

# Интервенции в области коленных нервов в практике лечения хронической боли при остеоартрозе

М.А. Шульгин, И.О. Антонов, Р.М. Дыминов

*ФГБУ Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий ФМБА России,  
Москва, Россия*

Малоинвазивные интервенции в области коленных нервов быстро завоёвывают популярность в качестве простого и эффективного метода контроля хронической боли при гонартрозе. Такие методики могут с успехом применяться как у неоперированных пациентов, которым противопоказано эндопротезирование, так и у больных, перенёсших операцию, которая не привела к регрессу болевого синдрома. Около 15% пациентов, перенёсших эндопротезирование, продолжают испытывать боли в коленном суставе. Медикаментозное лечение болей связано с большим количеством побочных эффектов и часто оказывается недостаточно эффективным. Предложено несколько малоинвазивных методик, целью которых является прерывание передачи болевой импульсации по коленным нервам, которые обеспечивают сенсорную иннервацию капсулы и внутренних структур коленного сустава. В числе таких манипуляций лечебные блокады, химический невролиз и радиочастотная абляция коленных нервов. Процедуры выполняются под контролем рентгенографии или с использованием ультразвуковой навигации. Показаниями для проведения лечебных интервенций в области коленных нервов являются хронические боли у пациентов с подтверждённым остеоартритом коленного сустава 2-3-4 степени по Kellgren-Lawrence при исключении вертеброгенной, сосудистой или иной природы болей, неэффективность консервативной терапии и наличие противопоказаний к эндопротезированию, а также болевой синдром у пациентов, перенёсших эндопротезирование коленного сустава. Оценка эффективности в сравнительных исследованиях осуществляется с использованием стандартизованных шкал и опросников для оценки интенсивности болевых ощущений и степени функциональной адаптации пациента. Наиболее широкое распространение получили лекарственные лечебно-диагностические блокады коленных нервов и их радиочастотная абляция. При сравнении радиочастотной абляции коленных нервов с консервативной терапией, внутрисуставными инъекциями глюкокортикоидов, препаратах гиалуроновой кислоты, обогащенной тромбоцитами плазмы и другими интервенциями в области коленных нервов этот метод демонстрирует более высокую эффективность как в отношении уменьшения болей, так и по степени улучшения функциональной адаптации больного. Осложнения, которые могут развиваться при выполнении абляции, не носят угрожающего характера и крайне редки. Радиочастотная абляция коленных нервов является простым в исполнении, эффективным и безопасным методом лечения боли и улучшения качества жизни у пациентов с артрозом коленного сустава и болевым синдромом после эндопротезирования.

**Ключевые слова:** радиочастотная, денервация, гонартроз, боль, коленный, эндопротезирование.

**Для корреспонденции:** Шульгин Максим Александрович, temulentum@gmail.com

**Для цитирования:** Шульгин М.А., Антонов И.О., Дыминов Р.М. Интервенции в области коленных нервов в практике лечения хронической боли при остеоартрозе. Российский журнал боли. 2019; 18 (2): 67–72.

DOI: 10.25731/RASP.2019.02.23

## Minimally invasive interventions on genicular nerves for chronic pain treatment in patients with knee osteoarthritis

Shulgin M.A., Antonov I.O., Dyminov R.M.

FSCC FMBA of Russia, Moscow, Russia

Minimally invasive interventions on genicular nerves quickly gain popularity as simple and effective pain control method in patients with knee osteoarthritis. Such techniques can be successfully applied both for non-operated patients who aren't recommended for total knee arthroplasty and also for those after surgery who had no pain regress. App. 15% of patients continue suffering from knee pain after total knee arthroplasty. Conventional drug therapy for pain control is as well associated with a large number of side effects as often is insufficient. Several minimally invasive techniques have recently been proposed having a purpose to interrupt pain transmission along genicular nerves which innervate knee joint capsule and internal joint structures. These techniques include therapeutic blockades, chemical neurolysis and radiofrequency ablation of genicular nerves. Procedures are performed using ultrasonography or X-rays for navigation. Indications for therapeutic interventions include chronic pain in patients with confirmed knee osteoarthritis 2-3-4 degree according to Kellgren-Lawrence classification except for vertebral, vascular or other causes of pain, the ineffectiveness of drug therapy and contraindications for total knee replacement as well as pain in patients who have already undergone knee arthroplasty. Evaluation of the effectiveness in comparative studies is carried out using standardized scales and questionnaires to assess the intensity of pain and the degree of functional adaptation of the patient. The most common techniques include blockades of the genicular nerves and their radiofrequency ablation. Comparison of radiofrequency ablation of the genicular nerves with drug therapy, intra-articular injections of glucocorticosteroids, hyaluronic acid preparations, platelet-rich plasma and other interventions demonstrates higher efficiency in terms of pain reduction and degree of functional improvement. Possible complications of such interventions are not threatening and extremely rare. Radiofrequency ablation of the genicular nerves is a simple, effective and safe method of treating pain and improving the quality of life in patients with knee osteoarthritis and pain after total knee replacement.

**Keywords:** radiofrequency, denervation, genicular, pain, knee replacement, osteoarthritis.

**For correspondence:** Shulgin M.A., temulentum@gmail.com

**For citation:** Shulgin M.A., Antonov I.O., Dyminov R.M. Minimally invasive interventions on genicular nerves for chronic pain treatment in patients with knee osteoarthritis. Russian Journal of Pain. 2019; 18 (2): 67–72. (In Russ.)

DOI: 10.25731/RASP.2019.02.23

**H**есмотря на повсеместное внедрение операций по эндопротезированию коленных суставов, проблема хронической боли в этой области не теряет своей актуальности [1]. Во многом это связано с тем, что даже удачно выполненная операция и полное восстановления биомеханики сустава не позволяет гарантировать исчезновение болевого синдрома, который в ряде случаев может даже усиливаться. По данным метаанализа на материале 32-х исследований (около 30 000 пациентов), интенсивные боли продолжают беспокоить 15% больных после тотального эндопротезирования коленного сустава [2]. Значительной части пациентов с хроническими болями в коленных суставах операция объективно противопоказана или не может быть выполнена в связи с нежеланием больного, что не отменяет необходимости лечения болевого синдрома. Нередко боль является доминирующим симптомом поражения сустава, что даже в отсутствие предикторов повышенного риска оперативного лечения заставляет задуматься об альтернативных, менее инвазивных методах терапии. Боль не только беспокоит пациентов сама по себе, но также и ухудшает функцию конечности, заставляя больных ограничивать движения в коленном суставе, приводя таким образом к ещё большему ухудшению качества жизни, гиподинамии, расстройствам сна и депрессии [1].

Традиционная консервативная терапия болевого синдрома обнаруживает недостаточную эффективность в связи с ограничениями, связанными с большим количеством серьёзных нежелательных эффектов при долговременном применении. Вследствие этого вопрос выработки альтернативного подхода к лечению болевого синдрома при гонартрозе остаётся острым. На протяжении последних десятилетий было предложено несколько методик интервенционного лечения боли в колене, включающих внутрисуставное введение лекарств, в частности, глюкокортикоидных гормонов, препаратов гиалуроновой кислоты, различные физиотерапевтические процедуры. Заслуживает внимания набирающая в последнее время популярность методика лечения боли посредством интервенционного воздействия на нервные структуры, обеспечивающие сенсорную иннервацию коленного сустава.

Предложенные методики лечения отличаются по способу воздействия на нервные структуры. Применяются:

- периневральные блокады коленных нервов с введением местного анестетика и супендируемых форм глюкокортикоидов;
- радиочастотная абляция коленных нервов (radiofrequency ablation, RFA);

- радиочастотная абляция с применением охлаждаемого электрода (cooled radiofrequency ablation, cRFA);
- нейромодуляция с использованием радиочастотного воздействия в pulsed-режиме (pulsed radiofrequency, PRF);
- невролиз путём введения в места прохождения нервов 50%-ного раствора спирта [3].

Общими для всех предложенных методик являются анатомические структуры, на которые направлено воздействие, а именно чувствительные ветви различных нервов, обеспечивающие иннервацию капсулы и внутренних структур коленного сустава (genicular nerves, GN). Эти нервы являются в свою очередь ветвями седалищного, бедренного и запирательного нервов пояснично-крестцового сплетения [4]. Вклад различных нервных структур в иннервацию колена и индивидуальная вариабельность их анатомии различны. Условно выделяют четыре нервных структуры, имеющие наибольшую значимость в проведении болевых импульсов от коленного сустава и отличающиеся постоянством топографических взаимоотношений с окружающими мышцами и костями у большинства людей [5]:

- Медиальный верхний коленный нерв (superior medialis, SM), ветвь большеберцового нерва, иннервирует верхне-задние отделы колена.
- Медиальный нижний коленный нерв (inferior medialis, IM), ветвь большеберцового, ниже-задние отделы сустава.
- Латеральный верхний коленный нерв (superior lateral, SL), ветвь общего малоберцового нерва, обеспечивает иннервацию передне-верхней части сустава.
- Латеральный нижний коленный нерв (inferior lateral, IL), ветвь общего малоберцового нерва [6].

Помимо указанных нервов, передачу сенсорной информации обеспечивают супра- и инфрапателлярная ветви подкожного нерва (n. Saphenus, из бедренного нерва) – от передней части колена. Сенсорные ветви запирательного нерва имеют большую анатомическую вариабельность и могут участвовать в сенсорной иннервации задней части коленного сустава.

Описанные в этой статье методики лечения боли основываются на прекращении передачи болевой импульсации по четырём основным указанным выше коленным нервам. В большинстве доступных публикаций методика генекулялярных вмешательств включала блокаду или радиочастотную денервацию (РЧД) медиальных верхнего и нижнего и латерального верхнего коленных нервов.

Меньшее число публикаций посвящено вмешательствам в области латерального нижнего нерва – в дополнение к упомянутым трём. Известны также различные техники блокады околосуставных ветвей подкожного (n. saphenus) и запирательного нервов. Специалистами Ashward institute of Pain описана методика радиочастотной нейромодуляции крупных нервов нижней конечности (большеберцового, общего малоберцового и подкожного) и ряда околосуставных нервных сплетений [10]. В исследовании A. Ahmed, D. Arora [5] описан метод невролиза спиртом сразу шести околосуставных нервных структур.

Для выявления контингента больных, которым могут быть показаны терапевтические вмешательства в области коленных нервов, предложены многочисленные критерии:

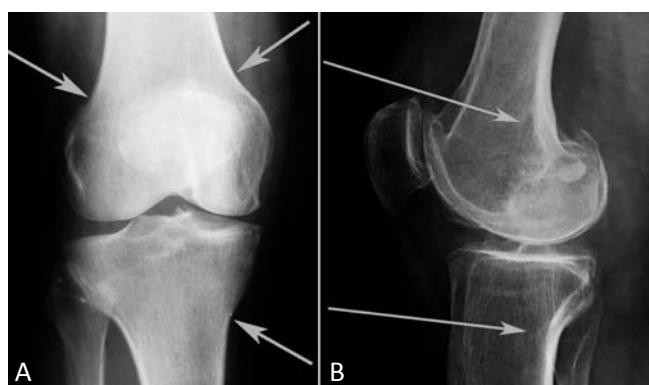
- продолжительность болевого синдрома (более 3-х [8] или 6-и [9–11] месяцев);
- неэффективность или плохая переносимость традиционного лечения, включая приём НПВС, опиоидов, миорелаксантов, пероральных глюкокортикоидов (ГКС), физиотерапия;
- определённый уровень оценки боли по визуальной аналоговой (ВАШ), численно-рейтинговой (Numeric Rating Scale, NRS) или подобным шкалам [5, 10];
- степень выраженности признаков остеоартрита (>II степени [9, 8], >III степени [11] по Kellgren-Lawrence);
- наличие противопоказаний к эндопротезированию.

Поскольку боль как субъективный феномен с трудом поддаётся объективной оценке, для определения исходного статуса пациентов и контроля эффективности лечения широко применяются различные оценочные шкалы и опросники. Общепризнанным методом оценки интенсивности болевых ощущений является шкала ВАШ. Альтернативный вариант – численно-рейтинговая шкала, при использовании которой пациенту предлагается оценить интенсивность болевых ощущений в баллах от нуля до десяти. Наибольшей популярностью для оценки влияния суставного поражения на физическую активность больного в повседневной жизни пользуются опросник WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) и OKS (Oxford Knee Score) [5]. С помощью этих стандартизованных опросников можно оценить не только интенсивность боли, но и провоцирующие её факторы, скованность в суставе, степень функциональной адаптации больного.

Вне зависимости от типа лечебного воздействия, интервенции в области коленных нервов предполагают периневральное введение препаратов или электродов в случае радиочастотных методик. Навигация в процессе таких манипуляций и верификация правильного положения иглы или РЧД-электрода обеспечивается при помощи дополнительных методик визуализации – рентгено- и ультрасонографии (УЗИ). Каждая из методик визуализации обладает рядом присущих ей преимуществ и недостатков. Так, рентгенографическая навигация позволяет проекционировать положение иглы или РЧД-канюли, опираясь лишь на костные ори-

ентиры. Методика манипуляций под рентгеновским контролем во всех случаях предполагает введение иглы или рабочей канюли до контакта с костью, в то время как на практике коленные нервы не всегда прилежат к ней. Топографическая анатомия этих нервов, как и любых мелких нервных ветвей, обладает известной вариабельностью. Исходя из этого, можно сделать предположение о менее высокой точности и эффективности манипуляций под рентгенографическим контролем. Несмотря на то, что при попытке прямого сравнения эффективности двух методик в рандомизированном исследовании такое предположение не нашло подтверждения [12], небольшой объём выборки не позволяет полностью отвергнуть данную гипотезу. Ультрасонографический метод позволяет визуализировать сосудисто-нервный пучок непосредственно в процессе манипуляции и контролировать положение иглы на всём протяжении её пути к нерву. Кроме того, УЗИ-навигация не требует использования громоздкого оборудования, каким является рентгеновская С-дуга. При использовании сонографической визуализации блокада коленных нервов может быть выполнена в любом минимально оборудованном помещении без риска рентгеновского облучения пациента и персонала. В то же время следует отметить, что для уверенной визуализации околосуставных сосудисто-нервных пучков необходимо использование УЗИ-аппарата достаточно высокого качества.

Ориентирами при выполнении процедур под рентгенографическим контролем являются костные образования (рис. 1). Перед введением препаратов или выполнением РЧД необходимо провести аспирационную пробу. Введение инжектата не должно встречать большого сопро-



**Рис. 1. Рентгеновские ориентиры при интервенциях в области коленных нервов под рентгенографическим контролем.** Во время блокады пациент находится в положении на спине, под колено укладывается валик, чтобы обеспечить небольшое сгибание в суставе. На рентгенограмме дистального отдела бедра и коленного сустава в истинной прямой проекции (A) идентифицируются мышцелки бедренной и большеберцовой костей. Игла вводится в передне-заднем направлении до контакта с периостом в области перехода диафиза мыщелок. Корректность положения иглы подтверждается в боковой проекции (B) [6].

**Fig. 1. Fluoroscopic landmarks for genicular interventions.** Patient is placed in the supine position with a small cushion underneath the knee to slightly flex the joint. The true anteroposterior view of the joint is obtained (A). Needles are advanced in antero-posterior direction so that the needle tip impinges on the periosteum at the point at which the shaft meets the condyle. Needle position is confirmed in the lateral view (B) [6].

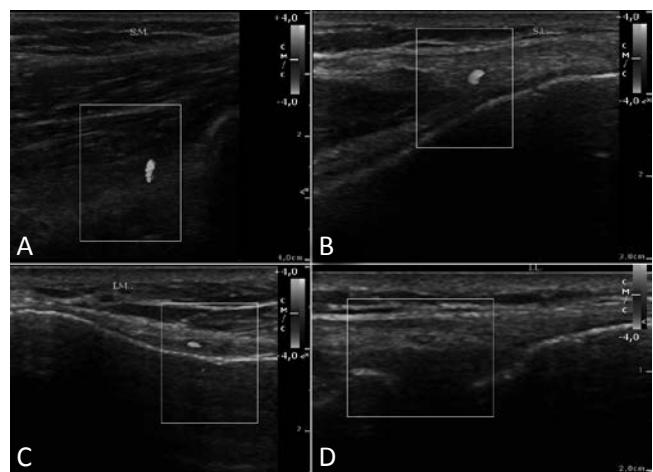
тивления, в противном случае иглу необходимо перепозиционировать [6]. При выполнении РЧ-манипуляций дополнительным способом верификации положения активного кончика канюли является возможность вызвать характерные болевые ощущения при сенсорной стимуляции в случае, если канюля расположена вблизи нерва.

Наиболее простым, не требующим дополнительного оборудования методом терапевтической интервенции в области коленных нервов является их лекарственная блокада с использованием местных анестетиков или смеси анестетика и ГКС. Применение ГКС для усиления эффекта блокады периферических нервов в контексте лечения хронических болевых синдромов остаётся спорным [13]. В ряде исследований было продемонстрировано отсутствие эффекта от введения ГКС при блокадах, в частности, n. pudendus [14] и затылочных нервов при мигрени [15]. Не следует забывать и об общих и местных побочных эффектах применения кортикоэстериоидов, которые включают алопецию, атрофию кожи, супрессию секреции кортизола, нарушение толерантности к глюкозе и уменьшение минеральной плотности костей. Опубликованное в 2018 г. исследование D.-H. Kim и соавт. [13] позволяет получить представление о выраженности и продолжительности эффекта обоих вариантов блокады. В исследовании приняли участие 48 пациентов с остеоартритом, распределённых на две группы двойным слепым методом. Под УЗИ-контролем пациентам выполнена блокада коленных нервов (SM, IM, SL) с использованием в одной группе смеси лидокаина и триамцинона, в другой – только лидокаина (по 2 мл инъектата к каждому нерву). Эффективность манипуляции оценивалась с применением ВАШ и OKS. Состояние пациентов сравнивалось с исходным спустя 1, 2, 4 и 8 недель после блокады. В обеих группах показатели ВАШ оказались достоверно ниже исходных, однако в группе, где был использован ГКС, такое снижение было отмечено и 4 недели спустя, в отличие от контрольной группы, где применялся только лидокаин. Аналогичным образом в обеих группах изменились показатели OKS. На 8-й неделе после блокады показатели ВАШ и OKS в обеих группах достоверно не отличались от исходных. В более ранней публикации S. Qudsi-Sinclair и соавт. [10], сравнивалась эффективность блокады коленных нервов смесью анестетика и ГКС с РЧД коленных нервов. Авторы не обнаружили значимых различий в эффективности этих методик, причем эффект обеих сохранялся до года.

Такие различия в продолжительности эффекта от блокады с ГКС в двух исследованиях могут быть связаны (по мнению D.-H. Kim и соавт. [13]) с тем, что эффект ГКС может быть обусловлен их системным действием и быть дозозависимым. В исследовании S. Qudsi-Sinclair и соавт. применяемая доза ГКС была втрое выше. Кроме того, Qudsi-Sinclair и соавт. исследовали пациентов, перенёсших эндопротезирование коленного сустава, в связи с чем патогенез болевого синдрома у них мог отличаться от такового у неоперированных больных с остеоартритом и включать нейропатический компонент. Блокады коленных нервов с введением анестетика широко применяются в качестве диагностического теста у кандидатов на радиочастотную деструкцию, хотя диагностическая значимость этой манипуляции не является общепризнанной. В опуб-

ликованном в 2017 г. исследовании Z.L. McCormick и соавт. [9] не выявлено прогностической значимости блокад при выборе пациентов для последующей РЧД коленных нервов. Показаниями для проведения РЧД без выполнения прогностической блокады могут служить жалобы пациента на боли, наличие артоза коленного сустава, подтверждённого рентгенологически и при осмотре врачом-ревматологом, и исключение вертеброгенной, неврологической, сосудистой или иной природы болей [16].

Наиболее широко применяемой терапевтической интервенцией в области коленных нервов является традиционная РЧД и модификация этого метода, РЧД с охлажде-



**Рис. 2. При использовании сонографической навигации ориентирами при позиционировании игл являются непосредственно сосудисто-нервные пучки, в составе которых проходят коленные нервы.**

Визуализация их возможна благодаря проходящему в их составе артериальному сосуду. Непосредственная сонографическая визуализация коленных нервов возможна лишь в небольшой части случаев [11]. Ультразвуковое сканирование осуществляется высокочастотным линейным датчиком. Датчик устанавливается в линейной плоскости (параллельно оси конечности). Визуализируются места перехода мышцелков бедренной и большеберцовой костей в диафизы [6]. В этих местах у большинства пациентов может быть обнаружена артерия, принадлежащая к соответствующему сосудисто-нервному пучку. Игла может быть проведена к сосудисто-нервному пучку с использованием как off plane [6], так и in plane [8,12] техники. В случае с нижним латеральным нервом УЗ-картина несколько отличается от таковой при визуализации остальных трёх сосудисто-нервных пучков колена. Ориентиром при пункции является середина латерального края большеберцовой кости [6].

А – медиальная верхняя коленная артерия; В – латеральная верхняя коленная артерия; С – медиальная нижняя коленная артерия; Д – латеральная нижняя коленная артерия

**Fig. 2. Using ultrasonography navigation we can see neurovascular bundles of the knee due to presence of arterial vessel.** Direct visualization of genicular nerves is rarely possible [12]. The high frequency linear probe is used to perform the procedure. It is placed in longitudinal plane. The points of connection of condyles of femur and tibia with theirs shafts are identified [6]. In the majority of patients the artery can be visualized in those points. Both off-plane [6] or in-plane [11, 13] technic may be used to perform the procedure. In case of inferior lateral genicular nerve the ultrasound picture is slightly different. The landmark for needle placement is the middle point of the lateral border of tibial condyle [6].  
A – superior medial genicular artery; B – superior lateral genicular artery; C – inferior medial genicular artery; D – inferior lateral genicular artery

мым электродом. Последняя позволяет, в теории, получить более широкий «радиус воздействия» вокруг активного кончика аблационной канюли. Сравнение РЧД с традиционной лекарственной терапией у пациентов с гонартрозом продемонстрировало значительные преимущества РЧД как в уменьшении болевых ощущений (оценивались по ВАШ), так и в восстановлении функциональной полноценности (оценивалась по WOMAC) [16]. Консервативная терапия в группе контроля включала пероральный приём парацетамола (до 1 г за 6 час), диклофенака натрия – по 75 мг дважды в день и физиотерапевтические процедуры. Эффект РЧД сохранялся на протяжении всего периода наблюдения, который составил 6 месяцев.

Интересны попытки сравнения РЧД коленных нервов с другими малоинвазивными методиками, в частности, с такой широко применяемой, как внутрисуставные инъекции различных лекарственных препаратов. Первое подобное исследование опубликовано в 2016 г. [17], в нем принимали участие 73 пациента с остеоартритом, распределённые случайным образом по двум группам: в 1-й применялись внутрисуставные инъекции смеси 2,5 мл бупивакaina, 2,5 мг морфина и 1 мл бетаметазона (всего 6 мл инъектата), а во 2-й выполнялась РЧД трёх коленных нервов. По истечении одного и трёх месяцев уменьшение оценок интенсивности болей по ВАШ и улучшение функциональных показателей, по данным опросника WOMAC, в группе РЧД были значительно выше.

В исследовании W.-Sh. Shen и соавт. [18] было проведено сравнение РЧД коленных нервов с внутрисуставным введением обогащенной тромбоцитами плазмы (platelet-rich plasma, PRP) в смеси с гиалуронатом натрия. В конце трехмесячного периода наблюдения пациенты группы РЧД демонстрировали значительно лучшие показатели при оценке выраженности болей, функциональной полноценности и общего благополучия, нежели пациенты, получившие внутрисуставные инъекции.

Еще одной модификацией радиочастотной методики является так называемая радиочастотная модуляция коленных нервов (pulsed radiofrequency, PRF). В отличие от традиционной РЧД, во время PRF-воздействия в тканях вокруг активного кончика РЧ-канюли не формируется очаг коагуляции. Несмотря на отсутствие морфологических изменений в тканях, в ряде исследований показана эффективность периневральной PRF, прежде всего для нейропатических болевых синдромов. Поскольку боль при остеоартрите не является нейропатической по своей природе, теоретические основания для применения PRF сомнительны [5]. Тем не менее в небольшом исследовании S. Kesikburun и соавт. на материале девяти пациентов (15 суставов) были продемонстрированы значительные улучшения в оценках болевых ощущений по ВАШ и функциональной состоятельности по WOMAC спустя 1 и 3 месяца после манипуляции [11]. Ограничениями исследования являются небольшой объём выборки и отсутствие контрольной группы.

Малоинвазивные интервенции в области коленных нервов не связаны с высоким риском осложнений.

Ни в одном из крупных исследований не было отмечено серьёзных побочных эффектов [5]. Среди возможных нежелательных последствий следует перечислить эффекты от внутрисосудистого введения супензированных ГКС, вводимых при блокадах, побочные эффекты системного действия ГКС, аллергические реакции на местные анестетики. При выполнении РЧД в области инфрапателлярной ветви p. saphenous может развиваться гипостезия в подколенной области, которая проходит в течение 2–6 недель без лечения [19]. Такая манипуляция не входит в наиболее широко распространённую методику денервации колена, большинство практических рекомендаций описывают интервенции в области SM, IM и SL коленных нервов.

У астеников при небольшом количестве подкожной клетчатки коленные нервы могут быть расположены достаточно поверхностно, что может потенциально приводить к возникновению ожога кожи в области введения РЧ-канюли. По крайней мере один подобный случай описан в сообщении Z.L. McCormick, D.R. Walega [20]. В описанном случае специального лечения не потребовалось, пациент остался доволен результатом манипуляции.

Большой обзор, посвященный осложнениям при РЧД в результате травматизации сосудов, входящих в сосудисто-нервные пучки колена, был опубликован в 2016 г. [21]. Авторы отмечают, что ни в одном исследовании, посвященном РЧД коленных нервов, о подобных осложнениях не сообщалось, однако они хорошо известны в хирургической практике в контексте артроскопических вмешательств на коленном суставе: в ряде случаев травматизация сосудов приводит к формированию ложных аневризм, артериовенозных fistул, гемартроза и остеонекроза надколенника.

Терапевтические малоинвазивные вмешательства на коленных нервах являются сравнительно простыми, эффективными и безопасными методиками лечения болей и улучшения функциональной адаптации у больных с остеоартрозом коленных суставов, в том числе перенёсших тотальное эндопротезирование. Наибольшего внимания и широкого практического внедрения заслуживает метод радиочастотной денервации колена, демонстрирующий более высокую выраженность и продолжительность эффекта не только по сравнению с консервативной терапией, но и с широко распространёнными малоинвазивными манипуляциями (внутрисуставными инъекциями).

**Конфликт интересов отсутствует.**  
*There is no conflict of interest.*

**Благодарности.** Коллектив авторов выражает искреннюю признательность заведующему отделению анестезиологии-реанимации РОНЦ им. Блохина Александру Радионовичу Шину за организацию работы и дружеское участие, а также руководителю центра анестезиологии и реанимации ФНКЦ ФМБА России Татьяне Валерьевне Клыпе за доверие и поддержку.

## Список литературы / References

1. Choi W.J., Hwang S.J., Song J.G. et al. Radiofrequency treatment relieves chronic knee osteoarthritis pain: a double-blind randomized controlled trial. *Pain* 2011; 152: 481–7. PMID: 21700390. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.05.031>.
2. Lewis G., Rice D., McNair P., Kluger M. Predictors of persistent pain after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Anaesthesia* 2015; 114(4): 551–561. PMID: 25542191. <https://doi.org/10.1093/bja/aeu441>.
3. Ahmed A., Arora D. Ultrasound-Guided Neurolysis of Six Genicular Nerves for Intractable Pain from Knee Osteoarthritis: A Case Series. *Pain Practice* 2019; 19(1): 16–26. PMID: 29761638. <https://doi.org/10.1111/papr.12710>.
4. Hirasawa Y., Okajima S., Ohta M., Tokioka T. Nerve distribution to the human knee joint: anatomical and immunohistochemical study. *Int Orthop.* 2000; 24(1): 1–4. PMID: 10774852. <https://doi.org/10.1007/s002640050001>.
5. Jamison D., Cohen S. Radiofrequency techniques to treat chronic knee pain: a comprehensive review of anatomy, effectiveness, treatment parameters, and patient selection. *J Pain Res.* 2018; 11: 1879–1888. PMID: 30271194. <https://doi.org/10.2147/JPR.S144633>.
6. Steven D. Waldman (ed.), *Atlas of pain management injection techniques*. St. Louis, Missouri: Elsevier Inc., 2017. ISBN: 978-0-323-41415-9.
7. Vas L., Pai R., Khandagale N., Pattnaik M., Pulsed Radiofrequency of the Composite Nerve Supply to the Knee Joint as a New Technique for Relieving Osteoarthritic Pain: A Preliminary Report. *Pain Physician* 2014; 17:493–506 PMID: 25415774.
8. Sari S., Aydin O.N., Turan Y. et al. Which one is more effective for the clinical treatment of chronic pain in knee osteoarthritis: radiofrequency neurotomy of the genicular nerves or intra-articular injection? *Int J Rheum Dis.* 2016; 21(10):1772–1778 PMID: 27515095. <https://doi.org/10.1111/1756-185X.12925>.
9. McCormick Z.L., Reddy R., Korn, M. et al. A Prospective Randomized Trial of Prognostic Genicular Nerve Blocks to Determine the Predictive Value for the Outcome of Cooled Radiofrequency Ablation for Chronic Knee Pain Due to Osteoarthritis. *Pain Medicine* 2018; 19(8): 1628–1638. PMID: 29300971. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx286>.
10. Qudsi-Sinclair S., Borrás-Rubio E., Abellán-Guillén, J.F. et al. A Comparison of Genicular Nerve Treatment Using Either Radiofrequency or Analgesic Block with Corticosteroid for Pain after a Total Knee Arthroplasty: A Double-Blind, Randomized Clinical Study. *Pain Practice* 2017; 17(5): 578–588. PMID: 27641918. <https://doi.org/10.1111/papr.12481>.
11. Kesikburun S., Yaşar E., Uran A., et al. Ultrasound-Guided Genicular Nerve Pulsed Radiofrequency Treatment For Painful Knee Osteoarthritis: A Preliminary Report, *Pain Physician* 2016; 19(5): E751–E759 PMID: 27389118.
12. Kim D.H., Lee M.S., Lee S., et al. A Prospective Randomized Comparison of the Efficacy of Ultrasound- vs Fluoroscopy- Guided Genicular Nerve Block for Chronic Knee Osteoarthritis. *Pain Physician* 2019; 22(2): 139–146 PMID: 30921977.
13. Kim D.H., Choi S.S., Yoon S.H., et al., Ultrasound-Guided Genicular Nerve Block for Knee Osteoarthritis: A Double-Blind, Randomized Controlled Trial of Local Anesthetic Alone or in Combination with Corticosteroid. *Pain Physician* 2018; 21(1): 45–52. PMID: 29357330.
14. Labat J.J., Riant T., Lassaux A. et al., Adding corticosteroids to the pudendal nerve block for pudendal neuralgia: A randomised, double-blind, controlled trial. *BJOG* 2017; 124(2): 251–260. PMID: 27465823. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.14222>.
15. Ashkenazi A., Matro R., Shaw J.W., et al. Greater occipital nerve block using local anaesthetics alone or with triamcinolone for transformed migraine: A randomised comparative study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008; 79(4): 415–417. PMID: 17682008. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2007.124420>.
16. El-Hakeim E.H., Elawamy A., Kamel E.Z. et al. Fluoroscopic Guided Radiofrequency of Genicular Nerves for Pain Alleviation in Chronic Knee Osteoarthritis: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Pain Physician*. 2018; 21(2): 169–177. PMID: 29565947.
17. Sari S., Aydin O.N., Turan Y. et al. Which one is more effective for the clinical treatment of chronic pain in knee osteoarthritis: radiofrequency neurotomy of the genicular nerves or intra-articular injection? *Int J Rheum Dis.* 2018; 21(10): 1772–1778. PMID: 27515095. <https://doi.org/10.1111/1756-185X.12925>.
18. Shen W.S., Xu X.Q., Zhai N.N. et al., Radiofrequency Thermo-coagulation in Relieving Refractory Pain of Knee Osteoarthritis. *Am J Ther.* 2017; 24(6): e693–e700. PMID: 26938761. <https://doi.org/10.1097/MJT.0000000000000393>.
19. Ikeuchi M., Ushida T., Izumi M., Tani T. Percutaneous radiofrequency treatment for refractory anteromedial pain of osteoarthritic knees. *Pain Med.* 2011; 12(4): 546–51. PMID: 21463469. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2011.01086.x>.
20. McCormick Z.L., Walega D.R., Third-Degree Skin Burn from Conventional Radiofrequency Ablation of the Inferomedial Genicular Nerve. *Pain Med.* 2018; 19(5): 1095–1097. PMID: 29025030. <https://doi.org/10.1093/pm/pnx204>.
21. Kim S.Y., Le P.U., Kosharskyy B. et al. Is Genicular Nerve Radiofrequency Ablation Safe? A Literature Review and Anatomical Study. *Pain Physician* 2016; 19: E697–E705. PMID: 27389113.

*Поступила / Received 22.04.2019*