



Супраневральная трансфораминальная эпидуральная инъекция в лечении радикулопатии в поясничном отделе позвоночника – краткий описательный обзор и техника выполнения манипуляции

Д. А. АВЕРЬЯНОВ¹, К. Н. ХРАПОВ²

¹ Медицинский центр «Новая клиника «АБИА», Санкт-Петербург, РФ

² Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, Санкт-Петербург, РФ

РЕЗЮМЕ

Эпидуральную инъекцию под флюороскопическим контролем часто используют для лечения радикулярной боли в поясничном отделе позвоночника. Данные о рисках и эффективности варьируют в зависимости от способов инъекции и основной патологии. Существует несколько вариантов доступа в эпидуральное пространство в пояснично-крестцовом отделе позвоночника для выполнения противоболевой инъекции – каудальная, интерламинарная и трансфораминальная. Трансфораминальная эпидуральная инъекция в настоящее время является самой изученной и распространенной в зарубежной практике лечения хронической боли. В кратком обзоре представлено описание трансфораминальных доступов в эпидуральное пространство поясничного отдела позвоночника, применяемых для этого игл, перечислены возможные нежелательные явления и осложнения, а также дано детальное иллюстрированное описание супраневрального трансфораминального доступа.

Ключевые слова: боль в нижней части спины, радикулопатия, трансфораминальная эпидуральная инъекция

Для цитирования: Аверьянов Д. А., Храпов К. Н. Супраневральная трансфораминальная эпидуральная инъекция в лечении радикулопатии в поясничном отделе позвоночника – краткий описательный обзор и техника выполнения манипуляции // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2023. – Т. 20, № 6. – С. 80–89. DOI: 10.24884/2078-5658-2022-20-6-80-89.

Supraneural transforaminal epidural injection in the treatment of radiculopathy in the lumbar spine – a brief descriptive overview and technique of manipulation

D. A. AVERYANOV, K. N. KHRAPOV

¹ Medical center «New Clinic «ABIA», Saint Petersburg, Russia

² Pavlov University, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

Fluoroscopy guided epidural injection is often used to treat radicular pain in the lumbar spine. Risk and effectiveness data vary depending on injection routes and underlying pathology. There are several options for accessing the epidural space in the lumbosacral spine to perform an analgesic injection – caudal, interlaminar and transforaminal. Transforaminal epidural injection is currently the most studied and widespread in the foreign practice of treating chronic pain. A brief overview describes transforaminal accesses to the epidural space of the lumbar spine and needles used for this purpose, lists possible adverse events and complications, and also provides a detailed illustrated description of supraneural transforaminal access.

Key words: lower back pain, radiculopathy, transforaminal epidural injection

For citation: Averyanov D. A., Khrapov K. N. Supraneural transforaminal epidural injection in the treatment of radiculopathy in the lumbar spine – a brief descriptive overview and technique of manipulation. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2023, Vol. 20, № 6, P. 80–89. (In Russ.) DOI: 10.24884/2078-5658-2022-20-6-80-89.

Для корреспонденции:

Дмитрий Александрович Аверьянов
E-mail: dimonmed@mail.ru

Correspondence:

Dmitry A. Averyanov
E-mail: dimonmed@mail.ru

Введение

Боль в нижней части спины является одной из наиболее частых жалоб со стороны опорно-двигательной системы, встречающихся в клинической практике. Во многих странах боль в нижней части спины относят к наиболее распространенным причинам потери трудоспособности, и ежегодные расходы здравоохранения на ее лечение значительны [7]. Хотя данные эпидемиологических исследований боли в пояснице существенно различаются, что ограничивает возможность сравнения и объединения данных, оценка частоты возникновения первого эпизода боли в пояснице в течение 1 года в общей популяции варьирует от 6,3% до 15,4%, в то время как частота возникновения любого эпизода боли в пояснице в течение 1 года варьирует от 1,5% и 36% [9]. По характеру боль в нижней части спины представляет собой чаще всего ноцицептивную боль и

значительно ослабевает у 90% пациентов в течение 6 месяцев [5, 24].

Поясничная радикулопатия с болью (радикулярная боль) в силу нейропатического характера и связи с патологией межпозвонкового диска занимает отдельное место в структуре симптомокомплекса боли в нижней части спины с распространенностью 3–5% в течение года в общей популяции [1, 8]. Она ассоциирована со сравнительно менее благоприятным прогнозом: значительное снижение интенсивности боли происходит лишь у 36% пациентов в течение 2 недель и у 71% в течение 12 недель [26]. Поясничная радикулярная боль чаще всего является следствием сдавления корешков спинномозгового нерва патологическими структурными элементами позвоночника (межпозвонковая грыжа, остеофиты, гипертрофия дугоотростчатых суставов, желтой связки), образовавшимися в результате дегенеративного процесса.

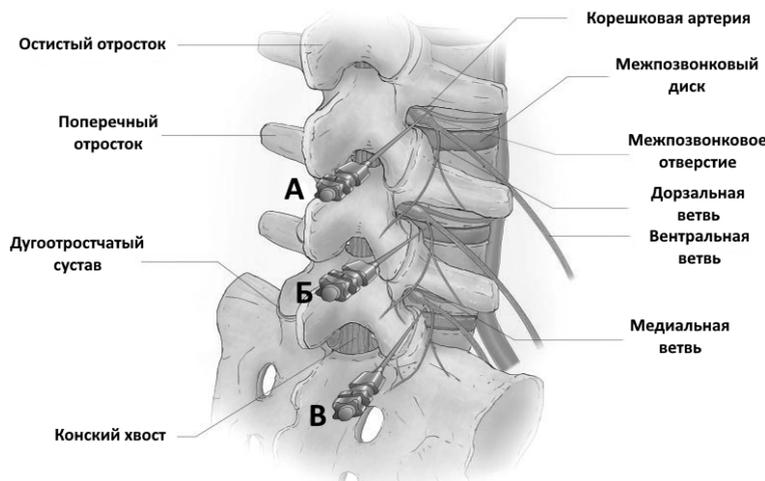


Рис. 1. Доступы в эпидуральное пространство через межпозвоночное отверстие: А – супранеуральный (инфрapedикулярный, через «безопасный треугольник»); Б – ретронеуральный; В – ретродисковый (инфранеуральный)

Fig. 1. Accesses to the epidural space through the intervertebral foramen: А – Supraneural (infrapedicular, through the «safe triangle»); Б – Retroneural; В – Retrodisc (infraneural)

Эпидуральная инъекция в лечении поясничной радикулопатии с болью является самым изученным методом малоинвазивного контроля интенсивности боли с высоким уровнем убедительности рекомендации к ее применению [17]. Ее применяют в тех случаях, когда интенсивность поясничной радикулярной боли не снижается на фоне консервативной терапии. Существует несколько вариантов доступа в эпидуральное пространство в пояснично-крестцовом отделе позвоночника для выполнения противоболевой инъекции – каудальная, интерламинарная и трансфораминальная. Последняя позволяет вводить раствор практически непосредственно в область компрессии корешков спинномозговых нервов и является предпочтительной в практике лечения поясничной радикулярной боли [18]. Целью данной работы является краткий обзор трансфораминальных доступов в эпидуральное пространство поясничного отдела позвоночника, применяемых для этого игл, возможных нежелательных явлениях и осложнениях и детальное иллюстрированное описание супранеурального трансфораминального доступа.

Варианты трансфораминального доступа

Трансфораминальный доступ в эпидуральное пространство для лечения радикулярной боли под рентген-контролем известен со второй половины 20 века [6, 16, 22, 23]. Наиболее раннее подробное описание этого доступа с иллюстрациями доступно в работе Т. Tajima et al. (1980) [23]. В более поздних публикациях авторы начали различать три варианта ее выполнения в зависимости от области межпозвоночного отверстия, где происходит непосредственная пункция эпидурального пространства – субпедикулярный, ретронеуральный

и ретродисковый (рис. 1) [25]. Наиболее часто используемым доступом является субпедикулярный (супранеуральный). Его осуществляют через так называемый «безопасный треугольник» – подробное описание формирующих его структур представили N. Bogduk et al. [3]. При ретронеуральном доступе целевое расположение кончика иглы находится каудальнее, чем при супранеуральном, и дорзально по отношению к спинномозговому нерву [10]. При узких межпозвоночных отверстиях на фоне дегенеративных изменений позвоночника эти 2 подхода, вероятно, имеют минимальные различия. При ретродисковом (инфранеуральном) доступе иглу устанавливают через «треугольник Камбина» в каудальной половине межпозвоночного отверстия позади диска [19]. Данный доступ характеризуется меньшей вероятностью пункции сосудов, расположенных около спинномозгового нерва, но большим шансом непреднамеренно установить иглу в межпозвоночный диск [11].

Иглы для трансфораминальной эпидуральной инъекции

В отличие от интерламинарного доступа в эпидуральное пространство, где вариантом выбора является применение иглы Туи (Tuohy needle), при трансфораминальных доступах оптимально использовать спинальные иглы с острым концом, типа Квинки (Quincke) или Чиба (Chiba) или иглы с тупым концом, например, типа Уитейкэр (Whitacre). При применении игл с более коротким острым или вовсе тупым концом можно ожидать меньшее повреждение целевого спинномозгового нерва [20, 21]. Применение спинальных игл с тупым концом также обладает преимуществом, заключающимся в уменьшении частоты пункции

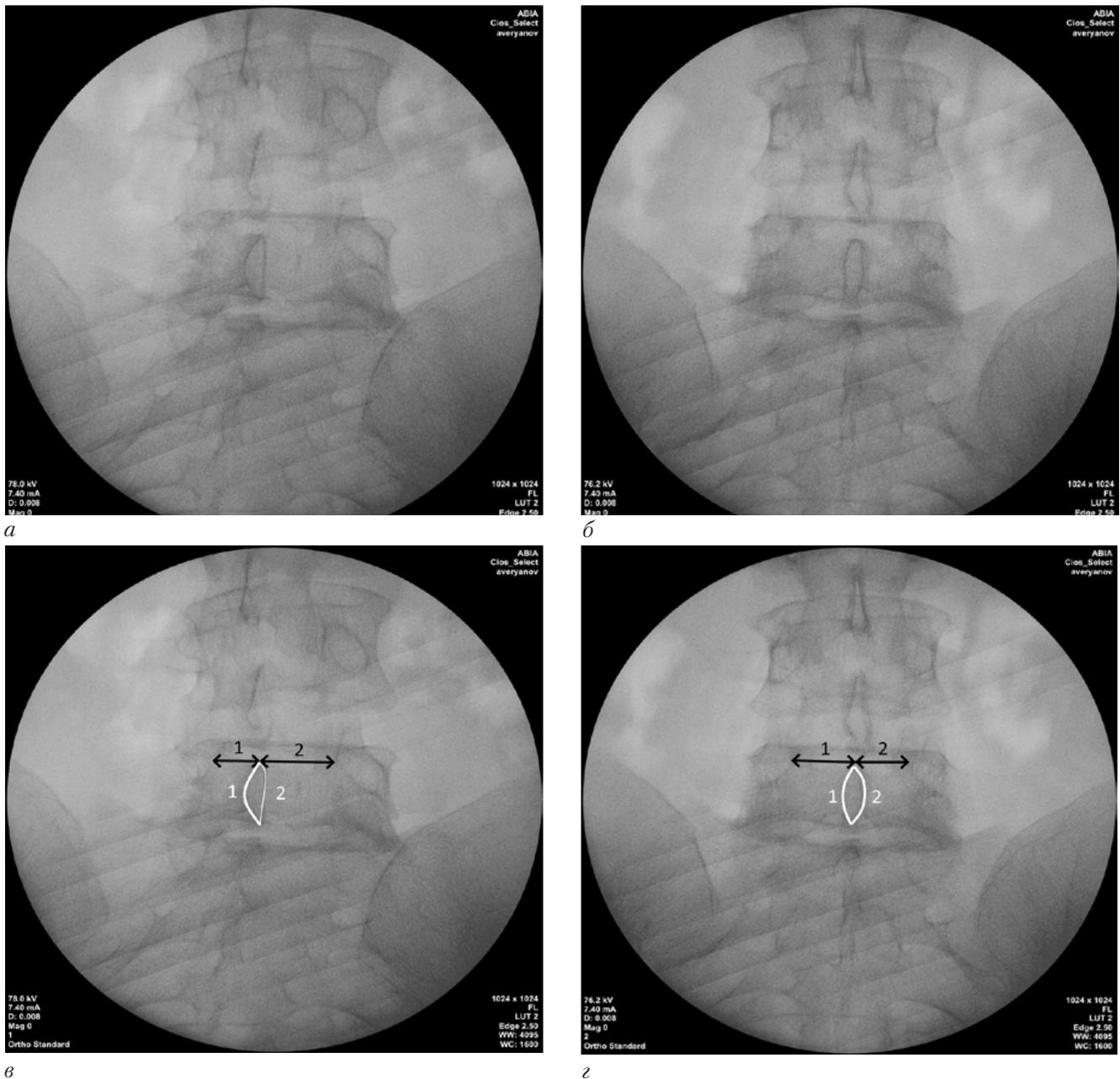


Рис. 2. Получение истинной передне-задней проекции позвоночника: а, в – косая проекция (около 10 градусов по отношению к истинной передне-задней проекции). Расстояние от остистого отростка (черная линия со стрелками 1 и 2) до ножек дуги позвонка различается, рентгенологическая плотность контуров остистого отростка (белая линия 1 и 2) разная; б, г – с помощью изменения угла орбитального вращения получена истинная передне-задняя проекция. Расстояние от остистого отростка (черная линия со стрелками 1 и 2) до ножек дуги позвонка примерно одинаковое, рентгенологическая плотность контуров остистого отростка (белая линия 1 и 2) сопоставима. Внимание! Истинная передне-задняя проекция не всегда соответствует 0 градусам на шкале орбитального вращения C-дуги

Fig. 2. Obtaining a true anterior-posterior projection of the spine: а, в – oblique projection (about 10 degrees relative to the true anterior-posterior projection). The distance from the spinous process (black line with arrows 1 and 2) to the legs of the vertebral arch differs, the radiological density of the contours of the spinous process (white line 1 and 2) is different; б, г – by changing the angle of orbital rotation, a true anterior-posterior projection is obtained. The distance from the spinous process (black line with arrows 1 and 2) to the legs of the vertebral arch is approximately the same, the radiological density of the contours of the spinous process (white line 1 and 2) is comparable. Attention! The true anterior-posterior projection does not always correspond to 0 degrees on the C-arc orbital rotation scale

сосуда при трансфораминальных инъекциях [13]. Важным нюансом трансфораминального эпидурального доступа является необходимость (перед выполнением манипуляции) формирования изгиба кончика иглы (примерно на 10 мм, на 10–15 градусов) для придания большей управляемости и увеличения степени свободы движения иглы

в глубине тканей [2]. Преимущества применения спинальных игл при трансфораминальных инъекциях в сравнении с иглами Туи связаны с меньшим доступным диаметром (для игл Туи 18–20G, для спинальных 22–27G), и простотой создания изгиба кончика иглы непосредственно перед пункцией.

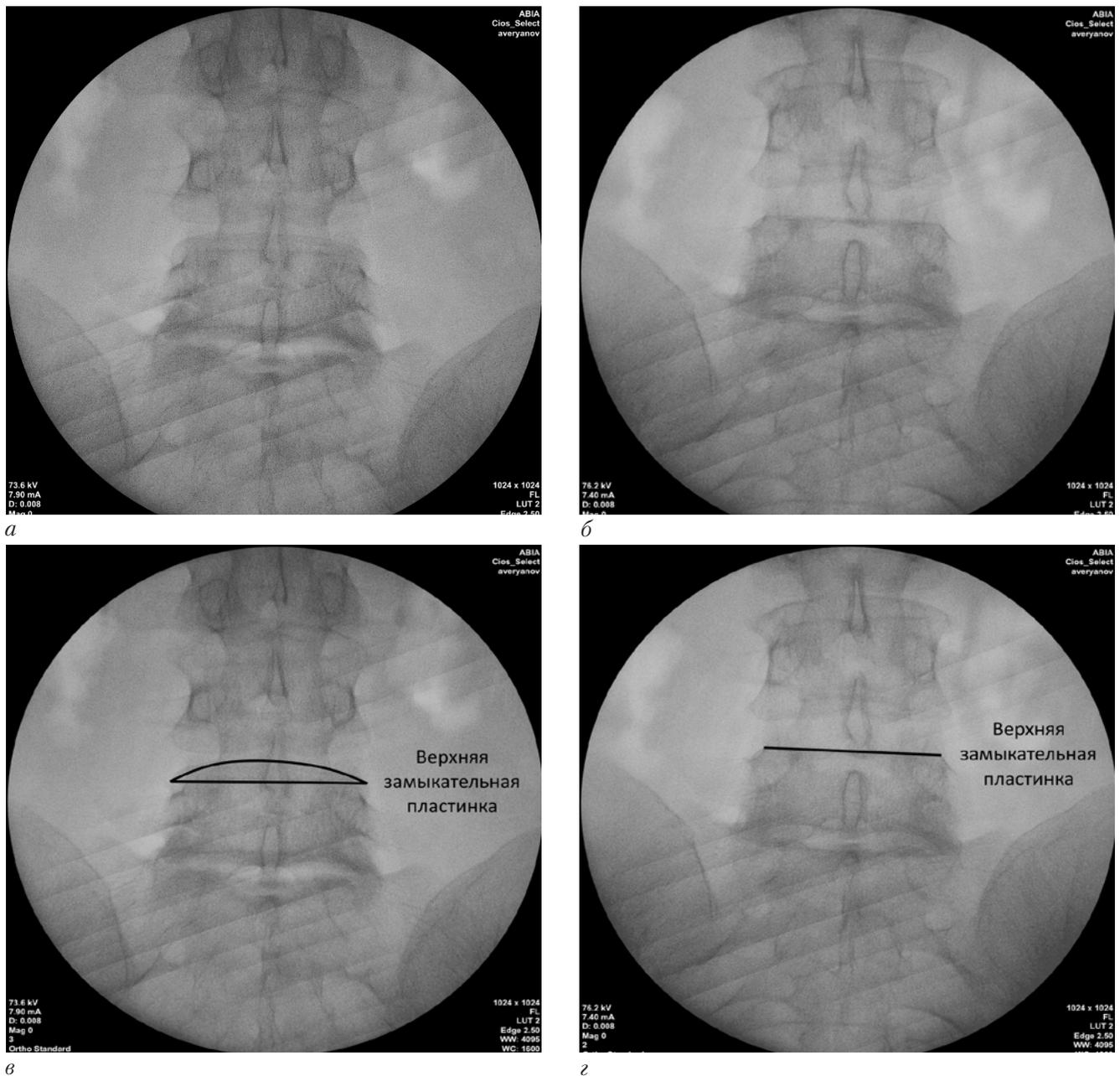


Рис. 3. Выравнивание вентрального и каудального края верхней замыкательной пластинки: а, в – верхняя замыкательная пластинка не выравнена относительно рентгенологического луча, в связи с чем имеет эллипсовидную форму; б, г – с помощью наклона С-дуги верхняя замыкательная пластинка выравнена и имеет форму прямой линии
 Fig. 3. Alignment of the ventral and caudal edges of the upper closure plate: а, в – the upper closure plate is not aligned relative to the X-ray beam, and therefore has an ellipsoid shape; б, г – with the help of the slope of the C-arc, the upper closure plate is aligned and has the shape of a straight line

Нежелательные явления и осложнения трансфораминальной эпидуральной инъекции

При скрупулезном следовании техники безопасности и правильном отборе пациентов трансфораминальные эпидуральные инъекции являются высокбезопасными манипуляциями [4]. Нежелательные явления встречаются в 2,4–9,6% случаев и включают пункцию сосуда, вазовагальный рефлекс, покраснение лица, пункцию дугоотростчатого сустава или диска, и др. В литературе, тем не менее, описаны единичные случаи серьезных осложнений, такие как инфаркт спинного мозга, эпидуральная гематома, эпидуральный абсцесс [12, 14, 15]. Авто-

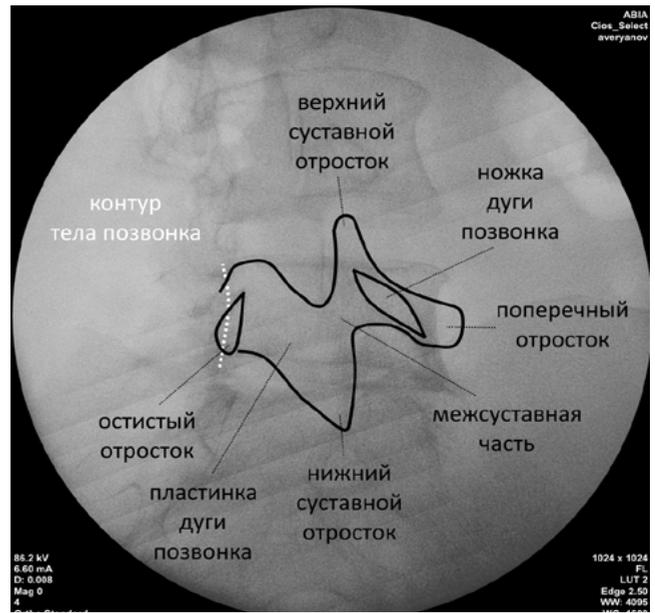
рами опубликованных случаев осложнений сделаны выводы о необходимости четкого следования технике рентген-контролируемого позиционирования иглы в косой, прямой и боковой проекциях, обязательного применения рентген-контрастного вещества с флюороскопией и отказ от использования глюкокортикостероидов длительного действия.

Описание техники выполнения супраневральной трансфораминальной эпидуральной инъекции в поясничном отделе позвоночника

Обеспечив мониторинг витальных функций, в положении пациента на хирургическом столе лежа



а



б

Рис. 4. Получение оптимальной косой проекции для введения иглы по технике вдоль рентгеновского луча: а – орбитальное вращение С-дуги – на угол 30–35 градусов (или до наложения контура остистого отростка на нуржный контур позвонка); б – обозначения анатомических структур, соответствующие очертаниям скотч-терьера («scotty-dog»), где ножка дуги – это «глаз», поперечный отросток – «нос», межсуставная часть – «шея», нижние суставные отростки – передние и задние «лапы», верхний суставной отросток – «ухо», пластинка – «тело»

Fig. 4. Obtaining the optimal oblique projection for needle insertion according to the technique along the X-ray beam: a – orbital rotation of the C-arch at an angle of 30–35 degrees (or until the contour of the spinous process is superimposed on the outer contour of the vertebra); б – designations of anatomical structures corresponding to the outlines of the scotty terrier («scotty-dog»), where the leg of the arch is the «eye», the transverse process is the «nose», the interarticular part is the «neck», the lower articular processes are the front and rear «paws», the upper articular process is the «ear», the plate is the «body»

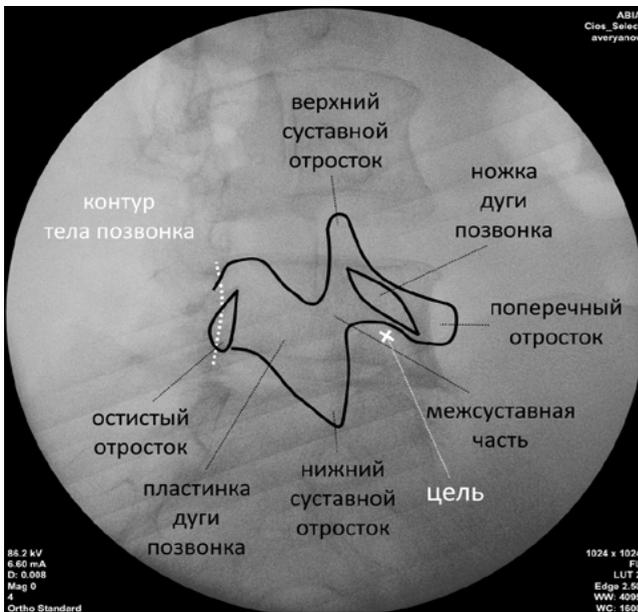


Рис. 5. Целевая область пункции при позиционировании иглы параллельно рентгеновскому лучу

Fig. 5. The target area of puncture when positioning the needle parallel to the X-ray beam

на животе выполняют обзорный передне-задний снимок поясничного отдела позвоночника (излучатель направлен на переднюю брюшную стенку, детектор на спину пациента). При неспособности пациента в

связи с сильной болью привести ноги в тазобедренных суставах в нейтральную позицию, манипуляцию выполняют в положении на боку. При необходимости под голеностопные суставы подкладывают валик. На обзорном снимке определяют целевой межпозвоночный уровень и, передвигая С-дугу, располагают его в центре изображения для минимизации эффекта параллакса¹ при контроле хода продвижения иглы. Определяют основные анатомические костные структуры позвонка – остистый отросток, ножки дуги, поперечные отростки, замыкательные пластинки, суставные отростки. При помощи орбитального вращения (далее – вращение) С-дуги получают истинную передне-заднюю проекцию (рис. 2). Ее признаками являются расположение остистого отростка на равном удалении от наружных краев тела позвонка и ножек дуги и одинаковая рентген-плотность кортикального слоя его правого и левого края. Наклоняя С-дугу в каудальном или краниальном направлении, выравнивают вентральную и каудальную часть верхней замыкательной пластинки тела позвонка целевого уровня (рис. 3). Последние, накладываясь друг на друга, начинают представлять одну максимальную по рентген-плотности линию. Выравнивание верхней замыкательной пластинки необходимо для определения каудально-краниального направления иглы при ее позиционировании и снижении вероятности

¹ Параллакс – это визуальный эффект, при котором элементы, расположенные ближе к зрителю, перемещаются быстрее элементов фона.

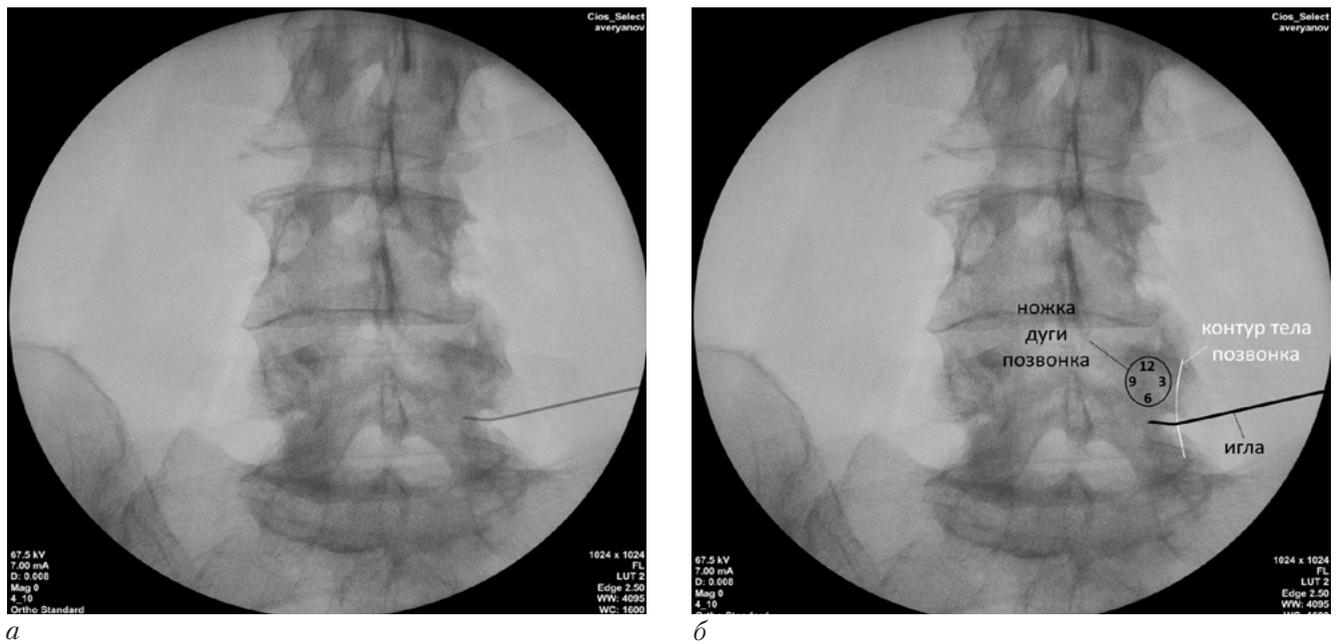


Рис. 6. Контроль глубины введения иглы на истинной передне-задней проекции позвоночника: а – кончик иглы установлен под каудальным краем ножки дуги позвонка; б – оптимальное расположение кончика иглы кнутри от наружного контура тела позвонка, на 6 часов условного циферблата, обозначающего ножку дуги позвонка
 Fig. 6. Control of the depth of needle insertion on the true antero-posterior projection of the spine: а – the tip of the needle is installed under the caudal edge of the vertebral arch leg; б – the optimal location of the needle tip inside the outer contour of the vertebral body, at 6 o'clock of the conventional dial indicating the leg of the vertebral arch

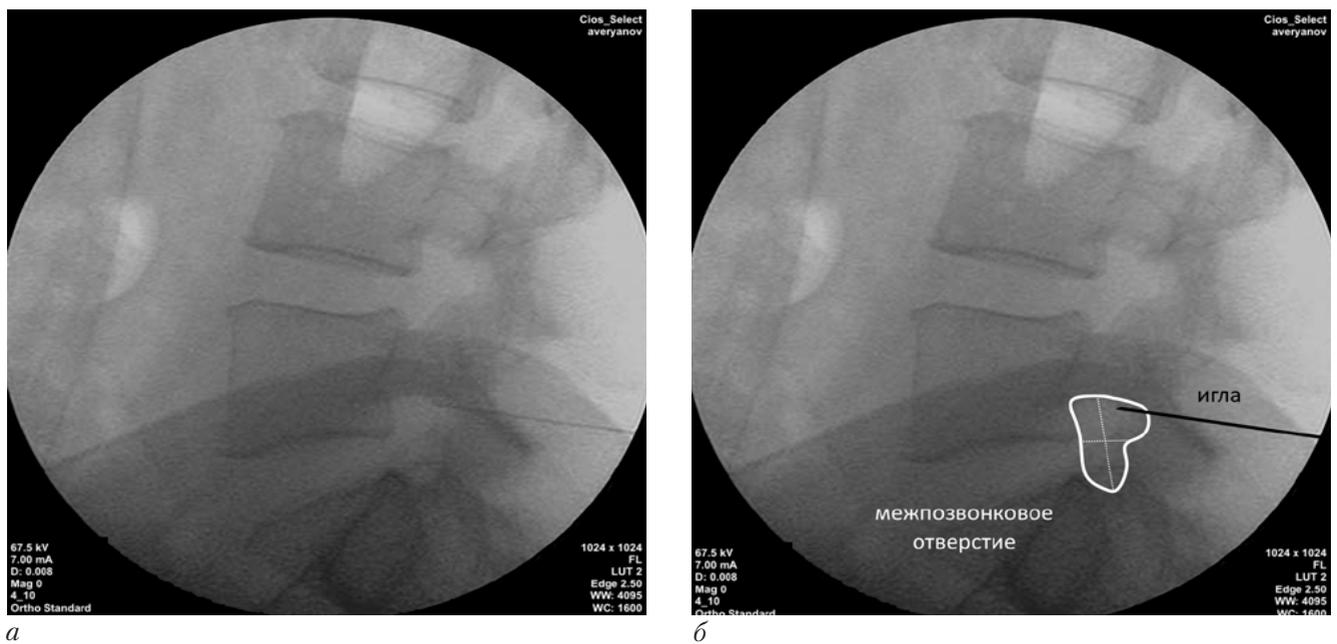


Рис. 7. Контроль глубины введения иглы на истинной боковой проекции
 Fig. 7. Control of the depth of needle insertion on the true lateral projection

пункции спинномозгового нерва. Вращая С-дугу в нужную сторону (при пункции правого межпозвонкового отверстия детектор расположен справа, излучатель, соответственно, слева от пациента), получают изображение целевого межпозвонкового отверстия (рис. 4). Хорошим ориентиром для определения достаточного угла вращения (чаще всего около 30 градусов от «истинной» передне-задней проекции) является наслаивание дорзального края остистого отростка на контур противоположного дугоотростчатого сустава. Получаемую проекцию нередко за

счет получаемых контуров называют проекцией скотч-терьера (шотландского терьера, «scotty dog»), где ножка дуги – это «глаз», поперечный отросток «нос», межсуставная часть «шея», нижние суставные отростки – передние и задние «лапы», верхний суставной отросток «ухо», пластинка «тело». При пункции L₅-S₁ межпозвонкового отверстия достижению целевого угла вращения может препятствовать гребень подвздошной кости. В таких случаях следует либо уменьшить угол (предпочтительнее), либо увеличить краниальный наклон

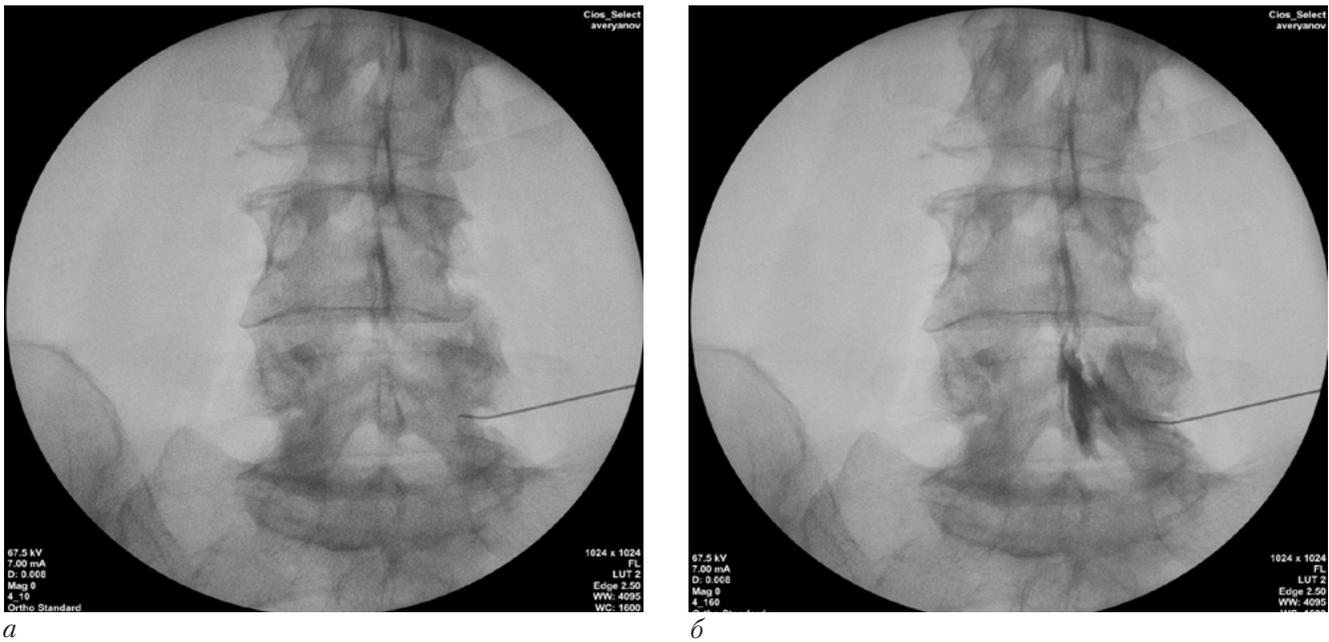


Рис. 8. Инъекция контрастного вещества (КВ) для подтверждения эпидурального расположения кончика иглы. КВ свободно распространяется в медиальном направлении, огибая ножку дуги позвонка: а – до введения КВ; б – после введения КВ

Fig. 8. Injection of contrast agent (CA) to confirm the epidural location of the needle tip. CA freely spreads in the medial direction, skirting the leg of the vertebral arch: a – before the introduction of CA; б – after the introduction of CA

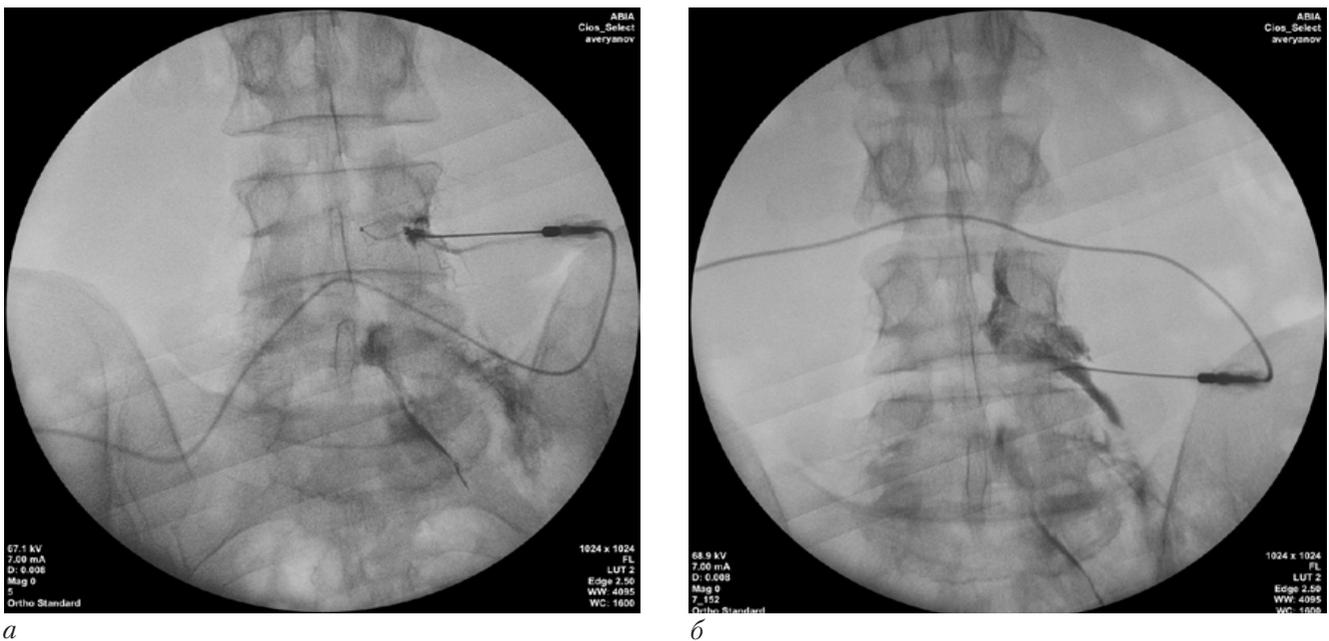


Рис. 9. Внутрисосудистое введение контрастного вещества (КВ): а – сосудистый рисунок, определяющий только при флюороскопии; б – сосудистый рисунок исчез, эпидуральное распространение КВ (обтекание каудального и медиального края ножки дуги позвонка) после перестановки иглы ретродисковым доступом

Fig. 9. Intravascular administration of contrast agent (CA): а – vascular pattern, determined only by fluoroscopy; б – vascular pattern disappeared, epidural spread of CA (flow around the caudal and medial edges of the vertebral arch leg) after needle rearrangement by retrodisc access

С-дуги. Позиционной целью для иглы является область межпозвонкового отверстия, расположенная под «подбородком» «скотч-терьера», то есть примыкает к межсуставной части и ножке дуги позвонка (рис. 5). После обработки области манипуляции в асептических условиях, предварительно выполнив местную инфильтрационную анестезию местным анестетиком кожи, подкожной жировой клетчатки и паравертебральных мышц, осуществляют пунк-

цию кожи спинальной иглой, направляют кончик иглы к цели параллельно рентгеновскому лучу, периодически выполняя рентгенографический контроль. На глубине в среднем 4–5 см (глубина зависит от комплекции пациента) или при получении парестезии дальнейшее продвижение иглы продолжают контролировать по передне-задней проекции. Кончик иглы должен оказаться между наружной частью тела позвонка и 6 часами условного

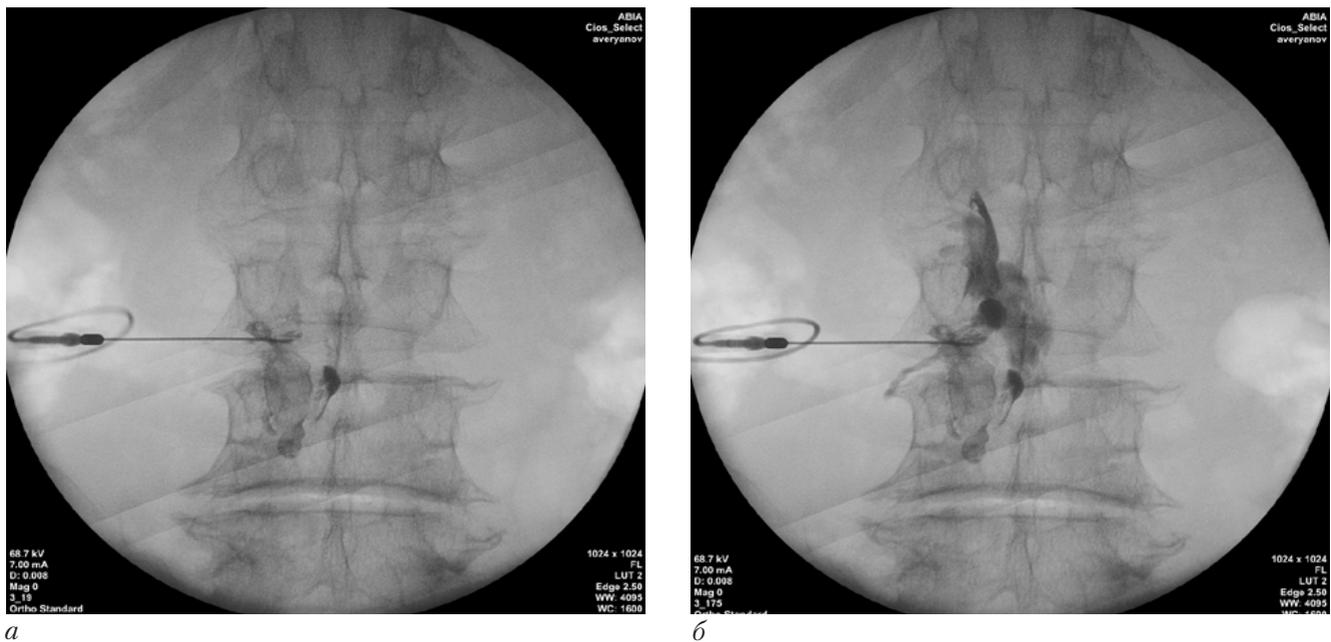


Рис. 10. Внутрисуставное введение контрастного вещества (КВ): а – КВ заполнило полость дугоотростчатого сустава L3L4 без медиального распространения в эпидуральное пространство; б – после более глубокого позиционирования иглы получен эпидуральный паттерн распространения КВ (обтекание каудального и медиального края ножки дуги позвонка)

Fig. 10. Intra-articular injection of contrast agent (CA): a – CA filled the cavity of the L3L4 arch-process joint without medial propagation into the epidural space; b – after deeper positioning of the needle, an epidural pattern of CA propagation was obtained (flow around the caudal and medial edges of the vertebral arch leg)

циферблата, наложенного на ножку дуги позвонка (рис. 6). В трудных и/или сомнительных случаях (или при первоначальном наборе необходимого опыта) следует дополнительно проконтролировать глубину с помощью боковой проекции, выполнив вращение С-дуги на 90 градусов от истинной «передне-задней» проекции. Кончик иглы при такой проекции должен быть расположен в краниальной части дорзальной половины межпозвоночного отверстия (рис. 7). Чем более вентрально он находится, тем выше вероятность пункции сосудов. При оптимальном позиционировании выполняют инъекцию 1–2 мл йодсодержащего контрастного вещества (например, йогексол 300–350 мг йода/мл) в условиях рентгеноскопии (рис. 8). Для исключения попадания рук врача под прямое ионизирующее излучение во время инъекции шприц с контрастом соединяют с иглой через удлинительную линию. С помощью контраста подтверждают эпидуральное и исключают внутрисосудистое, внутрисуставное, интратекальное, паравертебральное, внутридисковое, интраневральное расположение кончика иглы (рис. 9–11). При неоптимальном распространении контраста спинальную иглу репозиционируют. Далее вводят 2–2,5 мл лечебного раствора, удаляют иглу.

Заключение

Достижения в области визуализации и разработках малоинвазивных методов позволили нехирургическим вмешательствам на позвоночнике стать важным инструментом в лечении хронической боли. Эпидуральная инъекция является одним из

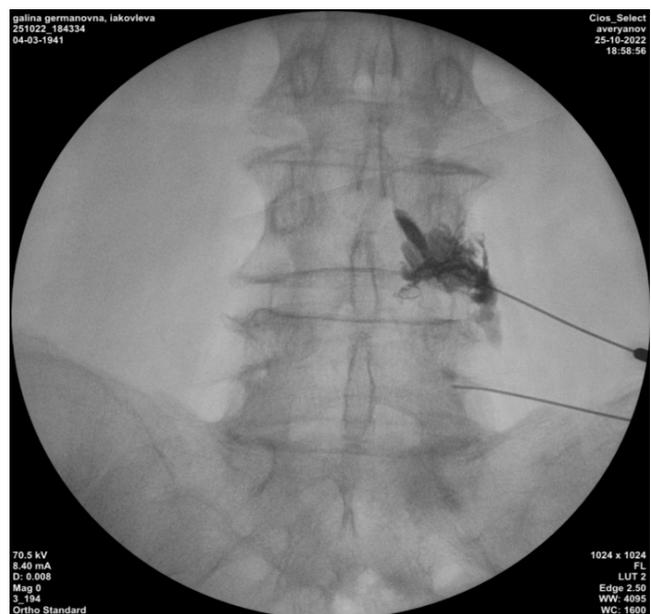


Рис. 11. Паравертебральное распространение контрастного вещества (КВ). КВ не распространяется по эпидуральному паттерну, т. е. не обтекает каудальный и медиальный край ножки дуги позвонка. Для последующей оценки паттерна распространения КВ после более глубокого позиционирования иглы следует прибегнуть к субтракционной эпидурографии или выждать время для диссипации КВ

Fig. 11. Paravertebral distribution of contrast agent (CA). CA does not spread along the epidural pattern, i. e. it does not flow around the caudal and medial edge of the vertebral arch leg. To further assess the pattern of CA propagation after deeper positioning of the needle, it is necessary to resort to subtraction epidurography or wait for the time for CA dissipation

таких широко используемых за рубежом малоинвазивных способов и пока мало распространена в отечественных медицинских центрах. При строгом следовании техники выполнения эпидуральной инъекции, применении флюороскопической навигации с обязательным контролем правильности установки иглы введением контрастного вещества количество нежелательных явлений незначительно, а осложнения описаны лишь как единичные случаи. При этом в современных систематических

обзорах эффективность эпидуральных инъекций абсолютно доказана и обладает самым высоким уровнем убедительности рекомендации для ее применения. Краткий обзор и детальное иллюстрированное описание трансфораминальной эпидуральной инъекции супраневральным доступом представленной публикации призван стимулировать внедрение этого малоинвазивного метода в рутинную практику центров, специализирующихся в лечении хронической боли.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов.

Conflict of Interests. The authors state that they have no conflict of interests.

ЛИТЕРАТУРА

REFERENCES

- Anderson G. B. J. Epidemiology of spinal disorders // The adult spine: principles and practice, Frymoyer J. W., eds. – New York: Raven, 1991. – P. 110–146.
- Brunner P, Amoretti N., Soares F. et al. Approaches in injections for radicular pain: The transforaminal, epidural and transfacet approaches // *Diagnostic and Interventional Imaging*. – 2012. – Vol. 93, Is. 9. – P. 711–722. DOI: 10.1016/j.diii.2012.07.005.
- Bogduk N. Nerves of the lumbar spine // *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine*. – New York: Churchill Livingstone, 1997. – P. 127–144.
- Chang A., Ng A. T. Complications associated with lumbar transforaminal epidural steroid injections // *Curr Pain Headache Rep*. – 2020. – Vol. 24, № 11. – P. 67. DOI: 10.1007/s11916-020-00900-9.
- da C Menezes Costa L., Maher C. G., Hancock M. J. et al. The prognosis of acute and persistent low-back pain: a meta-analysis // *CMAJ*. – 2012. – Vol. 184, № 11. – P. E613–24. DOI: 10.1503/cmaj.111271.
- Dooley J. F., McBroom R. J., Taguchi T. et al. Nerve root infiltration in the diagnosis of radicular pain // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1988. – Vol. 13, № 1. – P. 79–83. DOI: 10.1097/00007632-198801000-00019.
- Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 333 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. GBD 2016 DALYs and HALE Collaborators // *Lancet*. – 2017. – Vol. 390. – P. 1260–1344. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32130-X.
- Heliövaraa M., Knekt P., Aromaa A. Incidence and risk factors of herniated lumbar intervertebral disc or sciatica leading to hospitalization // *J Chronic Dis*. – 1987. – Vol. 40, № 3. – P. 251–258.
- Hoy D., Brooks P., Blyth F. et al. The Epidemiology of low back pain // *Best Pract Res Clin Rheumatol*. – 2010. – Vol. 24, № 6. – P. 769–781. DOI: 10.1016/j.berh.2010.10.002.
- Ignjatovic S., Omid R., Kubik-Huch R. A. et al. The retroneural approach: an alternative technique for lumbar transforaminal epidural steroid injections // *Acta Radiol*. – 2018. – Vol. 59, № 12. – P. 1508–1516. DOI: 10.1177/0284185118762248.
- Jasper J. F. Lumbar retrodiscal transforaminal injection // *Pain Physician*. – 2007. – Vol. 10, № 3. – P. 501–510. PMID: 17525785.
- Kabbara A., Rosenberg S. K., Untal C. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* epidural abscess after transforaminal epidural steroid injection // *Pain Physician*. – 2004. – Vol. 7, № 2. – P. 269–272.
- Kim J. Y., Kim S. N., Park C. et al. Effect of needle type on intravascular injection in transforaminal epidural injection: a meta-analysis // *Korean J Pain*. – 2019. – Vol. 32, № 1. – P. 39–46. DOI: 10.3344/kjp.2019.32.1.39.
- Kim S. I., Lee D. H., Kim S. H. et al. Spinal epidural hematoma occurring at a distance from the transforaminal epidural injection site: a case report // *Medicine (Baltimore)*. – 2019. – Vol. 98, № 30. – P. e16654. DOI: 10.1097/MD.00000000000016654.
- Lyders E. M., Morris P. P. A case of spinal cord infarction following lumbar transforaminal epidural steroid injection: MR imaging and angiographic findings // *AJNR Am J Neuroradiol*. – 2009. – Vol. 30, № 9. – P. 1691–1693. DOI: 10.3174/ajnr.A1567.
- Macnab I. Negative disc exploration: An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients // *J Bone Joint Surg*. – 1971. – Vol. 53. – P. 891–903.
- Anderson G. B. J. Epidemiology of spinal disorders. The adult spine: principles and practice, Frymoyer J. W., eds, New York, Raven, 1991, pp. 110–146.
- Brunner P, Amoretti N., Soares F. et al. Approaches in injections for radicular pain: The transforaminal, epidural and transfacet approaches. *Diagnostic and Interventional Imaging*, 2012, vol. 93, Is. 9, pp. 711–722. DOI: 10.1016/j.diii.2012.07.005.
- Bogduk N. Nerves of the lumbar spine. *Clinical Anatomy of the Lumbar Spine*, New York: Churchill Livingstone, 1997, pp. 127–144.
- Chang A., Ng A. T. Complications associated with lumbar transforaminal epidural steroid injections. *Curr Pain Headache Rep*, 2020, vol. 24, no. 11, pp. 67. DOI: 10.1007/s11916-020-00900-9.
- da C Menezes Costa L., Maher C. G., Hancock M. J. et al. The prognosis of acute and persistent low-back pain: a meta-analysis. *CMAJ*, 2012, vol. 184, no. 11, pp. E613–24. DOI: 10.1503/cmaj.111271.
- Dooley J. F., McBroom R. J., Taguchi T. et al. Nerve root infiltration in the diagnosis of radicular pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1988, vol. 13, no. 1, pp. 79–83. DOI: 10.1097/00007632-198801000-00019.
- Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 333 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 195 countries and territories, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. GBD 2016 DALYs and HALE Collaborators. *Lancet*, 2017, vol. 390, pp. 1260–1344. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32130-X.
- Heliövaraa M., Knekt P., Aromaa A. Incidence and risk factors of herniated lumbar intervertebral disc or sciatica leading to hospitalization. *J Chronic Dis*, 1987, vol. 40, no. 3, pp. 251–258.
- Hoy D., Brooks P., Blyth F. et al. The Epidemiology of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 2010, vol. 24, no. 6, pp. 769–781. DOI: 10.1016/j.berh.2010.10.002.
- Ignjatovic S., Omid R., Kubik-Huch R. A. et al. The retroneural approach: an alternative technique for lumbar transforaminal epidural steroid injections. *Acta Radiol*, 2018, vol. 59, no. 12, pp. 1508–1516. DOI: 10.1177/0284185118762248.
- Jasper J. F. Lumbar retrodiscal transforaminal injection. *Pain Physician*, 2007, vol. 10, no. 3, pp. 501–510. PMID: 17525785.
- Kabbara A., Rosenberg S. K., Untal C. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* epidural abscess after transforaminal epidural steroid injection. *Pain Physician*, 2004, vol. 7, no. 2, pp. 269–272.
- Kim J. Y., Kim S. N., Park C. et al. Effect of needle type on intravascular injection in transforaminal epidural injection: a meta-analysis. *Korean J Pain*, 2019, vol. 32, no. 1, pp. 39–46. DOI: 10.3344/kjp.2019.32.1.39.
- Kim S. I., Lee D. H., Kim S. H. et al. Spinal epidural hematoma occurring at a distance from the transforaminal epidural injection site: a case report. *Medicine (Baltimore)*, 2019, vol. 98, no. 30, pp. e16654. DOI: 10.1097/MD.00000000000016654.
- Lyders E. M., Morris P. P. A case of spinal cord infarction following lumbar transforaminal epidural steroid injection: MR imaging and angiographic findings. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2009, vol. 30, no. 9, pp. 1691–1693. DOI: 10.3174/ajnr.A1567.
- Macnab I. Negative disc exploration: An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients. *J Bone Joint Surg*, 1971, vol. 53, pp. 891–903.

17. Manchikanti L., Knezevic E., Knezevic N. N. et al. Injections for lumbar radiculopathy or sciatica: a comparative systematic review and meta-analysis of Cochrane Review // *Pain Physician*. – 2021. – Vol. 24, № 5. – P. E539–E554. PMID: 34323441.
18. Pandey R. A. 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. – Vol. 10, № 7. – P. RC05–11. DOI: 10.7860/JCDR/2016/18208.8127.
19. Park J. W., Nam H. S., Cho S. K. et al. Kambin's triangle approach of lumbar transforaminal epidural injection with spinal stenosis // *Ann Rehabil Med*. – 2011. – Vol. 35, № 6. – P. 833–843. DOI: 10.5535/arm.2011.35.6.833.
20. Sala-Blanch X., Ribalta T., Rivas E. et al. Structural injury to the human sciatic nerve after intraneural needle insertion // *Reg Anesth Pain Med*. – 2009. – Vol. 34, № 3. – P. 201–205. DOI: 10.1097/AAP.0b013e31819a2795.
21. Selander D., Dhunér K. G., Lundborg G. Peripheral nerve injury due to injection needles used for regional anesthesia. An experimental study of the acute effects of needle point trauma // *Acta Anaesthesiol Scand*. – 1977. – Vol. 21, № 3. – P. 182–188. DOI: 10.1111/j.1399-6576.1977.tb01208.x.
22. Stanley D., McLaren M. I., Euinton H. A. et al. A prospective study of nerve root infiltration in the diagnosis of sciatica. A comparison with radiculography, computed tomography, and operative findings // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1990. – Vol. 15, № 6. – P. 540–543. DOI: 10.1097/00007632-199006000-00020.
23. Tajima T., Furukawa K., Kuramochi E. Selective lumbosacral radiculography and block // *Spine (Phila Pa 1976)*. – 1980. – Vol. 5, № 1. – P. 68–77. DOI: 10.1097/00007632-198001000-00013.
24. van Tulder M., Becker A., Bekkering T. et al. Chapter 3. European guidelines for the management of acute nonspecific low-back pain in primary care // *Eur Spine J*. – 2006. – Vol. 15, Suppl 2. – P. S169–191. DOI: 10.1007/s00586-006-1071-2.
25. Viswanathan V. K., Kanna R. M., Farhadi H. F. Role of transforaminal epidural injections or selective nerve root blocks in the management of lumbar radicular syndrome – A narrative, evidence-based review // *J Clin Orthop Trauma*. – 2020. – Vol. 11, № 5. – P. 802–809. DOI: 10.1016/j.jcot.2020.06.004.
26. Vroomen P. C., de Krom M. C., Knottnerus J. A. Predicting the outcome of sciatica at short-term follow-up // *Br J Gen Pract*. – 2002. – Vol. 52, № 475. – P. 119–123. PMID: 11887877.
17. Manchikanti L., Knezevic E., Knezevic N. N. et al. Injections for lumbar radiculopathy or sciatica: a comparative systematic review and meta-analysis of Cochrane Review. *Pain Physician*, 2021, vol. 24, no. 5, pp. E539–E554. PMID: 34323441.
18. Pandey R. A. 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, vol. 10, no. 7, pp. RC05–11. DOI: 10.7860/JCDR/2016/18208.8127.
19. Park J. W., Nam H. S., Cho S. K. et al. Kambin's triangle approach of lumbar transforaminal epidural injection with spinal stenosis. *Ann Rehabil Med*, 2011, vol. 35, no. 6, pp. 833–843. DOI: 10.5535/arm.2011.35.6.833.
20. Sala-Blanch X., Ribalta T., Rivas E. et al. Structural injury to the human sciatic nerve after intraneural needle insertion. *Reg Anesth Pain Med*, 2009, vol. 34, no. 3, pp. 201–205. DOI: 10.1097/AAP.0b013e31819a2795.
21. Selander D., Dhunér K. G., Lundborg G. Peripheral nerve injury due to injection needles used for regional anesthesia. An experimental study of the acute effects of needle point trauma. *Acta Anaesthesiol Scand*, 1977, vol. 21, no. 3, pp. 182–188. DOI: 10.1111/j.1399-6576.1977.tb01208.x.
22. Stanley D., McLaren M. I., Euinton H. A. et al. A prospective study of nerve root infiltration in the diagnosis of sciatica. A comparison with radiculography, computed tomography, and operative findings. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1990, vol. 15, no. 6, pp. 540–543. DOI: 10.1097/00007632-199006000-00020.
23. Tajima T., Furukawa K., Kuramochi E. Selective lumbosacral radiculography and block. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1980, vol. 5, no. 1, pp. 68–77. DOI: 10.1097/00007632-198001000-00013.
24. van Tulder M., Becker A., Bekkering T. et al. Chapter 3. European guidelines for the management of acute nonspecific low-back pain in primary care. *Eur Spine J*, 2006, vol. 15, Suppl 2, pp. S169–191. DOI: 10.1007/s00586-006-1071-2.
25. Viswanathan V. K., Kanna R. M., Farhadi H. F. Role of transforaminal epidural injections or selective nerve root blocks in the management of lumbar radicular syndrome – A narrative, evidence-based review. *J Clin Orthop Trauma*, 2020, vol. 11, no. 5, pp. 802–809. DOI: 10.1016/j.jcot.2020.06.004.
26. Vroomen P. C., de Krom M. C., Knottnerus J. A. Predicting the outcome of sciatica at short-term follow-up. *Br J Gen Pract*, 2002, vol. 52, no. 475, pp. 119–123. PMID: 11887877.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Медицинский центр «Новая клиника «АБИА»,
197350, Россия, Санкт-Петербург, пр. Королева, д. 48,
корп. 7, тел. +7 (812) 240-80-47

Аверьянов Дмитрий Александрович

канд. мед. наук, врач-анестезиолог-реаниматолог,
медицинский центр «Новая клиника «АБИА».
E-mail: dimonmed@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4353-4953

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государствен-
ный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова»
МЗ РФ,
197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого,
д. 6-8, тел. 8 (812) 338-60-77

Храпов Кирилл Николаевич

д-р мед. наук, профессор кафедры анестезиологии и реани-
матологии, главный научный сотрудник Научно-клиниче-
ского центра анестезиологии и реаниматологии.
E-mail: khrapov.kirill@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9988-3135

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Medical center «New Clinic «ABIA»,
48, building 7, Koroleva str., Saint Petersburg, 197350, Russia,
tel.: 8 (812) 240-80-47

Averyanov Dmitry A.

Cand. of Sci. (Med.), Anesthesiologist and Intensivist,
Medical center «New Clinic «ABIA».
E-mail: dimonmed@mail.ru, ORCID: 0000-0003-4353-4953

Pavlov University,
6-8, Leo Tolstoy str., Saint Petersburg, 197022, Russia,
tel.: 8 (812) 338-60-77

Khrapov Kirill N.

Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Anesthesiology
and Intensive Care, Chief Research Fellow of the Scientific
and Clinical Center of Anesthesiology and Intensive Care.
E-mail: khrapov.kirill@mail.ru, ORCID: 0000-0002-9988-3135