречивых исследований, в которых был продемонстрирован как высокий процент (90-93%) успешных исходов операций, так и высокая частота (20-25%) неудовлетворительных исходов, нередко с длительными сроками восстановления разгибательного аппарата [12]. Эти неоднозначные результаты исследований привели к тому, что у хирургов интерес к QT в значительной степени пропал, и он использовался в основном при повторных ревизионных операциях [16,17]. Позже, были проведены важные анатомические и биомеханические исследования, которые показали очевидные преимущества QT. Так, средняя длина его сухожильной части составила 8,4-9,2 см, толщина - 62-64 мм, прочность на разрыв - 2373±618 N. Все эти данные убедительно свидетельствовали о том, что квадрицепс трансплантат можно было считать оптимальным аутологичным материалом для первичной и ревизионной пластики ПКС [8,18-22]. Были опубликованы результаты клинических исследований с высоким процентом хороших и отличных исходов операций [24]. В настоящее время интерес к такому трансплантату возродился, и он используется в 15-20% случаев первичных пластик ПКС [25].

Цель исследования: произвести макро и микроскопическую оценку характера регенерации трансплантата после реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава квадрицепс трансплантатом в различные сроки после операции, разработать артроскопическую классификацию функционального состояния трансплантата.

до своих первоначальных показателей [6,7]. В настоящее время трансплантат из СН мы используем редко.

С 2007 года мы отдаем предпочтение трансплантату из сухожилия четырехглавой мышцы бедра (ЧГМБ), которая, как и связка надколенника, является элементом разгибательного аппарата коленного сустава (РАКС). Анатомо-биомеханические преимущества такого трансплантата в сравнении с трансплантатом из СН очевидны. Так, у всех наших пациентов средняя длина сухожильной части QT была значительно выше, чем у трансплантата из СН (8,4-9,2 см и 4,7-5 см соответственно). Толщина трансплантата из СН шириной 10 мм в среднем составляла 3,8-4,3 мм, а QT аналогичной ширины 6,2-8,4 мм.

Определены и более высокие прочностные характеристики QT, который выдерживал нагрузку на разрыв равную 2373 ± 618 N, а из СН – 1953 ± 325 N [20,21,23,26]. Все перечисленные выше данные убедительно свидетельствуют о том, что трансплантаты из сухожилия ЧГМБ длиннее, толще и прочнее трансплантатов из СН.

За период с 2007 по март 2024 гг. в травматологической клинике Городская клиническая больница №1 имени Н.И. Пирогова г. Москва (клиническая база кафедры травматологии и ортопедии Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова) первичная артроскопическая пластика ПКС с использованием квадрицепс трансплантата выполнена у 678 пациентов (504 мужчин, 174 женщин). Подавляющее большинство пострадавших ($75 \pm 2,8\%$) находились в наиболее активном и трудоспособном возрасте от 21 года до 50 лет. Обращает на себя внимание преобладание спортивных травм – $62,4 \pm 2,8\%$ случаев. Наиболее редко встречался комбинированный механизм повреждения ПКС – $6,9 \pm 3,04\%$ наблюдений. В $47,5 \pm 3,4\%$ случаев травмы КС получены в результате сочетания сгибания, отведения и наружной ротации голени. В тоже время в $29 \pm 2,15\%$ случаев выявить механизм травмы не удалось, что было связано либо с давностью повреждения, либо с отсутствием информации о характере травмы и положении конечности в момент повреждения. Среди повреждений ПКС преобладали полные проксимальные отрывы ($88,4 \pm 2,4\%$ наблюдений). Частичные повреждения связки диагностированы артроскопически в $3,8 \pm 1,8\%$ случаев отмечены. Крайне

редко встречались срединные разрывы ($2,8 \pm 2,2\%$ случаев), еще реже дистальные отрывы связки без костного фрагмента ($2,6 \pm 1,8\%$ случаев).

В 496 наблюдениях для пластики ПКС использовался трансплантат с костным блоком из верхнего полюса надколенника, а сухожильный трансплантат без костного блока – у 182 больных. Фиксация ТРТ осуществлялась внутритуннельно металлическими (титановыми) винтами – 206 наблюдений, биодеградируемыми винтами – 340 наблюдений, либо комбинацией использования проксимально металлического, а дистально – биодеградируемого винтов – 132 наблюдения.

Абсолютными противопоказаниями к применению квадрицепс-трансплантата считали наличие в анамнезе: повреждений ЧГМБ и СН, переломов и вывихов надколенника; пластики ПКС трансплантатом из СН того же колена сустава; стойкую контрактуру КС; выраженную гипотрофию ЧГМБ. Рентгенологически документированные бедренно - надколенниковый артроз и дольчатое строение надколенника являлись показаниями к использованию ТРТ без костного блока. Высокое анатомическое расположение надколенника - patella alta (документированное на боковых рентгенограммах) свидетельствовало о коротком сухожилии ЧГМБ и возможно недостаточной для пластики ПКС длине трансплантата.

Считали крайне важным еще на этапах предоперационного планирования определить по сагиттальным МРТ срезам толщину и длину сухожилия ЧГМБ (Рисунок 1 а, б).

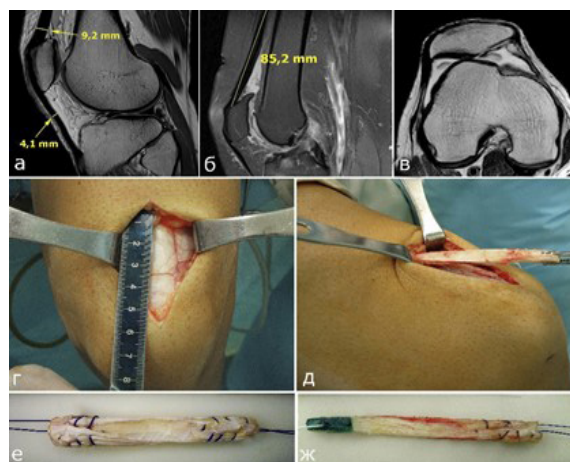


Рисунок 1 - Предоперационная МРТ оценка: толщины (а) и длины (б) сухожилия ЧГМБ, латеропозиции надколенника (в). Этапы операции: г – мобилизация сухожилия ЧГМБ, д – забор трансплантата с костным блоком, е – трансплантат без костного блока, ж – трансплантат с костным блоком

Анатомическое положение надколенника и наличие явлений бедренно-надколенникового артроза оценивали по аксиальным срезам (Рисунок 1 в). Так, латеропозиция надколенника свидетельствовала о его нестабильности и являлась абсолютным противопоказанием к использованию квадрицепс-трансплантата.

Забор трансплантата. Линейный вертикальный разрез по передне - верхней поверхности КС длиной 6-8 см, начинающийся на уровне верхнего полюса надколенника. Такой доступ позволял полноценно мобилизовать сухожилие ЧГМБ и измерить его длину (Рисунок 1 г). В тех случаях, когда она превышала 8 см, производился забор только сухожильного ТРТ (без

костного блока) максимальной длины и шириной 9-10 мм (Рисунок 1 е). Когда длина сухожилия ЧГМБ не превышала 8 см, выполняли забор ТРТ с костным блоком из верхнего полюса надколенника длиной 20-25 мм (Рисунок 1 д, ж).

Моделирование ТРТ включало иссечение излишков волокон сухожилия и фасции, костному блоку придавали оптимальные форму и размеры, сухожильный конец ТРТ прошивали рассасывающимися нитями. Для предотвращения ретракции сухожильных волокон ТРТ, последний оставляли в натянутом состоянии на «рабочей станции», до момента его имплантации (Рисунок 3 а).

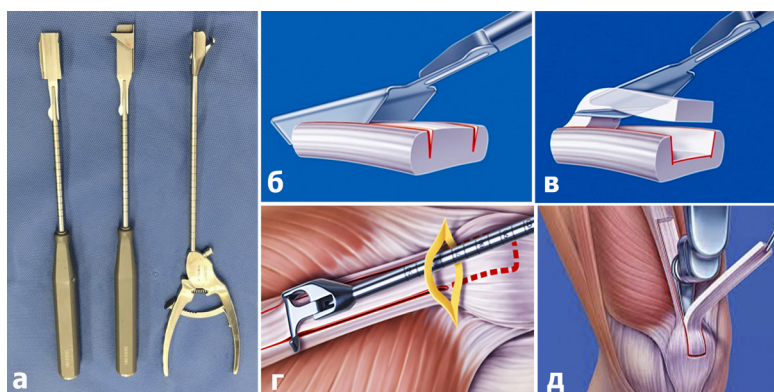


Рисунок 2 - Мини инвазивная техника забора трансплантата (схема): а – набор инструментов для забора ТРТ, б – вертикальное рассечение сухожилия ЧГМБ, в – выделение сухожилия *m.rectus femoris*, г – отсечение проксимального конца ТРТ, д – выпиливание костного блока из надколенника

В последние годы мы отдаем предпочтение описанной в 2014 году Fink C. мини инвазивной технике забора ТРТ (Рисунок 2 а) [27]. Преимущества такой техники очевидны: минимальные разрез кожи (3-4

см) и травматичность забора ТРТ, артроскопическая визуализация за качеством мобилизации сухожилия ЧГМБ и забором ТРТ.

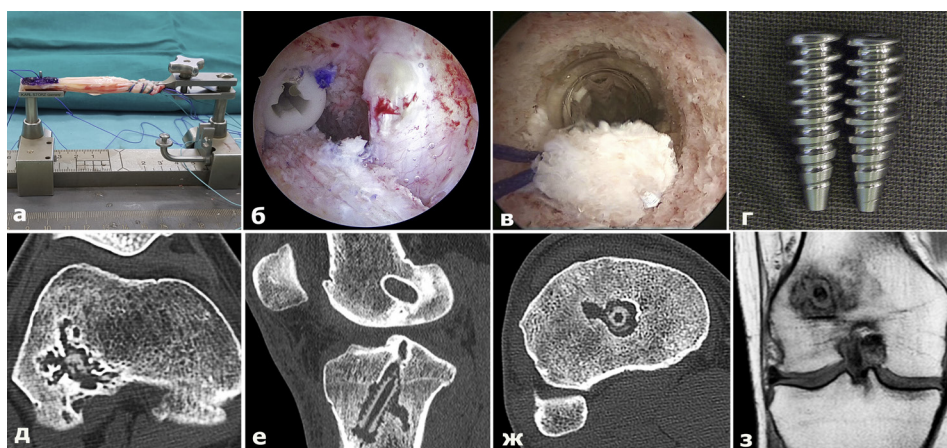


Рисунок 3 - Подготовленный к имплантации трансплантат с костным блоком (а); проксимальный (б) и дистальный (в) концы трансплантата фиксированы внутритуннельно биодеградируемыми винтами (артроскопическая картина), титановые винты с травматичной резьбой (з), КТ томограммы лизиса костной ткани в области бедренного (д) и большеберцового туннелей (е, ж), МРТ картина лизиса костной ткани вокруг винта в области бедренного туннеля (з)

После формирования разреза и мобилизации сухожилия ЧГМБ, специальным резакром с двумя вертикальными лезвиями (расстояние между лезвиями 9-10 мм), из средней части сухожилия ЧГМБ производили выкраивание ТРТ максимальной длины на глубину 7-8 мм (Рисунок 2 б). Сепаратором отделяли от общего массива сухожилия ЧГМБ его поверхностную часть (сухожилие прямой головки ЧГМБ, *m.rectus femoris*) (Рисунок 2 в). Проксимальный конец трансплантата отсекался от сухожилия ЧГМБ (Рисунок 2 г). Если длина сухожильной части ТРТ составляла менее 8 см, производили выпиливание костного блока из верхнего полюса надколенника (Рисунок 2 д).

Фиксация трансплантата - один из основных и завершающих моментов операции, определяющий последующую биомеханику и характер регенерации ТРТ, особенности реабилитации. Во всех случаях осуществляли внутритуннельную фиксацию ТРТ титановыми или биодеградируемыми интерферентными винтами. Основным преимуществом такой фиксации считали возможность жесткого прижатия ТРТ к костной стенке туннеля, что обеспечивало качественную интеграцию сухожильной части ТРТ с костью и внутритуннельную консолидацию костного блока ТРТ. Мы не использовали и не

используем внесуставные способы фиксации ТРТ, считая их менее надежными. Отсутствие жесткой фиксации ТРТ приводит к его подвижности в туннеле, образованию фиброзной ткани между костной стенкой туннеля и сухожильной частью ТРТ, что существенно удлиняет сроки интеграции сухожилия с костью. А именно эти характеристики во многом и определяют не только характер ведения послеоперационного и реабилитационного периодов, но и судьбу ТРТ в целом.

При выборе винтов учитывался ряд очень важных с нашей точки зрения факторов: материал, из которого они изготовлены; сроки и доказанность полной деградации; отсутствие в процессе распада кристаллизации и тканевой реакции вокруг винтов, механические прочностные характеристики, форма резьбы и др. Мы широко использовали и продолжаем использовать биодеградируемые винты, изготовленные из биокompозитных материалов, со сроками полной резорбции через 1,5-2 года (Рисунок 3 б, в). У ряда пациентов отмечена резорбция костной ткани вокруг винтов, приводящая к изменению формы внутрикостных туннелей (Рисунок 3 д, е, ж, з).

Этот факт заставил нас изменить свое отношение к биодеградируемым винтам, и мы стали все чаще использовать титановые винты с атравматичной резьбой, исключающей повреждение волокон сухожильной части ТРТ и вышеуказанных проблем с костной тканью (Рисунок 3 г).

В последующем, 47 пациентам выполнено артроскопическое удаление металлических винтов в сроки от 5 месяцев до 2,5 лет с момента операции. Во всех случаях удалось артроскопически и гистологически изучить состояние ТРТ.

Оценкаклинико-функционального состояния коленного сустава. Субъективные ощущения пациентов и степень функционального восстановления КС систематизировались и документировались в соответствии с положениями шкалы Lysholm [28]. Объективные результаты исследований оценивались по результатам выполнения тестов Lachman, Pivot-shift, переднего «выдвижного ящика» (ПВЯ) в соответствии с требованиями стандартной формы оценки состояния коленного сустава – IKDC [29]. Результаты лечения были разделены на 3 группы и оценивались по следующим критериям:

- хорошие – восстановление функции КС превышает 84 балла по шкале Lysholm; отсутствие жалоб; полное восстановление амплитуды движений; отрицательные тесты Lachman, Pivot-shift, ПВЯ; разница в силе и тоне ЧГМБ между оперированной и здоровой конечностью не превышает 15%; гипотрофия ЧГМБ ≤ 2

Результаты

На основании полученных данных нами была разработана артроскопическая классификация функционального состояния трансплантатов, которая включила в себя 6 типов. Критериями оценки были: жизнеспособность, функциональность, биомеханика, характер укрытия ТРТ синовиальной оболочкой, наличие фрагментирования или разволокнения ТРТ, образование вокруг ТРТ фиброзной ткани и др. Во всех случаях выполнена гистологическая оценка качества и полноты регенерации сухожильной ткани. Мы не стали включать в эту классификацию случаи полного разрушения или лизиса ТРТ, так как изучить его морфологическое состояние не представлялось возможным. Срок 12 месяцев считали достаточным

см; восстановление трудоспособности за максимально короткий срок; возврат к занятиям спортом на прежнем уровне; артроскопически подтвержденная качественная регенерация трансплантата;

- удовлетворительные – восстановление функции КС не менее 64 баллов по шкале Lysholm; жалобы на боли в области КС умеренного характера, возникающие в основном при физической нагрузке, проходящие в покое; редкие рецидивы синовита; снижение амплитуды движений в суставе до 110° сгибания, при дефиците разгибания не более 5° ; слабо положительные тесты Lachman и ПВЯ (+); снижение силы ЧГМБ до 60-65%; гипотрофия ЧГМБ более 2 см; снижение уровня физической активности при полном восстановлении трудоспособности, артроскопически подтвержденные изменения трансплантата (фрагментирование, частичное разволокнение);

- плохие – восстановление функции сустава менее 64 баллов по шкале Lysholm; положительные тесты Lachman, pivot-shift, ПВЯ (++ и более); жалобы на часто возникающие боли, даже при незначительной физической нагрузке; многократные рецидивы синовита; сгибание в суставе не более 90° ; дефицит разгибания более 10° ; выраженное снижение силы и тону ЧГМБ (30-40%); гипотрофия ЧГМБ ≥ 5 см; рентгенологические проявления гонартроза; снижение трудоспособности или инвалидность; невозможность занятий спортом; артроскопически подтвержденная несостоятельность и «нефункциональность» трансплантата.

для оценки исходов операции. Как правило, к этому сроку заканчивались процессы ремоделирования и регенерации ТРТ.

Важно отметить, что первые три типа трансплантатов отличались наибольшей сохранностью структуры сухожильной ткани как по артроскопическим, так и по гистологическим критериям с незначительной разницей (патологические изменения, воспалительные, дистрофические, фиброзно-рубцовые и метапластические процессы были выражены слабо), что свидетельствовало о качественной регенерации, структурной перестройке и адаптации ТРТ к новым условиям.

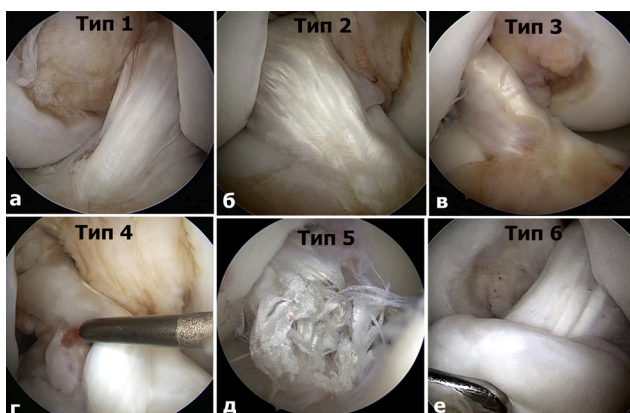


Рисунок 4 - Артроскопическая классификация функционального состояния трансплантатов в различные сроки после операции: а – ТРТ через 18 месяцев, б – ТРТ через 12 месяцев, в – ТРТ через 14 месяцев, г – ТРТ через 16 месяцев, д – трансплантат через 14 месяцев, е – ТРТ через 9 месяцев

На Рисунке 4 представлена артроскопическая классификация функционального состояния

квадрицепс-трансплантатов в различные сроки после артроскопической пластики ПКС.

Тип 1. Трансплантат однородной структуры, на всём протяжении покрыт синовиальной оболочкой, упругий, функциональный (18 наблюдений). Хороший клинико-функциональный и артроскопический результаты.

Тип 2. Трансплантат равномерно укрыт синовиальной оболочкой, однородной структуры, поверхностные локальные утолщения, упругий, функциональный (9 наблюдений). Хороший клинико-функциональный и артроскопический результаты.

Тип 3. Трансплантат равномерно укрыт синовиальной оболочкой, однородной структуры, упругий, функциональный, несколько истончен в сравнении с Типом 1 и 2 (12 наблюдений). Именно так во всех наблюдениях выглядел «плоский» трансплантат из сухожилия прямой головки ЧГМБ. Хороший клинико-функциональный и артроскопический результаты.

Тип 4. Трансплантат неравномерно укрыт синовиальной оболочкой, фрагментирован на несколько крупных пучков, ослаблен, слабо функционален (3 наблюдения). Удовлетворительный клинико-функциональный и артроскопический результаты.

Тип 5. Трансплантат тотально разволокнен, гипоплазирован, ослаблен, не функционален (3 наблюдения). Плохой клинико-функциональный и артроскопический результаты.

Тип 6. Трансплантат полностью или частично укрыт фиброзной тканью - «суслорс» синдром. Удовлетворительный клинико-функциональный и артроскопический результаты (2 наблюдения).

На рисунке 5 представлены гистологические характеристики различных типов трансплантатов в разные сроки после операции.

Так, на рисунке 5а представлена гистологическая картина трансплантата (Тип 1) через 1,5 года после операции (окраска по Ван-Гизону, увеличение X200). Сухожильная ткань практически не изменена, увеличено количество сосудов, слабо выраженные васкулит и периваскулярная клеточная инфильтрация). Гистологически и гистохимически отмечается наибольшая сохранность структуры сухожильной ткани ТРТ.

На рисунке 5б представлена гистологическая картина трансплантата (Тип 2) через 12 месяцев (окраска гематоксилином и эозином, увеличение X200). Определяется повышенное количество клеточных элементов (гиперцеллюлярность), неравномерное

распределении и изменение формы клеток. Снаружи визуализируется синовиальная оболочка, местами отмечаются участки ее гиперплазии. Эти изменения и создают субстрат локальных (узелковых) утолщений, видимых при артроскопии. Гистологический результат расценен как хороший.

На рисунке 5в представлена гистологическая картина трансплантата (Тип 3) через 2,5 года после операции. Отмечаются повышенное количество клеточных элементов (гиперцеллюлярность), неравномерное распределение и изменение формы клеток, снаружи синовиальная оболочка (окраска гематоксилином и эозином, увеличение X 200). Гистологическая и гистохимическая картина аналогична Типу 1, отмечается хорошая регенерация и сохранность структуры сухожильной ткани ТРТ.

На рисунке 5г представлена гистологическая картина трансплантата (Тип 4) через 14 месяцев. Отмечаются фибро-васкулярная пролиферация, периваскулярная клеточная инфильтрация. В центре участок некроза с отложением извести. Сухожильная ткань (внизу) частично замещена грануляционно-фиброзной тканью (вверху). Окраска гематоксилином и эозином, увеличение X 200.

Исследование в этой группе свидетельствовало о более низкой сохранности структуры ТРТ. Биоптаты не более чем на половину состояли из сухожильной ткани, в которой были видны параллельно расположенные фуксинофильные коллагеновые волокна, а между ними веретенновидные фибробласты. Патологические изменения в трансплантатах были выражены в этой группе сильнее, чем в предыдущих группах. Особенно это касалось дистрофических процессов в сухожильной ткани. В целом гистологические результаты расценивались как удовлетворительные.

На рисунке 5д представлена гистологическая картина трансплантата (Тип 5) через 12 месяцев, определяются выраженные истончение и разрыхление коллагеновых волокон, гипоцеллюлярность, дистрофия клеток. Окраска пикрофуксином по Ван-Гизону, увеличение, увеличение X 400. Сравнительный анализ результатов оценки гистологических признаков показал, что в этой группе достоверно увеличиваются значения большинства показателей дистрофии: дистрофии фибробластов, разволокнения коллагеновых волокон, гиалиноза и некроза ткани, что и обуславливало слабость и нефункциональность трансплантата. Гистологические результаты в этой группе оценивались как плохие.

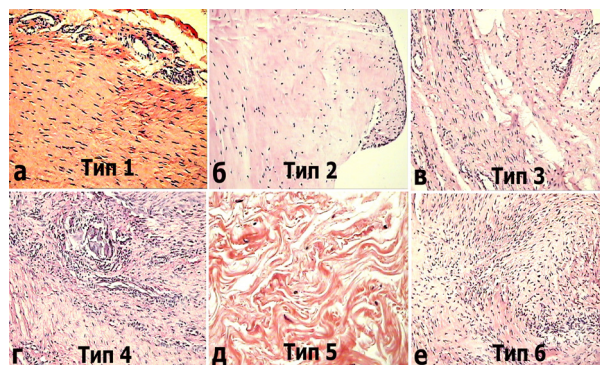


Рисунок 5 - Гистологические характеристики различных типов трансплантатов в разные сроки после операции (описание в тексте)

На рисунке 5е представлена гистологическая картина трансплантата (Тип 6) через 1,5 года после операции ("суслорс" синдром). Определяется фиброзно-рубцовая ткань, окружающая трансплантат. Окраска гематоксилином и эозином, увеличение X 200.

В этой группе биоптаты брались отдельно из фиброзной ткани, окутывающей ТРТ, и из самого ТРТ. В биоптатах, взятых из фиброзных масс отмечалось разрастание фиброзно-рубцовой соединительной ткани, в которую были "вмурованы" остатки сухожильного ТРТ. В этих остатках сохранялись участки с продольными коллагеновыми волокнами и сухожильными клетками между ними. Следует отметить, что на границе между сохранившимся, но дистрофически измененным ТРТ и окружающей его фиброзно-рубцовой тканью имелось увеличенное количество макрофагов, резорбирующих сухожильную ткань, там же видны участки пролиферации фибробластов, формирующих очаги грануляционной

Обсуждение

КС в силу своих анатомо-биомеханических особенностей занимает одно из первых мест среди повреждений суставов. В структуре травм КС повреждения ПКС также занимают лидирующие позиции. Продолжают обсуждаться вопросы выбора пластического материала для реконструкции ПКС.

В 1982 году Clancy W.G. [5] первым предложил использовать для реконструкции ПКС свободный трансплантат из средней трети СН с двумя костными блоками на концах. Такая методика позволила достичь хороших и отличных результатов лечения хронической передней нестабильности КС. Позже эта операция послужила основой для многих других, широко применяемых в настоящее время методик, в том числе и артроскопических. Годом позже, Clancy W.G. et al. [4] опубликовали результаты крайне важных исследований, в которых изучили процессы регенерации трансплантата из СН у обезьян. Исследования показали, что через 9 месяцев после операции происходит восстановление кровоснабжения, инервации и структуры ТРТ. Причем последний, выдерживал нагрузку равную 80 % от его первоначальной прочности.

С накоплением опыта и изучением исходов таких операций, многими хирургами был отмечен ряд специфических осложнений, связанных с использованием такого ТРТ (боль в донорской части СН, тендиниты нижнего полюса надколенника, дискомфорт при стоянии на коленях и др.) [6]. Морфологический анализ характера регенерации трансплантатов показал, что сухожильная ткань не восстанавливается до своих первоначальных показателей [7]. Этот факт заставил многих врачей незаслуженно отказаться от использования такого пластического материала и в настоящее время трансплантат из СН используется редко. С нашей точки зрения, трансплантат из СН имеет ряд неоспоримых преимуществ, полностью отказываться от его применения нецелесообразно, он может и должен использоваться для пластики ПКС с учетом особенностей его применения.

Выводы

В заключение хотим отметить, что полученные нами результаты исследования позволяют считать обоснованными разработанные подходы к лечению хронической нестабильности коленного сустава, обусловленной повреждением передней

ткани. Такие очаги богаты сосудистыми элементами (капиллярами, артериолами, венами) с признаками продуктивного васкулита. В тоже время в биоптатах, взятых из жизнеспособного участка ТРТ, в основном сохранялась сухожильная ткань, но отмечались участки гиалиноза этой ткани с дистрофией клеточных элементов, увеличение количества сосудов со склерозом стенок и признаками пролиферативного васкулита. Местами в сухожильной ткани отмечались фокусы метаплазии в волокнистый хрящ.

Таким образом, в группе наблюдений, где имелся "суслорс" синдром, морфологически наблюдался резко выраженный фиброзно-рубцовый процесс, который приводил к окутыванию и частичному замещению сухожильной ткани трансплантата, ее дистрофическим изменениям вплоть до некроза и выраженной хрящевой и костной метаплазии.

В последнее десятилетие для пластики ПКС все более популярным становится квадрицепс-трансплантат из средней трети сухожилия четырехглавой мышцы бедра, являющейся также, как и связка надколенника элементом разгибательного аппарата коленного сустава [8-12]. Такой рост популярности обосновывается рядом анатомо-биомеханических исследований, которые убедительно показали неоспоримые преимущества квадрицепс-трансплантата перед трансплантатом из СН [20,21,23,26]. Все данные исследований убедительно свидетельствовали о том, что квадрицепс-трансплантаты длиннее, толще и прочнее трансплантатов из СН.

Несмотря на это, до недавнего времени отсутствовали результаты морфологической оценки характера регенерации трансплантатов, не была определена зависимость характера их регенерации от сроков, прошедших с момента операции и способа фиксации ТРТ.

Наше исследование было направлено на макро и микроскопическое изучение характера регенерации трансплантатов в различные сроки после операции. Сравнительный анализ морфологических изменений трансплантатов выявил специфические различия между представленными группами в степени сохранности гистологической структуры и гистохимических особенностей сухожильной ткани, а также в степени патологических изменений, возникающих в трансплантатах. Эти данные свидетельствуют о том, что клинично-функциональные результаты трансплантации фрагмента сухожилия ЧГМБ в целом зависят от качества структурной перестройки и полноты регенерации сухожильной ткани трансплантата.

крестообразной связки, а квадрицепс-трансплантат считать оптимальным пластическим материалом не только для первичной пластики ПКС, но и повторной стабилизации коленного сустава.

Конфликт интересов. Авторы работы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Внешних источников нет.

Вклад авторов: Концептуализация – Г.Д.Л.; методология – Г. Д.Л., Е.К.А.; сбор и анализ данных, формальный анализ – Р.А.П., Г.Д.И., К.А.Е.;

формальный анализ – написание (оригинальная черновая подготовка) – А.П.Р.; написание (обзор и редактирование) – Д.И.Г.

Литература

1. Анастасиева Е.А., Симагаев Р.О., Кирилова И.А. Актуальные вопросы хирургического лечения повреждений передней крестообразной связки (обзор литературы) // *Гений Ортопедии*. - 2020. - Т. 26. - №1. - С. 117-128. [[Crossref](#)]
Anastasieva E.A., Simagaev R.O., Kirilova I.A. Aktual'nye voprosy khirurgicheskogo lecheniia povrezhdenii perednei krestoobraznoi sviazki (obzor literatury) (Surgical treatment of anterior cruciate ligament injury (review)) [In Russian]. *Genii Ortopedii*. 2020; 26(1): 117-128. [[Crossref](#)]
2. Сучилин И.А., Маланин Д.А., Жуликов А.Л., Демещенко М.В. Клинические результаты анатомической пластики передней крестообразной связки аутотрансплантатом «кость-сухожилие-кость» // *Вестник ВолГМУ*. - 2019. - Т. 3. - №71. - С. 120-123. [[Crossref](#)]
Cuchilin I.A., Malanin D.A., Zhulikov A.L., Demeshchenko M.V. Klinicheskie rezul'taty anatomicheskoi plastiki perednei krestoobraznoi sviazki autotransplantatom «kost'-sukhozhiлие-kost'» (Clinical results of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction with «bone-tendon-bone» autograft) [In Russian]. *Vestnik VolgGMU*. 2019; 3(71): 120-123. [[Crossref](#)]
3. Jones K.J. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the central one-third of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg*. 1970; 52(4): 838-9. [[Google Scholar](#)]
4. Clancy W.G., Shelbourne K.D., Zoellner G.B., Keene J.S. et al. Treatment of knee joint instability secondary to rupture of the posterior cruciate ligament. Report of a new procedure. *J Bone Joint Surg*. 1983; 65(3): 310-322. [[Google Scholar](#)]
5. Clancy W.G., Nelson D.A., Reider B., Narechania R.G. Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament augmented by extra-articular tendon transfer. *J Bone Joint Surg*. 1982; 64(3): 352-9. [[Google Scholar](#)]
6. Лазышвили Г.Д., Дубров В.Э., Бут-Гусаим А.Б., Скороглядов П.А. и др. Осложнения при артроскопическом аутопластическом замещении передней крестообразной связки коленного сустава // *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова*. – 2006. - №4. – С. 48-53. [[Google Scholar](#)]
Lazishvili G.D., Dubrov V.E., But-Gusaim A.B., Skorogliadov P.A. i dr. Oslozhneniia pri artroskopicheskom autoplasticheskom zameshchenii perednei krestoobraznoi sviazki kolennogo sustava (Complications during arthroscopic autoplatic replacement of the anterior cruciate ligament of the knee joint) [In Russian]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova*. 2006; 4: 48-53. [[Google Scholar](#)]
7. Лазышвили Г.Д., Шехтер А.Б., Лисицын М.П., Скороглядов П.А. и др. Артроскопическая и гистологическая оценка характера ремоделирования трансплантата после аутопластического замещения передней крестообразной связки коленного сустава // *Вестник травматологии и ортопедии им Н.Н. Приорова*. 2007. - №1. - С. 28-34. [[Google Scholar](#)]
Lazishvili G.D., Shekhter A.B., Lisitsyn M.P., Skorogliadov P.A. i dr. Artroskopicheskaiia i gistologicheskaiia otsenka kharaktera remodelirovaniia transplantata posle autoplasticheskogo zameshcheniia perednei krestoobraznoi sviazki kolennogo sustava (Arthroscopic and histological assessment of the nature of graft remodeling after autoplatic replacement of the anterior cruciate ligament of the knee joint) [In Russian]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im N.N. Priorova*. 2007; 1: 28-34. [[Google Scholar](#)]
8. Aitchison A.H., Schlichte L.M., Green D.W., Cordasco F.A. Open full-thickness quadriceps tendon autograft harvest with repair for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy Techniques*. 2020; 9(9): 1459-1465. [[Crossref](#)]
9. Arakgi M.E., Burkhart T.A., Hoshino T., Degen R. et al. Biomechanical Comparison of Three Suspensory Techniques for all Soft Tissue Central Quadriceps Tendon Graft Fixation. *Arthroscopy Sports Medicine and Rehabilitation*. 2022; 4(3): 843-851. [[Crossref](#)]
10. Clinger B., Xerogeanes J., Feller J., Fink C. et al. Quadriceps tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: state of the art. *Journal of ISAKOS*. 2022; 7(6): 162–172. [[Crossref](#)]
11. Eggeling L., Breer S., Drenck T.C., Frosch K.H. et al. Double-layered quadriceps tendon autografts provide lower failure rates and improved clinical results compared with hamstring tendon grafts in revision ACL reconstruction. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2021; 9(12): 1-8. [[Crossref](#)]
12. Slone H.S., Romine S.E., Premkumar A., Xerogeanes J.W. Quadriceps tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a comprehensive review of current literature and systematic review of clinical results. *Arthroscopy*. 2015; 31(3): 541–54. [[Crossref](#)]
13. Marshall J.L., Warren R.F., Wickiewicz T.L., Reider B. The anterior cruciate ligament: a technique of repair and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*. 1979; 143: 97–106. [[Google Scholar](#)]
14. Blauth W. 2-strip substitution-plasty of the anterior cruciate ligament with the quadriceps tendon. *Unfallheilkunde*. 1984; 87(2): 45–51. [[Google Scholar](#)]
15. DeAngelis J.P., Fulkerson J.P. Quadriceps tendon—a reliable alternative for reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Sports Med*. 2007; 26(4): 587–596. [[Crossref](#)]
16. Garofalo R., Djahangiri A., Siegrist O. Revision anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone autograft. *Arthroscopy*. 2006; 22(2): 205-214. [[Crossref](#)]
17. Forkel P., Petersen W. Anatomic reconstruction of the anterior cruciate ligament with the autologous quadriceps tendon: Primary and revision surgery. *Oper Orthop Traumatol*. 2014; 26(1): 30-42. [[Crossref](#)]
18. Iriuchishima T., Shirakura K., Yorifuji H., Fu F.H. Anatomical evaluation of the rectus femoris tendon and its related structures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012; 132(11): 1665–1668. [[Crossref](#)]
19. Strauss M., Kennedy M.L., Brady A., Moatshe G. et al. Qualitative and quantitative anatomy of the human quadriceps Tendon in young cadaveric specimens. *Orthop J Sports Med*. 2021; 9(9): 1-8. [[Crossref](#)]

20. Stäubli H.U., Schatzmann L., Brunner P., Rincón L. et al. Quadriceps tendon and patellar ligament: Cryosectional anatomy and structural properties in young adults. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc*. 1996; 4: 100-110. [[Crossref](#)]
21. Shani R.H., Umpierrez E., Nasert M., Hiza E.A. et al. Biomechanical comparison of quadriceps and patellar tendon grafts in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2015; 32: 1-5. [[Crossref](#)]
22. Waligora A.C., Johanson N.A., Hirsch B.E. Clinical anatomy of the quadriceps femoris and extensor apparatus of the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 2009; 467(12): 3297-306. [[Crossref](#)]
23. West R.V., Harner C.D. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg*. 2005; 13(3): 197-207. [[Crossref](#)]
24. Heffron W.M., Hunnicutt J.L., Xerogeanes J.W., Woolf S.K. et al. Systematic review of publications regarding quadriceps Tendon autograft use in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc Sports Med Rehabil*. 2019; 1(1): 93-99. [[Crossref](#)]
25. Arnold M.P., Calcei J.G., Vogel N., Magnussen R.A. et al. ACL Study Group survey reveals the evolution of anterior cruciate ligament reconstruction graft choice over the past three decades. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021; 29(11): 3871-3876. [[Crossref](#)]
26. Stäubli H.U. The Quadriceps Tendon-Patellar Bone Construct for ACL Reconstruction. In: Imhoff, A.B., Burkart, A. (eds) *Knieinstabilität und Knorpelschaden*. Steinkopff. 1997: 126-139. [[Crossref](#)]
27. Fink C., Herbolt M., Abermann E., Hoser C. Minimally invasive harvest of a quadriceps tendon graft with or without a bone block. *Arthrosc Tech*. 2014; 3(4): 509-513. [[Crossref](#)]
28. Lysholm J., Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med*. 1982; 10(3): 150-154. [[Crossref](#)]
29. Hambly K., Griva K. IKDC or KOOS? Which Measures Symptoms and Disabilities Most Important to Postoperative Articular Cartilage Repair Patients? *The American Journal of Sports Medicine*. 2008; 36(9): 1695-1704. [[Crossref](#)]

Тізе буынының алдыңғы айқас тәрізді байламын төртбасты бұлшықет сіңірінен аутогрансплантатпен артроскопиялық жөндеу нәтижелерін бағалау

Лазишвили Г.Д.¹, Егизарян К.А.², Ратъев А.П.³, Гордиенко Д.И.⁴

¹ Травматология, ортопедия және жалпы әскери-далалық хирургия кафедрасының профессоры, Н.И. Пирогов атындағы Ресей ұлттық ғылыми медициналық университеті; Н.И. Пирогов атындағы №1 қалалық клиникалық аурухананың ортопед-травматологы, Мәскеу, Ресей. E-mail: guramlaz@gmail.com

² Травматология, ортопедия және жалпы әскери-далалық хирургия кафедрасының меңгерушісі, Н.И. Пирогов атындағы Ресей ұлттық ғылыми медициналық университеті, Мәскеу, Ресей. E-mail: egkar@mail.ru

³ Травматология, ортопедия және жалпы әскери-далалық хирургия кафедрасының профессоры, Н.И. Пирогов атындағы Ресей ұлттық ғылыми медициналық университеті; Н.И. Пирогов атындағы №1 қалалық клиникалық аурухананың ортопед-травматологы, Мәскеу, Ресей. E-mail: anratiev@gmail.com

⁴ Травматология, ортопедия және жалпы әскери-далалық хирургия кафедрасының доценті, Н.И. Пирогов атындағы Ресей ұлттық ғылыми медициналық университеті; Н.И. Пирогов атындағы №1 қалалық клиникалық аурухананың ортопед-травматологы, Мәскеу, Ресей. E-mail: dgordi@mail.ru

Түйіндеме

Зерттеудің мақсаты: тізе буынының алдыңғы крест тәрізді байламының зақымдалуына артроскопиялық имплантациядан кейін әртүрлі уақытта сіңір трансплантаттарының макро және микроскопиялық күйін зерттеу.

Әдістері. Жалпы саны 678 науқаста төртбасты бас сіңірінің трансплантаты арқылы біріншілікті артроскопиялық пластика жасалды. 496 бақылауда тобықтың жоғарғы полюсінен сүйек блогы бар трансплантат, 182 бақылауда сүйек блогы жоқ сіңір трансплантаты қолданылды. 206 жағдайда трансплантат фиксациясы металл кедергі бұрандаларымен, 340 жағдайда - биологиялық ыдырайтын бұрандалармен, 132 жағдайда - металл және биологиялық ыдырайтын бұрандалармен интрапуннельде орындалды.

Сондай-ақ, 47 жағдайда металл бұрандаларды артроскопиялық жолмен алып тастау отасы жасалған күннен бастап 5 айдан 2,5 жылға дейінгі мерзімде орындалды. Бұл трансплантаттың қайта құрылу сипатын артроскопиялық және гистологиялық зерттеуге мүмкіндік берді. Аталмыш пластикалық материалдың анатомиялық және биомеханикалық ерекшеліктері қарастырылады, отаға көрсеткіштер мен қарсы көрсеткіштер анықталады. Трансплантаттарды бекітудің әртүрлі әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетіліп, биосіңіргіш бұрандаларды қолдану кезіндегі ерекше асқынулар сипатталды.

Нәтижелер. 47 ревизиялық отаның негізінде отадан кейінгі әртүрлі уақыттағы трансплантаттардың функционалдық күйлерінің артроскопиялық жіктелімі жасалды. Трансплантаттың 6 түрі олардың әрқайсысының толық сипаттамасымен ұсынылған. Трансплантаттың ремоделизациясының күйі мен сапасы отадан кейін 2,5 жылға дейін гистологиялық тұрғыдан зерттелді.

Қорытынды. Клиникалық материалды талдау авторларға төртбұрышты сіңірдің трансплантаты алдыңғы крест тәрізді байламды бастапқы және ревизиялық реконструкциялау үшін тамаша пластикалық материал болып табылады деген қорытынды жасауға мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: тізе буыны, артроскопия, алдыңғы айқас байламы, алдыңғы айқас байламының артроскопиялық реконструкциясы, аутогрансплантация.

Evaluation of the Outcomes of Arthroscopic Repair of the Anterior Cruciate Ligament of the Knee Joint with an Autograft from the Quadriceps Tendon

[Guram Lazishvili](#)¹, [Karen Egiazaryan](#)², [Andrey Ratyev](#)³, [Dmitry Gordienko](#)⁴

¹ Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and General Medical Surgery, Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov; orthopedic traumatologist of the City Clinical Hospital No. 1 named after N.I. Pirogov. Moscow, Russia.
E-mail: guramlaz@gmail.com

² Head of the Department of Traumatology, Orthopedics and General Surgical Surgery, Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia. E-mail: egkar@mail.ru

³ Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Surgery, Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov; orthopedic traumatologist of the City Clinical Hospital No. 1 named after N.I. Pirogov. Moscow, Russia.
E-mail: anratiev@gmail.com

⁴ Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Surgery, Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov; orthopedic traumatologist of the City Clinical Hospital No. 1 named after N.I. Pirogov. Moscow, Russia.
E-mail: dgordi@mail.ru

Abstract

Purpose of the study: to study the macro and microscopic state of tendon grafts at various times after arthroscopic implantation for damage to the anterior cruciate ligament of the knee joint.

Methods. Primary arthroscopic ACL repair with a quadriceps tendon graft was performed in 678 patients. In 496 observations, a graft with a bone block from the upper pole of the patella was used, in 182 observations, a tendon graft without a bone block was used. In 206 cases graft fixation was carried out intratunnel with metal interference screws, in 340 cases - with biodegradable screws, in 132 cases - with metal and biodegradable screws.

In 47 cases, arthroscopic removal of metal screws was performed within a period of 5 months to 2.5 years from the date of surgery, which made it possible to arthroscopically and histologically study the nature of graft remodeling. The anatomical and biomechanical features of such plastic material are considered, indications and contraindications for surgery are determined. The advantages and disadvantages of various methods of graft fixation are presented, and specific complications when using bioabsorbable screws are described.

Results. Based on 47 revision operations, an arthroscopic classification of the functional states of grafts at various times after surgery was developed. 6 types of grafts are presented with a detailed description of each of them. The state and quality of graft remodeling was histologically studied up to 2.5 years after surgery.

Conclusions. Analysis of the clinical material allowed the authors to conclude that the quadriceps tendon graft is an excellent plastic material for both primary and revision reconstruction of the anterior cruciate ligament.

Keywords: knee joint, arthroscopy, anterior cruciate ligament, arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament, autograft.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2024-1-71-14-20>

УДК 616-089.28/29; 615.465

МРНТИ 76.29.41; 76.09.43

Оригинальная статья

Оценка антибактериальных свойств монослойных покрытий Cu-Nb и Cu-Ta на биомедицинском сплаве Ti-6Al-4V

[Азаматов Б.Н.](#)¹, [Борисов А.А.](#)², [Джес А.В.](#)³, [Маратулы Б.](#)⁴

¹ Руководитель Центра компетенции Smart Engineering, Восточно-Казахстанский технический университет имени Даулета Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан. E-mail: adzhes@edu.ektu.kz

² Инженер-исследователь Центра компетенции Smart Engineering, Восточно-Казахстанский технический университет имени Даулета Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан. E-mail: borisov_alexander@mail.ru

³ Главный специалист Офиса коммерциализации технологий, Восточно-Казахстанский технический университет имени Даулета Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан. E-mail: adzhes@edu.ektu.kz

⁴ Инженер-исследователь Центра компетенции Smart Engineering, Восточно-Казахстанский технический университет имени Даулета Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан. E-mail: bauyrzhan9301@outlook.com

Резюме

Цель исследования: Оценка антибактериальных свойств двухкомпонентных металлических покрытий на основе Cu-Ta и Cu-Nb нанесенных на образцы из биомедицинского сплава Ti-6Al-4V методом магнетронного напыления.

Методы. Двухкомпонентные металлические покрытия на основе Cu-Ta и Cu-Nb были получены методом магнетронного напыления при совместном распылении мишеней из чистых металлов Cu, Nb, Ta. Оценка антибактериальных и противомикробных свойств покрытий проводилась *in vitro* с использованием метода дисковой диффузии, также известного как метод радиальной диффузии в агар.

Результаты. Было установлено, что покрытия толщиной 10 мкм продемонстрировали различную степень антимикробной эффективности в течение трех дней тестирования: максимальная зона ингибирования покрытия Ta-Cu достигала 24,0 мм для *S. Aureus* и 17,0 мм для *C. Albicans*. Для покрытия Nb-Cu максимальная зона ингибирования достигала 25,0 мм для *S. Aureus* и 15,5 мм для *C. Albicans*.

Выводы. Подобраны режимы магнетронного напыления постоянного тока антибактериальных тонких пленок Ta-Cu Nb-Cu на подложки из сплава Ti-6Al-4V. Антимикробное действие покрытий Ta-Cu и Nb-Cu более эффективно против бактерий, чем против грибов, и при одинаковой толщине покрытия Ta-Cu лучше подходит для защиты эндопротеза от микробных инфекций, чем покрытия Nb-Cu. Покрытия Ta-Cu и Nb-Cu перспективны для производства эндопротезных имплантатов с повышенной устойчивостью поверхности как к бактериям, так и к грибкам. Полученные результаты перспективны для развития технологий получения покрытий для медицинских имплантатов с повышенными бактерицидными и биосовместимыми свойствами поверхности.

Ключевые слова: биомедицинский сплав, магнетронное распыление, антибактериальное покрытие, перипротезная инфекция.

Corresponding author: Bagdat Azamatov, Smart Engineering Competence Centre, D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan.
Postal code: 070010
Address: 19 Serikbayev St. Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan.
Phone: +7 771 486 8684
E-mail: bazamatov@ektu.kz

J Trauma Ortho Kaz 2024; 1 (71): 14-20
Received: 12-02-2024
Accepted: 17-03-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Использование сплава Ti-6Al-4V в качестве биоматериала для изделий медицинского назначения в широких масштабах вполне объяснимо. Этот сплав имеет превосходное сочетание механических, биомедицинских, технологических и коммерческих показателей [1-5]. К сожалению, сплав Ti-6Al-4V не может препятствовать микробной колонизации на своей поверхности, а также выделению из своего объема таких токсичных металлов как алюминий и ванадий в окружающие ткани. Для предотвращения этих явлений применяются многофункциональные покрытия, обладающие одновременно как бактерицидными, так и барьерно-защитными свойствами [6-15]. Антибактериальными свойствами обладают некоторые металлы (а также их оксиды и нитриды) в настоящее время широко используемые в медицине [16,17]. Клинические исследования показали, что имплантаты, изготовленные из титанового сплава Ti6Al4V, будут разъедаться жидкостями организма, выделяя токсичные ионы металлов с побочными эффектами, такие как V⁵⁺ и Al³⁺, и вызывая местную иммунную дисфункцию, воспаление и цитотоксические реакции в организме человека, а также сплав Ti6Al4V сам по себе не обладает бактерицидной активностью, и даже более того - титановый сплав с богатым ванадием фазой может привлекать адгезию бактерий [18]. Поэтому клинические исследования по улучшению антикоррозионных и антибактериальных свойств сплава Ti6Al4V в настоящее время являются серьезной проблемой.

Использованию магнетронного распыления для создания биосовместимых покрытий на поверхности имплантатов и других медицинских изделий ежегодно посвящается большое количество публикаций. Покрытия, получаемые методом магнетронного распыления в вакууме, обладают высокими показателями чистоты, что особенно важно для изделий медицинского назначения. Магнетронное распыление обладает некоторыми преимуществами по сравнению с другими методами [19,20], эта гибкая технология позволяет управлять процессом напыления, получать покрытия заданного состава и с заданными физическими свойствами, а также просто масштабировать процесс получения покрытий до производственных размеров оборудования с простотой эксплуатации.

В последние годы двухкомпонентные покрытия Cu-Ti, Cu-Ta, Cu-Nb, Ti-Ta и многокомпонентные покрытия Cu-Ta-Nb, Ti-Ta-Nb привлекли большое внимание при модификации поверхности промышленных [21-29], и биомедицинских [30-34] материалов благодаря их превосходным физическим и химическим свойствам и биосовместимости. Также

Материалы и методы

Магнетронное напыление меди на диски из титанового сплава осуществляли на установке EPOS-PVD-440 (Beams&Plasmas, Россия), снабженной тремя магнетронами постоянного тока (магнетрон-479) и ионным источником ИИ-400 (Beams&Plasmas, Россия). Мишени были изготовлены из чистой меди, тантала и ниобия и имели размеры: 472X132X18. Монослойные покрытия напыляли с помощью одновременного сораспыления двух магнетронов постоянного тока.

исследовались однокомпонентные пленки Nb [35,36] и Ta [26,37,38], и пленки на основе оксидов Nb [39-41], Ta [30,31,42,43] и Cu [44].

Stranak et al. [32] сообщали об антибактериальном эффекте тонких пленок титан-медь (Ti-Cu) в сочетании с достаточным ростом клеток остеобластов человека. Тонкие пленки Ti - Cu были приготовлены с помощью трех различных методов магнетронного распыления: магнетронного распыления на постоянном токе (dc-MS), двойного магнетронного распыления (dual-MS), а также двойного высокомоощного импульсного магнетронного распыления (dual-HiPIMS). В целом исследования [32,33] подтвердили концепцию, согласно которой тонкопленочное Ti-Cu покрытие Ti имплантата может обеспечить локальную антибактериальную среду, оставаясь при этом относительно нетоксичным для линии клеток остеобластов человека.

Чистая медь имеет плохие механические свойства, износостойкость и адгезию. Авторы [22-27,36,45-47] сообщают, что легирование медных покрытий Ti, Ta и Nb значительно увеличивает прочность, адгезию и износостойкость покрытий по сравнению с чистыми Cu, Ta, Ti и Nb.

Ding et al. [30] исследовали покрытия Cu-MTa205, их исследования показали, что Многослойное покрытие Ta205/Ta205-Ti/Ti обладает более высокой адгезионной прочностью, более высокой твердостью, меньшим коэффициентом трения и более низкой скоростью износа по сравнению с однослойным Ta205 и двухслойным Ta205/Ti покрытиями. Но зато монослойное покрытие показало наилучшую коррозионную стойкость вследствие большей толщины.

Целью данного исследования была оценка анти-бактериальных свойств по отношению к *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Candida albicans* (in vitro) для однослойных двухкомпонентных покрытий Cu-Ta и Cu-Nb разной толщины на подложках из титанового сплава Ti-6Al-4V, чтобы получить максимальный антибактериальный эффект при необходимых и достаточных стабильности, механической прочности и химической стойкости, а также подобрать оптимальные режимы получения данных покрытий способом магнетронного напыления постоянного тока.

Режимы и условия магнетронного напыления были следующими: в качестве рабочего газа использовался аргон; расход рабочего газа (аргона) составлял 62 мл/мин; базовое давление в камере - $7 \cdot 10^{-6}$ мбар; рабочее давление в камере - $2 \cdot 10^{-3}$ мбар. Расстояние d от каждой из мишеней до подложки было одинаковым - 210 мм (рисунок 1).

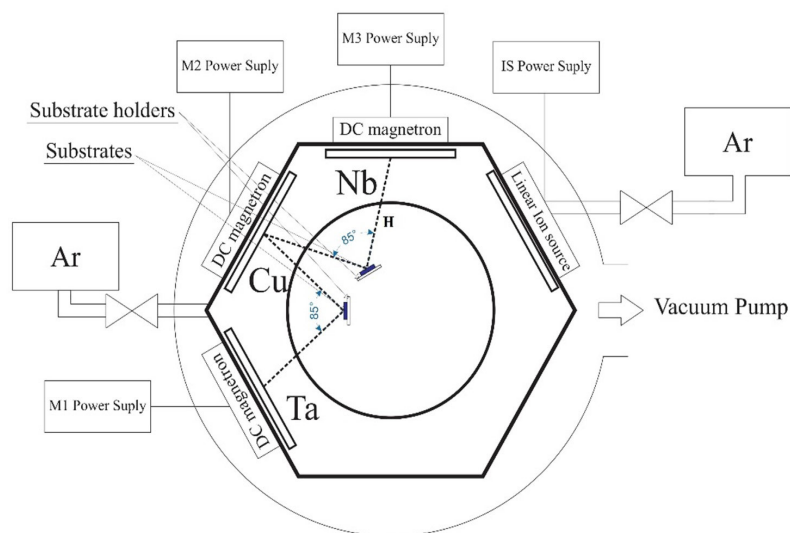


Рисунок 1 - Схема установки магнетронного напыления EPOS-PVD

Напыление покрытия Cu-Ta и Cu-Nb производилось в течение 90 и 180 минут. Режимы и условия магнетронного напыления были следующими: в качестве рабочего газа использовался аргон; расход рабочего газа (аргона) составлял 62 мл/мин; базовое давление в камере – $7 \cdot 10^{-6}$ мбар; рабочее давление в камере – $2 \cdot 10^{-3}$ мбар; расстояние d от мишеней до подложки – 210 мм; для медной мишени сила разрядного тока – 0,6 А; разрядное напряжение – 400 В. Для танталовой мишени сила разрядного тока – 3,0 А; разрядное напряжение – 315 В. Режимы для покрытий Cu-Nb: для ниобиевой мишени сила разрядного тока – 3,0 А; разрядное напряжение – 285 В. Для медной мишени сила тока – 0,3 А; разрядное напряжение – 374 В.

В качестве подложки использовался титановый сплав Ti-6Al-4V (ГОСТ 26492-85, аналог grade 5, DOT, Rostock, Германия), в виде прутков в состоянии поставки диаметром 10 мм, из которых на станке с числовым программным управлением (ЧПУ) CTX 510 esoline (DMG MORI AG, Германия) нарезались диски толщиной 2 мм.

Непосредственно перед магнетронным напылением образцы очищали в дистиллированной воде в ультразвуковой ванне Stegler 22DT (Shenzhen Bestman Instrument Co., Ltd., China) в течение 30 минут и сушили на воздухе в течение 40-60 минут, затем подвергали очистке ионным источником ИИ-400

Результаты

Результаты исследования антимикробной активности Cu, Ti-Cu, Ta-Cu и Nb-Cu пленок и титанового сплава без покрытия представлены в таблице 1 и 2, как результаты измерения областей подавления роста бактериальных штаммов, и на рисунке 2,

(Beams&Plasmas, Россия), установленным в вакуумной камере магнетронной установки, со следующими параметрами: давление базовое в камере – $7 \cdot 10^{-6}$ мбар; давление рабочее в камере – $1,8 \cdot 10^{-3}$ мбар; расход рабочего газа (аргон) – 124 мл/мин; разрядное напряжение – 280 В, разрядный ток – 1,7 А, расстояние от ионного источника до образца – 150 мм; время обработки – 20 минут, после чего непосредственно проводилось магнетронное напыление.

Определение антимикробной активности образцов в отношении штаммов *S. Albicans* и *S. Aureus*, осуществляли следующим образом. Тестируемые штаммы первоначально культивировали в МПБ и инкубировали при 37°C в течение 24 часов в термостате. Затем готовили свежую суспензию с концентрацией клеток $3 \cdot 10^7$ колониеобразующих единиц на мл (КОЕ·мл⁻¹) для золотистого стафилококка и $1 \cdot 10^6$ КОЕ·мл⁻¹ для *Candida albicans*. Эти концентрации соответствуют стандарту бактериальной мутности, равному 0,5 в соответствии с McFarland. Затем эту суспензию равномерно распределяли в виде "газона" по поверхности чашки Петри, содержащей 0,1 мл питательной среды МПА, используя стерильный микробиологический шпатель.

как изображения роста тест-штаммов бактерий на металлических дисках, включая изображения контрольного полипропиленового (PP) диска. Данные по антимикробной активности покрытий представлены на рисунке 2.

Таблица 1 - Зоны угнетения роста двухсуточных тест-культур бактерий *S. Aureus*

Образцы проб	Зоны ингибирования, в мм
Ta-Cu 2 мкм	20,0
Ta-Cu 10 мкм	24,0
Nb-Cu 2 мкм	0
Nb-Cu 10 мкм	25,0
Контроль PP	Нет ингибирования

Обсуждение

Зоны ингибирования бактерий *Staphylococcus aureus*, наблюдаемых в этом эксперименте для покрытий толщиной 10 мкм составили до 24,0 мм для

Ta-Cu и до 25,0 мм для Nb-Cu. Для покрытий толщиной 2 мкм зоны ингибирования бактерий *Staphylococcus aureus* до 20 мм для Ta-Cu и 0 для Nb-Cu.

Таблица 2 - Зоны угнетения роста двухсуточных тест-культур бактерий *S. Albicans*

Образцы проб	Зоны ингибирования, в мм
Ta-Cu 2 мкм	12,0
Ta-Cu 10 мкм	17,0
Nb-Cu 2 мкм	0
Nb-Cu 10 мкм	15,5
Контроль РР	Нет ингибирования

Зоны ингибирования бактерий *Candida albicans*, покрытия Ta-Cu толщиной 2 мкм проявили заметный противогрибковый эффект, создав зону замедленного роста протяженностью до 12 мм. Покрытия Ta-Cu толщиной 10 мкм были еще более эффективными, с

зонами ингибирования в диапазоне от 13,0 до 17,0 мм. Покрытия Nb-Cu толщиной 10 мкм проявляли умеренный противогрибковый эффект, создавая зону задержки до 15,5 мм. Покрытия Nb-Cu толщиной 2 мкм не проявляли никакой противогрибковой активности.

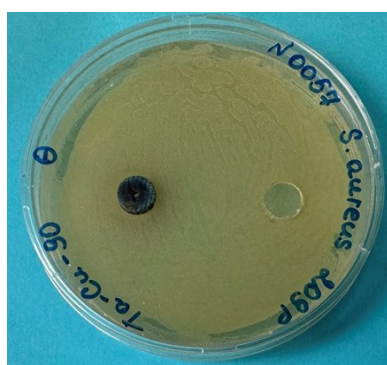


Рисунок 2 - Покрытия Ta-Cu на дисках из сплава Ti-6Al-4V и контрольном полипропиленовом диске в питательном растворе *S. Aureus* (а) и *C. Albicans* (б)

Образец титанового сплава Ti-6Al-4V не влиял на рост и развитие исследуемых бактерий в течение заданного времени. В ходе исследований установлено,

что образцы из чистой меди и сплава Ti-6Al-4V с покрытием оказывали ингибирующее действие на рост бактерий.

Выводы

Выполнена оценка антибактериальных свойств по отношению к *Staphylococcus aureus* и *Candida albicans* (in vitro) для покрытий Cu-Nb и Cu-Ta разной толщины на подложках из биомедицинского титанового сплава Ti-6Al-4V. Сравнение зон ингибирования бактерий *Staphylococcus aureus*, наблюдаемых в этом эксперименте для покрытий толщиной 10 мкм: до 24,0 мм для Ta-Cu и до 25,0 мм для Nb-Cu. Для покрытий толщиной 2 мкм зоны ингибирования составили до 20 мм для Ta-Cu и 0 для Nb-Cu.

получения покрытий для медицинских имплантатов с повышенными бактерицидными и биосовместимыми свойствами поверхности.

Конфликт интересов. Авторы работы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант №ИРН АР14871715).

Вклад авторов. Концептуализация – А.Б.Н.; методология – Б.А.А.; проверка – Д.А.В.; формальный анализ – М.Б., написание (оригинальная черновая подготовка) – А.Б.Н.; написание (обзор и редактирование) – Б.А.А.

Все авторы прочитали, согласились с окончательной версией рукописи и подписали форму передачи авторских прав.

Подобраны режимы магнетронного напыления постоянного тока антибактериальных тонких пленок Cu-Ti на подложки из сплава Ti-6Al-4V. Полученные результаты перспективны для развития технологий

Литература

- Wilson J. 1 - *Metallic biomaterials: State of the art and new challenges. Fundamental Biomaterials: Metals. Woodhead Publishing Series in Biomaterials. 2018; 1–33. [Crossref]*
- Nicholson J.W. *Titanium Alloys for Dental Implants: A Review. Prosthesis 2. 2020; 2(2): 100–116. [Crossref]*

3. Gepreel M.A., Niinomi M. Biocompatibility of Ti alloys for long term implantation. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2013; 20: 407-415. [[Crossref](#)]
4. Kaur M., Singh K. Review on titanium and titanium based alloys as biomaterials for orthopaedic applications. *Mater Sci Eng C.* 2019; 102: 844–862. [[Crossref](#)]
5. Apostu D., Lucaciu O., Lucaciu G.D.O., Crisan B. et al. Systemic drugs that influence titanium implant osseointegration. *Drug Metab Rev.* 2017; 49: 92–104. [[Crossref](#)]
6. Saini M., Singh Y., Arora P., Arora V. et al. Implant biomaterials: A comprehensive review. *World J Clin Cases.* 2015; 3: 52–57. [[Crossref](#)]
7. Cizek J., Matejcek J. Medicine Meets Thermal Spray Technology: A Review of Patents. *J Therm Spray Tech.* 2018; 27(8): 1251–1279. [[Crossref](#)]
8. Civantos A., Dominguez C., Pino R.J., Setti G. et al. Designing bioactive porous titanium interfaces to balance mechanical properties and in vitro cells behavior towards increased osseointegration. *Surf Coat Technol.* 2019; 368: 162–174. [[Crossref](#)]
9. Liu W., Liu S., Wang L. Surface Modification of Biomedical Titanium Alloy: Micromorphology, Microstructure Evolution and Biomedical Applications. *Coatings.* 2019; 9(4): 249. [[Crossref](#)]
10. Sola A., Belluci D., Cannillo V. Functionally graded materials for orthopedic applications-an update on design and manufacturing. *Biotechnol Adv.* 2016; 34(5): 504–531. [[Crossref](#)]
11. Ke D., Vu A.A., Bandyopadhyay A., Bose S. Compositionally graded doped hydroxyapatite coating on titanium using laser and plasma spray deposition for bone implants. *Acta Biomater.* 2019; 84: 414–423. [[Crossref](#)]
12. Ataee A., Li Y., Wen C. A comparative study on the nanoindentation behavior, wear resistance and in vitro biocompatibility of SLM manufactured CP-Ti and EBM manufactured Ti64 gyroidscaffolds. *Acta Biomaterialia.* 2019; 97: 587-596. [[Crossref](#)]
13. John A.A., Jaganathan S.K., Supriyanto E., Manikandan A. Surface modification of titanium and its alloys for the enhancement of osseointegration in orthopaedics. *Curr Sci.* 2016; 111: 1003–1015. [[Crossref](#)]
14. Murr L.E. Strategies for creating living, additively manufactured, open-cellular metal and alloy implants by promoting osseointegration, osteoinduction and vascularization: An overview. *J Mater Sci Technol.* 2019; 35(2): 231–241. [[Crossref](#)]
15. Zhao L., Chu P.K., Zhang Y., Wu Z. Antibacterial coatings on titanium implants. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2009; 91(1): 470–480. [[Crossref](#)]
16. Мелешко А.А., Афиногенова А.Г., Афиногенов Г.Е., Спиридонова А.А. и др. Антибактериальные неорганические агенты: эффективность использования многокомпонентных систем // *Инфекция и иммунитет.* – 2020. – Т. 10. - №4. – С. 639-654. [[Crossref](#)]
- Meleshko A.A., Afinogenova A.G., Afinogenov G.E., Spiridonova A.A. i dr. Antibakterial'nye neorganicheskie agenty: effektivnost' ispol'zovaniia mnogokomponentnykh sistem (Antibacterial inorganic agents: effectiveness of using multicomponent systems) [in Russian]. *Infektsiia i immunitet.* 2020; 10(4): 639-654. [[Crossref](#)]
17. Moore C., Di C.T. *Environmental Microbiology Encyclopedia.* 2002: 10 p. Electronic resource. [Cited 11 Dec 2023]. Available from URL: https://www.researchgate.net/publication/284504093_Encyclopedia_of_Environmental_Microbiology
18. Wang A., Jones I.P., Landini G., Mei J. et al. Backscattered electron imaging and electron backscattered diraction in the study of bacterial attachment to titanium alloy structure. *J Microsc.* 2018; 270: 53–63. [[Crossref](#)]
19. Кадыржанов К.К., Комаров Ф.Ф., Погребняк А.Д., Русаков В.С. и др. Ионно-лучевая и ионно-плазменная модификация материалов. – М.: Изд-во МГУ. - 2005. – С. 640. [[Google Scholar](#)]
- Kadyrzhanov K.K., Komarov F.F., Pogrebniak A.D., Rusakov V.S. i dr. Ionno-luchevaia i ionno-plazmennaiia modifikatsiia materialov (Ion-beam and ion-plasma modification of materials) [in Russian]. – М.: Izd-vo MGU. 2005; 640. [[Google Scholar](#)]
20. Плотников С.В., Ердыбаева Н.К., Погребняк А.Д., Соболев О.В. Физические основы ионно-лучевых технологий / Учебно-методическое пособие. - Усть-Каменогорск. - 2017. – С. 350.
- Plotnikov S.V., Erdybaeva N.K., Pogrebniak A.D., Sobol' O.V. Fizicheskie osnovy ionno-luchevykh tekhnologii (Physical basis of ion beam technologies) [in Russian] *Uchebno-metodicheskoe posobie.* - Ust'-Kamenogorsk. 2017; 350 p.
21. Журавина В., Батаев И.А., Руктуев А.А., Алхимов А.П. и др. Вневакуумная электронно-лучевая наплавка порошков системы титан-тантал-ниобий на титан VT1-0 // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты).* – 2012. – №1(54). – С. 90-95. [[Google Scholar](#)]
- Zhuravina V., Bataev I.A., Ruktuev A.A., Alkhimov A.P. i dr. Vnevakuumnaia elektronno-luchevaia naplavka poroshkov sistema titan-tantal-niobii na titan VT1-0 (Extra-vacuum electron beam surfacing of powders of the titanium-tantalum-niobium system on titanium VT1-0) *Obrabotka metallov (tekhnologiia, oborudovanie, instrumenty)* [in Russian]. 2012; 1(54): 90-95. [[Google Scholar](#)]
22. Шморгунов В.Г., Слаутин О.В., Евстропов Д.А., Таубе А.О. и др. Структура и механические свойства металл-интерметаллидных композитов системы Ti-Cu // *Вестник СибГИУ.* - 2014. - №1(7):3-6. [[Google Scholar](#)]
- Shmorgun V.G., Slautin O.V., Evstropov D.A., Taube A.O. i dr. Struktura i mekhanicheskie svoistva metallo-intermetallidnykh kompozitov sistema Ti-Cu (Structure and mechanical properties of metal-intermetallic composites of the Ti-Cu system) [in Russian]. *Vestnik SibGIU.* 2014; 1(7):3-6. [[Google Scholar](#)]
23. Володин В.Н., Тулеушев Ю.Ж., Жаканбаев Е.А. Строение и некоторые свойства сплавов бета-тантала с медью в пленках // *Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан.* – 2013. - №05. - С. 32-36. [[Google Scholar](#)]
- Volodin V.N., Tuleushev Iu.Zh., Zhakanbaev E.A. Stroenie i nekotorye svoistva splavov beta-tantala s med'iu v plenkakh (Structure and some properties of beta-tantalum alloys with copper in films) [in Russian]. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Respubliki Kazakhstan.* 2013; 05: 32-36. [[Google Scholar](#)]
24. Тулеушев Ю.Ж., Володин В.Н., Жаканбаев Е.А. Наноразмернолегированные медью покрытия из бета-тантала: получение, структура и свойства // *Физика металлов и металловедение.* - 2013. - Т. 114. - №7. – С. 625. [[Crossref](#)]
- Tuleushev Iu.Zh., Volodin V.N., Zhakanbaev E.A. Nanorazmernolegirovannye med'iu pokrytiia iz beta-tantala: poluchenie, struktura i svoistva (Nanosized copper-alloyed beta-tantalum coatings: preparation, structure and properties) [in Russian].

Fizika metallov i metallovedenie. 2013; 114(7): 625. [[Crossref](#)]

25. Глезер А.М., Пермякова И.Е. Перспективные материалы на основе системы Cu-Nb: получение, свойства, применение / Перспективные материалы и технологии. – Витебск. - 2017. - Т. 2. - С. 54-72. [[Google Scholar](#)]

Glezer A.M., Permyakova I.E. *Perspektivnyye materialy na osnove sistemy Cu-Nb: poluchenie, svoystva, primeneniye (Promising materials based on the Cu-Nb system: preparation, properties, application)* [in Russian]. *Perspektivnyye materialy i tekhnologii*. – Vitebsk. 2017; 2: 54-72. [[Google Scholar](#)]

26. Зайцев Е.Ю., Спиринов А.В., Заяц С.В., Кайгородов А.С. и др. Исследование механических свойств компактных и волокнистых материалов на основе наноструктурного медь-ниобиевого композита // Физика. Технологии. Инновации: тезисы докладов X Международной молодежной научной конференции, посвященной 120-летию со дня рождения академиков И.В. Курчатова и А.П. Александрова. - Екатеринбург: Издательство АМБ. - 2023. - С. 736-738. [[Google Scholar](#)]

Zaitsev E.Yu., Spirin A.V., Zaiats S.V., Kaigorodov A.S. i dr. *Issledovanie mekhanicheskikh svoystv kompaktnykh i voloknistykh materialov na osnove nanostrukturnogo med'-niobievogo kompozita (Study of the mechanical properties of compact and fibrous materials based on nanostructured copper-niobium composite)* [in Russian]. *Fizika. Tekhnologii. Innovatsii: tezisy dokladov X Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii, posviashchennoi 120-letiiu so dnia rozhdeniia akademikov I.V. Kurchatova i A.P. Aleksandrova*. - Ekaterinburg: Izdatel'stvo AMB. - 2023. - С. 736-738. [[Google Scholar](#)]

27. Deng L., Han K., Hartwig K.T., Siegrist T.M. et al. Hardness, electrical resistivity, and modeling of in situ Cu-Nb microcomposites. *Journal of Alloys and Compounds*. 2014; 602: 331-338. [[Crossref](#)]

28. Bahrami A., Álvarez J., Depablos-Rivera O., Mirabal-Rojas R. et al. Compositional and Tribo-Mechanical Characterization of Ti-Ta Coatings Prepared by Confocal Dual Magnetron Co-Sputtering. *Advanced Engineering Materials*. 2018; 20(3): 1700687. [[Crossref](#)]

29. Bahrami A., Onofre Carrasco C.F., Cardona A.D., Huminiuc T. et al. Mechanical properties and microstructural stability of CuTa/Cu composite coatings. *Surface and Coatings Technology*. 2019; 364: 22-31. [[Crossref](#)]

30. Ding Z., Zhou Q., Wang Y., Ding Z. et al. Microstructure and properties of monolayer, bilayer and multilayer Ta2O5-based coatings on biomedical Ti-6Al-4V alloy by magnetron sputtering. *Ceramics International*. 2021; 47: 1133-1144. [[Crossref](#)]. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2019.02.072>

31. Zhao S., Liu S., Xue Y., Li N. et al. Microstructure and Properties of Monolayer Ta and Multilayer Ta/Ti/Zr/Ta Coatings Deposited on Biomedical Ti-6Al-4V Alloy by Magnetron Sputtering. *Coatings*. 2023; 13(7): 1234. [[Crossref](#)]

32. Stranak V., Wulf H., Rebl H., Zietz C. et al. Hippler Deposition of thin titanium-copper films with antimicrobial effect by advanced magnetron sputtering methods. *Materials Science and Engineering*. 2011; 31: 1512-1519. [[Crossref](#)]

33. Stranak V., Wulf H., Ksirova P., Zietz C. et al. Hippler, Ionized vapor deposition of antimicrobial Ti-Cu films with controlled copper release. *Thin Solid Films*. 2014; 550: 389-394. [[Crossref](#)]

34. Pogrebnjak A.D., Kimosov R., Myakinin A., Plotnikov S.V. et al. Physical and Biological Properties of TiNbTa Alloy. 2018 IEEE 8th International Conference Nanomaterials: Application & Properties (NAP). 2018; 1-3. [[Crossref](#)]

35. Gunzel R., Mandl S., Richter E., Liu A. et al. Corrosion protection of titanium by deposition of niobium thin films. *Surface & Coatings Technology*. 1999; 116: 1107-1110. [[Crossref](#)]

36. Olivares-Navarrete R., Olaya J.J., Ramirez C., Rodil S.E. Biocompatibility of Niobium Coatings. *THE Coatings*. 2011; 1(1): 72-87. [[Crossref](#)]

37. Hee A.C. Wear and corrosion resistance of tantalum coating on titanium alloys for biomedical implant applications. PhD Thesis. 2017; 184. [[Google Scholar](#)]

38. Смирнов С.В., Чистоедова И.А., Литвинова В.А. Структура и свойства тонких пленок тантала, полученных магнетронным распылением // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2005; 4(12): 80-83. [[Google Scholar](#)]

Smirnov S.V., Chistoedova I.A., Litvinova V.A. *Struktura i svoystva tonkikh plenok tantala, poluchennykh magnetronnym raspyleniem (Structure and properties of thin tantalum films obtained by magnetron sputtering)* [in Russian]. *Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniia i radioelektroniki*. 2005; 4(12): 80-83. [[Google Scholar](#)]

39. Kalisz M., Grobelny M., Mazur M., Wojcieszak D. et al. Mechanical and electrochemical properties of Nb2O5, Nb2O5:Cu and graphene layers deposited on titanium alloy (Ti6Al4V). *Surface & Coatings Technology*. 2015; 271: 92-99. [[Crossref](#)]

40. Senocak T.C., Ezirmik K.V., Aysin F., Simsek Ozek N. et al. Niobium-oxynitride coatings for biomedical applications: Its antibacterial effects and in-vitro cytotoxicity. *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*. 2020; 120: 111662. [[Crossref](#)]

41. Ramirez G., Rodil S.E., Arzate H., Muhl S. et al. Niobium based coatings for dental implants. *Applied Surface Science*. 2011; 257(7): 2555-2559. [[Crossref](#)]

42. Цимбалистов А.В., Быстров Ю.А., Ласка В.Л. и др. Лечение больных с непереносимостью акрилатов методом изоляции протезов тонкими вакуумными пленками окиси тантала // Труды VI съезда Стоматологической ассоциации России. - Москва. – 2000. - С. 285-287.

Tsimbalistov A.V., Bystrov Yu.A., Laska V.L. i dr. *Lechenie bol'nykh s neperenosimost'iu akrilatov metodom izoliatsii protezov tonkimi vakuumnymi plenkami okisi tantala (Treatment of patients with intolerance to acrylates by isolating prostheses with thin vacuum films of tantalum oxide)* [in Russian]. *Trudy VI s"ezda Stomatologicheskoi assotsiatsii Rossii*. - Moskva. 2000; 285-287.

43. Михайлова Е.С. Использование покрытий оксида тантала для лечения непереносимости стоматологических конструкционных материалов // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. 2013; 5(1): 18-23. [[Google Scholar](#)]

Mikhailova E.S. *Ispol'zovanie pokrytii oksida tantala dlia lecheniia neperenosimosti stomatologicheskikh konstruktivnykh materialov (Use of tantalum oxide coatings to treat intolerance to dental structural materials)* [in Russian]. *Vestnik Severo-Zapadnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta im. I.I. Mechnikova*. 2013; 5(1): 18-23. [[Google Scholar](#)]

44. Norambuena G.A., Patel R., Karau M.J., Wyles C.C. et al. Antibacterial and Biocompatible Titanium-Copper Oxide Coating May Be a Potential Strategy to Reduce Periprosthetic Infection: An In Vitro Study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2017; 475(3): 722-732. [[Crossref](#)]

45. Vella J.B., Mann A.B., Kung H.H., Chien C.L. et al. Mechanical properties of nanostructured amorphous metal multilayer thin films. *Journal of Materials Research*. 2004; 19(6): 1840-1848. [[Crossref](#)]

46. Guo C., Zhou J., Yu Y., Wang L. et al. Microstructure and tribological properties of Ti-Cu intermetallic compound coating. *Materials & Design*. 2012; 36: 482-489. [[Crossref](#)]

47. Sharma G., Sharma V., Mishra M.C., Dhaka M.S. et al. Electron momentum density distribution in TiCu. *Intermetallics*. 2011; 19: 666-670. [[Crossref](#)]

Ti-6Al-4V биомедициналық қорытпасындағы Cu-Nb және Cu-Ta моноқабатты жабындарының бактерияға қарсы қасиеттерін бағалау

[Азаматов Б. Н.](#)¹, [Борисов А.А.](#)², [Джес А.В.](#)³, [Маратулы Б.](#)⁴

¹ Smart Engineering құзыреттілік орталығының басшысы, Дәулет Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен, Қазақстан. E-mail: adzhes@edu.ektu.kz

² Smart Engineering құзыреттілік орталығының инженер-зерттеушісі, Дәулет Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен, Қазақстан. E-mail: borisov_alexander@mail.ru

³ Технологияларды коммерцияландыру кеңсесінің бас маманы, Дәулет Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен, Қазақстан. E-mail: adzhes@edu.ektu.kz

⁴ Smart Engineering құзыреттілік орталығының инженер-зерттеушісі, Дәулет Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен, Қазақстан. E-mail: bauyrzhan9301@outlook.com

Түйіндеме

Зерттеудің мақсаты: магнетронды бүрку әдісімен Ti-6Al-4V биомедициналық қорытпасының үлгілеріне қапталған Cu-Ta және Cu-Nb негізіндегі екі компонентті металл жабындарының бактерияға қарсы қасиеттерін бағалау.

Әдістері. Cu-Ta және Cu-Nb негізіндегі екі компонентті металл жабындар Cu, Nb, Ta таза металл нысандарын магнетронмен бірлесіп бүрку нәтижесінде алынды. Жабындардың бактерияға және микробқа қарсы тұру қасиеттерін бағалау дискілі диффузия әдісін қолдана отырып in vitro жүргізілді, оны ағардағы радиалды диффузия әдісі деп те атайды.

Нәтижесі. Қалыңдығы 10 мкм жабындар үш күндік тестілеу кезінде микробқа қарсы тиімділіктің әртүрлі дәрежесін көрсетті: Ta-Cu жабынының максималды тежелу аймағы *S. Aureus* үшін 24,0 мм және *C. Albicans* үшін 17,0 мм-ге жетті. Nb-Cu жабыны үшін максималды тежелу аймағы *S. Aureus* үшін 25,0 мм және *C. Albicans* үшін 15,5 мм-ге жетті.

Қорытынды. Ti-6Al-4V қорытпасынан тұратын төсенішке Ta-Cu, Nb-Cu жабындарын қаптауға арналған тұрақты токпен магнетронды бүрку режимдері таңдалды. Ta-Cu және Nb-Cu жабындарының бактерияларға қарсы әсері саңырауқұлақтарға қарсы әсерінен қарағанда тиімдірек және бірдей қалыңдықта Ta-Cu жабындары эндопротезді микробтық инфекциялардан қорғау үшін Nb-Cu жабындарына қарағанда жақсырақ. Ta-Cu және Nb-Cu жабындары бар бактерияларға да, саңырауқұлақтарға да төзімділігі жоғары эндопротездік имплантаттарды өндірудің келешегі зор. Алынған нәтижелер бактерицидтік және биоүйлесімді қасиеттері жоғары медициналық имплантаттарға арналған жабындарды алу технологияларын дамыту үшін пайдалы болып табылады.

Түйін сөздер: биомедициналық қорытпа, магнетронды бүрку, бактерияға қарсы жабын, протезмаңы инфекциясы.

Antibacterial Evaluation of Cu-Nb and Cu-Ta Monolayer Coatings on Biomedical Ti-6Al-4V Alloy

[Bagdat Azamatov](#)¹, [Alexander Borisov](#)², [Alexey Dzhes](#)³, [Baurzhan Maratuly](#)⁴

¹ Head of the Competence Center "Smart engineering", East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. E-mail: adzhes@edu.ektu.kz

² Research engineer at the Competence Center "Smart Engineering", East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. E-mail: borisov_alexander@mail.ru

³ Chief Specialist of the Technology Commercialization Office, East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. E-mail: adzhes@edu.ektu.kz

⁴ Research engineer at the Competence Center "Smart Engineering", East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbayev, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan. E-mail: bauyrzhan9301@outlook.com

Abstract

The aim of this study: Evaluation of the antibacterial properties of two-component metal coatings based on Cu-Ta and Cu-Nb applied to samples from the biomedical Ti-6Al-4V alloy by magnetron sputtering.

Methods. Two-component metal coatings based on Cu-Ta and Cu-Nb were obtained by magnetron sputtering with joint spraying of targets made of pure metals Cu, Nb, Ta. The antibacterial and antimicrobial properties of the coatings were evaluated in vitro using the disk diffusion method, also known as the radial diffusion method in agar.

Results. It was found that coatings with a thickness of 10 microns demonstrated varying degrees of antimicrobial efficacy during three days of testing: the maximum inhibition zone of the Ta-Cu coating reached 24.0 mm for *S. Aureus* and 17.0 mm for *C. Albicans*. For Nb-Cu coating, the maximum inhibition zone reached 25.0 mm for *S. Aureus* and 15.5 mm for *C. Albicans*.

Conclusions. The optimal parameters of direct current magnetron sputtering of Ta-Cu Nb-Cu antibacterial thin films on Ti-6Al-4V alloy substrates have been selected. The antimicrobial effect of Ta-Cu and Nb-Cu coatings is more effective against bacteria than against fungi, and with the same thickness, Ta-Cu coatings are better suited to protect the endoprosthesis from microbial infections than Nb-Cu coatings. Ta-Cu and Nb-Cu coatings are promising for the production of endoprosthesis implants with increased surface resistance to both bacteria and fungi. The results obtained are promising for the development of technologies for obtaining coatings for medical implants with increased bactericidal and biocompatible surface properties.

Keywords: biomedical alloy, magnetron sputtering, antibacterial coating, periprosthetic infection.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2024-1-71-21-29>
UDC 616-089.23; 616-001; 615.477.2
IRSTI 76.29.41

A Descriptive Overview

Diagnosis and Treatment of Knee Osteoarthritis: Modern Aspects

[Aida Baibusunova](#)¹, [Gaukhar Nyssanbay](#)², [Dmitriy Shwartz](#)³, [Meruert Zhakeeva](#)⁴

¹ Student of the School of Medicine, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: baibusunova@ca-amu.kz

² Student of the School of Medicine, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: n.n.gauhar@gmail.com

³ Assistant of the Department of Traumatology and Orthopedics of Astana Medical University, Astana, Kazakhstan.
E-mail: shwartz_dima81@mail.ru

⁴ Assistant of the Department of Internal Diseases with courses in nephrology, hematology, allergology and immunology, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: miken90@mail.ru

Abstract

Osteoarthritis of the knee joint (KOA) is a common chronic joint disease that most often affects adults over the age of 60. Recent studies indicate its progressive nature, involving structural changes in various components of the joint, including articular cartilage, synovial membrane and ligaments.

Globally, about 250 million people suffer from KOA, with the incidence of KOA increasing due to asymptomatic cases, obesity and other factors. Women are more likely to be affected by this disease than men. OA is becoming one of the main causes of disability in the world, accounting for 85% of the burden of KOA. Approximately 10% of people over the age of 60 suffer from KOA, which leads to movement restrictions

The purpose of the review is to highlight recent studies on imaging and current treatments for KOA, as well as an analysis of the prevalence of this disease.

Due to the severity of the process and the pain syndrome, non-surgical methods are often insufficient. Joint replacement is an important method of treatment at the terminal stage. However, other methods, such as corticosteroid injections, hyaluronic acid and the use of cells, can slow the progression of the disease. Timely diagnosis plays a key role, given that KOA can be asymptomatic in the early stages. It is important to take into account the symptoms, clinical data and results of various imaging techniques for effective disease management.

Keywords: osteoarthritis of the knee joint, diagnosis of osteoarthritis, treatment of osteoarthritis, total endoprosthesis, mesenchymal stem cells.

Corresponding author: Meruert Zhakeeva, Assistant of the Department of Internal Diseases with courses in nephrology, hematology, allergology and immunology, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan.

Postal code: Z10K8Y7

Address: Kazakhstan, Astana, Beibitshilik st 49A

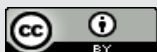
Phone: +7 (777) 997 64 37

E-mail: miken90@mail.ru

J Trauma Ortho Kaz 2024; 1 (71): 21-29

Received: 12-12-2023

Accepted: 14-02-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Introduction

Knee osteoarthritis (KOA) is the most common chronic multifactorial joint disease, which mostly affects adults 60 years of age or older [1]. According to the latest research, osteoarthritis (OA) is the progressive musculoskeletal condition, that injures dominant weight-bearing joints, like the hips or knees joints [2-4]. This inflammatory disease includes structural changes in the articular cartilage, subchondral bone, Hoffa's adipose tissue, synovia, ligaments and muscles, therefore it is characterized not only as a mechanical degeneration of the articular cartilage, but also as concomitant structural and functional changes in the entire joint, including the meniscus and periarticular ligament [5,6].

Approximately 250 million people in all regions of the world suffer from OA, in that case the incidence of KOA increased significantly over the decade due to the higher prevalence of asymptomatic cases, as well to obesity and other risk factors [7]. Women suffer more often, which is confirmed by data on the prevalence of KOA at the age of 60 years and older, in men it is about 10% and 13% in women [1].

According to the GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators, KOA is the main cause of the burden of osteoarthritis worldwide and estimated around 85% [8]. OA is one of the leading causes of increasing the global years lived with disabilities (YLD) [8]. Approximately 10% of the population over the age of 60 years is affected by KOA, and 80% of this population have

Causes and Risk Factors

Although KOA was thought to be a normal consequence of aging and a mechanical consequence of "wear and tear", it has therefore been characterized as degenerative. But now known that the development of KOA is associated with a multifactorial complex interaction of constitutional and mechanical factors, including joint integrity, lifestyle, genetic predisposition, local inflammation, mechanical influences, as well as cellular and biochemical processes [12-14]. The development of KOA is closely related to the aging of the body, since radiological signs occur in more than 75% of people over 75 years of age [15]. Obesity (elevated body mass index (BMI)), joint displacement and instability leading to increased mechanical stress are strong risk factors for KOA [16,17]. The medial tibiofemoral compartment, the lateral tibiofemoral compartment, and the patellofemoral joint work together to form an articulation. However, due to anatomical features, excessive stress on the knee joint can adversely affect the functionality of the knee joint. Therefore, long kneeling, squatting, weight lifting, long-distance running, football and other professional sports are associated with an increased risk of developing KOA and frequent injuries. It has been established that previous traumatization of the knee joints increases the risk of developing KOA by 3.86 times due to defects in cartilage, meniscus, and rupture of the anterior cruciate ligament (ACL) [18].

In turn, the lack of load also increases the prevalence of KOA, because traumatization of the knee joint occurs due to weak joints and less stable ligaments, however, this risk factor is less influential than previous injuries [19]. Thinner

Diagnosis

KOA is usually accompanied by pain and stiffness in the affected joints, mainly in the morning or after prolonged sitting [25]. Pain disappears after half an hour, which is a hallmark of other diseases: inflammatory and

movement restrictions, and 25% have functional limitations that compromise the performance of daily activities [9,10].

Due to the fact that KOA is a chronic disease with severe symptoms, such as debilitating pain, non-surgical methods are not enough to improve the quality of life of patients. In case of ineffectiveness of conservative methods of treatment, to improve the quality of life, well-being and physical condition of patients at the terminal stage, joint arthroplasty is used, which is undoubtedly the most important discovery in medicine. However, other methods, such as the administration of corticosteroids, hyaluronic acid, the use of mesenchymal stem cells, as well as platelet-rich plasma (PRP) or autologous micro fragmented adipose tissue with a stromal-vascular fraction can slow down the existing condition.

An important aspect in the treatment of KOA is timely diagnosis, due to the fact that KOA in the initial stages can be an asymptomatic disease. Close attention should be paid to the anamnesis and screening for patient-reported outcomes such as pain, function and quality of life, clinical findings such as joint tenderness and crepitus, objective measures of physical activity, and various imaging modalities such as magnetic resonance imaging, along with biochemical markers research [11].

The purpose of the study: to highlight recent research regarding KOA on imaging and modern therapies, including prevalence studies.

patellas and differences in the size of the tibial condyles distinguish the kinematics of the knee joint in women, with an increased propensity to develop KOA [19].

KOA is a source of chronic pain, it affects the development of depressive episodes, which are frequent and severe consequences of KOA. Chronic pain creates a vicious circle where the mentally unstable patient restricts physical activity, and physical inactivity contributes to increased knee pain and weight gain [20]. From which it follows that KOA also affects the social burden, increasing it.

Genome-wide association studies have identified 90 genetic risk loci for developing KOA, but these loci are not fully responsible for the development of KOA [21]. The present meta-analysis examined the potential associations between adipokines gene polymorphisms and KOA [22]. The association was observed in gene LEPR 1,137,101. Additionally, limited data revealed that associations may also exist in ADIPOQ rs2241766, VISFATIN rs4730153 and VISFATIN rs16872158 [23]. The relationship between obesity and the prevalence of KOA has been confirmed by a number of studies, in which it was indicated that obesity contributes to an increase in the load on the joint, the development of an inflammatory response, negative consequences in the body and lifestyle change in favor of reducing physical activity [16]. In the near future, according to new studies, the prevalence of obesity will not decrease, which would be associated with an increased incidence of KOA and, accordingly, an increase in the number of surgical interventions [17].

infectious arthritis, bursitis, tendonitis and meniscus rupture. Patellofemoral KOA, which may occur alone or in the presence of tibiofemoral KOA, is characterized by more severe pain when going up and down stairs [26].

KOA effusions are usually absent or mild, while they are more common in inflammatory or infective arthritis and may be accompanied by popliteal or Baker's cyst formation. Bursitis is mostly identified by local pain. Infectious and other inflammatory arthritis can be clearly distinguished from KOA, since in these diseases the number of leukocytes in the synovial fluid exceeds 2000 cells/cm³.

Clinical signs and symptoms of KOA may occur before the appearance of osteophytes and narrowing of the joint space on radiographs, so the absence of radiological signs is not always a reason to exclude KOA from the differential diagnosis. Despite normal radiographs, when the clinical picture is indicative of KOA, the clinician should initiate appropriate treatment [27].

Traditionally, the Kallgren-Lawrence (KL) radiographic classification system is used in the diagnosis of KOA, assessing the degree of development of KOA from level 0 to 4. Consistently, joint space narrowing, sclerosis, cysts, deformities appear, while the appearance of osteophytes indicates the presence of ≥ 2 degree [27].

The WOMAC scale is a questionnaire for self-completion by patients, consists of 24 questions

Treatment

Nonsurgical treatment. Conservative treatment is prescribed for all patients diagnosed with KOA, especially those patients who first visit a doctor with knee pain and signs of KOA. Typically, such treatment includes a series of manipulations aimed at reducing pain and increasing joint mobility: reducing daily stress on the affected joint and weight loss, therapeutic exercise, thermal procedures, drug treatment (non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs)), injections of corticosteroids, hyaluronic acid, glucosamine, platelet-rich plasma.

Intra-articular injections. The obvious advantages of intra-articular injections are the low risk of systemic adverse reactions, providing a more direct effect in the form of potential pain reduction and improvement in physical function. This is supported by studies that have shown that such therapy is more effective than oral NSAIDs and other systemic pharmacological treatments [30]. The introduction of corticosteroids has a pronounced immunosuppressive and anti-inflammatory effect, reducing the production of interleukin-1, prostaglandins, leukotrienes, MMP9 and MMP-11 [31-33].

However, the study found that administering corticosteroids may be worse than giving physiotherapy for one year [34]. The introduction of extended-release triamcinolone acetonide has shown that this drug has fewer systemic effects than traditional steroid injections [35-38]. It should be noted that too long-term use of corticosteroid hormones can cause thinning of the skin with the appearance of stretch marks and bruises, high blood pressure, elevated blood sugar levels, cataracts, puffiness of the face (moon-shaped face), thinning of arms and legs, poor wound healing, growth retardation in children, leaching of calcium from bones (with the possibility of developing osteoporosis), weight gain and sudden mood swings [39].

Platelet-rich plasma (PRP) is a safe treatment method at least in the short term (up to 12 months) and is more effective than the administration of hyaluronic acid (HA). A randomized clinical trial (RCT) conducted by Raeissadat et al. compared the long-term effects of intra-articular injections of PRP and HA on clinical outcomes of patients suffering from KOA [40]. After 12 months, the WOMAC pain score significantly decreased in both groups.

characterizing the severity of pain (5 questions), stiffness (2 questions) and functional ability (17 questions) of patients with KOA [28].

Traditionally, the intensity of knee pain evaluates with a 10 cm visual analogue scale (VAS). According to this scale, there are four groups: mild (< 4 cm), moderate (4–6 cm), severe (6–8 cm) and very severe (>8 cm) pain. To achieve an adequate assessment of pain and physical function, patients were asked not to take pain-relieving drugs within 48 hours before the study [29].

MRI is used less often in the diagnosis of KOA, as it is more often used in scientific research to detect early KOA. MRI is indicated for conditions requiring faster action, such as subchondral insufficiency, fracture, tumor or infection [19]. Ultrasound is much more sensitive for detecting osteophytes, with a sensitivity of more than 85%, but not as accurate for narrowing the joint space [19]. Being a more economically available research method, compared to MRI, it can be used to track the progression of the disease.

The PRP group showed better results than the HA group ($P < 0.001$), especially at stages 1 and 2 according to KL scale [40].

Weight loss. After a five-year follow-up, it was found that weight loss reduces symptoms and slows the progression of the disease [41]. At the same time, biomechanics is significantly improved, it became known that a decrease in weight by 1 kg leads to a fourfold decrease in the forces acting on the knee [42]. It is important to taking foods such as blueberries, raspberries and pomegranate grass, which can reduce arthritis pain [43]. A randomized controlled trial found that walking reduced pain scores by 1.38 points (on a scale of 0 to 10) ($p = 0.003$) [44]. Exercise reduces the load on the knee joint during movement, relieving pain and improving joint mobility and rotation [45,46]. By the recent study, telehealth-delivered exercise and diet programs improved pain and function in people with knee osteoarthritis and overweight or obesity [47].

Supporting devices. The effectiveness of unloading knee orthoses in KOA is doubtful due to the fact that most studies on this topic are not randomized [48,49]. A cane, shock-absorbing shoes, and inserts alleviate the symptoms of KOA [50,51]. A recent study by a group of patients wearing the biomechanical footwear device with 2 convex adjustable rubber pads screwed to the outsole at the heel and forefoot showed an improvement in the condition of the patients [52].

Massage and manual therapy. A 60-minute Swedish full-body massage once a week for 8 weeks has shown a consistent effect in improving functional status in adults with osteoarthritis of the knee compared to active controls and usual care [53]. Manual therapy has a positive short-term effect on reducing pain in patients with KOA [54].

Non-steroidal anti-inflammatory drugs and pharmacological treatment. European Association of Osteoporosis and Osteoarthritis Economic Areas (ESCEO) stated non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), glucosamine sulfate (GS) and chondroitin sulfate (CS) as first-line drugs for the treatment of KOA [55]. Taking NSAIDs is associated with side effects, for example, the daily use of drugs of this group four times increases the risk of bleeding from the upper gastrointestinal tract.

According to a meta-analysis of 280 RCTs, vascular side effects are increased by 1/3 with the administration of a cyclooxygenase-II inhibitor [56,57]. Both gels and creams with ibuprofen, which are clinically effective, are more commonly used in pharmacological treatment [58]. Ketoprofen and diclofenac preparations are well tolerated when used topically [59,60]. Topical administration of diclofenac sodium 2% is associated with good tolerability and long-term clinical benefits [61]. The interleukin-1 inhibitor diacerein and the norepinephrine, serotonin reuptake inhibitor duloxetine (SMD 0.39) can delay the course of the disease, reduce pain, and improve the quality of life of patients [62-64]. For patients with severe disease, tramadol has been prescribed for a short time. However, there are limitations to its use, such as limited analgesic effect, tolerance, and physical dependence [65]. Acetaminophen is an alternative for patients allergic to NSAIDs, contraindications include liver disease. In studies, acetaminophen is less effective than NSAIDs in the treatment of KOA (SMD 0.05) [66-68].

Surgical treatment. If conservative methods have not shown results for at least three months, surgical intervention should be considered in order to improve the patient's quality of life. Surgical interventions include several methods: arthroscopy, cartilage repair, osteotomy and knee replacement (unicompartmental (UKA) and total knee arthroplasty (TKA)).

Arthroscopy, debridement and osteotomy. Arthroscopic lavage and debridement provide good results in early and moderate KOA, and debridement can relieve symptoms for up to 2 years without increasing the risk of joint arthroplasty [69]. However, the results are notable for their inconsistency [70,71]. The resulting microfractures can positively influence the course of the disease by recruiting bone marrow pluripotent stromal cells to cartilage defects [72]. The traditional Coventry osteotomy transfers weight off the injured area by moderately overcorrecting the varus or valgus axis to relieve pain and slow degenerative process and joint replacement. This intervention is more likely to be performed in younger patients [73,74].

Unicompartmental knee arthroplasty. Single-piece knee replacement is an TKA alternative for patients whose disease is limited to one area of the knee, for example, particularly in the tibiofemoral region (medial or lateral). Being a less invasive procedure, patients can generally be discharged earlier than those undergoing TKA and can return to normal activities earlier, including work and sports [75,76]. The longevity of the medial UKA is ~10 years [77,78].

Total knee arthroplasty. For patients with advanced osteoarthritis of the knee, TKA may be the only option for managing pain and improving function. It is a safe intervention that relieves pain by 90-95% and has an 1-2% complication rate. As surgical techniques have become advanced, more than 90% of TKA patients will continue to report satisfactory outcomes 20 years after surgery [79]. Total knee arthroplasty involves cutting the damaged ends of the tibia and femur and closing them with a prosthesis. Partial recovery takes 6 weeks and full recovery takes up to

Conclusions

Conservative treatment is recommended at the initial stages of KOA, while surgical treatment is indicated for degenerative changes and collapse, which includes arthroscopy, debridement, osteotomy and, ultimately, unicompartmental knee replacement or total knee replacement. In addition, it is necessary to note one of the methods with a potential treatment option – cell therapy, the

1 year [80]. Although the overall life of a TKA prosthesis is affected by a factor associated with orthopedic technologies. In general, the average life is 15–20 years. Survival rates up to 98% have been noted as a long-term outcome of TKA [81]. Postoperative pain appears or persists in one in eight patients without radiological or clinical abnormalities [82]. Infections, femoral-patellar problems, knee stiffness are most common adverse effects. Blacks and Hispanics also have a higher risk of adverse outcomes, including joint infections after TKA [83].

Cell therapy. Current methods of managing articular cartilage defects include multiple microfractures, osteochondral autograft transfer, osteochondral allograft transplantation, autologous chondrocyte implantation, and matrix-assisted autologous chondrocyte implantation [84]. However, these clinical repair methods mainly lead to short-term functional regeneration with the formation of fibrocartilage, and cannot provide sustainable restoration of functional hyaline cartilage [85]. Currently, tissue engineering technology using various hydrogel scaffolds, mesenchymal stem cells (MSCs), and growth factors are considered as the most promising therapeutic strategy for the regeneration of cartilage and osteochondral defects [86]. MSCs are multipotent stem cells that possess self-renewal capacity and can differentiate into various specialized cell types such as adipocytes, chondrocytes, and osteoblasts [87]. MSCs can be obtained from various pathways, such as bone marrow [88], adipose tissue [89], and umbilical cord [90], and have recently been obtained from infrapatellar adipose tissue (IFP) for cartilage regeneration due to their increased chondrogenic capacity [91,92]. One of the advantages of synovium-derived MSCs (SDMSCs) is that these cells are tissue-resident stem cells, which actively participate in maintaining joint homeostasis and cartilage repair [93]. Moreover, it has been demonstrated that compared to MSCs isolated from other tissue sources, SDMSCs have greater proliferation activity and chondrogenic potential in vitro, rendering SDMSCs as an appropriate source for cartilage regeneration [94].

It was reported that the implantation of MSCs alone often leads to the formation of fibrocartilage, indicating that the in vivo environment is not sufficient to induce chondrogenesis in cartilage defect [95]. Recently, a number of studies demonstrated that MSCs encapsulated in hydrogel scaffolds with chondroinductive growth factors significantly repaired cartilage defects in contrast to individual application of MSCs or growth factors [96]. Transplanted MSCs can differentiate directly into chondrocytes and promote cartilage regeneration, secrete a number of growth factors and cytokines, where PDGF is the most effective growth factor and can promote tissue integration [97,98]. There have been many studies on the treatment of KOA [99-101]. MSCs have unique immunomodulatory properties to reduce inflammation, enhancing angiogenesis, cell survival, and differentiation [102,103]. Recent studies have shown that MSC-derived exosomes can inhibit the development of KOA and summarized the results of studies on exosomes derived from various MSCs and their efficacy in KOA therapy [104,105].

purpose of which is to improve the structural integrity of the damaged joint, treat pronounced bone edema and create the potential for remodeling articular cartilage. We hope that such studies would be reasonable, since the most important purpose is to restore the structure of articular cartilage.

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

Financing. No funding is declared.

Authors' contributions. Conceptualization - J.M.,

B.A.; methodology - D.Sh., B.A.; verification - J.M.; formal analysis - B.A., N.G., D.Sh., J.M.; writing (original draft preparation) - N.G.; writing (review and editing) - B.A., N.G., D.Sh., J.M.

References

- Zhang Y, Jordan J.M. *Epidemiology of Osteoarthritis. Clin Geriatr Med.* 2010; 26(3): 355–369. [[Crossref](#)]
- Bortoluzzi A, Furini F, Scirè C.A. *Osteoarthritis and its management -Epidemiology, nutritional aspects and environmental factors. Autoimmun Rev.* 2018; 17(11): 1097–1104. [[Crossref](#)]
- Mabey T, Honsawek S. *Cytokines as biochemical markers for knee osteoarthritis. World J Orthop.* 2015; 6(1): 95–105. [[Crossref](#)]. <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i1.95>
- Nelson A.E. *Osteoarthritis year in review 2017: Clinical. Osteoarthr Cartil.* 2018; 26(3): 319–325. [[Crossref](#)]
- Martel-Pelletier J, Barr A.J., Cicuttini F.M., Conaghan P.G. et al. *Osteoarthritis. Nat Rev Dis Prim.* 2016; 2: 1–18. [[Crossref](#)]
- Mobasheri A, Batt M. *An update on the pathophysiology of osteoarthritis. Ann Phys Rehabil Med.* 2016; 59(5-6): 333-9. [[Crossref](#)]
- Carlson A.K, Rawle R.A., Wallace C.W, Brooks E.G. et al. *Characterization of synovial fluid metabolomic phenotypes of cartilage morphological changes associated with osteoarthritis. Osteoarthr Cartil.* 2019; 27(8): 1174–1184. [[Crossref](#)]
- GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. *Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. Lancet.* 2016; 388(10053): 1545–1602. [[Crossref](#)]
- de Souza D.V, Lasmar dos Santos M., de Abreu Rodrigues K., Ramires J.B. et al. *Exercise and osteoarthritis: a systematic review. Fisioter Mov.* 2013; 26(1): 193–202. [[Crossref](#)]
- Lim J.Y, Tchai E., Jang S.N. *Effectiveness of aquatic exercise for obese patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. Am J Phys Med Rehabil.* 2010; 2(8): 723–31. [[Crossref](#)]
- Emery C.A., Whittaker J.L., Mahmoudian A., Lohmander L.S. et al. *Establishing outcome measures in early knee osteoarthritis. Nat Rev Rheumatol.* 2019; 15(7): 438–448. [[Crossref](#)]
- Malfait A.M. *Osteoarthritis year in review 2015: Biology. Osteoarthritis Cartilage.* 2016; 24(1): 21–6. [[Crossref](#)]
- Orlowsky E.W, Kraus V.B. *The role of innate immunity in osteoarthritis: When our first line of defense goes on the offensive. J Rheumatol.* 2015; 42(3): 363–71. [[Crossref](#)]
- Varady N.H., Grodzinsky A.J. *Osteoarthritis year in review 2015: Mechanics. Osteoarthritis Cartilage.* 2016; 24(1): 27–35. [[Crossref](#)]
- Arden N., Nevitt M.C. *Osteoarthritis: Epidemiology. Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2006; 20(1): 3–25. [[Crossref](#)]
- Wluka A.E., Lombard C.B., Cicuttini F.M. *Tackling obesity in knee osteoarthritis. Nat Rev Rheumatol.* 2013; 9(4): 225–35. [[Crossref](#)]
- Mahir L., Belhaj K, Zahi S., Azanmasso H. et al. *Impact of knee osteoarthritis on the quality of life. Ann Phys Rehabil Med.* 2016; 59(Suppl): e159. [[Crossref](#)].
- Heidari B. *Knee osteoarthritis prevalence, risk factors, pathogenesis and features: Part I. Casp J Intern Med.* 2011; 2(2): 205–212. [[Google Scholar](#)]
- Hunter D.J., Bierma-Zeinstra S. *Osteoarthritis. Lancet.* 2019; 393(10182): 1745–1759. [[Crossref](#)]
- Berenbaum F, Wallace I.J., Lieberman D.E., Felson D.T. *Modern-day environmental factors in the pathogenesis of osteoarthritis. Nat Rev Rheumatol.* 2018; 14: 674–681. [[Crossref](#)]
- Reynard L.N., Barter M.J. *Osteoarthritis year in review 2019: Genetics, genomics and epigenetics. Osteoarthr Cartil.* 2020; 28(3): 275–284. [[Crossref](#)]
- Rice S.J., Beier F, Young D.A., Loughlin J. *Interplay between genetics and epigenetics in osteoarthritis. Nat Rev Rheumatol.* 2020; 16(5): 268–281. [[Crossref](#)]
- Wang Y, Meng F, Wu J., Long H. et al. *Associations between adipokines gene polymorphisms and knee osteoarthritis: a meta-analysis. BMC musculoskeletal disorders.* 2022; 23(1): 166. [[Crossref](#)]
- Workgroup of the American Association of Hip and Knee Surgeons Evidence Based Committee. *Obesity and total joint arthroplasty: A literature based review. J Arthroplasty.* 2013; 28(5): 714–21. [[Crossref](#)]
- Collins J.E., Katz J.N., Dervan E.E., Losina E. *Trajectories and risk profiles of pain in persons with radiographic, symptomatic knee osteoarthritis: data from the osteoarthritis initiative. Osteoarthritis Cartilage.* 2014; 22(5): 622–630. [[Crossref](#)]
- Duncan R., Peat G., Thomas E., Wood L. et al. *Does isolated patellofemoral osteoarthritis matter? Osteoarthritis Cartilage.* 2009; 17(9): 1151–1155. [[Crossref](#)]
- Kellgren J.H., Lawrence J.S. *Radiological assessment of osteo-arthrosis. Ann Rheum Dis.* 1957; 16(4): 494–502. [[Crossref](#)]
- Bellamy N., Buchanan W.W, Goldsmith C.H., Campbell J. et al. *Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. J Rheumatol.* 1988; 15(12): 1833-1840. [[Google Scholar](#)]
- Hayes M.S., Patterson D.G. *Experimental development of the graphic rating method. Psychol Bull.* 1921; 18: 98–99. [[Crossref](#)]
- Ayhan E., Kesmezacar H., Akgun I. *Intraarticular injections (corticosteroid, hyaluronic acid, platelet rich plasma) for the knee osteoarthritis. World J Orthop.* 2014; 5(3): 351–361. [[Crossref](#)]
- Kolasinski S.L., Neogi T, Hochberg M.C., Oatis C. et al. *2019 American College of Rheumatology. Arthritis Foundation Guideline for the Management of Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. Arthritis Rheumatol.* 2020; 72(2): 220–233. [[Crossref](#)]
- Mora J.C., Przkora R., Cruz-Almeida Y. *Knee osteoarthritis: Pathophysiology and current treatment modalities. J Pain Res.* 2018; 11: 2189–2196. [[Crossref](#)]

33. Rozental T.D., Sculco T.P. Intra-articular corticosteroids: An updated overview. *Am J Orthop.* 2000; 29(1): 18–23. [[Google Scholar](#)]
34. Deyle G.D., Allen C.S., Allison S.C., Gill N.W. et al. Physical Therapy versus Glucocorticoid Injection for Osteoarthritis of the Knee. *The New England journal of medicine.* 2020; 382(15): 1420–1429. [[Crossref](#)]
35. Conaghan P.G., Hunter D.J., Cohen S.B., Kraus V.B. et al. Effects of a Single Intra-Articular Injection of a Microsphere Formulation of Triamcinolone Acetonide on Knee Osteoarthritis Pain: A Double-Blinded, Randomized, Placebo-Controlled, Multinational Study. *J Bone Joint Surg Am.* 2018; 100(8): 666–677. [[Crossref](#)]
36. Saltychev M., Mattie R., McCormick Z., Laimi K. The magnitude and duration of the effect of intra-articular corticosteroid injections on pain severity in knee osteoarthritis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.* 2020; 99(7): 617–625. [[Crossref](#)]
37. Conaghan P.G., Cohen S.B., Berenbaum F., Lufkin J. et al. Brief report: a phase II b trial of a novel extended-release microsphere formulation of triamcinolone acetonide for intraarticular injection in knee osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatology.* 2018; 70(2): 204–211. [[Crossref](#)]
38. Klocke R., Levasseur K., Kitas G.D., Smith J.P. et al. Cartilage turnover and intra-articular corticosteroid injections in knee osteoarthritis. *Rheumatology International.* 2018; 38(8): 455–459. [[Crossref](#)]
39. Kapugi M., Cunningham K. Corticosteroids. *Orthop Nurs.* 2019; 38(5): 336–339. [[Crossref](#)]
40. Raeissadat S.A., Gharooee Ahangar A., Rayegani S.M., Minator Sajjadi M. et al. Platelet-Rich Plasma-Derived Growth Factor vs Hyaluronic Acid Injection in the Individuals with Knee Osteoarthritis: A One Year Randomized Clinical Trial. *J Pain Res.* 2020; 13: 1699–1711. [[Crossref](#)]
41. Hacken B., Rogers A., Chinchilli V., Silvius M. et al. Improvement in knee osteoarthritis pain and function following bariatric surgery: 5 year follow-up. *Surgery for Obesity and Related Diseases.* 2019; 15(6): 979–984. [[Crossref](#)]
42. Messier S.P., Gutekunst D.J., Davis C., DeVita P. Weight loss reduces knee-joint loads in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2005; 52(7): 2026–2032. [[Crossref](#)]
43. Basu A., Schell J., Scofield R.H. Dietary fruits and arthritis. *Food & Function.* 2018; 9(1): 70–77. [[Crossref](#)]
44. Kovar P.A., Allegrante J.P., MacKenzie C.R., Peterson M.G.E. et al. Supervised Fitness Walking in Patients with Osteoarthritis of the Knee. *Annals of internal medicine.* 1992; 116(7): 529–534. [[Crossref](#)]
45. Segal N.A., Glass N.A., Felson D.T., Hurley M. et al. Effect of quadriceps strength and proprioception on risk for knee osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42(11): 2081–2088. [[Crossref](#)]
46. Regnaud J.P., Lefevre-Colau M.M., Trinquart L., Nguyen C. et al. High-intensity versus low-intensity physical activity or exercise in people with hip or knee osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; 2015(10): CD010203. [[Crossref](#)]
47. Bennell K.L., Lawford B.J., Keating C., Brown C. et al. Comparing Video-Based, Telehealth-Delivered Exercise and Weight Loss Programs With Online Education on Outcomes of Knee Osteoarthritis: A Randomized Trial. *Ann Intern Med.* 2022; 175(2): 198–209. [[Crossref](#)]
48. Phillips S., Li C.S., Phillips M., Bischoff M. et al. Treatment of osteoarthritis of the knee with bracing: A scoping review. *Orthop Rev (Pavia).* 2016; 8(2): 6256. [[Crossref](#)]
49. Fransen M., McConnell S., Harmer A.R., Van der Esch M. et al. Exercise for osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; 2015(1): CD004376. [[Crossref](#)]
50. Duivenvoorden T., Brouwer R.W., van Raaij T.M., Verhagen A.P. et al. Braces and orthoses for treating osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; 16(3): CD004020. [[Crossref](#)]
51. Mont M.A., Cherian J.J., Bhava A., Starr R. et al. Unloader bracing for knee osteoarthritis: A pilot study of gait and function. *Surg Technol Int.* 2015; 27: 287–93. [[Google Scholar](#)]
52. Reichenbach S., Felson D.T., Hincapié C.A., Heldner S. et al. Effect of Biomechanical Footwear on Knee Pain in People With Knee Osteoarthritis: The BIOTOK Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2020; 323(18): 1802–1812. [[Crossref](#)]
53. Perlman A., Fogerite S.G., Glass O., Bechard E. et al. Efficacy and Safety of Massage for Osteoarthritis of the Knee: a Randomized Clinical Trial. *Journal of general internal medicine.* 2019; 34(3): 379–386. [[Crossref](#)]
54. Tsokanos A., Livieratou E., Billis E., Tsekoura M. et al. The Efficacy of Manual Therapy in Patients with Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. *Medicina.* 2021; 57(7): 696. [[Crossref](#)]
55. Bruyère O., Altman R.D., Reginster J.Y. Efficacy and safety of glucosamine sulfate in the management of osteoarthritis: evidence from real-life setting trials and surveys. *Seminars in Arthritis and Rheumatism.* 2016; 45(4 Suppl): S12–S17. [[Crossref](#)]
56. Garcia Rodríguez L.A., Hernández-Díaz S. The risk of upper gastrointestinal complications associated with nonsteroidal anti-inflammatory drugs, glucocorticoids, acetaminophen, and combinations of these agents. *Arthritis Res.* 2001; 3(2): 98–101. [[Crossref](#)]
57. Bhala N., Emberson J., Merhi A., Abramson S. et al. Vascular and upper gastrointestinal effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs: Meta-analyses of individual participant data from randomised trials. *Lancet.* 2013; 382(9894): 769–779. [[Crossref](#)]
58. Coskun Benlidayi I., Gokcen N., Basaran S. Comparative short-term effectiveness of ibuprofen gel and cream phonophoresis in patients with knee osteoarthritis. *Rheumatology International.* 2018; 38(10): 1927–1932. [[Crossref](#)]
59. Derry S., Conaghan P., Da Silva J.A., Wiffen P.J. et al. Topical NSAIDs for chronic musculoskeletal pain in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016; 4(4): Cd007400. [[Crossref](#)]
60. Wadsworth L.T., Kent J.D., Holt R.J. Efficacy and safety of diclofenac sodium 2% topical solution for osteoarthritis of the knee: a randomized, double-blind, vehicle-controlled, 4 week study. *Current Medical Research and Opinion.* 2016; 32(2): 241–250. [[Crossref](#)]
61. da Costa B.R., Reichenbach S., Keller N., Nartey L. et al. Effectiveness of non-steroidal anti-inflammatory drugs for the treatment of pain in knee and hip osteoarthritis: A network meta-analysis. *Lancet.* 2016; 387(10033): 2093–105. [[Crossref](#)]
62. Pavelka K., Bruyère O., Cooper C., Kanis J.A. et al. Diacerein: benefits, risks and place in the management of osteoarthritis. An opinion-based report from the ESCEO. *Drugs & Aging.* 2017; 33(2): 75–85. [[Crossref](#)]
63. Hochberg M.C., Wohlreich M., Gaynor P., Hanna S. et al. Clinically Relevant Outcomes Based on Analysis of Pooled Data from 2 Trials of Duloxetine in Patients with Knee Osteoarthritis. *The Journal of Rheumatology.* 2012; 39(2): 352. [[Crossref](#)]

64. Osani M.C., Bannuru R.R. Efficacy and safety of duloxetine in osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Korean J Intern Med.* 2019; 34(5): 966–973. [[Crossref](#)]
65. Davies J.E. The pharmacological basis of therapeutics. *Occup Environ Med.* 2007; 64(8): e2. [[Crossref](#)]
66. Bannuru R.R., Schmid C.H., Kent D.M., Vaysbrot E.E. et al. Comparative effectiveness of pharmacologic interventions for knee osteoarthritis: a systematic review and network meta-analysis. *Annals of internal medicine.* 2015; 162(1): 46–54. [[Crossref](#)]
67. Leopoldino A.O., Machado G.C., Ferreira P.H., Pinheiro M.B. et al. Paracetamol versus placebo for knee and hip osteoarthritis. *The Cochrane database of systematic reviews.* 2019; 2(2): Cd013273. [[Crossref](#)]
68. Zhu X., Wu D., Sang L., Wang Y. et al. Comparative effectiveness of glucosamine, chondroitin, acetaminophen or celecoxib for the treatment of knee and/or hip osteoarthritis: a network meta-analysis. *Clinical and experimental rheumatology.* 2018; 36(4): 595–602. [[Google Scholar](#)]
69. Su X., Li C., Liao W., Liu J. et al. Comparison of arthroscopic and conservative treatments for knee osteoarthritis: a 5 year retrospective comparative study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2018; 34(3): 652–659. [[Crossref](#)]
70. Zuiderbaan H.A., van der List J.P., Kleeblad L.J., Appelboom P. et al. Modern indications, results, and global trends in the use of unicompartmental knee arthroplasty and high tibial osteotomy in the treatment of isolated medial compartment osteoarthritis. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2016; 45(6): E355–E361. [[Google Scholar](#)]
71. Thorlund J.B., Juhl C.B., Roos E.M., Lohmander L.S. Arthroscopic surgery for degenerative knee: Systematic review and meta-analysis of benefits and harms. *BMJ.* 2015; 350: h2747. [[Crossref](#)]
72. Gobbi A., Karnatzikos G., Kumar A. Long-term results after microfracture treatment for full-thickness knee chondral lesions in athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2014; 22(9): 1986–1996. [[Crossref](#)]
73. Chahla J., Dean C.S., Mitchell J.J., Moatshe G. et al. Medial opening wedge proximal tibial osteotomy. *Arthrosc Tech.* 2016; 5(4): e919-e928. [[Crossref](#)]
74. Fujisawa Y., Masuhara K., Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. An arthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am.* 1979; 10(3): 585–608. [[Google Scholar](#)]
75. Rodriguez-Merchan E.C., Gomez-Cardero P. Unicompartmental knee arthroplasty: Current indications, technical issues and results. *Efort Open Rev.* 2018; 3(6): 363–373. [[Crossref](#)]
76. Borus T., Thornhill T. Unicompartmental knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008; 16(1): 9-18. [[Crossref](#)]
77. Koskinen E., Paavolainen P., Eskelinen A., Pulkkinen P. et al. Unicompartmental knee replacement for primary osteoarthritis: A prospective follow-up study of 1,819 patients from the Finnish Arthroplasty Register. *Acta Orthop.* 2007; 78(1): 128–135. [[Crossref](#)]
78. Svärd U.C., Price A.J. Oxford medial unicompartmental knee arthroplasty. A survival analysis of an independent series. *J Bone Joint Surg Br.* 2001; 83(2): 191–194. [[Crossref](#)]
79. Carr A.J., Robertsson O., Graves S., Price A.J. et al. Knee replacement. *Lancet.* 2012; 379(9823): 1331–40. [[Crossref](#)]
80. Leopold S.S. Minimally invasive total knee arthroplasty for osteoarthritis. *N Engl J Med.* 2009; 360(17): 1749–1758. [[Crossref](#)]
81. Keating E.M., Meding J.B., Faris P.M., Ritter M.A. Long-term followup of nonmodular total knee replacements. *Clin Orthop Relat Res.* 2002; 404: 34–39. [[Crossref](#)]
82. Lundblad H., Kreicbergs A., Jansson K.A. Prediction of persistent pain after total knee replacement for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Br.* 2008; 90(2): 166–171. [[Crossref](#)]
83. Nwachukwu B.U., Kenny A.D., Losina E., Chibnik L.B. et al. Complications for Racial and Ethnic Minority Groups After Total Hip and Knee Replacement: A Review of the Literature. *JBJS.* 2010; 92(2): 338-45. [[Crossref](#)]
84. Evenbratt H., Andreasson L., Bicknell V., Brittberg M. et al. Insights into the present and future of cartilage regeneration and joint repair. *Cell Regen.* 2022; 11(1): 3. [[Crossref](#)]
85. Steinert A.F., Ghivizzani S.C., Rethwilm A., Tuan R.S. et al. Major biological obstacles for persistent cell-based regeneration of articular cartilage. *Arthritis Res Ther.* 2007; 9(3): 213. [[Crossref](#)]
86. Huselstein C., Li Y., He X. Mesenchymal stem cells for cartilage engineering. *Biomed Mater Eng.* 2012; 22(1-3): 69-80. [[Crossref](#)]
87. Ding D.C., Shyu W.C., Lin S.Z. Mesenchymal stem cells. *Cell Transplant.* 2011; 20(1): 5-14. [[Crossref](#)]
88. Gnecci M., Melo L.G. Bone marrow-derived mesenchymal stem cells: Isolation, expansion, characterization, viral transduction, and production of conditioned medium. *Methods Mo Biol.* 2009; 482: 281–294. [[Crossref](#)]
89. Gruber H.E., Deepe R., Hoelscher G.L., Ingram J.A. et al. Human adipose-derived mesenchymal stem cells: Direction to a phenotype sharing similarities with the disc, gene expression profiling, and coculture with human annulus cells. *Tissue Eng Part A.* 2010; 16(9): 2843-60. [[Crossref](#)]
90. Ishige I., Nagamura-Inoue T., Honda M., Harnprasopwat R. et al. Comparison of mesenchymal stem cells derived from arterial, venous, and Wharton's jelly explants of human umbilical cord. *Int J Hematol.* 2009; 90(2): 261–269. [[Crossref](#)]
91. do Amaral R., Almeida H.V., Kelly D.J., O'Brien F.J. et al. Infrapatellar Fat Pad Stem Cells: From Developmental Biology to Cell Therapy. *Stem Cells Int.* 2017; 2017: 6843727. [[Crossref](#)]
92. Stocco E., Barbon S., Piccione M., Belluzzi E. et al. Infrapatellar Fat Pad Stem Cells Responsiveness to Microenvironment in Osteoarthritis: From Morphology to Function. *Front Cell Dev Biol.* 2019; 7: 323. [[Crossref](#)]
93. Koga H., Muneta T., Ju Y.J., Nagase T. et al. Synovial stem cells are regionally specified according to local microenvironments after implantation for cartilage regeneration. *Stem Cells.* 2007; 25(3): 689-696. [[Crossref](#)]
94. Koga H., Muneta T., Nagase T., Nagase T. et al. Comparison of mesenchymal tissues-derived stem cells for in vivo chondrogenesis: suitable conditions for cell therapy of cartilage defects in rabbit. *Cell Tissue Res.* 2008; 333(2): 207-215. [[Crossref](#)]
95. Magne D., Vinatier C., Julien M., Weiss P. et al. Mesenchymal stem cell therapy to rebuild cartilage. *Trends Mol Med.* 2005; 11(11): 519-526. [[Crossref](#)]

96. Wagenbrenner M., Mayer-Wagner S., Rudert M., Holzapfel B.M. et al. Combinations of Hydrogels and Mesenchymal Stromal Cells (MSCs) for Cartilage Tissue Engineering-A Review of the Literature. *Gels*. 2021; 7(4): 217. [[Crossref](#)]
97. Emadedin M., Ghorbani Liastani M., Fazeli R., Mohseni F. et al. Long-term follow-up of intra-articular injection of autologous mesenchymal stem cells in patients with knee, ankle, or hip osteoarthritis. *Archives of Iranian Medicine*. 2015; 18(6): 336–344. [[Google Scholar](#)]
98. Horie M., Sekiya I., Muneta T., Ichinose S. et al. Intra-articular injected synovial stem cells differentiate into meniscal cells directly and promote meniscal regeneration without mobilization to distant organs in rat massive meniscal defect. *Stem Cells*. 2009; 27(4): 878–887. [[Crossref](#)]
99. Shariatzadeh M., Song J., Wilson S.L. The efficacy of different sources of mesenchymal stem cells for the treatment of knee osteoarthritis. *Cell Tissue Res*. 2019; 378(3): 399–410. [[Crossref](#)]
100. Iijima H., Isho T., Kuroki H., Takahashi M. et al. Effectiveness of mesenchymal stem cells for treating patients with knee osteoarthritis: A meta-analysis toward the establishment of effective regenerative rehabilitation. *NPJ Regen Med*. 2018; 3: 15. [[Crossref](#)]
101. Wang A.T., Feng Y., Jia H.H., Zhao M. et al. Application of mesenchymal stem cell therapy for the treatment of osteoarthritis of the knee: A concise review. *World J Stem Cells*. 2019; 11(4): 222–235. [[Crossref](#)]
102. Pittenger M.F., Discher D.E., Peault B.M., Phinney D.G. et al. Mesenchymal stem cell perspective: Cell biology to clinical progress. *NPJ Regen Med*. 2019; 4(4): 22. [[Crossref](#)]
103. Wang M., Yuan Q., Xie L. Mesenchymal Stem Cell-Based Immunomodulation: Properties and Clinical Application. *Stem Cells Int*. 2018; 2018: 3057624. [[Crossref](#)]
104. Cosenza S., Ruiz M., Toupet K., Jorgensen C. et al. Mesenchymal stem cells derived exosomes and microparticles protect cartilage and bone from degradation in osteoarthritis. *Sci Rep*. 2017; 7(1): 16214. [[Crossref](#)]
105. Ha D.H., Kim H.K., Lee J., Kwon H.H. et al. Mesenchymal Stem/Stromal Cell-Derived Exosomes for Immunomodulatory Therapeutics and Skin Regeneration. *Cells*. 2020; 9(5): 1157. [[Crossref](#)]

Тізе буыны остеоартрозының диагностикасы және емі: Заманауи аспектілері

[Байбусунова А.Ж.](#)¹, [Нысанбай Г. Н.](#)², [Шварц Д.В.](#)³, [Жакеева М.Х.](#)⁴

¹ Медицина мектебінің студенті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: baibusunova@icloud.com

² Медицина мектебінің студенті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: n.n.gauhar@gmail.com

³ Травматология және ортопедия кафедрасының ассистенті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: shwartz_dima81@mail.ru

⁴ Нефрология, гематология, аллергология және иммунология курстары бар ішкі аурулар кафедрасының ассистенті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: miken90@mail.ru

Түйіндіме

Тізе буыны остеоартрозы (ТБОА) - жиі жағдайда 60 жасан асқан ересектерге әсер ететін созылмалы буын ауруы. Соңғы зерттеулер оның прогрессивті сипатын көрсетеді, буынның әртүрлі компоненттеріндегі құрылымдық өзгерістерді, соның ішінде буын шеміршегін, синовиальды қабықты және байламдарды қамтиды.

Жаһандық деңгейде 250 миллионға жуық адам ТБОА-мен ауырады, симптомсыз жағдайларға, семіздікке және басқа факторларға байланысты ТБОА жиілігі арта түскен. Еркектерге қарағанда әйелдер бұл ауруға жиі ұшырайды. ТБОА әлемдегі мүгедектіктің жиі кездесетін себептерінің біріне айналып, аурудың ауырталығының 85%-ын құрайды. 60 жасан асқан адамдардың шамамен 10%-ы ТБОА-мен ауырады, бұл қозғалыс шектеулеріне әкеледі.

Шолудың мақсаты ТБОА-ны бейнелеу мен заманауи емдеуге қатысты соңғы зерттеулерді, сондай-ақ осы аурудың таралуын талдауды қамту болып табылды.

Процестің ауырлығына және ауырсыну синдромына байланысты хирургиялық емес әдістер жиі жағдайда жеткіліксіз болып жатады. Буындарды эндопротездеу соңғы сатыда емдеудің маңызды әдісін ұсынады. Алайда, кортикостероидты инъекциялар, гиалурон қышқылы және жасушаларды қолдану сияқты басқа әдістер аурудың дамуын бәсеңдетуі мүмкін. Ерте кезеңдерде ТБОА асимптоматикалық болуы мүмкін екенін ескере отырып, уақтылы диагноз қою маңызды рөл атқарады. Ауруды тиімді басқару үшін симптомдарды, клиникалық деректерді және әртүрлі диагностикалық бейнелеу әдістерінің нәтижелерін ескеру маңызды.

Түйін сөздер: тізе буыны остеоартрозы, остеоартроздың диагностикасы, остеоартроздың емі, толық эндопротездеу, мезенхималық бағаналы жасушалар.

Диагностика и лечение остеоартроза коленного сустава: Современные аспекты

[Байбусунова А.Ж.](#)¹, [Нысанбай Г. Н.](#)², [Шварц Д.В.](#)³, [Жакеева М.Х.](#)⁴

¹ Студент Школы медицины, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: baibusunova@icloud.com

² Студент Школы медицины, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: n.n.gauhar@gmail.com

³ Ассистент кафедры травматологии и ортопедии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан.

E-mail: shwartz_dima81@mail.ru

⁴ Ассистент кафедры внутренних болезней с курсами нефрологии, гематологии, аллергологии и иммунологии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан, miken90@mail.ru

Резюме

Остеoarтроз коленного сустава (ОАКС) представляет собой распространенное хроническое заболевание суставов, чаще всего поражающее взрослых старше 60 лет. Последние исследования указывают на его прогрессивный характер, вовлекая структурные изменения в различных компонентах сустава, включая суставной хрящ, синовиальную оболочку и связки.

Глобально около 250 миллионов человек страдают от ОАКС, с ростом заболеваемости ОАКС из-за бессимптомных случаев, ожирения и других факторов. Женщины чаще подвержены этому заболеванию, чем мужчины. ОАКС становится одной из главных причин инвалидности в мире, обуславливая 85% бремени ОАКС. Приблизительно 10% людей старше 60 лет страдают от ОАКС, что приводит к ограничениям в передвижении. В связи с выраженностью процесса и болевого синдрома, нехирургические методы часто оказываются недостаточными.

***Цель обзора** заключается в освещении недавних исследований, касающихся визуализации и современных методов лечения ОАКС, а также анализа распространенности этого заболевания.*

Эндопротезирование суставов представляет собой важный метод лечения на терминальной стадии. Однако другие методы, такие как инъекции кортикостероидов, гиалуроновая кислота и использование клеток, могут замедлить прогрессирование заболевания. Своевременная диагностика играет ключевую роль, учитывая, что на ранних стадиях ОАКС может протекать бессимптомно. Важно учитывать симптомы, клинические данные и результаты различных методов визуализации для эффективного управления заболеванием.

***Ключевые слова:** остеоартроз коленного сустава, диагностика остеоартроза, лечение остеоартроза, тотальное эндопротезирование, мезенхимальные стволовые клетки.*

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2024-1-71-30-34>

УДК 616-089.23; 616-001; 615.477.2; 616-089.5

МРНТИ 76.29.41; 76.29.44

Краткое сообщение

Анализ эффективности интраоперационной локальной инфильтрационной анальгезии при эндопротезировании коленного сустава

Оразалиев К.М.¹, Тажимуратов Н.К.², Шин А.А.³, Хамитжанов А.Т.⁴,
Жармухамбетов Е.А.⁵, Балтабай Р.Р.⁶

¹ Старший преподаватель кафедры травматологии, орпедии и военно-полевой хирургии, Казахстанско-российский медицинский университет, Алматы, Казахстан. E-mail: kairat197823@mail.ru

² Доцент кафедры травматологии, орпедии и военно-полевой хирургии, Казахстанско-российский медицинский университет, Алматы, Казахстан. E-mail: nurachim.agiuv@mail.ru

³ Старший преподаватель кафедры травматологии, орпедии и военно-полевой хирургии, Казахстанско-российский медицинский университет, Алматы, Казахстан. E-mail: doctorshin@mail.ru

⁴ Старший преподаватель кафедры травматологии, орпедии и военно-полевой хирургии, Казахстанско-российский медицинский университет, Алматы, Казахстан. E-mail: aibek_cgkb@mail.ru

⁵ Доцент кафедры травматологии, орпедии и военно-полевой хирургии, Казахстанско-российский медицинский университет, Алматы, Казахстан. E-mail: erlan_alm@mail.ru

⁶ Врач-травматолог приемного отделения, Центральная городская клиническая больница, Алматы, Казахстан. E-mail: raim_9211@mail.ru

Резюме

Проблема послеоперационной боли после эндопротезирования коленного сустава является значительной проблемой, которая ухудшает состояние больных, препятствующей их дальнейшей активизации и реабилитации. Для профилактики развития выраженного болевого синдрома после эндопротезирования коленного сустава была предложена локальная инфильтрационная анальгезия, включающая анестезирующий препарат, нестероидный противовоспалительный препарат и адреналин.

Цель исследования: оценить эффективность локальной инфильтрационной анальгезии при эндопротезировании коленного сустава с оценкой послеоперационной боли.

Методы. В рамках одноцентрового ретроспективного исследования были изучены результаты лечения 81 пациента с остеоартритом коленного сустава, которым было назначено первичное эндопротезирование в период с января 2022 года по декабрь 2023 года. Пациентам основной группы (40 человек) вводили однократную дозу локальной инфильтрационной анальгезии интраоперационно, тогда как пациентам контрольной группы (41 человек) данная процедура не проводилась. Результаты сравнивались по оценке послеоперационной боли и потребления наркотических анальгетиков в обеих группах.

Результаты. Пациенты основной группы имели значительно более низкие показатели боли в период от первого послеоперационного дня (ВАШ составил 3,05) до четвертого послеоперационного дня (2,75) по сравнению с контрольной группой (5,06 и 3,2) ($p < 0,001$). Потребление наркотических анальгетиков в основной группе также было намного меньше по сравнению с контрольной группой.

Выводы. Применение локальной инфильтрационной анальгезии во время операции позволяет эффективно снизить послеоперационную боль и потребность в наркотических анальгетиках у пациентов с эндопротезированием коленного сустава.

Ключевые слова: эндопротезирование, инфильтрационная анальгезия, коленный сустав, послеоперационная боль.

Corresponding author: Kairat Orazaliyev, Senior Lecturer of the Department of Traumatology, Orthopedics and General Surgical Surgery, Kazakh-Russian Medical University, Almaty, Kazakhstan.

Postal code: 050046

Address: Almaty, Bostandyk microdistrict, Egizbaeva 7/8, Apartment 56

Phone: +77054473636

E-mail: kairat197823@mail.ru

Trauma Ortho Kaz 1 (71) 2024: 30-34

Received: 28-01-2024

Accepted: 04-03-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ЭКС) является распространенной ортопедической процедурой, позволяющей облегчить состояние больных в терминальной стадии дегенеративного остеоартроза коленного сустава. Однако ЭКС связано со значительной послеоперационной болью, которая может препятствовать реабилитации и вызывать осложнения. Были предложены различные методы облегчения боли, включая продленную эпидуральную анальгезию, блокаду периферических нервов, локальную инфильтрационную анальгезию (ЛИА) [1], внутривенную анальгезию под контролем пациента и пероральную анальгезию. Продленная эпидуральная анестезия может вызывать такие тяжелые осложнения, как послеоперационная головная боль, интраоперационная гипотония и риск спинальной инфекции [1]. Кроме того, внутривенные или пероральные наркотики могут вызывать тошноту, рвоту, сонливость, угнетение дыхания и задержку

мочи [1,2]. Таким образом, ЛИА становится все более популярной благодаря своей возможности избежать этих осложнений.

Локальная инфильтрационная анальгезия была впервые описана Kerr D.R. и Kohan L. в Австралии в 2008 году [1]. Она предполагает использование смеси анестетика и нестероидного противовоспалительного препарата, к которым может быть добавлен адреналин или кортикостероид [3,4]. Также метод предполагает введение интраоперационно путем инъекции в заднюю капсулу коленного сустава, а также в мягкие ткани вокруг операционного поля. Появляется все больше доказательств в пользу использования ЛИА при ЭКС [5-10].

Цель исследования: оценить эффективность локальной инфильтрационной анальгезии при эндопротезировании коленного сустава с оценкой послеоперационной боли.

Материалы и методы

Дизайн исследования. Это одноцентровое ретроспективное когортное исследование, проведенное на клинической базе Казахстанско-Российского медицинского университета, в клинике "Достар Мед" города Алматы.

Пациенты и исследуемая популяция. В данном исследовании участвовали всего 81 пациента, которым было проведено ЭКС. Оперативное лечение у пациентов обеих групп проводилось под спинальной анестезией. Критериями исключения были наличие хронического воспалительного заболевания суставов (например, ревматоидного артрита или артропатии Шарко); наличие состояний, исключающих применение ЛИА (например, аллергия или непереносимость препарата, используемого при ЛИА, почечная недостаточность, нарушение свертываемости крови или удлинение интервала QT).

Пациентам из группы исследования (40 пациентов) производилась интраоперационная локальная инфильтрационная анальгезия «коктейлем», имеющим следующий состав: Ропивакаин 2мг\мл – 100 мл+Кеторолак 30 мг №10+Адреналин 10 мкг\мл+ 0,9% NaCl до 200 мл. Во второй контрольной группе, состоявшей из 41 пациента данная процедура не проводилась. Оценка эффективности «коктейля», по сравнению с контрольной группой, проводилась путем сравнения интенсивности боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) и частоте введения наркотических анальгетиков в течение 48 часов после операции.

Существенных различий между группами по исходным демографическим данным не было. Из пролеченных пациентов 64,2% (n=52) составляли женщины, 35,8% - мужчины (n=29). Возраст пациентов варьировал от 52 до 83 лет, при этом средний возраст составил 63,2±12,1 лет. Из проведенных операций 61,7% - эндопротезирование правого коленного сустава (n=50), 38,3% - левого коленного сустава (n=31).

Процедуры исследования. Исходные обследования были проведены для всех пациентов в этом исследовании, включая предоперационные анализы крови и соответствующие рентгеновские снимки. Письменное информированное согласие

на ЭКС было предоставлено каждым пациентом. Перед операцией каждому пациенту проводилась антибиотикопрофилактика.

Все процедуры ЭКС выполнялись хирургами клиники Достар Мед с использованием медиального парapatеллярного доступа. Жгут не использовался. Во всех случаях использовались цементные протезы.

Пациентам основной группы смесь ЛИА вводили стерильными шприцами для инъекций, инъекции проводили в 3 этапа. На первом этапе ЛИА проводили перед цементированием и установкой протеза. Задняя капсула инфильтрировалась примерно 20% от общего объема ЛИА. Во время инфильтрации избегали середины задней капсулы из-за непосредственной близости сосудисто-нервного пучка. Второй этап проводился после имплантации протеза: 60% общего объема ЛИА инфильтрировалось в коллатеральные связки и мягкие ткани боковых поверхностей передних поверхностей в области операционного доступа. Третий этап проводили непосредственно перед ушиванием кожи: оставшиеся 20% общего объема ЛИА вводили подкожно. В контрольной группе ЛИА не применялось. Аспирационный дренаж не использовался в обеих группах.

В контрольной группе и группе ЛИА следовал один и тот же послеоперационный протокол. Всем пациентам в послеоперационном периоде проводилось обезболивание, включавшее в себя нестероидный противовоспалительный препарат (НПВП) и наркотические анальгетики. Введение наркотических анальгетиков (промедол 2,0 мл – 10мг\мл) проводилось по требованию пациентов, но не ранее чем через 4 часа после введения предыдущей дозы. Введение НПВП проводилось по схеме – кетопрофен 100 мг/2 мл 2 раза в день в течении 48 часов, затем по требованию.

Первичными результатами были оценка боли по ВАШ в период от первого послеоперационного дня (ПОД 1) до четвертого дня (ПОД 4) и общее употребление промедола.

Пациенты оценивали боль по ВАШ от 0 до 10, где 0 означало отсутствие боли, а 10 — самую сильную боль, которую только можно вообразить.

Регистрировались количества в дозах промедола потребляемые каждым пациентом.

Исследование одобрено Локальной комиссией Казахстанско-Российского медицинского университета в 2022 году.

Результаты

Пациенты в группе ЛИА имели значительно более низкие показатели боли в период от ПОД 1 до ПОД 4 по сравнению с пациентами в контрольной группе. На ПОД 1 средний показатель боли по ВАШ составил 3,05 в группе ЛИА по сравнению с 5,06 в контрольной группе ($p < 0,001$); на ПОД 2 в группе ЛИА показатель боли составил 3,15 по сравнению с 4,65 в контрольной группе ($p < 0,001$). Различия в оценке боли на ПОД 3 и ПОД 4 были меньшими, но оставались статистически значимыми. На ПОД 3 показатель боли в группе ЛИА составил 3,10, а в контрольной группе — 3,5 ($p = 0,001$); на ПОД 4 показатель боли в группе ЛИА составил 2,75, а в контрольной группе - 3,2 ($p < 0,001$).

Среднее количество доз промедола, необходимое пациентам после ЭКС в группе ЛИА, составило 1,4 дозы в ПОД 1, тогда как в контрольной группе оно составило

Обсуждение

Полученные результаты позволяют с уверенностью сказать, что применение ЛИА при ЭКС значительно снижает интенсивность болевого синдрома у пациентов в послеоперационном периоде. Обращает на себя внимание то что наибольший обезболивающий эффект при применении ЛИА имеется в ПОД 1, затем на ПОД 2 и ПОД 3 имеется даже незначительное усиление боли по сравнению с первым днем. Вероятнее всего это связано с постепенным прекращением действия компонентов «коктейля», и появлением проявлений «истинной боли» ЭКС, которые, однако остаются значительно меньше у пациентов в группе с применением ЛИА по сравнению с контрольной группой.

Хотелось бы отразить субъективные впечатления бригады оперирующих хирургов, которые мы для себя отметили при практическом применении данной методики. В большинстве случаев при применении ЛИА пациенты в первые сутки ощущают лишь умеренные боли в области оперированной конечности. Показательные случаи пациентов, которые были оперированы нами дважды на разных конечностях в разное время и попали в обе группы исследования. Таких пациентов было трое, и все они

Выводы

Применение локальной инфильтрационной аналгезии позволяет эффективно уменьшить послеоперационную боль в период от первого до четвертого послеоперационные дни, а также снизить потребление наркотических анальгетиков. По нашему мнению, требует изучения проблема послеоперационного обезболивания у группы пациентов «резистентных» к локальной инфильтрационной аналгезии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Внешних источников финансирования не было.

Обработка материалов исследования проведена с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel XP с использованием параметрических и непараметрических методов вариационной статистики. Достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента, различие считалось достоверным при $p < 0,05$.

3,1 дозы в день в ПОД 1. На ПОД 2 среднее количество доз промедола составило 1,2 доз в группе исследования и 1,5 доз в контрольной группе. В сроки ПОД 3 и ПОД 4 наркотические анальгетики в обеих группах не использовались.

Случаев раневой инфекции, задержки заживления ран у пациентов обеих групп не было. У одного пациента контрольной группы в послеоперационном периоде после выписки из стационара на 15 сутки был диагностирован тромбоз глубоких вен голени оперированной конечности, без признаков флотации тромба. Пациент получал амбулаторное лечение у ангиохирурга, в динамике состояние с улучшением, признаков сосудистой недостаточности нет. Пациент удовлетворен результатом ЭКС.

отмечали значительное уменьшение интенсивности болевого синдрома при применении ЛИА, по сравнению с ранее проведенной операцией.

Хотелось бы отметить наличие определенного количества пациентов, которых мы для себя назвали «резистентными» к ЛИА, у которых применение методики практически не имело эффекта. В нашем исследовании они составляли 10-15 процентов от всех пациентов исследуемой группы. Однако обращает на себя внимание наличие примерно такого же количества пациентов в контрольной группе, уровень интенсивности болевого синдрома у которых значительно превышал среднюю оценку болевого синдрома среднего по группе.

Таким образом, мы предполагаем, что существует определенная группа пациентов, у которых изначально существенно снижен уровень так называемого «болевого порога», которые в принципе плохо переносят любую боль. По нашему мнению, требует дальнейшего изучения проблема после- и интраоперационного обезболивания у таких пациентов.

Благодарность. Авторы выражают благодарность коллективу клиники "Достар Мед" за поддержку при проведении данного исследования.

Вклад авторов. Концептуализация - О.К.М.; сбор и анализ данных - Ш.А.А., Х.А.Т., Ж.Е.А., Б.Р.Р.; написание черновой версии рукописи - О.К.М., Т.Н.К.; написание чистой версии и редактирование - О.К.М., Т.Н.К., Ж.Е.А.

Литература

1. Kerr D.R, Kohan L. Local infiltration analgesia: a technique for the control of acute postoperative pain following knee and hip surgery: a case study of 325 patients. *Acta Orthop*. 2008; 79: 174-83. [[Crossref](#)]
2. Xu C.P, Li X, Wang Z.Z, Song J.Q. et al. Efficacy and safety of single-dose local infiltration of analgesia in total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Knee*. 2014; 21(3): 636-46. [[Crossref](#)]
3. Keijsers R, van Delft R, van den Bekerom M.P, de Vires D.C. et al. Local infiltration analgesia following total knee arthroplasty: effect on post-operative pain and opioid consumption—a meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015; 23(7): 1956-63. [[Crossref](#)]
4. de Jonge T, Görgényi S, Szabó G, Torkos M.B. Local infiltration analgesia in total joint replacement. *Orv Hetil*. 2017; 158: 352-7. [[Crossref](#)]
5. Barastegui D, Robert I, Palau E, Haddad S. et al. Can local infiltration analgesia increase satisfaction in postoperative short-term pain control in total knee arthroplasty? *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2017; 25(1): 2309499017690461. [[Crossref](#)]
6. Affas F. Local infiltration analgesia in knee and hip arthroplasty efficacy and safety. *Scand J Pain*. 2016; 13: 59-66. [[Crossref](#)]
7. Seangleulur A, Vanasbodeekul P, Prapaitrakool S, Worathongchai S. et al. The efficacy of local infiltration analgesia in the early postoperative period after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Anaesthesiol*. 2016; 33(11): 816-31. [[Crossref](#)]
8. Fan L, Yu X, Zan P, Liu J. et al. Comparison of local infiltration analgesia with femoral nerve block for total knee arthroplasty: a prospective, randomized clinical trial. *J Arthroplasty*. 2016; 31(6): 1361-5. [[Crossref](#)]
9. Vaishya R, Wani A.M., Vijay V. Local infiltration analgesia reduces pain and hospital stay after primary TKA: randomized controlled double blind trial. *Acta Orthop Belg*. 2015; 81(4): 720-9. [[Google Scholar](#)]
10. Albrecht E, Guyen O, Jacot-Guillarmod A., Kirkham K.R. The analgesic efficacy of local infiltration analgesia vs femoral nerve block after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2016; 116: 597-609. [[Crossref](#)]

Тізе буынын эндопротездеу кезінде операция ішілік жергілікті инфльтрациялық анальгезияның тиімділігін талдау

Оразалиев К.М.¹, Тажимуратов Н.К.², Шин А.А.³, Хамитжанов А.Т.⁴,
Жармухамбетов Е.А.⁵, Балтабай Р.Р.⁶

¹ Травматология, ортопедия және әскери-далалық хирургия кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан-Ресей медицина университеті, Алматы, Қазақстан. E-mail: kairat197823@mail.ru

² Травматология, ортопедия және әскери-далалық хирургия кафедрасының доценті, Қазақстан-Ресей медицина университеті, Алматы, Қазақстан. E-mail: nurachim.agiuv@mail.ru

³ Травматология, ортопедия және әскери-далалық хирургия кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан-Ресей медицина университеті, Алматы, Қазақстан. E-mail: doctorshin@mail.ru

⁴ Травматология, ортопедия және әскери-далалық хирургия кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан-Ресей медицина университеті, Алматы, Қазақстан. E-mail: aibek_cgkb@mail.ru

⁵ Травматология, ортопедия және әскери-далалық хирургия кафедрасының доценті, Қазақстан-Ресей медицина университеті, Алматы, Қазақстан. E-mail: erlan_alm@mail.ru

⁶ Қабылдау бөлімшесінің дәрігер-травматологы, Орталық қалалық клиникалық ауруханасы, Алматы, Қазақстан. E-mail: raim_9211@mail.ru

Түйіндеме

Тізе буынын эндопротездеуден кейінгі ауырсыну мәселесі науқастардың жағдайын нашарлататын және олардың белсенділігі мен тез оңалуына кедергі келтіретін маңызды мәселе болып табылады. Тізе буынын эндопротездеуден кейін қатты ауырсынудың дамуын болдырмау үшін жергілікті инфльтрациялық анальгезия ұсынылды. Оның құрамында анестетик, стероидты емес қабынуға қарсы препарат және адреналин болады.

Зерттеудің мақсаты: Тізе буынын эндопротездеуден кейінгі ауырсыну деңгейін өлшеу арқылы тізе ауыстыру кезінде жергілікті инфльтрациялық анальгезияның тиімділігін бағалау.

Әдістері. Бір орталықты ретроспективті зерттеу 2022 жылдың қаңтары мен 2023 жылдың желтоқсаны аралығында жүргізіліп, тізе буынын біріншілікті эндопротездеу жоспарланған тізе буыны остеоартриті бар 81 науқастың нәтижелерін зерттелді. Негізгі топтағы науқастарға (40 адам) ота кезінде жергілікті инфльтрациялық анальгезияның бір дозасы енгізілді, ал бақылау тобындағы (41 адам) емделушілерге бұл әдіс қолданылмады. Нәтижелер екі топта да отадан кейінгі ауырсыну және есірткілік анальгетиктерді тұтыну тұрғысынан салыстырылды.

Нәтижелері. Зерттеу тобындағы емделушілерде отадан кейінгі бірінші күннен (ВАШ - 3,05) төртінші күнге (2,75) дейін ауырсыну көрсеткіштері айтарлықтай төмен болды ($p < 0,001$). Ал бақылау тобында сәйкесінше 5,06 және 3,2 құрады. Негізгі топтағы есірткілік анальгетиктерді тұтыну да бақылау тобымен салыстырғанда әлдеқайда төмен болды.

Қорытынды. Тізе буынын эндопротездеу бойынша хирургиялық араласу кезінде жергілікті инфльтрациялық анальгезияны қолдану науқастарда отадан кейінгі ауырсыну және есірткілік анальгетиктерге қажеттілікті тиімді төмендетуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: эндопротездеу, инфльтрациялық анальгезия, тізе буыны, операциядан кейінгі ауырсыну.

Analysis of the Effectiveness of Intraoperative Local Infiltration Analgesia in Knee Replacement

[Kairat Orazaliyev](#)¹, [Nurakhim Tazhimuratov](#)², [Andrey Shin](#)³, [Aibek Khamitzhanov](#)⁴,
[Yerlan Zharmukhambetov](#)⁵, [Raimbek Baltabay](#)⁶

¹ Senior Lecturer of the Department of Traumatology, Orthopedics and General Medical Surgery, Kazakh-Russian Medical University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: kairat197823@mail.ru

² Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and General Medical Surgery, Kazakh-Russian Medical University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: nurachim.agiuv@mail.ru

³ Senior Lecturer of the Department of Traumatology, Orthopedics and General Medical Surgery, Kazakh-Russian Medical University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: doctorshin@mail.ru

⁴ Senior Lecturer of the Department of Traumatology, Orthopedics and General Medical Surgery, Kazakh-Russian Medical University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: aibek_cgkb@mail.ru

⁵ Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and General Medical Surgery, Kazakh-Russian Medical University, Almaty, Kazakhstan. E-mail: erlan_alm@mail.ru

⁶ Traumatologist of the Emergency Department, Central City Clinical Hospital, Almaty, Kazakhstan. E-mail: raim_9211@mail.ru

Abstract

The problem of postoperative pain after knee replacement is a significant problem that worsens the condition of patients and impedes the activation and rehabilitation of patients. To prevent the development of severe pain after knee replacement, local infiltration analgesia has been proposed, including an anesthetic drug, a non-steroidal anti-inflammatory drug and adrenaline.

Purpose of the study: to evaluate the effectiveness of local infiltration analgesia in knee replacement with assessment of postoperative pain.

Methods. A single-center retrospective study examined the outcomes of 81 patients with knee osteoarthritis who were scheduled for primary knee replacement between January 2022 and December 2023. Patients in the main group (40 people) were administered a single dose of local infiltration analgesia intraoperatively, while patients in the control group (41 people) did not. The results were compared in terms of postoperative pain and narcotic analgesic consumption in both groups.

Results. Patients in the study group had significantly lower pain scores from the first postoperative day (VAS was 3.05) to the fourth postoperative day (2.75) compared with the control group (5.06 and 3.2) ($p < 0.001$). The consumption of narcotic analgesics in the main group was also much lower compared to the control group.

Conclusions. The use of local infiltration analgesia during surgery can effectively reduce postoperative pain and the need for narcotic analgesics in patients with knee replacement.

Key words: endoprosthetics, infiltration analgesia, knee joint, postoperative pain.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2024-1-71-35-40>

UDC 616-089.23; 616-001; 616-089.843

IRSTI 76.29.41; 76.29.46

Case report

Application of Reversed Radial Forearm Flap for Reconstruction of a Dorsal Hand Soft Tissue Defect: A Clinical Case

[Serik Balgazarov](#)¹, [Zhanatay Ramazanov](#)², [Alexey Dolgov](#)³, [Ruslan Abilov](#)⁴,
[Artyom Moroshan](#)⁵, [Alexander Krikliiviy](#)⁶, [Aliya Atepileva](#)⁷,
[Amanzhol Balgazarov](#)⁸, [Nurdaulet Bekbolatov](#)⁹

¹ Head of the Traumatology Department No.4, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan. E-mail: balgazarovss@gmail.com

² Orthopedic Traumatologist of the Traumatology Department No. 4, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan. E-mail: 66zhanatai@gmail.com

³ Head of the Department of Postgraduate Education, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan. E-mail: aadtravm@gmail.com

⁴ Traumatologist of the Traumatology Department No. 4, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan. E-mail: abilovruslan79@gmail.com

⁵ Traumatologist of the Traumatology Department No. 4, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan. E-mail: moroshartem92@gmail.com

⁶ PhD student at the Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan. E-mail: krikliiviyalexandr@gmail.com

⁷ PhD student at the Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan. E-mail: daringdiva@mail.ru

⁸ PhD student at the Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan. E-mail: amanzhol.balgazarov@gmail.com

⁹ Orthopedic surgery resident at the National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan. E-mail: bek996@mail.ru

Abstract

Worldwide, surgical techniques for soft-tissue hand defects have made use of the reversed radial forearm flap. Generally, has been used in dorsal hand defects.

In this case report, we showed the outcome of a case where the reversed radial forearm flap was applied to treat the dorsal hand defect. A 45-year-old patient who was injured in November 2020 as a result of stacking the right hand in the rotational mechanism. The injury was received 3 days before admission to the hospital. The first stage of surgical treatment was performed - necrectomy of the wound of the right hand. Afterwards, therapy using vacuum-assisted closure (V.A.C) was administered for 18 days. Once granulations had formed in the wound, the patient underwent the second phase of surgical intervention. The reversed radial forearm flap was turned and placed in order to close an opened, exposed bones and tendons in the dorsum of hand. There was no complication with flap viability in the postoperative period. Patient's joint range of motion and vital functions were acceptable. This case showed that the Reversed Radial Forearm Flap can also be used in dorsal hand defects.

Keywords: flap, pedicled flap, soft tissue injuries, hand injuries.

Corresponding author: Nurdaulet Bekbolatov, Orthopedic surgery resident, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician N.D. Batpenov, Astana, Kazakhstan.

Postal code: Z00P5Y4

Address: Kazakhstan, Astana, Abylay Khan Avenue, 15 a

Phone: +77788131021

E-mail: bek996@mail.ru

J Trauma Ortho Kaz 2024: 35-40

Received: 25-12-2023

Accepted: 19-01-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Introduction

The dorsum of the hand is a specialized region characterized by delicate and thin skin with limited subcutaneous tissue. This unique anatomical structure makes the dorsal hand particularly susceptible to various types of injuries such as crush injuries, degloving, thermal burns, and friction-related trauma [1]. These injuries often result in exposed tendons and bones, necessitating meticulous reconstruction techniques to restore both form and function to this crucial anatomical area. The treatment of cutaneous defects on the dorsal hand requires careful consideration of various factors, including the size of the defect, the available vascular supply, and the desired

aesthetic and functional outcomes. The estimated extent of the injury and the correct selection of adequate treatment are determined by the AO Soft Tissues Wound Classification [2]. Coverage possibilities using regional pedicle flaps consist of the radial forearm flap [3, 4], ulnar forearm flap [5,6], posterior interosseous artery flap [7-9], distal ulnar and radial artery perforator-based flaps [10-12].

This case report has demonstrated that, in addition to other reconstruction methods, the Reversed Radial Forearm Flap (RRFF) can also be used in dorsal hand defects.

Description of the clinical case

Informed consent was obtained from the patient for inclusion in this case report.

The patient, a male, 45 years old, who was injured in November 2020 as a result of stacking the right hand in the rotational mechanism. The injury was received 3 days before admission to the hospital. Upon admission, the diagnosis was «Acute osteomyelitis of the bones of the right hand. Infected-scalped wound of the dorsal surface of

the right hand with damage to the extensor tendons, with a defect in soft tissues and skin IC3 IO3 MT1 NV1» was diagnosed.

During the initial examination, an extensive wound on the right hand of an irregular shape, 12.0x8.0 cm size, with multiple areas of necrosis and a fetid odor, was observed (Figure 1).



Figure 1 - Exterior view of the hand before the operation

After preliminary preparation, the first stage of surgical treatment was performed - necrectomy of the

wound of the right hand (Figure 2).



Figure 2 - Exterior view of the hand after the first stage of surgical treatment

Following this, therapy using vacuum-assisted closure (V.A.C) was administered for 18 days. Once granulations had formed in the wound, the patient

underwent the second phase of surgical intervention (Figure 3).



Figure 3 - Exterior view of the hand before the operation

Surgical technique. Before the surgical treatment, we used Allen’s test to assess the palmar arch and the length from the defect to the pivot point of the RA to determine the required pedicle length.

An S-shaped incision was made on the skin, and then the skin was carefully separated from the underlying adipofascial tissue while ensuring that an adequate amount of skin was retained in the donor area.



Figure 4 - Following the grafting of skin

Borders of the adipofascial flap, which included the forearm fascia, were cautiously cut, with special attention given to protecting the radial artery perforators and adipofascial tissue. In the proximal forearm, the radial

artery and accompanying veins were dissected and tied off. Great care was taken to preserve the lateral antebrachial cutaneous nerve.



Figure 5 - Following the grafting of skin and the primary closure of the donor site

The dissection of the flap proceeded from the proximal to the distal region, ending at a pivot point located 1 to 2 cm above the radial styloid. The RRF was then relocated to the intended area of defect either through a

subcutaneous tunnel, directly transposed and sutured in place. A skin graft was applied over the flap (Figure 4, 5). The patient came for the follow-up after 2 months (Figure 6).



Figure 6 - Post-op at 2 months showing good functional results and acceptable cosmetic appearance of the donor area

Discussion

Restoring dorsal hand defects is crucial for preserving hand mobility and function. Various approaches for reconstruction have been outlined, ranging from employing skin grafts to utilizing free flaps. Skin grafts are unsuitable for addressing defects involving exposed tendons or bones due to their limitations, and their tendency to contract during healing poses a significant drawback in appropriate cases where they are employed [13-16].

In our case, we used an RRF flap, which requires sacrificing a major artery in the hand posing a risk to hand viability and leading to reduced blood supply.

While there are alternative flap techniques that aim to preserve the radial artery, each comes with significant drawbacks.

For instance, the flap described by Bertelli and Catarina [17] closely resembles the distally based RRFF flap but involves the dorsal superficial branch of the radial artery and is taken from the lateral dorsal forearm. This method involves more technical complexity and may produce less desirable cosmetic outcomes.

Another option is the dorsal ulnar artery fasciocutaneous flap described by Becker and Gilbert [18-19], which has limitations due to its short pedicle, limited rotation, and retrograde venous drainage. Both authors Becker and Gilbert have denoted that the dorsal ulnar artery fasciocutaneous flap has to be 10.0 x 5.0 cm.

The posterior interosseous artery flap (PIAF) [20-22] is another possibility. It does not sacrifice a major artery of the hand, but it demands a time-consuming and technically demanding microsurgical procedure because the PIAF is close to the posterior interosseous nerve and their separation is difficult to avoid injuries to the posterior interosseous nerve.

Also, we can use the pedicled groin flap (PGP) described by McGregor and Jackson [23-24]. The PGP is based on the superficial circumflex iliac arteriovenous system, which gives an optimal vascular supply that

enhances adjacent tissue in proximity to the flap, but when utilized, tends to hang in a lower position, often causing swelling within the flap.

Moreover, a pedicled abdominal flap remains a viable choice, although it has an above risk of stiffness [25] and a notable drawback in terms of lacking sensory function. In some cases, additional microsurgical interventions may be necessary, including wrapping flaps or transferring sensate skin from the plantar region.

The RRFF flap does have its disadvantages. It can result in a noticeable scar on the forearm and often necessitates skin grafting to close the recipient site, especially when dealing with larger flaps. In some cases, initial attempts at full-thickness skin grafting have been unsuccessful. To enhance the integration of the skin graft, techniques such as keeping the fascial flap moist or using a vacuum-assisted closure device directly on the flap have been employed. Skin grafting is then delayed until the flap has developed early granulation tissue, typically after at least 72 hours. This approach has successfully prevented further skin graft failures in this type of flap, which has a lower metabolic rate.

Conclusions

We selected this particular flap for our patient due to its straightforward one-stage procedure and consistent anatomical characteristics, which simplify the surgical process and reduce operation time. An essential benefit of the Reversed Radial Forearm Flap is that it eliminates the need for intricate microsurgical techniques. Additionally, the flap offers thin, flexible tissue for the hand, providing excellent and inconspicuous coverage for exposed structures, along with a smooth surface that facilitates tendon gliding.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution of the authors. Performing surgery, conceptualization – S.B.; Performing surgery, methodology – Zh.R.; Performing surgery, writing (review and editing) – A.D.; Performing surgery, verification – R.A.; Performing surgery – A.M.; Writing (review and editing) – A.K.; Writing (original draft paper) – A.A.; Writing (original draft paper) – A.B.; Writing (original draft paper) – N.B.

References

1. Jones N.F., Jarrahy R., Kaufman M.R. *Pedicled and free radial forearm flaps for reconstruction of the elbow, wrist, and hand. Plastic Reconstruction Surgery.* 2008; 121: 887-98. [\[Crossref\]](#)
2. Battiston B., Fulchignoni C. *Soft tissue defects of the hand: etiology and classification. Plastic and Aesthetic Research.* 2023; 10: 25-115. [\[Crossref\]](#)
3. Yajima H., Kobata Y., Kawamura K., Shigematsu K. et al. *Radial forearm flaps for reconstruction in hand surgery. Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery.* 2004; 38: 112-7. [\[Crossref\]](#)
4. Jones N.F., Jarrahy R., Kaufman M.R. *Pedicled and free radial forearm flaps for reconstruction of the elbow, wrist, and hand. Plastic Reconstruction Surgery.* 2008; 121: 887-98. [\[Crossref\]](#)
5. Becker C., Gilbert A. *The ulnar flap — Description and applications. European Journal of Plastic Surgery.* 1988; 11: 79-82. [\[Crossref\]](#)
6. Karki D., Singh A.K. *The distally-based island ulnar artery perforator flap for wrist defects. Indian Plastic Surgery.* 2007; 40: 12-7. [\[Crossref\]](#)
7. Cheema T.A., Lakshman S., Cheema M.A., Durrani S.F. *Reverse-flow posterior interosseous flap review of 68 cases. Official Journal of the American Association for Hand Surgery.* 2007; 2(3): 112-6. [\[Crossref\]](#)
8. Penteado C.V., Masquelet A.C., Chevrel J.P. *The anatomic basis of the fascia-cutaneous flap of the posterior interosseous artery. Surgical Radiologic Anatomy.* 1986; 8(4): 209-15. [\[Crossref\]](#)
9. Costa H., Gracia M.L., Vranich J., Cunha C. et al. *The posterior interosseous flap: a review of 81 clinical cases and 100 anatomical dissections-assessment of its indications in reconstruction of hand defects. British Journal of Plastic Surgery.* 2001; 54(1): 28-33. [\[Crossref\]](#)
10. Hansen A.J., Duncan S.F., Smith A.A., Shin A.Y. et al. *Reverse radial forearm fascial flap with radial artery preservation. Official Journal of the American Association for Hand Surgery.* 2007; 2(3): 159-63. [\[Crossref\]](#)
11. Doğan T., Gürünlüoğlu R., Imer B., Numanoğlu A. *The distally based forearm island flap in hand reconstruction. Plastic and Reconstructive Surgery.* 1999; 104(5):1581-2. [\[Crossref\]](#)
12. Martin D., Bakhach J., Casoli V., Pellisier P. et al. *Reconstruction of the hand with forearm island flaps. Clinics in Plastic Surgery.* 1997; 24(1): 33-48. [\[Crossref\]](#)
13. Soutar D.S., Tanner N.S. *The radial forearm flap in the management of soft tissue injuries of the hand. British Journal of Plastic Surgery.* 1984; 37: 18-26. [\[Crossref\]](#)
14. Sönmez E., Aksam E., Durgun M., Karaaslan O. *Venous super-drained posterior interosseous artery flap for dorsal hand defects. Microsurgery.* 2018; 38(8): 876-881. [\[Crossref\]](#)

15. Ciria-Lloréns.G., Gómez-Cía.T., Talegón-Meléndez.A. Angiologic observations following radial artery flap elevation: a case report. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 1988; 377–381. [[Crossref](#)]
16. Jones B.M., O'Brien C.J. Acute ischemia of the hand resulting from the elevation of a radial forearm flap. *British Journal of Plastic Surgery*. 1985; 38(3): 396-397. [[Crossref](#)]
17. Bertelli J.A., Catarina S. Neurocutaneous island flaps in upper limb coverage: experience with 44 clinical cases. *The Journal of Hand Surgery*. 1997; 22(3): 515-26. [[Crossref](#)]
18. Becker C., Gilbert A. Le lambeau cubital [The cubital flap]. *Annals of Hand Surgery*. 1988; 7(2): 136-42. [[Crossref](#)]
19. Bertelli J.A., Pagliei A. The neurocutaneous flap based on the dorsal branches of the ulnar artery and nerve: a new flap for extensive reconstruction of the hand. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1998; 101(6): 1537-43. [[Crossref](#)]
20. Cormack G.C., Duncan M.J., Lamberty B.G. The blood supply of the bone component of the compound osteo-cutaneous radial artery forearm flap-an anatomical study. *British Journal of Plastic Surgery*. 1986; 39(2): 173-5. [[Crossref](#)]
21. Cheema T.A., Lakshman S., Cheema M.A., Durrani S.F. Reverse-flow posterior interosseous flap review of 68 cases. *Official Journal of the American Association for Hand Surgery*. 2007; 2(3): 112-6. [[Crossref](#)]
22. Chen H.C., Cheng M.H., Schneeberger A.G. Posterior interosseous flap and its variations for coverage of hand wounds. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*. 1998; 45(3): 570-574. [[Crossref](#)]
23. McGregor I.A., Jackson I.T. The groin flap. *British Journal of Plastic Surgery*. 1972; 25(1): 3-16. [[Crossref](#)]
24. Li YY, Wang JL, Lu Y, Huang J. Resurfacing deep wound of upper extremities with pedicled groin flaps. *Burns*. 2000; 26(3): 283-8. [[Crossref](#)]
25. Acharya A.M., Ravikiran N., Jayakrishnan K.N., Bhat A.K. The role of pedicled abdominal flaps in hand and forearm composite tissue injuries: Results of technical refinements for safe harvest. *Journal of Orthopaedics*. 2019; 16(4): 369-376. [[Crossref](#)]

Қолдың арқа жұмсақ тінінің ақауын қалпына келтіру үшін кері радиалды білек қақпағын қолдану: Клиникалық жағдай

[Балгазаров С.С.](#)¹, [Рамазанов Ж.К.](#)², [Долгов А.А.](#)³, [Абилов Р.С.](#)⁴, [Морошан А.В.](#)⁵,
[Крикливый А.А.](#)⁶, [Атепилева А.М.](#)⁷, [Балгазаров А.С.](#)⁸, [Бекболатов Н.Б.](#)⁹

¹ №4 травматология бөлімшесінің меңгерушісі, Академик Н.Д. Батпеннов атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: serik.bal@mail.ru

² №4 травматология бөлімшесінің ортопед-травматологы, Академик Н.Д. Батпеннов атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: 66zhanatai@gmail.com

³ Жоғары оқу орнынан кейінгі білім беру бөлімінің меңгерушісі, Академик Н.Д. Батпеннов атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: aadtravm@gmail.com

⁴ №4 травматология бөлімшесінің ортопед-травматологы, Академик Н.Д. Батпеннов атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: abilovruslan79@gmail.com

⁵ №4 травматология бөлімшесінің ортопед-травматологы, Академик Н.Д. Батпеннов атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: moroshartem92@gmail.com

⁶ Қарағанды медицина университетінің PhD докторанты, Қарағанды, Қазақстан. E-mail: krikliyvialexandr@gmail.com

⁷ Қарағанды медицина университетінің PhD докторанты, Қарағанды, Қазақстан. E-mail: daringdiva@mail.ru

⁸ Қарағанды медицина университетінің PhD докторанты, Қарағанды, Қазақстан. E-mail: amanzhol.balgazarov@gmail.com

⁹ Академик Н.Д. Батпеннов атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығының травматолог-ортопед резиденті, Астана, Қазақстан. E-mail: bek996@mail.ru

Түйіндеме

Бүкіл әлемде жұмсақ тінің қол ақауларына арналған хирургиялық әдістер кері радиалды білек қақпағын қолданады. Әдетте қолдың арқа ақауларында қолданылады.

Бұл клиникалық есепте біз қолдың арқа ақауын емдеу үшін кері радиалды білек жапқышы қолданылған жағдайдың нәтижесін көрсеттік. 2020 жылдың қарашасында оң қолын айналу механизміне салу нәтижесінде жарақат алған 45 жастағы науқастың клиникалық жағдайы сипатталады. Жарақатты ауруханаға түскенге дейін 3 күн бұрын алған. Хирургиялық емдеудің бірінші кезеңі – оң қолдың жарасына некрэктомия жасалды. Одан кейін 18 күн бойы вакуумды жабуды (V.A.C) қолданатын терапия жүргізілді. Жарада түйіршіктер пайда болғаннан кейін науқасқа хирургиялық араласудың екінші кезеңі өтті. Қолдың артқы жағындағы ашылған сүйектер мен сіңірлерді жабу үшін кері радиалды білек қақпағы бұрылып, қойылды. Операциядан кейінгі кезеңде қақпақшаның өміршеңдігімен асқыну болған жоқ. Науқастың бірлескен қозғалыс ауқымы және өмірлік функциялары қалпына келтірілді. Талқыланған клиникалық жағдай кері радиалды білек қақпағын қолдың арқа ақауларында да қолдануға болатынын көрсетті.

Түйін сөздер: қақпақша, педикулярлы қақпақ, жұмсақ тіндер жарақаты, білек жарақаты.

Применение реверсионного лучевого лоскута предплечья для реконструкции дефекта мягких тканей тыльной стороны кисти: Клинический случай

[Балгазаров С.С.](#)¹, [Рамазанов Ж.К.](#)², [Долгов А.А.](#)³, [Абилов Р.С.](#)⁴, [Морошан А.В.](#)⁵,
[Крикливый А.А.](#)⁶, [Атепилева А.М.](#)⁷, [Балгазаров А.С.](#)⁸, [Бекболатов Н.Б.](#)⁹

¹ Заведующий травматологическим отделением №4, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Н.Д. Батпеннова, Астана, Казахстан. E-mail: serik.bal@mail.ru

² Врач-ортопед-травматолог травматологического отделения №4, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Н.Д. Батпеннова, Астана, Казахстан. E-mail: 66zhanatai@gmail.com

³ Заведующий отделом послевузовского образования, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Н.Д. Батпенова, Астана, Казахстан. E-mail: aadtravm@gmail.com

⁴ Врач-травматолог травматологического отделения №4, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Н.Д. Батпенова, Астана, Казахстан. E-mail: abilovruslan79@gmail.com

⁵ Врач-травматолог травматологического отделения №4, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Н.Д. Батпенова, Астана, Казахстан. E-mail: moroshartem92@gmail.com

⁶ PhD докторант Карагандинского медицинского университета, Караганда, Казахстан. E-mail: krikliyalexandr@gmail.com

⁷ PhD докторант Карагандинского медицинского университета, Караганда, Казахстан. E-mail: daringdiva@mail.ru

⁸ PhD докторант Карагандинского медицинского университета, Караганда, Казахстан.
E-mail: amanzhol.balgazarov@gmail.com

⁹ Резидент травматолог-ортопед, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Н.Д. Батпенова, Астана, Казахстан. E-mail: bek996@mail.ru

Резюме

Во всем мире в хирургических методах лечения дефектов мягких тканей кисти используется перевернутый лучевой лоскут предплечья, который используют при дефектах тыльной стороны кисти.

В данном клиническом отчете мы показали исход случая, когда для лечения дефекта тыльной стороны кисти был применен обратный лучевой лоскут предплечья. Больной, 45 лет, получил травму в ноябре 2020 года в результате зажатия правой руки во вращательном механизме. Травма получена за 3 дня до поступления в больницу. Выполнен первый этап хирургического лечения - некрэктомия раны правой руки. После этого в течение 18 дней проводилась терапия с использованием вакуумного закрытия (V.A.C). После формирования грануляций в ране больному был проведен второй этап хирургического вмешательства. Перевернутый радиальный лоскут предплечья был повернут и помещен для закрытия открытых, обнаженных костей и сухожилий тыльной поверхности кисти. Осложнений с жизнеспособностью лоскута в послеоперационном периоде не было. Объем движений и жизненные функции суставов пациента были приемлемы. Этот клинический случай показал, что перевернутый лучевой лоскут предплечья также можно использовать при дефектах тыльной стороны кисти.

Ключевые слова: лоскут, лоскут на ножке, травма мягких тканей, травма кисти.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2024-1-71-41-49>
УДК 616-089.23; 616-001
МРНТИ 76.29.41

Обзорная статья

Современные стратегии лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника: Обзор литературы

[Байдарбеков М.У.](#)¹, [Ипмагамбетов Ж.Н.](#)², Мухаметжанов Х.М.³, Карибаев Б.М.⁴
[Абдикаликов М.С.](#)⁵, [Шербина А.Ю.](#)⁶

¹ Заведующий отделением травматологии №1, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Батпеннова Н.Д., Астана, Казахстан. Email: B.m.u.80@mail.ru

² PhD - докторант Карагандинского медицинского университета, Караганды, Казахстан. Email: jangir89@googlemail.com

³ Ведущий научный сотрудник отделения травматологии №1, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Батпеннова Н.Д., Астана, Казахстан. Email: neuroastana@mail.ru

⁴ Ведущий научный сотрудник отделения травматологии №1, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Батпеннова Н.Д., Астана, Казахстан. Email: b.karibaev@mail.ru

⁵ Врач-ординатор отделением травматологии №1, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Батпеннова Н.Д., Астана, Казахстан. Email: Makokz12@mail.ru

⁶ Врач-ординатор отделением ортопедии №6, Национальный научный центр травматологии и ортопедии имени Академика Батпеннова Н.Д., Астана, Казахстан. Email: a999333@mail.ru

Резюме

В настоящее время существует большой выбор методов лечения грыжи межпозвоночного диска, такие как: консервативное лечение, применение эпидуральных инъекций, лечебных блокад позвоночника, методов молекулярной терапии и генной инженерии, различные методы оперативного лечения.

Цель данного обзора заключается в изучении существующих на сегодняшний день методов лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника, в том числе их преимуществ и недостатков.

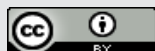
Исследования I уровня доказательности показали преимущества хирургических методов лечения. В применении хирургического подхода на сегодняшний день существует большой выбор методик (малоинвазивные операции с использованием эндоскопии, межтеловой спондилодез с использованием различных трансплантатов и кейджей, в том числе с применением клеточных технологий), что также осложняет задачу выбора определенной тактики лечения. Варианты хирургического лечения заболеваний межпозвоночных дисков противоречивы, при этом доказательная база среднего и низкого качества поддерживает каждый из методов: декомпрессию, дискэктомию, формирование спондилодеза и замену межпозвоночных дисков. Хирургические вмешательства сопряжены с определенными рисками и осложнениями, поэтому их следует предлагать после того, как консервативные меры не смогли улучшить качество жизни пациента.

Последние достижения в области восстановительных и реконструктивных стратегий лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника в молекулярной науке в области клеточной, генной терапии и терапии факторами роста межпозвоночных дисков развиваются в надежде на восстановление и регенерацию диска, имеют определенные трудности, но также показывают многообещающие результаты. Хирургическое вмешательство является последним вариантом, при этом выбор тактики хирургического лечения является предметом дебатов среди врачей.

Ключевые слова: дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника, межтеловой спондилодез, кейдж, поясничный отдел позвоночника, лечение.

Corresponding author: Dzhangir Ipmagambetov, PhD-doctoral student at Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan.
Postal code: M01K7G6
Address: Kazakhstan, Karaganda, Gogol street, 40
Phone: +77019400990
E-mail: jangir89@googlemail.com

J Trauma Ortho Kaz 1 (71) 2024: 41-49
Received: 01-02-2024
Accepted: 17-03-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Боль в нижней части спины является одним из распространенных заболеваний опорно-двигательного аппарата, значительно влияющая на качество жизни человека [1]. Одной из наиболее частых причин боли является грыжа межпозвоночного диска (МПД) и связанные с ней патологии, которые могут развиваться как у молодых, так и у более взрослых людей [2,3].

Тактика лечения должна подбираться индивидуально и учитывать возраст пациента, наличие сопутствующих заболеваний, неврологической симптоматики, а также нестабильность позвоночно-двигательного сегмента. Для практикующих врачей и исследователей существует большой интерес к клиническим и научным исследованиям различных

алгоритмов лечения грыжи МПД. Наиболее распространенными заболеваниями МПД являются дегенеративно-дистрофическое заболевания позвоночника (ДДЗП), а также выпадение МПД. Эти два патологических состояния имеют причинно-следственную связь, так как прогрессирующая дегенерация диска приводит к пролапсу, а после к повреждению фиброзного кольца и, как следствие, выпадению фрагмента диска с последующим развитием стеноза позвоночного канала [4].

Цель данного обзора - рассмотреть современные стратегии лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника.

Стратегия поиска

Мы изучили статьи за последние 15 лет, касающихся исследований современных стратегий лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника в базах данных PubMed, Elibrary и Web of science. Поиск осуществлялся, по ключевым

словам, Спондилодез, кейдж, поясничный отдел и лечение. В итоге было включено 111 статей. 25 из них были исключены согласно критериям исключения, в частности исключены повторяющиеся статьи и описания клинических случаев.

Консервативная терапия дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника

Прежде чем приступить к инвазивным процедурам, рекомендуется попробовать консервативную терапию. Данные методы лечения включают в себя упражнения, направленные на укрепление мышц спины, физиотерапию, пероральные препараты [5]. Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВС), опиоиды и миорелаксанты обычно назначаются при симптоматическом лечении пациентов с ДЗМП, при отсутствии противопоказаний к этим препаратам. В литературе имеются противоречивые данные о влиянии глюкозамина и хондроитина на боль и регенерацию МПД [6]. Применение жирных кислот Омега-3 в качестве альтернативы НПВС при дискогенной боли получило низкий уровень доказательности как в исследованиях на животных, так и на людях.

Эпидуральные инъекции. Эпидуральные инъекции кортикостероидами при боли в пояснице можно выполнять несколькими способами. Распространенными способами введения являются межпозвоночный [7,8], трансвертебральный [9] и каудальный [10]. В целом эпидуральные и периартикулярные блокады кортикостероидами при радикулопатии могут обеспечить немедленное облегчение боли и возможно функциональное улучшение, но их эффект недолговечен. Однако они не влияют на долгосрочный риск хирургического вмешательства. Полученные данные не указывают на то, что эффективность инъекций зависит от дозы кортикостероидов, частоты или вариаций техники. Инъекции кортикостероидов эффективны при корешковой симптоматике, но менее эффективны при сколиозе, боли в пояснице, не связанной с корешковой симптоматикой и заболеваниях фасеточных суставов [11].

Молекулярная терапия. Достижения молекулярной науки привели к проведению множества экспериментальных и клинических исследований с использованием клеток, генов и различных факторов роста в попытке создать конечный белок, способный восстанавливать и регенерировать поврежденные МПД, обычно на ранних стадиях дегенерации диска, то

есть в группе пациентов с 1-3 степенью по Riggmann [12]. Однако, данный метод лечения все еще находится в основном на стадии клинических испытаний и экспериментов, а практика применения молекулярной науки в клинической медицине не получила широкой поддержки. Существуют многообещающие перспективы развития науки о мезенхимальных стволовых клетках при дегенерации МПД.

Использование фактора роста. Факторы роста - это пептиды, которые воздействуют на рецепторы и индуцируют клеточные эффекты, такие как пролиферация, дифференцировка, апоптоз и синтез белка. Наиболее известными факторами роста в хирургии позвоночника являются компоненты костного морфогенетического белка BMP и трансформирующего фактора роста TGF- β , который стимулирует образование костей и хондроплазию [13]. Ключевым ограничением терапии фактором роста является его короткий биологический период полураспада, ограничивающий его часами или днями, когда местные условия особенно ограничены при остеохондрозе, что еще более затрудняет поддержание недостатка фактора роста и стабильности фактора роста. Эти ограничения создают важный элемент вариабельности реакции после инъекций факторов роста реципиенту.

Генная терапия. В литературе описаны работы Friedmann T., Roblin R. (1972), которые впервые применили генную терапию для введения генов в клетки-мишени двумя способами: 1) генная терапия *in vivo* включает использование вирусных или не вирусных векторов для трансфекции генов-кандидатов, которые могут быть включены в клетки-мишени; и 2) методы *ex vivo*, при которых изолируют клетки-мишени в культуре и модифицируют их гены-мишени. Это предполагает повторную трансплантацию их в орган-мишень [14]. Преимущество генной терапии заключается в том, что, в отличие от терапии факторами роста, если ген успешно транскрибируется в естественную клетку-мишень, эффект потенциально долгосрочный. Однако существуют проблемы с генной терапией, поскольку она предполагает активную

передачу генетического материала с использованием вирусных векторов, связанных с риском осложнений, связанных с вирусом (вирусные мутации, системные вирусные инфекции, иммунные реакции и т.д.). До сих пор использование генной терапии было ограничено опасными с медицинской точки зрения состояниями, такими как муковисцидоз и серповидноклеточная анемия [15-18].

Таким образом, роль консервативной терапии заключается прежде всего в улучшении физического

Минимально инвазивные методы хирургического лечения

В вертебрологии применяется стандартная микрохирургическая дискэктомия, предложенная ранее Caspar W. [23], Yasargil M. [24] и Williams R.W. [25], и дискэктомия с помощью тубулярных ретракторов, предложенная Foley K. и Smith M. (1997) [26]. Минимально инвазивная хирургия (МИ) стала стандартным хирургическим вариантом лечения различных заболеваний позвоночника. Основными преимуществами эндоскопической хирургии являются: минимальный разрез кожи, чрескожный доступ, минимальная ретракция мышц и резекция кости, связь с более низкой частотой осложнений и связь с более ранним возвращением к нормальной жизни. [27,28].

С тех пор, как Kambin P. et al (1986) [29], Hijikata S. (1989) [30] разработали технику заднелатеральной чрескожной декомпрессии поясничного отдела позвоночника, техника эндоскопии развивалась благодаря значительным достижениям в хирургических подходах и инструментах. По данным ряда авторов, МИ декомпрессивные вмешательства при грыжах МПД в 75–90% случаев показывают благоприятные результаты [31,32]. Недостатками МИ технологий удаления грыжи МПД являются увеличение продолжительности оперативного вмешательства, высокий риск повреждений твердой мозговой оболочки и нервного корешка, образование гематом, повреждение сосудистых структур, высокая вероятность неполного удаления фрагментов грыжи диска с риском повторной операции, повышенное радиационное воздействие во время операции, развитие нестабильности позвонков, а так же различные осложнения, связанными с оборудованием, в частности необходимость очистки эндоскопа в ходе операции [33-40]. По данным Suri P. et al (2017) [41], рецидив болевого синдрома в нижних конечностях после микродискэктомии составляет 20% через 1 год и 45% через 3 года после оперативного вмешательства. Частота рецидива болевого синдрома в поясничном отделе позвоночника достигает 29% к первому году и 65% к 3 году после микродискэктомии [42].

Спондилодез имплантатами. Впервые спондилодез поясничного отдела позвоночника провели американские хирурги-ортопеды Albee F. и Hibbs R. (1911), [43,44] которые применяли костные аутографты, в частности фрагменты большеберцовой кости, и фиксировал их металлическими скобами [45]. В последствии, Campbell W.C. (1920) [46], описал методику с применением в качестве аутографта гребня подвздошной кости, который при замещении межпозвоночного пространства позволил достичь сращения L5 позвонка и крестца [47]. Briggs H. и Milligan P. [48] в 1944 году описали новую технику, включающую в себя задний доступ, скелетизацию позвоночника, частичное удаление фасеточных суставов с обширным обнажением грыжи МПД, удалением диска и

самочувствия пациента и создании основы для адаптации организма в ожидании завершения воспалительной фазы грыжи диска. Несмотря на большие возможности консервативной терапии, по данным разных исследователей в хирургическом лечении нуждаются от 5% до 33% больных [19-21]. Исследования I уровня доказанности показали преимущества хирургических методов лечения [22].

последующим замещением костным трансплантатом гребня подвздошной кости [49]. Melvin Watkins в 1953 [50] году усовершенствовал и описал классическую технику, включающую в себя задне-латеральный разрез с установкой костного трансплантата между поперечными отростками.

Аллотрансплантаты и ксенотрансплантаты являются альтернативой костным трансплантатам, поскольку они сходны с костной тканью человека и не требуют забора трансплантата у пациента. Недостатками аллотрансплантатов является то, что в процессах их очистки часто используются химические реагенты, агрессивные для костной ткани. Несмотря на существующие различные процессы для очистки аллогенной кости сохраняется риск развития иммунной реакции и передачи заболеваний [51,52]. Кроме того, процессы очистки и стерилизации исходного сырья животного происхождения приводят к ухудшению как механических, так и биологических характеристик [53-55].

С развитием инструментов для спинальной хирургии и межтеловых имплантатов были разработаны кейджи из различных материалов, разных размеров и форм, в частности цилиндрические, сетчатые, трапециевидные, прямоугольные или изогнутые.

Межтеловые кейджи первого поколения представляли собой цилиндрические титановые конструкции, с резьбовым корпусом, которые устанавливались путем ввинчивания их в межпозвоночное пространство. Однако согласно исследованиям [56] конструкции могут создавать артефакты при дальнейших инструментальных обследованиях, что в свою очередь может мешать при диагностике в послеоперационном периоде. Кейджи второго поколения так же сохранили цилиндрическую форму и резьбовую конфигурацию, но уже содержали в себе больше пространства для костных трансплантатов и имели более тонкие стенки для улучшения визуализации при инструментальных обследованиях в послеоперационном периоде. Кейджи третьего поколения, как и их предшественники на начальных этапах также обладали резьбовыми стенками, но некоторые из них были уже трапециевидной формы, что позволяло восстановить поясничный лордоз, делая возможным установку только из переднего доступа. Резьбовая конструкция имплантатов подразумевает под собой ряд преимуществ, в частности она позволяет достигнуть стабильности сразу после установки и показывает сравнительно неплохие сроки формирования спондилодеза [57,58].

Титановые кейджи. Традиционно металлоконструкции изготавливались из различных металлов и их сплавов, в частности титановые [59,60]. Согласно описанию источников, титановые сплавы, введенные в 1940-х годах прошлого века, обладают высокой биосовместимостью, устойчивые к коррозии и обладают высоким остеоиндуктивным потенциалом, что увеличивает сроки сращения с костной тканью [61]. Однако титановые имплантаты, в отличие от керамических, обладают более высоким модулем упругости (110 ГПа) по сравнению с замыкательными пластинами выше и ниже лежащих позвонков (10-30 ГПа), что потенциально может привести к экранированию напряжений вокруг имплантата, местным воспалениям, атрофии кости и, как следствие, пролабированию в тело позвонка [62,63]. Другой потенциальной отрицательной стороной является сложность определения сращения с костью в связи с его высокой рентгенологической плотностью.

Керамические кейджи были разработаны американским инженер-полимерщиком McMillin С. (1990) [64] из полимерного материала и углеродного волокна в 90-х годах прошлого столетия. Согласно описанию многих источников, керамические кейджи имеют множество теоретических преимуществ, включая биосовместимость, рентген прозрачность, хорошую эластичность [65,66,67,68]. Очередным немаловажным преимуществом является устойчивость к адгезии микроорганизмами и, как следствие, меньшим риском послеоперационных осложнений в отличие от металлических аналогов [69,70]. Однако, несмотря на это, в некоторых случаях отмечается медленная остеоинтеграция, миграция или проседание имплантатов до 14,3% [71], и, как следствие, более позднее формирование спондилодеза [72].

Применение клеточных технологий

Одним из примеров является костный морфогенетический белок - Bone Morphogenetic Protein (BMP), в настоящее время считающийся наиболее подходящей альтернативой аутотрансплантатам, так как они обладают отличными остеоиндуктивными свойствами, и имеют отличные клинические результаты [78]. Имеются данные касательно того, что описанные белки инициируют рост клеток, активируя дифференцировку плюрипотентных мезенхимальных клеток в остеообласты с образованием костной решетки.

Исследователь Parajon A. (2015) при сравнении результатов оперативного лечения межтелового спондилодеза с использованием BMP в сочетании с аутотрансплантатом и без применения BMP выявил, что сращение костной ткани было достигнуто в 99,1% против 91,8% соответственно [78]. Однако, несмотря на остеоиндуктивный потенциал, имеется ряд существенных осложнений, в первую очередь связанных с неопределенностью касательно клинической дозировки во время того или иного оперативного лечения. В частности, к осложнениям можно отнести: костный остеолит, связанный с чрезмерной остеокластической активностью, потенциально приводящий к проседанию трансплантата и, как следствие, к механическому повреждению [80], воспалительные реакции перифокально расположенных мягких тканей, образование эктопической кости, а также другие нежелательные последствия, включающие резорбцию трансплантата и миграцию клеток [80].

Имплантаты из нитрида кремния представляют собой неоксидную керамическую конструкцию, схожую по свойствам с пористым титаном, обладающим высокими механическими и износостойкими свойствами. Благодаря своей природе нитрид кремния обладает частичной рентген прозрачностью и сводит к минимуму наличие артефактов на КТ и МРТ.

Танталовые кейджи благодаря своей пористой структуре обладают модулем упругости, соответствующим модулю упругости губчатой кости, отличными фрикционными свойствами и устойчивостью к коррозии, что показывает его высокую биосовместимость и делает имплантаты из тантала наиболее подходящей конструкцией для обеспечения регенерации костной ткани [73]. Исследования показывают, что пористая структура металла благодаря своим свойствам гарантирует быструю остеоинтеграцию и стабильность имплантата [74].

Модифицированные кейджи - это кейджи с покрытием из гидроксиапатита и с титановым напылением. Сравнительные характеристики с использованием гистологического анализа и КТ показали, что значительно улучшают их механические свойства и способность остеоинтеграции. В работе Nan СМ. (2008) [75] продемонстрировано, что керамические имплантаты с титановым напылением улучшили пролиферацию клеток и контакт с костью после имплантации [76], другие авторы описали использование плазмы для напыления гидроксиапатита поверх покрытого титаном керамического кейджа, что также может улучшить его биологические свойства и остеоинтеграцию [77].

В настоящее время широко применяются мезенхимально-стромальные клетки (МСК) для восстановления тех или иных поврежденных тканей [81]. Стволовые клетки, полученные из жировой ткани, как показывают исследования, засеянные на высоко пористом титановом трабекулярном кейдже, могут способствовать дифференцировке остеобластоподобных клеток, что приводит к образованию структуры кейджа, схожей с губчатой костью [82], что в свою очередь позволяет достигнуть регенерацию костной ткани.

Аспират костного мозга представляет собой ценный источник клеток и биологически активных молекул, получаемых из губчатой кости. Этот материал обладает высокой концентрацией множества клеток, включая МСК, которые обладают потенциалом для дифференциации в различные типы тканей, включая костную ткань [83]. Отрицательной чертой аспирата костного мозга является отсутствие структурной целостности и может легко распределяться при использовании, поэтому его смешивают с ауто- или аллотрансплантатами.

Синтетические пептиды - это химически синтезированные цепи аминокислот. Р-15-пептид, состоящий из 15 аминокислотной последовательности, обнаруженной в остатках альфа-1-цепи коллагена I типа, и благодаря своим свойствам способен усиливать минерализацию костной ткани при использовании с неорганическими костными минералами [84].

Неорганические костные минералы в свою очередь представляют собой группу гранул фосфата кальция, которые являются источником кальция для формирования кости и, как следствие, обладают выраженными osteoconductive свойствами. При комбинации двух данных материалов получается новый заместитель костного трансплантата, суспендированный в гидрогелевом носителе [84].

Плазма, обогащенная тромбоцитами. Исследователями доказано, что тромбоциты содержат обширный набор белков, при активации которых происходит высвобождение различных биологически активных молекул, среди которых многочисленные факторы роста и цитокины, играющие ключевую роль в индуцировании пролиферации и активизации фибробластов, а также MSC [85]. Немаловажным нюансом остается сложность поддержания постоянного количества и концентрации тромбоцитов.

Выводы

Последние достижения в области восстановительных и реконструктивных стратегий лечения ДДЗП в молекулярной науке в области клеточной, генной терапии и терапии факторами роста межпозвоночных дисков развиваются в надежде на восстановление и регенерацию диска, имеют определенные трудности, но также показывают многообещающие результаты. Хирургическое вмешательство является последним вариантом, при этом выбор тактики хирургического лечения является предметом дебатов среди врачей.

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что конфликтов интересов нет.

Финансирование. Данная статья написана в рамках Научно-технической программы BR21881815

Литература

1. Resnick D.K., Watters W.C., Mummaneni P.V. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 10: lumbar fusion for stenosis without spondylolisthesis. *J Neurosurg Spine*. 2014; 21(1): 62-6. [[Crossref](#)]
2. Sharma A., Sargar K. Temporal evolution of disc in young patients with low back pain and stress reaction in lumbar vertebrae. *Am J Neuroradiol*. 2017; 38(8): 1647-1652. [[Crossref](#)]
3. Gerhardt J., Bette S., Janssen I., Gempt J. et al. Is eighty the new sixty? Outcomes and complications after lumbar decompression surgery in elderly patients over 80 years of age. *World Neurosurg*. 2018; 112: 555-560. [[Crossref](#)]
4. Schmidt H., Kettler A., Rohlmann A. The risk of disc prolapses with complex loading in different degrees of disc degeneration - A finite element analysis. *Clin Biomech (Bristol Avon)*. 2007; 22(10): 988-998. [[Crossref](#)]
5. Chou R., Atlas S.J., Stanos S.P. Nonsurgical interventional therapies for low back pain: A review of the evidence for an American Pain Society clinical practice guideline. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009; 34: 1078-1093. [[Crossref](#)]
6. Stuber K., Sajko S., Kristmanson K. Efficacy of glucosamine, chondroitin, and methylsulfonylmethane for spinal degenerative joint disease and degenerative disc disease: A systematic review. *J Can Chiropr Assoc*. 2011; 55(1): 47-55. [[Google Scholar](#)]
7. Benyamin R.M., Manchikanti L., Parr A.T., Diwan S. et al. The effectiveness of lumbar interlaminar epidural injections in managing chronic low back and lower extremity pain. *Pain Physician*. 2012; 15(4): 363-404. [[Google Scholar](#)]
8. Parr A.T., Diwan S., Abdi S. Lumbar interlaminar epidural injections in managing chronic low back and lower extremity pain: A systematic review. *Pain Physician*. 2009; 12(1): 163-188. [[Google Scholar](#)]
9. Manchikanti L., Buenaventura R.M., Manchikanti K.N., Ruan X. et al. Effectiveness of therapeutic lumbar transforaminal epidural steroid injections in managing lumbar spinal pain. *Pain Physician*. 2012; 15(3): 199-245. [[Google Scholar](#)]
10. Parr A.T., Manchikanti L., Hameed H., Conn A. et al. Caudal epidural injections in the management of chronic low back pain: A systematic appraisal of the literature. *Pain Physician*. 2012; 15(3): 159-198. [[Google Scholar](#)]
11. Chou R., Hashimoto R., Friedly J., Fu R. et al. Pain Management Injection Therapies for Low Back Pain [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2015. AHRQ Technology Assessments. 2015 [[Google Scholar](#)]
12. Pfirrmann C.W., Metzdorf A., Zanetti M., Hodler J. et al. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001; 26: 1873-1878. [[Crossref](#)]
13. Dowdell J., Erwin M., Choma T., Vaccaro A. et al. Intervertebral Disk Degeneration and Repair. *Neurosurgery*. 2017; 80(3S): 46-54. [[Crossref](#)]
14. Friedmann T., Roblin R. Gene therapy for human genetic disease? *Science (NY)*. 1972; 175(4025): 949-955. [[Crossref](#)]
15. Li W., Wang P., Zhang Z., Wang W. et al. MiR-184 regulates proliferation in nucleus pulposus cells by targeting GAS1. *World Neurosurg*. 2017; 97: 710-715. [[Crossref](#)]

Таким образом, варианты хирургического лечения заболеваний МПД противоречивы, при этом доказательная база среднего и низкого качества поддерживает каждый из методов: декомпрессию, дискэктомию, формирование спондилодеза и замену МПД. Хирургические вмешательства сопряжены с определенными рисками и осложнениями, поэтому их следует предлагать после того, как консервативные меры не смогли улучшить качество жизни пациента. В целом, целью всех видов операций на позвоночнике при ДЗМП является обеспечение окончательного лечения пациента для длительного облегчения боли, снижения частоты осложнений и повторных операций, а также обеспечения хорошей удовлетворенности пациента.

«Разработка, изучение безопасности и эффективности использования премиальных инновационных отечественных имплантатов для хирургического лечения пациентов с повреждениями и заболеваниями опорно-двигательного аппарата».

Вклад авторов. Концептуализация – Б.М.У; методология – И.Д.Н; экспертиза и отбор – К.Б.М; формальный анализ – М. Х.М; написание (подготовка оригинального черновика) – А.М.С; написание и редактирование – Б.М.У, И.Д.Н., Щ.А.Ю.

Все авторы прочитали, дали принципиальное согласие на публикацию рукописи и подписали форму передачи авторских прав.

16. Sampara P, Banala R.R., Vemuri S.K., Av G.R. et al. Understanding the molecular biology of intervertebral disc degeneration and potential gene therapy strategies for regeneration: A review. *Gene Ther.* 2018; 25: 67–82. [[Crossref](#)]
17. Cooney A.L., McCray P.B. Jr., Sinn P.L. Cystic fibrosis gene therapy: Looking back, looking forward. *Genes.* 2018; 9(11): 538. [[Crossref](#)]
18. Olowoyeye A., Okwundu C.I. Gene therapy for sickle cell disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018; 11: CD007652. [[Crossref](#)]
19. Бывальцев В.А., Белых Е.Г., Калинин А.А., Бардонова Л.А. и др. История хирургического лечения корешковой боли при патологии межпозвоночного диска // Хирургия позвоночника. - 2016. - Т. 13. - №2. – С. 78–89. [[Crossref](#)]
- Byval'tsev V.A., Belykh E.G., Kalinin A.A., Bardonova L.A. i dr. Istoriia khirurgicheskogo lecheniia koreshkovoi boli pri patologii mezhpozvonkovogo diska (History of surgical treatment of radicular pain due to intervertebral disc pathology) [in Russian]. *Khirurgiia pozvonochnika.* 2016; 13(2): 78–89. [[Crossref](#)]
20. Луцук А.А., Садовой М.А., Крутько А.В., Епифанцев А.Г. и др. Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника / Монография. - Новосибирск: Наука. - 2012. – С. 264. [[Google Scholar](#)]
- Lutsik A.A., Sadovoi M.A., Krut'ko A.V., Epifantsev A.G. i dr. Degenerativno-distroficheskie zabolevaniia pozvonochnika (Degenerative-dystrophic diseases of the spine) [in Russian]. *Monografiia.* - Novosibirsk: Nauka. 2012; 264. [[Google Scholar](#)]
21. Weinstein J.N., Lurie J.D., Tosteson T.D., Tosteson A.N. et al. Surgical Versus Nonoperative Treatment for Lumbar Disc Herniation: Four-Year Results for the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT). *Spine.* 2008; 33(25): 2789–2800. [[Crossref](#)]
22. Caspar W.A. A New Surgical Procedure for Lumbar Disc Herniation Causing Less Tissue Damage Through a Microsurgical Approach. Berlin: Springer. 1977; 74–77. [[Google Scholar](#)]
23. Yasargil M. Microsurgical operation of the herniated lumbar disc. *Advances in neurosurgery.* Berlin: Springer. 1977; 81–84. [[Google Scholar](#)]
24. Williams R.W. Microlumbar discectomy: a conservative surgical approach to the virgin herniated lumbar disc. *Spine (Phila Pa 1976).* 1978; 3(2): 175–182. [[Google Scholar](#)]
25. Foley K., Smith M. Microendoscopic discectomy *Tech. Neurosurg.* 1997; 3: 301–307. [[Google Scholar](#)]
26. Shin H., Jun S.B., Lee S.H., Keum H.J. et al. Transforaminal Endoscopic Decompression for Lumbar Spinal Stenosis: A Novel Surgical Technique and Clinical Outcomes. *World Neurosurgery.* 2018; 114: 873–882. [[Crossref](#)]
27. Ahn Y., Keum H.J., Lee S.G., Lee S.W. Transforaminal Endoscopic Decompression for Lumbar Lateral Recess Stenosis: An Advanced Surgical Technique and Clinical Outcomes. *World Neurosurgery.* 2019; 125: 916–924. [[Crossref](#)]
28. Kambin P., Sampson S. Posterolateral percutaneous suction-excision of herniated lumbar intervertebral discs. Report of interim results. *Clin Orthop Relat Res.* 1986; 207: 37–43. [[Crossref](#)]
29. Hijikata S., Sadahisa M.D. Percutaneous Nucleotomy: A New Concept Technique and 12 Years' Experience. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1989; 238: 9–23. [[Crossref](#)]
30. Parker S.L. Long-term back pain after a single-level discectomy for radiculopathy: incidence and health care cost analysis. *Journal of Neurosurgery: Spine.* 2010; 12(2): 178–182. [[Crossref](#)]
31. Peul W.C. Prolonged conservative care versus early surgery in patients with sciatica caused by lumbar disc herniation: Two year results of a randomised controlled trial. *British Medical Journal.* 2008; 336: 1355–1358. [[Crossref](#)]
32. Yao Y., Zhang H., Wu J., Liu H. et al. Comparison of three minimally invasive spine surgery methods for revision surgery for recurrent herniation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *World Neurosurg.* 2017; 100: 641–647. [[Crossref](#)]
33. Ahn Y., Lee H.Y., Lee S.H. Dural tears in percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *Eur Spine J.* 2011; 20(1): 58–64. [[Crossref](#)]
34. Yao Y., Liu H., Zhang H., Wang H. et al. Risk factors for recurrent herniation after percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *World Neurosurg.* 2017; 100: 1–6. [[Crossref](#)]
35. Wang H., Zhou Y., Li C. Risk factors for failure of single-level percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *J Neurosurg Spine.* 2015; 23(3): 320–325. [[Crossref](#)]
36. Guan X., Wu X., Fan G., Zhao S. et al. Endoscopic retrieval of a broken guidewire during spinal surgery. *Pain Physician.* 2016; 19(2): 339–342. [[Google Scholar](#)]
37. Bhasare R. Long-Term Results of Endoscopic Lumbar Discectomy by «Destandau's Technique». *Asian Spine Journal.* 2016; 10(2): 289–297. [[Crossref](#)]
38. Choi K.A. Strategy of percutaneous endoscopic lumbar discectomy formigrated disc herniation. *World Neurosurg.* 2017; 99: 259–266. [[Crossref](#)]
39. Phan K. Full-endoscopic versus microendoscopic and open discectomy: a systematic review and metaanalysis of outcomes and complications. *Clin Neurol Neurosurg.* 2017; 154: 1–12. [[Crossref](#)]
40. Suri P., Pearson A.M., Zhao W. Pain Recurrence After Discectomy for Symptomatic Lumbar Disc Herniation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2017; 42(10): 755–763. [[Crossref](#)]
41. Kraemer J. Bandscheibenbedingte Erkrankungen. *J Kraemer Thieme Stuttgart.* 1997; 408. [[Google Scholar](#)]
42. Albee F.H. Transplantation of a portion of the tibia into the spine for Pott's disease: a preliminary report. *J Am Med Assoc.* 1911; 57(11): 885–6. [[Crossref](#)]
43. Hibbs R. An operation for progressive spinal deformities. *Clin Orthop Relat Res.* 1964; 35: 4–8. [[Google Scholar](#)]
44. Suezawa Y., Bernoski F.P., Jacob H.A. A comparison of the long term results of three types of posterior fusion of the lumbar spine for spondylolisthesis. *Int Orthop.* 1981; 5(4): 291–7. [[Crossref](#)]
45. Campbell W.C. Arthroplasty of the elbow: Willis C. Campbell MD (1880-1941). The 2nd president of the AAOS 1933. *J Bone Jt Surg Am.* 2008; 466(1): 15–21. [[Crossref](#)]
46. Campbell W. An operation for extra-articular fusion of sacroiliac joint. *Surg Gynecol Obs.* 1939; 45: 218–219.
47. Briggs H., Milligan P.R. Chip fusion of the low back following exploration of the spinal canal. *JBJS.* 1944; 26(1): 125–30. [[Google Scholar](#)]
48. Patel D.V., Yoo J.S., Karmarkar S.S. Interbody options in lumbar fusion. *J Spine Surg.* 2019; 5(Suppl 1): 19–24. [[Crossref](#)]

49. Watkins M.B. Posterolateral fusion of the lumbar and lumbosacral spine. *J Bone Joint Surg Am.* 1953; 35-A(4): 1014–1018. [[Google Scholar](#)]
50. Delloye C., Cornu O., Druetz V. Bone allografts: what they can offer and what they cannot. *J Bone Joint Surg Br.* 2007; 89(5): 574–579. [[Crossref](#)]
51. Dumas A., Gaudin-Audrain C., Mabilieu G. The influence of processes for the purification of human bone allografts on the matrix surface and cytocompatibility. *Biomaterials.* 2006; 27(23): 4204–4211. [[Crossref](#)]
52. Ceccarelli G., Presta R., Benedetti L. Emerging perspectives in scaffold for tissue engineering in oral surgery. *Stem Cells Int.* 2017; 2017: 4585401 [[Crossref](#)]
53. Colazo H.B., Shah Z., Back D. Xenograft in orthopaedics. *Orthop Trauma* 2015; 29(4): 253–260. [[Crossref](#)]
54. Pertici G., Rossi F., Casalini T. Composite polymer-coated mineral grafts for bone regeneration: Material characterisation and model study. *Ann Oral Maxillofac Surg.* 2014; 148–149. [[Google Scholar](#)]
55. Ray C.D. Threaded fusion cages for lumbar interbody fusions. An economic comparison with 360 degrees fusions. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997; 22(6): 681-5. [[Crossref](#)]
56. Sukrit J. Advances in Spinal Interbody Cages. *Orthopaedic surgery.* 2016; 8(3): 278-284. [[Crossref](#)]
57. Matg G., Leclercq T.A. Rationale for interbody fusion with threaded titanium cages at cervical and lumbar levels. Results on 357 cases. *Acta Neurochir (Wien).* 2000; 142(4): 425-433. [[Crossref](#)]
58. Palm W.J., Rosenberg W.S., Keaveny T.M. Load transfer mechanisms in cylindrical interbody cage constructs. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002; 27(19): 2101-2107. [[Crossref](#)]
59. Chong E., Pelletier M.H., Mobbs R.J., Walsh W.R. The design evolution of interbody cages in anterior cervical discectomy and fusion: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2015; 16: 99. [[Crossref](#)]
60. Najeeb S., Khurshid Z., Matinlinna J.P., Siddiqui F.M. et al. Nanomodified Peek Dental Implants: Bioactive Composites and Surface Modification-A Review. *Int J Dent.* 2015; 2015: 381759. [[Crossref](#)]
61. Karikari I.O., Jain D., Owens T.R., Gottfried O. et al. Impact of subsidence on clinical outcomes and radiographic fusion rates in anterior cervical discectomy and fusion: a systematic review. *J Spinal Disord Tech.* 2014; 27(1): 1-10. [[Crossref](#)]
62. Rao P.J., Pelletier M.H., Walsh W.R., Mobbs R.J. Spine interbody implants: material selection and modification, functionalization and bioactivation of surfaces to improve osseointegration. *Orthop Surg.* 2014; 6(2): 81-9. [[Crossref](#)]
63. McMillin C.R. Evaluation of PEKEKK composites for spine implants. 38th International SAMPE Symposium. 1993; 591–598.
64. Kurtz S.M., Devine J.N. PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants. *Biomaterials.* 2007; 28(32): 4845-69. [[Crossref](#)]
65. Lemcke J., Al-Zain F., Meier U., Suess O. Polyetheretherketone (PEEK) Spacers for Anterior Cervical Fusion: A Retrospective Comparative Effectiveness Clinical Trial. *Open Orthop J.* 2011; 5: 348-353. [[Crossref](#)]
66. Suess O., Schomaker M., Cabraja M. Empty polyetheretherketone (PEEK) cages in anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) show slow radiographic fusion that reduces clinical improvement: results from the prospective multicenter "PIERCE-PEEK" study. *Patient Saf Surg.* 2017; 11: 11-12. [[Crossref](#)]
67. Torstrick F.B., Lin A.S.P., Potter D., Safranski D.L. et al. Porous PEEK improves the bone-implant interface compared to plasma-sprayed titanium coating on PEEK. *Biomaterials.* 2018; 185: 106-116. [[Crossref](#)]
68. Kakinuma H., Ishii K., Ishihama H., Honda M. et al. Antibacterial polyetheretherketone implants immobilized with silver ions based on chelatebonding ability of inositol phosphate: processing, material characterization, cytotoxicity, and antibacterial properties. *Biomed Mater Res A.* 2015; 103(1): 57-64. [[Crossref](#)]
69. Gallo J., Holinka M., Moucha C.S. Antibacterial surface treatment for orthopaedic implants. *Int J Mol Sci.* 2014; 15(8): 13849-13880. [[Crossref](#)]
70. Le T.V., Baaj A.A., Dakwar E. Subsidence of polyetheretherketone intervertebral cages in minimally invasive lateral retroperitoneal transposas lumbar interbody fusion. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012; 37(14): 1268-1273. [[Crossref](#)]
71. Torstrick F.B., Lin A.S.P., Potter D., Safranski D.L. et al. Porous PEEK improves the bone-implant interface compared to plasma-sprayed titanium coating on PEEK. *Biomaterials.* 2018; 185: 106-116. [[Crossref](#)]
72. Patel M.S., McCormick J.R., Ghasem A. Tantalum: the next biomaterial in spine surgery? *J Spine Surg.* 2020; 6(1): 72-86. [[Crossref](#)]
73. Huang G., Pan S.T., Qiu J.X. The Clinical Application of Porous Tantalum and Its New Development for Bone Tissue Engineering. *Materials (Basel).* 2021; 14(10): 2647. [[Crossref](#)]
74. Han C.M., Lee E.J., Kim H.E., Koh Y.H. et al. The electron beam deposition of titanium on polyetheretherketone (PEEK) and the resulting enhanced biological properties. *Biomaterials.* 2010; 31(13): 3465-70. [[Crossref](#)]
75. Barkarmo S., Wennerberg A., Hoffman M. Nanohydroxyapatitecoated PEEK implants: a pilot study in rabbit bone. *J Biomed Mater Res A.* 2013; 101(2): 465-471. [[Crossref](#)]
76. Ha S.W., Gisep A., Mayer J., Wintermantel E.W. et al. Topographical characterization and microstructural interface analysis of vacuumplasma-sprayed titanium and hydroxyapatite coatings on carbon fibre-reinforced poly (etheretherketone). *J Sci Mater Med.* 1997; 8(12): 891-896. [[Crossref](#)]
77. Gorth D.J., Puckett S., Ercan B., Webster T.J. et al. Decreased Bacteria Activity on Si3N4 Surfaces Compared with PEEK or Titanium. *Int J Nanomedicine.* 2012; 7: 4829-4840. [[Crossref](#)]
78. Parajon A., Alimi M., Navarro-Ramirez R., Christos P. et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: meta-analysis of the fusion rates. What is the Optimal Graft Material? *Neurosurgery.* 2017; 81(6): 958-971. [[Crossref](#)]
79. McEntire B.J., Maslin G., Bal B.S. Two-year results of a double-blind multicenter randomized controlled non-inferiority trial of polyetheretherketone (PEEK) versus silicon nitride spinal fusion cages in patients with symptomatic degenerative lumbar disc disorders. *J Spine Surg.* 2020; 6(3): 523-540. [[Crossref](#)]
80. D'Souza M., Macdonald N.A., Gendreau J.L., Duddlestone P.J. et al. Graft Materials and Biologics for Spinal Interbody Fusion. *Biomedicines.* 2019; 7(4): 75. [[Crossref](#)]
81. Fernandez-Firen M., Alvarado E., Torres A. Eleven-year follow-up of two groups of patients comparing autonomous

porous tantalum cage with autologous bone graft and plates in anterior cervical spondylodesis. *World Neurosurgery*. 2019; 122: 156-167. [Crossref]

82. Lechner R., Putzer D., Liebensteiner M., Bach C. et al. Fusion rate and clinical outcome in anterior lumbar interbody fusion with beta-tricalcium phosphate and bone marrow aspirate as a bone graft substitute. A prospective clinical study in fifty patients. *Int Orthop*. 2017; 41(2): 333-339. [Crossref]

83. Summary of safety and effectiveness data (Ssed). FDA Summary of Safety and Effectiveness Data. 2008; 118. Electronic resource. [Cited 13 Sep 2023]. Available from URL: https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf/P010031S232b.pdf

84. Li X., Ghavidel Mehr N., Guzmán-Morales J. Cationic osteogenic peptide P15-CSP coatings promote 3-D osteogenesis in poly (epsilon-caprolactone) scaffolds of distinct pore size. *J Biomed Mater Res A*. 2017; 105(8): 2171-2181. [Crossref]

85. Zahn J., Loibl M., Sprecher C. Platelet-rich plasma as an autologous and proangiogenic cell delivery system. *Mediators Inflamm*. 2017; 2017: 1075975. [Crossref]

Омыртқаның дегенеративті-дистрофиялық ауруларын емдеудің заманауи стратегиялары: Әдеби шолу

[Байдарбеков М.Ө.](#)¹, [Ипмағамбетов Ж.Н.](#)², Мұхаметжанов Х.М.³, Кәрібаев Б.М.⁴,
[Әбдіқаликов М.С.](#)⁵, [Щербина А.Ю.](#)⁶

¹ №1 Травматология бөлімшесінің меңгерушісі, Академик Н.Д.Батпеннов атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: b.m.u.80@mail.ru

² Қарағанды медицина университетінің PhD-докторанты, Қарағанды, Қазақстан. E-mail: jangir89@googlemail.com

³ №1 Травматология бөлімшесінің меңгерушісі жетекші ғылыми қызметкері, Академик Батпеннов Н.Д. атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: neuroastana@mail.ru

⁴ №1 Травматология бөлімшесінің меңгерушісі жетекші ғылыми қызметкері, Академик Батпеннов Н.Д. атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: b.karibaev@mail.ru

⁵ №1 травматология бөлімшесінің дәрігер-ординаторы, Академик Н.Д. атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығы, Астана, Қазақстан. E-mail: Makokz12@mail.ru

⁶ №6 ортопедия бөлімшесінің дәрігер-ординаторы, Академик Н.Д.Батпеннов атындағы травматология және ортопедия ұлттық ғылыми орталығының Астана, Қазақстан. E-mail: a999333@mail.ru

Түйіндеме

Қазіргі уақытта омыртқааралық дискінің жарығын емдеудің көптеген әдістері бар, мысалы: консервативті емдеу, эпидуралды инъекцияларды қолдану, омыртқаның емдік блокадасы, молекулалық терапия және гендік инженерия әдістері, хирургиялық емдеудің әртүрлі әдістері.

Бұл шолудың мақсаты - омыртқаның дегенеративті-дистрофиялық ауруларын емдеудің қолданыстағы әдістерінің әртүрлілігін қарастыру, олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін зерттеу.

1-ші деңгейлі зерттеулер хирургиялық емдеу әдістерінің артықшылықтарын көрсетті. Хирургиялық тәсілді қолдануда бүгінгі күні әдістердің үлкен таңдауы бар (эндоскопияны қолданатын аз инвазивті оталар, әртүрлі трансплантациялар мен торларды қолдану арқылы дене аралық біріктіру, соның ішінде жасушалық технологияларды қолдану), бұл сонымен қатар нақты емдеу тактикасын таңдау міндетін қиындайды. Омыртқааралық диск ауруын хирургиялық емдеу нұсқалары даулы болып табылады, олардың әрқайсысын қолдайтын орташа және төмен сапалы дәлелдер бар: декомпрессия, дискэктомия, біріктіру және дискіні ауыстыру. Хирургиялық араласулар белгілі бір қауіптер мен асқынуларды тудырады және консервативті шаралар пациенттің өмір сүру сапасын жақсартуға көмектеспегеннен кейін ұсынылуы керек.

Жалпы алғанда, зерттелетін патологияға арналған омыртқа хирургиясының барлық түрлерінің мақсаты науқасқа ұзақ мерзімді ауырсынуды жеңілдету, асқынулар мен қайта ота жасауды мүмкіндігін азайту және науқастың қанағаттанушылық деңгейін жақсарту үшін түпкілікті емдеуді қамтамасыз ету болып табылады. Молекулалық ғылымда омыртқа аралық дискілердің жасушалық, гендік және өсу факторы терапиясы саласында омыртқаның дегенеративті ауруларын емдеудің қалпына келтіру және оның стратегияларының соңғы жетістіктері дискілерді қалпына келтіру және регенерациялау бағдарымен дамып келеді. Хирургиялық емдеу соңғы нұсқа болып қала береді және хирургиялық емдеуді таңдау дәрігерлер арасында пікірталас мәселесі болып табылады.

Түйін сөздер: омыртқаның дегенеративті-дистрофиялық аурулары, дене аралық бірігу, тор, бел омыртқалары, емдеу.

Modern Strategies for the Treatment of Degenerative-Dystrophic Spine Diseases: Literature Review

[Murat Baidarbekov](#)¹, [Zhangir Ipmagambetov](#)², Khanat Mukhametzhanov³, Buratai Karibayev⁴,
[Abdikalikov Margulan](#)⁵, [Alexander Sherbina](#)⁶

¹ Head of the Department of Traumatology No.1, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician Batpenov N.D., Astana, Kazakhstan. Email: b.m.u.80@mail.ru

² PhD student of Karagandy Medical University, Karagandy, Kazakhstan. Email: jangir89@googlemail.com

³ Leading Researcher at the Department of Traumatology No.1, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician Batpenov N.D., Astana, Kazakhstan. Email: neuroastana@mail.ru

⁴ Leading Researcher at the Department of Traumatology No.1, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician Batpenov N.D., Astana, Kazakhstan. Email: b.karibaev@mail.ru

⁵ Doctor at the Department of Traumatology No.1, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician Batpenov N.D., Astana, Kazakhstan. Email: Makokz12@mail.ru

⁶ Doctor at the Orthopedics Department No.6, National Scientific Center of Traumatology and Orthopedics named after Academician Batpenov N.D., Astana, Kazakhstan. Email: a999333@mail.ru

Abstract

Currently, there is a wide range of methods for the treatment of herniated intervertebral disc, such as: conservative treatment, the use of epidural injections, therapeutic spinal blockades, methods of molecular therapy and genetic engineering, various methods of surgical treatment.

The purpose of this review is to study the currently existing treatment methods for degenerative diseases of the spine, including their advantages and disadvantages.

Level I studies have shown the advantages of surgical treatment methods. In the application of the surgical approach, there is currently a wide range of techniques (minimally invasive surgeries using endoscopy, interbody spondylodesis using various grafts and cages, including those using cellular technologies), which also complicates the task of choosing a particular treatment tactic. Surgical treatment options for intervertebral disc disease are controversial, with a medium- to low-quality evidence base supporting each modality: decompression, discectomy, spondylodesis formation, and interbody disc replacement. Surgical interventions carry certain risks and complications and should be offered after conservative measures have failed to improve the patient's quality of life.

In general, the goal of all types of spinal surgeries for the pathology under study is to provide definitive treatment to the patient for long-term pain relief, reduce the incidence of complications and reoperations, and ensure good patient satisfaction. Recent advances in regenerative and reconstructive treatment strategies for degenerative-dystrophic spine diseases in molecular science in the areas of cell, gene therapy and intervertebral disc growth factor therapy are evolving in the hope of disc repair and regeneration, have some challenges but also show promising results. Surgery is the last option, with the choice of surgical treatment tactics being a matter of debate among physicians.

Keywords: degenerative-dystrophic diseases of the spine, interbody fusion, cage, lumbar spine, treatment.

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2024-1-71-50-55>

УДК 616-089.23; 616-036.882-08

МРНТИ 76.29.41; 76.29.45

Описание клинического случая

Клинический случай лечения пострадавшего с тяжелой сочетанной травмой с множественной жировой эмболией с преимущественным поражением головного мозга

[Березуцкий С.Н.](#)

Заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Россия. E-mail: s79242147010b@yandex.ru

Резюме

Дорожно-транспортные происшествия занимают первые позиции по причине тяжелого сочетанного травматизма населения. Одним из самых опасных и плохо диагностируемых осложнений острого периода сочетанной скелетной травмы является синдром жировой эмболии с преимущественным поражением головного мозга. Несмотря на большое количество предложенных методов и способов лечения данного осложнения летальность остается на сегодняшний момент очень высокой. Представлен клинический случай успешного лечения множественной жировой эмболии микрососудистого русла внутренних органов с преимущественным поражением головного мозга у пациента с тяжелой сочетанной травмой.

Несмотря на трудности диагностики и лечения, высокий процент инвалидизации, осложнений и летальности, сложности профилактики данного осложнения жировой эмболии с преимущественным проявлением в виде церебральной жировой эмболии, благоприятный исход для пациентов с сочетанной травмой возможен.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, переломы длинных костей, травматический шок, политравма, жировая эмболия, мозговая жировая эмболия, интенсивная терапия.

Corresponding author: Sergey Berezutsky, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics, PhD, Associate Professor

Postal code: 680013

Address: Russia, Khabarovsk region, Khabarovsk city, st. Lermontova, 22, apt. 6

Phone: +79242147010

E-mail: s79242147010b@yandex.ru

J Trauma Ortho Kaz 1 (71) 2024: 50-55

Received: 02-03-2024

Accepted: 21-03-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Введение

Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) занимают первые позиции по причине тяжелого сочетанного травматизма населения [1-3].

Число пострадавших с тяжелой сочетанной травмой после ДТП, нуждающихся в лечении в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) выросло в 10 раз. Летальность данной группы пострадавших, несмотря на развитие медицинских технологий, достигает 80% [4,5]. Одним из самых опасных и плохо диагностируемых осложнений острого периода сочетанной скелетной травмы является синдром жировой эмболии (СЖЭ) с преимущественным поражением головного мозга (ЦЖЭ) [6-8].

ЦЖЭ - редкое и потенциально смертельное состояние, которое может возникнуть после перелома длинной кости или травмы таза, частота которого колеблется от 0,9 до 11% при среднем показателе смертности около 10% [9-11]. После «повреждения кости», согласно принятой концепции патофизиологии, «капли жира» попадают в системный кровоток, приводя к эмболии [12,13]. Но не существует однозначного объяснения того, как развивается синдром с этого момента. Наиболее распространены две гипотезы, объясняющие ранние и поздние симптомы соответственно.

Странники «Механической теории» считают, что костномозговой жир выталкивается в вены в результате повышенного интрамедуллярного давления, вызывая респираторные и неврологические изменения и появление непальпируемых кожных петехий в верхней части тела (подмышечные впадины, туловище и склеры) через 2-3 дня после травмы [14,15]. Эта триада симптомов известна как СЖЭ. Наиболее распространенное субклиническое проявление СЖЭ можно обоснованно определить как снижение дыхательного газообмена и петехии [16,17], тогда как наиболее тяжелый «механический» сценарий приводит к острым респираторным симптомам, острой правожелудочковой недостаточности (теория Пельтье) [18] и даже внезапной смерти мозга.

Описание клинического случая

Пострадавший мужчина, 20 лет, доставлен в Краевую клиническую больницу имени профессора О.В. Владимирцева г. Хабаровска с диагнозом: Автотравма. Закрытая черепно-мозговая травма, сотрясение головного мозга. Закрытый перелом в/3 диафиза левой бедренной кости со смещением отломков, перелом с/3 диафиза обеих костей левой голени со смещением отломков, перелом н/3 диафиза левой плечевой кости со смещением отломков, посттравматическая нейропатия лучевого нерва Шок 2 ст.

Пациент был осмотрен реаниматологом, травматологом, хирургом и нейрохирургом. Учитывая сочетанность повреждения, больному, с целью стабилизации отломков переломов конечностей, а также противошоковой терапии в экстренном порядке была выполнена операция: наложение аппарата внешней фиксации (АВФ) на левое бедро и голень на левое плечо.

В стабильном состоянии, с нормальными лабораторными показателями, без нарушений гемодинамики и других функций, через 1 сутки, пострадавший переводится в травматологическое

«Химическая теория» построена на доказательствах, показывающих, что продукты системной воспалительной реакции, вторичные по отношению к начальной травме кости, запускают превращение молекул жира в свободные жирные кислоты и глицерин, которые, в свою очередь, могут привести к поражению сосудов [19,20]. Эта химическая теория способна объяснить симптомы сосудистого эндотелия в пораженной области и объясняет поздние признаки повреждения центральной нервной системы: спутанность сознания, гемиплегию, апраксию, афазию и летаргию. В первом случае наиболее распространенными предпосылками являются: высокоэнергетические травмы; отсрочка операции более чем на 10-24 часа; множественные переломы; и, как сопутствующий фактор, трудности с вправлением перелома и забиванием гвоздей или внешней фиксации [21]. Потенциальная корреляция между наличием открытого овального отверстия (PFO) и FES в последнем случае еще предстоит изучить [22,23]. При отсутствии шунта справа налево жировые шарики должны быть небольшими и множественными, чтобы вызвать неврологическую картину [24,25]. С другой стороны, как только крошечные частицы жира пересекли легочное капиллярное русло, они могут затем достичь мозга. Симптом «Звездная ночь» при магнитно-резонансной томографии головного мозга появляется приблизительно через неделю после травмы [26-28].

Несмотря на большое количество предложенных методов и способов лечения данного осложнения летальность остается на сегодняшний момент очень высокой [29,30].

Цель рукописи: представить клинический случай успешного лечения множественной жировой эмболии микрососудистого русла внутренних органов с преимущественным поражением головного мозга у пациента с тяжелой сочетанной травмой.

отделение. В профильном отделении с целью предоперационной подготовки демонтирован временный АВФ на левом бедре и наложено скелетное вытяжение за мышелки левой бедренной кости с грузом 9 кг.

К концу третьих суток при осмотре выявлено: жалоб особых не предъявляет, критика несколько снижена, дезориентирован во времени и пространстве.

Общее состояние ближе удовлетворительное. Кожные покровы чистые, обычной окраски. Температура тела 37,6°C. В легких дыхание везикулярное, чистое. Частота дыхания 16 в 1 минуту, экскурсия легких удовлетворительная. ЧСС 76 в мин. Артериальное давление 125/70 мм. рт. ст. Живот участвует в акте дыхания, при пальпации мягкий, безболезненный. Физиологические отправления в норме.

В связи с отрицательной неврологической картиной было выполнена спиральная компьютерная томография головного мозга, рентгенография органов грудной клетки. По результатам исследования - патологических изменений со стороны головного

мозга, органов грудной клетки не выявлено. Консультация нейрохирурга – у пострадавшего имеет место легкая черепно-мозговая травма: Сотрясение головного мозга, энцефалопатия смешанного генеза. В переводе в нейрохирургическое отделение не нуждается.

Однако, через десять часов после данного осмотра состояние пациента резко ухудшилось: возникло угнетение сознания вплоть до сопора, на коже появилась петехиальная сыпь в области шеи и грудной клетки, повышение температуры тела до 38,7°C, учащение дыхания до 28-30 в мин., ЧСС увеличилось до 110 в мин., артериальное давление снизилось до 80/50 мм. рт. ст., непроизвольное мочеиспускание. Больной экстренно по показаниям переведен в реанимационное отделение.

В результате проведения интенсивной терапии, подключения пациента к аппарату искусственной вентиляции легких (ИВЛ) в течение недели удалось стабилизировать его состояние. Неврологическая симптоматика исчезла, в сознании, гемодинамические, респираторные и лабораторные показатели нормализовались, свежих элементов сыпи не выявлено, температура тела в пределах нормы. После экстубации больной оставлен под наблюдением в реанимационном отделении.

Вторая волна резкого ухудшения наступила на десятые сутки пребывания в отделении реанимации на фоне удовлетворительного состояния. Общее вновь внезапно резко ухудшилось. Опять появилась выраженная церебральная, дыхательная и метаболическая недостаточность.

При осмотре: сознание на уровне оглушения, дезориентация во времени и пространстве, речь односложная, выявлено нарушение глотания, появилась ригидность затылочных мышц, мышечный тонус снижен, однократный подъем температуры в течение суток до 40°C, свежих элементов сыпи нет, покрыт потом, полиурия (темп диуреза более 3 мл/кг/ч). По данным лабораторных исследований: лейкоцитоз $21 \cdot 10^9/\text{л}$. со сдвигом формулы влево, гипергликемия до 12 ммоль/л.

Консилиум врачей различных специальностей, основываясь на мультидисциплинарном подходе, пришел к заключению, что у данного пациента имеется довольно редкое осложнение при тяжелых сочетанных травмах, включающих переломы длинных костей, в виде синдрома жировой эмболии с преимущественным поражением головного мозга. Помимо это, консилиум отметил, что у пациента также имеется и клиническая картина инфекционного бронхолегочного процесса, типичного для реанимационных больных.

Доказательная база основывалась на следующих критериях.

1. Церебральная недостаточность: нарушение сознания (оглушение - 11 баллов по шкале ком Глазго), развитие диэнцефального - наличие устойчивой гипертермии (до 40°C), инфекционный агент был исключен, тахипноэ (вне седации), артериальная гипертензия, тахикардия, гипергидроз, сальность кожных покровов, нарушения водно-электролитного баланса. В пользу псевдобульбарного - нарушение глотания, артикуляции.

2. Дыхательная недостаточность смешанного генеза. Усугубление дыхательной недостаточности за счет ателектаза нижней доли правого легкого,

и в S6, S10 левого легкого и развития гнойного трахеобронхита.

3. Сердечно-сосудистая недостаточность: стойкая артериальная гипертензия, повышение артериального давления до 190/100 мм. рт. ст.

4. Нарушение функции печени и желчевыводящих путей - гипербилирубинемия до 100 мкмоль/л (за счет обеих фракций). Осмотрен терапевтом. Судя по клинико-лабораторным данным, имело место сочетание дискинезии желчевыводящих путей с резорбтивным синдромом (разрешение множественных гематом).

В связи с этим заключением был выполнен ряд дополнительных диагностических процедур. Повторная рентгенография органов грудной клетки - без выраженных патологических изменений. На фибробронхоскопии обнаружены: неполное смыкание голосовых связок, надгортанник мало подвижен, явления гнойного бронхита. Одновременно был выполнен лаваж бронхиального дерева. Однако на спиральной компьютерной томографии органов грудной клетки был выявлен ателектаз нижней доли правого легкого, и в S6, S10 левого легкого. Выполнена корректировка лечения мультидисциплинарной бригадой, включавшей практически все специальности краевой больницы с привлечением кафедр, базирующихся в этой больнице.

На магнитно-резонансной томографии головного мозга выявлен характерный симптом церебральной жировой эмболии - «Звездная ночь».

Пациент вновь подключен к инвазивной ИВЛ, продолжена интенсивная посиндромная терапия полиорганной недостаточности: длительная искусственная вентиляция легких (стартовый режим вентиляции - синхронизированная перемежающаяся принудительная вентиляция с контролем по давлению, затем перевод на вспомогательный режим и отключение от аппарата). выполнено 3 санационных фибробронхоскопии, ципрофлоксацин в/в капельно по 400 мг * 2 раза в сутки; антибактериальная терапия в течение 14 дней.

Проводилась постоянная инфузия магния сульфата в дозе 1 г/ч в течение пяти суток, введение урапедила 25 мг в/в до двух раз в сутки в течение трех дней, введение таблетированных препаратов в зонд (амлодипин 5 мг/сут, биспролол 10 мг/сут). На этом фоне артериальное давление стабилизировано на уровне 135-140/65-60 мм. рт. ст.

Также интенсивная терапия включала инфузионно-трансфузионную терапию (расчет объема инфузии, согласно потребности, в жидкости- 30 мл/кг/сут. + потери, с учетом гидробаланса на каждые сутки под контролем темпа диуреза, гемотрансфузии общим объемом 850 мл), седацию (пропофол 100-130 мг/ч 7 суток, сибазон 5 мг/ч 7 суток), анальгезию (морфин 20 мг/сут. 3 суток, парацетомол 1 г/сут. 3 суток), гастропротективную терапию (омепразол 40 мг/сут. 22 дня), нутритивную поддержку (нутризон эдванс - 2500 ккал/сут), нейропротекцию (целекс, цитофлавин 20 мл внутривенно в течение 16 дней).

Помимо этого, пострадавшему были выполнены следующие оперативные вмешательства: в первые сутки - Стабилизация переломов слева АВФ бедро+голень, АВФ плечо слева. На четвертые сутки - устранение деформации в чрескостном АВФ, закрытый остеосинтез перелома большеберцовой кости.

Течение послеоперационного периода без осложнений, заживление по послеоперационным швам без воспаления. Спустя две недели проведена операция по устранению деформации плеча в чрескостном АВФ, остеосинтез.

Учитывая церебральную недостаточность, предполагаемую длительную искусственную вентиляцию легких, для обеспечения качественной санации трахеобронхиального дерева и ухода за ротовой полостью выполнена плановая трахеотомия, наложение трахеостомы на 12 сутки пребывания пациента в реанимации.

Седация пациента прекращена на 7 сутки, сознание было восстановлено в течение дня. Отключение от ИВЛ выполнено спустя 9 дней

Обсуждение

Согласно протоколам и рекомендациями оказания помощи пострадавшим с политравмой была определена тактика ведения и интенсивной терапии, с обязательным учетом рекомендаций по лечению пациентов с жировой эмболией.

В лечении пациента с политравмой осложненного течения, в связи с повреждением

Выводы

Несмотря на трудности диагностики и лечения, высокий процент инвалидизации, осложнений и летальности, сложности профилактики данного осложнения жировой эмболии с преимущественным проявлением в виде церебральной жировой эмболии, благоприятный исход для пациентов с сочетанной травмой возможен. Междисциплинарный подход обеспечивает успех лечения и реабилитации таких пациентов.

Литература

1. WHO. *Global Status Report on Road Safety 2015*. Website. [Cited 2 January 2024]. Available from URL: <https://www.afro.who.int/publications/global-status-report-road-safety-2015>
2. Блаженко А.Н., Дубров В.Э., Муханов М.Л., Лысых Е.Г. и др. Взаимосвязь изменений лабораторных показателей гомеостаза и уровня летальности у пациентов старших возрастных групп с политравмой при доминирующем повреждении опорно-двигательного аппарата // Кубанский научный медицинский вестник. - 2015. - №3. - С. 7-13. [Google Scholar]
3. Blazhenko A.N., Dubrov V.E., Mukhanov M.L., Lysykh E.G. i dr. Vzaimosviaz' izmenenii laboratornykh pokazatelei gomeostaza i urovnia letal'nosti u patsientov starshikh vozrastnykh grupp s politravmoi pri dominiruiushchem povrezhdenii oporno-dvigatel'nogo apparata (The relationship between changes in laboratory parameters of homeostasis and the mortality rate in patients of older age groups with polytrauma with dominant damage to the musculoskeletal system) [in Russian]. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*. 2015; 3: 7-13. [Google Scholar]
3. Гринь А.А., Некрасов М.А., Кайков А.К., Ощепков С.К. и др. Алгоритмы диагностики и лечения пациентов с сочетанной позвоночно-спинномозговой травмой // Хирургия позвоночника. - 2011. - №4. - С. 8-18. [Google Scholar]
4. Grin' A.A., Nekrasov M.A., Kaikov A.K., Oshchepkov S.K. Algoritmy diagnostiki i lecheniia patsientov s sochetannoi pozvonochno-spinnomozgovoi travmoi (Algorithms for diagnosis and treatment of patients with combined spinal cord injury) [in Russian]. *Khirurgiia pozvonochnika*. 2011; 4: 8-18. [Google Scholar]
4. Гринева М.В., Гринева К.М. Цитокин-ассоциированные нарушения микроциркуляции (ишемически-реперфузионный синдром) в генезе критических состояний // Хирургия. - 2010. - №12. - С. 70-76. [Google Scholar]
4. Grinev M.V., Grinev K.M. Tsitokin-assotsiirovannyye narusheniia mikrotsirkulatsii (ischemicheski-reperfuzionnyi sindrom) v geneze kriticheskikh sostoianii (Cytokine-associated microcirculation disorders (ischemia-reperfusion syndrome) in the genesis of critical conditions) [in Russian]. *Khirurgiia*. 2010; 12: 70-76. [Google Scholar]
5. Пасько В.Г. Интенсивная терапия полиорганной недостаточности у пострадавших с тяжелой сочетанной травмой / автореф дис канд мед наук. - М. - 2008. - С. 124. [Google Scholar]
5. Pas'ko V.G. Intensivnaia terapiia poliorgannoi nedostatocnosti u postradavshikh s tiazheloi sochetannoi travmoi (Intensive therapy of multiple organ failure in patients with severe combined trauma) [in Russian]. *avtoref dis kand med nauk*. - М. 2008; 124. [Google Scholar]
6. Grigorakos L., Nikolopoulos I., Stratouli S., Alexopoulou A. et al. Fat Embolism Syndrome - Three Case Reports and Review of the Literature. *Journal of Trauma and Injury*. 2017; 30(3): 107-111. [Crossref]
7. Davis T., Weintraub A., Makley M., Spier E., Forster J. The intersection of cerebral fat embolism syndrome and traumatic brain injury: a literature review and case series. *Brain Injury*, 2020; 34(8): 1127-1134. [Crossref]

после начала искусственной вентиляции легких. Деканулизиция произведена по показаниям на 9 сутки после наложения трахеостомы.

После стабилизации состояния (ясное сознание, отсутствие респираторных, гемодинамических нарушений, нормализация основных лабораторных показателей) переведен в профильное травматологическое отделение. Время нахождения в отделении реанимации составило 22 дня. Выписан домой на 31 сутки после поступления в удовлетворительном состоянии без неврологических и двигательных нарушений.

От пациента было получено письменное информированное согласие пациента на распространение его медицинской информации.

нескольких органов и систем, участвовали специалисты различного профиля и применялся широкий спектр лечебно-диагностических исследований.

При написании данной статьи **конфликт интересов** отсутствует.

Финансирование данной работы не осуществлялось.

Автор подписал форму передачи авторских прав.

8. Santy-Tomlinson J., Clarke S., Davis P. *The Complications of Musculoskeletal Conditions and Trauma: Preventing Harm. Orthopaedic and Trauma Nursing: An Evidence-based Approach to Musculoskeletal Care*, 2023; 101-116. [\[Crossref\]](#)
9. Bulger E.M., Smith D.G., Maier R.V., Jurkovich G.J. Fat embolism syndrome. A 10-year review. *Arch Surg*. 1997; 132(4): 439. [\[Crossref\]](#)
10. Fabian T.C., Hoots A.V., Stanford D.S., Patterson C.R. et al. Fat embolism syndrome: prospective evaluation in 92 fracture patients. *Crit Care Med*. 1990; 18(42): 46. [\[Google Scholar\]](#)
11. Aman J., van Koppenhagen L., Snoek A.M., et al. Cerebral fat embolism after bone fractures. *Lancet*. 2015; 386(10001): e16. [\[Crossref\]](#)
12. Gauss H. The pathology of fat embolism. *Arch Surg*. 1924; 9(592): 605. [\[Crossref\]](#)
13. Lehman E.P., Moore R.M. Fat embolism, including experimental production without trauma. *Arch Surg*. 1927; 14(621): 662. [\[Crossref\]](#)
14. Pell A.C., Hughes D., Keating J., Christie J. et al. Brief report: fulminating fat embolism syndrome caused by paradoxical embolism through a patent foramen ovale. *N Engl J Med*. 1993; 329: 926-9. [\[Crossref\]](#)
15. Fabian T.C. Unraveling the fat embolism syndrome. *NEJM*. 1993; 329(13): 961-3. [\[Crossref\]](#)
16. Gurd A.R. Fat embolism: an aid to diagnosis. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1970; 52(4): 732-7. [\[Google Scholar\]](#)
17. Gurd A.R., Wilson R.I. The fat embolism syndrome. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1974; 56-B: 408-16. [\[Google Scholar\]](#)
18. Peltier L.F. Fat embolism: a perspective. *Clin Orthop*. 1988; 232: 263-70. [\[Google Scholar\]](#)
19. Kellogg R.G., Fontes R.B.V., Lopes D.K. Massive cerebral involvement in fat embolism syndrome and intracranial pressure management. *J Neurosurg*. 2013; 119: 1263-70. [\[Crossref\]](#)
20. Lee S.C., Yoon J.Y., Nam C.H., Kim T.K. et al. Cerebral fat embolism syndrome after simultaneous bilateral total knee arthroplasty a case series. *J Arthroplast*. 2012; 27(3): 409-14. [\[Crossref\]](#)
21. Godoy D.A., Di Napoli M., Rabinstein A.A. Cerebral fat embolism: recognition, complications, and prognosis. *Neurocrit Care*. 2018; 29(3): 358-65. [\[Crossref\]](#)
22. Whitenack S.H., Hausberger F.X. Intravasation of fat from the bone marrow cavity. *Am J Pathol*. 1971; 65(2): 335-46. [\[Google Scholar\]](#)
23. Etchells E.E., Wong D.T., Davidson G., Houston P.L. et al. Fatal cerebral fat embolism associated with a patent foramen ovale. *Chest*. 1993; 104: 962-3. [\[Crossref\]](#)
24. Mijalski C., Lovett A., Mahajan R., Sundararajan S. et al. Cerebral fat embolism: a case of rapid-onset coma. *Stroke*. 2015; 46: e251-3. [\[Crossref\]](#)
25. Byrick R.J., Mullen J.B., Mazer C.D., et al. Transpulmonary systemic fat embolism. Studies in mongrel dogs after cemented arthroplasty. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994; 150: 1416-22. [\[Crossref\]](#)
26. Jorgensen A., Bashir A., Satpathy J. Cerebral fat embolism syndrome (FES): similar cases with different outcomes. *BMJ Case Rep*. 2018; 2018: bcr2018225261. [\[Crossref\]](#)
27. Shacklock E., Gemmell A., Hollister N. Neurological effects of fat embolism syndrome: a case report. *J Intensive Care Soc*. 2017; 18(4): 339-41. [\[Crossref\]](#)
28. Huber-Lang M., Brinkmann A., Straeter J., Beck A. et al. An unusual case of early fulminant post-traumatic fat embolism syndrome. *Anaesthesia*. 2005; 60(11): 1141-3. [\[Crossref\]](#)
29. Newbiggin K., Souza C.A., Torres C., Marchiori E. et al. Fat embolism syndrome: state-of-the-art review focused on pulmonary imaging findings. *Respir Med*. 2016; 113: 93-100. [\[Crossref\]](#)
30. Bederman S.S., Bhandari M., McKee M.D., Schemitsch E.H. Do corticosteroids reduce the risk of fat embolism syndrome in patients with long-bone fractures? A meta-analysis. *Can J Surg*. 2009; 52(5): 386-93. [\[Google Scholar\]](#)

Ауыр дәрежедегі аралас жарақаттан кейінгі бірнеше майлы эмболиясы мен бас мианың зақымдануы бар науқасты емдеудің клиникалық жағдайы

[Березуцкий С.Н.](#)

Травматология және ортопедия кафедрасының меңгерушісі, Қыыр Шығыс мемлекеттік медицина университеті,
Хабаровск, Ресей. E-mail: s79242147010b@yandex.ru

Түйіндемe

Жол-көлік оқиғалары тұрғындардың ауыр жарақаттануының себебі ретінде бірінші орында тұрақтауда. Қаңқаның аралас жарақатының жедел кезеңіндегі диагноз дұрыс қойылмаған себебінен туындаған қауіпті асқынулардың бірі мидың басым зақымдануынан болған майлы эмболия синдромы болып табылады. Аталмыш асқынуды емдеудің ұсынылған әдістерінің көптігіне қарамастан, осы себептен туындаған өлім-жітім көрсеткіштері бүгінгі күні өте жоғары болып келеді.

Мақалада ауыр дәрежедегі аралас жарақаттан кейінгі ішкі ағзалардың микроваскулярлы арнасында бірнеше майлы эмболия мен бас мианың зақымдануы бар науқасты сәтті емдеудің клиникалық жағдайы сипатталған. Аралас жарақат орын алғанда диагностикалау мен ем жүргізудің қиындықтарына, мүгедектік пен асқынулардың, сондай-ақ өлім-жітімнің кездесуі жиілігінің жоғары болуына, церебральды майлы эмболиясы бар асқынуының алдын алудағы қиындықтарға қарамастан, осы категориядағы науқастардың оң нәтижелі емінің мүмкіндігі бар.

Түйін сөздер: жол-көлік оқиғалары, ұзын сүйектердің сынуы, травматикалық шок, политравма, майлы эмболия, мидың майлы эмболиясы, қарқынды терапия.

A Clinical Case of Treatment of a Victim with Severe Combined Trauma with Multiple Fatty Embolism with Predominant Brain Damage

[Sergey Berezutsky](#)

*Head of the Department of Traumatology and Orthopedics, Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russian.
E-mail: s79242147010b@yandex.ru*

Abstract

Road traffic accidents occupy the first positions due to severe combined injuries of the population. One of the most dangerous and poorly diagnosed complications of the acute period of combined skeletal injury is the syndrome of fatty embolism with predominant brain damage. Despite the large number of proposed methods and treatments for this complication, the mortality rate remains very high at the moment.

A clinical case of successful treatment of multiple fatty embolism of the microvascular bed of internal organs with predominant brain damage in a patient with severe concomitant trauma is presented. Despite the difficulties of diagnosis and treatment, a high percentage of disability, complications and mortality, and the difficulty of preventing this complication of fat embolism with a predominant manifestation in the form of cerebral fat embolism, a favorable outcome is possible for patients with concomitant trauma.

Keywords: *traffic accident, fractures of long bones, traumatic shock, polytrauma, fat embolism, cerebral fat embolism, intensive care.*

<https://doi.org/10.52889/1684-9280-2024-1-71-56-64>

ӘОЖ 616-089.23; 616-001; 616-089; 617.5

ҒТАХР 76.29.41; 76.29.39

Шолу мақала

Балалардағы өңештің химиялық күйіктен кейінгі стенозын алдын-алу және емдеу әдістерін талдау

Бураев Ғ.Б. ¹, Имиев А.Д. ², Лозовой В.М. ³, Даулетханова Г.С. ⁴,
Максюта Я.В. ⁵, Әріпбай Ү.С. ⁶

¹ Балалар хирургиясы кафедрасының доценті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: gburaev@bk.ru

² Katara Endoscopy Medical Systems San ve Tic Ltd. Sti Partner, директоры, Стамбул, Түркия. E-mail: amir@qatara.com.tr

³ Балалар хирургиясы кафедрасының профессоры, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: v.m.loz@mail.ru

⁴ Балалар хирургиясы кафедрасының резиденті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: gul.d.sem@mail.ru

⁵ Балалар хирургиясы кафедрасының резиденті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан. E-mail: yan@mail.ru

⁶ Балалар хирургиясы кафедрасының резиденті, Астана медицина университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: aripbay@bk.ru

Түйіндеме

Балаларда химиялық күйіктер өңештің зақымдануының ішінде жетекші орын алады, сонымен қатар, соңғы жылдары өңеш күйіктерінің кездесу жиілігі артуы байқалады. Заманауи технологиялардың қарқынды дамуына байланысты жыл сайын жаңа химиялық заттар, өнеркәсіптік реактивтер және олардың адамдардың күнделікті өмірінде қолдану үшін қажеттіліктің ұлғаюы аурудың жиілігінің артуына әсер етуде.

Біз әдеби деректерді ақпараттық іздеу арқылы балалардағы өңештің химиялық күйіктен кейінгі тарылуының алдын-алу және емдеудің әлемдегі ең жақсы әдістерін **зерттеуді мақсат** етіп қойдық.

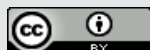
Аурудың ауырлығы шырышты қабықтың зақымдануынан бастап ауыр күйіктер, стриктуралар және тесілу сияқты асқынұларға дейін болуы мүмкін. Бұл патологияны емдеудің әртүрлі әдістерінің көп болуына қарамастан, олардың нәтижелері балалар хирургтарын толығымен қанағаттандырмайды. Өңеш стенозының тыртықтануының нәтижесінде пайда болатын өңеш тарылуының даму жиілігі 30% құрайды. Улы заттың әсер ету ауырлығына байланысты кейбір жағдайларда аурудың нәтижесі қауіпсіз аяқталады, ал өзгесінде летальды жағдай немесе жарақаттан кейін 23-30 жылдан кейін қатерлі ісіктің дамуына да әкелуі мүмкін.

Осы уақытқа дейін өңештің күйік ауруы бар балалар ұзақ және әрдайым тиімді емес емделуге мәжбүр, алайда күйіктен кейінгі стеноздың алдын алу шаралары да ең жиі кездесетін асқыну - өңештің тесілуін болдырмауға мүмкіндік бере алмайды. Өйткені консервативті ем - отасыз өңештің анатомиялық табиғи қалпын сақтап қалудағы жалғыз әдіс және өсіп келе жатқан ағза үшін маңызды фактор болып табылады.

Түйін сөздер: химиялық күйік, өңеш, консервативті емдеу.

Corresponding author: Galymzhan Burayev, docent of the Department of Pediatric Surgery, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan.
Postal code: Z00Y5M6
Address: Kazakhstan, Astana, Kairat Ryskulbekov St. 16/1
Phone: +77759920082
E-mail: gburaev@bk.ru

J Trauma Ortho Kaz: 1 (71) 2024: 56-64
Received: 24-12-2023
Accepted: 11-02-2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Кіріспе

Өңештің химиялық күйігі балалардағы өңеш аурулары арасында бірінші орынды алады [1]. Бұл ауру 1 жастан 5 жасқа дейінгі балаларда жиі кездеседі. Балалардың агрессивті заттарды кездейсоқ қабылдауының жылдық жиілігі 100 000 балаға шаққанда 5-518 жағдайды құрайды. Әдетте тұрмыстық жағдайда және көбінесе отбасының әлеуметтік-экономикалық жағдайының төмендігімен, ата-аналардың қадағалауының нашарлығымен және жүйке жүйесінің дамуының бұзылуымен байланысты орын алады [2-9].

Балалардағы өңештің химиялық күйігі әртүрлі заттармен туындайды. Бірінші орынды қышқылдар алады, әсіресе сірке қышқылы - 53,06%. Екінші орында сілтілер - 44,22% және үшінші орында тотықтырғыштар (калий перманганаты) - 2,72%. Коррозиялық заттар, дегидраторлар және протоплазмалық улар да өңештің күйіп қалуына себепші болуы мүмкін [10-13]. Өңештің зақымдануы әсіресе каустикалық затты қабылдаудан ауыр өтеді, мұнда ең көп таралған мәселе тыртықтанудан өңештің тарылуының ұзындығының артуы болып табылады [14-16]. Қышқыл және сілтілі заттарды қабылдаған науқастар арасында өңеш стриктурасының даму жиілігінде статистикалық маңызды айырмашылық анықталған жоқ [17].

Өңештің функционалды күйінде сақталуы өңештің күйігін емдеудің басым бағыты болып табылады, өйткені өңешке ота жасау мінсіз және толық жеткілікті болуы мүмкін емес. Сәйкесінше, бұл патологияны емдеумен айналысатындар үшін операциялық емдеуге жеткізбеу үшін өңеш стенозының алдын алудың әртүрлі әдістерін білу қажеттілігі туралы қиын міндет тұр [18-23].

Бұл жарақат кезінде өңештің зақымдануы жиі ауыр асқынуларды тудырады, тіпті кейбір жағдайларда

Әдістемесі

Амбулаториялық және стационарлық жағдайда балалардағы өңештің химиялық күйігін консервативті емдеу бойынша соңғы 10 жылдағы әдебиеттерге шолу жасалды. "КиберЛенинка" ғылыми электронды кітапханасында және PubMed, Cochrane Library, Medline, Aknurpress, Springer, Elibrary.ru, Google Scholar базаларында толық мәтінді мақалаларды іздеуге арналған түйін сөздер: өңештің химиялық күйігі,

Балалардағы өңештің химиялық күйігі кезіндегі стеноздың алдын алу жолдары

Балалардағы өңештің күйігін емдеу әртүрлі жергілікті препараттармен (озондалған өсімдік майы, гормондық терапия, стероидты инъекция, антиагрегантт, цитостатикалық препарат және т.б.) жүзеге асырылады [18, 35-40]. Жергілікті пероральды препараттар кешенді емдеудің ажырамас бөлігі болып саналады. Алайда, осы мақсатта қолданылатын дәрілік терапия тек жалпы әсерді көрсетеді. Өкінішке орай, бұл емдеу күүден кейінгі өңештің тыртықтануын болдырмау үшін жеткіліксіз және әдебиеттерде бұл тұжырымды жоққа шығаратын нақты эксперименттік ғылыми жұмыстар кездеспейді.

Өңештің химиялық күйіктеріне арналған әдебиеттерге шолу өңештің күйіп қалуының консервативті емдеуінің негізгі әдісі стеноздың алдын алу мақсатындағы өңешті кеңейтуге бағытталған әр түрлі тәсілдер екенін көрсетті. 1-ші кестеде балалардағы өңештің химиялық күйігі кезінде қолданылатын негізгі әдістер келтірілген.

өлімге әкеліп, балалар өлімінің қайғылы статистикасын арттырады. Гистологиялық белгілерге бездер мен шырышты қабаттардың атрофиясы, бұлшықет қабатын дәнекер тіннің алмастыруы және өңеш қабырғасының диффузды склерозы жатады [24].

Өңеш күйігімен балалар ұзақ және барлық уақытта бірдей тиімді емес әдістермен емделуге мәжбүр, бұл өңештің тарылуының әртүрлі дәрежесінің даму ықтималдығының жоғарылауына әкеледі. 33,3% жағдайда хирургиялық араласуға жүгінуге тура келеді (лапаротомия, гастротомия, биопсия, ішек стомасы) [25]. Әртүрлі емдеу әдістерінің болуына қарамастан, өңештің күйіктен кейінгі тыртық стенозы 36-63% - жағдайда кездеседі [26-34].

Балалардағы өңештің химиялық күйігі туралы әдеби деректердің ізденісі, консервативті емдеу өңештің химиялық күйігін емдеудің негізгі бағыты болып табылатынын көрсетті. Онда әртүрлі дәрі-дәрмектер мен механикалық терапияны қолданудың түпкі мақсаты өңештің жарақаттан кейінгі стенозының алдын алуға бағытталған. Өз кезегінде, қолжетімді әдебиет көздері бойынша электронды ізденіс осы нозологияға арналған отандық зерттеушілердің ғылыми жұмыстарының салыстырмалы түрде санының аздығын анықтады. Сонымен қатар, біздің еліміздегі балаларда өңештің химиялық күйіктерінің таралуы туралы эпидемиологиялық деректерді және де бізге қолжетімді әдебиеттер бойынша зерттеуіміздің тақырыбына қатысты мета-анализды анықтау мүмкін болмады.

Шолудың мақсаты - әдеби деректерді ақпараттық іздеу арқылы балалардағы өңештің химиялық күйігі кезіндегі өңеш стенозының алдын алу үшін әлемдегі ең үздік әдістерді анықтау.

балалардағы өңештің химиялық күйігі, chemical burn of the esophagus in children. Қабылдау критерийлері: дәлелдемелі медицинаның А, В аргумент деңгейінің басылымдары: мета-талдаулар, жүйелі шолулар, когорттық және кросс-секциялық зерттеулер. Қабылдамау критерийлері: қысқа хабарламалар, жарнамалық мақалалар түріндегі сарапшылардың пікірі.

Кестеде көрініп тұрғандай, өңештің күйіктен кейінгі тарылуының алдын алудың негізгі әдісі өңешті әртүрлі модификациялармен сүңгілеу болып табылады. Ең көп таралған әдіс - **өңешті өткізгіш-жолақ бойымен сүңгілеу** болып табылады [41-44], одан соң соқыр сүңгілеуге ауысатын кездер де кездеседі [35,45]. Бұл тұста тек соқыр сүңгілеуді қолданған ғылыми мақаланың кездеспеуі назар аударады. Contini S. et al. жұмысында авторлар 25 науқаста Savary сүңгісін қолданған - 4 науқаста перфорация және 1 науқаста өлім-жітім жағдайы орын алған. Алайда, зерттеуде өңешті нақты қай әдіспен кеңейту жасалғаны көрсетілмеген [46].

1 кесте - Балалардағы өңештің химиялық күйігі кезіндегі өңешті кеңейтудің негізгі әдістері

№	Зерттеуде қолданылған әдіс түрі	n, сілтеме
1	Өңешті сүңгілеу - соқыр сүңгілеу - өңешті гастростома арқылы жіп көмегімен сүңгілеу - өңешті өткізгіш-жолақ бойымен сүңгілеу - өңешті өткізгіш-жолақ бойымен эндоскопиялық бақылау көмегімен сүңгілеу	n=22 [22,35,36,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59]
2	Өңешті стенттеу	n=8 [60,61,62,71,72,73,74-82]
3	Баллонды дилатация	n=11 [60-70]
4	Өңешті эндоскопиялық сүңгілеу	n=2 [36,53]

Ескертпе: n = ғылыми басылымдардың саны

Біз қолжетімді әдебиет көздерінде кейбір авторлар өңештің перфорациясының жоғары қаупіне байланысты соқыр сүңгілеу әдісін қолданбауды ұсынатынын анықтадық [47,48]. Айта кетсек, сенімді статистикалық мәлімет тек Еломенко С.Н. жұмысында көрсетілген - өңештің перфорациясы $12,5 \pm 5,8\%$ дейін жетеді [49]. Бұл жағдай өңештің күйіктен кейінгі стриктураларын емдеу тәсілін өңешті эндоскопиялық бақылаумен өткізгіш-жолақ бойымен сүңгілеуді әзірлеуге және тәжірибеге енгізуге және бұл емдеу нәтижелерін айтарлықтай жақсаруына негіз болды [50-52]. Бірақ, бұл әдістің кемшілігі жоқ емес және барлық уақытта хирургиялық емдеуден бас тартуға мүмкіндік бермейді. Бұл Луняка А.Н. зерттеуінде расталған, онда автор 24 науқаста 2 өңеш перфорациясының орын алғанын және 6 науқаста сүңгілеуді жіп көмегімен Кадер бойынша гастростома арқылы жалғастыруға тура келгенін хабарлайды [53].

Осылайша, қазіргі уақытта алдын алу және емдік мақсатта сүңгілеуді қолдану өңештің тыртықтануын болдырмаудың ең кең таралған әдісі болып табылады. Бұл әдістің ең қауіпті асқынуы - өмірге қауіп төндіретін пневмоторакс пен медиастиниттің себебі болып табылатын өңештің перфорациясы [54-56].

Эндоскопиялық сүңгілеу өңештің химиялық күйігін емдеуде жетекші рөл атқарады. Бұл әдіс Годжелло Э.А. мен басқалардың жұмысында егжей-тегжейлі сипатталған. Авторлар бағыттаушы жолақ эндоскопиялық техникасын дамыта отырып 97,7% жағдайда оң нәтиже алды. Бірақ, жұмыс нәтижелерінің жоғары тиімділігіне қарамастан, авторлар 5 науқаста перфорация (0,8%) және 1 науқаста қан кету (0,1%) болғанын жасырмайды [36].

Біздің әдеби шолуымыздың нәтижесі бойынша өңешті сүңгілеудің эндоскопиялық ең жаңа әдісі Marie Laugie et al. 2023 жылы ұсынған баллонды дилатациямен бірге қорғаныс қақпағы бар эндоскопиялық сүңгілеу қолданатын әдіс болып табылады [57].

Біздің ойымызша, эндоскопиялық әдіспен сүңгілеу өңештің тыртықты тарылуын емдеудегі ең болашағы зор бағыт болып табылады. Бірақ жоғарыда аталған жұмыстардың кемшіліктері ұзақ уақыт емдеу мерзімі мен қайта сүңгілеудің қажеттілігі болып табылады. Негізінен авторлар әдісті ересек науқастарда қолданған, сонымен қатар, әдіс өңештің перфорация мүмкіндігін толығымен жоққа шығара алмайды.

Өңешті сүңгілеудің ең сенімді әдісі - өңештің перфорациясын толығымен болдырмайтын және өңештегі стеноздың ұзындығы үлкен науқастарда тиімді жіп арқылы сүңгілеу [44,58,59]. Алайда, бұл

әдістің өте үлкен кемшілігі бар, ол - гастростоманың қажеттілігі. Баршаға мәлім, гастростома - тамақтандырудың мәжбүрлі шарасы, оның ішінде жарақатсыз тері арқылы қойылатын стома да осы талапқа жауап береді [60]. Өңештің химиялық күйігі жағдайында гастростома өңеш пен асқазан арасындағы жіп үшін қатынас ретінде қызмет етеді. Алайда, бұл шараның жалпы анестезиямен хирургиялық емдеуді орындау талабынан басқа, асқазанның еріксіз деформациясы, косметикалық, психологиялық және әлеуметтік факторлар сияқты кемшіліктері де бар. Хирургтардың еншісінде эндоскопиялық бақылаумен өткізгіш-жолақ арқылы гастростома шығармай-ақ сүңгілеу жүргізу мүмкіндігі бар [22,36,61]. Бірақ, бұл тәсіл де кемшіліктерсіз емес - өткізгіш-жолақты өткізу өте көп уақытты қажет етеді. Сәйкесінше анестезия мен манипуляция уақыты еріксіз ұзарады. Ең бастысы перфорацияны толығымен болдырмауға мүмкіндік бере алмайды.

Өңеш стенозын емдеудің және алдын алудың ең көп қолданылатын әдістерінің бірі - **баллонды дилатация** (гидро және пневмодилатация). Емдеудің бұл түрінің тиімділігі 11,6% - дан 96,15% дейін және салыстырмалы түрде ең ауыртпалықсыз процедура болып саналады [62-65].

Uygun I. et al. жалпы саны 34 науқаста флюороскопиялық бақылаумен 360 баллондық кеңеюді қолданған. Нәтижесінде 27 науқас сәтті емделген. Аталған авторлар флюороскопиялық бақылаудағы баллонды кеңейту жоғары тиімділік пайызына (100%) ие және қауіпсіз деп кеңес береді. Мұндай емдеуді өңеш күйігі орын алғаннан соң ертерек бастау қажеттілігі және тиісті мөлшердегі көлемді біртіндеп ұлғайту арқылы қолдану керектігі айтылады [66].

Өңештің баллонды кеңеюін қолданудың тиімділігі туралы екі ұшты пікір Fan Y. et al. жүргізген жұмысында көрінеді. Авторлар 89 науқаста 120 кеңею жүргізген - өңештің жыртылуы 13 науқаста, сонымен қатар, 8 интрамуральды жыртылу, 4 трансмуральды жыртылу және 1 пневмомедиастинеумді трансмуральды жыртылу орын алған [67].

Hagel A.F. et al. өңешті сүңгілеумен салыстырғанда баллонды дилатацияның артықшылықтарын сипаттайды. Олардың жұмысында 1286 сүңгілеу кезінде 8 перфорация (0,62%) және бір өлімжітім жағдайы (0,08%), ал 211 рет баллондық дилатацияны қолданғанда бірде-бір перфорация болмаған [68].

Алайда, бұл манипуляцияның да кемшіліктері жоқ емес - өңештің ерте кеңеюі өңеш эпителийінің жиі зақымдануын және грануляциясын тудырады, бұл өз кезегінде фиброзды тіндердің дамуын тудыратын репарация процесінің тежегіш факторы болып табылады [69]. Сонымен қатар, баллонды кеңейту қысқа тыртықты стеноздарда ғана тиімділік көрсетеді. Сәйкесінше қатты тарылу кезінде қолдануы шектеулі, сондықтан көптеген авторлардың пікірінше, сүңгілеумен салыстырғанда тиімділігі төмен әдіс болып саналады [70-72].

Өңештің күйіктен кейінгі тарылуын болдырмаудың келесі әдісіне **стенттеу** жатады. Емдеудің бұл түрі көптеген клиникалық және эксперименттік зерттеулерде сипатталған, ол жерлерде жазылғыш немесе әртүрлі материалдармен толық қапталған заманауи стенттерді қолдану 48-100% жағдайда тиімді болғандығы, дисфагия төмендеуі және ойық жара мен өңештің теріс реакциясының даму ықтималдығы төмен екендігі айтылады [62,63,64,73,74].

Martin Cano F. және бірлескен авторлар 1 жыл қатарынан сүңгілеуден кейін каустикалық стриктурасы бар бір пациентке қатарынан екі металл стент орнатқан. Оны алып тастағаннан кейін жаңа сүңгілеу қажеттілігі туындағандығы, бірақ симптомсыз кезең ұзағырақ болғандығы айтылады. Басқа екі пациентте пептикалық стриктуралар болған - бірнеше ай қатарынан сүңгілеуден кейін биологиялық ыдырайтын

Қорытынды

Балалардағы өңештің химиялық күйігін консервативті емдеу әдістеріне арналған ғылыми әдебиеттерді ақпараттық іздеу олардың саны салыстырмалы түрде көп емес екенін көрсетті. Әдеби деректерді талдау қазіргі уақытта әлемде балалардағы өңештің химиялық күйігін консервативті емдеудің келесі бірнеше әдісі бар екенін көрсетті: өңешті сүңгілеу және оның әртүрлі модификациялары. Бұл зерттеулердің нәтижелері көптеген жағдайларда бір – біріне ұқсас және өңештің сүңгіленуінің күрделі асқынуын-перфорацияны жоққа шығара алмайды.

Негізінен авторлар өңешті сүңгілеуде өз тәжірибесімен бөліседі және қалған әдістерді қолдану көбіне ұсынымдық сипатта болды. Өңештің химиялық күйіп қалуының хирургиялық емес әдісіне арналған ғылыми зерттеулерді талдау кезінде өңешті сүңгілеу негізгі әдіс болып қала беретіндігі анықталды. Алайда, өңешті сүңгілеу өңештің перфорациясын болдырмайтын мүлдем қауіпсіз әдіс емес, сол себептен бұл жағдай өңеш стенозының алдын алудың қауіпсіз және сонымен бірге тиімді әдістерін жасау қажеттілігін талап етеді.

Біздің шолуымыздың нәтижесі бойынша, өңештің химиялық күйіктен кейінгі тарылуының алдын алу мен емдеудің қарапайым және, сонымен бірге, тиімді әдістерін жасау қажеттілігі өңеш

стенттер орнатылған. Олардың ешқайсысы одан әрі кеңейтуді қажет етпеген [75].

Suzuki T. et al. рандомизацияланған көп орталықты зерттеу жүргізген, онда емдеудің жалпы табыстылығы 55,7% құраған. Стенттің миграциясы 40% жағдайда байқалған. Авторлар стенттеуді бірінші қатардағы терапия ретінде қарастыруды ұсынады [76]. Бұл пікірді өзінің ғылыми еңбегінде Methasate A. да құптайды [77]. Алайда, басқа сарапшылардың тобы бұл пікірмен келіспейді.

Repici A. et al. ретроспективті көп орталықты зерттеулер сериясында металлды және биологиялық ыдырайтын стенттерді қолдану өңеш стеноздарын жоюда оң мәнді әсер етпейтінін анықтаған, өйткені олардың жұмысында бұл әдістің тиімділігі тек 31,4% құраған [78]. Сонымен қатар, басқа авторлардың пікірінше, стенттеу өңештің сүңгіленуін алмастыра алмайды және осы әдістен кейін жиілігі 30% дейін бірқатар асқынулар пайда болады (грануляциялық стеноз, шырышты қабықтың дистрофиясы, стент аймағының тарылуы, стенттің ішкі жабынының қабаттасуы, стенттің өңеш қабырғасына енуінен некроздың дамуы, ұзақ (7-16 ай) стенттеу кезінде ойық жаралары мен жыланкөздердің пайда болуы, стентті алып тастаудың қажеттілігі қажеттілігі және оның қауіпсіз еместігі) [79-82].

өткізгіштігін қамтамасыз етуде маңызды фактор екендігі айқын анықталды. Балалардағы өңештің күйіктен кейінгі стенозының алдын алу және оны жоюда қолданылатын көптеген емдеу әдістерінің толыққанды жетілмегендігі бізге жаңа әдістерді іздеуге түрткі болды.

«Астана медициналық университеті» балалар хирургиясы кафедрасының қызметкерлерімен, "Камера Эндоскопия Медикал Системс Сан ве Тик Лтд. STI Partner "- мен (Түркия Республикасы) бірлесе балалардағы өңештің химиялық күйігін емдеудің жаңа әдісі жасалды. "Балалардағы өңештің химиялық күйігін емдеудегі жаңа медициналық технологиялар" атты зияткерлік меншігіне құқық алынды (2023 жылғы "16" қарашадағы №40500 куәлік). Қазіргі таңда, техникалық және патент алуға жұмыстар жүргізілуде.

Мүдделер қақтығысы. Бұл мақала дайындау барысында мүдделер қақтығысы орын алған жоқ жоқ.

Қаржыландыру. Сырттан қаржыландыру көзі жоқ, шолу авторлардың инициативасымен жүргізілген.

Авторлардың қосқан үлесі. Концептуализация – Ғ.Б.; әдістеме – Ғ.Б.; тексеру – В.М.; ресми талдау – А.Д. және Ғ.С.; жазу (түпнұсқа) – Ғ.Б. және Я.М.; жазу және редакциялау - Ғ.Б. және У.С.

Әдебиеттер

1. Бочарников Е.С. Пути снижения инвалидизации детей, перенесших острый химический ожог пищевода // *Детская хирургия.* – 2000. - №6. - С. 10-12.
2. Bocharnikov E.S. Puti snizheniia invalidizatsii detei, perenesshikh ostryy khimicheskii ozhog pishchevoda (Ways to reduce disability in children who have suffered acute chemical burns of the esophagus) [in Russian]. *Detskaia khirurgiia.* 2000; 6: 10-12.
3. Abdurasulovich Y. S., Utkirovich K.A. Treatment Tactics For Children with Esophagus Burn. *Best Journal of Innovation in Science, Research and Development*, 2024; 3(1): 602-605. [[Google Scholar](#)]
3. Urganci N., Usta M., Kalyoncu D., Demirel E. Corrosive substance ingestion in children. *Indian J Pediatr.* 2014; 81(7): 675-981. [[Crossref](#)]

4. Atıcı A., Dikmen N., Çelikkaya M.E. Evaluation of long-term lung capacity of children who ingested corrosive substances by spirometry, in Turkish. *MKÜ Tıp Dergisi*. 2022; 13: 286–89. [[Crossref](#)]
5. Shields L.B., Rolf C.M., Hunsaker J.C. Sudden death due to forced ingestion of vinegar. *Forensic Sci Int*. 2016; 266: e23–6. [[Crossref](#)]
6. Nakao K., Ro A., Kibayashi K. Evaluation of the morphological changes of gastric mucosa induced by a low concentration of acetic acid using a rat model. *J Forensic Leg Med*. 2014; 22: 99–106. [[Crossref](#)]
7. Çördük N., Sarıoğlu-büke A., Bağcı Ş., Acar K. et al. Economic impact and judicial consequences of corrosive ingestion in children, in Turkish. *Coc Cer Derg*. 2009; 23: 114–9. [[Google Scholar](#)]
8. Anayurt M., Karaman A., Balcı Ö., Özgüner İ.F. et al. The effects of hesperidin on stricture formation in corrosive esophageal burns: an experimental study. *Esophagus*. 2022; 19(1): 189–96. [[Crossref](#)]
9. Aslan K., Toraman E., Narci A., Çakmak Ö. What should be the approach to children with ingestion of household bleach, in Turkish. *Coc Cer Derg*. 2003; 17: 70–3. [[Google Scholar](#)]
10. Ekinci S., Tanyel F., Şenocak M., Büyükpamukçu N. Current causes of corrosive strictures in children and recommendations for prevention in our country, in Turkish. *Coc Cer Derg*. 2004; 18(3): 118–23. [[Google Scholar](#)]
11. Cankorkmaz L., Köylüoğlu G., Güney C. Children with corrosive oesophageal burns and oesophagoscopy, in Turkish. *Coc Cer Derg*. 2009; 23: 110–3.
12. Hashmi M.U., Ali M., Ullah K., Aleem A. et al. Clinicoepidemiological characteristics of corrosive ingestion: a cross-sectional study at a tertiary Care hospital of Multan, South-Punjab Pakistan. *Cureus*. 2018; 10(5): e2704. [[Crossref](#)]
13. Botwe B.O., Anim-Sampong S., Sarkodie B.D., Antwi W.K. et al. Caustic soda ingestion in children under-5 years presenting for fluoroscopic examinations in an academic hospital in Ghana. *BMC Res Notes*. 2015; 8(1): 684. [[Crossref](#)]
14. Доржиев Б.Д. Химические ожоги пищевода у детей: Особенности диагностики и лечения по материалам детского хирургического отделения ГК БСМП г.Улан-Удэ // Бюллетень ВЧЦ СО РАМН. - 2009. - №2(66). - С. 37-39. [[Google Scholar](#)]
15. Dorzhiev B.D. Khimicheskie ozhogi pishchevoda u detei: Osobennosti diagnostiki i lecheniia po materialam detskogo khirurgicheskogo otdeleniia GK BSMP g.Ulan-Ude (Chemical burns of the esophagus in children: Features of diagnosis and treatment based on materials from the children's surgical department of the City Emergency Hospital of Ulan-Ude) [in Russian]. *Biulleten' VSNTs SO RAMN*. 2009; 2(66): 37-39. [[Google Scholar](#)]
16. Obarski P., Włodarczyk J. Diagnosis and management of gastrointestinal chemical burns and post-burn oesophageal stenosis. *Kardiochir Torakochirurgia Pol*. 2021; 18(4): 252-259. [[Crossref](#)]
17. Bruzzi M., Chirica M., Reshe-Rigon M., Corte H. et al. Emergency Computed Tomography Predicts Caustic Esophageal Stricture Formation. *Ann Surg*. 2019; 270(1): 109-114. [[Crossref](#)]
18. Novais P., Lemme E., Equi C., Medeiros C. et al. Benign strictures of the esophagus: endoscopic approach with Savary-Gilliard bougies. *Arq Gastroenterol*. 2008; 45(4): 290-4. [[Crossref](#)]
19. Temiz A., Oguzkurt P., Ezer S.S., Ince E. et al. Predictability of outcome of caustic ingestion by esophagogastroduodenoscopy in children. *World J Gastroenterol*. 2012; 18(10): 1098-103. [[Crossref](#)]
20. Стрюковский А.Е., Тараканов В.А., Старченко В.М., Пилипенко Н.В. и др. Лечение детей с химическими ожогами пищевода различной этиологии // Инновационная медицина Кубани. - 2019. - №2(14). - С. 45-50. [[Crossref](#)]
21. Striukovskii A.E., Tarakanov V.A., Starchenko V.M., Pilipenko N.V. i dr. Lechenie detei s khimicheskimi ozhogami pishchevoda razlichnoi etiologii (Treatment of children with chemical burns of the esophagus of various etiologies) [in Russian]. *Innovatsionnaia meditsina Kubani*. 2019; 2(14): 45-50. [[Crossref](#)]
22. Josino I.R., Madruga-Neto A.C., Ribeiro I.B., Guedes H.G. et al. Endoscopic dilation with bougies versus balloon dilation in esophageal benign strictures: Systematic review and meta-analysis. *Gastroenterol Res Pract*. 2018; 2018: 5874870. [[Crossref](#)]
23. Ravich W.J. Endoscopic management of benign esophageal strictures. *Curr Gastroenterol Rep*. 2017; 19(10): 50. [[Crossref](#)]
24. El-Asmar K.M., Youssef A.A. Retrograde endoscopic dilatation for difficult caustic esophageal strictures: Feasibility and effectiveness. *J Pediatr Surg*. 2019; 54(9): 1953–1957. [[Crossref](#)]
25. El-Asmar K.M. Topical Mitomycin C application for esophageal stricture: Safe, precise, and novel endoscopic technique. *J Pediatr Surg*. 2013; 48(6): 1454–1457. [[Crossref](#)]
26. El-Asmar K.M., Youssef A.A., Abdel-Latif M. The Effectiveness of Combined Balloon and Bougie Dilatation Technique in Children with Impassable Esophageal Stricture. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques and Videoscopy*. 2021; 31(6): 724-728. [[Crossref](#)]
27. Voronetsky A.N., Gulenko A.V. Histological evaluation of esophageal stricture in children with caustic burn. *Khirurgiia (Mosk)*. 2023; 12: 43-51. [[Crossref](#)]
28. Faz A.A., Arsan F., Peyvandi H., Oroei M. et al. Epidemiologic features and outcomes of caustic ingestions; a 10-year cross-sectional study. *Emerg (Tehran)* 2017; 5(1): e56. [[Google Scholar](#)]
29. Дженалаев Б.К., Кенжалина Р.А., Сарсенова В.В., Кулымбетов Р.А. Опыт лечения рубцовых стенозов пищевода у детей // Медицинский журнал Западного Казахстана. - 2015. - 2(46). - С. 35-37. [[Google Scholar](#)]
30. Dzenalaev B.K., Kenzhalina R.A., Sarsenova V.V., Kulymbetov R.A. Opyt lecheniia rubtsovykh stenozov pishevoda u detei (Experience in the treatment of cicatricial stenosis of the esophagus in children) [in Russian]. *Meditsinskii zhurnal Zapadnogo Kazakhstana*. 2015; 2(46): 35-37. [[Google Scholar](#)]
31. Садчикова Р.В., Разумовский А.Ю. Химические ожоги пищевода у детей // Анналы хирургии. - 2001. - №3. - С. 20-24.
32. Cadchikova R.V., Razumovskii A.Iu. Khimicheskie ozhogi pishchevoda u detei (Chemical burns of the esophagus in children) [in Russian]. *Annaly khirurgii*. 2001; 3: 20-24.
33. Алексеенко С.И. Химические ожоги пищевода у детей: особенности диагностики, лечения и профилактики осложнений / дис канд мед наук. - СПб. - 2006. - С. 136. [[Google Scholar](#)]
34. Alekseenko S.I. Khimicheskie ozhogi pishchevoda u detei: osobennosti diagnostiki, lecheniia i profilaktiki oslozhnenii (Chemical burns of the esophagus in children: features of diagnosis, treatment and prevention of complications) [in Russian]. *dis*

kand med nauk. – SPb. 2006; 136. [[Google Scholar](#)]

30. Janousek P, Kabelka Z, Rygl M, Lesný P et al. Corrosive injury of the oesophagus in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2006; 70(6): 1103-7. [[Crossref](#)]

31. Рукевич С.Г. Разработка методов ранней диагностики глубины повреждения и стимуляции репаративной регенерации при химических ожогах пищевода / Автореферат на соискание учёной степени кандидата медицинских наук. – Омск. - 2015. – С. 19. [[Google Scholar](#)]

Rukevich S.G. Razrabotka metodov rannei diagnostiki glubiny povrezhdeniia i stimulatsii reparativnoi regeneratsii pri khimicheskikh ozhogakh pishchevoda (Development of methods for early diagnosis of the depth of damage and stimulation of reparative regeneration in chemical burns of the esophagus) [in Russian]. Avtoreferat na soiskanie uchenoi stepeni kandidata meditsinskikh nauk. – Omsk. 2015; 19. [[Google Scholar](#)]

32. Самурганов Н.О., Филиппева Н.Г. Эндоскопическое лечение детей с химическими ожогами пищевода // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. - 2017. - №8. - С. 151.

Samurganov N.O., Filip'eva N.G. Endoskopicheskoe lechenie detei s khimicheskimi ozhogami pishchevoda (Endoscopic treatment of children with chemical burns of the esophagus) [in Russian]. Rossiiskii vestnik detskoï khirurgii, anesteziologii i reanimatologii. 2017; 8: 151.

33. Арифджанов Н.С., Алиев М.М., Таливов У.Х. и др. Гидробаллонная дилатация стенозов пищевода у детей раннего возраста // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. - 2018. - №8. - С. 15.

Arifdzhanov N.S., Aliev M.M., Talivov U.Kh i dr. Gidroballonnaia diliatatsiia stenozov pishchevoda u detei rannego vozrasta (Hydroballoon dilatation of esophageal stenosis in young children) [in Russian]. Rossiiskii vestnik detskoï khirurgii, anesteziologii i reanimatologii. 2018; 8: 15.

34. Ramírez P.C., Rodríguez E.G., MarínBarrón J.Á.B. García-Rodríguez E.A. et al. Endoscopic findings of the digestive tract secondary to caustic ingestion in children seen at the Emergency Department. *Arch Argent Pediatr.* 2018; 116(6): 409-414. [[Crossref](#)]

35. Casasnovas A.B., Martinez E.E., Cives R.V., Jeremias A.V. et al. A retrospective analysis of ingestion of caustic substances by children. Ten-year statistics in Galicia. *Eur J Pediatr.* 1997; 156(5): 410-414. [[Google Scholar](#)]

36. Шамсиев А.М., Атакулов Д.О., Базаров Б.Б., Суванкулов У.Т. Лечение ожогов пищевода и их осложнений у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. - 2011. - №1. - С. 60-64. [[Google Scholar](#)]

Shamsiev A.M., Atakulov D.O., Bazarov B.B., Suvankulov U.T. Lechenie ozhogov pishchevoda i ikh oslozhnenii u detei (Treatment of esophageal burns and their complications in children) [in Russian]. Rossiiskii vestnik detskoï khirurgii, anesteziologii i reanimatologii. 2011; 1: 60-64. [[Google Scholar](#)]

37. Годжелло Е.А., Хрусталева М.В., Булганина Н.А., Белисова Т.В. и др. Комбинированное эндоскопическое лечение стенозов пищевода и анастомозов с использованием стероидов аутолипоаспирата // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика В.Б. Петровского. - 2022. - Т. 10. - №1(35). - С. 53-64. [[Crossref](#)]

Godzhello E.A., Khrustaleva M.V., Bulganina N.A., Belisova T.V. i dr. Kombinirovannoe endoskopicheskoe lechenie stenozov pishchevoda i anastomozov s ispol'zovaniem steroidov autolipoaspirata (Combined endoscopic treatment of esophageal stenoses and anastomoses using autolipoaspirate steroids) [in Russian]. Klinicheskaiia i eksperimental'naia khirurgiia. Zhurnal imeni akademika V.B. Petrovskogo. 2022; 10(1(35)): 53-64. [[Crossref](#)]

38. Ekingen G., Ozden M., Sözübir S., Maral H. et al. Effect of the prostacyclin derivate iloprost in experimental caustic esophageal burn. *Pediatr Surg Int.* 2005; 21(6): 441-4. [[Crossref](#)]

39. Klimashevich A.V., Nikol'skii V.I., Shabrov A.V. Effect of antioxidants on esophagus tissue repair upon experimental chemical burn from acetic acid. *Eksp Klin Farmakol.* 2015; 78(12): 26-29. [[Google Scholar](#)]

40. Shub M.D. Therapy of caustic ingestion: new treatment considerations. *Curr Opin Pediatr.* 2015; 27(5): 609-13. [[Crossref](#)]

41. Usta M., Erkan T, Cokugras F.C., Urganci N. et al. High doses of methylprednisolone in the management of caustic esophageal burns. *Pediatrics.* 2014; 133(6): E1518-24. [[Crossref](#)]

42. Рукевич С.Г., Паршиков В.В., Батанов Г.Б., Россохин В.Ф. Особенности диагностики и лечения химических ожогов пищевода у детей // Медицинский Альманах. - 2014. - №5(35). - С. 190-194. [[Google Scholar](#)]

Rukevich S.G., Parshikov V.V., Batanov G.B., Rossokhin V.F. Osobennosti diagnostiki i lecheniia khimicheskikh ozhogov pishchevoda u detei (Features of diagnosis and treatment of chemical burns of the esophagus in children) [in Russian]. Meditsinskii Al'manakh. 2014; 5(35): 190-194. [[Google Scholar](#)]

43. Сапухин Э.В. Профилактика и лечение послеожоговых сужений пищевода у детей / дис канд мед наук. – Иркутск. - 2006. – 30 с. [[Google Scholar](#)]

Sapukhin E.V. Profilaktika i lechenie posleozhogovykh suzhenii pishchevoda u detei (Prevention and treatment of post-burn narrowing of the esophagus in children) [in Russian]. dis kand med nauk. – Irkutsk. 2006; 30 p. [[Google Scholar](#)]

44. Atıcı A., Miçooğulları L., Uğur B., Çelikkaya M.E. et al. Accidental ingestion of concentrated white vinegar in Hatay children in Turkey. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2023; 74(4): 288-291. [[Crossref](#)]

45. Ормантаев К.С., Турсунов К.Т., Мырзахмет С.А., Сагымбаева А.А. Рациональный выбор тактики консервативного и хирургического лечения химических ожогов пищевода у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. - 2016. - №3. - С. 35-39. [[Google Scholar](#)]

Ormantayev K.S., Tursunov K.T., Myrzakmet S.A., Sagymbaeva A.A. Ratsional'nyi vybor taktiki konservativnogo i khirurgicheskogo lecheniia khimicheskikh ozhogov pishchevoda u detei (Rational choice of tactics for conservative and surgical treatment of chemical burns of the esophagus in children) [in Russian]. Rossiiskii vestnik detskoï khirurgii, anesteziologii i reanimatologii. 2016; 3: 35-39. [[Google Scholar](#)]

46. Разумовский А.Ю., Гераськин А.В., Обыденнова Р.В., Куликова Н.В. Лечение химических ожогов пищевода у детей // Хирургия. - 2012. - № 1. - С. 43-48. [[Google Scholar](#)]

Razumovskii A.Iu., Geras'kin A.V., Obydennova R.V., Kulikova N.V. Lechenie khimicheskikh ozhogov pishchevoda u detei (Treatment of chemical burns of the esophagus in children) [in Russian]. Khirurgiia. 2012; 1: 43-48. [[Google Scholar](#)]

47. Contini S., Garatti M., Swarray-Deen A., Depetris N. et al. Corrosive oesophageal strictures in children: outcomes after timely or delayed dilatation. *Dig Liver Dis.* 2009; 41(4): 263-8. [[Crossref](#)]
48. Годжелло Э.А., Галлингер Ю.И., Хрусталева М.В., Евдокимова Е.В. и др. Современная концепция эндоскопического лечения рубцовых стриктур пищевода и пищеводных анастомозов // Хирургия. – 2013. – №2. – С. 97–104. [[Google Scholar](#)]
- Godzhello E.A., Gallinger Ju.I., Khrustaleva M.V., Evdokimova E.V. i dr. Sovremennaja kontseptsiia endoskopicheskogo lecheniia rubtsovykh striktur pishchevoda i pishchevodnykh anastomozov (Modern concept of endoscopic treatment of cicatricial strictures of the esophagus and esophageal anastomoses) [in Russian]. *Khirurgiia.* 2013; 2: 97–104. [[Google Scholar](#)]
49. Черноусов А.Ф., Богопольский П.М., Курбанов Ф.С. Хирургия пищевода / Руководство для врачей. – М.: Медицина. – 2000. – С. 350. [[Google Scholar](#)]
- Chernousov A.F., Bogopol'skii P.M., Kurbanov F.S. *Khirurgiia pishchevoda (Esophageal surgery)* [in Russian]. *Rukovodstvo dlia vrachei.* – М.: Meditsina. 2000; 350. [[Google Scholar](#)]
50. Еломенко С.Н., Хабарова Н.В. Местное применение раствора лизоцима в комплексной терапии химических ожогов пищевода у детей // Детская хирургия. – 2000. – №1. – С. 11-13.
- Elomenko S.N., Khabarova N.V. Mestnoe primeneniie rastvora lizotsima v kompleksnoi terapii khimicheskikh ozhogov pishchevoda u detei (Local use of lysozyme solution in complex therapy of chemical burns of the esophagus in children) [in Russian]. *Detskaia khirurgiia.* 2000; 1: 11-13.
51. Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н.Петрова. Эндоскопическое бужирование. Веб-сайт [дата обращения 25 января 2024]. Режим доступа: <https://www.nioncologii.ru/highlights/index?id=644>
- Natsional'nyi meditsinskii issledovatel'skii tsentr onkologii imeni N.N. Petrova. *Endoskopicheskoe buzhirovanie (National Medical Research Center for Oncology named after N.N. Petrov. Endoscopic bougienage)* [in Russian]. *Veb-sait [data obrashcheniia 25 ianvaria 2024].* *Rezhim dostupa:* <https://www.nioncologii.ru/highlights/index?id=644>
52. Клиника высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова. Эндоскопическое бужирование стенозов полых органов желудочно-кишечного тракта. Веб-сайт [дата обращения 25 января 2024]. Режим доступа: <https://www.gosmed.ru/lechebnaya-deyatelnost/metody-lecheniya/endoskopiya/endoskopicheskoe-buzhirovanie-stenozov-polykh-organov-zheludochno-kishechnogo-trakta/>
- Klinika vysokikh meditsinskikh tekhnologii im. N.I. Pirogova. *Endoskopicheskoe buzhirovanie stenozov polykh organov zheludochno-kishechnogo trakta (Clinic of High Medical Technologies named after N.I. Pirogov. Endoscopic bougienage of stenoses of hollow organs of the gastrointestinal tract)* [in Russian]. *Veb-sait [data obrashcheniia 25 ianvaria 2024].* *Rezhim dostupa:* <https://www.gosmed.ru/lechebnaya-deyatelnost/metody-lecheniya/endoskopiya/endoskopicheskoe-buzhirovanie-stenozov-polykh-organov-zheludochno-kishechnogo-trakta/>
53. Дегтярь В. А., Барсук А. М., Каминская М. О., Гладкий А. П. и др. Лечение химических ожогов пищевода у детей // Хирургия детского возраста. – 2017. – №3(56). – С. 54-56. [[Crossref](#)]
- Degtiar' V. A., Barsuk A. M., Kaminskaia M. O., Gladkii A. P. i dr. Lechenie khimicheskikh ozhogov pishchevoda u detei (Treatment of chemical burns of the esophagus in children) [in Russian]. *Khirurgiia detskogo vozrasta.* 2017; 3(56): 54-56. [[Crossref](#)]
54. Луныя А.Н., Тараканов В.А., Старченко В.М., Надгериев В.М. и др. Комплексное лечение химических ожогов пищевода у детей // Кубанский научный медицинский вестник. – 2014. – №7. – С. 54-57. [[Crossref](#)]
- Luniaka A.N., Tarakanov V.A., Starchenko V.M., Nadgeriev V.M. i dr. Kompleksnoe lechenie khimicheskikh ozhogov pishchevoda u detei (Complex treatment of chemical burns of the esophagus in children) [in Russian]. *Kubanskii nauchnyi meditsinskii vestnik.* 2014; 7: 54-57. [[Crossref](#)]
55. Салахов Э.С. Лечение детей с химическими ожогами пищевода второй и третьей степени / Автореф дис к-та мед наук. – Санкт-Петербург. – 2008. – 23 с. [[Google Scholar](#)]
- Salakhov E.S. *Lechenie detei s khimicheskimi ozhogami pishchevoda vtoroi i tret'ei stepeni (Treatment of children with chemical burns of the esophagus of the second and third degree)* [in Russian]. *Avtoref dis k-ta med nauk. – Sankt-Peterburg.* 2008; 23 p. [[Google Scholar](#)]
56. Салахов Э. С., Баиров В. Г. Травмы пищевода у детей, вызванные химическими реагентами, их осложнения и подходы в лечении // Детская хирургия. – 2023. – Т. 27. – С. 163-167. [[Crossref](#)]
- Salahov Je. S., Bairov V. G. *Travmy pishchevoda u detei, vyzvannye himicheskimi reagentami, ih oslozhneniya i podhody v lechenii (Esophageal injuries in children caused by chemical reagents, their complications and treatment approaches)* [in Russian]. *Detskaia khirurgiia.* 2023; 27: 163-167. [[Crossref](#)]
57. Зятыков И.Н., Чертищев О.А. Выбор способа дренирования средостения при гнойных медиастинитах // Вестник РМГУ. – 2003. – №2. – С. 49-52.
- Ziat'kov I.N., Chertishchev O.A. *Vybor sposoba drenirovaniia sredosteniia pri gnoinykh mediastinitakh (Choosing a method for draining the mediastinum for purulent mediastinitis)* [in Russian]. *Vestnik RMGU.* 2003; 2: 49-52.
58. Laugié M., Rivory J., Lupu A., Rostain F. et al. Three different strategies to overcome dilation failures of the bougie cap for upper gastrointestinal refractory strictures. *Endoscopy.* 2023; 55(S 01): E723-E724. [[Crossref](#)]
59. Шарипов А.М., Шамсзода Х.А., Рахматова Р.А., Юсупов Б.Х. и др. Лечение детей с последствиями химического ожога пищевода // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – Т. 10. – №2. – С. 217-226. [[Crossref](#)]
- Sharipov A.M., Shamszoda Kh.A., Rakhmatova R.A., Iusupov B.Kh. i dr. *Lechenie detei s posledstviiami khimicheskogo ozhoga pishchevoda (Treatment of children with consequences of chemical burns of the esophagus)* [in Russian]. *Rossiiskii vestnik detskoi khirurgii, anesteziologii i reanimatologii.* 2020; 10(2): 217-226. [[Crossref](#)]
60. Millar A.J., Cox S.G. Caustic injury of the oesophagus. *Pediatr Surg Int.* 2015; 31(2): 111-21. [[Crossref](#)]
61. Keskin E. The effects of steroid treatment on corrosive esophageal burns in children. *Eur J Pediatr Surg.* 1991; 1(6): 335-338. [[Crossref](#)]
62. Tharavej C., Pungpapong S., Chanswangphuvana P. Outcome of dilatation and predictors of failed dilatation in

- patients with acid-induced corrosive esophageal strictures. *Surg Endosc.* 2018; 32(2): 900–907. [[Crossref](#)]
63. Скворцов М.Б. Выбор оптимального способа лечения рубцовых сужений пищевода / Автореф дис д-ра мед наук. – М. - 1991. – 37 с.
Skvortsov M.B. Vybor optimal'nogo sposoba lecheniia rubtsovykh suzhenii pishchevoda (Choosing the optimal method for treating cicatricial narrowings of the esophagus) [in Russian]. Avtoref dis d-ra med nauk. – M. 1991; 37 p.
64. Kim J.H., Shin J.H., Song H.Y. Benign strictures of the esophagus and gastric outlet: interventional management. *Korean J Radiol.* 2010; 11(5): 497-506. [[Crossref](#)]
65. Cheng Y.S., Li M.H., Chen W.X., Chen N.W. et al. Temporary partially-covered metal stent insertion in benign esophageal stricture. *World J. Gastroenterol.* 2003; 9(10): 2359-2361. [[Crossref](#)]
66. Josino I.R., Madruga-Neto A.C., Ribeiro I.B., Guedes H.G. et al. Endoscopic Dilation with Bougies versus Balloon Dilation in Esophageal Benign Strictures: Systematic Review and Meta-Analysis. *Gastroenterol Res Pract.* 2018; 2018: 5874870. [[Crossref](#)]
67. Uygun I., Arslan M.S., Aydogdu B., Okur M.H. et al. Fluoroscopic balloonballoon dilation for caustic esophageal stricture in children: an 8-year experience. *J Pediatr Surg.* 2013; 48(11): 2230–2234. [[Crossref](#)]
68. Fan Y., Song H.Y., Kim J.H., Park J.H. et al. Evaluation of the incidence of esophageal complications associated with balloon dilation and their management in patients with malignant esophageal strictures. *AJR Am J Roentgenol.* 2012; 198(1): 213-8. [[Crossref](#)]
69. Hagel A.F., Naegel A., Dauth W., Matzel K. et al. Perforation during esophageal dilatation: a 10-year experience. *J Gastrointest Liver Dis.* 2013; 22(4): 385-9. [[Google Scholar](#)]
70. Song H.Y., Jung H.Y., Park S.I., Kim S.B. et al. Covered retrievable expandable Nitinol stent in patients with benign esophageal strictures: initial experience. *Radiology.* 2000; 217(2): 551-557. [[Crossref](#)]
71. Shemesh E., Czerniak A. Comparison between Savary-Gilliard and balloon dilatation of benign esophageal strictures. *World J Surg.* 1990; 14(4): 518-21. [[Crossref](#)]
72. Fakioglu E., Güney L.H., Ötgin İ. Esophageal dilation through bouginage or balloon catheters in children, as the treatment of benign esophageal strictures: results, considering the etiology, and the methods. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2023; 29(5): 574-581. [[Crossref](#)]
73. Contini S., Tesfaye M., Picone P., Pacchione D. et al. Corrosive esophageal injuries in children. A shortlived experience in Sierra Leone. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2007; 71(10): 1597-604. [[Crossref](#)]
74. Dan D.T., Gannavarapu B., Lee J.G., Chang K. et al. Removable esophageal stent have poor efficacy for the treatment of refractory benign esophageal strictures (RBES). *Dis Esophagus.* 2012; 2(2): 1442-1443. [[Crossref](#)]
75. Hindy P., Hong J., Lam-Tsai Y., Gress F. A comprehensive review of esophageal stent. *Gastroenterol. Hepatol.* 2012; 8(8): 526-534. [[Google Scholar](#)]
76. Cano F.M., Vargas R.J., Sánchez V.B., Montes H.I. Use of self-expandable prosthesis in esophageal stenosis in children. *Cir Pediatr.* 2012; 25(4): 207-10. [[Google Scholar](#)]
77. Suzuki T., Siddiqui A., Taylor L.J., Cox K. et al. Clinical Outcomes, Efficacy, and Adverse Events in Patients Undergoing Esophageal Stent Placement for Benign Indications: A Large Multicenter Study. *J Clin Gastroenterol.* 2016; 50(5): 373-8. [[Crossref](#)]
78. Methasate A., Lohsiriwat V. Role of endoscopy in caustic injury of the esophagus. *World J Gastrointest Endosc.* 2018; 10(10): 274-282. [[Crossref](#)]
79. Repici A., Small A.J., Mendelson A., Jovani M. et al. Natural history and management of refractory benign esophageal strictures. *Gastrointest Endosc.* 2016; 84(2): 222-8. [[Crossref](#)]
80. Никольский В.И., Климашевич А.В., Федорова М.Г., Купрюшин А.С. и др. Определение оптимальных сроков стентирования пищевода на модели химического ожога пищевода на эксперименте // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2014. - №2(30). – С.43-52. [[Google Scholar](#)]
- Nikol'skii V.I., Klimashevich A.V., Fedorova M.G., Kupriushin A.S. i dr. Opredelenie optimal'nykh srokov stentirovaniia pishchevoda na modeli khimicheskogo ozhoga pishchevoda na eksperimente (Determination of the optimal timing of esophageal stenting on a model of a chemical burn of the esophagus in an experiment) [in Russian]. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Meditsinskii nauki.* – 2014. - №2(30). – S.43-52. [[Google Scholar](#)]
81. Tandon S., Burnand K.M., De Coppi P., McLaren C.A. et al. Self-expanding esophageal stents for the management of benign refractory esophageal strictures in children: A systematic review and review of outcomes at a single center. *J Pediatr Surg.* 2019; 54(12): 2479-2486. [[Crossref](#)]
82. Karakan T., Utku O.G., Dorukoz O., Sen I. et al. Biodegradable stents for caustic esophageal strictures: a new therapeutic approach. *Dis Esophagus.* 2013; 26(3): 319-22. [[Crossref](#)]
83. Farkas Z.C., Pal S., Jolly G.P., Lim M.M.D. et al. Esophagopericardial Fistula and Pneumopericardium From Caustic Ingestion and Esophageal Stent. *Ann Thorac Surg.* 2019; 107(3): e207-e208. [[Crossref](#)]

Анализ методов профилактики и лечения стеноза пищевода после химического ожога у детей

Бураев Г.Б.¹, Имиев А.Д.², Лозовой В.М.³, Даулетханова Г.С.⁴, Максютя Я.В.⁵, Арипбай У.С.⁶

¹ Доцент кафедры детской хирургии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: gburaev@bk.ru

² Директор Катара Endoscopy Medical Systems San ve Tic Ltd. Партнер Sti, Стамбул, Турция. E-mail: amir@qatara.com.tr

³ Профессор кафедры детской хирургии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: v.m.loz@mail.ru

⁴ Резидент кафедры детской хирургии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: gul.d.sem@mail.ru

⁵ Резидент кафедры детской хирургии, Медицинский университет Астана, Астана, Казахстан. E-mail: yan@mail.ru

⁶ Резидент кафедры детской хирургии, Медицинский университет Астана, Астана, E-mail: aripay@bk.ru

Резюме

Лидирующую позицию повреждений пищевода у детей занимает химические ожоги, в котором в последние годы отмечается рост их числа. В связи с быстрым развитием современных технологий, с каждым годом все больше новых химических веществ, промышленных реагентов и увеличение потребности в их применении в повседневной жизни людей оказывают влияние на рост заболеваемости.

Мы поставили перед собой **цель** изучить лучшие в мире методы профилактики и лечения сужений пищевода после химических ожогов у детей с помощью информационного поиска литературных данных.

Тяжесть заболевания может варьироваться от отсутствия повреждения слизистой оболочки до таких осложнений, как тяжелые ожоги, стриктуры и перфорация. Несмотря на большое количество различных методов лечения данной патологии, их результаты не полностью удовлетворяют детских хирургов. Частота возникновения наиболее частого осложнения - сужения пищевода в результате рубцевания составляет более 30%. В зависимости от тяжести воздействия токсического вещества в некоторых случаях исход заболевания заканчивается благополучно, а в противном случае могут привести к летальному исходу или через 23-30 лет после травмы также к развитию опухолевидного процесса.

До настоящего времени детям с ожогами пищевода проводится долгосрочное и не все время эффективное лечение, методы профилактики пост-ожогового стеноза не полностью исключает грозного осложнения - перфорацию пищевода. Ведь консервативное лечение единственный способ сохранить анатомически естественное положение пищевода, избегая оперативного лечения, что является важным фактором для растущего детского организма.

Ключевые слова: химический ожог, пищевод, консервативное лечение.

Analysis of Methods for the Prevention and Treatment of Esophageal Stenosis after Chemical Burns in Children

[Galymzhan Burayev](#)¹, [Amir Imiyev](#)², [Vasily Lozovoy](#)³, Guldana Dauletqhanova⁴,
Yana Maksyuta⁵, Ussen Aripbay⁶

¹ Associate Professor of the Department of Pediatric Surgery, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: gburaev@bk.ru

² Director of Kamara Endoscopy Medical Systems San ve Tic Ltd. Sti Partner, Istanbul, Turkey. E-mail: amir@qamara.com.tr

³ Professor of the Department of Pediatric Surgery, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: v.m.loz@mail.ru

⁴ Resident of the Department of Pediatric Surgery, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: gul.d.sem@mail.ru

⁵ Resident of the Department of Pediatric Surgery, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: yan@mail.ru

⁶ Resident of the Department of Pediatric Surgery, Astana Medical University, Astana, Kazakhstan. E-mail: aripbay@bk.ru

Abstract

Chemical burns occupy the leading position of esophageal injuries in children, which has seen an increase in their number in recent years. Due to the rapid development of modern technologies, every year more and more new chemicals, industrial reagents and an increase in the need for their use in people's daily lives have an impact on the increase in morbidity.

We set a **goal to study** the best methods in the world for the prevention and treatment of scars after chemical burns in children using an information search for literary data.

The severity of the disease can range from the absence of damage to the mucous membrane to complications such as severe burns, strictures and perforation. Despite the large number of different methods of treating this pathology, their results do not fully satisfy pediatric surgeons. The frequency of occurrence of the most common complication - narrowing of the esophagus as a result of scarring is more than 30%. Depending on the severity of exposure to a toxic substance, in some cases the outcome of the disease ends well, otherwise it can lead to death or, 23-30 years after injury, also to the development of a tumor-like process.

To date, long-term and not always effective treatment has been carried out for children with burns of the esophagus, methods of preventing post-burn stenosis do not completely exclude a formidable complication - perforation of the esophagus. After all, conservative treatment is the only way to preserve the anatomically natural position of the esophagus, avoiding surgical treatment, which is an important factor for a growing child's body.

Keywords: chemical burn, esophagus, conservative treatment.

МАЗМҰНЫ

Лазишвили Г.Д., Егиазарян К.А., Ратъев А.П., Гордиенко Д.И.

Тізе буынының алдыңғы айқас тәрізді байламын төртбасты бұлшықет сіңірінен аутоотрансплантатпен артроскопиялық жөндеу нәтижелерін бағалау.....4

Азаматов Б.Н., Борисов А.А., Джес А.В., Маратулы Б.

Ti-6Al-4V биомедициналық қорытпасындағы Cu-Nb және Cu-Ta моноқабатты жабындарының бактерияға қарсы қасиеттерін бағалау..... 14

Байбусунова А.Ж., Нысанбай Г. Н., Шварц Д.В., Жакеева М.Х.

Тізе буыны остеоартрозының диагностикасы және емі: Заманауи аспектілері.....21

*Оразалиев К.М., Тажимуратов Н.К., Шин А.А.,
Хамитжанов А.Т., Жармухамбетов Е.А., Балтабай Р.Р.*

Тізе буынын эндопротездеу кезінде операция ішілік жергілікті инфильтрациялық анальгезияның тиімділігін талдау30

*Балгазаров С.С., Рамазанов Ж.К., Долгов А.А., Абилов Р.С.,
Морошан А.В., Крикливый А.А., Атепилева А.М., Балгазаров А.С., Бекболатов Н.Б.*

Қолдың арқа жұмсақ тінінің ақауын қалпына келтіру үшін кері радиалды білек қақпағын қолдану: Клиникалық жағдай.....35

*Байдарбеков М.Ө., Ипмағамбетов Ж.Н.,
Мұхаметжанов Х.М., Кәрібаев Б.М., Әбдіқаликов М.С., Щербина А.Ю.*

Омыртқаның дегенеративті-дистрофиялық ауруларын емдеудің заманауи стратегиялары: Әдеби шолу41

Березуцкий С.Н.

Ауыр дәрежедегі аралас жарақаттан кейінгі бірнеше майлы эмболиясы мен бас миының зақымдануы бар науқасты емдеудің клиникалық жағдайы.....50

Бураев Ғ.Б., Имиев А.Д., Лозовой В.М., Даулетханова Г.С., Максюта Я.В., Әріпбай Ү.С.

Балалардағы өңештің химиялық күйіктен кейінгі стенозын алдын алу және емдеу әдістерін талдау56

СОДЕРЖАНИЕ

Лазивили Г.Д., Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Гордиенко Д.И.

Оценка исходов артроскопической пластики передней крестообразной связки коленного сустава аутоотрансплантатом из сухожилия четырехглавой мышцы бедра..... 4

Азаматов Б.Н., Борисов А.А., Джес А.В., Маратулы Б.

Оценка антибактериальных свойств монослойных покрытий Cu-Nb И Cu-Ta на биомедицинском сплаве Ti-6Al-4V..... 14

Байбусунова А.Ж., Нысанбай Г. Н., Шварц Д.В., Жакеева М.Х.

Диагностика и лечение остеоартроза коленного сустава: Современные аспекты 21

Оразалиев К.М., Тажимуратов Н.К., Шин А.А.,

Хамитжанов А.Т., Жармухамбетов Е.А., Балтабай Р.Р.

Анализ эффективности интраоперационной локальной инфильтрационной аналгезии при эндопротезировании коленного сустава..... 30

Балгазаров С.С., Рамазанов Ж.К., Долгов А.А., Абилов Р.С.,

Морошан А.В., Крикливый А.А., Атепилева А.М., Балгазаров А.С., Бекболатов Н.Б.

Применение реверсионного лучевого лоскута предплечья для реконструкции дефекта мягких тканей тыльной стороны кисти: Клинический случай..... 35

Байдарбеков М.У., Ипмагамбетов Ж.Н.,

Мухаметжанов Х.М., Карибаев Б.М., Абдикаликов М.С., Щербина А.Ю.

Современные стратегии лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний позвоночника: Обзор литературы 41

Березуцкий С.Н.

Клинический случай лечения пострадавшего с тяжелой сочетанной травмой с множественной жировой эмболией с преимущественным поражением головного мозга 50

Бураев Г.Б., Имиев А.Д., Лозовой В.М., Даулетханова Г.С., Максютя Я.В., Арипбай У.С.

Анализ методов профилактики и лечения стеноза пищевода после химического ожога у детей 56

CONTENT

<i>Guram Lazishvili, Karen Egiazaryan, Andrey Ratyev, Dmitry Gordienko</i> Evaluation of the Outcomes of Arthroscopic Repair of the Anterior Cruciate Ligament of the Knee Joint with an Autograft from the Quadriceps Tendon.....	4
<i>Bagdat Azamatov, Alexander Borisov, Alexey Dzhes, Baurzhan Maratuly</i> Antibacterial Evaluation of Cu-Nb and Cu-Ta Monolayer Coatings on Biomedical Ti-6Al-4V Alloy.....	14
<i>Aida Baibusunova, Gaukhar Nyssanbay, Dmitriy Shwartz, Meruert Zhakeeva</i> Diagnosis and Treatment of Knee Osteoarthritis: Modern Aspects.....	21
<i>Kairat Orazaliyev, Nurakhim Tazhimuratov, Andrey Shin, Aibek Khamitzhano, Erlan Zharmukhambetov, Raimbek Baltabay</i> Analysis of the Effectiveness of Intraoperative Local Infiltration Analgesia in Knee Replacement.....	30
<i>Serik Balgazarov, Zhanatai Ramazanov, Alexey Dolgov, Ruslan Abilov, Artyom Moroshan, Alexander Krikliyiv, Aliya Atepileva, Amanzhol Balgazarov, Nurdaulet Bekbolatov</i> Application of Reversed Radial Forearm Flap for Reconstruction of a Dorsal Hand Soft Tissue Defect: A Clinical Case.....	35
<i>Murat Baidarbekov, Zhangir Ipmagambetov, Khanat Mukhametzhano, Buratai Karibayev, Abdigalikov Margulan, Alexander Sherbina</i> Modern Strategies for the Treatment of Degenerative-Dystrophic Spine Diseases: Literature Review	41
<i>Sergey Berezutsky</i> A Clinical Case of Treatment of a Victim with Severe Combined Trauma with Multiple Fatty Embolism with Predominant Brain Damage	50
<i>Galymzhan Burayev, Amir Imiyev, Vasily Lozovoy, Guldana Dauletshanova, Yana Maksyuta, Ussen Aripbay</i> Analysis of Methods for the Prevention and Treatment of Esophageal Stenosis after Chemical Burns in Children	56

