

Спинальная анестезия: в чем причины неудач?

А. М. Овечкин

Московская медицинская академия им. И. М. Сеченова

Spinal anesthesia: What may cause failure?

A. M. Ovechkin

Moscow Medical Academy named after I. M. Sechenov, Moscow

Спинальная анестезия (СА) традиционно рассматривается как один из наиболее простых и надежных методов регионарной анестезии. Техника пункции не сложна, появление спинномозговой жидкости (СМЖ) в павильоне иглы позволяет легко идентифицировать проникновение иглы в спинальный канал. В то же время известно, что применение СА сопровождается определенным процентом неудач, даже у опытных анестезиологов.

Первое описание спинальной анестезии, выполненной 24 августа 1898 г. Августом Биром на своем ассистенте, докторе Гильдебрандте, одновременно содержало первое сообщение о неудачной СА. Если введение кокаина в субарахноидальное пространство Гильдебрандта было успешным и сопровождалось потерей всех видов чувствительности, то попытка введения анестетика ассистентом самому А. Бирю не удалась, поскольку шприц не подходил к игле и большая часть кокаина вылилась в процессе инъекции.

Практически каждому из тех, кто держал в руках спинальную иглу, приходилось сталкиваться с проблемой неэффективной СА. Парадокс зачастую заключается в кажущейся необъяснимости причины неэффективности блока. И в самом деле, как трактовать такую ситуацию: пункция успешная, ликвор получен, анестетик введен, пациент сообщил о том, что нижние конечности потеплели, казалось бы, все хорошо, но сенсорный блок неадекватен? Велик соблазн списать неудачу на низкое качество анестетика, что чаще всего и происходит. К сожалению, это напоминает ситуацию с футбольным тренером, выступающим на пресс-конференции после матча, проигранного его командой с разгромным счетом: «тренер-то я неплохой, но вот игроки у меня в команде ...».

В этой ситуации целесообразно привести 2 цитаты: 1) «Два условия абсолютно необходимы

для выполнения спинальной анестезии: пункция твердой мозговой оболочки и субарахноидальная инъекция анестезирующего вещества» (Гастон Лабат, один из основоположников и автор первого руководства по регионарной анестезии, 1922 г.) и 2) «Регионарная анестезия эффективна всегда, если вы ввели правильную дозу правильного препарата в правильное место» (из выступления Джеффри Кац (Техас, США) на V Международном конгрессе по регионарной анестезии и лечению боли, Гонконг, март 2007 г.).

Для исключения дальнейших спекуляций на тему «несвежего» анестетика хочется представить следующую информацию. Соответствующее подразделение фармацевтической компании «AstraZeneca» с 2001 по 2007 г. из различных стран получило 562 «извещения о дефектном продукте», информирующих о неудачной СА при использовании спинальной формы бупивакаина. Лабораторный анализ полученных остатков местного анестетика ВО ВСЕХ СЛУЧАЯХ выявил его соответствие стандартным спецификациям. Химическая стабильность растворов амидных анестетиков и жесткие стандарты их производства, принятые фармацевтическими компаниями позволяют рассматривать «неактивность» местных анестетиков как наименее вероятную, казуистическую причину неудач СА. В качестве простого теста может быть использована инфильтрация кожи раствором МА, в эффективности которого возникли сомнения. Достижение анестезии кожи позволяет эти сомнения исключить.

Итак, что же такое неудачная СА и каков масштаб данной проблемы?

Под неудачей СА понимают следующие ситуации:

- пункция субарахноидального пространства и инъекция анестетика были выполнены, но блок не развился;
- блок развился, но он неадекватен для выполнения хирургического вмешательства.

Блок может быть неадекватен по следующим показателям: протяженности (количеству заблокированных сегментов), глубине и длительности.

В целом, по данным литературы, частота неудач СА составляет менее 1% (Fettes P. et al., 2009). В университетских («учебных») клиниках данный показатель может достигать 4% (Munhall R. et al., 1988).

Проблемы с достижением адекватной СА могут возникнуть на любом из 5 этапов проведения анестезии:

- пункции субарахноидального пространства на поясничном уровне;
- инъекции местного анестетика;
- распространения анестетика в СМЖ;
- его действия на корешки спинного мозга;
- ведения пациента, оперируемого в условиях СА (отсутствие седации или ее недостаточная глубина, дискомфортное положение на операционном столе и т.д.).

Во всех ситуациях с неадекватной СА (особенно после успешной идентификации субарахноидального пространства и инъекции анестетика) для любого анестезиолога велик соблазн обвинить в неудаче «несвежий» препарат.

Механизмы неудач СА и способы их предотвращения

Неудачная пункция

Отсутствие истечения ликвора из введенной на должную глубину иглы (иногда это называют «сухой пункцией») является очевидной предпосылкой неудачной анестезии. Данная ситуация возможна при obturation среза иглы или ее боковых отверстий частичками тканей или сгустками крови. Современный дизайн спинальных игл сводит до минимума возможность подобного осложнения. Ни в коем случае не следует продвигать иглу в тканях без стилета, введенного в нее на всю длину.

Причинами неудач пункции часто являются неправильное расположение пациента и отклонение иглы от средней линии. Максимальное сгибание позвоночника, включая шейный отдел, рассматривается как залог успеха. Здесь, разумеется, велика роль ассистента, помогающего пациенту принять нужное положение. Необходимо исключить ротацию и боковое сгибание позвоночника. Затруднения пункции обычно возникают у пациентов с патологией позвоночника (кифоз, сколиоз, обызвествление над- и межкостистых связок), а также при наличии ожирения. Во всех случаях трудной пункции, особенно при невозможности адекватного сгибания позвоночника рекомендуется осуществлять ее с легкой краниальной ориентацией кончика иглы.

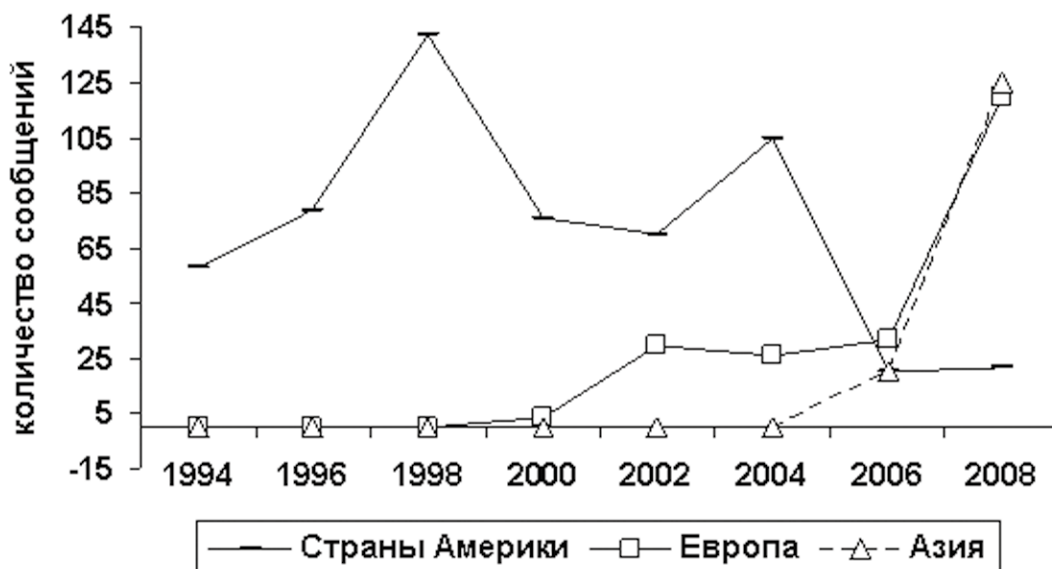


Рис.1. Количество сообщений о неудачной СА бупивакаином, полученных компанией «AstraZeneca» из различных регионов с 1 января 1993 г. по 31 декабря 2008 г.

Эмоциональная лабильность пациента также не способствует успеху пункции. Премедикация с использованием малых доз анксиолитиков (мидазолам 2,5–5 мг внутривенно) позволяет достичь спокойного, расслабленного состояния пациента. Наличие болевых ощущений (например, при переломе бедра) препятствует правильному позиционированию пациента. В этом случае целью премедикации должно являться купирование болевого синдрома (или же существенное снижение интенсивности боли) при помощи неопиоидных или опиоидных анальгетиков.

Псевдоуспешная пункция

Появление прозрачной жидкости в павильоне спинальной иглы считается неоспоримым подтверждением успеха субарахноидальной пункции. В подавляющем большинстве случаев это действительно так. Псевдоположительный результат возможен в 2 случаях:

- при проведении спинально-эпидуральной анестезии, когда субарахноидальная пункция осуществляется после пункции и катеризации эпидурального пространства. При этом (крайне редко) по спинальной игле, введенной в эпидуральное пространство, может поступать физраствор или местный анестетик, который использовался в качестве тест-дозы;
- известны казуистические случаи пункции спинальной иглой врожденной кисты паутинной оболочки с поступлением по игле прозрачной жидкости, являвшейся ее содержимым (Stace J., Gaylard D., 1996).

Ошибки, связанные с выбором дозы местного анестетика

Как известно, вариации доз местных анестетиков в рамках, рекомендованных инструкцией к препарату, существенно влияют на качество анестезии (плотность блока) и ее длительность. Желание анестезиолога подстраховаться, обеспечить 100%-ную гарантию адекватного блока, чаще всего приводит к подсознательному завышению требуемой дозы. Исследования с титрованием местных анестетиков через установленный спинальный микрокатетер показали высокую эффективность доз, достоверно меньших по сравнению со стандартно используемыми (Hurley R., Lambert D., 1990).

Стремление снизить до минимума риск гипотензивного эффекта, достичь одностороннего блока, ускорить послеоперационную реабилитацию

пациентов является движущим фактором использования для СА малых доз анестетиков (например, 5–7,5 мг гипербарического бупивакаина). В целом, это стремление похвальное, поскольку адекватное применение малых доз МА в подавляющем большинстве случаев позволяет достичь адекватной анестезии при отсутствии побочных эффектов. Однако есть одно «но» – использование малых доз не оставляет анестезиологу права на ошибку при введении анестетика в субарахноидальное пространство. Основная проблема связана с неполной совместимостью канюли шприца отечественного производства с павильоном импортной спинальной иглы. Потеря даже нескольких капель анестетика может привести к неадекватной анестезии в том случае, если анестезиолог исходно выбрал дозу <10 мг бупивакаина. При использовании игл диаметром 25G и более необходимо учитывать «мертвое пространство» иглы, для заполнения которого тоже требуется определенный объем анестетика. Очевидно, оптимальная доза бупивакаина должна варьировать в пределах 12,5–15 мг (за исключением особых ситуаций – обеспечение одностороннего или седельного блока), ропивакаина – 15–17 мг.

Ошибки при введении местного анестетика

Следует уделять внимание надежной фиксации спинальной иглы большим и указательным пальцами левой руки в момент введения анестетика, чтобы предупредить ее смещение вперед или назад. Особенно это касается игл типа «pencil point», в которых боковые отверстия располагаются проксимально кончику иглы. Кроме того, длина бокового отверстия превышает длину среза иглы Квинке. При минимальном смещении (на 1–2 мм) оно может выйти за пределы субарахноидального пространства и анестетик полностью или частично будет введен в эпидуральное пространство (рис. 2).

Есть мнение, что использование игл Шпротте ассоциируется с большей частотой неудач СА (Funicane B., 2007). Хотя в проспективном исследовании Tarkkila P. et al. (1992) существенных различий между иглами данного типа и прочими выявлено не было.

Этот эффект может усиливаться при образовании клапана твердой мозговой оболочки. Первоначально давление СМЖ смещает твердую мозговую оболочку назад, при этом возможно поступление жидкости по игле и положительная аспирационная проба. В последующем инъекция жидкости смещает ТМО назад и раствор

анестетика не попадает в субарахноидальное пространство (рис. 3).

Некоторые авторы рекомендуют с целью минимизации вышеуказанных осложнений осуществлять поворот спинальной иглы вокруг ее оси на 360° после первоначального появления СМЖ в павильоне иглы (Fettes P. et al., 2009).

Неадекватное интратекальное распределение местного анестетика

Интратекальное распространение МА даже при правильном введении иглы может быть непредсказуемым. В исследовании W. Ruppen с соавт. (2009) изучали концентрацию анестетика в СМЖ после субарахноидальной инъекции 0,5% бупивакаина. Анестезия у всех пациентов была признана адекватной, а концентрация препарата в СМЖ при этом варьировала в широчайших пределах – от 26 до 781 мкг/мл. Содержание анестетика в ликворе не коррелировало с уровнем блока. Еще больший разброс концентраций 0,5% бупивакаина (3,36–1020 мкг/мл) был обнаружен в другом исследовании (Steiner L. et al., 2009), предпринятом у пациентов с неадекватной СА. Интересно отметить, что только у 4 из 20 пациентов с неудачной СА концентрация анестетика в ликворе была ниже, чем у пациентов с адекватной анестезией.

Можно сказать, что образец ликвора, полученный одномоментно при пункции ниже уровня конуса спинного мозга (как в вышеуказанных исследованиях), не отражает истинного объема

распределения анестетика. Кроме того, концентрация препарата в СМЖ люмбосакрального отдела спинального канала не дает никакой информации об его краниальном распространении. Низкая концентрация препарата в образце ликвора, полученном при люмбальной пункции, может свидетельствовать:

- о неадекватно низкой дозе МА, или же потере ее части во время инъекции;
- большом объеме СМЖ в люмбосакральном отделе;
- быстром краниальном распределении анестетика.

В то же время данные исследования содержат и бесспорно интересную информацию. В частности, высокая концентрация анестетика в образцах СМЖ, полученных у пациентов с неадекватной СА, свидетельствует в пользу концепции нарушения распространения МА в СМЖ, лежащей в основе этиологии неудач СА при нормально выполненной субарахноидальной пункции. Это наблюдение имеет большое значение для принятия правильного решения о выполнении повторной субарахноидальной инъекции анестетика.

Известны различные факторы, влияющие на субарахноидальное распространение МА.

Анатомические особенности

Интратекальное распространение МА определяется суммарным влиянием физико-химических свойств анестетика, его баричностью

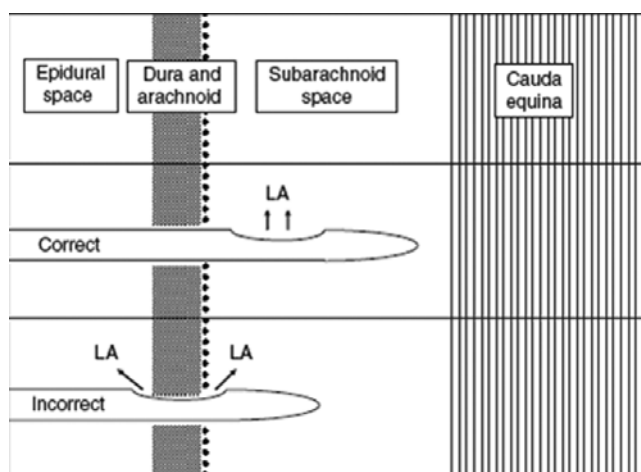


Рис. 2. Возможное расположение кончика спинальной иглы типа «pencil point». Если игла введена правильно (верхний рисунок), весь объем местного анестетика попадает в субарахноидальное пространство. Если же игла располагается так, как на нижнем рисунке, часть анестетика будет введена субарахноидально, а часть в эпидуральное пространство

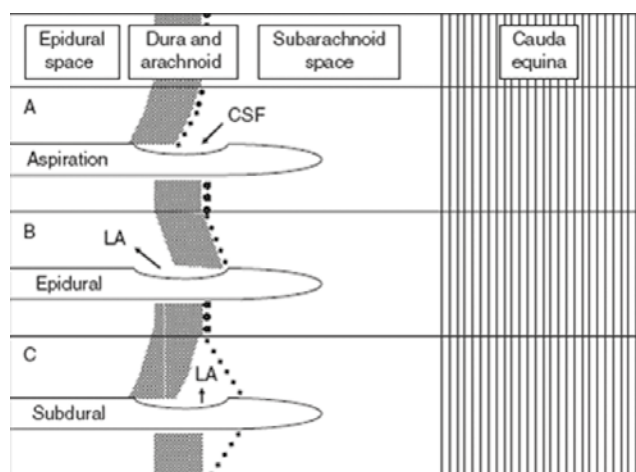


Рис. 3. На рисунке изображено, каким образом твердая мозговая или паутинная оболочка могут действовать в качестве клапана. При аспирации (А) оболочки оттягиваются назад, что позволяет СМЖ проникнуть в иглу. Инъекция анестетика смещает твердую мозговую (В) или паутинную оболочку (С) вперед, в результате чего анестетик вводится в эпидуральное или субдуральное пространство (между твердой мозговой и паутинной оболочками)

и конфигурацией позвоночного канала. При осмотре пациента можно выявить патологию позвоночного столба (кифоз, сколиоз и т. п.), однако невозможно исходно предсказать, каким образом данная патология повлияет на распространение МА, приведет ли она к избыточной протяженности блока или, наоборот, к неудаче СА.

Возможен крайне редкий анатомический вариант, когда связки, поддерживающие спинной мозг, формируют полные перегородки, образующие продольные или поперечные барьеры для распространения анестетика. Это может привести к преимущественно одностороннему блоку, а также препятствовать краниальному распространению препарата (Armstrong P., 1989). Стеноз спинального канала той или иной этиологии также может существенно ограничивать распространение МА, а значит и снижать эффективность анестезии. В частности, ранее перенесенные операции на позвоночном канале могут сопровождаться формированием спаек, препятствующих равномерному распределению анестетика.

Одним из вариантов анатомических аномалий является избыточный в сравнении с нормой объем СМЖ в поясничном отделе спинального канала. Поясничный объем СМЖ – один из наиболее важных факторов, определяющих вариабельность субарахноидального распространения анестетика. Установлено, что чем выше этот объем, тем ниже пиковый сенсорный уровень блока после введения гипербарического бупивакаина (Carpenter R. et al., 1998). Анатомической предпосылкой увеличения поясничного объема СМЖ являются эктазии твердой мозговой оболочки, наблюдаемые, например, у пациентов с синдромом Марфана и некоторыми другими заболеваниями соединительной ткани (Lacassie H. et al., 2005).

Резистентность к действию местных анестетиков

Крайне редко встречаются случаи неадекватной СА, которые объясняются физиологической резистентностью тканей к действию местных анестетиков. Еще в 1934 г. J. Sebrechts попытался ввести в обращение термин «гиперрезистентность к спинальной анестезии». Он полагал, что отдельные пациенты обладают идиосинক্রазией, заключающейся в том, что их нервные корешки нечувствительны или резистентны к действию местных анестетиков, возможно, за счет снижения проницаемости их оболочек. Должной поддержки эта идея не нашла, и постепенно термин «гиперрезистентность» исчез из анестезиологической литературы.

Тем не менее, и сейчас можно встретить описания подобных ситуаций (Schmidt S et al., 1990, Woolard A., Kavlock R., Ting P. и др.). У пациентов с высокой концентрацией анестетика в СМЖ (порой существенно превышающей аналогичный показатель у пациентов с успешной СА) нельзя исключить наличия истинной резистентности к МА, как причины неудачи СА. Полагают, что проблема заключается в мутации Na^+ -каналов, с грубым нарушением их функций, в результате чего они становятся малочувствительными к действию местных анестетиков (Sheets P. et al., 2007, Catterall W. et al., 2008). Впрочем, многие специалисты скептически относятся к термину «резистентность к местным анестетикам», указывая, что так называемые мутации Na^+ -каналов до сих пор толком никем не изучены и не описаны (Fettes P. et al., 2009). А описания вышеупомянутых случаев не позволяют сделать однозначных выводов о причинах, приведших к неадекватной СА.

Необходимы комплексные фармакогенетические исследования, которые, возможно, позволят идентифицировать индивидуальные генетические особенности как фактор, ответственный за неудачи СА.

Дефекты ведения пациентов, оперируемых в условиях СА

Жалобы пациента на дискомфорт или даже боль во время хирургических вмешательств, осуществляемых в условиях СА, не всегда свидетельствуют о неадекватности блока. Правильно выполненная СА обеспечивает полную блокаду соматических и, в значительной степени, вегетативных нервов нижней половины тела. Проблемы могут появиться в том случае, если пациент в операционной находится в полном сознании. Длительное нахождение в вынужденном положении без адекватной седации является серьезным испытанием даже для самых терпеливых пациентов. Операционный стол сконструирован для удобства работы хирургов, условия комфорта пациентов при этом не предусмотрены.

Исходно беспокойные, эмоционально лабильные пациенты в наибольшей степени подвержены влиянию вышеупомянутых негативных факторов. Адекватная седация или даже поверхностный медикаментозный сон (при использовании соответствующего мониторинга) могут решить проблему комфортного пребывания пациента в операционной.

Оценка адекватности блока

Рутинная оценка адекватности блока иногда может приводить к негативным последствиям. Ряд пациентов испытывает выраженное беспокойство по поводу эффективности анестезии, обусловленной «уколом в спину». Раннее тестирование (например, покалывание иглой), на фоне не полностью развившегося блока, у некоторых пациентов может вызвать паническое состояние – «я все чувствую!» В дальнейшем, даже при идеальном течении анестезии, у этих пациентов, как правило, возникают проблемы типа раннего развития позиционного дискомфорта и т. п.

Целесообразно вначале оценить степень моторной блокады, попросив пациента поднять вытянутую ногу, и лишь затем переходить к оценке сенсорного блока, последовательно применяя мягкое прикосновение, холодное воздействие, покалывание иглой (тест «pin prick»). Желательно начинать оценку чувствительности с нижних сегментов, постепенно поднимаясь вверх. Демонстрация пациенту эффективности блокады успокаивает его и в дальнейшем способствует гладкому течению анестезии.

Неудачная СА: как исправить ситуацию?

Необходимо снизить до минимума вероятность неадекватной СА, поскольку, как известно, всегда легче предотвратить неприятную ситуацию, чем бороться с ее последствиями. Не следует применять СА в моновиде во всех случаях, когда есть сомнения в отношении планируемой длительности операции. Начинающим анестезиологам не рекомендуется использовать СА у пациентов с потенциальным риском трудной пункции субарахноидального пространства (ожирение, деформации позвоночника и т. п.). Необходимо также помнить, что анестезия, достигаемая одной инъекцией, не оставляет пространства для маневра.

Несмотря на кажущуюся простоту технического исполнения СА, необходимо тщательное соблюдение всех условий, от определения анатомических ориентиров и правильного уровня пункции до проверки полной совместимости спинальной иглы и шприца с анестетиком. Скрупулезность соблюдения этих условий является залогом успеха СА.

Коррекция неудачной СА

Успех коррекции зависит от причины неадекватности СА, а также своевременности выявления этой неадекватности. Замедленное развитие

моторного и сенсорного блока является одним из признаков, позволяющих заподозрить неэффективность спинальной анестезии. Отсутствие адекватной блокады в течение 15 мин после субарахноидальной инъекции анестетика требует принятия определенных мер, объем и последовательность которых зависят от конкретной ситуации:

- 1) Полное отсутствие блока. Вероятные причины – ошибочное введение иного препарата (например, анестетика, используемого для анестезии кожи) или введение правильного анестетика вне субарахноидального пространства. Убедившись в полном отсутствии признаков СА на протяжении 20–25 мин, можно повторить субарахноидальную инъекцию (еще раз проверив соответствие вводимого препарата) или же перейти к общей анестезии.
- 2) Адекватный блок с низким верхним уровнем. Вероятные причины – наличие анатомических особенностей, ограничивших распространение анестетика в спинальном канале или же утечка определенного объема препарата при введении из-за плохой совместимости иглы и шприца. В тех случаях, когда использовался гипербарический раствор, некоторые специалисты рекомендуют согнуть нижние конечности пациента в тазобедренных и коленных суставах, а также опустить головной конец операционного стола. В этом положении сглаживается поясничный лордоз и местный анестетик из крестцового отдела начинает распространяться краниально. При использовании изобарического анестетика (который при температуре тела становится слегка гипобарическим) целесообразно перевести пациента в сидячее положение (при этом не забывать о риске гипотензии за счет депонирования крови в емкостных сосудах нижней половины тела).
- 3) Адекватный, но односторонний блок. Причиной могут быть анатомические аномалии, ограничивающие распространение анестетика в спинальном канале. Можно попытаться «выровнять» блок, повернув пациента на неблокированную сторону при использовании гипербарического анестетика и на блокированную сторону при использовании изобарического анестетика.
- 4) «Мозаичный» блок. Этот термин обычно используется для обозначения блока достаточной протяженности, но характеризующегося неполной утратой сенсорной и/или моторной чувствительности. Причинами могут быть все вышеперечисленные факторы, но чаще всего – недостаточная доза местного анестетика.

При выявлении мозаичности блока до начала операции возможна повторная субарахноидальная инъекция местного анестетика. В том случае, когда дефект СА выявляется после кожного разреза, он может быть скорректирован углублением седации с дополнительным системным введением анальгетиков. Инфильтрация зоны предстоящей операции растворами местных анестетиков также представляется целесообразной.

- 5) Неадекватная продолжительность блока. Наиболее вероятной причиной является неадекватно малая доза анестетика, альтернативная причина – незапланированное увеличение длительности операции. В этой ситуации чаще всего рекомендуется переход к общей анестезии, в том случае, когда неадекватность СА проявилась на завершающем этапе операции, ситуацию можно исправить инфильтрацией краев раны раствором местного анестетика.

Возможность и безопасность повторной субарахноидальной инъекции местного анестетика

Повторное субарахноидальное введение анестетика может считаться относительно безопасным при полном отсутствии картины развивающегося спинального блока. В ситуации частичного блока или наличия каких-то его отдельных признаков (появилось ощущение тепла в ногах, но нет сенсорной блокады) надо исходить из того, что какое-то количество местного анестетика все-таки попало в СМЖ. Принимая решение о возможности повторной инъекции препарата, необходимо учитывать следующие факторы:

- 1) При ограниченном характере блока нельзя исключить наличие анатомических аномалий, препятствующих нормальному распространению анестетика. Повторное введение препарата может создать его избыточную концентрацию

- в месте инъекции с потенциальной опасностью нейротоксического эффекта (Drasner K., 2009).
- 2) При неполном блоке повторное введение анестетика может привести к избыточно обширному распространению препарата в СМЖ с развитием выраженной гипотензии. В связи с этим, принимая решение о повторной инъекции, необходимо уменьшить дозу анестетика на $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$ от первоначальной.

Важно отметить, что все попытки «реабилитации» исходно неудачного спинального блока оправданы лишь в тех ситуациях, когда преимущества нейроаксиальной анестезии перед общей являются совершенно очевидными. В качестве примера можно привести выбор метода анестезии при операции на нижней конечности у пациента с тяжелой ХОБЛ и прочие подобные клинические ситуации. Во всех остальных случаях, убедившись в неадекватности спинального блока, разумно принять решение о проведении общей анестезии. При наличии признаков частичного блока необходимо учитывать возможность развития гипотензии за счет наслоения гипотензивного эффекта препаратов для индукции общей анестезии (тиопентал, пропофол) на симпатическую блокаду.

Резюмируя вышесказанное, хочется вновь «припасть к истокам» и воспользоваться цитатой из статьи Альфреда Баркера, написанной еще в 1907 г. В ней автор отметил, что для достижения успешной СА необходимо «.. пунктировать кончиком иглы дуральный мешок на поясничном уровне, ниже окончания спинного мозга, и ввести через иглу всю необходимую дозу местного анестетика в спинномозговую жидкость». Несоблюдение одного из вышеуказанных условий в подавляющем большинстве случаев и является причиной неудачной СА.

Литература

1. *Armstrong P.* Unilateral subarachnoid anaesthesia // *Anaesthesia*. 1989. V. 44. P. 918–919.
2. *Barker A.* A report on clinical experience with spinal analgesia in 100 cases // *Br.Med.J.* 1907. P. 665–674.
3. *Carpenter R., Hogan Q., Liu S.* Lumbosacral cerebrospinal fluid volume is the primary determinant of sensory block extent and duration during spinal anesthesia // *Anesthesiology*. 1998. V. 89. P. 24–29.
4. *Catterall W., Dib-Hajj S., Meisler M.* Inherited neuronal ion channelopathies: new windows on complex neurological diseases // *J.Neurosci.* 2008. V. 28. P. 11768–11777.
5. *Drasner K.* Spinal anaesthesia: a century of refinement and failure is still an option // *Br.J.Anaesth.* 2009. V. 102. P. 729–730.
6. *Fettes P., Jansson J-R., Wildsmith J.* Failed spinal anaesthesia: mechanisms, management and prevention // *Br.J.Anaesth.* 2009. V. 102. P. 739–748.
7. *Hurley R., Lambert D.* Continuous spinal anesthesia with a microcatheter technique: preliminary experience // *Anesth. Analg.* 1990. V. 70. P. 97–102.
8. *Kavlock R., Ting P.* Local anesthetic resistance in a pregnant patient with lumbosacral plexopathy. [http:// www.biomed-central.com/1471-2253/4/1](http://www.biomed-central.com/1471-2253/4/1)

9. *Lacassie H., Millar S., Leithe L.* Dural ectasia: a likely cause of inadequate spinal anaesthesia in two parturients with Marphan's syndrome // *Br.J.Anaesth.* 2005. V. 94. P. 500–504.
10. *Munhall R., Sukhani R., Winnie A.* Incidence and etiology of failed spinal anesthetics in a university hospital // *Anesth. Analg.* 1988. V. 67. P. 843–848.
11. *Ruppen W., Steiner L., Drewe J.* Bupivacaine concentrations in the lumbar cerebrospinal fluid of patients during spinal anaesthesia // *Br.J.Anaesth.* 2009. V. 102. P. 832–838.
12. *Schmidt B., Moorthy S., Dierdorf S.* A series of truly failed spinal anesthetics // *J.Clin.Anesth.* 1990. V. 2. P. 336–338.
13. *Sebrechts J.* Spinal anesthesia // *Br.J.Anaesth.* 1934. V. 12. P. 4–27.
14. *Sheets P., Jackson J., Waxman S.* A Nav1.7 channel mutation associated with hereditary erythromelalgia contributes to neuronal hyperexcitability and displays reduced lidocaine sensitivity // *J.Physiol.* 2007. V. 581. P. 1019–1031.
15. *Stace J., Gaylard D.* Failed spinal anaesthesia // *Anaesthesia.* 1996. V. 51. P. 892–893.
16. *Steiner L., Hauenstein L., Ruppen W.* Bupivacaine concentrations in the lumbar cerebrospinal fluid of patients with failed spinal anaesthesia // *Br.J.Anaesth.* 2009. V. 102. P. 839–844.
17. *Tarkkila P., Heine H., Tervo R-R.* Comparison of Sprotte and Quincke needles with respect to post dural puncture headache and backache // *Reg.Anesth.* 1992. V. 17. P. 283–287.
18. *Woolard A.* Causes of local resistance. [https:// www.biomed-central.com/1471-2253/41/1/comments/comments](https://www.biomed-central.com/1471-2253/41/1/comments/comments).