

МИНИИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ДИСКОГЕННОЙ БОЛИ И ФАСЕТОЧНОГО СИНДРОМА В ПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛЕ ПОЗВОНОЧНИКА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И СОБСТВЕННЫЙ ОПЫТ

А.В. Яриков^{1,2}, А.А. Денисов³, М.Ю. Докиш³, О.А. Перльмуттер²,
А.А. Бояршинов², С.Е. Павлинов⁴, К.С. Липатов¹

¹ Приволжский окружной медицинский центр ФМБА, Нижний Новгород, Российская Федерация

² Городская клиническая больница № 39, Нижний Новгород, Российская Федерация

³ Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁴ Медицинский центр «Мирт», Кострома, Российская Федерация

В статье представлены современные методы лечения фасеточного синдрома — химическая денервация, радиочастотная абляция, интраартикулярное введение препаратов в межпозвоночные суставы. Анализируются современные методы устранения дискорадикулярного конфликта, такие как химическая денервация диска, хемонуклеолиз, механическая декомпрессия, интрадисковая электротермальная терапия, лазерная нуклеотомия, гидродискэктомия, нуклеопластика, лазерная реконструкция диска. Дано патогенетическое обоснование вышеперечисленных методик и описаны положительные и отрицательные стороны каждой из них. В работе представлены также собственные результаты клинических наблюдений.

Ключевые слова: спондилоартроз, нуклеопластика, гидродискэктомия, радиочастотная нейротомия, хемонуклеолиз.

(Для цитирования): Яриков А.В., Денисов А.А., Докиш М.Ю., Перльмуттер О.А., Бояршинов А.А., Павлинов С.Е., Липатов К.С. Миниинвазивные методы лечения дискогенной боли и фасеточного синдрома в поясничном отделе позвоночника: обзор литературы и собственный опыт. *Клиническая практика*. 2019;10(3):61–71. doi: 10.17816/clinpract10361–71)

MINIMALLY INVASIVE METHODS OF TREATMENT OF DISCOGENIC PAIN AND FACET SYNDROME IN LUMBAR SPINE: LITERATURE REVIEW AND OWN EXPERIENCE

A.V. Yarikov^{1,2}, A.A. Denisov³, M.Yu. Dokish³, O.A. Perlmutter²,
A.A. Boyarshinov², S.E. Pavlinov⁴, K.S. Lipatov¹

¹ Privolzhsky regional medical center FMBA, Nizhny Novgorod, Russian Federation

² City clinical hospital No. 39, Nizhny Novgorod, Russian Federation

³ Federal State Budget Institution «Vreden Russian Order of Red Banner of Labor Research Institute of Traumatology and Orthopedics», Ministry of Health of the Russian Federation

⁴ Mirt Medical center, Kostroma, Russian Federation

This article presents modern methods for the treatment of the facet syndrome: chemical denervation, radiofrequency ablation, intraarticular injection of drugs into the cavity in the intervertebral joints. We analyze the contemporary approaches to the elimination of the disco-radicular conflict, such as chemical denervation of the disc, chemonucleolysis, mechanical decompression, intradiscal electrothermal therapy, laser nucleotomy, hydrodiscectomy, nucleoplasty, laser reconstruction of the disc. The pathogenetic substantiation of the above methods is discussed, and the positive and negative sides of each of them are described. Our own clinical results are also presented.

Keywords: spondylarthrosis, nucleoplasty, hydrodiscectomy, radiofrequency neurotomy, chemonucleolysis.

(For citation): Yarikov AV, Denisov AA, Dokish MYu, Perlmutter OA, Boyarshinov AA, Pavlinov SE, Lipatov KS. Minimally Invasive Methods of Treatment of Discogenic Pain and Facet Syndrome in Lumbar Spine: Literature Review and Own Experience. *Journal of Clinical Practice*. 2019;10(3):61–71. doi: 10.17816/clinpract10361–71)

ВВЕДЕНИЕ

Хроническая боль в поясничном отделе позвоночника является одной из основных причин инвалидизации населения в развитых странах. Экономические потери при лечении лиц с болью в области поясничного отдела позвоночника в развитых государствах достигают колоссальных размеров и выходят на лидирующее место среди заболеваний населения трудоспособного возраста [1–3]. По некоторым оценкам, только один болевой синдром в зигапофизарном, или фасеточном, суставе, обусловленный проявлениями остеоартрита и патогенетически представленный ноцицептивной стимуляцией в синовиальной мембране или фиброзной капсуле дугоотросчатого сустава (ДОС), составляет до 30% случаев хронической боли в поясничном отделе позвоночника [2, 4]. В случае если болевой синдром, опосредованный ДОС, не отвечает на консервативное лечение пероральными нестероидными противовоспалительными препаратами, физиопроцедурами и постуральным переобучением, могут быть назначены миниинвазивные методы лечения. В настоящее время доступны три нехирургических абляционных метода, которые потенциально могут обеспечить относительно длительное облегчение боли: это использование нейролитических агентов (спирт, фенол и др.) или повреждение нерва в зоне ДОС путем воздействия сверххолодной (криоанальгезия) или высокой температуры с целью достижения желаемого эффекта.

Другим источником болей являются симптоматически проявляемые грыжи межпозвонковых дисков (МПД). Согласно результатам ряда исследований, многие специалисты отмечают неудовлетворенность итогами консервативного лечения грыж МПД [2, 4]. Этим же интерпретируется расширение показаний к оперативному лечению и совершенствование его миниинвазивных методик [2, 3, 5, 6]. При небольшом размере грыж МПД или протрузиях, а также при их комбинации с признаками спондилоартроза поясничного отдела позвоночника продуктивность открытых оперативных вмешательств ниже, чем при секвестрах больших размеров [1, 5, 7].

До настоящего момента этиотропного лечения, способного приостановить дегенерацию структур позвоночника, не разработано, поэтому ведущая роль отводится методам патогенетической и симптоматической терапии [8]. Задачей хирургического лечения больных с патологией МПД является

устранение механического фактора патологии, т.е. ликвидация дискорадикулярного конфликта [7, 9, 10]. Все открытые нейрохирургические вмешательства для лечения грыж МПД, в том числе с использованием эндоскопической и микрохирургической техники, имеет ряд недостатков: применение общей анестезии; формирование рубцово-спаечного процесса в зоне операционного вмешательства; объем кровопотери; риск повреждения твердой мозговой оболочки, невральных структур, артериальных и венозных сосудов; развитие инфекционных осложнений; риск развития постмикродискэктомического фасет-синдрома [9, 11–14]. Воздействие нейрохирурга при минимально инвазивном вмешательстве на позвоночнике может быть направлено на различные морфологические субстраты, в том числе собственно МПД, грыжевой дисковый секвестр, область позвоночного канала, включая дугоотросчатый сустав и связочный аппарат [7]. Новые методики отличаются минимальной травматизацией тканей и относительно коротким периодом выздоровления [11, 15, 16].

Таким образом, разнообразные комбинации клинических проявлений, патоморфологических изменений, а также возможных способов хирургического воздействия создают сложную тактическую задачу выбора адекватного хирургического вмешательства, которую постоянно приходится решать в клинической практике [17].

МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ АРТРОЗА ДУГООТРОСЧАТОГО СУСТАВА

Химическая нейротомия (денервация)

Несмотря на то что в широких медицинских кругах химическая денервация не рекомендуется в качестве рутинного лечения хронической боли, нейрохирурги сталкиваются с дилеммой, когда речь заходит о повторных вмешательствах при рецидивирующем болевом синдроме в грудном и поясничном отделах после ранее успешной термической радиочастотной абляции (radio frequency ablation, RFA) медиальной ветви. Так, применение химической денервации раствором спирта при нейротомии медиальной ветви в ряде исследований обеспечило более длительный период обезболивания, а также более значимое улучшение качества жизни, чем повторная RFA, в грудном и поясничном отделах без существенных осложнений в течение 24-месячного периода наблюдения [5, 18]. Таким образом, вероятными показаниями на применение

химической денервации могут быть рецидивирующие боли, не купируемые методом RFA.

Техника выполнения. Нейротомию ДОС производят смесью спиртового раствора и местного анестетика только в случае удачного воспроизведения болей 4%-ным раствором бикарбоната натрия [19]. Манипуляцию выполняют под рентгеноконтролем [20]. Объем раствора, инъецируемого одновременно в область заинтересованного ДОС, составляет 0,1–0,5 мл и подбирается в зависимости от анатомических особенностей, обнаруженных при помощи инструментальных методов обследования. Для стойкой нейротомии ДОС требуется не менее 3–4 введений препарата, до того пока окончательное введение не станет абсолютно безболезненным, что будет свидетельствовать о наступившем разрушении («химической перерезке») нерва в зоне ДОС [21–23].

RFA

RFA — техника, использующая тепловую энергию для прерывания болевых импульсов в спинномозговых нервах, — является наиболее предпочтительной процедурой в лечении хронической боли в различных отделах позвоночника [24]. Преимущества RFA заключаются в длительном облегчении боли, относительно более точной нейротомии нерва Люшка, а также способности произвести стимуляцию нервных окончаний перед нанесением ожога. RFA ДОС преследует задачу снизить локальную боль, уменьшить выраженность мышечно-тонического синдрома [25]. Нейротомия с использованием электромагнитного поля высокой частоты, в отличие от медикаментозных блокад области МПД, осуществляет более длительный и устойчивый эффект и в то же время обратимо денервирует капсулу ДОС [1, 26–28]. Так, согласно результатам ранее проведенных систематических анализов по определению эффективности данной методики при лечении болевого синдрома ДОС и крестцово-подвздошных сочленений, RFA значительно уменьшала степень проявления боли на ранних сроках наблюдения [8, 9, 29]. В настоящее время в научной литературе появляются доказательства пролонгированной эффективности данного метода при лечении артроза ДОС. Так, в исследовании Z. McCormick и соавт. у 62 пациентов были обнаружены значительные улучшения функций позвоночно-двигательного сегмента, уменьшение болевой чувствительности на сроке наблюдения от 12 до 24 мес после RFA [11, 30].

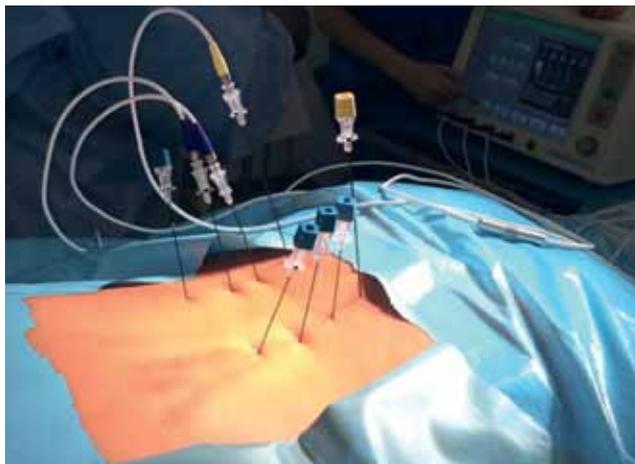


Рис. 1. Установка игл-направителей для RFA

Техника выполнения. RFA выполняют с помощью электрода с неизолированным концевым отделом, который устанавливают в ткань, подлежащую деструкции (рис. 1).

Высокочастотный ток, проходящий через неизолированную часть электрода, из-за сопротивления окружающих мягких тканей прогревает и повреждает их, производит коагуляцию втянутого в патологический процесс нерва Люшка и его окончаний [12, 13, 31, 32]. Электрод, располагающийся в игле, постоянно фиксирует температуру нагрева разрушаемой ткани и передает сведения на радиочастотный генератор [28, 33], который в свою очередь благодаря системе контроля не дает возможность температуре превысить заданную величину. Таким образом, нейрохирург осуществляет контроль за манипуляцией, гарантированной от неожиданных сбоев [24]. При этом практически на всех имеющихся устройствах есть возможность использования пульсовой генерации импульсов, что, по данным литературы, дает схожие результаты и отличается от техники с постоянной передачей импульса [7]. Метод высокопродуктивен, и у 60–80% пациентов позволяет добиться положительных результатов [14, 30, 31, 34].

Интраартикулярное введение препаратов в полость дугоотростчатого сустава

В последние годы одним из методов лечения спондилоартрозов является внутрисуставное введение препаратов гиалуроновой кислоты, глюкокортикостероидов, аутологической плазмы, обогащенной тромбоцитами (platelet rich plasma therapy) [35–37].

Отношение к внутрисуставному введению лекарственных препаратов в настоящее время неод-

нозначное, что может объясняться более сложной техникой манипуляции, а также более высоким риском развития осложнений. Жировая клетчатка верхнего заворота ДОС соединяется с жировой тканью, окружающей корешки. Собственный объем полости ДОС невелик и равен приблизительно 1,0–2,0 мл, поэтому при избыточном введении лекарственное вещество может проникнуть в эпидуральное пространство. В литературе описаны такие осложнения, как проникновение анестетика в субарахноидальное пространство, случаи менингита и разрыва капсулы ДОС [9]. Основное преимущество нейротомии перед внутриартикулярными введениями заключается в том, что вокруг ДОС имеется большее количество ноцицептивных вегетативных образований (в том числе ветвей нерва Люшка), которые играют главную роль в организации рефлекторных синдромов ДОС [38, 39].

МИНИМАЛЬНО ИНВАЗИВНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЙ ПРИ ПАТОЛОГИИ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ

Химическая денервация

При проведении данной манипуляции предварительно, путем воспроизведения боли, следует установить клинически значимый МПД [16], для чего в заинтересованный МПД и смежные с ним диски вводят 4%-ный раствор бикарбоната натрия. В случае воспроизведения боли в области заинтересованного МПД его подвергают денервации [8, 16]. Единичные сообщения об инъекциях малых доз (до 0,4 мл) чистого этилового спирта в центр МПД поступают, в частности, из зарубежных источников [8, 15]. Связанная с этой манипуляцией высокая частота асептического дисцита и перидурита требует относиться к спиртовому хемонуклеолизу предосторожно [40].

Хемонуклеолиз

Первый из известных минимально инвазивных методов лечения грыжи МПД [10, 40]. В 1963 г. J. Smith применил инъекцию в МПД химопапаина при лечении 10 больных с ишиасом [16]. Химопапаин — это фермент, который лизирует элементы хрящевой ткани *in vitro*, а при внутривенной инъекции кроликам вызывает временное размягчение хрящевой трахеи и ушных раковин. Результат применения химопапаина — внутренняя декомпрессия МПД и его денервация, приводящая к фиброзу МПД и исчезновению дискогенной боли [9, 41].

Основные показания к хемонуклеолизу — клинически значимая грыжа МПД с радикулярным болевым синдромом [24]. Немаловажную роль при этом играет подбор больных с превалированием болей в нижних конечностях над поясничным отделом позвоночника, положительными симптомами натяжения корешков. Эффективность методики связана с селективным лизисом хрящевой ткани пульпозного ядра, при котором соединительнотканые волокна фиброзного кольца не растворяются, что может объяснять как успех, так и неудачу используемого метода. Длительно существующая грыжа МПД претерпевает фиброзную трансформацию и петрификацию из-за воспалительных и склеротических процессов, поэтому при «старой» грыже МПД перспективы благоприятного исхода при хемонуклеолизе значительно ниже, чем при новообразованной. Положительные результаты, по мнению различных нейрохирургов, варьируют от 20 до 85% в связи с ограничением четкого контроля дозировки фермента и глубины деструкции тканей [9].

Из осложнений хемонуклеолиза следует отметить аллергическую реакцию; кровотечение; изменения в свертывающей системе крови; развитие эпидурального фиброза, дисцита, спондилита, тромбоза и тромбоза легочной артерии [9]. Наиболее тяжелым из вероятных осложнений является выход папаина в позвоночный канал с лизисом и грубым повреждением невралических структур. Несмотря на редкость перечисленных осложнений, данный препарат запрещен Управлением по контролю за качеством пищевых продуктов и лекарственных средств (Food and Drug Administration, FDA) к применению на территории США [34, 36].

В данный момент на рынке медицинских услуг широко представлено лечение с применением аналогов — карипазима и карипаима. Эти ферментные препараты рекомендуется использовать с применением электрофореза на область поясничного отдела позвоночника, что, со слов производителей, ведет к лизису и рассасыванию грыж МПД. Однако такие заявления не выдерживают никакой критики. Во-первых, глубина проникновения вещества в мягкие ткани при электрофорезе не превышает 1–1,5 см [11, 30, 32], при этом промежуток от кожи до МПД у взрослого человека составляет 8–12 см. Во-вторых, для достижения эффекта необходимо выполнить несколько десятков процедур, что значительно увеличивает риск развития аллергических осложнений и дерматитов и в конечном итоге

ге не позволяет считать этот метод эффективным и безопасным [40].

В настоящий момент в качестве других химических препаратов для введения в МПД изучают хондроитиназы ABC (элиминативная деградация полисахаридов, содержащих 1,4-бета-D-hexosaminyл и 1,3-бета-D-glucuronosyl или 1,3-альфа-L-iduronosyl связи с дисахаридами, содержащими 4-дезоксид-бета-D-Gluc-4- enuronosyl группы), озон [42].

Механическая декомпрессия

Метод фенестрации МПД впервые предложил L. Hunt в 1951 г. Ученый проводил переднелатеральную фенестрацию МПД через открытый ретроперитонеальный доступ и получил успешные результаты. По мнению некоторых авторов, переднелатеральный надрез МПД поможет перераспределить давление в МПД в переднелатеральном направлении и предотвратить возникновение задней грыжи [9]. В настоящее время этот метод имеет больше историческую ценность.

Инtradисковая электротермальная терапия

Инtradисковая электротермальная терапия (от англ. intradiscal electrothermal therapy, IDET) производится через иглу с помощью гибкого нагревательного зонда, петля которого охватывает внутренние слои фиброзного кольца и нагревает их до 65°C в течение 16,5 мин. Это приводит к денатурации и сокращению коллагеновых волокон с одномоментным разрушением ноцицептивных рецепторов фиброзного кольца и коагуляции новообразованных сосудов МПД. Проспективное рандомизированное двойное слепое плацебоконтролируемое перекрестное исследование доказало отсутствие большой продуктивности IDET по сравнению с плацебо [2]. С учетом данных результатов государственная служба здравоохранения США (Medicare) с 2008 г. прекратила финансировать применение IDET.

Лазерная нуклеотомия

В начале 1990-х гг. для осуществления нуклеотомии начали применять лазерную vaporизацию. Так, появились сообщения о четырехлетнем исследовании чрескожной инtradисковой лазерной нуклеотомии при помощи ИАГ-неодимового лазера (лазер на иттрий-алюминиевом гранате, активированном неодимом) [43]. Как и механическая, лазерная нуклеотомия ориентирована на снижение

давления в МПД путем неполного удаления пульпозного ядра, что ведет к уменьшению воспаления и боли. При данном методе выпаривание хрящевой ткани рядом с корешком невозможно, так как рабочий конец лазерного проводника локализуется в центре ядра, т.е. вдалеке от грыжевого фрагмента [40]. По данным D. Chou и соавт. [37], успешным лечение было у 78,4% больных, которых наблюдали на протяжении 26 мес. Однако в обзоре литературы P. Goupille и соавт. [44], посвященном этой методике, с 1980 по 2006 г. не было показано весомых данных о продуктивности перкутанной лазерной нуклеотомии при лечении дискордикулярного конфликта. Невзирая на долголетнюю историю, этот метод постепенно лишается своих позиций во всем мире в связи с низкой продуктивностью и разработкой более современных методов нуклеотомии.

Гидродискэктомия

Суть метода заключается в расслоении и вымывании кусочков дегенерированного МПД через специальный введенный в МПД микрорезектор [31]. Зонд толщиной 3,8 мм (гидрорезектор) содержит два канала — узкий, через который в пульсирующем режиме поступает поток физиологического раствора, разделяющий ткань МПД на фрагменты, и более широкий аспирационный канал, через который производится забор резецированного материала [40]. Перед данной процедурой осуществляют дискографию, которая дает возможность контрастировать трещины в МПД и грыжевое выпячивание и упрощает ориентирование в момент манипуляции. Рабочую канюлю и зонд вводят через заднебоковой пункционный доступ с обязательным интраоперационным контролем (флюороскопия).

Техника выполнения. Техника гидродискэктомии заключается в хронологическом установлении в МПД из заднебокового доступа иглы, проволочного направителя, тупого расширителя и рабочей канюли. Далее внедряют одноразовый рабочий зонд, соединенный с консолью. Поступательные, вращательные и веерообразные движения кончика рабочего зонда дают возможность продуктивно и быстро резецировать ткань МПД как из центра пульпозного ядра, так и из области собственного грыжевого выпячивания. Управляя зондом, в течение 2–3 мин резецируется часть МПД. В момент работы применяют физиологический раствор в сочетании с антибиотиком. В сравнении с другими мининвазивными методами (в частности с лазерной vaporизацией) гидродискэктомия дает возмож-

ность оказывать влияние прямо на зону генератора боли. Отсутствие разогрева ткани в области действия зонда дает возможность удалять ткань даже из зоны задней трети фиброзного кольца, трещин фиброзного кольца и близлежащего эпидурального пространства без опасности травматизации невралжных структур. Выпадение тканей МПД приводит к обострению радикулярного болевого синдрома, а гидродискэктомия дает возможность резецировать часть МПД без дополнительного повреждения волокон фиброзного кольца [10, 40]. Эффективность пункционной гидродискэктомии в приведенных исследованиях составляет 88%. Возможность амбулаторного выполнения делает гидродискэктомию важной опцией лечения диско-радикулярного конфликта [10].

Нуклеопластика

Для воздействия на пульпозное ядро МПД с целью уменьшения его протрузии и снижения компрессии корешков с 1995 г. используется холодная плазма [8, 41, 42]. Метод, запатентованный компанией ArthroCare (США), называется нуклеопластикой и заключается в образовании каналов в пульпозном ядре МПД посредством внедрения электрода, который выпускает высокочастотную энергию для образования высокозаряженных ионных частиц или плазменного поля и дальнейшего расщепления ткани МПД [2, 3, 5, 27, 39]. Это особенный тип электронеурологии, значительно отличающийся от коагуляционных методик [43, 44]. На конце специального электрода формируется дозированный слой плазмы, в котором осуществляется разделение молекулярных связей биообъекта (пульпозного ядра МПД). Возникает эффект «исчезновения» части МПД, при этом температура вокруг электрода не превышает 40–70°C. В ходе данной манипуляции ткань разрушается до молекулярных составляющих в радиусе около 1 мм от зонда, а объем удаленной ткани доходит до 1 см³ [40]. Экспериментальные результаты показывают, что кроме декомпрессионного эффекта нуклеопластика активизирует регенеративные процессы в МПД [44].

Показаниями к проведению нуклеопластики являются боли в нижних конечностях или иррадиирующие боли в комбинации с локальной болезненностью в поясничной области; наличие протрузии, грыжи МПД размером до 8–9 мм по данным МРТ; неэффективность консервативного лечения на протяжении 4–6 нед; невозможность проведения открытого хирургического вмешательства [1, 9, 40, 45].

Абсолютные противопоказания к нуклеопластике [1, 6, 9, 45–48]:

- признаки разрыва фиброзного кольца по данным МРТ, секвестрирование грыжи МПД;
- размер протрузии более 1/3 сагиттального размера позвоночного канала;
- снижение высоты МПД более 50%;
- признаки значимой травматизации корешков спинного мозга на протяжении 2 смежных МПД;
- повреждение спинного мозга;
- наличие онкологического процесса, переломов позвонка, местной или генерализованной инфекции;
- стеноз позвоночного канала менее 12 мм;
- быстро прогрессирующая неврологическая симптоматика;
- спондилолистез, нестабильность в позвоночно-двигательном сегменте.

Относительными противопоказаниями к нуклеопластике считают общие соматические противопоказания; аллергические реакции на лекарственные средства; выраженные признаки спондилоартроза с деформацией фораминального отверстия; выраженный спондилез [1, 45–48].

Техника выполнения. Непосредственно перед манипуляцией больному выполняется очистительная клизма и внутримышечно вводится антибиотик широкого спектра действия. Нуклеопластика выполняется в положении пациента на животе под комбинированным обезболиванием (местная и внутривенная седация) [45].

Пункция МПД под КТ-контролем. Производятся предварительные срезы на уровне пораженного МПД с шагом 2 мм. В проекции заинтересованного МПД на кожные покровы пациента вертикально укладываются несколько металлических полосок длиной по 8–10 см с шагом 2 см на протяжении 6–12 см от средней линии в сторону доступа и фиксируются к кожным покровам. При повторном поперечном КТ-сканировании прицепленные маркеры выявляются в виде рентгеноконтрастных точек. Плоскость сканирования должна соответствовать плоскости МПД. На срезе, прошедшем через центр МПД, подбирается вектор, по которому должна пройти игла, перекрест этого вектора с поверхностью кожи маркируется раствором бриллиантовой зелени с применением в качестве поперечного ориентира светового курсора томографа, в качестве продольного — металлической полоски, фиксированной к коже. На пути игла не должна встречать костных структур (поперечные или суставные

отростки), и скан не обязан соответствовать уровню замыкательных пластин. Совокупив на КТ-скане место проникновения иглы через кожу с фиброзным кольцом МПД, определяется протяжение погружаемой части иглы. После введения иглы производится КТ-контроль. Для достижения высокого эффекта нужно манипулировать электродом от края пульпозного ядра до его центра, для чего кончик иглы не должен дотягиваться до центра МПД на 1,5–2 см. После введения иглы в необходимое положение через нее устанавливают электрод, и заново производится КТ-контроль. После определения максимальной глубины установления электрода выполняется маркировка специальным пружинным ограничителем, входящим в набор для нуклеопластики [45].

При выполнении нуклеопластики *под контролем рентггеннавигации* рекомендуются все известные способы пункции МПД, кроме трансдурального. Для пункции МПД L2–L3, L3–L4, L4–L5 рекомендуется способ DeSeze, для пункции МПД L5–S1 — способ Erlacher. При первом методе точка ввода иглы локализуется латеральнее остистого отростка на 10–12 см, угол внедрения иглы — 45°; при втором — точка ввода находится латеральнее остистого отростка на 1,5–2 см, угол внедрения иглы — 5–10° [8, 45]. Пункцию МПД выполняют в зоне треугольника «безопасности», вне проекции корешка, что дает возможность миновать его повреждение [9]. При рентггеннавигации обязательно применение прямой и боковой проекций. При выполнении нуклеопластики сохраняется постоянный вербальный контакт с больным. При появлении болей с иррадиацией со стороны пациента нужно изменить положение иглы во избежание повреждения корешка.

Лазерная реконструкция диска

В 1993 г. И. Марков после лазерного выпаривания МПД выявил на границе некроза зоны регенерации хрящевой ткани. Этот феномен был досконально исследован, и в 1998 г. группа исследователей (Э. Соболев, А. Басков, А. Шехтер) представила новоявленный подход к лечению дегенеративных процессов хрящевой ткани, базированный на управлении полем механических напряжений в ткани под воздействием краткосрочного неразрушающего лазерного излучения. Импульсное лазерное излучение меняет механические свойства хрящевой ткани, что создает регенераторную реакцию. Эксперименты на животных и клинические

исследования доказали вероятность образования новой хрящевой ткани фиброзно-гиалинового и гиалинового типа в МПД в ответ на влияние неабляционного (не приводящего к удалению и разрушению ткани) излучения волоконного лазера на эрбиевом стекле. Совершенной новый метод лечения дискорадикакулярного конфликта с помощью термомеханического лазера получил название лазерной реконструкции МПД. Клинический эффект пункционной лазерной реконструкции МПД при хронической дискогенной боли набирает 80%. Фактором, обеспечивающим лечебный эффект, является в первую очередь термомеханическое напряжение, формируемое в ткани МПД в момент облучения (механическое влияние на клетки может запустить регенераторные процессы — пролиферацию, синтез протеогликанов). Помимо того, формирование и движение в поле напряжения микропузырьков диаметром до нескольких долей микрометра активизирует механическое напряжение и стимуляцию хрящевых клеток, формирование субмикронных пор в ткани замыкательных пластинок и фиброзного кольца. Эти субмикронные поры обеспечивают улучшение метаболизма ткани, усиление периодических движений в МПД жидких сред и содержащихся в них ионов. Предположительно, при этом также происходит активация стволовых и коммитированных клеток, которые являются источником регенерации хрящевой ткани [40].

Реконструктивная хирургия МПД.

Тканевая инженерия МПД

Ожидания на успехи лечения хронического дискорадикалярного конфликта связывают с тканевой инженерией. Было выявлено, что мезенхимальные стволовые клетки приспособлены дифференцироваться в клетки, подобные пульпозному ядру, с функцией синтеза протеогликанового матрикса ядра МПД. Вопреки экспериментальным успехам, клиническое использование данного метода до настоящего времени не дало эффекта. Так, в результате пилотной пересадки в МПД мезенхимальных стволовых клеток 10 пациентам с дегенеративными процессами в МПД и верифицированным дискографией дискорадикалярным конфликтом не отмечено снижения интенсивности боли ни у одного из них через 12 мес после манипуляции [42].

Производство подходящей матрицы и условий для выживания и функционирования трансплантированных клеток, восстановление функции замыкательных гиалиновых пластин и реставрация

фиброзного кольца представляются основными целями тканевой инженерии МПД.

СОБСТВЕННЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

В клинической работе нейрохирургических отделений Приволжского окружного медицинского центра, Городской клинической больницы № 39 (Нижний Новгород), отделений хирургии позвоночника РНИИТО им. Р.Р. Вредена (Санкт-Петербург) и МЦ «Мирт» (Кострома) широко применяются малоинвазивные пункционные методы лечения поясничного отдела позвоночника. По результатам собственных наблюдений, эффективность используемых процедур (RFA ДОС, химическая нейротомия ДОС, интраартикулярное введение химических агентов в полость ДОС, химическая дерезекция МПД, нуклеопластика и гидродискэктомия), которые проводятся только после полного комплексного обследования пациента и под контролем рентгенонавигации, составляет 70–80% в ближайшем периоде наблюдения. Серьезных осложнений, влияющих на исход операции, нами не зафиксировано.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время наблюдается активное внедрение в клиническую практику миниинвазивных методов лечения дегенеративных процессов позвоночника. Комплексное лечение не снижает возможностей неинвазивных подходов, однако при безуспешности консервативной терапии необходимо шире использовать достижения нуклеотомии, химической и радиочастотной дерезекции.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ

А.В. Яриков — написание текста рукописи; А.А. Денисов — обзор публикаций по теме статьи; М.Ю. Докиш — обзор публикаций по теме статьи; О.А. Перльмуттер — разработка дизайна статьи; А.А. Бояршинов — анализ полученных данных; С.Е. Павлинов — обзор публикаций по теме статьи; К.С. Липатов — анализ полученных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаренко Г.И., Черкашов А.М., Кузьмин В.И., и др. Эффективность радиочастотной денервации позвоночных сегментов // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. — 2013. — №2. — С. 26–31. [Nazarenko GI, Cherkashov AM, Kuz'min VI, et al. Efficacy of spine segments radiofrequency denervation. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2013;(2):26–31. (In Russ).]
2. Тюликов К.В., Мануковский В.А., Бадалов В.И., Коростелёв К.Е. Нуклеопластика как эффективный минимально инвазивный метод лечения протрузий межпозвоноковых дисков поясничного отдела // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. — 2012. — №1–2. — С. 121–122. [Tyulikov KV, Manukovskij VA, Badalov VI, Korostelyov KE. Nukleoplastika kak ehffektivnyj minimal'no invazivnyj metod lecheniya protruzij mezhpozvonkovykh diskov poynasnichnogo otdela. *Zdorov'e. Medicinskaya ehkologiya. Nauka*. 2012;(1–2):121–122. (In Russ).]
3. Асатурян Г.А., Туниманов П.Г. Ближайшие результаты холодноплазменной нуклеопластики у больных с поясничными межпозвоноковыми грыжами // *Креативная хирургия и онкология*. — 2011. — №4. — С. 28–31. [Asaturyan GA, Tunimanov PG. Immediate results of nucleoplasty in patients with lumbar intervertebral herniations. *Kreativnaya hirurgiya i onkologiya*. 2011;(4):28–31. (In Russ).]
4. Луцик А.А., Колотов Е.Б. Диагностика и лечение спондилоартроза // *Хирургия позвоночника*. — 2004. — №1. — С. 113–120. [Lucik AA, Kolotov EB. Diagnostika i lechenie spondiloartroza. *Spine surgery*. 2004;(1):113–120. (In Russ).]
5. Назаренко А.Г., Коновалов Н.А., Молодченков А.И., и др. Вертебрология 2.0: автоматическая виртуальная консультация // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. — 2015. — Т.79. — №5. — С. 43–51. [Nazarenko AG, Konovalov NA, Molodchenkov AI, et al. Vertebrology 2.0: an automatic virtual consultation system. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*. 2015. T. 79;5):43–51. (In Russ).]
6. Кубанов З.А. Внутрисуставная пульсовая радиочастотная денервация при лечении боли в фасеточных суставах // *Российский журнал боли*. — 2018. — №2. — С. 229–231. [Kubanov ZA. Vnutrisustavnaya pul'sovaya radiochastotnaya denervaciya pri lechenii boli v fasetochnyh sustavah. *Rossiyskii zhurnal boli*. 2018;(2):229–231. (In Russ).]
7. Назаренко Г.И., Черкашов А.М., Шевелев И.Н., и др. Эффективность одномоментного выполнения микродискэктомии и радиочастотной денервации межпозвоноковых суставов в сравнении с микродискэктомией у пациентов с грыжами межпозвоноковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. — 2014. — Т.78. — №6. — С. 4–8. [Nazarenko GI, Cherkashov AM, Shevelev IN, et al. Effectiveness of one-stage microdiscectomy and radiofrequency denervation of intervertebral joints compared to microdiscectomy in patients with spinal disc herniation. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*. 2014;78(6):4–8. (In Russ).] doi: 10.17116/neiro20147864-8.
8. Борщенко И.А., Мигачев С.Л., Басков А.В. Пункционная поясничная гидродискэктомия: первый опыт использования // *Нейрохирургия*. — 2010. — №3. — С. 45–51. [Borshchenko IA, Migachev SL, Baskov AV. Puncture lumbar hydrodiscectomy: first experience of usage. *Russian journal of neurosurgery*. 2010;3):45–51. (In Russ).]
9. Борщенко И.А., Басков А.В. Минимально инвазивная хирургия дегенеративного поражения поясничных межпозвоноковых дисков // *Нейрохирургия*. — 2010. — №1. — С. 65–71. [Borshchenko IA, Baskov AV. Minimally invasive surgery of patients with degenerative disease of lumbar intervertebral disks. *Russian journal of neurosurgery*. 2010;(1):65–71. (In Russ).]
10. Закиров А.А., Древалъ О.Н., Чагава Д.А., и др. Лечение спондилоартроза и дискоза поясничного отдела позвоночника комбинированными малоинвазивными методами // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. — 2012. — Т.76. — №2. — С. 17–22. [Zakirov AA, Dreval' ON, Chagava DA, et al. Treatment

of spondyloarthrosis and lumbar discopathy by combined minimally invasive techniques. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*. 2012;76(2):17–22. (In Russ.)]

11. McCormick ZL, Marshall B, Walker J, McCarthy R, Walega DR. Long-Term Function, Pain and Medication Use Outcomes of Radiofrequency Ablation for Lumbar Facet Syndrome // *Int J Anesth Anesth*. 2015;2(2). pii: 028.

12. Тюликов К.В., Мануковский В.А., Литвиненко И.В., и др. Минимально инвазивные методы лечения болевого и корешкового синдромов, вызванных дегенеративно-дистрофическими заболеваниями поясничного отдела позвоночника // *Вестник Российской военно-медицинской академии*. — 2013. — №1. — С. 69–75. [Tyulikov KV, Manukovskij VA, Litvinenko IV, et al. Minimally invasive treatment for radicular pain syndrome caused by degenerative lumbar spine disease. *Vestnik Rossiiskoy voenno-meditsinskoy akademii*. 2013;(1):69–75. (In Russ.)]

13. José-Antonio SS, Vaabor-Aqueveque M, Silva-Morales F. Philosophy and concepts of modern spine surgery. *Acta Neurochir Suppl*. 2011;108:23–31. doi: 10.1007/978-3-211-99370-5_5.

14. Колесов С.В., Курпьяков А.П. Использование холодноплазменной нуклеопластики в лечении грыж межпозвоночных дисков // *Хирургия позвоночника*. — 2007. — №3. — С. 53–58. [Kolesov SV, Kurpyakov AP. Cold plasma nucleoplasty for intervertebral disc herniation. *Spine surgery*. 2007;(3):53–58. (In Russ.)]

15. Никитин А.С., Асратян С.А., Смирнов Д.С., Шалумов А.З. Эффективность блокад фасеточных суставов у больных с поясничным остеохондрозом // *Нейрохирургия*. — 2017. — №3. — С. 57–62. [Nikitin AS, Asratyan SA, Smirnov DS, Shalumov AZ. Ehffektivnost' blokad fasetochnyh sustavov u bol'nyh s poynasichnym osteohondrozom. *Russian journal of neurosurgery*. 2017;(3):57–62. (In Russ.)]

16. Чертков А.К., Бердюгин К.А., Штадлер Д.И., Крысов А.В. Современная малоинвазивная хирургия грыж поясничных дисков // *Вестник травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина*. — 2010. — Т.3. — №3. — С. 108–112. [Chertkov AK, Berdyugin KA, Shtadler DI, Krysov AV. Sovremennaya maloinvazivnaya hirurgiya gryzh poynasichnyh diskov. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. V.D. Chaklina*. 2010;3(3):108–112. (In Russ.)]

17. Кузнецов А.В., Древалъ О.Н., Рынков И.П., и др. Лечение болевого фасет-синдрома у пациентов, перенесших микродискектомию // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. — 2011. — Т.75. — №2. — С. 56–61. [Kuznecov AV, Dreval' ON, Rynkov IP, et al. Management of facet pain syndrome in patients treated by microdiscectomy. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*. 2011;75(2):56–61. (In Russ.)]

18. Joo YC, Park JY, Kim KH. Comparison of alcohol ablation with repeated thermal radiofrequency ablation in medial branch neurectomy for the treatment of recurrent thoracolumbar facet joint pain. *J Anesth*. 2013;27(3):390–395. doi: 10.1007/s00540-012-1525-0.

19. Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., и др. Возможности ультразвуковой навигации для радиочастотной денервации межпозвоночных суставов поясничного отдела позвоночника // *Травматология и ортопедия России*. — 2017. — Т.23. — №4. — С. 29–38. [Volkov IV, Karabaev ISh, Ptashnikov DA, et al. Potential of ultrasound-guided lumbar facet radiofrequency denervation. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2017;23(4):29–38. (In Russ.)] doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-29-38.

20. Никитин А.С., Асратян С.А., Камчатнов П.Р. Стеноз поясничного отдела позвоночного канала // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. — 2015. — Т.115. — №7. — С. 130–140. [Nikitin AS, Asratyan SA, Kamchatnov PR. Stenosis of the vertebral canal in the lower spine. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2015;115(7):130–140. (In Russ.)] doi: 10.17116/jnevro201511571130-140.

21. Крутько А.В., Евсюков А.В. Пункционное хирургическое лечение болевых синдромов, обусловленных дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника. — Новосибирск, 2011. — С. 11. [Krut'ko AV, Evsyukov AV. *Punkcionnoe hirurgicheskoe lechenie boleвыh sindromov, обусловленных дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника*. Novosibirsk; 2011. P. 11. (In Russ.)]

22. Волков И.В., Карабаев И.Ш., Пташников Д.А., и др. Сравнительный анализ эффективности холодноплазменной нуклеопластики и радиочастотной аннулопластики при лечении дискогенных болевых синдромов // *Травматология и ортопедия России*. — 2018. — Т.24. — №2. — С. 49–58. [Volkov IV, Karabaev ISh, Ptashnikov DA, et al. Cold plasma nucleoplasty versus radiofrequency annuloplasty for discogenic pain syndrome: comparative analysis of efficacy. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2018;24(2):49–58. (In Russ.)]

23. Певзнер К.Б., Егоров О.Е., Евзиков Г.Ю., Розен А.И. Чрескожная высокочастотная деструкция дугоотростчатых суставов в лечении постдискектомиического синдрома на поясничном уровне // *Хирургия позвоночника*. — 2007. — №3. — С. 45–48. [Pevzner KB, Egorov OE, Evzikov GYu, Rozen AI. Percutaneous radiofrequency facet ablation for postdiscectomy syndrome in the lumbar spine. *Spine surgery*. 2007;(3):45–48. (In Russ.)]

24. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешникова А.К., Иринцев А.А. Дифференцированная хирургическая тактика при дегенеративных заболеваниях поясничного отдела позвоночника с использованием пункционных методик // *Сибирское медицинское обозрение*. — 2018. — №5. — С. 54–65. [Byval'tsev VA, Kalinin AA, Okoneshnikova AK, Irintseev AA. Differentiated surgical tactics in degenerative diseases of lumbar spine department with the use of functional methods. *Siberian medical review*. 2018;(5):54–65. (In Russ.)] doi: 10.20333/2500136-2018-5-54-65.

25. Гончаров М.Ю. Сравнительные результаты хирургической денервации фасеточных суставов // *Российский журнал боли*. — 2018. — №2. — С. 241. [Goncharov MYu. Sravnitel'nye rezultaty hirurgicheskoy denervatsii fasetochnyh sustavov. *Rossiyskii zhurnal boli*. 2018;(2):241. (In Russ.)]

26. Бывальцев В.А., Калинин А.А., Оконешникова А.К. Анализ клинической эффективности применения фасетопластики при лечении фасет-синдрома в поясничном отделе позвоночника у пациента пожилого и старческого возраста // *Успехи геронтологии*. — 2017. — Т.30. — №1. — С. 84–91. [Byval'tsev VA, Kalinin AA, Okoneshnikova AK. Analiz klinicheskoy ehffektivnosti primeneniya fasetoplastiki pri lechenii faset-sindroma v poynasichnom otdele pozvonochnika u pacienta pozhilogo i starcheskogo vozrasta. *Uspekhi gerontologii*. 2017;30(1):84–91. (In Russ.)]

27. Борщенко И.А., Борщенко Я.А., Басков А.В. Алгоритм выбора метода минимально инвазивного хирургического лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника на основе современных методов математического интеллектуального анализа данных // *Нейрохирургия*. — 2013. — №2. — С. 49–58. [Borshchenko IA, Borshchenko YaA, Baskov AV. Algorithm of minimally invasive surgical treatment option choice at patients with degenerative disease of lumbar spine based on current methods of mathematic database mining analysis. *Russian journal of neurosurgery*. 2013;(2):49–58. (In Russ.)]

28. Щедренок В.В., Себелев К.И., Иваненко А.В., Могучая О.В. Результаты пункционных методов лечения остеохондроза позвоночника // *Хирургия позвоночника*. — 2010. — №1. — С. 46–48. [Shchedrenok VV, Sebelev KI, Ivanenko AV, Moguchaya OV. Outcomes of puncture methods for treatment of spinal osteochondrosis. *Spine surgery*. 2010;(1):46–48. (In Russ.)]

29. Евзиков Г.Ю., Егоров О.Е., Розен А.И. Радиочастотная денервация в лечении болевого синдрома при патологии крестцово-подвздошного сочленения // *Нейрохирургия*. — 2015. — №2. — С. 80–85. [Evzikov GYu, Egorov OE, Rozen AI. Radiofrequency denervation in the treatment of pain syndrome because of sacroiliac joint pathology. *Russian journal of neurosurgery*. 2015;(2):80–85. (In Russ.)]

30. Борщенко И.А., Лялина В.В. *Практика спинальной хирургии в условиях частной клиники*. — Москва: Практика, 2014. — 172 с. [Borshchenko IA, Lyalina VV. *Praktika spinal'noy hirurgii v usloviyah chastnoy kliniki*. Moscow: Praktika; 2014. 172 p. (In Russ.)]

31. Холодов С.А. Транскутанное протезирование синовиальной жидкости в суставе при спондилоартрозе поясничного отдела позвоночника // *Нейрохирургия*. — 2014. — №3. — С. 50–54. [Holodov SA. The transcuteaneous prosthetics of joint

synovial fluid at patients suffered from lumbar spondylarthrosis. *Russian journal of neurosurgery*. 2014;(3):50–54. (In Russ.)

32. Перфильев С.В. Современные тенденции в лечении дегенеративных заболеваний позвоночника (обзор литературы) // *Журнал теоретической и клинической медицины*. — 2014. — №4. — С. 72–76. [Perfil'ev SV. Sovremennyye tendencii v lechenii degenerativnykh zabolevaniy pozvonochnika. *Zhurnal teoreticheskoy i klinicheskoy mediciny*. 2014;(4):72–76. (In Russ.)]

33. Щедренко В.В., Иваненко А.В., Себелев К.И., Могучая О.В. Малоинвазивная хирургия дегенеративных заболеваний позвоночника // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. — 2010. — Т.169. — №2. — С. 102–104. [Shchedrenok VV, Ivanenko AV, Sebelev KI, Moguchaya OV. Minimally invasive surgery of degenerative diseases of the spine. *Vestnik khirurgii imeni I. I. Grekova*. 2010;169(2):102–104. (In Russ.)]

34. Древалъ О.Н. *Нейрохирургия*. Т. 2. — Москва: Литтера, 2013 — 864 с. [Dreval' ON. *Neurosurgery*. V.2. Moscow: Littera; 2013. 864 p. (In Russ.)]

35. Колотов Е.Б., Луцик А.А., Миронов А.В. Предоперационная диагностика и лечение рефлекторно-болевых синдромов у больных с грыжами межпозвонковых дисков на шейном и поясничном уровнях // *Бюллетень сибирской медицины*. — 2009. — Т.8. — №1–2. — С. 111–115. [Kolotov EB, Lucik AA, Mironov AV. Predoperacionnaya diagnostika i lechenie reflektorno-bolevykh sindromov u bol'nykh s gryzhami mezhpozvonkovykh diskov na shejnom i poynasichnom urovnyah. *Bulletin of Siberian medicine*. 2009;8(1–2):111–115. (In Russ.)]

36. Мануковский В.А., Бадалов В.И., Тюликов К.В., Коростелёв К.Е. Метод холодноплазменной коагуляции пульпозного ядра в лечении протрузий межпозвонковых дисков поясничного отдела у военнослужащих // *Военно-медицинский журнал*. — 2012. — Т.333. — №6. — С. 28–33. [Manukovskiy VA, Badalov VI, Tyulikov KV, Korostelyov KE. Coblation of nucleus pulposus in treatment of military men's lumbar disc protrusions. *Voen Med Zh*. 2012;333(6):28–33. (In Russ.)]

37. Choy DS, Ascher PW, Ranu HS, et al. Percutaneous laser disc decompression. A new therapeutic modality. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1992;17(8):949–956. doi: 10.1097/00007632-199208000-00014.

38. Крутько А.В., Кудратов А.Н., Евсюков А.В. Дискотомическое лечение рефлекторно-болевых синдромов поясничного остеохондроза // *Хирургия позвоночника*. — 2010. — №3. — С. 52–59. [Krut'ko AV, Kudratov AN, Evsyukov AV. Disc puncture for treatment of reflex pain syndromes of lumbar spine degenerative disease. *Spine surgery*. 2010;(3):52–59. (In Russ.)]

39. Луцик А.А., Шмидт И.Р., Колотов Е.Б. *Спондилоартроз*. — Новосибирск: Издатель, 2003. — 290 с. [Lutsik AA, Shmidt IR, Kolotov EB. *Spondiloartroz*. Novosibirsk: Izdatel'; 2003. 290 p. (In Russ.)]

40. Каракулова Ю.В., Пронин А.Ю. Применение метода малоинвазивной терапии радиочастотной денервации у пациентов с хронической болью в спине // *Российский журнал боли*. — 2018. — №2. — С. 228–229. [Karakulova YuV, Pronin AYU. Primenenie metoda maloinvazivnoy terapii radiochastotnoj denervacii u pacientov s hronicheskoy bol'yu v spine. *Rossiyskii zhurnal boli*. 2018;(2):228–229. (In Russ.)]

41. Никитин А.С., Асратян С.А., Смирнов Д.С. *Блокады в лечении фасеточного синдрома*. В сб.: Новые технологии в скорой

и неотложной медицинской помощи: материалы научно-практической конференции, 21–22 апреля 2016. — М., 2016. — С. 108. [Nikitin AS, Asratyan SA, Smirnov DS. *Blokady v lechenii fasetchnogo sindroma*. (Conference proceedings) Novyye tekhnologii v skoroj i неотложной медицинской помощи: материалы научно-практической конференции; date 2016 April 21–22. Moscow; 2016. P. 108. (In Russ.)]

42. Щедренко В.В., Иваненко А.В., Себелев К.И., и др. Ближайшие и отдаленные результаты лечения компрессионных и рефлекторных синдромов при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника // *Гений ортопедии*. — 2010. — №4. — С. 63–67. [Shchedrenok VV, Ivanenko AV, Sebelev KI, et al. The immediate and long-term results of treatment of compression and reflex syndromes for degenerative diseases of the spine. *Geniy ortopedii*. 2010;(4):63–67. (In Russ.)]

43. Кравец Л.Я., Боков А.Е. Минимально инвазивные технологии в лечении хронического дискогенного болевого синдрома // *Нейрохирургия*. — 2007. — №4. — С. 51–55. [Kravec LYa, Bokov AE. The application of minimally invasive technologies in the course of treatment of chronic discogenic pain syndrome. *Russian journal of neurosurgery*. 2007;(4):51–55. (In Russ.)]

44. Goupille P, Mulleman D, Mammou S, et al. Percutaneous laser disc decompression for the treatment of lumbar disc herniation: a review. *Semin Arthritis Rheum*. 2007;37(1):20–30. doi: 10.1016/j.semarthrit.2007.01.006.

45. Назаренко Г.И., Черкашов А.М., Назаренко А.Г. Новая методика оценки степени достижения цели лечения в практике ведения пациентов с поясничной болью // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. — 2009. — №1. — С. 76–81. [Nazarenko GI, Cherkashov AM, Nazarenko AG. New method for evaluation of the degree of purpose achievement in management of patients with low back pain. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2009;(1):76–81.]

46. Журавлев Ю.И., Назаренко Г.И., Черкашов А.М., и др. Прогнозирование исходов хирургического лечения дегенеративной болезни межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. — 2009. — №1. — С. 42–47. [Zhuravlev Yul, Nazarenko GI, Cherkashov AM, et al. Predicting of outcomes of surgical treatment of degenerative lumbar disk disease. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*. 2009;(1):42–47. (In Russ.)]

47. Гуца А.О., Герасимова Е.В., Полторако Е.Н. Болевой синдром при дегенеративно-дистрофических изменениях позвоночника // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. — 2018. — Т.12. — №4. — С. 67–75. [Gushcha AO, Gerasimova EV, Poltorako EN. Pain syndrome in degenerative spine conditions. *Annaly klinicheskoy i ehksperimental'noy neurologii*. 2018;12(4):67–75. (In Russ.)]

48. Коновалов Н.А., Прошутинский С.Д., Назаренко А.Г., Королишин В.А. Радиочастотная денервация межпозвонковых суставов при лечении болевого фасеточного синдрома // *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. — 2011. — Т.75. — №2. — С. 51–55. [Konovalov NA, Proshutinskij SD, Nazarenko AG, Korolishin VA. Radiofrequency denervation of intervertebral joints in management of facet pain syndrome. *Zh Vopr Neurokhir Im N N Burdenko*. 2011;75(2):51–55. (In Russ.)]

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Яриков Антон Викторович

канд. мед. наук, нейрохирург и травматолог-ортопед ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России;

адрес: 603001, Нижний Новгород, наб. Нижне-Волжская, д. 2, e-mail: anton-yarikov@mail.ru,

SPIN-код: 8151-2292, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4437-4480>

Денисов Антон Андреевич

аспирант, травматолог-ортопед ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена»;

e-mail: denisov1993@gmail.com, **SPIN-код:** 7505-7491, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8113-2395>

Докиш Михаил Юрьевич

канд. мед. наук, нейрохирург и травматолог-ортопед ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена»;

e-mail: drdokish@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8113-2395>

Перльмуттер Ольга Александровна

д-р мед. наук, профессор, нейрохирург ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 39»;

e-mail: oaperlmutter@gmail.com, **SPIN-код:** 1243-9601

Бояршинов Алексей Андреевич

нейрохирург ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 39»;

e-mail: boyarshinov-9696@mail.ru

Павлинов Сергей Евгеньевич

нейрохирург медицинского центра «Мирт», Кострома;

e-mail: yariw@yandex.ru

Липатов Кирилл Сергеевич

канд. мед. наук, главный врач клинической больницы № 2 ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России;

e-mail: operaciipomc@mail.ru