



ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ТРАНСФОРАМИНАЛЬНЫХ ЭПИДУРАЛЬНЫХ БЛОКАД У ПАЦИЕНТОВ С ГРЫЖАМИ МЕЖПОЗВОНКОВОГО ДИСКА И КОРЕШКОВОЙ БОЛЮ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

А.Л. Кривошапкин^{1, 2}, И.Д. Савицкий^{1, 2}, Г.С. Сергеев², А.С. Гайтан², О.А. Абдуллаев^{1, 2}

¹Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия

²Европейский медицинский центр, Москва, Россия

Цель исследования — анализ информации об использовании эпидуральных инъекций в лечении и диагностике пациентов с грыжами межпозвоночных дисков. Освещены эпидемиология и современные представления о патогенезе формирования болевого синдрома у пациентов с грыжами межпозвоночных дисков, алгоритмах и методиках консервативного и хирургического лечения таких пациентов. Представлена информация о способах и особенностях различных путей эпидуральных инъекций, используемых при этом лекарственных препаратах, а также проведена сравнительная оценка их эффективности и безопасности. Отдельно обсуждается диагностическая и прогностическая значимость трансфораминальной эпидуральной блокады.

Ключевые слова: селективный блок спинно-мозгового корешка, трансфораминальная эпидуральная блокада, грыжа диска, корешковая боль, радикулопатия, диагностическая блокада.

Для цитирования: Кривошапкин А.Л., Савицкий И.Д., Сергеев Г.С., Гайтан А.С., Абдуллаев О.А. Лечебно-диагностическая ценность трансфораминальных эпидуральных блокад у пациентов с грыжами межпозвоночного диска и корешковой болью: аналитический обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2020. Т. 17. № 3. С. 53–65.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2020.3.53-65>.

ТHERAPEUTIC AND DIAGNOSTIC VALUE OF TRANSFORAMINAL EPIDURAL INJECTIONS IN PATIENTS WITH HERNIATED DISC AND RADICULAR PAIN: ANALYTICAL LITERATURE REVIEW

A.L. Krivoshapkin^{1, 2}, I.D. Savitskiy^{1, 2}, G.S. Sergeev², A. S. Gaytan², O.A. Abdullaev^{1, 2}

¹Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia

²European Medical Center, Moscow, Russia

The aim of the study is to analyze comprehensive information on the use of epidural injections in the treatment and diagnosis of patients with herniated intervertebral discs. Epidemiology and modern concepts of the pathogenesis of pain syndrome formation in patients with herniated intervertebral discs, algorithms and methods of conservative and surgical treatment of such patients are highlighted. Information on the methods and features of various routes of epidural injections used for these drugs is presented, as well as a comparative assessment of their effectiveness and safety. The diagnostic and prognostic significance of transforaminal epidural block is discussed separately.

Key Words: selective nerve root block, transforaminal epidural injection, disc herniation, sciatica, radiculopathy, radicular pain, diagnostic injection.

Please cite this paper as: Krivoshapkin AL, Savitskiy ID, Sergeev GS, Gaytan A.S., Abdullaev O.A. Therapeutic and diagnostic value of transforaminal epidural injections in patients with herniated disc and radicular pain: analytical literature review. Hir. Pozvonoc. 2020;17(3):53–65. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2020.3.53-65>.

С момента публикации в научной литературе классической работы Mixter и Barr, установившей причастность грыжи межпозвоночного диска к патофизиологическим механизмам формирования ишиалгии, прошло уже 86 лет, однако лечение данного заболевания и сегодня вызывает большое

количество споров в медицинском сообществе.

Периодические боли в пояснично-крестцовом отделе позвоночника возникают у 60–80 % взрослого населения земли [1]. В США поясничная боль занимает 5-е место по частоте обращений за медицинской помощью и требует

ежегодных затрат системы здравоохранения в размере от 30 до 50 млрд долларов [2].

Радикулярный болевой синдром представляет собой важную подгруппу в структуре пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника [3, 4]. В зависимости от исследуемо-

го временного периода, распространенность корешковой боли в течение жизни в различных группах варьирует от 12,2 до 43,0 % [5], а ежегодная частота возникновения эпизода корешковой боли колеблется в диапазоне от 1 до 5 % [6]. Radhakrishnan et al. [7] обнаружили, что годовая частота шейной радикулопатии составляет 107,3 случаев на 100 000 для мужчин и 63,5 – на 100 000 для женщин.

Современное представление о корешковом болевом синдроме как о комплексной проблеме включает в себя взаимодействие различных факторов: воспалительных, иммунологических и компрессионных [8–11].

У большей части пациентов удается купировать болевой синдром использованием всевозможных методов консервативного лечения и избежать инвазивных процедур [12–15]. В качестве первой линии лечения пациентов с корешковым болевым синдромом, связанным с грыжей межпозвонкового диска, наряду с физиотерапией, выступает консервативное лечение с применением различных комбинаций нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВС), опиоидных анальгетиков, миорелаксантов, антидепрессантов, системных кортикостероидов и антиконвульсантов [16–17].

Дискэктомия со стабилизацией или без нее является популярной и отработанной методикой в тех случаях, когда исчерпаны возможности медикаментозного ведения таких пациентов. При этом значительное число пациентов, подвергнувшихся этому лечению, по тем или иным причинам требует повторного оперативного вмешательства, а часть из них не получает ожидаемого эффекта от операции, что существенно повышает расходы системы здравоохранения [18–23]. В то же время, по данным литературы [24–29], выполнение эпидуральных блокад на дооперационном этапе позволяет достигнуть значительных преимуществ в лечении пациентов с грыжами диска и радикулярным болевым синдромом, а в ряде случаев – избежать операции.

Цель исследования – анализ информации об использовании

эпидуральных инъекций в лечении и диагностике пациентов с грыжами межпозвонковых дисков и корешковой болью.

Методики оперативного вмешательства

Согласно отечественным клиническим рекомендациям, пациентам с грыжами межпозвонковых дисков пояснично-крестцового отдела позвоночника при наличии радикулопатии и отсутствии эффекта от проводимого консервативного лечения в течение четырех недель рекомендовано оперативное вмешательство [30].

На сегодняшний день разработано большое количество методик оперативного вмешательства по поводу грыжи межпозвонкового диска, которые можно разделить на три вида: микрохирургические, микроэндоскопические, эндоскопические [31].

Дискэктомия является самой распространенной нейрохирургической процедурой в США, где ежегодно выполняется свыше 480 тыс. манипуляций [32, 33]. Одной из наиболее эффективных и популярных методик на протяжении достаточно длительного времени считается микрохирургическая дискэктомия [34].

При сравнении микродискэктомии с тубусной и эндоскопической дискэктомией отмечены лучшие краткосрочные результаты в последних двух группах, вместе с тем оценка долгосрочных результатов через 1 мес., 6 мес. и 1 год не выявила существенной разницы исходов в исследуемых группах [35–36].

Способ перкутанной декомпрессии включает в себя несколько различных методик, целью которых является устранение компрессии нервных структур, уменьшение размеров выпячивания диска и восстановление функции поврежденного диска. Эти методики классифицируются на механическую, термальную и химическую декомпрессию, а также имплантацию биоматериала [37]. Наиболее распространенной среди них является нуклеопластика, которая считается альтер-

нативой открытой хирургии. Для ее проведения используется биполярная радиочастотная энергия с целью снижения внутривещного давления [38]. В вышеупомянутой обзорной статье было установлено, что данная методика способствует снижению интенсивности болевого синдрома на 66 %. При этом отмечается 50 % снижение степени нетрудоспособности к концу 1-го месяца после процедуры.

У пациентов, перенесших хирургическое лечение по поводу грыжи поясничного отдела позвоночника, происходило быстрое улучшение состояния по истечении трех месяцев (средний показатель ВАШ – 15,3 балла; средний показатель по шкале Освестри – 15,5), однако они отмечали присутствие болевых ощущений и функциональных расстройств легкой и умеренной интенсивности по истечении 5-летнего наблюдения (средний показатель ВАШ – 21,0 балл; средний показатель по шкале Освестри – 13,1) [36].

Несмотря на растущий опыт проведения оперативных вмешательств и совершенствование хирургических технологий, рецидивы болевого синдрома у лиц, перенесших операцию на межпозвонковом диске, встречаются с частотой от 4 до 67 % [18]. До 42 % судебных исков, подаваемых нейрохирургическими пациентами, связаны с операциями на позвоночнике [19]. От 10 до 40 % больных, которым проводили спондилодез, были подвержены синдрому неудачно прооперированного позвоночника [20]. В обзорной статье с метаанализом Chen et al. [23] исследовали частоту осложнений различных хирургических техник удаления грыжи межпозвонкового диска. Среди рассмотренных методик осложнения наблюдались у 5,8–25,8 % оперированных пациентов. Среди пациентов, которым выполнена дискэктомия при протрузиях и грыжах поясничных межпозвонковых дисков, получено до 50 % неудовлетворительных результатов [22].

Средняя дополнительная стоимость любой повторной операции на поясничном отделе позвоночника состав-

ляла порядка 11 161 тыс. долларов США в год [21].

Несмотря на все вышеперечисленное, важно отметить, что дискэктомия с использованием микроскопа или эндоскопической техники остается действенной и отработанной методикой. Вместе с тем необходима оптимизация алгоритмов диагностики, способов оказания медицинской помощи, а также отбора кандидатов для оперативного вмешательства.

Эпидуральные блокады

Одним из часто обсуждаемых в последнее время аспектов лечения пациентов с болью в шейном и поясничном отделах позвоночника, сопровождающейся корешковым болевым синдромом, являются эпидуральные медикаментозные инъекции.

С учетом воспалительного компонента в патофизиологии корешковой боли использование эпидуральных стероидных блокад в качестве одной из стратегий лечения данного заболевания выглядит обоснованным [39].

Первоначально для этих целей использовали раствор локального анестетика, однако в 1952 г. выполнили и описали первую инъекцию кортикостероидов [40].

В настоящий момент существует целый ряд инъекционных доступов, позволяющих проводить эпидуральное введение лекарственных препаратов: каудальные эпидуральные блокады, интерламинарные эпидуральные блокады и трансфораминальные эпидуральные блокады [41–43].

В связи с тем, что в настоящий момент научная литература описывает существенные различия как в технических особенностях проведения эпидуральных инъекций посредством различных доступов, так и разницу в эффективности и исходах при различных патологиях, их принято рассматривать как отдельные методики [44].

Все процедуры рекомендовано проводить под рентгенологическим или ультразвуковым контролем [45–48].

Проведение каудальной эпидуральной блокады осуществляется путем продвижения иглы через крестцовый канал в сагральное эпидуральное пространство [45, 49]. Kim et al. [50] показали, что 10 мл инъекционного раствора достаточно для достижения сегмента L₃–L₄. Они также выявили, что после первичного введения 10 мл раствора последующие 30 мл достигают только уровня L₂–L₃, то есть распространяются на один сегмент в краиниальном направлении.

При интерламинарной эпидуральной блокаде игла вводится в эпидуральное междужковое пространство [46, 51].

Варианты укладки пациента для проведения трансфораминальной эпидуральной блокады, как и рентгеноскопические ориентиры, определяющие точку введения иглы, могут варьировать в зависимости от уровня патологии [45, 47]. Это связано с анатомическими особенностями костных и невралных структур, хода сосудистого русла, характерными для различных отделов позвоночного столба [52].

Распространение контраста вдоль нервного корешка подтверждает правильность позиционирования иглы, после чего проводится медленное введение лекарственных растворов [48].

Сравнительная эффективность эпидуральных блокад

В работе Manchikanti et al. [53], посвященной использованию эпидуральной блокады для купирования корешкового болевого синдрома и люмбагии у пациентов с грыжами дисков на поясничном уровне, по результатам трех крупных исследований, включающих в себя 120 пациентов каждое, не было выявлено существенных преимуществ каудального, трансфораминального или интерламинарного метода по результатам двухлетнего наблюдения. При этом поясничные интерламинарные эпидуральные блокады демонстрировали потенциально бóльшую эффективность купирования болевого синдрома по результатам 6-месячного наблюдения и улуч-

шения функционального состояния через 1 год. Также не было выявлено значимых различий эффективности методик в зависимости от уровня патологии в поясничном отделе [54–56].

В исследовании Singh et al. [57] установлено преимущество каудальных эпидуральных стероидных блокад относительно трансфораминальных эпидуральных стероидных блокад по результатам однолетнего наблюдения пациентов, продемонстрирована более высокая эффективность купирования болевого синдрома: снижение интенсивности болей на 58,2 % в группе каудальных эпидуральных стероидных блокад и на 46,8 % в группе трансфораминальных эпидуральных блокад и более существенный регресс функциональных нарушений по шкале Освестри (27,0 и 41,7 % при каудальных эпидуральных блокадах и трансфораминальных эпидуральных блокадах соответственно).

С другой стороны, Pandey et al. [58] при проведении сравнительной оценки эффективности каудальных эпидуральных блокад у пациентов с радикулярным болевым синдромом и болью в пояснице по результатам однолетнего наблюдения выявили существенное преимущество в группе трансфораминального доступа, где только у 10,0 % пациентов лечение было неэффективно, в то время как аналогичный показатель в группах каудальной и интерламинарной методики достигал 25,6 и 22,2 % соответственно.

Вместе с тем в работе Kamble et al. [59], сравнивающей эффективность вышеупомянутых методик, несмотря на сопоставимость краткосрочных показателей динамики интенсивности боли, выявлено преимущество среди пациентов из трансфораминальной группы, продемонстрировавших отсутствие значимого нарастания болевого синдрома по результатам 1-месячного и 6-месячного наблюдения, а также более выраженное снижение функциональных нарушений. Однако стоит отметить, что долгосрочная оценка эффективности в данном исследовании не проводилась.

Adilay et al. [60] указывают на высокую эффективность трансфораминальной методики у пациентов с поясничным радикулярным болевым синдромом.

Маккар et al. [61] изучали эффективность модифицированной интерламинарной методики из латерального парасагиттального доступа в сравнении с классическими интерламинарными эпидуральными блокадами и трансфораминальными эпидуральными блокадами. По результатам 6-месячного наблюдения наиболее эффективное купирование боли отмечалось в группе модифицированной интерламинарной эпидуральной блокады (80 %) и трансфораминальной эпидуральной блокады (75 %) без статистически значимой разницы.

В 2018 г. Lee et al. [62] провели систематический обзор литературы с метаанализом, сравнивая эффективность каудальных эпидуральных блокад и трансфораминальных эпидуральных блокад у пациентов с поясничными грыжами межпозвонковых дисков. Из 6711 исследований были отобраны 6, подходящих по критериям и тематике обзора. В четырех исследованиях отмечалось превосходство трансфораминальной методики, в одном – каудальной, еще в одном – не было значимой разницы в эффективности трансфораминальных эпидуральных и каудальных эпидуральных блокад. Авторы пришли к заключению о том, что трансфораминальная эпидуральная блокада позволяет достигнуть лучшего клинического эффекта, чем каудальная, и, несмотря на низкий уровень доказательств при проведении метаанализа, может рассматриваться в качестве предпочтительной методики эпидурального введения стероидов.

Bensler et al. [63] не выявили статистически значимой разницы в эффективности интерламинарной эпидуральной блокады и трансфораминальной эпидуральной блокады у пациентов с грыжами дисков поясничного отдела позвоночника, но отметили тенденцию к несколько лучшим результатам в группе интер-

ламинарной эпидуральной блокады. Стоит заметить, что исследование ограничено 1-месячным периодом наблюдения и не оценивает долгосрочную эффективность.

В обзорной статье Smith et al. [64] проводился анализ работ, посвященных трансфораминальной методике. Было установлено, что показатели эффективности трансфораминальной эпидуральной блокады были выше у пациентов с менее продолжительным анамнезом корешковой боли, ранним положительным ответом на инъекцию и подтвержденной радикулопатией по данным электромиографии. Кроме того, ряд публикаций указывает на большую эффективность трансфораминальной эпидуральной блокады у пациентов с низкой степенью компрессии нервного корешка по данным МРТ, нежели у пациентов с высокой степенью компрессии [65, 66].

Продолжительность обезболивающего эффекта при блокадах варьирует. В большинстве исследований одной инъекции было достаточно для достижения успешного исхода. При рецидиве болевого синдрома после его первоначального успешного купирования возможно повторное применение трансфораминальной эпидуральной блокады. Однако хорошо известны возможные системные побочные эффекты эпидурального введения кортикостероидов. В связи с этим дозировка вводимого препарата и кратность проведения таких блокад должны быть ограничены минимально эффективным количеством и частотой с соответствующими временными промежутками между процедурами. Большинство исследований в данном обзоре продемонстрировали пользу лечения в течение 3–6 мес., а некоторые на протяжении 1 года и даже 2 лет после трансфораминальной эпидуральной блокады. Разумным объяснением такого длительного эффекта, с большой долей вероятности, является естественное благоприятное течение поясничных корешковых болей у части пациентов, нежели однолетний или двухлетний эффект, напря-

мую связанный с введением кортикостероида [64].

В 2006 г. Lin et al. [24] ретроспективно проанализировали исходы 70 кандидатов с грыжами диска для проведения оперативного вмешательства по поводу шейного корешкового синдрома, которым была выполнена трансфораминальная эпидуральная блокада в связи с неэффективностью консервативного лечения. При динамическом наблюдении (в среднем через 13 мес.) установлено, что 63 % пациентов удалось избежать оперативного вмешательства.

Costandi et al. [25] провели ретроспективный анализ исходов 64 пациентов с грыжей шейного отдела позвоночника, сопровождающейся радикулярным болевым синдромом, которым проведена трансфораминальная эпидуральная блокада с использованием 10 мг дексаметазона и 1 мл 0,5 % раствора бупивакаина. Прежде все пациенты не получили улучшения состояния на фоне проводимого консервативного лечения и физиотерапии в течение 8 недель. Спустя 3 года 70,3 % пациентов (95 % CI^{1/4} 57,6–81 %) удалось избежать оперативного вмешательства. Разница среднего показателя ВАШ до и после процедуры равнялась 4,4 (95 % CI^{1/4} 3,75–5,10). Среднее значение уменьшения интенсивности боли составило 66 % [25].

В 2018 г. Kesikburun et al. [26] провели ретроспективное исследование 64 пациентов с болевым синдромом, ассоциированным с грыжей шейного отдела позвоночника. Всем пациентам была проведена трансфораминальная эпидуральная блокада. На основании полученных данных достигнуто существенное снижение средней интенсивности боли с исходных $8,6 \pm 1,4$ до $3,2 \pm 2,5$ балла на контрольном осмотре через 2 недели после инъекции. Для достижения терапевтического эффекта пациентам проведено от 1 до 3 инъекций. Более 80 % пациентов отметили уменьшение интенсивности боли свыше 50 % от исходной. Средняя продолжительность лечебного эффекта трансфораминальной эпидуральной блокады равнялась $13,3 \pm 9,44$ мес.

Также установлено, что больший исходный показатель ВАШ коррелировал с более выраженным обезболивающим и более длительным лечебным эффектом ($p = 0,042$ и $0,011$ соответственно). Авторы заключили, что результаты исследования позволяют считать трансфораминальную эпидуральную блокаду эффективной методикой лечения боли в шее, иррадиирующей в руку у пациентов с грыжами шейного отдела позвоночника.

По данным систематического обзора литературы с метаанализом Conger et al. [67], проведенного в 2019 г., не выявлено ни одного исследования методики трансфораминальной эпидуральной блокады среди пациентов с грыжей на шейном уровне, которое бы отвечало критериям включения и исключения, поскольку отсутствовала группа сравнения.

Сторонники более агрессивной хирургической тактики часто аргументируют свою позицию тем, что, несмотря на высокую эффективность эпидуральных инъекций в первые месяцы после блокады, в долгосрочной перспективе пациенты с грыжами межпозвоночных дисков так или иначе требуют проведения операции.

Такая позиция может быть оспорена, поскольку существуют исследования, демонстрирующие существенное уменьшение размеров грыжевого выпячивания в течение нескольких лет, вплоть до ее полного исчезновения [68–71].

В целом использование эпидуральных блокад позволяет достигнуть хорошего клинического эффекта более чем у половины пациентов (табл. 1).

Диагностическая и прогностическая значимость трансфораминальной эпидуральной блокады

В своей практике неврологи и нейрохирурги нередко встречают пациентов с клинической картиной, которая не соответствует данным инструментальных исследований, что может приводить к ошибочной интерпретации полученных резуль-

татов. Например, ряд работ указывает на невысокую корреляцию данных МРТ-исследований фасеточных суставов, спинальных стенозов и целостности задней продольной связки с интраоперационной картиной [72–74].

Возможность точечного введения лекарственного раствора к нервным корешкам при трансфораминальной эпидуральной блокаде делает эту методику, по своей сути, уникальным диагностическим инструментом в лечении пациентов с грыжами межпозвоночных дисков [27]. Такое свойство может быть полезным и в случае многоуровневого поражения межпозвоночных дисков смежных отделов, а также при прогнозировании успешности последующего оперативного вмешательства у пациентов на данном уровне.

Derby et al. [28] в 1992 г. установили корреляцию между эффективностью трансфораминальной эпидуральной блокады и исходом последующего оперативного вмешательства. Среди пациентов с корешковым болевым синдромом продолжительностью свыше одного года отмечался положительный исход оперативного вмешательства у 85 % в группе эффективной блокады, плохой исход – у 95 % в группе неэффективной блокады [28].

Leung et al. [29] высоко оценили диагностическую ценность трансфораминальной эпидуральной блокады, проведенной 186 пациентам, получив немедленный ответ на введение локального анестетика и стероидного препарата в 80,2 % случаев.

Datta et al. [75] в своем обзоре указывают на то, что диагностическая ценность трансфораминальной эпидуральной блокады на дооперационном этапе не доказана, однако дальнейшее изучение этой темы представляет интерес для исследователей.

Исследование шейных трансфораминальных эпидуральных блокад, проведенное Costandi et al. [25], подтвердило прогностическую ценность методики, показав, что все пациенты с хорошим исходом после оперативного вмешательства отмечали существенное снижение боли после бло-

кады. Напротив, пациенты, у которых хирургия была неэффективна, достигли менее 50 % купирования радикулярных болей после трансфораминальной эпидуральной блокады. В целом же, несмотря на отсутствие консолидированного мнения в медицинском сообществе и достаточной доказательной базы относительно диагностической значимости трансфораминальных эпидуральных блокад, авторы отмечают, что многие опытные врачи считают такую методику полезным инструментом.

Растворы для проведения эпидуральных блокад

В настоящее время наиболее распространенными группами препаратов для проведения эпидуральных блокад являются стероидные растворы и растворы местных анестетиков, применяемые как по отдельности, так и в комбинациях.

Разделение стероидных препаратов на соединения с частицами и соединения без частиц основано на химических свойствах растворимости синтетических кортикостероидов в воде и на их агрегационных характеристиках. Стероиды с частицами обычно плохо растворимы в воде, поэтому могут выпадать в осадок и кристаллизоваться в гидрофильной среде. На основании этого было предположено, что стероиды с большим размером частиц могут иметь больший риск окклюзии мелких артериальных сосудов как следствие их ятрогенного внутрисосудистого введения при эпидуральной стероидной блокаде и приводить к стволловому, мозжечковому или спинно-мозговому инфаркту [76].

В связи с этим Derby et al. [77] провели микроскопическое исследование растворов дексаметазона натрия фосфата (стероида без частиц), триамцинолона ацетонида, бетаметазона натрия фосфата, бетаметазона ацетата и метилпреднизолона ацетата (стероидов с частицами). Самые крупные частицы триамцинолона ацетонида были в 12 раз больше среднего размера эритроцита. При этом части-

цы триамцинолона и бетаметазона были плотно упакованы и формировали крупные агрегаты размерами

до 100 мкм. Частицы и агрегаты метилпреднизолона по отдельности и в смеси с местным анестетиком (лидокаи-

на гидрохлоридом 1 %) и йодированной контрастной средой (Йогексолон 240 мг/мл) оказались меньше размера

Таблица 1

Результаты исследований эффективности эпидуральных блокад

Исследование	Методика (кол-во пациентов)	Пациентов всего, n	Время наблюдения, мес.	Уровень патологии	Результаты
Manchikanti et al. [53]	ИЭБ (120) ТЭБ (120) КЭБ (120)	360	24	Поясничный отдел	Значимое снижение (>50 %) показателей ВАШ и индекса Освестри наблюдалось у 63,0, 65,0 и 61,0 % для КЭБ, ИЭБ и ТЭБ соответственно (все пациенты). Среди пациентов, ответивших на лечение (улучшение в течение, по крайней мере, 3 недель в ответ, на не более чем 2 процедуры), значимое улучшение (снижение показателей ВАШ и индекса Освестри >50 %) отмечалось у 76,0, 72,0 и 77,0 % для КЭБ, ИЭБ и ТЭБ соответственно
Singh et al. [57]	ТЭБ (40) КЭБ (40)	80	12	Поясничный отдел	Среднее значение снижения показателей ВАШ среди пациентов в группе ТЭБ – 46,8 %, в группе КЭБ – 58,2 %. Среднее значение снижения индекса Освестри среди пациентов в группе ТЭБ – 46,7 %, КЭБ – 65,4 %
Pandey et al. [58]	КЭБ (82) ТЭБ (40) ИЭБ (18)	140	12	Поясничный отдел	По шкале Японской ортопедической ассоциации (JOA score) эффективное купирование боли у 90,0, 77,7, 74,3 % из групп ТЭБ, ИЭБ и КЭБ соответственно
Kamble et al. [59]	КЭБ (30) ТЭБ (30) ИЭБ (30)	90	6	Поясничный отдел	Снижение среднего показателя ВАШ составило 73,4 % для ТЭБ, 51,5 % для ИЭБ и 51,4 % для КЭБ
Adilay et al. [60]	ТЭБ (1097)	1097	4	Поясничный отдел (L ₄ –L ₅ , L ₅ –S ₁)	Снижение среднего показателя ВАШ – 75,0 % для ТЭБ на уровне L ₄ –L ₅ и 55,8 % для ТЭБ на уровне L ₅ –S ₁
Smith et al. (обзорная статья) [64]	ТЭБ	30 исследований	1–24	Поясничный отдел	Среди включенных в обзор исследований по результатам наблюдения через 12 мес. значимое снижение показателей ВАШ (>50 %) у 64,0 % пациентов (57–71 %)
Rados et al. [65]	ТЭБ (32) ИЭБ (32)	64	6	Поясничный отдел	Значимое снижение (>50 %) показателей ВАШ у 50,0 % в группе ИЭБ и 63,0 % в группе ТЭБ, а снижение индекса Освестри более чем на 10 баллов у 50,0 и 66,0 % пациентов из групп ИЭБ и ТЭБ соответственно
Makkar et al. [61]	Латеральная ИЭБ (20) ИЭБ (21) ТЭБ (20)	61	6	Поясничный отдел	Значимое снижение (>50 %) ВАШ у 80,0 % из группы модифицированной ИЭБ (16/20) и у 75,0 % – ТЭБ (15/20). В группе ИЭБ данный показатель – 42,9 %
Lee et al. (обзорная статья) [62]	ИЭБ КЭБ	6 исследований	1–6	Поясничный отдел	В четырех исследованиях показано превосходство ТЭБ, в одном – КЭБ, еще в одном не отмечено значимой разницы в эффективности ТЭБ и КЭБ
Lin et al. [24]	ТЭБ (70)	70	36	Шейный отдел	Значимое снижение выраженности симптомов по шкале исходов после хирургии на шейном отделе позвоночника (Odom scale) у 63,0 % пациентов
Costandi et al. [25]	ТЭБ (64)	64	36	Шейный отдел	У 70,3 % пациентов полный регресс симптомов, не потребовалось хирургического лечения
Kesikburun et al. [26]	ТЭБ (64)	64	21,4 ± 9,4	Шейный отдел	Значимое снижение (>50 %) показателей ВАШ у 81,2 % пациентов
Bensler et al. [63]	ИЭБ (99) ТЭБ (99)	198	1	Поясничный отдел	Не выявлено достоверной разницы в эффективности методик на основании шкалы PGIC, согласно которой 53,3 и 43,9 % пациентов при ИЭБ и ТЭБ соответственно испытывали улучшение состояния. Среднее снижение показателя ВАШ – 33,7 и 28,7 % для групп ИЭБ и ТЭБ

ИЭБ – интерламинарная эпидуральная блокада, КЭБ – каудальная эпидуральная блокада, ТЭБ – трансфораминальная эпидуральная блокада.

эритроцита, однако были плотно упакованы, и имели возможность формирования эмболов. Частицы дексаметазона по отдельности и в смеси с местным анестетиком и контрастным веществом были в 10 раз меньше среднего размера эритроцитов и не демонстрировали тенденции к агрегации [77].

El-Yahouchi et al. [78] показали, что использование триамцинолона незначительно улучшило исходы у пациентов после эпидуральной стероидной блокады, отмечая при этом отсутствие существенных различий эффективности при сравнении с дексаметазоном и бетаметазоном.

Zheng et al. [79] пришли к выводу о том, что риски неблагоприятного исхода внутрисосудистого введения при эпидуральной стероидной блокаде могут быть снижены при использовании стероидов без частиц и при избегании смешивания гормонов и анестетиков, способных вызвать выпадение осадка. В частности, смесь дексаметазона и ропивакаина, исходно не обладающих твердыми частицами, может кристаллизоваться при определенных кислотно-щелочных условиях среды.

Feeley et al. [31] провели метаанализ, посвященный сравнению применения стероидов с частицами и без в эпидуральной стероидной блокаде. Достоверного преимущества в купировании боли стероида-

ми с частицами выявлено не было. В то же время авторы уточняют, что до сих пор не было установлено конкретной причины развития параплегии после эпидуральной стероидной блокады у части пациентов, а гипотеза об эмболизации частицами стероида не была доказана, так как корреляция не является установлением причинно-следственной связи.

Mehta et al. [81] в обзоре литературы сравнивали эффективность использования стероидов с частицами и без частиц при проведении эпидуральной стероидной блокады. Полученные данные не выявили преимуществ тех или иных стероидов в части купирования корешковой боли, однако с учетом риска возможных тяжелых осложнений, развитие которых отмечено при использовании стероидов с частицами, в качестве препарата первой линии было рекомендовано использование стероидов без частиц.

В то же время Bensler et al. [63] отметили достоверно большую эффективность стероидов с частицами при сравнении триамцинолона и дексаметазона у пациентов с поясничными грыжами межпозвонковых дисков при проведении трансфораминальной эпидуральной блокады. По результатам одномесячного наблюдения улучшение отмечено у 44,3 % в группе триамцинолона и у 33,1 % в группе дексаметазона.

Сравнение безопасности и осложнений после эпидуральных блокад

Lee et al. [82] изучили осложнения после эпидуральной блокады, требовавшие госпитализации, у пациентов после 52 935 манипуляций с использованием как триамцинолона ацетонида (32 805 инъекций), так и дексаметазона (20 130 инъекций). Для введения препаратов использовали трансфораминальный, каудальный и интерламинарный доступы. Общее количество осложнений – 244 (0,46 %), из которых 56 (0,11 %) напрямую связаны с эффектом введенного лекарственного препарата (табл. 2).

В закрытой базе претензий Американского общества анестезиологов жалобы, связанные с проведенными на шейном уровне эпидуральными стероидными блокадами, составляют 22 % от всех жалоб, оставленных в 2005–2008 гг., относящихся к лечению хронической боли. При проведении эпидуральной стероидной блокады возможна эмболизация суспензий глюкокортикоидов с крупными частицами препарата в спинной и головной мозг. С учетом того что шейное эпидуральное пространство расположено всего в нескольких миллиметрах от шейного отдела спинного мозга, прямое повреждение иглой чаще наблюдается при выполнении интерламинарной эпидуральной блокады [83].

Таблица 2

Структура осложнений среди госпитализированных или обратившихся в приемное отделение пациентов, получавших эпидуральные блокады, по данным Lee et al. [83]

Осложнения, непосредственно связанные с процедурой (n = 14)	Осложнения, связанные с действием лекарственного препарата (n = 56)	Осложнения с неустановленной причиной (n = 174)
Постпункционная гипотензия (n = 8); спинальная инфекция/сепсис (n = 3); спинальная гематома (n = 2); септический шок неизвестного происхождения (n = 1)	Различные желудочно-кишечные расстройства (n = 17); психологические нарушения (n = 14); головокружение (n = 9); повышение уровня глюкозы в крови (n = 8); неконтролируемая гипертензия (n = 5); нарастание сердечной недостаточности (n = 2); нарушения менструального цикла (n = 1)	Усугубление имеющейся неврологической симптоматики (n = 156); уроинфекция (n = 10); ишемический инсульт (n = 8)

В работе Engel et al. [84] описан ряд серьезных осложнений, ассоциированных с эпидуральной стероидной блокадой на шейном уровне. При некорректном проведении блокады описано развитие таких патологических состояний, как спинно-мозговой инсульт, эпидуральная гематома, тетраплегия, окклюзия позвоночной артерии, инфаркт мозжечка или синдром Горнера.

В то же время исследование Kesikburun et al. [26] не зарегистрировало развития серьезных осложнений при проведении трансфораминальной эпидуральной блокады на шейном уровне, за исключением возникновений у нескольких пациентов краткосрочного вазовагального обморочно-состояния максимальной продолжительностью не более 2 мин.

В 17 работах, отобранных для обзорной статьи Conger et al. [67], не было ни одного случая серьезного осложнения после шейных трансфораминальных эпидуральных блокад. Были зарегистрированы только легкие побочные эффекты: обморок и транзитное головокружение, головная боль или гиперемия кожных покровов лица [85–88], временное головокружение или нистагм [89], усиление боли в руке или шее [90], а также транзитный синдром Горнера [91].

Среди 64 пациентов, подвергнувшихся шейным трансфораминальным эпидуральным блокадам, Costandi et al. [25] не выявили ни одного случая осложнения при проведении процедуры.

Оценивая безопасность трансфораминальных эпидуральных блокад на шейном уровне, Bush et al. [92] провели 1047 процедур у 527 пациентов. Лишь в шести случаях было отмечено развитие осложнений, самостоятельно разрешившихся без каких-либо вмешательств и признанных незначительными.

Zini et al. [93] серьезные осложнения после эпидуральных блокад на разных уровнях наблюдали менее чем в 0,05 % случаев.

Арахноидит чаще встречается при проведении интерламинарных

эпидуральных блокад и может возникать из-за непреднамеренного введения суспензий глюкокортикоидов с крупными частицами препарата в интратекальное пространство [94–96].

Быстрое введение большого количества препарата при каудальной эпидуральной блокаде с последующим увеличением венозного давления сетчатки было ассоциировано с некоторыми случаями развития слепоты [97].

Racoosin et al. [98] отмечают, что максимальное количество повторных инъекций не должно превышать четырех в год на одном и том же уровне, чтобы избежать развития вторичной липодистрофии.

Инфекционные осложнения после эпидуральных стероидных блокад, в частности менингит и эпидуральные абсцессы, достаточно редки и преимущественно связаны с грибковой инфекцией, избежать развития которой можно путем строгой стерилизации операционного поля [95, 97, 99].

Известно о необычных временных постпроцедурных осложнениях после трансфораминальных эпидуральных блокад на поясничном уровне, которые включают в себя икоту, паралич глазодвигательного нерва и зуд в области промежности [100–102]. Также в ряде публикаций [103–108] описываются технические проблемы, связанные с дуальной пункцией и непреднамеренным введением препарата в вену или диск. Впрочем, ни один из вышеперечисленных случаев не привел к развитию необратимых нарушений.

Существует сообщение о формировании вторичной эпидуральной гематомы на фоне кровотечения из параартикулярной кисты после трансфораминальной эпидуральной блокады у пациента, прекратившего прием клопидогрела и аспирина за неделю до процедуры [109]. Наиболее распространены осложнения после поясничной трансфораминальной эпидуральной блокады, связанные со спинно-мозговым инфарктом, о 14 случаях развития которого было сообщено рядом авторов [110–115]. При этом

во всех случаях, за исключением одного [110], использовали суспензию глюкокортикоидов с крупными частицами препарата. Изначально считалось, что основной причиной осложнений при шейном трансфораминальном доступе является непосредственное повреждение сосуда, приводящее к сосудистому спазму или диссекции, однако с течением времени и с углублением научных знаний о сосудистой анатомии и свойствах стероидных препаратов, полученных в исследованиях на животных, эмболический механизм осложнений при внутрисосудистом введении стероидов с крупными частицами установился как наиболее вероятный [116].

Описаны случаи субдурального введения препарата при трансфораминальной эпидуральной блокаде [117], однако частота такого осложнения крайне невелика и, по данным крупного мультицентрового исследования [118], посвященного результатам 16 638 эпидуральных инъекций, составляет 0,04 % при трансфораминальном доступе и 0,20 % при интерламинарной эпидуральной блокаде.

В обзорной статье Smith et al. [64] отмечают, что опубликованные данные о рисках после трансфораминальных эпидуральных блокад состоят преимущественно из сообщений об отдельных случаях, а соответственно совокупность доказательств очень низкого качества. Беря в расчет значительное количество процедур (более 14 000), не выявивших каких-либо неврологических, геморрагических или инфекционных осложнений, авторы уверенно говорят о том, что, хотя осложнения могут быть катастрофическими, их распространенность крайне невелика [64].

Закключение

Анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что, несмотря на широкое использование эпидуральных блокад при болях в спине, не сложилось четкого алгоритма и методики введения препаратов при лечении пациентов с грыжами

межпозвоночного диска и корешковой болью.

Стоит отметить, что проведение трансфораминальной эпидуральной блокады в соответствии с методологическими материалами и алгоритмами, с использованием рентгеноскопического контроля, применением контрастного вещества и адекватных растворов для блокады позволяет существенно снизить вероятность развития осложнений методики, обладающей достаточно высоким профилем безопасности.

Данный анализ литературы позволяет предположить, что трансфораминальная эпидуральная блокада является потенциально эффективной методикой купирования болевого синдрома, позволяющей в ряде случаев добиться стабилизации состояния без необходимости оперативного вмешательства. Также диагностическая модальность трансфораминальной эпидуральной блокады может быть полезна для определения объема последующего оперативного вмешательства. Степень эффективности

и место трансфораминальной эпидуральной блокады в лечении пациентов с грыжами межпозвоночных дисков и радикулярным болевым синдромом требуют дальнейшего изучения.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Wang YX, Wang JQ, Kaplar Z. Increased low back pain prevalence in females than in males after menopause age: evidences based on synthetic literature review. *Quant Imaging Med Surg.* 2016;6:199–206. DOI: 10.21037/qims.2016.04.06.
2. Waterman BR, Belmont PJ Jr, Schoenfeld AJ. Low back pain in the United States: incidence and risk factors for presentation in the emergency setting. *Spine J.* 2012;22:63–67. DOI: 10.1016/j.spinee.2011.09.002.
3. Rasmussen-Barr E, Held U, Grooten WJ, Roelofs PD, Koes BW, van Tulder MW, Wertli MM. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs for sciatica. *Spine.* 2017;42:586–594. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002092.
4. Kim YK, Kang D, Lee I, Kim SY. Differences in the incidence of symptomatic cervical and lumbar disc herniation according to age, sex and national health insurance eligibility: a pilot study on the disease's association with work. *Int J Environ Res Public Health.* 2018;15:2094. DOI: 10.3390/ijerph15102094.
5. Koes BW, van Tulder MW, Peul WC. Diagnosis and treatment of sciatica. *BMJ.* 2007;334:1313–1317. DOI: 10.1136/bmj.39223.428495.BE.
6. Frymoyer JW. Lumbar disc disease: epidemiology. *Instr Course Lect.* 1992;41:217–223.
7. Radhakrishnan K, Litchy WJ, O'Fallon WM, Kurland LT. Epidemiology of cervical radiculopathy: A population-based study from Rochester, Minnesota, 1976 through 1990. *Brain.* 1994;117:325–335. DOI: 10.1093/brain/117.2.325.
8. Mulleman D, Mammou S, Griffoul I, Watier H, Goupille P. Pathophysiology of disk-related sciatica. I. Evidence supporting a chemical component. *Joint Bone Spine.* 2006;73:151–158. DOI: 10.1016/j.jbspin.2005.03.003.
9. Saal JS, Franson RC, Dobrow R, Saal JA, White AH, Goldthwaite N. High Levels of inflammatory phospholipase A2 activity in lumbar disc herniations. *Spine.* 1990;15:674–678. DOI: 10.1097/00007632-199007000-00011.
10. Kobayashi S, Yoshizawa H, Nakai S. Experimental study on the dynamics of lumbosacral nerve root circulation. *Spine.* 2000;25:298–305. DOI: 10.1097/00007632-200002010-00007.
11. Onda A, Murata Y, Rydevik B, Larsson K, Kikuchi S, Olmarker K. Nerve growth factor involvement in pain behavior in a rat model of experimental disc herniation. In: *Proceedings of the 31st annual meeting of the International Society for the Study of the Lumbar Spine.* May 31 – June 6, 2004, Porto, Portugal.
12. Fager CA. Observations on spontaneous recovery from intervertebral disc herniation. *Surg Neurol.* 1994;42:282–286. DOI: 10.1016/0090-3019(94)90393-x.
13. Saal JA, Saal JS. Nonoperative treatment of herniated lumbar intervertebral disc with radiculopathy. *Spine.* 1989;14:431–437. DOI: 10.1097/00007632-198904000-00018.
14. Valat JP, Genevay S, Marty M, Rozenberg S, Koes B. Sciatica. *Best Pract Res Clin Rh.* 2010;24:241–252. DOI: 10.1016/j.berh.2009.11.005.
15. Dreiser RL, Le Parc JM, Velicitat P, Llew PL. Oral meloxicam is effective in acute sciatica: two randomised, double-blind trials versus placebo or diclofenac. *Inflamm Res.* 2001;50 Suppl 1:S17–S23. DOI: 10.1007/PL00022375.
16. National Institute for Health and Care Excellence. Low back pain and sciatica in over 16s: assessment and management (NICE guideline NG59). Published date: 30 November 2016. [Electronic resource]. URL: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng59>.
17. Kreiner DS, Hwang SW, Easa JE, Resnick DK, Baisden JL, Bess S, Cho CH, DePalma MJ, Dougherty P 2nd, Fernand R, Ghiselli G, Hanna AS, Lamer T, Lisi AJ, Mazanec DJ, Meagher RJ, Nucci RC, Patel RD, Sembrano JN, Sharma AK, Summers JT, Taleghani CK, Tontz WJ Jr, Toton JF. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of lumbar disc herniation with radiculopathy. *Spine J.* 2014;24:180–191. DOI: 10.1016/j.spinee.2013.08.003.
18. Кривошапкин А.Л., Некрасов А.Д., Семин П.А., Гайтан А.С., Сергеев Г.С. Грыжа поясничного межпозвоночного диска: минимально-инвазивная хирургия и альтернативная локомоция. М., 2017. [Krivoshapkin AL, Nekrasov AD, Semin PA, Gaytan AS, Sergeev GS. Lumbar Intervertebral Disc Hernia: Minimally Invasive Surgery and Alternative Locomotion. Moscow, 2017. In Russian].
19. Fager CA. Malpractice issues in neurological surgery. *Surg. Neurol.* 2006;65:416–421. DOI: 10.1016/j.surneu.2005.09.026.
20. Aldrete JA. Postlaminectomy syndrome. In: Waldman S.D., ed. *Pain Management*, 1st ed. Philadelphia, Saunders, 2006:818.
21. Heindel P, Tuchman A, Hsieh PC, Pham MH, D'Oro A, Patel NN, Jakoi AM, Hah R, Liu JC, Buser Z, Wang JC. Reoperation rates after single-level lumbar discectomy. *Spine.* 2017;42:E496–E501. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001855.
22. Азизов М.Ж., Симонович А.Е., Нуралиев Х.А. Результаты анализа дискэтомии у больных с поясничным остеохондрозом // *Гений ортопедии.* 2010. № 1. С. 59–63. [Azizov MZ, Simonovich AE, Nuraliyev KhA. The results of discectomy analysis in patients with lumbar osteochondrosis. *Genij Ortopedii.* 2010;(1):59–63. In Russian].
23. Chen X, Chamoli U, Vargas Castillo J, Ramakrishna VAS, Diwan AD. Complication rates of different discectomy techniques for symptomatic lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2020;29:1752–1770. DOI:10.1007/s00586-020-06389-5.
24. Lin EL, Lieu V, Halevi L, Shamie AN, Wang JC. Cervical epidural steroid injections for symptomatic disc herniations. *J Spinal Disord Tech.* 2006;19:183–186. DOI: 10.1097/01.bsd.0000190558.13248.e1.

25. **Costandi SJ, Azer G, Eshraghi Y, Zeyed Y, Atalla JE, Looka ME, Mekhail NA.** Cervical transforaminal epidural steroid injections: Diagnostic and therapeutic value. *Reg Anesth Pain Med.* 2015;40:674–680. DOI: 10.1097/AAP.0000000000000323.
26. **Kesikburun S, Aras B, Kelle B, Yavuz F, Yasar E, Taskaynatan MA.** The effectiveness of cervical transforaminal epidural steroid injection for the treatment of neck pain due to cervical disc herniation: long-term results. *Pain Manag.* 2018;8:321–326. DOI: 10.2217/pmt-2018-0002.
27. **Stafford MA, Peng P, Hill DA.** Sciatica: a review of history, epidemiology, pathogenesis, and the role of epidural steroid injection in management. *Br J Anaesth.* 2007;99:461–473. DOI: 10.1093/bja/aem238.
28. **Derby R, Kine G, Saal JA, Reynolds J, Goldthwaite N, White AH, Hsu K, Zucherman J.** Response to steroid and duration of radicular pain as predictors of surgical outcome. *Spine.* 1992;17(6 Suppl):S176–S183. DOI: 10.1097/00007632-199206001-00020.
29. **Leung SM, Chau WW, Law SW, Fung KY.** Clinical value of transforaminal epidural steroid injection in lumbar radiculopathy. *Hong Kong Med J.* 2015;21:394–400. DOI: 10.12809/hkmj144310.
30. **Гуща А.О., Арестов С.О., Древаль М.Д., Кащеев А.А., Вершинин А.В.** Клинические рекомендации. Хирургическое лечение грыж межпозвоночных дисков шейного отдела позвоночника. М., 2015. [Gushcha AO, Arestov SO, Dreval MD, Kashcheev AA, Vershinin AV. Surgical Treatment of Cervical Intervertebral Disc Herniation: Clinical Recommendations. Moscow, 2015. In Russian].
31. Хирургия дегенеративных поражений позвоночника / под ред. А.О. Гущи, Н.А. Коновалова, А.А. Гриня, М., 2018. [Surgery for Degenerative Lesions of the Spine, ed. by Gushcha AO, Konovalov NA, Grin AA. Moscow, 2018. In Russian].
32. **Gray DT, Deyo RA, Kreuter W, Mirza SK, Heagerty PJ, Comstock BA, Chan L.** Population-based trends in volumes and rates of ambulatory lumbar spine surgery. *Spine.* 2006;31:1957–1963. DOI: 10.1097/01.brs.0000229148.63418.c1.
33. **Sherman J, Cauthen J, Schoenberg D, Burns M, Reaven NL, Griffith SL.** Economic impact of improving outcomes of lumbar discectomy. *Spine J.* 2010;10:108–116. DOI: 10.1016/j.spinee.2009.08.453.
34. **Gempt J, Jonck M, Ringel F, Preub A, Wolf P, Ryang Y.** Long-term follow-up of standard microdiscectomy versus minimal access surgery for lumbar disc herniation. *Acta Neurochir (Wien).* 2013;155:2333–2338. DOI: 10.1007/s00701-013-1901-z.
35. **Rotim K, Sajko T, Boric M, Stipic D, Kovactvic M.** Microdiscectomy vs. microdiscectomy using tubular retractor system vs. selective endoscopic discectomy in lumbar disc herniation: a prospective study of functional outcome. In: Abstracts of the 15th World Congress of Neurosurgery, Seoul, Korea. September 8–13, 2013. Abstract FA0905.
36. **Machado GC, Witzleb AJ, Fritsch C, Maher CG, Ferreira PH, Ferreira ML.** Patients with sciatica still experience pain and disability 5 years after surgery: A systematic review with meta-analysis of cohort studies. *Eur J Pain.* 2016;20:1700–1709. DOI: 10.1002/ejp.893.
37. **Wu PH, Kim HS, Jang IT.** Intervertebral disc diseases PART 2: A review of the current diagnostic and treatment strategies for intervertebral disc disease. *Int J Mol Sci.* 2020;21:2135. DOI: 10.3390/ijms21062135.
38. **Sharps LS, Isaac Z.** Percutaneous disc decompression using nucleoplasty. *Pain Physician.* 2002;5:121–126.
39. **Albrecht DS, Ahmed SU, Kettner NW, Borra RJH, Cohen-Adad J, Deng H, Houle TT, Opalacz A, Roth SA, Melo MFV, Chen L, Mao J, Hooker JM, Loggia ML, Zhang Y.** Neuroinflammation of the spinal cord and nerve roots in chronic radicular pain patients. *Pain.* 2018;159:968–977. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000001171.
40. **Heliovaara M, Makela M, Knekt P, Impivaara O, Aromaa A.** Determinants of sciatica and low-back pain. *Spine.* 1991;16:608–614. DOI: 10.1097/00007632-199106000-00002.
41. **Parr AT, Manchikanti L, Hameed H, Conn A, Manchikanti KN, Benyamin RM, Diwan S, Singh V, Abdi S.** Caudal epidural injections in the management of chronic low back pain: A systematic appraisal of the literature. *Pain Physician.* 2012;15:E159–E198.
42. **Benyamin RM, Manchikanti L, Parr AT, Diwan SA, Singh V, Falco FJE, Datta S, Abdi S, Hirsch JA.** The effectiveness of lumbar interlaminar epidural injections in managing chronic low back and lower extremity pain. *Pain Physician.* 2012;15:E363–E404.
43. **Гуща А.О., Герасимова Е.В., Вершинин А.В.** Методы интервенционного лечения болевого синдрома при дегенеративно-дистрофических изменениях позвоночника // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2020. № 14(1). С. 78–88. [Gushcha AO, Gerasimova EV, Vershinin AV. Interventional therapies for the chronic pain in degenerative spine conditions. *Annaly klinicheskoy i eksperimental'noy neurologii.* 2020;14(1):78–88. In Russian]. DOI: 10.25692/ACEN.2020.1.9.
44. **Manchikanti L, Abdi S, Atluri S, Benyamin RM, Boswell MV, Buenaventura RM, Bryce DA, Burks PA, Caraway DL, Calodney AK, Cash KA, Christo PJ, Cohen SP, Colson J, Conn A, Corder H, Coubarous S, Datta S, Deer TR, Diwan S, Falco FJ, Fellows B, Geffert S, Grider JS, Gupta S, Hameed H, Hameed M, Hansen H, Helm S 2nd, Janata JW, Justiz R, Kaye AD, Lee M, Manchikanti KN, McManus CD, Onyewu O, Parr AT, Patel VB, Racz GB, Sehgal N, Sharma ML, Simopoulos TT, Singh V, Smith HS, Snook LT, Swicegood JR, Vallejo R, Ward SP, Wargo BW, Zhu J, Hirsch JA.** An update of comprehensive evidence-based guidelines for interventional techniques in chronic spinal pain. Part II: guidance and recommendations. *Pain Physician.* 2013;16(2 Suppl):S49–S283.
45. **Benzon HT, Raja SN, Fishman SM, Liu SS, Cohen SP.** *Essentials of Pain Medicine*, 4th edition, ed. by R.W. Hurley. Elsevier, 2019.
46. **Hakim BR, Munakomi S.** Interlaminar Epidural Injection. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2020.
47. **House LM, Barrette K, Mattie R, McCormick ZL.** Cervical epidural steroid injection: techniques and evidence. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2018;29:1–17. DOI: 10.1016/j.pmr.2017.08.001.
48. **Stolzenberg D, Ahn JJ, Kurd M.** Fluoroscopically guided lumbar transforaminal epidural steroid injection: procedural technique. *Clin Spine Surg.* 2018;31:297–299. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000627.
49. **Kao SC, Lin CS.** Caudal epidural block: an updated review of anatomy and techniques. *BioMed Res Int.* 2017;(5):1–5. DOI: 10.1155/2017/9217145.
50. **Kim KM, Kim HS, Choi KH, Ahn WS.** Cephalic spreading levels after volumetric caudal epidural injections in chronic low back pain. *J Korean Med Sci.* 2001;16:193–197. DOI: 10.3346/jkms.2001.16.2.193.
51. **Wong JJ, Cote P, Quesnele JJ, Stern PJ, Mior SA.** The course and prognostic factors of symptomatic cervical disc herniation with radiculopathy: a systematic review of the literature. *Spine J.* 2014;14:1781–1789. DOI: 10.1016/j.spinee.2014.02.032.
52. **Lee IS, Kim SH, Lee JW, Hong SH, Choi JY, Kang HS, Song JW, Kwon AK.** Comparison of the temporary diagnostic relief of transforaminal epidural steroid injection approaches: conventional versus posterolateral technique. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2007;28:204–208.
53. **Manchikanti L, Singh V, Pampat, V, Falco FJ, Hirsch JA.** Comparison of the efficacy of caudal, interlaminar, and transforaminal epidural injections in managing lumbar disc herniation: is one method superior to the other? *Korean J Pain.* 2015;28:11–21. DOI: 10.3344/kjp.2015.28.1.11.
54. **Manchikanti L, Singh V, Cash KA, Pampati V, Damron KS, Boswell MV.** Effect of fluoroscopically guided caudal epidural steroid or local anesthetic injections in the treatment of lumbar disc herniation and radiculitis: a randomized, controlled, double blind trial with a two-year follow-up. *Pain Physician.* 2012;15:273–286.
55. **Manchikanti L, Singh V, Cash KA, Pampati V, Falco FJ.** A randomized, double-blind, active-control trial of the effectiveness of lumbar interlaminar epidural injections in disc herniation. *Pain Physician.* 2014;17:E61–E74.

56. **Manchikanti L, Cash KA, Pampati V, Falco FJ.** Transforaminal epidural injections in chronic lumbar disc herniation: a randomized, double-blind, active-control trial. *Pain Physician.* 2014;17:E489–E501.
57. **Singh S, Kumar S, Chahal G, Verma R.** Selective nerve root blocks vs. caudal epidural injection for single level prolapsed lumbar intervertebral disc – A prospective randomized study. *J Clin Orthop Trauma.* 2017;8:142–147. DOI: 10.1016/j.jcot.2016.02.001.
58. **Pandey RA.** Efficacy of epidural steroid injection in management of lumbar prolapsed intervertebral disc: a comparison of caudal, transforaminal and interlaminar routes. *J Clin Diagn Res.* 2016;10:RC05–RC11. DOI: 10.7860/JCDR/2016/18208.8127.
59. **Kamble PC, Sharma A, Singh V, Natraj B, Devani D, Khapane V.** Outcome of single level disc prolapse treated with transforaminal steroid versus epidural steroid versus caudal steroids. *Eur Spine J.* 2016;25:217–221. DOI: 10.1007/s00586-015-3996-9.
60. **Adilay U, Guclu B, Deniz L, Kahveci R.** Comparison of the effect of single lumbar transforaminal epidural steroid injections for the treatment of L4–L5 and L5–S1 paramedian disc herniation. *Turk Neurosurg.* 2019;29:279–284. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.24029-18.1.
61. **Makkar JK, Gourav KKP, Jain K, Singh PM, Dhath SS, Sachdeva N, Bhadada S.** Transforaminal versus lateral parasagittal versus midline interlaminar lumbar epidural steroid injection for management of unilateral radicular lumbar pain: a randomized double-blind trial. *Pain Physician.* 2019;22:561–573.
62. **Lee JH, Shin KH, Bahk SJ, Lee GJ, Kim DH, Lee CH, Kim DH, Yang HS, Lee SH.** Comparison of clinical efficacy of transforaminal and caudal epidural steroid injection in lumbar and lumbosacral disc herniation: A systematic review and meta-analysis. *Spine J.* 2018;18:2343–2353. DOI: 10.1016/j.spinee.2018.06.720.
63. **Bensler S, Walde M, Fischer MA, Pfirrmann CW, Peterson CK, Sutter R.** Comparison of treatment outcomes in lumbar disc herniation patients treated with epidural steroid injections: interlaminar versus transforaminal approach. *Acta Radiol.* 2020;61:361–369. DOI: 10.1177/0284185119858681.
64. **Smith CC, McCormick ZL, Mattie R, MacVicar J, Duszynski B, Stojanovic MP.** The effectiveness of lumbar transforaminal injection of steroid for the treatment of radicular pain: a comprehensive review of the published data. *Pain Med.* 2020;21:472–478. DOI: 10.1093/pm/pnz160.
65. **Rados I, Sakic K, Fingler M, Kapural L.** Efficacy of interlaminar vs transforaminal epidural steroid injection for the treatment of chronic unilateral radicular pain: prospective, randomized study. *Pain Med.* 2011;12:1316–1321. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2011.01213.x.
66. **Ghahreman A, Bogduk N.** Predictors of a favorable response to transforaminal injection of steroids in patients with lumbar radicular pain due to disc herniation. *Pain Med.* 2011;12:871–879. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2011.01116.x.
67. **Conger A, Cushman DM, Speckman RA, Burnham T, Teramoto M, McCormick ZL.** The effectiveness of fluoroscopically guided cervical transforaminal epidural steroid injection for the treatment of radicular pain; a systematic review and meta-analysis. *Pain Med.* 2020;21:41–54. DOI: 10.1093/pm/pnz127.
68. **Hong SJ, Kim DY, Kim H, Kim S, Shin KM, Kang SS.** Resorption of massive lumbar disc herniation on mri treated with epidural steroid injection: a retrospective study of 28 cases. *Pain Physician.* 2016;19:381–388.
69. **Bozzao A, Gallucci M, Masciocchi C, Aprile I, Barile A, Passariello R.** Lumbar disc herniation: MR imaging assessment of natural history in patients treated without surgery. *Radiology.* 1992;185:135–141. DOI: 10.1148/radiology.185.1.1523297.
70. **Cribb GL, Jaffray DC, Cassar-Pullicino VN.** Observations on the natural history of massive lumbar disc herniation. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89:782–784. DOI: 10.1302/0301-620X.89B6.18712.
71. **Benson RT, Tavares SP, Robertson SC, Sharp R, Marshall RW.** Conservatively treated massive prolapsed discs: a 7-year follow-up. *Ann R Coll Surg Engl.* 2010;92:147–153. DOI: 10.1308/003588410X12518836438840.
72. **Sigmundsson G, Kang XP, Jonsson B, Stromqvist B.** Correlation between disability and MRI findings in lumbar spinal stenosis: a prospective study of 109 patients operated on by decompression. *Acta Orthop.* 2011;82:204–210. DOI: 10.3109/17453674.2011.566150.
73. **Lee JC, Cha JG, Yoo JH, Kim HK, Kim HJ, Shin BJ.** Radiographic grading of facet degeneration, is it reliable? – A comparison of MR or CT grading with histologic grading in lumbar fusion candidates. *Spine J.* 2012;12:507–514. DOI: 10.1016/j.spinee.2012.06.003.
74. **Vaccaro AR, Rihn JA, Saravanja D, Anderson DG, Hilibrand AS, Albert TJ, Fehlings MG, Morrison W, Flanders AE, France JC, Arnold P, Anderson PA, Friel B, Malfair D, Street J, Kwon B, Paquette S, Boyd M, Dvorak MF, Fisher C.** Injury of the posterior ligamentous complex of the thoracolumbar spine: a prospective evaluation of the diagnostic accuracy of magnetic resonance imaging. *Spine.* 2009;34:E841–E847. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181bd11be.
75. **Datta S, Manchikanti L, Falco FJ, Calodney AK, Atluri S, Benyamin RM, Buenaventura RM, Cohen SP.** Diagnostic utility of selective nerve root blocks in the diagnosis of lumbosacral radicular pain: systematic review and update of current evidence. *Pain Physician.* 2013;16(2 Suppl):SE97–E124.
76. **Dietrich TJ, Sutter R, Froehlich JM, Pfirrmann WA.** Particulate versus non-particulate steroids for lumbar transforaminal or interlaminar epidural steroid injections: an update. *Skeletal Radiol.* 2015;44:149–155. DOI: 10.1007/s00256-014-2048-6.
77. **Derby R, Lee SH, Date ES, Lee JH, Lee CH.** Size and aggregation of corticosteroids used for epidural injections. *Pain Med.* 2008;9:227–234. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2007.00341.x.
78. **El-Yahouchi C, Geske JR, Carter RE, Diehn FE, Wald JT, Murthy NS, Kaufmann TJ, Thielen KR, Morris JM, Amrami KK, Maus TP.** The noninferiority of the nonparticulate steroid dexamethasone vs the particulate steroids betamethasone and triamcinolone in lumbar transforaminal epidural steroid injections. *Pain Med.* 2013;14:1650–1657. DOI: 10.1111/pme.12214.
79. **Zheng P, Schneider BJ, Kennedy DJ, McCormick ZL.** Safe injectate choice, visualization, and delivery for lumbar transforaminal epidural steroid injections: evolving literature and considerations. *Curr Phys Med Rehabil Rep.* 2019;7:414–421. DOI: 10.1007/s40141-019-00244-5.
80. **Feeley IH, Healy EF, Noel J, Kiely PJ, Murphy TM.** Particulate and non-particulate steroids in spinal epidurals: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J.* 2016;26:336–344. DOI: 10.1007/s00586-016-4437-0.
81. **Mehta P, Syrop I, Singh JR, Kirschner J.** Systematic review of the efficacy of particulate versus nonparticulate corticosteroids in epidural injections. *PM R.* 2017;9:502–512. DOI: 10.1016/j.pmrj.2016.11.008.
82. **Lee JW, Lee E, Lee GY, Kang Y, Ahn JM, Kang HS.** Epidural steroid injection-related events requiring hospitalisation or emergency room visits among 52,935 procedures performed at a single centre. *Eur Radiol.* 2018;28:418–427. DOI: 10.1007/s00330-017-4977-7.
83. **Rathmell JP, Michna E, Fitzgibbon DR, Stephens LS, Posner KL.** Injury and liability associated with cervical procedures for chronic pain. *Anesthesiology.* 2011;114:918–926. DOI: 10.1097/ALN.0b013e31820fc7f2.
84. **Engel A, King W, MacVicar J.** The effectiveness and risks of fluoroscopically guided cervical transforaminal injections of steroids: a systematic review with comprehensive analysis of the published data. *Pain Med.* 2014;15:386–402. DOI: 10.1111/pme.12304.
85. **Anderberg L, Annertz M, Persson L, Brandt L, Saveland H.** Transforaminal steroid injections for the treatment of cervical radiculopathy: A prospective and randomised study. *Eur Spine J.* 2007;16:321–328. DOI: 10.1007/s00586-006-0142-8.
86. **Lee SH, Kim KT, Kim DH, Lee BJ, Son ES, Kwack YH.** Clinical outcomes of cervical radiculopathy following epidural steroid injection: A prospective study

- with follow-up for more than 2 years. *Spine*. 2012;37:1041–1047. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31823b4d1f.
87. **Lee JH, Lee SH.** Comparison of clinical effectiveness of cervical transforaminal steroid injection according to different radiological guidances (C-arm fluoroscopy vs. computed tomography fluoroscopy). *Spine J*. 2011;11:416–423. DOI: 10.1016/j.spinee.2011.04.004.
 88. **Park Y, Ahn JK, Sohn Y, Jee H, Lee JH, Kim J, Park KD.** Treatment effects of ultrasound guide selective nerve root block for lower cervical radicular pain: a retrospective study of 1-year follow-up. *Ann Rehabil Med*. 2013;37:658–667. DOI: 10.5535/arm.2013.37.5.658.
 89. **Kumar N, Gowda V.** Cervical foraminal selective nerve root block: a 'two-needle technique' with results. *Eur Spine J*. 2008;17:576–584. DOI: 10.1007/s00586-008-0600-6.
 90. **Persson L, Anderberg L.** Repetitive transforaminal steroid injections in cervical radiculopathy: A prospective outcome study including 140 patients. *Evid Based Spine Care J*. 2012;3:13–20. DOI: 10.1055/s-0032-1327805.
 91. **Chung JY, Yim JH, Seo HY, Kim SK, Cho KJ.** The efficacy and persistence of selective nerve root block under fluoroscopic guidance for cervical radiculopathy. *Asian Spine J*. 2012;6:227–232. DOI: 10.4184/asj.2012.6.4.227.
 92. **Bush K, Mandegar R, Robinson E, Zavareh A.** The safety and efficiency of performing cervical transforaminal epidural steroid injections under fluoroscopic control on an ambulatory/outpatient basis. *Eur Spine J*. 2020;29:994–1000. DOI: 10.1007/s00586-019-06147-2.
 93. **Marcia S, Zini C, Hirsch JA, Chandra RV, Bellini M.** Steroids spinal injections. *Semin Intervent Radiol*. 2018;35:290–298. DOI: 10.1055/s-0038-1673421.
 94. **Manchikanti I, Benyamin RM.** Key safety considerations when administering epidural steroid injections. *Pain Manag*. 2015;5:261–272. DOI: 10.2217/pmt.15.17.
 95. **Manchikanti I, Nampiaparampil DE, Manchikanti KN, Falco FJ, Singh V, Benyamin RM, Kaye AD, Sehgal N, Soin A, Simopoulos TT, Bakshi S, Gharibo CG, Gilligan CJ, Hirsch JA.** Comparison of the efficacy of saline, local anesthetics, and steroids in epidural and facet joint injections for the management of spinal pain: a systematic review of randomized controlled trials. *Surg Neurol Int*. 2015;6(Suppl 4):S194–S235. DOI: 10.4103/2152-7806.156598.
 96. **Manchikanti I, Falco FJ, Pampati V, Cash KA, Benyamin RM, Hirsch JA.** Cost utility analysis of caudal epidural injections in the treatment of lumbar disc herniation, axial or discogenic low back pain, central spinal stenosis, and post lumbar surgery syndrome. *Pain Physician*. 2013;16:E129–E143.
 97. **Bicket MC, Chakravarthy K, Chang D, Cohen SP.** Epidural steroid injections: an updated review on recent trends in safety and complications. *Pain Manag*. 2015;5:129–146. DOI: 10.2217/pmt.14.53.
 98. **Racoosin JA, Seymour SM, Cascio L, Gill R.** Serious neurologic events after epidural glucocorticoid injection—the FDA's risk assessment. *N Engl J Med*. 2015;373:2299–2301. DOI: 10.1056/NEJMp1511754.
 99. **Chiller TM, Roy M, Nguyen D, Guh A, Malani AN, Latham R, Peglow S, Kerkerling T, Kaufman D, McFadden J, Collins J, Kainer M, Duwve J, Trump D, Blackmore C, Tan C, Cleveland AA, MacCannell T, Muehlenbachs A, Zaki SR, Brandt ME, Jernigan JA.** Clinical findings for fungal infections caused by methylprednisolone injections. *N Engl J Med*. 2013;369:1610–1619. DOI: 10.1056/NEJMoa1304879.
 100. **Odonkor CA, Smith B, Rivera K, Chhatre A.** Persistent singultus associated with lumbar epidural steroid injections in a septuagenarian: a case report and review. *Am J Phys Med Rehabil*. 2017;96:E1–E4. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000526.
 101. **Gozal YM, Atchley K, Curt BA.** Isolated oculomotor nerve palsy after lumbar epidural steroid injection in a diabetic patient. *Surg Neurol Int*. 2016;7(Suppl 4):S1099–S1101. DOI: 10.4103/2152-7806.196770.
 102. **El Abd O, Pimentel DC, Amadera JE.** Generalized pruritus as an unusual side effect after epidural injection with dexamethasone. *PM R*. 2015;7:206–209. DOI: 10.1016/j.pmrj.2014.09.012.
 103. **Goodman BS, Posecion LW, Mallempati S, Bayazitoglu M.** Complications and pitfalls of lumbar interlaminar and transforaminal epidural injections. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2008;1:212–222. DOI: 10.1007/s12178-008-9035-2.
 104. **Furman MB, O'Brien EM, Zgleszewski TM.** Incidence of intravascular penetration in transforaminal lumbosacral epidural steroid injections. *Spine*. 2000;25:2628–2632. DOI: 10.1097/00007632-200010150-00014.
 105. **Cohen SP, Maine DN, Shockey SM, Kudchadkar S, Griffith S.** Inadvertent disk injection during transforaminal epidural steroid injection: Steps for prevention and management. *Pain Med*. 2008;9:688–694. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2008.00478.x.
 106. **Finn KP, Case JL.** Disk entry: A complication of transforaminal epidural injection – a case report. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:1489–1491. DOI: 10.1016/j.apmr.2005.03.003.
 107. **Haspelslagh S, Van Zundert J, Puylaert M, Heylen R, van Kleef M, Vissers K.** Unilateral diagnostic infiltration of lumbar L3 nerve root resulting in an inadvertent discogram: the importance of fluoroscopic guidance in interventional pain therapy. *Anesthesiology*. 2004;100:1019–1021. DOI: 10.1097/0000542-200404000-00038.
 108. **Trinh KH, Gharibo CG, Aydin SM.** Inadvertent intradiscal injection with TFESI utilizing Kambin's retrodiscal approach in the treatment of acute lumbar radiculopathy. *Pain Pract*. 2016;16:E70–E73. DOI: 10.1111/papr.12420.
 109. **Elgafy H, Peters N, Lea JE, Wetzel RM.** Hemorrhagic lumbar synovial facet cyst secondary to transforaminal epidural injection: a case report and review of the literature. *World J Orthop*. 2016;7:452–457. DOI: 10.5312/wjo.v7i7.452.
 110. **Gharibo CG, Fakhry M, Diwan S, Kaye AD.** Conus medullaris infarction after a right L4 transforaminal epidural steroid injection using dexamethasone. *Pain Physician*. 2016;19:E1211–E1214.
 111. **Glaser SE, Falco F.** Paraplegia following a thoracolumbar transforaminal epidural steroid injection. *Pain Physician*. 2005;8:309–314.
 112. **Houten JK, Errico TJ.** Paraplegia after lumbosacral nerve root block: Report of three cases. *Spine J*. 2002;2:70–75. DOI: 10.1016/j.spinee.2004.01.010.
 113. **Huntoon MA, Martin DP.** Paralysis after transforaminal epidural injection and previous spinal surgery. *Reg Anesth Pain Med*. 2004;29:494–495. DOI: 10.1016/j.rapm.2004.05.002.
 114. **Kennedy DJ, Dreyfuss P, Aprill CN, Bogduk N.** Paraplegia following image-guided transforaminal lumbar spine epidural steroid injection: two case reports. *Pain Med*. 2009;10:1389–1394. DOI: 10.1111/j.1526-4637.2009.00728.x.
 115. **Somayaji HS, Saifuddin A, Casey AT, Briggs TW.** Spinal cord infarction following therapeutic computed tomography-guided left L2 nerve root injection. *Spine*. 2005;30:E106–108. DOI: 10.1097/01.brs.0000153400.67526.07.
 116. **Schneider BJ, Maybin S, Sturos E.** Safety and complications of cervical epidural steroid injections. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2018;29:155–169. DOI: 10.1016/j.pmr.2017.08.012.
 117. **Goodman BS, Bayazitoglu M, Mallempati S, Noble BR, Geffen JF.** Dural puncture and subdural injection: a complication of lumbar transforaminal epidural injections. *Pain Physician*. 2007;10:697–705.
 118. **El-Yahouchi CA, Plastaras CT, Maus TP, Carr CM, McCormick ZL, Geske JR, Smuck M, Pingree MJ, Kennedy DJ.** Adverse event rates associated with transforaminal and interlaminar epidural steroid injections: a multi-institutional study. *Pain Med*. 2016;17:239–249. DOI: 10.1111/pme.12896.

Адрес для переписки:

Кривошапкин Алексей Леонидович
129090, Россия, Москва, ул. Щепкина, 35,
Европейский медицинский центр,
alkr01@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 22.05.2020

Рецензирование пройдено 13.07.2020

Подписано в печать 17.07.2020

Address correspondence to:

Krivoshapkin Aleksey Leonidovich
European Medical Center,
35 Shchepkina str., Moscow, 129090, Russia,
alkr01@yandex.ru

Received 22.05.2020

Review completed 13.07.2020

Passed for printing 17.07.2020

Алексей Леонидович Кривошапкин, д-р мед. наук, проф., Новосибирский государственный медицинский университет, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Красный проспект, 52; Европейский медицинский центр, Россия, 129090, Москва, ул. Щепкина, 35, ORCID: 0000-0003-0789-8039, alkr01@yandex.ru; Игорь Дмитриевич Савицкий, врач-нейрохирург, Новосибирский государственный медицинский университет, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Красный проспект, 52; Европейский медицинский центр, Россия, 129090, Москва, ул. Щепкина, 35, ORCID: 0000-0003-2558-050X, savik.doc@gmail.com; Глеб Сергеевич Сергеев, канд. мед. наук, Европейский медицинский центр, Россия, 129090, Москва, ул. Щепкина, 35, ORCID: 0000-0003-3558-810X, dr.gssergeev@gmail.com;

Алексей Сергеевич Гайтан, врач-нейрохирург, канд. мед. наук, Новосибирский государственный медицинский университет, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Красный проспект, 52; Европейский медицинский центр, Россия, 129090, Москва, ул. Щепкина, 35, ORCID: 0000-0002-1003-0292, lanceter@mail.ru; Орхан Альзамин оглы Абдуллаев, врач-нейрохирург, аспирант кафедры нейрохирургии, Новосибирский государственный медицинский университет, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Красный проспект, 52; Европейский медицинский центр, Россия, 129090, Москва, ул. Щепкина, 35, ORCID: 0000-0001-9824-3868, orkban-ali@yandex.ru.

Aleksey Leonidovich Krivoshapkin, DMSc, Prof., Novosibirsk State Medical University, 52 Krasny Prospect, Novosibirsk, 630091, Russia; European Medical Center, 35 Shchepkina str., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0003-0789-8039, alkr01@yandex.ru;

Igor Dmitryevich Savitskiy, neurosurgeon, Novosibirsk State Medical University, 52 Krasny Prospect, Novosibirsk, 630091, Russia; European Medical Center, 35 Shchepkina str., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0003-2558-050X, savik.doc@gmail.com;

Gleb Sergeevich Sergeev, MD, PhD, neurosurgeon, European Medical Center, 35 Shchepkina str., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0003-3558-810X, dr.gssergeev@gmail.com;

Alexey Sergeevich Gaytan, MD, PhD, neurosurgeon, European Medical Center, 35 Shchepkina str., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0002-1003-0292, lanceter@mail.ru;

Orkhan Alzamin-ogly Abdullaev, neurosurgeon, postgraduate student of neurosurgical department, Novosibirsk State Medical University, 52 Krasny Prospect, Novosibirsk, 630091, Russia; European Medical Center, 35 Shchepkina str., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0001-9824-3868, orkban-ali@yandex.ru.