

doi : 10.52485/19986173_2021_4_152

УДК 616-089.5-031.83

¹Проценко Д.Н., ^{2,3}Ямщиков О.Н., ^{2,3}Марченко А.П.,
^{2,3}Емельянов С.А., ^{2,3}Черкаева А.В., ^{2,3}Игнатова М.А.

ТУННЕЛИРОВАНИЕ ЭПИДУРАЛЬНОГО КАТЕТЕРА: ЗА И ПРОТИВ

¹ *Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова (Москва, Россия).*

² *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина», Медицинский институт, г. Тамбов, Российская Федерация,*

³ *Тамбовское областное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская клиническая больница г. Котовска», г. Котовск, Российская Федерация*

Резюме. В статье проведен обзор клинических исследований иностранных и отечественных авторов о применении различных способов туннелирования эпидурального катетера (ЭК). По результатам исследовательских работ одна группа авторов делает вывод, что туннелирование ЭК – это агрессивный метод, приводящий к выраженной воспалительной реакции окружающих тканей, не предотвращающий смещение катетера наружу. Вторая группа авторов считает, также основываясь на собственных исследованиях, что туннелирование ЭК – это надежный способ фиксации, реже вызывающий воспалительную реакцию. В статье приведены примеры способов фиксации ЭК, их преимущества и недостатки, в том числе и собственного способа туннелирования ЭК. В заключении, основываясь на литературных данных, мы обозначили требования к способам туннелирования ЭК: способ должен быть малотравматичным; подкожный туннель должен быть такой протяженности, чтобы обеспечивать выход ЭК на кожу в удобном для фиксации месте; необходимо обеспечить удобство доступа и ухода за ЭК для персонала и комфортные условия для пациента.

Ключевые слова. Эпидуральный катетер, туннелирование эпидурального катетера, дислокация эпидурального катетера

¹Protsenko D.N., ^{1,2}Yamshikov O.N., ^{1,2}Marchenko A.P.,
^{1,2}Emelyanov S.A., ^{1,2}Cherkaeva A.V., ^{1,2}Ignatov M.A.

TUNNELING AN EPIDURAL CATHETER: PRO AND CONTRA

¹ *N.I.Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russia)*

² *Derzhavin Tambov State University, Medical Institute, Tambov, Russian Federation,*
³ *Kotovsk City Clinical Hospital, Kotovsk, Russian Federation*

Abstract. The article provides an overview of clinical studies of foreign and Russian authors on the use of various methods of tunnelling an epidural catheter (EC). By the results of research work, one group of authors concludes that EC tunnelling is an aggressive technique resulting in severe inflammatory reactions of surrounding tissues, not preventing the outward displacement of the catheter. The second the group of authors believes, also based on their own research, that EC tunnelling is a reliable fixation method, less often causing inflammatory reaction. The article provides examples of EC fixation methods, their advantages and disadvantages, including the EC's own tunnelling method. In conclusion, based on the literature data, we have outlined the requirements for the methods tunnelling EC: the method should be low-traumatic; subcutaneous tunnel should be of such length as to provide EC outlet to the skin in a convenient fixation place; it is necessary to ensure ease of access and maintenance of EC for personnel and comfortable conditions for the patient.

Keywords: epidural catheter, epidural catheter tunneling, epidural catheter dislocation

Регионарная анестезия широко вошла в практику современной анестезиологии. В развитых странах Европы и Северной Америки регионарные методы обезболивания составляют 35-40% от всех анестезиологических пособий. В странах Скандинавии доля нейроаксиальных блокад составляет 86% от всех проводимых методов регионарной анестезии [1]. В Российской Федерации доля нейроаксиальных методов за 10 последних лет выросла с 9% до 19%. При операциях на нижних конечностях и органах малого таза

анестезиологи все чаще предпочитают нейроаксиальные блокады общей анестезии. Применение регионарной анестезии при операциях на бедре позволило снизить летальность на 50% по сравнению с использованием общей анестезии [2].

Преимущество эпидуральной анестезии (ЭА) и комбинированной спинально-эпидуральной анестезии (КСЭА) заключается в возможности пролонгации анестезии и проведения послеоперационного обезболивания. Для продления аналгезии в рамках ЭА или КСЭА через установленный в эпидуральное пространство (ЭП) катетер раствор местного анестетика вводится болюсно – дробно или в виде постоянной инфузии. Качество и продолжительность проводимого обезболивания будет зависеть от правильности установки ЭК и надежности его фиксации. С.Л. Эпштейн, И.А. Карпов, А.М. Овечкин отмечают, «что при отсутствии серьезных неврологических и инфекционных осложнений, сохраняется определенный процент технических проблем проведения ЭА, к которым относят неправильное размещение или последующую миграцию ЭК из ЭП, что может привести к случайному внутрисосудистому введению местного анестетика, тотальному спинальному блоку при пенетрации ЭК твердой мозговой оболочки, а также ЭК может покинуть ЭП через межпозвонковое отверстие, что обусловит развитие одностороннего блока, то есть приведет к неадекватной аналгезии или ЭК может полностью выпасть из эпидурального пространства, что приведет к прекращению проводимой аналгезии» [3].

Существует несколько способов фиксации ЭК: фиксация лейкопластырной наклейкой, использование специальных фиксирующих устройств и фиксация ЭК в подкожном канале (туннелирование ЭК).

Первый способ – это фиксация лейкопластырной наклейкой. Bishton I.M et al. отмечают, что при фиксации ЭК на коже пластырем происходит внутренняя и внешняя миграция у 36% пациентов [4], по данным Clark M. et al., у 75% пациентов при этом у 20-25% случаев амплитуда смещения превышает 2 см [5]. Crosby E. также отмечает высокую частоту смещения правильно установленных ЭК, 54% которых мигрировали, при этом 70% из этого количества катетеров полностью вышли из ЭП [6].

Второй способ – это фиксация специальными фиксирующими устройствами. Применение таких устройств обеспечивает более прочное крепление ЭК к коже спины [7], но приводит к удорожанию методики. Такими фиксирующими устройствами являются: «Lockit» – самоклеющаяся круглая пластина с отверстием в центре устройства, где расположен пластиковый замок-защелка; «Perifix» – устройство состоящее из фиксирующего кольца, обеспечивающего надежную фиксацию, и прозрачной пленки с неадгезивной центральной частью; «Eri-Fix» – более сложное устройство, также состоящее из самоклеющейся пластины, на которой расположено два фиксирующих компонента с прозрачной наклейкой, позволяющей отслеживать состояние кожной раны – места выхода ЭК. А.М. Овечкин, И.А. Карпов, С.В. Люосев отмечают, что наиболее надежная фиксация ЭК к коже была при фиксации устройством «Eri-Fix», и отсутствие случаев смещения ЭК при фиксации этим устройством. При фиксации устройством «Lockit» количество смещений ЭК было в 2,5% случаях, и среднее смещение составило 0,7 см. Наибольший дискомфорт у подавляющего числа пациентов вызывало нахождение фиксирующего устройства «Lockit» на грудном уровне (9 из 11), на поясничном уровне случаев дискомфорта было меньше (5 из 23). Устройство «Eri-Fix» практически не вызывало у пациентов чувство дискомфорта (дискомфорт отметили только 2 из 50). Объясняется это тем, что у фиксирующего устройства «Lockit» имеется выступающая часть – твердая пластмассовая защелка. Устройство «Eri-Fix» состоит из мягких плоских частей и оказывает меньшее давление на ткани [7].

Третий способ – это проведение ЭК в подкожном канале (туннелирование).

Существует несколько утверждений относительно данного способа, которые ставят под сомнение его безопасность:

1. Туннелирование – это агрессивный метод, приводящий к выраженной воспалительной реакции тканей. «Туннелизация катетера под кожу спины в 25-30% случаев приводит к

выраженной воспалительной реакции окружающих тканей, а потому не может быть признана безопасной» [8].

2. Туннелирование предотвращает смещение ЭК внутрь, но не предотвращает смещение кнаружи [9].
3. Зачем проводить туннелирование ЭК, когда есть безопасный и надежный способ фиксации ЭК к коже спины с помощью специальных фиксирующих устройств?

Также существуют несколько утверждений, которые говорят об обратном: туннелирование ЭК – это безопасный способ, который может надежно фиксировать ЭК:

1. Туннелирование ЭК реже вызывает воспалительную реакцию и развитие инфекционного процесса по сравнению с фиксацией лейкопластырной наклейкой.
2. Туннелирование – это надежный способ фиксации ЭК к коже, при котором происходит меньше случаев дислокации по сравнению с фиксацией лейкопластырной наклейкой, поэтому он подходит для длительного стояния ЭК. При фиксации ЭК в подкожном канале смещение ЭК отмечено только в 10% случаев [10]. Туннелирование при определенных обстоятельствах (если петля ЭК формируется сразу после места проведения пункции ЭП перед входом в подкожный туннель) может приводить к внутренней дислокации ЭК [8]. Туннелирование с расположением ЭК в месте эпидуральной пункции под кожей будет предотвращать внутреннюю дислокацию ЭК.
3. Место фиксации ЭК по медиальной (срединной линии) не может считаться идеальным, лучше проводить фиксацию ЭК латеральнее медиальной линии.

Итак, первое утверждение: туннелирование ЭК приводит к выраженной воспалительной реакции и развитию катетерной инфекции в большей степени, чем другие способы фиксации. В 2016 г. группа авторов в составе: Н. Bomberg, С. Kubulus, S. Herberger, опубликовала статью о проведенном многоцентровом ретроспективном исследовании «Туннелирование грудных эпидуральных катетеров связано с меньшим количеством катетерных инфекций: ретроспективный анализ», в котором проверили утверждение о том, что туннелирование грудных ЭК связано с более низким риском развития катетерных инфекций [11].

В данном исследовании проведен анализ 22 411 случаев проведения непрерывной эпидуральной анальгезии (12 870 с туннелированием и 9 541 без туннелирования), включенных в Немецкий регистр регионарной анестезии в период с 2007 по 2014 гг. В 2007 году Немецкое общество анестезиологии и интенсивной терапии создало сеть по обеспечению безопасности регионарной анестезии. База данных Немецкой сети регионарной анестезии (NRA) собирает предоперационные, интраоперационные и послеоперационные данные от лечащих врачей в 25 немецких центрах, заполняющих стандартную форму [12].

Пациенты были разделены на две группы: 1-я группа – 7 586 человек из 12 870, которым проводилось туннелирование и 2-я группа – 7 586 пациентов из 9 541 без туннелирования. Были исключены из исследования пациенты, у которых эпидуральная анальгезия, не связанная с хирургическим вмешательством, проводилась более 14 дней, пациенты, вес у которых был меньше 38 кг и больше 250 кг для мужчин и 39 кг и 250 кг у женщин. Минимальный рост и вес был определен у 14-летних девочек – 150 см и 39 кг и мальчиков – 150 см и 38 кг. индекс массы тела (ИМТ) у исследуемых был от 16 до 70 кг/м². Средняя продолжительность стояния ЭК в группе с туннелированием составила 5,8 дней, в группе без туннелирования – 5,7 дней. Физический статус по ASA был от 1 до 4 ст., при этом большинство исследуемых имели физический статус по ASA 2 ст. – 34% с туннелированием и 41% без туннелирования и статус по ASA 3 ст. – 60% с туннелированием и 48% без туннелирования. Инфекции в месте введения катетера были проспективно классифицированы по степени тяжести следующим образом: легкие инфекции определялись двумя из трех признаков инфекции (покраснение, отек или местная боль); умеренные инфекции определялись как легкие плюс один из следующих признаков (повышение уровня С-реактивного белка, лейкоцитоз, лихорадка или гной в месте прокола) и тяжелые инфекции определялись необходимостью хирургического вмешательства – вскрытия и ревизии.

Получены следующие результаты исследования: инфекционных осложнений, связанных с ЭК, у пациентов с туннелированием было меньше, чем без туннелирования (4,5% против 5,5%, $p < 0.001$). Легкие инфекции были так же менее распространены (4,0% против 4,6%, $p = 0,009$), как и умеренные инфекции (0,4% против 0,8%, $p < 0.001$). Установлены факторы, влияющие на рост инфекционных осложнений: длительное стояние ЭК больше 4-х дней, множественные проколы кожи, высокая степень оценки физического статуса пациентов по ASA и пожилой возраст [13].

Однако туннелирование требует, по крайней мере, двух проколов кожи, а множественные проколы сами по себе являются хорошо известным фактором риска инфекции, связанной с катетером, и может устранить потенциальную пользу подкожного расположения ЭК [14, 15]. Данное исследование показало, что этот фактор не влияет на рост инфекционных осложнений при туннелировании.

Cameron C.M. et al. установили риск инфицирования после введения ЭК от 2,8 до 4,2% [14, 16, 17].

N. Kumar et al. предполагают, что движение катетера внутри кожи потенциально может способствовать бактериальному загрязнению и приводить к инфекционным осложнениям, связанным с ЭК, с частотой до 12% [18].

Kost-Byerly S. et al. также делают заключение о снижении рисков нейроксимальной катетерной бактериальной инфекции у младенцев и детей с туннелированными ЭК [19].

Bubeck J. et al. установили, что частота бактериального инфицирования в нетуннелированных ЭК была в три раза выше, чем в туннелированных (29% против 11%) [20].

Кроме того, Sellmann T. et al. выявили тенденцию к снижению частоты инфицирования грудных ЭК. Считается также, что туннелирование снижает риск инфицирования периферических венозных катетеров [21].

Миграция бактерий по ходу ЭК является наиболее распространенным путем инфицирования ЭК, окружающих катетер тканей и эпидурального пространства [22]. Туннелирование, безусловно, приводит к лучшей фиксации и меньшему перемещению катетера в ране, тем самым уменьшая перенос бактерий катетером в окружающие ткани [20].

Кожа в области срединной линии позвоночного столба – это область с более высокой плотностью сальных желез, что может увеличить риск инфицирования ЭК, располагающихся по срединной линии. Туннелирование при котором ЭК будет выходить из кожи латеральнее от срединной линии, в области с меньшим количеством сальных желез, может снизить риск инфекционных осложнений.

Также было проведено сравнение оценки уровня боли пациентами по числовой аналоговой шкале боли (ВАШ) от 0-10. После 24 ч. установки грудного ЭК пациенты с туннелированными катетерами испытывали значительно меньшую боль в покое и при физической нагрузке по сравнению с пациентами, имевшими не туннелированные катетеры, тогда как скорость инфузии была сопоставимой. После удаления ЭК пациенты с туннелированными катетерами сообщили о большем чувстве удовлетворения от проводимого обезболивания, чем пациенты с нетуннелированными катетерами [11].

Вывод, который делают авторы исследования H. Bomberg, C. Kubulus, S. Herberger: «Таким образом, туннелирование представляется разумным вариантом для грудных эпидуральных катетеров, которые, как ожидается, будут оставаться на месте более нескольких дней» [11].

Второе суждение – о том, что туннелирование не предотвращает наружную дислокацию и предотвращает внутреннюю дислокацию ЭК [9].

Смещение ЭК может привести к раннему прекращению послеоперационной регионарной аналгезии. Кроме того, случайная дислокация и выпадение ЭК вскоре после введения антикоагулянта, в целях профилактики тромбоза глубоких вен, может увеличить риск эпидуральной гематомы и неврологических осложнений [23, 24].

Туннелирование обычно используется для предотвращения дислокации ЭК [18]. Timur Sellmann, R.J. Bougher et al. сообщают о том, что выпадение ЭК произошло в более чем 30%

случаев при фиксации к коже лейкопластырной наклейкой. Авторы предлагают тщательное туннелирование и наложение швов на грудные ЭК, что значительно снижает частоту и степень дислокации ЭК и, возможно, бактериальную контаминацию (рисунок № 1) [9, 21].



Рис. 1. Туннелирование и подшивание эпидурального катетера [21].

В результате сравнения двух способов фиксации ЭК с туннелированием плюс ушиванием и без туннелирования, авторы сделали заключение: «Тщательная фиксация ЭК путем туннелирования и ушивания уменьшает частоту и степень дислокации и возможно, даже бактериальную контаминацию». Результаты исследования: клинически значимая (>20 мм для катетеров установленных на 30 мм) наружная дислокация ЭК с туннелированием и без туннелирования - 1/60 против 9/61, соответственно) [21].

М. Tripathi et M. Pandey в двойном слепом проспективном исследовании сравнили технику фиксации ЭК туннелированием и наложением петли (рисунок № 2) с техникой контрольной группы, в которой ЭК фиксировался простой петлей на коже и получили следующие результаты: в группе с туннелированием ЭК и без туннелирования средняя длительность проведения эпидуральной аналгезии составила 4,6 и 2,4 дня соответственно; наружная миграция ЭК – 3% и 21% соответственно; внутренняя миграция ЭК – 12% и 27%, местное воспаление – 27% и 6% соответственно; более высокий процент внутренней миграции с туннелированными ЭК по сравнению с более ранними исследованиями – 12% по сравнению с 2,4% [9]. Полученный результат авторы объясняют тем, что сформированная петля ЭК, расположенная на поверхности кожи перед входом в подкожный туннель, способствовала более легкому проникновению ЭК внутрь [8]. Для грудных ЭК отмечена большая частота внутренней миграции по сравнению с поясничными [9, 25]. Внутренняя миграция ЭК может быть более опасной, чем наружная потому, что может привести к непреднамеренной перфорации твердой мозговой оболочки. При постоянной инфузии местного анестетика и при ненадлежащем наблюдении внутренняя миграция может привести к высокому спинальному блоку. Рекомендуемая клинически значимая внутренняя дислокация – не более 10 мм [18, 25, 26, 27].

Кроме того, внутренняя миграция может привести к внутрисосудистому введению местного анестетика [28].

Необходимость избегать клинически значимой внутренней дислокации ЭК надо принимать как руководство к тому, чтобы располагать ЭК в месте эпидуральной пункции под кожей. М. Tripathi et M. Pandey рекомендуют туннелирование ЭК для краткосрочного послеоперационного обезболивания, учитывая меньшее количество случаев наружной дислокации, и не рекомендуют для длительного обезболивания, учитывая увеличение случаев инфицирования при туннелировании ЭК, а также рекомендуют совершенствовать и изучать способы туннелирования, чтобы не допускать этого осложнения [8].

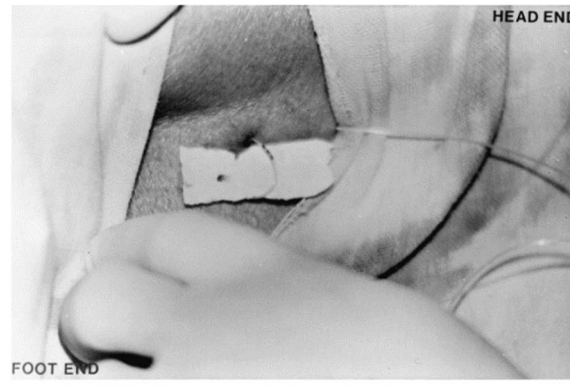


Рис. 2. Способ туннелирования эпидурального катетера с накожной петлей [8].

Arunangshu Chakraborty, Taniya Datta, Sanjit Agrawal рекомендуют располагать ЭК полностью под кожей с целью предотвратить как внутреннюю, так и наружную миграцию и не допустить инфекционных осложнений: «До сих пор были описаны различные методы туннелирования [8, 29], но ни один из них не предлагает полного туннелирования, поскольку в ранее описанных методах ЭК выходил из кожи, а затем снова проходил через нее в туннель в точке эпидурального доступа» (рисунок 3) [30].

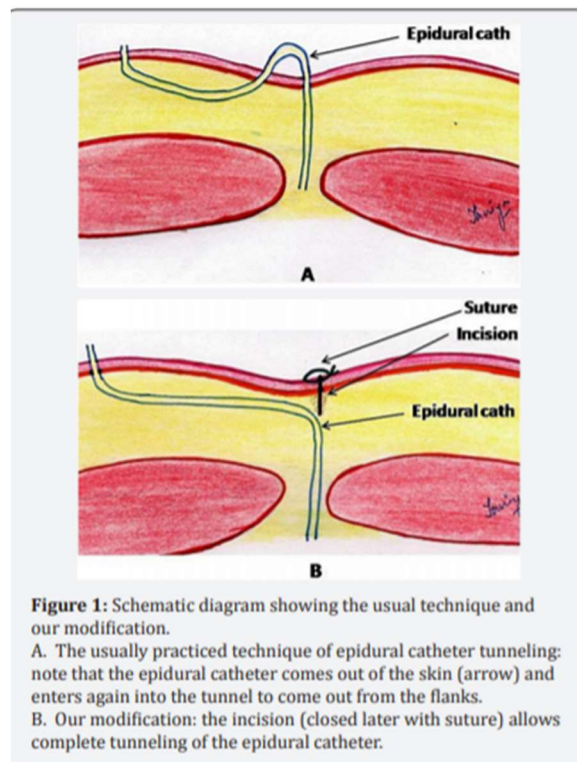


Рис. 3. А. Способ при котором эпидуральный катетер выходит из кожи, а затем снова проходит через нее в туннель в точке эпидурального доступа.
 В. Эпидуральный катетер расположен полностью под кожей [30].

Третье суждение: зачем проводить туннелирование ЭК, когда есть специальные фиксирующие устройства?

А.М. Овечкин и др. не рекомендуют туннелирование ЭК, основываясь на исследованиях Tripathi M., 2000 и Bougher R., 1996, которые утверждали, что туннелирование приводит к выраженной воспалительной реакции и не может быть признано безопасным способом, а рекомендуют использовать для фиксации ЭК

специальные фиксирующие устройства и считают этот способ оптимальным: «Использование фиксаторов «Lockit» и «Epi-Fix» практически в равной степени обеспечивало надежное крепление катетеров, даже при их длительном нахождении в ЭП. Оптимальное состояние кожных покровов отметили при использовании фиксатора «Epi-Fix», при этом наличие прозрачного окна облегчало контроль.» [7]. В преобладающем большинстве случаев катетеризация ЭП выполняется медиальным доступом. ЭК выходит на кожу спины по медиальной линии. Фиксация ЭК к коже выполняется в проекции остистых отростков. В этой зоне создается максимальное давление на кожу между остистыми отростками фиксирующим устройством и поверхностью, на которой находится пациент. Это может привести к повреждению кожного покрова вплоть до образования декубитальных язв. В первые сутки после катетеризации ЭП под фиксирующими устройствами скапливается раневое отделяемое. Чем больше проведено вколов эпидуральной иглой, тем больше раневого отделяемого будет под наклейкой.

При замене устройства может произойти дислокация ЭК. Замена такого устройства – довольно трудоемкая манипуляция. Чтобы заменить фиксирующее устройство «Lockit», необходимо полностью разобрать всю фиксирующую катетер конструкцию до антибактериального фильтра. Кожа спины в области медиальной линии содержит максимальное количество сальных желез. Поверхность, на которой выполняется фиксация ЭК к коже, может иметь три формы строения в горизонтальной плоскости: плоская, вогнутая за счет выступающей латерально от срединной линии развитого подкожно жирового слоя, или за счет мышц, выпрямляющих позвоночник, и выпуклая за счет выступающих под поверхностью кожи остистых отростков. Как правило, плоская поверхность бывает у нормостеников и пациентов с избыточной массой тела; выпуклая – у пациентов с нормальной массой тела и пациентов с дефицитом массы тела; вогнутая – у пациентов с ожирением. Чем больше будет степень ожирения, тем более вогнутая будет поверхность. Фиксация устройства на коже в области проекции остистых отростков у пациентов с дефицитом массы тела и у пациентов с ожирением в большинстве случаев не может быть признана надежной, так как фиксирующее устройство располагается не на ровной поверхности.

Фиксация будет надёжной, если устройство будет располагаться на ровной поверхности из-за того, что давление на устройство будет распределяться равномерно. Относительно фиксирующих устройств: 1) фиксация происходит всегда по медиальной линии, которая не может быть признана идеальным местом фиксации из-за анатомо-физиологических особенностей этой области; 2) замена фиксирующего устройства – это трудоемкая, затратная и небезопасная манипуляция; 3) если для катетеризации ЭП потребовалось выполнить несколько вколов эпидуральной иглой, то из-за излишней травматизации в месте пункции может развиваться воспаление и инфицирование окружающих ЭК тканей, поэтому проводить фиксацию в этом месте было бы неправильно.

Также положительными свойствами проведения ЭК в подкожном канале являются то, что при этом на 70-80 мм удлиняется внутренняя часть ЭК (чем дальше от ЭП располагается выход ЭК на кожу, тем меньше риск неврологических инфекционных осложнений). ЭК выходит на поверхность кожи латеральнее позвоночной линии на 70-80 мм, а в этой зоне поверхность кожи всегда представляет ровную площадку. Нахождение ЭК в подкожном канале само по себе является фиксирующим компонентом в дополнении к фиксации ЭК желтой связкой. Также более прочной фиксации ЭК способствует появление еще одного изгиба ЭК под углом 90° (всего таких изгибов получается три: первый в – ЭП, второй – при выходе на кожу в месте эпидурального доступа и третий – при выходе на кожу из подкожного канала).

Существует несколько способов туннелирования ЭК.

Первый способ – это изобретение авторов Ильина С.А. и др. (рисунок 4) [31]. При этом способе используют немодифицированную эпидуральную иглу и проводят ее к месту выхода ЭК. При этом трудно точно попасть эпидуральной иглой в небольшую рану на коже, в месте стояния ЭК. При этом возникает риск травматизации ЭК (можно срезать, повредить ЭК).

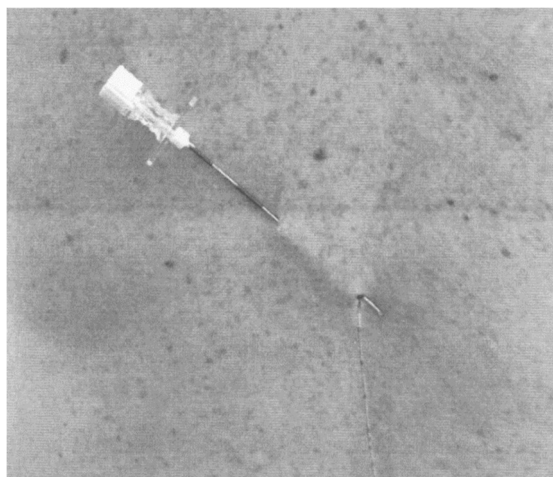


Рис. 4. Туннелирование с помощью немодифицированной эпидуральной иглы [31].

Второй способ – это изобретение авторов Кузьмина В.В. и Егорова В.М. (рисунок 5) [32]. При этом способе используется модифицированная эпидуральная игла, которая проводится не в сторону ЭК, а от ЭК и поэтому нет рисков травмировать ЭК. Модификация иглы заключается в том, что «в иглу вставляется мандрен, после чего аккуратными ломающими движениями в области павильона иглы вправо, влево, вниз и вверх отламывается павильон». Особенностью этого способа является то, что отломить павильон эпидуральной иглы со вставленным в нее мандреном (мандрен современной иглы сделан из пластика) очень трудно. И у модифицированной иглы после отлома павильона образуется острый внутренний край, через который будет проводиться ЭК, и возникает риск повреждения ЭК во время его проведения через модифицированную эпидуральную иглу.

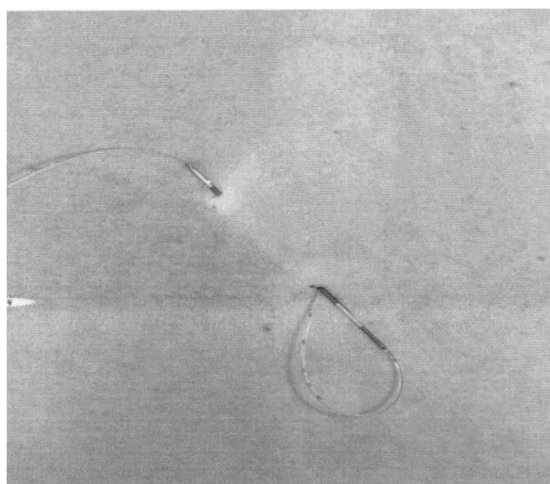


Рис. 5. Туннелирование с помощью модифицированной эпидуральной иглы [32].

Третий способ – это изобретение автора Николаева А.В., где используется трехкомпонентное устройство, у которого диаметр внешнего цилиндра составляет 2,7 мм. (Рисунок 6) [33].

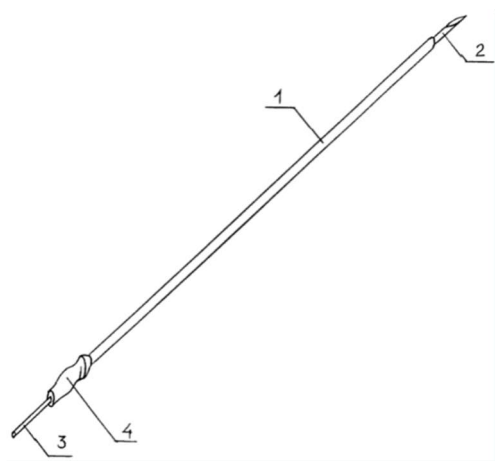


Рис. 6. Трехкомпонентное устройство для туннелирования ЭК [33].

Четвертый способ туннелизации ЭК описал Корячкин В.А., при котором для туннелизации ЭК предварительно используется металлический мандрен от эпидуральной иглы, по которому будет проводиться эпидуральная игла по направлению к ЭК: «После удаления иглы непосредственно рядом с катетером через разрез параллельно кожным покровам вводится металлический мандрен, дистальным концом которого перфорируется кожа, по мандрену проводится эпидуральная игла, мандрен извлекается, а в просвет иглы вводится ЭК, после чего эпидуральная игла извлекается. В этом случае катетер полностью будет располагаться под кожей» (рисунок 7) [34].

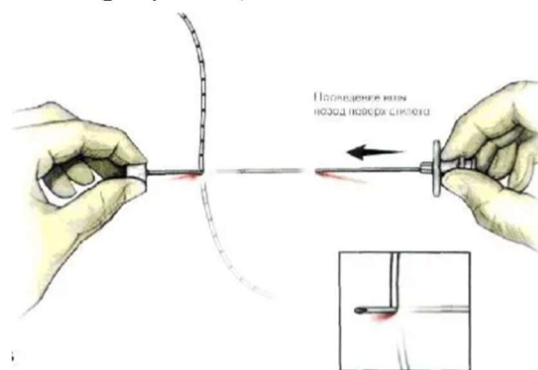


Рис. 7. Проведение не модифицированной эпидуральной иглы по мандрену к месту выхода ЭК на кожу [34].

Пятый способ – это использование туннелеров для проведения ЭК при установке эпидуральных и спинальных портов (рисунок 8).

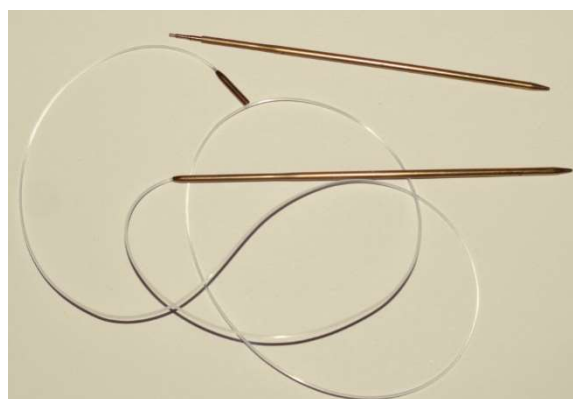


Рис. 8. Туннелер для проведения эпидурального катетера. Взято из открытых источников.

Шестой способ – это использование игл для катетеризации центральных вен, через просвет которых проводится ЭК к месту выхода на кожу.

Седьмой способ – это использование модифицированной спинномозговой иглы (МСИ) G 25 или G 26 для туннелирования ЭК (собственная разработка авторов статьи). Модификация иглы заключается в отломе павильона (рисунок 9). После чего МСИ проводится в просвет ЭК (рисунок 10). Внутренний диаметр ЭК G 20 равен 0,45 мм, наружный диаметр спинномозговой иглы G 26 равен 0,45 мм, а иглы G 25-0,52 мм. Соединение игла-катетер получается очень прочное. Так как наружный диаметр иглы очень мал, меньше чем наружный диаметр ЭК, то проведение ЭК в подкожном канале с помощью МСИ будет меньше травмировать ткани. При данном способе проведения меньше риск развития подкожных гематом, воспаления и инфекционных осложнений. При данном способе ЭК надежно фиксируется т. к. диаметр подкожного канала равен диаметру ЭК, а кожная рана, через которую выходит ЭК меньше диаметра ЭК (рисунок 11) [35].



Рис. 9. Модификация спинномозговой иглы – отлом павильона иглы. Авторы *Марченко А.П., Ямщиков О.Н., Емельянов С.А.* Источник «Марченко А.П., Ямщиков О.Н., Емельянов С.А. Способ проведения эпидурального катетера в подкожном канале при проведении двухсегментарной спинально-эпидуральной анестезии. Патент RU № 2 727 234 С 1 класс МПК А 61 19/00 от 21.07.2020».



Рис. 10. Фиксация эпидурального катетера на модифицированной спинномозговой игле. авторы *Марченко А.П., Ямщиков О.Н., Емельянов С.А.* Источник «Марченко А.П., Ямщиков О.Н., Емельянов С.А. Способ проведения эпидурального катетера в подкожном канале при проведении двухсегментарной спинально-эпидуральной анестезии. Патент RU № 2 727 234 С 1 класс МПК А 61 19/00 от 21.07.2020».



Рис. 11. Проведение эпидурального катетера при помощи модифицированной спинномозговой иглы в подкожном канале. Авторы *Марченко А.П., Ямщиков О.Н., Емельянов С.А.*

Источник «Марченко А.П., Ямщиков О.Н., Емельянов С.А. Способ проведения эпидурального катетера в подкожном канале при проведении двухсегментарной спинально-эпидуральной анестезии. Патент RU № 2 727 234 С 1 класс МПК А 61 19/00 от 21.07.2020».

Таким образом, при проведении продленной эпидуральной аналгезии остается актуальной тема применения туннелирования ЭК. Для уменьшения рисков дислокационных и инфекционных осложнений необходимо разрабатывать новые способы туннелирования, которые должны соответствовать таким требованиям:

- 1) малотравматичность – устройства для туннелирования должны иметь малый диаметр: меньший или равный наружному диаметру ЭК, но не больше;
- 2) подкожный туннель должен быть такой протяженности, чтобы обеспечить выход ЭК на кожу в удобном для фиксации месте (латеральнее медиальной линии в области поясницы, живота, боковой или передней поверхности груди);
- 3) необходимо обеспечить удобство доступа и ухода за ЭК для персонала и комфортные условия для пациента.

Туннелирование – это безопасный способ фиксации ЭК. Туннелирование в меньшей степени приводит к развитию бактериальных катетерных инфекционных осложнений, чем другие способы фиксации за счет удлинения внутренней части ЭК.

Туннелирование – это надежный и эффективный способ фиксации ЭК, который уменьшает количество и степень наружной дислокации ЭК и предотвращает внутреннюю миграцию ЭК при условии полного погружения катетера под кожу в месте эпидурального доступа.

Так как медиальная линия не всегда является идеальным местом фиксации ЭК, туннелирование дает ряд преимуществ перед фиксацией ЭК специальными фиксирующими устройствами, такие как: а) фиксация происходит всегда на ровной поверхности; б) персоналу удобно осуществлять уход за катетером и проводить ежедневную или по необходимости смену асептической наклейки; в) при туннелировании эпидурального катетера пациенты испытывают больший комфорт.

Уменьшить риски развития дислокационных и инфекционных осложнений можно используя для проведения ЭК в подкожном канале устройств малой травматичности.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарность, финансирование. Исследование не имеет спонсорской поддержки.

Вклад в статью.

Денис Николаевич Проценко – идея и дизайн исследования – 25%.

Олег Николаевич Ямщиков – разработка концепции статьи – 25%

Александр Петрович Марченко – написание статьи – 25%.

Сергей Александрович Емельянов – проведение сравнительного анализа – 15%.

Александра Владимировна Черкаева – написание статьи – 7%.

Марина Александровна Игнатова – анализ литературы – 3%.

Список литературы:

1. Casati A., Vinciguerra F. Intrathecal anesthesia *Curr Opin Anaesthesiol.* 2002. 15(5). 543-51. DOI: 10.1097 / 00001503-200210000-00012
2. Sharrock N.E., Salvati E.A. Hypotensive epidural anaesthesia for total hip arthroplasty. *Acta Orthop. Scand.* 1996. 67(1.1). 91-107. DOI: 10.1016 / S1048-6666 (01) 80042-2
3. Эпштейн С.Л., Карпов И.А., Овечкин А.М. Центр эндохирургии и литотрипсии, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И.Пирогова, ММА им. И.М.Сеченова, Москва. Анализ эффективности различных способов фиксации эпидурального катетера. <http://www.critical.ru/RegionarSchool/publications/0076/>
4. Bishton I.M Martin P.H, Vernon J.M, Liu W.H. Factor influencing epidural catheter migration. *anaesthesia.* 1992 Jul. 47 (7). 610-2. DOI: 10.1046 / j.1365-2044.2000.01547-2.x
5. Clark M., O'Hare K., Gorringer J. The effect of the Lockit epidural catheter clamp on epidural migration: a controlled trial. *Anaesthesia.* 2001. 56. 865-870. DOI: 10.1046 / j.1365-2044.2001.02089.x
6. Crosby E. Epidural catheter migration during labour: a hypothesis for inadequate analgesia. *Can. J. Anaesth.* 1990. 37. 789-793. DOI: 10.2147 / LRA.S312194
7. Овечкин А.М., Карпов И.А., Люосев С.В. Национальный медико-хирургический Центр МЗ РФ. Миграция эпидурального катетера как одна из основных причин неадекватной эпидуральной анальгезии: состояние проблемы и способы ее решения. <http://www.medlinks.ru/article.php.sid=19610>.
8. Tripathi M, Pandey M. Epidural catheter fixation: subcutaneous tunnelling with a loop to prevent displacement. *Anaesthesia.* 2000. 55. 1113-1116. DOI: 10.1046 / j.1365-2044.2000.01547-2.x
9. Bougher R., Corbett A., Ramage D. The effect of tunnelling on epidural catheter migration. *Anaesthesia.* 1996. 51. 191-194. DOI: 10.1016 / j.jclinane.2009.03.003
10. Coupe M., Al-Shaikh B. Evaluation of a new epidural fixation device. *Anaesthesia.* 1999. 54. 98-99. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000003326>
11. Bomberg H., Kubulus C., Herberger S. Tunnelling of thoracic epidural catheters is associated with fewer catheter-related infections: a retrospective registry analysis. *Regional Anaesthesia.* 2016. 16(4). 546-553. DOI: 10.1093 / bja / aew026
12. Volk T., Engelhardt L., Spies C. et al. [A German network for regional anaesthesia of the scientific working group regional anaesthesia within DGAI and BDA] [Article in German]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther.* 2009. 44. 778-780. DOI: 10.1055 / s-0029-1242127
13. Morin A.M., Kerwat K.M., Klotz M. et al. Risk factors for bacterial catheter colonization in regional anaesthesia. *BMC Anesthesiol.* 2005. 5. 1. DOI: 10.1186 / 1471-2253-5-1
14. Volk T., Engelhardt L., Spies C. et al. Incidence of infection from catheter procedures for regional anaesthesia: first results from the network of DGAI and BDA] [Article in German]. *Anaesthesist.* 2009. 58. 1107-1112 . DOI: 10.1007 / s00101-009-1636-7
15. Bomberg H., Kubulus C., List F et al. Diabetes: a risk factor for catheter-associated infections. *Reg Anesth Pain Med.* 2015. 40. 16-21. DOI: 10.1097 / AAP.0000000000000196
16. Cameron C.M., Scott D.A., McDonald W.M., Davies M.J. A review of neuraxial epidural morbidity: experience of more than 8,000 cases at a single teaching hospital. *Anesthesiology.* 2007. 106. 997-1002. DOI: 10.1097 / 01.anes.0000265160.32309.10
17. Morin A.M., Kerwat K.M., Klotz M. et al. Risk factors for bacterial catheter colonization in regional anaesthesia. *BMC Anesthesiol.* 2005. 5. 1. DOI: 10.1186 / 1471-2253-5-1
18. N. Kumar, W. A. Chambers, and M. Harmer, "Tunnelling epidural catheters: a worthwhile exercise?" *Anaesthesia.* 2000. 55(7). 625-626, View at: Publisher Site Google Scholar. DOI: 10.1046 / j.1365-2044.2000.01645.x
19. Kost-Byerly S., Tobin J.R., Greenberg R.S., Billett C., Zahurak M., Yaster M. Bacterial colonization and infection rate of continuous epidural catheters in children. *Anesth Analg.* 1998. 86. 712-716. DOI: 10.1093 / bja / 83.4.657

20. Bubeck J., Boos K., Krause H., Thies K.C. Subcutaneous tunneling of caudal catheters reduces the rate of bacterial colonization to that of lumbar epidural catheters. *Anesth Analg.* 2004. 99. 689-693. DOI: 10.1046 / j.1460-9592.2000.00442.x
21. Sellmann T., Bierfischer V., Schmitz A. et al. Tunneling and suture of thoracic epidural catheters decrease the incidence of catheter dislodgement. *The Scientific World Journal.* 2014. 610635. DOI: 10.1155 / 2014/610635
22. Yuan H.B., Zuo Z., Yu K.W., Lin W.M., Lee H.C., Chan K.H. Bacterial colonization of epidural catheters used for short-term postoperative analgesia: microbiological examination and risk factor analysis. *The Scientific World Journal.* 2008. 108. 130-137. DOI: 10.4103 / 0972-5229.175943
23. Gogarten W., Van Aken H., Büttner J., Riess H., Wulf H., Bürkle H. Regional anaesthesia and thromboembolism prophylaxis/anticoagulation—revised recommendations of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. *Anesthesiologie und Intensivmedizin.* , 2007. 48(10). S109-S124. DOI: 10.19161 / etd.344140
24. Horlocker T.T., Wedel D.J., Rowlingson J.C. et al. Regional Anesthesia in the patient receiving antithrombotic or thrombolytic therapy; American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine evidence-based guidelines (Third Edition). *Regional Anesthesia and Pain Medicine.* 2010. 35(1). 64-101. DOI: 10.1155/2014/610635
25. Burstal R., Wegener F., Hayes C., Lantry G. Subcutaneous tunnelling of epidural catheters for postoperative analgesia to prevent accidental dislodgement: a randomized controlled trial. *Anaesthesia and Intensive Care.* 1998. 26(2). 147-151, DOI: 10.1177 / 0310057X9802600203
26. Chadwick V.L., Jones M., Poulton B., Fleming B.G. Epidural catheter migration: a comparison of tunnelling against a new technique of catheter fixation. *Anaesthesia and Intensive Care.* 2003. 31(5). 518-522. DOI: 10.1177 / 0310057X0303100505
27. Abouleish E., Goldstein M. Migration of an extradural catheter into the subdural space. A case report. *British Journal of Anaesthesia* 1986. **58**. 1194-7. DOI: 10.4097 / kjae.2005.49.2.262
28. Bush D.J., Kramer DP. Intravascular migration of an epidural catheter during postoperative patient controlled epidural analgesia. *Anesthesia and Analgesia* 1993. **76**. 1150-1. DOI: 10.1213 / XAA.0000000000000616
29. Sharma A., Parasa S.K., Tejvath K., Ramachandran G. Epidural catheter fixation. A comparison of subcutaneous tunneling versus device fixation technique. *Journal of Anaesthesiology, Clinical Pharmacology.* 2016. 32(1). 65-68. DOI: 10.4103 / 0970-9185.175667
30. Arunangshu C., Taniya D., Sanjit A. Indwelling Tunneled Epidural Catheter for Analgesia in a Terminal Cancer Patient: A Case Report. *J Anest & Inten Care Med.* 2017. 4(2). 555632. DOI: 10.19080 / JAICM.2017.04.555632
31. Ильин С.А., Субботин В.В., Мироненко А.В. Безопасный способ постановки эпидурального катетера в «туннеле» для продленной анестезии. Патент RU 2301 083 С2. МКП А61М 19/00 (2006. 01).
32. Кузьмин В.В., Егоров В.М. Способ фиксации эпидурального катетера при продленной эпидуральной анестезии. Патент RU 2 30 772 С1 А61М 19/00 (2006.01).
33. Николаев А.В. Устройство для формирования подкожного туннеля и проведения эпидурального катетера. Патент RU 26426 U1. МКП А61М 25/06 (2000. 01).
34. Корячкин В.А. Нейроаксиальные блокады. Санкт-Петербург ЭЛБИ-СПб 2013. с 276 – 277. ISBN: 978-5-91322-054-7
35. Марченко А.П., Ямщиков О.Н., Емельянов С.А. Способ проведения эпидурального катетера в подкожном канале при проведении двухсегментарной спинально-эпидуральной анестезии. Патент RU № 2 727 234 С 1 класс МПК А 61 19/00 от 21.07.2020.

References.

1. Casati A., Vinciguerra F. Intrathecal anesthesia *Curr Opin Anaesthesiol.* 2002. 15(5). 543-51. DOI: 10.1097 / 00001503-200210000-00012
2. Sharrock N.E., Salvati E.A. Hypotensive epidural anaesthesia for total hip arthroplasty. *Acta Orthop. Scand.* 1996. 67(1.1). 91-107. DOI: 10.1016 / S1048-6666 (01) 80042-2
3. Epshtein S.L., Karpov I.A., Ovechkin A.M. Analysis of the effectiveness of various methods of fixing an epidural catheter. Center for Endosurgery and Lithotripsy, Pirogov National Medical and Surgical Center, MMA named after I.M.Sechenov, Moscow. URL: <http://www.critical.ru/RegionarSchool/publications/0076/>. in Russian.

4. Bishton I.M, Martin P.H, Vernon J.M, Liu W.H. Factor influencing epidural catheter migration. *anaesthesia*. 1992 Jul. 47 (7). 610-2. DOI: 10.1046 / j.1365-2044.2000.01547-2.x
5. Clark M., O'Hare K., Gorringer J. The effect of the Lockit epidural catheter clamp on epidural migration: a controlled trial. *Anaesthesia*. 2001. 56. 865-870. DOI: 10.1046 / j.1365-2044.2001.02089.x
6. Crosby E. Epidural catheter migration during labour: a hypothesis for inadequate analgesia. *Can. J. Anaesth.* 1990. 37. 789-793. DOI: 10.2147 / LRA.S312194
7. Ovechkin A.M., Karpov I.A., Lucev C.V. National medical and surgical center of the Ministry of Health of the Russian Federation. Migration of the epidural catheter as one of the main causes of inadequate epidural analgesia: the state of the problem and ways to solve it. <http://www.medlinks.ru/article.php.sid=19610>. in Russian.
8. Tripathi M, Pandey M. Epidural catheter fixation: subcutaneous tunnelling with a loop to prevent displacement. *Anaesthesia*. 2000. 55. 1113-1116. DOI: 10.1046 / j.1365-2044.2000.01547-2.x
9. Bougher R., Corbett A., Ramage D. The effect of tunnelling on epidural catheter migration. *Anaesthesia*. 1996. 51. 191-194. DOI: 10.1016 / j.jclinane.2009.03.003
10. Coupe M., Al-Shaikh B. Evaluation of a new epidural fixation device. *Anaesthesia*. 1999. 54. 98-99. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000003326>
11. Bomberg H., Kubulus C., Herberger S. Tunnelling of thoracic epidural catheters is associated with fewer catheter-related infections: a retrospective registry analysis. *Regional Anaesthesia*. 2016. 16(4). 546-553. DOI: 10.1093 / bja / aew026
12. Volk T., Engelhardt L., Spies C., et al. [A German network for regional anaesthesia of the scientific working group regional anaesthesia within DGAI and BDA] [Article in German]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2009. 44. 778-780. DOI: 10.1055 / s-0029-1242127
13. Morin A.M., Kerwat K.M., Klotz M. et al. Risk factors for bacterial catheter colonization in regional anaesthesia. *BMC Anesthesiol*. 2005. 5. 1. DOI: 10.1186 / 1471-2253-5-1
14. Volk T., Engelhardt L., Spies C. et al. Incidence of infection from catheter procedures for regional anaesthesia: first results from the network of DGAI and BDA [Article in German]. *Anaesthesist*. 2009. 58. 1107-1112. DOI: 10.1007 / s00101-009-1636-7
15. Bomberg H., Kubulus C., List F et al. Diabetes: a risk factor for catheter-associated infections. *Reg Anesth Pain Med*. 2015. 40. 16-21. DOI: 10.1097 / AAP.0000000000000196
16. Cameron C.M., Scott D.A., McDonald W.M., Davies M.J. A review of neuraxial epidural morbidity: experience of more than 8,000 cases at a single teaching hospital. *Anesthesiology*. 2007. 106. 997-1002. DOI: 10.1097 / 01.anes.0000265160.32309.10
17. Morin A.M., Kerwat K.M., Klotz M. et al. Risk factors for bacterial catheter colonization in regional anaesthesia. *BMC Anesthesiol*. 2005. 5. 1. DOI: 10.1186 / 1471-2253-5-1
18. N. Kumar, W. A. Chambers, and M. Harmer, "Tunnelling epidural catheters: a worthwhile exercise?" *Anaesthesia*. 2000. 55(7). 625-626, View at: Publisher Site Google Scholar. DOI: 10.1046 / j.1365-2044.2000.01645.x
19. Kost-Byerly S., Tobin J.R., Greenberg R.S., Billett C., Zahurak M., Yaster M. Bacterial colonization and infection rate of continuous epidural catheters in children. *Anesth Analg*. 1998. 86. 712-716. DOI: 10.1093 / bja / 83.4.657
20. Bubeck J., Boos K., Krause H., Thies K.C. Subcutaneous tunneling of caudal catheters reduces the rate of bacterial colonization to that of lumbar epidural catheters. *Anesth Analg*. 2004. 99. 689-693. DOI: 10.1046 / j.1460-9592.2000.00442.x
21. Sellmann T., Bierfischer V., Schmitz A. et al. Tunneling and suture of thoracic epidural catheters decrease the incidence of catheter dislodgement. *The Scientific World Journal*. 2014. 610635. DOI: 10.1155 / 2014/610635
22. Yuan H.B., Zuo Z., Yu K.W., Lin W.M., Lee H.C., Chan K.H. Bacterial colonization of epidural catheters used for short-term postoperative analgesia: microbiological examination and risk

- factor analysis. *The Scientific World Journal*. 2008. 108. 130-137. DOI: 10.4103 / 0972-5229.175943
23. Gogarten W., Van Aken H., Büttner J., Riess H., Wulf H., Bürkle H. Regional anaesthesia and thromboembolism prophylaxis/anticoagulation—revised recommendations of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine. *Anesthesiologie und Intensivmedizin*. , 2007. 48(10). S109-S124. DOI: 10.19161 / etd.344140
 24. Horlocker T.T., Wedel D.J., Rowlingson J.C. et al. Regional Anesthesia in the patient receiving antithrombotic or thrombolytic therapy; American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine evidence-based guidelines (Third Edition). *Regional Anesthesia and Pain Medicine*. 2010. 35(1). 64-101. DOI: 10.1155/2014/610635
 25. Burstal R., Wegener F., Hayes C., Lantry G. Subcutaneous tunnelling of epidural catheters for postoperative analgesia to prevent accidental dislodgement: a randomized controlled trial. *Anaesthesia and Intensive Care*. 1998. 26(2). 147-151, DOI: 10.1177 / 0310057X9802600203
 26. Chadwick V.L., Jones M., Poulton B., Fleming B.G. Epidural catheter migration: a comparison of tunnelling against a new technique of catheter fixation. *Anaesthesia and Intensive Care*. 2003. 31(5). 518-522. DOI: 10.1177 / 0310057X0303100505
 27. Abouleish E., Goldstein M. Migration of an extradural catheter into the subdural space. A case report. *British Journal of Anaesthesia* 1986. 58. 1194-7. DOI: 10.4097 / kjae.2005.49.2.262
 28. Bush D.J., Kramer DP. Intravascular migration of an epidural catheter during postoperative patient controlled epidural analgesia. *Anesthesia and Analgesia* 1993. 76. 1150-1. DOI: 10.1213 / XAA.0000000000000616
 29. Sharma A., Parasa S.K., Tejvath K., Ramachandran G. Epidural catheter fixation. A comparison of subcutaneous tunneling versus device fixation technique. *Journal of Anaesthesiology, Clinical Pharmacology*. 2016. 32(1). 65-68. DOI: 10.4103 / 0970-9185.175667
 30. Arunangshu C., Taniya D., Sanjit A. Indwelling Tunneled Epidural Catheter for Analgesia in a Terminal Cancer Patient: A Case Report. *J Anest & Inten Care Med*. 2017. 4(2). 555632. DOI: 10.19080 / JAICM.2017.04.555632
 31. Ilyin S.A., Subbotin V.V., Mironenko A.V. Safe way of inserting an epidural catheter in the "tunnel" for prolonged anesthesia. Patent RU 2 301 083 C2. MKP A61M 19/00 (2006.01). in Russian.
 32. Kuzmin V.V., Egorov V.M. A method of fixing an epidural catheter with prolonged epidural anesthesia. Patent RU 2 309 772 C1 A61M 19/00 (2006.01). in Russian.
 33. Nikolaev A.V. A device for the formation of a subcutaneous tunnel and an epidural catheter. Patent RU 26426 U1. MKP A61M 25/06 (2000.01). in Russian.
 34. Koryachkin VA. Neuraxial blockade. SPb: Elbi-SPb, 2013. 276-277p. Russian. ISBN: 978-5-91322-054-7. in Russian.
 35. Marchenko A.P., Yamshikov O.N., Emelyanov S.A. Method of conducting an epidural catheter in the subcutaneous canal when performing two-segment spinal-epidural anesthesia (patent RU № 2 727 234 C 1 class MKP A61 19/00 от 21.07.2020. [https://doi.org/10.20310/2658-7688-2020-2-4\(8\)-7-13](https://doi.org/10.20310/2658-7688-2020-2-4(8)-7-13)). in Russian.