

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto110810>

# Эмболизация артерий в купировании суставной и околосуставной боли: как, когда и у кого? Обзор литературы

К.М. Меджидов<sup>1</sup>, М.В. Паршиков<sup>2</sup>, Л.М. Гинзбург<sup>1</sup>, Ю.С. Соловьёв<sup>1</sup>, И.М. Ужахов<sup>2</sup><sup>1</sup> Домодедовская центральная городская больница, Домодедово, Российская Федерация;<sup>2</sup> Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова, Москва, Российская Федерация

## АННОТАЦИЯ

В статье освещены результаты использования эмболизации ветвей подколенной артерии как инновационной методики, применяющейся в качестве лечения некупируемого стандартными консервативными способами болевого синдрома при остеоартрозе коленного сустава. Цель работы — определить эффективность и безопасность эмболизации ветвей подколенной артерии в лечении болевого синдрома при остеоартрозе. Выбраны исследования с применением эмболизации при различных степенях гонартроза, в проанализированных источниках оценку результатов проводили по шкалам ВАШ (визуальная аналоговая шкала) и WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index). Авторы отметили улучшение показателей у пациентов по обеим шкалам, также установлены незначительные осложнения, купированные самостоятельно. Эмболизация ветвей подколенной артерии является перспективным и эффективным методом лечения в борьбе с болью при остеоартрозе коленного сустава различных степеней тяжести. Также при выполнении процедуры не выявлено серьезных осложнений, что делает её безопасной.

**Ключевые слова:** неангиогенез; эмболизация ветвей артерий; лечение суставной и околосуставной боли.

## Как цитировать:

Меджидов К.М., Паршиков М.В., Гинзбург Л.М., Соловьёв Ю.С., Ужахов И.М. Эмболизация артерий в купировании суставной и околосуставной боли: как, когда и у кого? Обзор литературы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 3. С. 307–316. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto110810>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto110810>

# Embolization of the arteries in the relief of joint and near joint pain: how, when and in whom? A review

Kamal M. Medjidov<sup>1</sup>, Mikhail V. Parshikov<sup>2</sup>, Leonid M. Ginzburg<sup>1</sup>,  
Yuri S. Solov'yev<sup>1</sup>, Ibragim M. Uzhakhov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Domodedovo Central City Hospital, Domodedovo, Russia;

<sup>2</sup> Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

## ABSTRACT

This paper presents the results of embolization of popliteal artery branches as an innovative technique to treat pain syndrome not relieved by standard conservative methods for osteoarthritis of the knee joint. The study aimed to evaluate available data on the efficacy and safety of popliteal artery branch embolization in the treatment of pain syndrome in osteoarthritis. Relevant studies on the use of embolization at various degrees of gonarthrosis were analyzed. The results were evaluated using the visual analog scale and Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index. The performance of patients improved based on both scales, and minor complications resolved on their own. Embolization of the branches of the popliteal artery with insufficiency is a promising and effective treatment method for patients with pain due to osteoarthritis of the knee joint of various degrees, and no serious complications have been identified in the procedures, making it safe.

**Keywords:** neoangiogenesis; embolization of arterial branches; treatment of articular and near-articular pathology.

## To cite this article:

Medjidov KM, Parshikov MV, Ginzburg LM, Solov'yev YuS, Uzhakhov IM. Embolization of the arteries in the relief of joint and near joint pain: how, when and in whom? A review. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(3):307–316. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto110810>

Received: 07.09.2022

Accepted: 28.11.2022

Published: 19.01.2022

## ОБОСНОВАНИЕ

Остеоартроз коленного сустава — это распространённое заболевание, особенно часто встречающееся у людей пожилого возраста. С каждым годом появляется всё больше лиц, страдающих этой патологией, что объясняется увеличением продолжительности жизни, а также повышением индекса массы тела [1].

Боль — один из наиболее значимых симптомов остеоартроза [2, 3]. Существуют различные методики лечения остеоартроза коленного сустава, как консервативные (к примеру, нестероидная противовоспалительная терапия, лечебная физическая культура, физиотерапевтическое лечение, применение хондропротекторов, введение внутрисуставно препаратов гиалуроновой кислоты, PRP-терапия, использование глюкокортикостероидов), так и хирургические (артроскопические санации, корригирующие остеотомии, эндопротезирование сустава). Консервативные терапевтические комплексы порой оказываются неэффективными, в особенности при тяжёлых формах заболевания, в то время как к хирургическим методам допускаются не все пациенты в связи с тяжестью сопутствующих заболеваний, а также по причине того, что многие попросту морально не готовы к масштабной операции [4]. Эти обстоятельства побуждают специалистов продолжать поиск новых актуальных технологий лечения данной тяжёлой патологии.

В последнее время появились публикации о новом малоинвазивном хирургическом методе купирования внутри- и околосуставного болевого синдрома при гонартрозе путём транскатетерной эмболизации ветвей подколенной артерии.

**Цель работы** — по данным литературы проанализировать эффективность транскатетерной эмболизации ветвей подколенной артерии при остеоартрозе коленного сустава, оценить её перспективы.

## МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

В ходе работы, используя возможности интернет-ресурсов PubMed (MEDLINE), eLibrary и Cyberleninka, мы провели обзор данных современной литературы за последние 10 лет (с 2012 по 2022 год), в которой анализируются технические особенности и результаты эмболизации артерий при гонартрозе и другой ортопедической патологии.

Поиск осуществляли по ключевым словам «неоангиогенез», «эмболизация ветвей артерий», «лечение суставной и околосуставной патологии».

В работе освещены 38 актуальных опубликованных источников.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### Эмболизация как метод лечения

Эмболизация — это один из методов эндоваскулярной хирургии, направленный на прекращение питания определённых тканей, органов и структур организма

кровью. Этот малоинвазивный метод уже более 20 лет широко используют в рентгенохирургии в таких направлениях, как гинекология, нейрохирургия, торакальная и абдоминальная хирургия и при различных опухолевидных образованиях.

В начале XXI в. появились первые публикации об успешном применении рентгенэндоваскулярной эмболизации у пациентов с опухолевидными заболеваниями костей. J. Wathion и соавт. [5] в 2003 году сообщили о клинических результатах эндоваскулярной эмболизации по поводу агрессивной аневризматической костной кисты в области таза. Авторы подчёркивают малоинвазивность метода и незначительную интраоперационную кровопотерю. После эндоваскулярной эмболизации первоначальные наблюдения по данным компьютерной томографии показали уменьшение объёмов костной кисты и образование нормальной костной ткани в области поражения.

F.M. Andreas и соавт. [6] в 2014 году опубликовали результаты выполненной ими эндоваскулярной эмболизации у 15-летней девочки с аневризмой II грудного позвонка. Была проведена селективная эндоваскулярная эмболизация аневризмы, однако в течение 8-месячного наблюдения боль в области Th<sub>II</sub> у пациентки сохранялась. Авторы приняли решение об осуществлении повторной эмболизации, после которой болевой синдром купировался и не отмечался весь срок (4 года) наблюдения. При этом была выявлена оксификация очага поражения Th<sub>II</sub>. Авторы пришли к мнению, что такой метод лечения безопасен и эффективен при лечении аневризм позвонков.

R. Guzman и соавт. [7] в 2005 году представили результаты клинических исследований по предоперационной подготовке пациентов с метастатическими образованиями в позвонках для уменьшения интраоперационной кровопотери за счёт эмболизации артерии, питающей опухоль. 22 из 24 пациентов была выполнена эмболизация с полной деваскуляризацией, ещё 2 больным было возможно осуществить только частичную эмболизацию. У пациентов с полной деваскуляризацией средняя интраоперационная кровопотеря составила 1900, с частичной эмболизацией — 5500 мл. Коллеги сделали вывод, что предоперационная эмболизация гиперваскулярных опухолей безопасна, эффективна, уменьшает интраоперационную кровопотерю и облегчает удаление опухоли.

O.N. Gottfried и соавт. [8] в 2003 году опубликовали статью на тему «Эмболизация опухолей крестца». В ней сообщается, что хотя хирургическое вмешательство является основным методом лечения многих опухолей крестца, эмболизация — это очень важный метод первичной и дополнительной терапии. Пациенты с доброкачественными образованиями, включая аневризматические кисты костей и гигантоклеточные опухоли, отреагировали на эмболизацию исчезновением основных клинических симптомов и окостенением поражений. Использование эмболизации при первичной терапии метастатических

поражений приводило к улучшению неврологической клинической картины, уменьшению размера опухоли и снижению степени повреждения позвоночного канала за счёт закупорки сосудов, питающих опухолевидное образование, эмболосферами, вследствие чего наступала локальная ишемия и запускался процесс апоптоза с дальнейшей оссификацией поражённого участка. Также имеются сведения о положительном опыте использовании эмболизации в качестве адьювантной терапии для уменьшения интраоперационной кровопотери, что способствует облегчению резекции опухолей. Большинство специалистов пришли к заключению, что эмболизация служит ценным первичным и дополнительным методом лечения многих опухолей крестца. Обнадёживающие результаты привлекли внимание к этой технологии и врачей других специальностей. Так, ортопеды стали использовать её при эпикондилите [9], адгезивных капсулитах, тендинобурситах, резистентных к стандартной консервативной терапии, в лечении хронического болевого синдрома в плечевом суставе [10]. Однако наиболее часто её стали применять при дегенеративно-дистрофических поражениях коленного сустава.

## Применение эмболизации в области коленного сустава

### *Техника вмешательства*

В условиях операционной рентгенохирургических методов диагностики и лечения под местной анестезией производят прокол в бедренную артерию, вводят гепарин и устанавливают катетер. При помощи контрастного вещества выявляют ветви подколенной артерии, в которые поочередно вводят микрокатетер с целью поиска патологически разросшейся сосудистой сети. После установления необходимой ветви подколенной артерии в дистальную её часть вводят микроэмболы либо суспензию имипинема и циластатина до полного стаза крови в данную область. 100% техническим успехом операции считается абсолютная окклюзия всех патологических сосудов. По окончании операции катетер удаляют и в область прокола бедренной артерии устанавливают давящую повязку с целью достижения гемостаза [11, 12].

В проанализированных нами исследованиях авторы использовали для эмболизации суспензию имипинема и циластатина, в которой содержатся нерастворимые частицы размером 75 микрон ( $\mu$ ) либо специально подготовленные эмболосферы диаметром 75–100  $\mu$  [20–22].

### *Итоги анализа данных литературы*

C.J. Guevara и соавт. [13] в 2014 году представили результаты клинического исследования применения эндоваскулярной эмболизации ветвей подколенной артерии 10 пациентам с рецидивирующим гемартрозом после тотального эндопротезирования коленного сустава. Исследование проводили с 2009 по 2014 год, средняя

продолжительность периода наблюдения составила 545 дней. Эмболизацию осуществляли частицами поливинилового спирта. У всех пациентов был достигнут 100% технический успех. После 1-й процедуры гемартроз стойко купировался у 6 пациентов, 4 больным потребовалось повторное проведение эмболизации в связи с развитием рецидива. У 3/4 больных, которым необходимо было повторить эмболизацию, имелись сопутствующие заболевания, дискразия крови, либо они принимали антикоагулянты в терапевтических целях. Из осложнений у 2 пациентов отмечалась кожная пигментация в области коленного сустава, которая разрешилась при помощи консервативной терапии. Авторы сделали вывод, что эмболизация является безопасным малоинвазивным методом лечения спонтанного и рефрактерного гемартроза коленного сустава после оперативного вмешательства со 100% клиническим результатом.

Установлено, что в синовиум, периостеум, капсулу сустава, инфрапателлярную жировую ткань и менисковую ткань посредством неоваскуляризации прорастают патологические сосуды совместно с нервными окончаниями. Эмболизация ветвей подколенной артерии как метод купирования болевого синдрома предназначена для выявления этой патологической сети с дальнейшей её окклюзией эмболосферами. В результате происходит ишемия патологической сосудистой сети и апоптоз вовлечённых в процесс тканей [14–19].

Y. Okuno и соавт. [20] в 2014 году представили статью «Транскатетерная артериальная эмболизация в качестве лечения медиальной боли в коленном суставе у пациентов от лёгкой до умеренной степени тяжести остеоартрита». Целью исследования было найти альтернативное лечение стойкого болевого синдрома на основе гипотезы о том, что патологическая неоваскуляризация может являться источником боли. Причина боли при остеоартрите коленного сустава до сих пор остаётся неясной, поскольку поражённый участок хряща не имеет нервных волокон. Кроме того, имеются исследования о несоответствии между клиническими симптомами и рентгенологической картиной остеоартроза коленного сустава. Эти данные указывают на то, что боль при остеоартрозе не обязательно возникает из дегенеративного участка или из-за потери хряща. Эмболизация ветвей подколенной артерии — это техника, основанная на тезисе о том, что неоваскуляризация и рост сопровождающих её нервных окончаний могут оказаться источником хронической боли, и что окклюзия этих патологических сосудов может уменьшить такую боль. В своей работе авторы описывают клинические исследования, проведённые с июня 2012 по декабрь 2013 года, в которые были отобраны 14 пациентов с лёгкой и умеренной степенью поражения коленного сустава по рентгенологической шкале Kellgren–Lawrence (K–L), резистентных к консервативным методам лечения. Оценка выраженности болевого синдрома производили по визуальной аналоговой шкале

(ВАШ), а функциональность сустава на предмет скованности и физической активности оценивали по опроснику WOMAC (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index). Исследование сустава проводили рентгенологически и с применением магнитно-резонансной томографии (МРТ). Эмболизации были выполнены со 100% техническим успехом. В процессе наблюдения общие показатели болевого синдрома по ВАШ и функция сустава по WOMAC (боль при ходьбе, подъём по лестнице) значительно снизились через 1 нед, а достигнутый эффект сохранялся на протяжении всего периода исследования (19 мес). Таким образом, определено, что такой механизм, как неоваскуляризация, может являться одним из источников боли в коленном суставе, и что эмболизация этих сосудов может привести к уменьшению выраженности болевого синдрома.

Те же Y. Okuno и соавт. [21] в 2017 году опубликовали результаты уже более масштабного клинического исследования по определению эффективности и безопасности транскатетерной артериальной эмболизации при гонартрозах лёгкой и средней степени тяжести, устойчивых к консервативным методам лечения. В исследовании приняли участие 72 человека, 23 из которых эмболизировали оба коленных сустава. Отобрана группа исследуемых от 1-й до 3-й степени поражения по рентгенологической шкале K-L. Период наблюдений продолжался с июля 2012 по март 2016 года. Оценивали состояние структур сустава при помощи МРТ в начале исследования и спустя 2 года. Критериями включения пациентов в исследование служили поражённый артрозом 1–3-й степени по шкале K-L коленный сустав, болевой синдром на протяжении  $\geq 3$  мес, не купируемый консервативной терапией и превышающий отметку 50 мм по ВАШ. Оценку функции сустава также производили по шкале WOMAC (24 критерия в отношении боли и функции сустава). Не включали пациентов с локальной инфекцией, злокачественными новообразованиями, распространённым атеросклерозом, ревматоидным артритом и с ранее проведёнными операциями на коленном суставе. Эмболизацию выполнили со 100% техническим результатом 88 пациентам в возрасте от 40 до 80 лет. В качестве эмболизирующего материала был выбран имипенем + циластатин натрия и микроэмболы Embozepe в связи с наличием у части пациентов аллергических реакций на антибиотики. При выполнении процедуры аномальные сосуды были замечены в основном в периартикулярных мягких тканях и часто наблюдались в наиболее триггерных областях коленного сустава, в которых рентгенологическая картина остеоартроза не соответствовала симптомам. Это позволило предположить, что патологическая неоваскуляризация служила источником боли. МРТ-исследование 35 коленных суставов через 2 года после транскатетерной артериальной эмболизации продемонстрировало уменьшение или исчезновение проявлений синовита, при этом была обнаружена

стабилизация состояния и структуры как костного мозга, так и гиалинового хряща. Результаты исследования подтвердили гипотезу о том, что патологические сосуды могут являться фактором воспаления, а, следовательно, быть причиной боли, и что эмболизация таких сосудов может уменьшить выраженность этих процессов. Более того, авторы выдвинули предположение, что эмболизация ветвей подколенной артерии может отсрочить прогрессирование деформирующего артроза коленного сустава.

H.L. Sang и соавт. [22] в 2019 году опубликовали доклад «Клинические результаты транскатетерной артериальной эмболизации при хронической боли в коленном суставе от лёгкой до умеренной по сравнению с тяжёлым остеоартритом коленного сустава». В нём представлены данные 71 эмболизации ветвей подколенной артерии у 41 пациента, 30 из которых вмешательство осуществлено на обоих коленных суставах. Продолжительность исследования — с июня 2017 по июль 2018 года. Использовали имипенем + циластатин натрия. Для исследования были отобраны пациенты с не купируемым консервативными методами лечения болевым синдромом, испытывавшие боль  $>3$  мес. Также больные были обследованы и разделены на 2 группы по шкале K-L. 1-я группа пациентов имела лёгкую и умеренную степень поражения коленного сустава (1–2–3-й класс по шкале K-L), 2-я — тяжёлую степень (4-й класс по K-L). Из 71 коленных суставов 59 были отнесены к 1-й группе, 12 — ко 2-й. Выраженность болевого синдрома оценивали по ВАШ. У пациентов 1-й группы выраженность болевого синдрома значительно уменьшилась, клинический результат был достигнут через 3 мес после процедуры и стойко закреплён. У пациентов 2-й группы средние баллы по ВАШ были значительно снижены в течение 1-го мес после транскатетерной артериальной эмболизации, однако в дальнейшем болевой синдром стал усиливаться. Спустя 3 мес средний балл по ВАШ постепенно увеличился до первоначальной оценки. Авторы предположили, что непродолжительность эффекта от эмболизации у 2-й группы пациентов зависела от степени остеоартроза. У них отмечалась выраженная потеря хрящевой ткани, что способствовало непосредственному трению костных поверхностей друг об друга, тем самым вызывая боль. По их мнению, это обстоятельство послужило основной причиной низкой эффективности эмболизации при выраженном остеоартрозе коленного сустава. В.А. Антипов и соавт. [23] в 2019 году пришли к аналогичному заключению: по их данным, эта методика значительно улучшает функцию сустава и значительно снижает интенсивность болевого синдрома только у пациентов с лёгкой и умеренной стадией патологического процесса. То же самое подтвердили и М.Н. Козадаев и соавт. [24], по мнению которых эмболизация ветвей подколенной артерии при гонартрозе — это эффективный малоинвазивный способ купирования болевого синдрома на ранних стадиях заболевания, причём осложнения

при выполнении данной методики крайне редки и минимальны в своих проявлениях. Более того, она может оказаться перспективной альтернативой хирургическому подходу и способствовать продлению промежутка времени до эндопротезирования сустава. В то же время до сегодняшнего дня технология остаётся малоизученной для понимания возможной роли этого способа в лечении болевого синдрома при остеоартрозе коленного сустава, что и является её основным недостатком.

S. Bagla и соавт. [25] расширили показания к использованию описанной методики. В 2019 году они представили анализ итогов эмболизации геникулярной артерии при лечении боли в коленном суставе у 20 пациентов в возрасте от 40 до 84 лет с остеоартритом 1–2–3-й степени по шкале K–L с безрезультатным анамнезом консервативного лечения не менее 3 мес. Эмболизацию проводили микроэмболами 75–100 мк со 100% техническим успехом. В результате средний балл по ВАШ уменьшился с  $76 \pm 14$  мм на исходном уровне до  $29 \pm 27$  мм при осмотре на 6-м мес после вмешательства. Средний балл по WOMAC снизился с  $61 \pm 12$  до  $29 \pm 27$  за этот же период. Из осложнений у 13 пациентов отмечалась кожная пигментация в области коленного сустава, ещё у 2 человек была выявлена подошвенная сенсомоторная парестезия. Упомянутые осложнения купировались самостоятельно в течение 2 нед. Авторы пришли к мнению, что транскатетерная эмболизация ветвей подколенной артерии — это безопасный и перспективный метод лечения боли вне зависимости от степени дегенеративно-дистрофических изменений в коленном суставе. В данном исследовании среднее значение индекса массы тела пациентов составило  $35 \text{ кг/м}^2$ , в то время как в предыдущих, которые мы анализировали, он был равен  $25 \text{ кг/м}^2$ , но это обстоятельство никак не повлияло на степень и характер уменьшения выраженности болевого синдрома после вмешательства, которые соответствовали характеру и степени выраженности болевого синдрома и были сопоставимы. Также необходимо отметить, что в анализируемом исследовании применяли только эмболосферы размером 75–100 мк в отличие от других работ, где использовали имипинем + циластатин, но и это также не повлияло на итоги лечения. Результаты авторов заслуживают глубокого анализа в плане изучения зависимости эффективности эмболизации от индекса массы тела и характеристик применённых эмболов. Однако ценность полученных данных снижает короткий срок наблюдения, что не позволяет оценить максимальный эффект операции, а также небольшое число пациентов и отсутствие контрольных групп, в частности, группы плацебо.

Противоположные результаты получены Т.А. Van Zadelhoff и соавт. [26], которые в 2020 году изучили влияние характера патологических изменений в коленном суставе в градации уменьшения выраженности болевого синдрома при использовании транскатетерной эмболизации ветвей подколенной артерии при гонартрозах различных степеней тяжести. В исследовании

приняли участие 54 пациента с различными стадиями поражения коленного сустава. Клинический исход оценивали в начале исследования и через 6 мес после лечения. Авторы пришли к выводу, что различная степень поражённости сустава прямым образом влияет на степень уменьшения эффекта. Эмболизация ветвей подколенной артерии как способ купирования болевого синдрома интересна тем, что может являться альтернативной методикой для пациентов с повышенными рисками хирургического лечения и при неэффективности консервативной терапии. Также было выдвинуто предположение о том, что она может приостановить прогрессирование остеоартроза коленного сустава. Плюсами методики являются выполнение её под местной анестезией, малоинвазивность, низкая интраоперационная кровопотеря и малочисленные противопоказания.

## ВЫВОДЫ

В настоящее время патогенез боли при деформирующем артрозе до сих пор остаётся не до конца изученным. Существуют данные ряда исследований о несоответствии клинических данных остеоартроза коленного сустава рентгенологической картине [27]. Причиной боли может являться неоваскуляризация в мягкие ткани коленного сустава. Выдвинута гипотеза о том, что вновь образованные сосуды могут поддерживать воспалительный процесс в коленном суставе и служить источником болевого синдрома [21]. На её основании предложена новая тактика лечения — использование артериальной эмболизации ветвей подколенной артерии, направленной на окклюзию новых сосудов.

Проведя анализ источников литературы, можно подчеркнуть, что многие авторы указали на положительные результаты в виде уменьшения выраженности болевого синдрома и улучшения функции сустава при применении транскатетерной эмболизации ветвей артерий при таких заболеваниях, как деформирующий артроз коленных суставов [28–30], а также при различных капсулитах плечевого сустава [31, 32] и при эпикондилитах [33]. Больше число публикаций посвящено эмболизации ветвей подколенной артерии, исследования проводили при всех степенях деформирующего артроза коленного сустава [28–35]. Большинство авторов установили, что эффективность эмболизации напрямую зависит от степени поражённости сустава [22–24, 26]. Так, при 1–2–3-й степени деформирующего артроза по K–L наблюдали стойкое уменьшение выраженности болевого синдрома в течение 2–4 лет, а при 4-й степени по K–L болевой синдром купировался в течение 1 мес с последующим усилением до начальных показателей на протяжении 3–6 мес [20–22, 26]. В то же время некоторые исследователи не наблюдали зависимости степени эффекта от выраженности дегенеративно-дистрофических

изменений [25, 36]. Из плюсов данной методики все специалисты отмечали её малоинвазивность, незначительное число противопоказаний к применению и выполнение процедуры под местной анестезией [37]. Однако к технологии в целом, её влиянию на состояние гиалинового хряща, субхондральных костных структур и околоуставных мягких тканей у исследователей остается немало вопросов [38].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эмболизация ветвей подколенной артерии как метод купирования болевого синдрома при деформирующем артрозе коленного сустава оставляет положительное впечатление. В то же время в настоящее время методика всё ещё остается малоизученной, не решены многие вопросы при её применении, а результаты, представленные научному сообществу, пока малочисленны. Для более обширного её внедрения и использования в лечении остеоартроза требуется проведение дополнительных рандомизированных исследований для определения максимальной эффективности этой технологии как в интенсивности купирования болевого синдрома, так и в продолжительности полученного результата.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Peat G., McCarney R., Croft P. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care // *Ann Rheum Dis*. 2001. Vol. 60, N 2. P. 91–97. doi: 10.1136/ard.60.2.91
2. Loeser R.F., Goldring S.R., Scanzello C.R., Goldring M.B. Osteoarthritis: a disease of the joint as an organ // *Arthritis Rheum*. 2012. Vol. 64, N 6. P. 1697–1707. doi: 10.1002/art.34453
3. Goldring M.B., Otero M. Inflammation in osteoarthritis // *Curr Opin Rheumatol*. 2011. Vol. 23, N 5. P. 471–478. doi: 10.1097/BOR.0b013e328349c2b1
4. Jacobson A.F., Myerscough R.P., Delambo K., et al. Patients' perspectives on total knee replacement // *Am J Nurs*. 2008. Vol. 108, N 5. P. 54–63. doi: 10.1097/01.NAJ.0000318000.62786.fb
5. Wathiong J., Brys P., Samson I., Maleux G. Selective arterial embolization in the treatment of an aneurysmal bone cyst of the pelvis // *JBR-BTR*. 2003. Vol. 86, N 6. P. 325–328.
6. Mavrogenis A.F., Angelini A., Rossi G., et al. Successful NBCA embolization of a T2 aneurysmal bone cyst // *Acta Orthop Belg*. 2014. Vol. 80, N 1. P. 126–131.
7. Guzman R., Dubach-Schwizer S., Heini P., et al. Preoperative transarterial embolization of vertebral metastases // *Eur Spine J*. 2005. Vol. 14, N 3. P. 263–268. doi: 10.1007/s00586-004-0757-6
8. Gottfried O.N., Schmidt M.H., Stevens E.A. Embolization of sacral tumors // *Neurosurg Focus*. 2003. Vol. 15, N 2. P. E4. doi: 10.3171/foc.2003.15.2.4
9. Iwamoto W., Okuno Y., Matsumura N., et al. Transcatheter arterial embolization of abnormal vessels as a treatment for lateral epicondylitis refractory to conservative treatment: a pilot study with

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: К.М. Меджидов, Л.М. Гинзбург, Ю.С. Соловьёв, И.М. Ужахов — написание статьи, сбор данных; М.В. Паршиков — научное редактирование, рассмотрение и одобрение окончательного варианта рукописи.

**Author's contribution.** K.M. Medjidov, L.M. Ginzburg, Yu.S. Solov'yev, I.M. Uzhakhov — writing the manuscript, data collection; M.V. Parshikov — critical revision of the manuscript for important intellectual content, review and approval of the manuscript. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Источник финансирования.** Не указан.

**Funding source.** Not specified.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

a 2-year follow-up // *J Shoulder Elbow Surg*. 2017. Vol. 26, N 8. P. 1335–1341. doi: 10.1016/j.jse.2017.03.026

10. Gremen E., Frandon J., Lateur G., et al. Safety and Efficacy of Embolization with Microspheres in Chronic Refractory Inflammatory Shoulder Pain: A Pilot Monocentric Study on 15 Patients // *Biomedicines*. 2022. Vol. 10, N 4. P. 744. doi: 10.3390/biomedicines10040744

11. Landers S., Hely R., Page R., et al. Genicular Artery Embolization to Improve Pain and Function in Early-Stage Knee Osteoarthritis—24-Month Pilot Study Results // *J Vasc Interv Radiol*. 2020. Vol. 31, N 9. P. 1453–1458. doi: 10.1016/j.jvir.2020.05.007

12. Little M.W., Gibson M., Briggs J., et al. Genicular artery embolization in patients with osteoarthritis of the Knee (GENESIS) Using Permanent Microspheres: Interim Analysis // *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2021. Vol. 44, N 6. P. 931–940. doi: 10.1007/s00270-020-02764-3

13. Guevara C.J., Lee K.A., Barrack R., Darcy M.D. Technically Successful Geniculate Artery Embolization Does Not Equate Clinical Success for Treatment of Recurrent Knee Hemarthrosis after Knee Surgery // *J Vasc Interv Radiol*. 2016. Vol. 27, N 3. P. 383–387. doi: 10.1016/j.jvir.2015.11.056

14. Ashraf S., Wibberley H., Mapp P.I., et al. Increased vascular penetration and nerve growth in the meniscus: a potential source of pain in osteoarthritis // *Ann Rheum Dis*. 2011. Vol. 70, N 3. P. 523–529. doi: 10.1136/ard.2010.137844

15. Mapp P.I., Walsh D.A. Mechanisms and targets of angiogenesis and nerve growth in osteoarthritis // *Nat Rev Rheumatol*. 2012. Vol. 8, N 7. P. 390–398. doi: 10.1038/nrrheum.2012.80

16. Walsh D.A., McWilliams D.F., Turley M.J., et al. Angiogenesis and nerve growth factor at the osteochondral junction in rheumatoid arthritis and osteoarthritis // *Rheumatology (Oxford)*. 2010. Vol. 49, N 10. P. 1852–1861. doi: 10.1093/rheumatology/keq188
17. Walsh D.A., Bonnet C.S., Turner E.L., et al. Angiogenesis in the synovium and at the osteochondral junction in osteoarthritis // *Osteoarthritis Cartilage*. 2007. Vol. 15, N 7. P. 743–751. doi: 10.1016/j.joca.2007.01.020
18. Weng L.H., Ko J.Y., Wang C.J., et al. Dkk-1 promotes angiogenic responses and cartilage matrix proteinase secretion in synovial fibroblasts from osteoarthritic joints // *Arthritis Rheum*. 2012. Vol. 64, N 10. P. 3267–3277. doi: 10.1002/art.34602
19. Pesesse L., Sanchez C., Henrotin Y. Osteochondral plate angiogenesis: a new treatment target in osteoarthritis // *Joint Bone Spine*. 2011. Vol. 78, N 2. P. 144–149. doi: 10.1016/j.jbspin.2010.07.001
20. Okuno Y., Korchi A.M., Shinjo T., Kato S. Transcatheter arterial embolization as a treatment for medial knee pain in patients with mild to moderate osteoarthritis // *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2015. Vol. 38, N 2. P. 336–343. doi: 10.1007/s00270-014-0944-8
21. Okuno Y., Korchi A.M., Shinjo T., et al. Midterm clinical outcomes and MR imaging changes after transcatheter arterial embolization as a treatment for mild to moderate radiographic knee osteoarthritis resistant to conservative treatment // *J Vasc Interv Radiol*. 2017. Vol. 28, N 7. P. 995–1002. doi: 10.1016/j.jvir.2017.02.033
22. Lee S.H., Hwang J.H., Kim D.H., et al. Clinical outcomes of transcatheter arterial embolisation for chronic knee pain: mild-to-moderate versus severe knee osteoarthritis // *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2019. Vol. 42, N 11. P. 1530–1536. doi: 10.1007/s00270-019-02289-4
23. Антипов В.А., Смышляев И.А., Тумаков М.И., Гильфанов С.И. Возможности суперселективной эмболизации ветвей подколенной артерии при лечении остеоартроза коленного сустава на ранних стадиях Обзор современной литературы, анализ мирового опыта // *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2019. № 2. С. 100–117. doi: 10.26269/y4wv-cn09
24. Козадаев М.Н., Щаницын И.Н., Гиркало М.В., и др. Лечение стойкого болевого синдрома при остеоартрите коленного сустава методом селективной эмболизации ветвей подколенной артерии: обзор литературы // *Травматология и ортопедия России*. 2020. Т. 26, № 4. С. 163–174. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-163-174
25. Bagla S., Piechowiak R., Hartman T., et al. Genicular artery embolization for the treatment of knee pain secondary to osteoarthritis // *J Vasc Interv Radiol*. 2019. Vol. 31, N 7. P. 1–7. doi: 10.1016/j.jvir.2019.09.018
26. Van Zadelhoff T.A., Okuno Y., Bos P.K., et al. Association between Baseline Osteoarthritic Features on MR Imaging and Clinical Outcome after Genicular Artery Embolization for Knee Osteoarthritis // *J Vasc Interv Radiol*. 2021. Vol. 32, N 4. P. 497–503. doi: 10.1016/j.jvir.2020.12.008
27. Bedson J., Croft P.R. The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature // *BMC Musculoskelet Disord*. 2008. N 9. P. 116. doi: 10.1186/1471-2474-9-116
28. Torkian P., Golzarian J., Chalian M., et al. Osteoarthritis-Related Knee Pain Treated With Genicular Artery Embolization: A Systematic Review and Meta-analysis // *Orthop J Sports Med*. 2021. Vol. 9, N 7. P. 23259671211021356. doi: 10.1177/23259671211021356
29. Bagla S., Piechowiak R., Sajan A., et al. Multicenter Randomized Sham Controlled Study of Genicular Artery Embolization for Knee Pain Secondary to Osteoarthritis // *J Vasc Interv Radiol*. 2022. Vol. 33, N 1. P. 2.e2–10.e2. doi: 10.1016/j.jvir.2021.09.019
30. Casadaban L.C., Mandell J.C., Epelboym Y. Genicular Artery Embolization for Osteoarthritis Related Knee Pain: A Systematic Review and Qualitative Analysis of Clinical Outcomes // *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2021. Vol. 44, N 1. P. 1–9. doi: 10.1007/s00270-020-02687-z
31. Digge V.K., Kumar V., Kar S., et al. Is there evidence to recommend transcatheter arterial embolisation in adhesive capsulitis: A review of literature // *J Orthop*. 2022. N 30. P. 77–82. doi: 10.1016/j.jor.2022.02.008
32. Fernández Martínez A.M., Baldi S., Alonso-Burgos A., et al. Mid-Term Results of Transcatheter Arterial Embolization for Adhesive Capsulitis Resistant to Conservative Treatment // *Cardiovasc Interv Radiol*. 2021. Vol. 44, N 3. P. 443–451. doi: 10.1007/s00270-020-02682-4
33. Sajan A., Bagla S., Isaacson A. A Review of Musculoskeletal Embolization to Treat Pain Outside of the Knee // *Semin Intervent Radiol*. 2021. Vol. 38, N 5. P. 515–517. doi: 10.1055/s-0041-1736530
34. Landers S., Hely A., Harrison B., et al. Protocol for a single-centre, parallel-arm, randomised controlled superiority trial evaluating the effects of transcatheter arterial embolisation of abnormal knee neovasculature on pain, function and quality of life in people with knee osteoarthritis // *BMJ Open*. 2017. Vol. 7, N 5. P. e014266. doi: 10.1136/bmjopen-2016-014266
35. Sajan A., Bagla S., Isaacson A. Musculoskeletal Interventions: A Review on Genicular Artery Embolization // *Semin Intervent Radiol*. 2021. Vol. 38, N 5. P. 511–514. doi: 10.1055/s-0041-1736529
36. Padia S.A., Genshaft S., Blumstein G., et al. Genicular Artery Embolization for the Treatment of Symptomatic Knee Osteoarthritis // *JB JS Open Access*. 2021. Vol. 6, N 4. P. e21.00085. doi: 10.2106/JBJS.OA.21.00085
37. Lauko K., Tangchaiburana S., Padia S.A. Transarterial genicular artery embolization as treatment of painful knee osteoarthritis in a 64-year-old woman // *J Radiol Nurs*. 2020. Vol. 39, N 2. P. 89–91. doi: 10.1016/j.jradnu.2020.02.002
38. Choi J.W. Genicular Artery Embolization: Beyond the Placebo Effect, and Planning for the Long Road Ahead // *J Vasc Interv Radiol*. 2022. Vol. 33, N 1. P. 11–13. doi: 10.1016/j.jvir.2021.09.020

## REFERENCES

1. Peat G, McCarney R, Croft P. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis*. 2001;60(2):91–97. doi: 10.1136/ard.60.2.91
2. Loeser RF, Goldring SR, Scanzello CR, Goldring MB. Osteoarthritis: a disease of the joint as an organ. *Arthritis Rheum*. 2012;64(6):1697–1707. doi: 10.1002/art.34453
3. Goldring MB, Otero M. Inflammation in osteoarthritis. *Curr Opin Rheumatol*. 2011;23(5):471–478. doi: 10.1097/BOR.0b013e328349c2b1
4. Jacobson AF, Myerscough RP, Delambo K, et al. Patients' perspectives on total knee replacement. *Am J Nurs*. 2008;108(5):54–63. doi: 10.1097/01.NAJ.0000318000.62786.fb



5. Wathiong J, Brys P, Samson I, Maleux G. Selective arterial embolization in the treatment of an aneurysmal bone cyst of the pelvis. *JBR-BTR*. 2003;86(6):325–328.
6. Mavrogenis AF, Angelini A, Rossi G, et al. Successful NBCA embolization of a T2 aneurysmal bone cyst. *Acta Orthop Belg*. 2014;80(1):126–131.
7. Guzman R, Dubach-Schwizer S, Heini P, et al. Preoperative transarterial embolization of vertebral metastases. *Eur Spine J*. 2005;14(3):263–268. doi: 10.1007/s00586-004-0757-6
8. Gottfried ON, Schmidt MH, Stevens EA. Embolization of sacral tumors. *Neurosurg Focus*. 2003;15(2):E4. doi: 10.3171/foc.2003.15.2.4
9. Iwamoto W, Okuno Y, Matsumura N, et al. Transcatheter arterial embolization of abnormal vessels as a treatment for lateral epicondylitis refractory to conservative treatment: a pilot study with a 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*. 2017;26(8):1335–1341. doi: 10.1016/j.jse.2017.03.026
10. Gremen E, Frandon J, Lateur G, et al. Safety and Efficacy of Embolization with Microspheres in Chronic Refractory Inflammatory Shoulder Pain: A Pilot Monocentric Study on 15 Patients. *Biomedicines*. 2022;10(4):744. doi: 10.3390/biomedicines10040744
11. Landers S, Hely R, Page R, et al. Genicular Artery Embolization to Improve Pain and Function in Early-Stage Knee Osteoarthritis—24-Month Pilot Study Results. *J Vasc Interv Radiol*. 2020;31(9):1453–1458. doi: 10.1016/j.jvir.2020.05.007
12. Little MW, Gibson M, Briggs J, et al. Genicular artery embolization in patients with osteoarthritis of the Knee (GENESIS) Using Permanent Microspheres: Interim Analysis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2021;44(6):931–940. doi: 10.1007/s00270-020-02764-3
13. Guevara CJ, Lee KA, Barrack R, Darcy MD. Technically Successful Geniculate Artery Embolization Does Not Equate Clinical Success for Treatment of Recurrent Knee Hemarthrosis after Knee Surgery. *J Vasc Interv Radiol*. 2016;27(3):383–387. doi: 10.1016/j.jvir.2015.11.056
14. Ashraf S, Wibberley H, Mapp PI, et al. Increased vascular penetration and nerve growth in the meniscus: a potential source of pain in osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. 2011;70(3):523–529. doi: 10.1136/ard.2010.137844
15. Mapp PI, Walsh DA. Mechanisms and targets of angiogenesis and nerve growth in osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol*. 2012;8(7):390–398. doi: 10.1038/nrrheum.2012.80
16. Walsh DA, McWilliams DF, Turley MJ, et al. Angiogenesis and nerve growth factor at the osteochondral junction in rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Rheumatology (Oxford)*. 2010;49(10):1852–1861. doi: 10.1093/rheumatology/keq188
17. Walsh DA, Bonnet CS, Turner EL, et al. Angiogenesis in the synovium and at the osteochondral junction in osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2007;15(7):743–751. doi: 10.1016/j.joca.2007.01.020
18. Weng LH, Ko JY, Wang CJ, et al. Dkk-1 promotes angiogenic responses and cartilage matrix proteinase secretion in synovial fibroblasts from osteoarthritic joints. *Arthritis Rheum*. 2012;64(10):3267–3277. doi: 10.1002/art.34602
19. Pesesse L, Sanchez C, Henrotin Y. Osteochondral plate angiogenesis: a new treatment target in osteoarthritis. *Joint Bone Spine*. 2011;78(2):144–149. doi: 10.1016/j.jbspin.2010.07.001
20. Okuno Y, Korchi AM, Shinjo T, Kato S. Transcatheter arterial embolization as a treatment for medial knee pain in patients with mild to moderate osteoarthritis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2015;38(2):336–343. doi: 10.1007/s00270-014-0944-8
21. Okuno Y, Korchi AM, Shinjo T, et al. Midterm clinical outcomes and MR imaging changes after transcatheter arterial embolization as a treatment for mild to moderate radiographic knee osteoarthritis resistant to conservative treatment. *J Vasc Interv Radiol*. 2017;28(7):995–1002. doi: 10.1016/j.jvir.2017.02.033
22. Lee SH, Hwang JH, Kim DH, et al. Clinical outcomes of transcatheter arterial embolisation for chronic knee pain: mild-to-moderate versus severe knee osteoarthritis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2019;42(11):1530–1536. doi: 10.1007/s00270-019-02289-4
23. Antipov VA, Smyshlyaev IA, Tumakov MI, Gilfanov SI. The possibilities superselective embolization of the genicular artery as a treatment osteoarthritis for mild knee osteoarthritis. Modern literature review. Analysis of the world experience. *Kremlin Medicine Journal*. 2019;(2):100–117. (In Russ). doi: 10.26269/y4ww-cn09
24. Kozadaev MN, Shchanitsyn IN, Girkalo MV, et al. Management of Chronic Pain Syndrome in Knee Osteoarthritis with Selective Embolization of Popliteal Artery Branches: Review. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(4):163–174. (In Russ). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-4-163-174
25. Bagla S, Piechowiak R, Hartman T, et al. Genicular artery embolization for the treatment of knee pain secondary to osteoarthritis. *J Vasc Interv Radiol*. 2019;31(7):1–7. doi: 10.1016/j.jvir.2019.09.018
26. Van Zadelhoff TA, Okuno Y, Bos PK, et al. Association between Baseline Osteoarthritic Features on MR Imaging and Clinical Outcome after Genicular Artery Embolization for Knee Osteoarthritis. *J Vasc Interv Radiol*. 2021;32(4):497–503. doi: 10.1016/j.jvir.2020.12.008
27. Bedson J, Croft PR. The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature. *BMC Musculoskelet Disord*. 2008;9:116. doi: 10.1186/1471-2474-9-116
28. Torkian P, Golzarian J, Chalian M, et al. Osteoarthritis-Related Knee Pain Treated With Genicular Artery Embolization: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med*. 2021;9(7):23259671211021356. doi: 10.1177/23259671211021356
29. Bagla S, Piechowiak R, Sajan A, et al. Multicenter Randomized Sham Controlled Study of Genicular Artery Embolization for Knee Pain Secondary to Osteoarthritis. *J Vasc Interv Radiol*. 2022;33(1):2.e2–10.e2. doi: 10.1016/j.jvir.2021.09.019
30. Casadaban LC, Mandell JC, Epelboym Y. Genicular Artery Embolization for Osteoarthritis Related Knee Pain: A Systematic Review and Qualitative Analysis of Clinical Outcomes. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2021;44(1):1–9. doi: 10.1007/s00270-020-02687-z
31. Digge VK, Kumar V, Kar S, et al. Is there evidence to recommend transcatheter arterial embolisation in adhesive capsulitis: A review of literature. *J Orthop*. 2022;30:77–82. doi: 10.1016/j.jor.2022.02.008
32. Fernández Martínez AM, Baldi S, Alonso-Burgos A, et al. Mid-Term Results of Transcatheter Arterial Embolization for Adhesive Capsulitis Resistant to Conservative Treatment. *Cardiovasc Interv Radiol*. 2021;44(3):443–451. doi: 10.1007/s00270-020-02682-4
33. Sajan A, Bagla S, Isaacson A. A Review of Musculoskeletal Embolization to Treat Pain Outside of the Knee. *Semin Intervent Radiol*. 2021;38(5):515–517. doi: 10.1055/s-0041-1736530
34. Landers S, Hely A, Harrison B, et al. Protocol for a single-centre, parallel-arm, randomised controlled superiority trial evaluating the effects of transcatheter arterial embolisation of abnormal knee neovasculature on pain, function and quality of life in people with knee osteoarthritis. *BMJ Open*. 2017;7(5):e014266. doi: 10.1136/bmjopen-2016-014266

**35.** Sajan A, Bagla S, Isaacson A. Musculoskeletal Interventions: A Review on Genicular Artery Embolization. *Semin Intervent Radiol.* 2021;38(5):511–514. doi: 10.1055/s-0041-1736529

**36.** Padia SA, Genshaft S, Blumstein G, et al. Genicular Artery Embolization for the Treatment of Symptomatic Knee Osteoarthritis. *JB JS Open Access.* 2021;6(4):e21.00085. doi: 10.2106/JBJS.OA.21.00085

**37.** Lauko K, Tangchaiburana S, Padia SA. Transarterial genicular artery embolization as treatment of painful knee osteoarthritis in a 64-year-old woman. *J Radiol Nurs.* 2020;39(2):89–91. doi: 10.1016/j.jradnu.2020.02.002

**38.** Choi JW. Genicular Artery Embolization: Beyond the Placebo Effect, and Planning for the Long Road Ahead. *J Vasc Interv Radiol.* 2022;33(1):11–13. doi: 10.1016/j.jvir.2021.09.020

## ОБ АВТОРАХ

**\* Меджидов Камал Магомед алиевич,**

врач травматолог-ортопед;  
адрес: Россия, 142005, Домодедово, ул. Пирогова д. 9;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3967-3782>;  
e-mail: Medjidof@mail.ru

**Паршиков Михаил Викторович,** д.м.н., профессор;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4201-4577>;  
eLibrary SPIN: 5838-4366; e-mail: parshikovmikhail@gmail.com

**Гинзбург Леонид Моисеевич,** к.м.н., заведующий отделением;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6807-731X>;  
e-mail: 1235263@yandex.ru

**Соловьёв Юрий Сергеевич,** заведующий отделением;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6531-9491>;  
eLibrary SPIN: 3714-1423; e-mail: iurij.soloviov@yandex.ru

**Ужахов Ибрагим Мурадович,** ассистент кафедры;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2749-9820>;  
eLibrary SPIN: 4894-8483;  
e-mail: ibra\_moscow@mail.ru

## AUTHORS INFO

**\* Kamal M. Medjidov,**

traumatologist-orthopedist;  
address: 9 Pirogova Str., 142005, Domodedovo, Russia;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3967-3782>;  
e-mail: Medjidof@mail.ru

**Mikhail V. Parshikov,** MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4201-4577>;  
eLibrary SPIN: 5838-4366; e-mail: parshikovmikhail@gmail.com

**Leonid M. Ginzburg,** MD, Cand. Sci. (Med.), department head;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6807-731X>;  
e-mail: 1235263@yandex.ru

**Yuri S. Solov'yev,** department head;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6531-9491>;  
eLibrary SPIN: 3714-1423; e-mail: iurij.soloviov@yandex.ru

**Ibragim M. Uzhakhov,** department assistant,  
traumatologist-orthopedist;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2749-9820>;  
eLibrary SPIN: 4894-8483; e-mail: ibra\_moscow@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author