

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Красноярский государственный
медицинский университет имени профессора В. Ф. Войно-Ясенецкого»
Министерства здравоохранения Российской Федерации



Кафедра анестезиологии и реаниматологии ИПО

РЕФЕРАТ

По дисциплине: Анестезиология и реаниматология

Тема: Нейроаксиальные методы анестезии

Выполнил: ординатор 1 года
Михайлина Виктория
Сергеевна

Заведующий кафедрой:
д.м.н., профессор Грицан А.И.

Кафедральный руководитель:
Асс. Распопин Юрий
Святославович

Красноярск, 2021 год

Оглавление:

- 1) Анатомия позвоночника и спинного мозга
- 2) Спинномозговая анестезия
- 3) Эпидуральная анестезия
- 4) Список литературы

Спинномозговая, эпидуральная и каудальная анестезия предполагают введение местного анестетика в непосредственной близости от спинного мозга, поэтому их объединяют понятием "**центральная блокада**". Хотя эти виды анестезии принципиально близки, каждый из них имеет свои анатомические, физиологические и клинические особенности. Кроме того, для проведения каждой из них требуется особое оборудование. Спинномозговая, эпидуральная и каудальная анестезия рассматриваются по отдельности, что позволяет лучше понять как их различия, так и сходство. Особое внимание уделено вопросу о преимуществах регионарной анестезии перед общей, в том числе в отношении интраоперационной кровопотери, тромбозов глубоких вен и спутанности сознания у пожилых людей в послеоперационном периоде.

Анатомия

Позвоночник обеспечивает стабильность и защиту спинного мозга, а также опору при прямохождении. Ниже представлены особенности анатомии позвоночника, строения и кровоснабжения спинного мозга.

¹ Врач-анестезиолог, отделение общей анестезиологии, Кливлендский клинический фонд, Кливленд, Огайо, США.

Позвоночник

Внешние анатомические ориентиры спины позволяют идентифицировать подлежащие структуры. Остистый отросток C_1 определяется непосредственно ниже затылочного бугра. Границу между шейным и грудным отделом позвоночника легко определить, пропальпировав остистый отросток C_{VII} , который называют **выступающим позвонком** (*vertebra prominens*). Грудные позвонки определяются по соответствующим ребрам. *Линия, проведенная через крылья подвздошных костей, обычно проходит между остистыми отростками L_{IV} и L_V .* У астеничных людей можно пропальпировать крестец, при этом крестцовая щель ощущается как ямка ромбовидной или неправильной формы, расположенная между ягодицами или сразу над межъягодичной складкой.

Позвоночник, состоящий из 33 позвонков, по анатомическим признакам делится на 5 отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и копчиковый. Как можно заметить на рис. 16-1, позвоночник не занимает строго вертикальное положение, а изогнут в сагиттальной плоскости: в шейном и поясничном отделах изгибы обращены выпуклостью вперед, а в грудном и крестцовом отделах -выпуклостью назад. При спинномозговой анестезии это имеет практическое значение, позволяя предсказать влияние гравитации и положения тела больного на распространение раствора местного анестетика.

Позвонки, независимо от принадлежности их к какому-либо отделу позвоночника, имеют общий план строения, знание которого необходимо для правильного введения иглы при спинномозговой или эпидуральной анестезии (рис. 16-2). Структурной основой позвонка является его тело. Тела смежных позвонков вместе с расположенным между ними межпозвоночным диском соединяются и удерживаются мощными фиброзными тяжами — передней и задней продольными связками (рис. 16-3), которые обеспечивают стабильность позвоночника вентрально. Костные структуры и связочный аппарат формируют позвоночный канал и обеспечивают дорсальную стабильность позвоночника. Кзади от тела позвонка находятся две **пластинки**, которые прикрепляются к телу с помощью пары **ножек**. Пластины соединяются и сливаются между собой по срединной линии. Овальное отверстие, ограниченное ножками и пластинками, называется **позвоночным отверстием**. Прилежащие друг к другу позвоночные отверстия формируют **позвоночный канал**, который является вместилищем спинного мозга, его оболочек и сосудов. Каждая ножка позвонка имеет две вырезки, нижнюю и верхнюю. Нижняя вырезка глубже, чем верхняя. При соединении смежных позвонков друг с другом нижняя и верхняя вырезки образуют справа и слева **межпозвоночное отверстие**, через которое выходит соответствующий **спинномозговой нерв**. Верхние и нижние суставные отростки смежных позвонков образуют дугоотростчатые (или межпозвоночные) суставы. Латеральнее от дугоотростчатого сустава располагается **поперечный отросток**, который

служит местом для прикрепления мышц. **Остистые отростки** выступают по средней линии спины и соединяются связками, которые обеспечивают стабильность по задней поверхности позвоночника.

Самой поверхностной (и самой задней) является **надостистая связка**, соединяющая верхушки остистых отростков. Глубже и вентральнее находится **межостистая связка**, расположенная между остистыми позвонками. Вентральнее межостистой связки расположена **желтая связка**, которая соединяет соседние пластинки и прилежит непосредственно к **твердой мозговой оболочке**. **Эпидуральное пространство** находится между желтой связкой и твердой мозговой оболочкой, латерально оно сливается с дуральными муфтами, окружающими места выхода спинномозговых нервов.

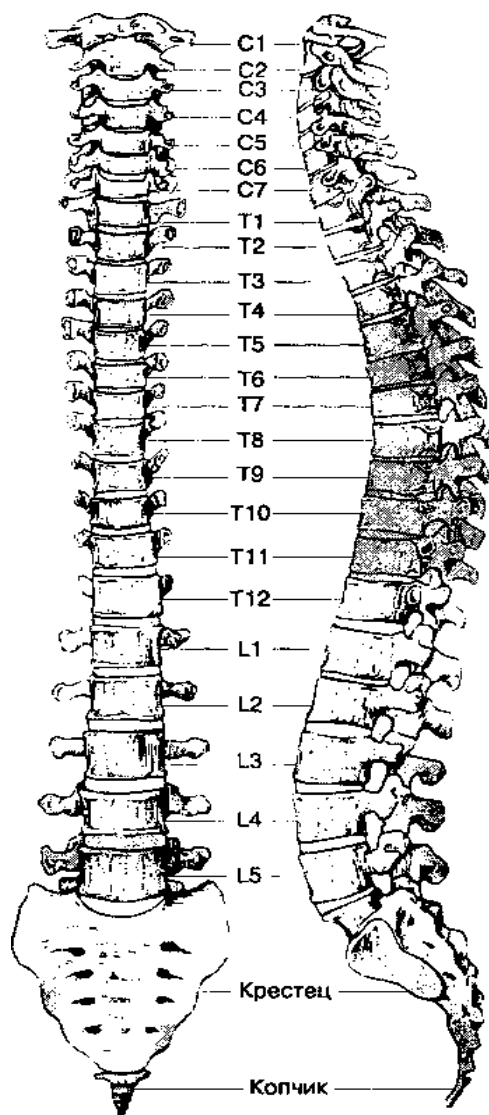


Рис. 16-1. Позвоночный столб.

Между твердой мозговой и паутинной оболочками расположено еще одно пространство — **суб-дуральное**. В отличие от эпидурального пространства, которое заканчивается на уровне большого затылочного отверстия, субдуральное пространство спинного мозга сливается с аналогичным пространством в полости черепа.

Регионарные отличия в структуре позвонков необходимо учитывать для того, чтобы правильно рассчитать угол введения пункционной иглы, избрать срединный или околосолединный доступ. Внутри поперечных отростков **шейных позвонков** имеются отверстия для позвоночной артерии. В шейном отделе, по сравнению с остальными, тела

позвонков самые маленькие, а позвоночный канал наиболее широкий.

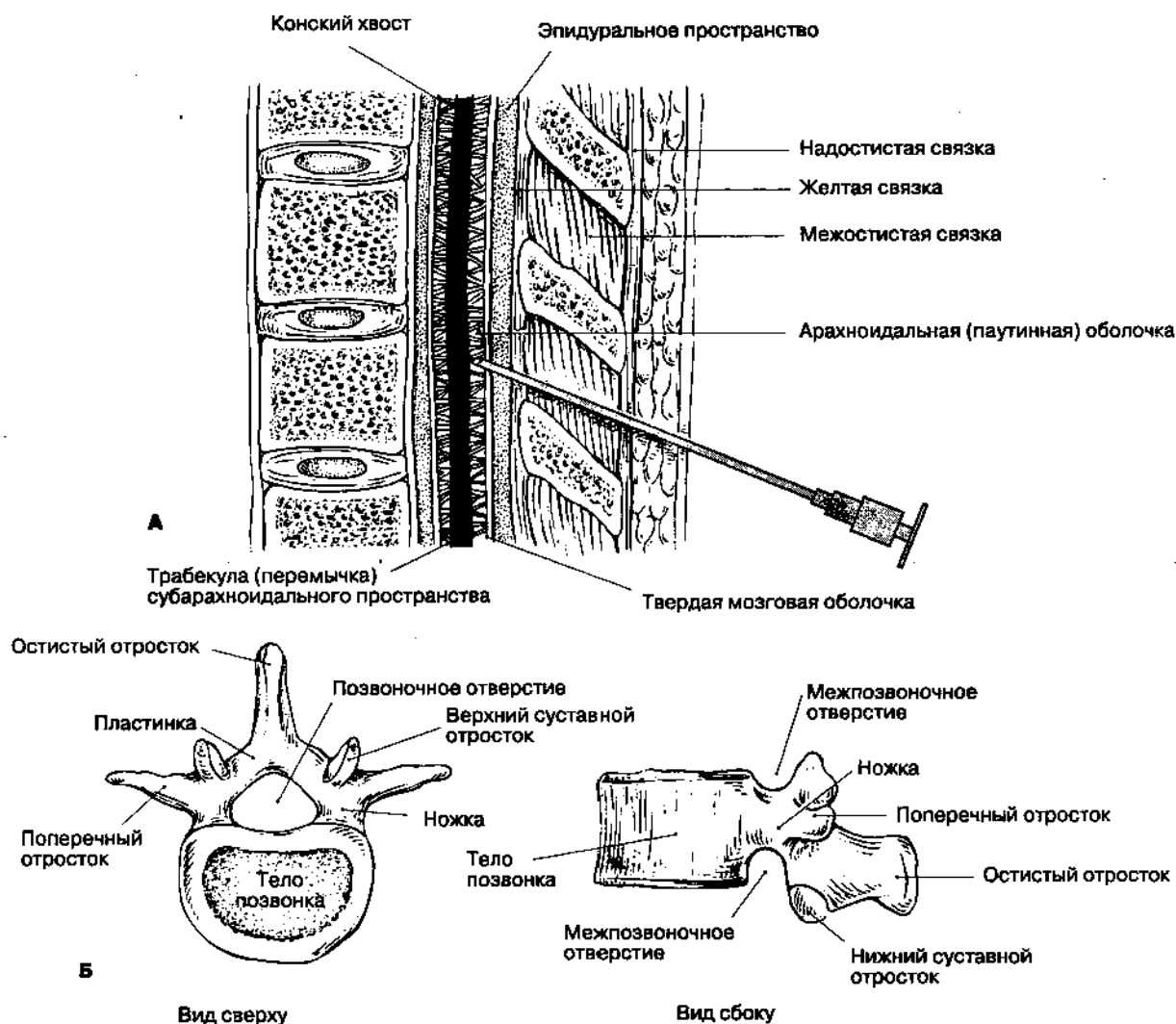


Рис. 16-2. А. Сагиттальный разрез через поясничные позвонки. Б. Общий план строения позвонка

Остистые отростки расположены почти горизонтально. **Грудные позвонки** идентифицируются по сочленениям соответствующих ребер с поперечными отростками. В отличие от горизонтально расположенных плоскостей щелей дугоотростчатых суставов, остистые отростки грудных позвонков наклонены вниз и частично перекрывают друг друга. Тела **поясничных позвонков** самые массивные, их остистые отростки расположены почти горизонтально. Пять **крестцовых позвонков** в большей или меньшей степени срастаются, образуя крестец. На поверхности крестца открываются задние и передние крестцовые отверстия, предназначенные для выхода спинномозговых нервов, а также крестцовая щель. **Копчик** состоит из 3-4 рудиментарных сросшихся позвонков и не представляет практического интереса для анестезиолога.

Спинальный мозг

Спинальный мозг находится в позвоночном канале. Покрывающие его ткани, включая твердую мозговую оболочку, жировую ткань и венозные сплетения, называются **мозговыми оболочками, meninges** (рис. 16-4). Спинальный мозг окружен **твердой мозговой оболочкой**, представляющей собой плотную, непроницаемую для жидкости трубку, защищающую спинной мозг и содержащую **цереброспинальную жидкость**. Снаружи от твердой мозговой оболочки находится **эпидуральное пространство**, в котором расположены вены и жировая соединительная ткань.



Рис. 16-3. Связки позвоночного столба

Краниально твердая мозговая оболочка спинного мозга переходит в твердую мозговую оболочку головного мозга, а каудально распространяется до S_{II} у взрослых и еще дистальнее — у детей. Корешки спинномозговых нервов направляются от спинного мозга к межпозвоночным отверстиям, (рис. 16-5). Поскольку спинной мозг короче позвоночного столба, а его сегменты короче соответствующих позвонков, то в направлении от шейных сегментов к крестцовым увеличивается расстояние, которое необходимо преодолеть спинномозговому нерву, чтобы достичь "своего" межпозвоночного отверстия. На уровне крестца это расстояние составляет 10-12 см (рис. 16-6). Ниже уровня позвонка L_1 спинной мозг обычно не имеет единой плотной структуры, а расщеплен на множество ветвей (рис. 16-7). Эти многочисленные ветви свободно "плавают" в цереброспинальной жидкости внутри ду-рального мешка и называются ***cauda equina*** ("конский хвост"). Люмбалную пункцию чаще всего выполняют ниже уровня позвонка L_1 , что делает маловероятным повреждение спинного мозга, при этом пункционная игла скорее сместит компоненты конского хвоста, нежели травмирует.

Кровоснабжение спинного мозга

Спинной мозг получает кровь главным образом из двух источников: из непарной **передней спинномозговой артерии** и **пары задних спинномозговых артерий** (рис. 16-8). Парные задние спинномозговые артерии имеют богатую коллатеральную сеть и кровоснабжают белое и серое вещество задних отделов спинного мозга. Задние спинномозговые артерии отходят от артерий виллизиева круга и имеют многочисленные коллатерали с подключичными, межреберными, поясничными и крестцовыми артериями.

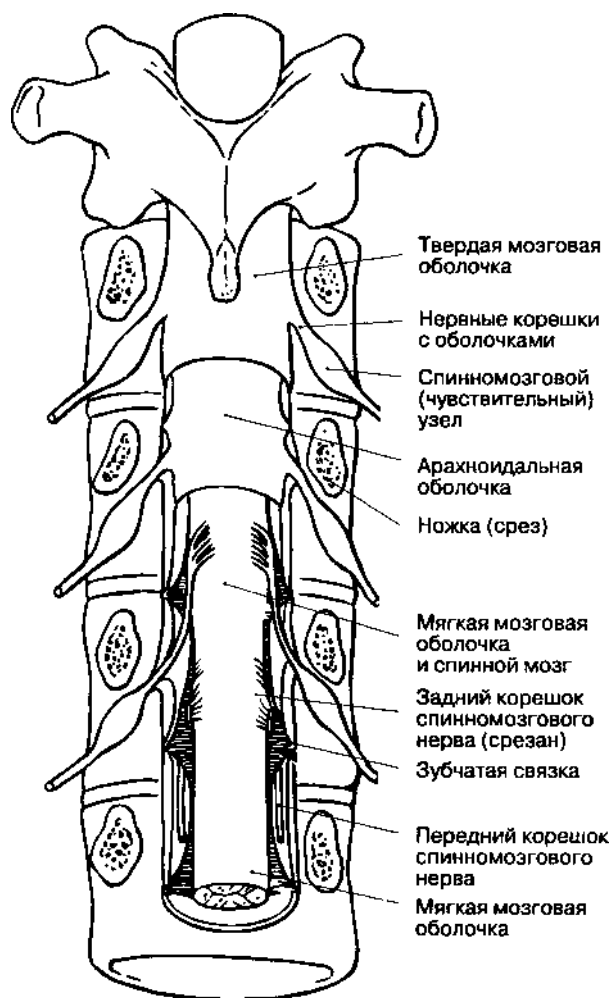


Рис. 16-4. Спинной мозг

Рис. 16-5. Позвонок, спинной мозг с оболочками, спинномозговые нервы: поперечный срез.

В связи с богатой коллатеральной сетью при повреждении артериального сегмента ишемия спинного мозга в бассейне задней спинномозговой артерии маловероятна. Иная ситуация в бассейне непарной передней спинномозговой артерии, которая кровоснабжает вентральную часть спинного мозга, формируется в результате слияния двух ветвей позвоночной артерии и имеет многочисленные коллатерали с сегментарными и корешковыми ветвями шейного, грудного (межреберные артерии) и пояснично-крестцового отдела (рис. 16-9). **Задне-латеральные спинномозговые артерии** — ветви позвоночной артерии, проходя вниз, кровоснабжают верхнегрудные сегменты. *Непарная*

сегментарная ветвь аорты (*артерия Адамкевича, или большая корешковая артерия*) обеспечивает почти все кровоснабжение в нижнегрудных и поясничных сегментах. Повреждение этой артерии влечет за собой риск ишемии всей нижней половины спинного мозга. Артерия Адамкевича проходит через межпозвоночное отверстие, чаще всего слева,

Физиология

Физиологические эффекты центральной блокады обусловлены прерыванием афферентной и эфферентной импульсации к вегетативным и соматическим структурам. Соматические структуры получают чувствительную (сенсорную) и двигательную (моторную) иннервацию, в то время как висцеральные структуры — вегетативную.

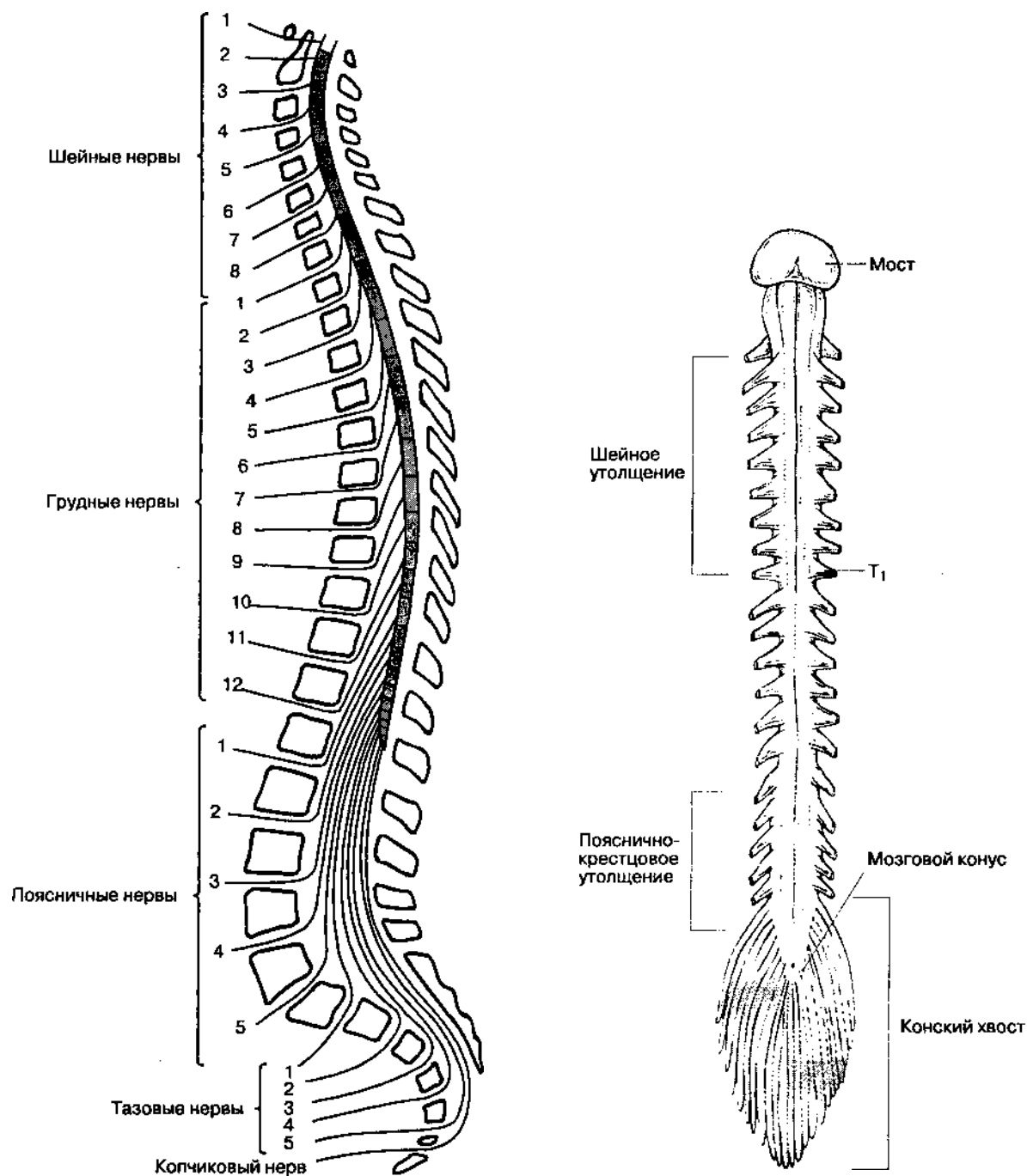


Рис. 16-6. Схема взаиморасположения тел позвонков, сегментов, спинного мозга и выходящих из них корешков спинномозговых нервов.

Рис. 16-7. Регионарные различия в строении спинного мозга

Соматическая блокада

Предотвращение боли и релаксация скелетной мускулатуры — важнейшие цели центральной блокады. Местный анестетик соответствующей продолжительности действия (выбранный в зависимости от длительности операции) после люм-бальной пункции вводят в субарахноидальное пространство. Анестетик смешивается с цереброспинальной жидкостью и воздействует на спинной мозг. Распространение анестетика по длинной оси спинного мозга зависит от ряда факторов, включая силу тяжести, давление цереброспинальной жидкости, положение тела больного, температуру раствора и пр. Местный анестетик смешивается с цереброспинальной жидкостью, диффундирует и проникает в вещество центральной нервной системы. Для блокады необходимо, чтобы анестетик проник через клеточную мембрану и блокировал натриевые каналы аксоплазмы. Этот процесс происходит только при определенной минимальной пороговой концентрации местного анестетика (Км, от англ. minimum concentration — минимальная концентрация). Но нервные волокна не однородны. Имеются структурные различия между волокнами, обеспечивающими двигательную, чувствительную и симпатическую иннервацию.

Существуют три типа волокон, обозначаемые как А, В и С. Тип А имеет подгруппы α , β , γ и δ . Функции волокон в зависимости от типа и подгруппы приведены в табл. 16-1. Нервный корешок составляют волокна различных типов, поэтому начало анестезии не будет одномоментным. Иными словами, минимальная концентрация местного анестетика (Км), необходимая для прерывания нервного импульса, варьируется в зависимости от типа волокна (гл. 14). Например, мелкие и миелиновые волокна блокировать легче, чем крупные и безмиелиновые. Теперь понятно, почему А γ - и В-волокна блокировать легче, чем крупные А α и безмиелиновые С-волокна. Поскольку имеет место диффузия и разведение местного анестетика, то полная блокада наиболее резистентных волокон может и не наступить. *В результате граница симпатической блокады (о которой судят по температурной чувствительности) может проходить на два сегмента выше, чем граница сенсорной блокады (болевая и тактильная чувствительность), которая в свою очередь на два сегмента выше границы двигательной блокады.* Сегменты, в которых получена блокада одних и не произошло блокирования других, называются **зоной дифференциальной блокады**. Оценивая анестезию, важно иметь в виду, какая именно блокада достигнута: температурная (симпатическая), болевая (сенсорная, чувствительная) или двигательная (моторная), потому что максимальная выраженность каждой из них неодинакова у разных сегментов.

Различная степень блокады соматических волокон может создать клинические проблемы. Ощущение сильного давления или значительных двигательных воздействий передается посредством С-волокон, которые трудно блокировать. Аналогично, граница моторной блокады может проходить гораздо ниже, чем сенсорной. Следовательно, у больного сохраняется способность движений в оперируемой конечности, что может препятствовать работе хирурга. Кроме того, особо тревожные больные могут воспринимать тактиль-

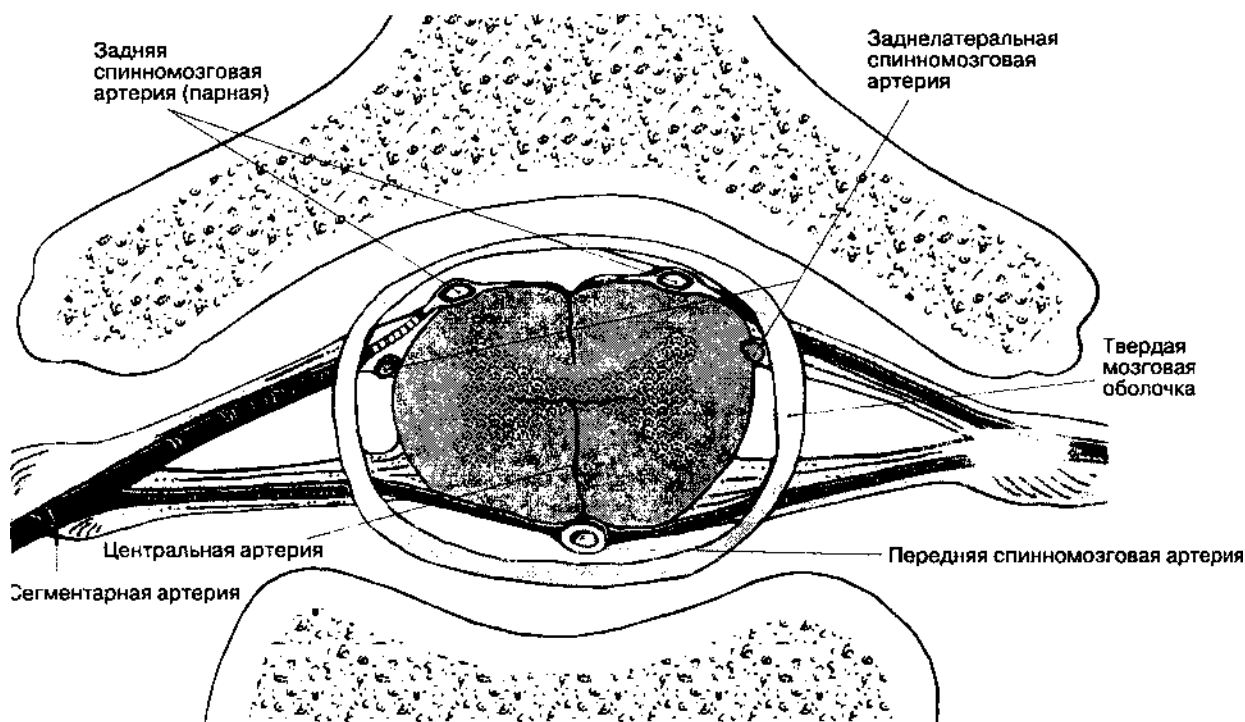


Рис. 16-8. Артериальное кровоснабжение спинного мозга
ные ощущения от прикосновения как болевые. *Седация и хороший психологический контакт с тревожными больными позволяет предупредить нежелательное восприятие проприоцептивной рецепции как болевой.*

Висцеральная блокада

Большинство висцеральных эффектов центральной блокады обусловлено прерыванием вегетативной иннервации различных органов.

Кровообращение

Прерывание симпатической импульсации вызывает гемодинамические сдвиги в сердечно-сосудистой системе, выраженность которых прямо пропорциональна степени медикаментозной сим-патэктомии. Симпатический ствол связан с тора-коабдоминальным отделом спинного мозга. Волокна, иннервирующие гладкие мышцы артерий и вен, отходят от спинного мозга на уровне сегментов T_v-L₁. При медикаментозной симпатэктомии с помощью местного анестетика артериальный тонус преимущественно сохраняется (благодаря воздействию локальных медиаторов), в то время как венозный значительно снижается. *Тотальная медикаментозная симпатэктомия вызывает увеличение емкости сосудистого русла с последующим снижением венозного возврата и артериальной гипотонией.* Гемодинамические изменения при частичной симпатэктомии (блокада до уровня T_{viii}) обычно компенсируются вазоконстрикцией, опосредованной симпатическими волокнами выше уровня блокады. У людей со светлой кожей вазоконстрикцию можно видеть невооруженным глазом. Симпатические волокна, идущие в составе грудных сердечных нервов (T₁-T₄), несут импульсы, убыстряющие сердечные сокращения. При высокой центральной блокаде тоническая активность блуждающего нерва становится несбалансированной, что вызывает брадикардию. Опускание головного конца тела и инфузия жидкости вызывают увеличение преднагрузки, венозный возврат возрастает и сердечный выброс нормализуется. Холи-ноблокаторы устраняют брадикардию.

Выраженность артериальной гипотонии определяет выбор лечебных мероприятий. Наиболее чувствительные органы-мишени — это сердце и головной мозг. Умеренное снижение доставки кислорода к сердцу компенсируется снижением работы миокарда и потребления им кислорода. Значительно уменьшается постнагрузка, и работа сердца, связанная с преодолением общего периферического сосудистого сопротивления, также

снижается. При значительном и нелеченном уменьшении преднагрузки эти компенсаторные реакции оказываются несостоятельными. Ауторегуляция мозгового кровообращения представляет собой механизм, посредством которого мозг в значительной степени защищен от артериальной гипотонии.

У здоровых людей мозговой кровоток остается неизменным, пока среднее артериальное давление не снижается менее 60 мм рт. ст. (гл. 25).

Лечение и профилактика артериальной гипотонии органично связаны с пониманием механизмов ее развития. Непосредственно перед выполнением блокады и после этого на протяжении анестезии проводят инфузию жидкости.

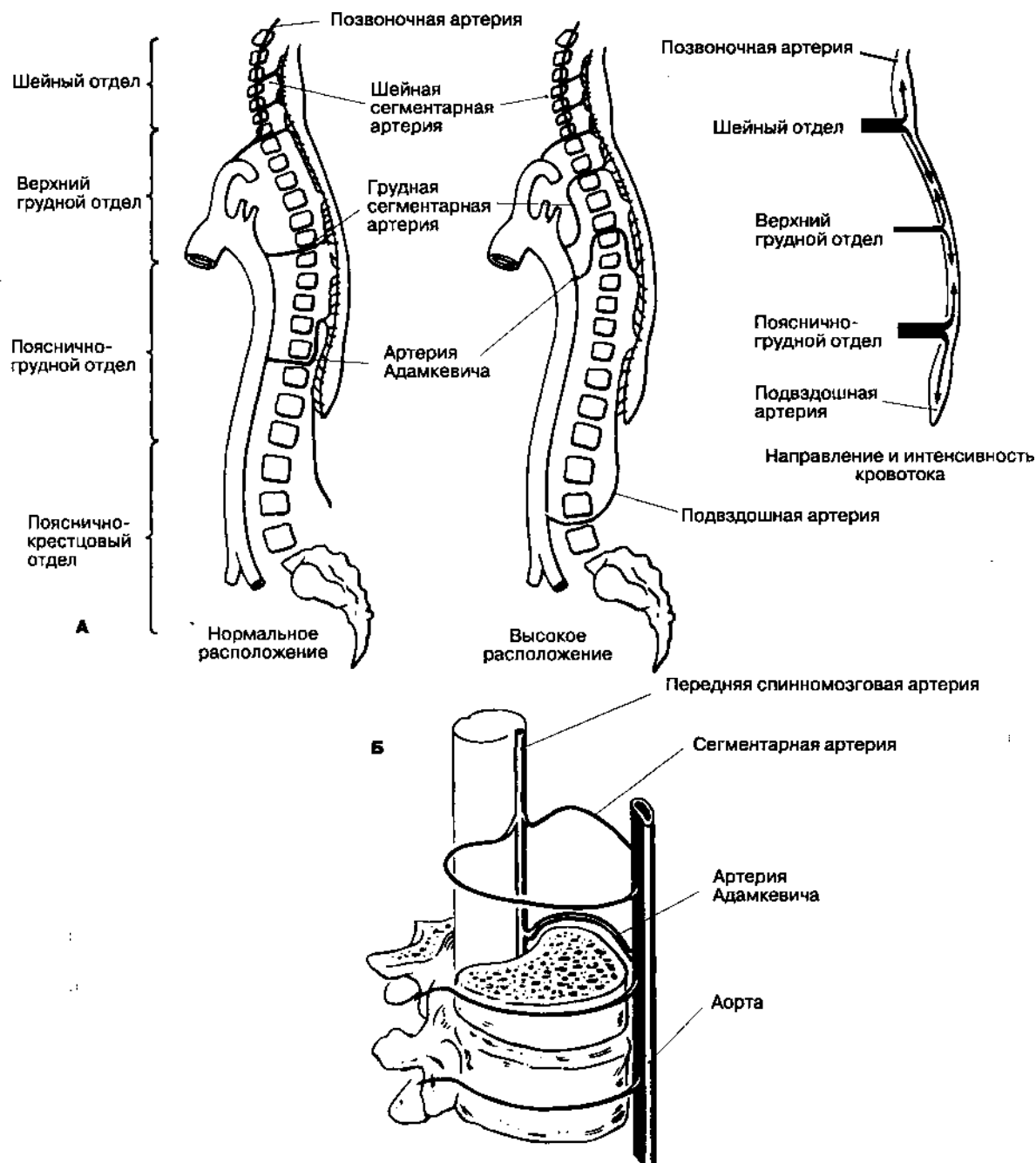


Рис. 16-9. Сегментарный характер кровоснабжения спинного мозга (А, Б)

ТАБЛИЦА 16-1. Классификация нервных волокон

Класс	Функция	Миелинизация	Толщина	Км
Aα	Двигательные импульсы	+	++++	++++
Aβ	Кожная чувствительность (тактильная, болевая, чувство давления)	+	+++	+++
Aγ	Проприоцептивная чувствительность	+	+++	++
Aδ	Кожная чувствительность (болевая и температурная)	+	++	+
B	Преганглионарные симпатические волокна	+	++	+
C	Кожная чувствительность (болевая и чувство давления)		+	+++

Инфузия кристаллоидов в дозе 10-20 мл/кг частично компенсирует депонирование крови в венах, обусловленное медикаментозной симпатэктомией.

Лечение включает ряд мер. Опускание головного конца (или поднятие ножного) потенцирует действие инфузионных растворов, что способствует быстрому увеличению преднагрузки. При выраженной брадикардии применяют холиноблокаторы. Если эти меры неэффективны или же имеются противопоказания к массивным инфузиям, то применяют адреномиметики прямого или непрямого действия. Адреномиметики прямого действия (например, фенилэфрин) восстанавливают тонус вен, вызывают артериоларную вазоконстрикцию и увеличивают преднагрузку. Недостатком адреномиметиков прямого действия теоретически является повышение постнагрузки, приводящее к увеличению работы миокарда. Адреномиметики непрямого действия (например, эфедрин) увеличивают сократимость миокарда (центральный эффект) и вызывают вазоконстрикцию (периферический эффект). Периферический эффект адреномиметиков непрямого действия не может быть реализован при истощении запасов эндогенных катехоламинов (например, при длительном лечении резерпином). *При глубокой артериальной гипотонии введение адреналина позволяет восстановить коронарную перфузию и предотвратить остановку сердца, обусловленную ишемией миокарда.*

Дыхание

Прерывая импульсацию по двигательным нервам туловища, центральная блокада оказывает влияние на дыхание. Межреберные мышцы обеспечивают как вдох, так и выдох, а мышцы передней брюшной стенки — форсированный выдох. Блокада будет нарушать функцию межреберных мышц на уровне соответствующих сегментов, а функция брюшных мышц будет страдать во всех случаях (за исключением, может быть, особо низкой блокады). Функция диафрагмы не страдает, потому что передача нервного импульса по диафрагмальному нерву редко прерывается даже при высоких блокадах в шейном отделе. Эта устойчивость обусловлена не тем, что раствор местного анестетика не может достичь сегментов спинного мозга, от которых отходят корешки диафрагмального нерва (C3-C5), а недостаточной концентрацией анестетика. Даже при тотальной спинномозговой анестезии концентрация анестетика значительно ниже той, при которой возможна блокада волокон типа Aα в диафрагмальном нерве или блокада дыхательного центра в стволе мозга. Апноэ, сочетанное с высокой центральной блокадой, носит

преходящий характер, длится значительно меньше, чем продолжает действовать анестетик, и вероятнее всего обусловлено ишемией ствола мозга вследствие гипотонии.

Даже при высокой блокаде на уровне грудных сегментов газовый состав артериальной крови не отличается от нормы. Дыхательный объем, минутный объем дыхания и максимальный объем вдоха обычно зависят от функции диафрагмы. Функциональная остаточная емкость и объем форсированного выдоха уменьшаются пропорционально снижению активности абдоминальных и межреберных мышц. У здоровых людей нарушений вентиляции при этом не возникает, чего нельзя сказать про больных с хроническим обструктивным заболеванием легких, которые для активного выдоха должны задействовать вспомогательные мышцы. Потеря тонуса прямых мышц живота затрудняет фиксацию грудной клетки, а потеря тонуса межреберных мышц препятствует активному выдоху, поэтому при хроническом обструктивном заболевании легких центральная блокада может привести к снижению вентиляции. К ранним признакам такого снижения относятся субъективное ощущение нехватки воздуха и усиление одышки. Эти явления могут быстро прогрессировать вплоть до ощущения удушья и возникновения паники, хотя оксигенация и вентиляция сохраняются на исходном уровне. В конечном счете, гипер-капния может перейти в острую гипоксию даже на фоне кислородотерапии. *Больные с тяжелыми рестриктивными заболеваниями легких или острым бронхоспазмом, у которых в акте вдоха задействована вспомогательная мускулатура, также относятся к группе риска вследствие снижения тонуса межреберных и абдоминальных мышц.*

Регионарная анестезия показана больным с сопутствующими заболеваниями легких (отсутствует необходимость манипуляций в дыхательных путях, не нужно проводить ИВЛ, не возникает увеличения вентиляционно-перфузионного соотношения) — но только при условии, что верхняя граница моторной блокады не распространяется выше уровня сегмента T_{VII}. В случаях, когда необходим более высокий уровень блокады (операции на органах верхнего этажа брюшной полости), изолированная регионарная анестезия не является методом выбора при сопутствующих заболеваниях легких.

В ближайшем периоде после операций на органах грудной полости и верхнего этажа брюшной полости регионарная анестезия (которую выполняют, только если технически возможна сенсорная блокада без моторной) предотвращает боль и связанное с ней рефлексорное поверхностное дыхание. При этом возможны продуктивное откашливание и глубокое дыхание, что позволяет эвакуировать секрет из дыхательных путей и предотвратить возникновение ателектазов.

Желудочно-кишечный тракт

Импulseация по симпатическим нервам (T₅-L₁) угнетает перистальтику кишечника, повышает тонус сфинктеров, что противоположно действию блуждающего нерва. При медикаментозной сим-патэктомии доминирует тоническая активность блуждающего нерва, в результате чего активно сокращается кишечник и усиливается перистальтика. Опорожнение желудка не нарушается, а интра-операционное растяжение желудка и кишечника менее выражено, чем при общей анестезии с применением закиси азота. Хотя сообщалось о возникновении тяжелого послеоперационного илеуса при использовании спинномозговой или эпидуральной анестезии, но причинная связь между этими событиями весьма сомнительна.

Печень

Печеночный кровоток находится в линейной зависимости от среднего артериального давления. Поскольку печень получает большую часть кислорода из венозной крови, риск ишемии незначителен. Активность печеночных ферментов не изменяется, а риск повреждения печени не выше, чем при тех же операциях в условиях общей анестезии.

Мочевыводящие пути

За исключением глубокой артериальной гипотонии, во время центральной блокады почечный кровоток сохраняется на постоянном уровне благодаря механизму

ауторегуляции. Следовательно, образование мочи не нарушается. Блокада угнетает тонус мышц мочевого пузыря. Острая задержка мочи — наиболее устойчивый эффект при блокаде на уровне $S_{II}-S_{IV}$, исчезающий позже всех прочих ее проявлений.

Метаболизм и эндокринные органы

Боль и хирургическая агрессия вызывают активацию симпатической нервной системы, что приводит к различным гормональным и метаболическим реакциям. Центральная блокада может временно (при одномоментном введении анестетика) или достаточно длительно (при катетеризации) влиять на эти реакции. Ноцицептивная импульсация вызывает высвобождение катехоламинов из мозгового слоя надпочечников. Повышение артериального давления может оказать неблагоприятное влияние на соотношение между доставкой и потреблением кислорода в миокарде. Кроме того, катехоламины стимулируют глюконеогенез в печени. Эпидуральная анестезия блокирует реакцию симпатической системы, ослабляя подъем артериального давления, миокардиальный стресс и гипергликемию

Спинномозговая анестезия

Спинномозговая анестезия заключается в инъекции раствора местного анестетика в субарахноидальное пространство спинного мозга. Со времени первоначального описания в 1899 г. Августом Би-ром спинномозговая анестезия извела и периоды значительной популярности, и забвение. Активно применяться методика стала с появлением новых местных анестетиков, усовершенствованных пункционных игл, а также благодаря выявлению возможных осложнений и разработке мер их профилактики. Эпидемиологические исследования, проведенные Дриппсом в начале 1960-х гг., продемонстрировали безопасность спинномозговой анестезии для нервной системы и способствовали широкому распространению этого метода.

Показания

Спинномозговая анестезия используется при оперативных вмешательствах на нижних конечностях, тазобедренном суставе, промежности, нижнем этаже брюшной полости и поясничном отделе позвоночника. Возможно применение данной методики и при вмешательствах на верхних этажах брюшной полости, например при холецистэктомии и резекции желудка, но при этом необходима блокада высокого уровня. К сожалению, многие больные, для которых этот метод анестезии был бы наиболее эффективным, не переносят высокий уровень блокады из-за сопутствующей медикаментозной симпатэктомии. При выполнении больших операций на органах брюшной полости у больных с сохраненным сознанием необходимо прибегать к осторожной, щадящей хирургической технике, так как грубые манипуляции могут вызвать ощущение выраженного дискомфорта даже при глубокой блокаде. В подобных случаях спинномозговую анестезию можно сочетать с поверхностной общей анестезией и, возможно, с интратекальным введением опиоидов. Рассмотрим некоторые показания к спинномозговой анестезии.

Эндоскопические урологические операции, особенно трансуретральная резекция предстательной железы, являются относительным показанием к центральной блокаде. *Сохранение сознания позволяет своевременно выявить абсорбцию орошающего раствора в системный кровоток (при гиперволемии возникает отек легких, при гипонатриемии — неврологические и психические расстройства), а также иррадирующую в плечо боль, обусловленную раздражением брюшины при перфорации мочевого пузыря* (гл. 33). Кроме того, больные с ИБС, а их достаточно много, получают возможность сообщить о появлении боли в грудной клетке во время операции.

Операции на прямой кишке также являются относительным показанием к спинномозговой анестезии. Поскольку хирургические вмешательства на прямой кишке часто требуют только каудальной анестезии, их выполняют у больных в положении на животе. Недостаток заключается в том, что при неадекватной по глубине или продолжительности действия блокаде весьма затруднен перевод на общую анестезию,

потому что любые манипуляции на дыхательных путях в положении больного на животе чрезвычайно сложны и рискованны.

Спинальная анестезия при **операциях на тазобедренном суставе** у пожилых имеет ряд преимуществ. Поскольку нет необходимости в проведении блокады высокого уровня, физиологические изменения незначительны. Исследования показывают, что при спинномозговой анестезии у пожилых больных с переломом шейки бедра снижается интраоперационная кровопотеря, а в послеоперационном периоде реже развиваются спутанность сознания и делирий. Также следует принять во внимание снижение риска возникновения тромбозов глубоких вен и тромбоэмболии легочной артерии, хотя этот феномен более характерен для эпидуральной анестезии (гл. 40).

К преимуществам использования спинномозговой анестезии в **акушерстве** относят легкость в применении, достижение мощной и надежной блокады, низкую потребность в анестетике, что сводит к минимуму попадание его к плоду (гл. 43). Седловидная блокада (описана ниже) используется для родоразрешения *per vaginam*, при наложении щипцов или вакуумэкстракции, эпизиотомии, экстракции оставшихся фрагментов плаценты. Спинальная анестезия может быть использована для кесарева сечения, даже в экстренных случаях,— но при условии активного поддержания артериального давления на достаточно высоком уровне. Предварительная инфузия, смещение беременной матки влево, а также применение эфедрина предупреждают глубокую артериальную гипотонию, опасную как для матери, так и для плода.

Недавно предложено использовать спинномозговую анестезию в **детской хирургии** (гл. 44). У глубоко недоношенных детей, нуждающихся в хирургическом вмешательстве, после общей анестезии очень высок риск развития опасного для жизни апноэ. Применение спинномозговой анестезии у новорожденных вызывает значительное снижение частоты возникновения случаев апноэ, при условии отсутствия седации во время блокады. Установлена безопасность и эффективность спинномозговой анестезии у новорожденных при вмешательствах на мочеполовых органах, паховой области и нижних конечностях.

Противопоказания

Существуют как абсолютные, так и относительные противопоказания к спинномозговой анестезии (табл. 16-2). Абсолютные противопоказания: отказ больного, инфицирование кожи в месте пункции, бактериемия, выраженная гиповолемия (шок), коагулопатия, повышенное внутричерепное давление.

Относительные противопоказания более противоречивы и сложны для оценки. К ним относятся периферические нейропатии, предшествующие операции на позвоночнике и спинном мозге, боли в спине, лечение гепарином в "мини-дозах" или аспирином, отсутствие контакта с больным или его эмоциональная неуравновешенность, несогласие хирурга.

Предоперационная подготовка

В процессе предоперационной подготовки к суб-арахноидальной анестезии необходимо получить от больного информированное согласие, провести физикальное и лабораторное исследования, назначить премедикацию.

ТАБЛИЦА 16-2. Противопоказания к проведению спинномозговой анестезии

Абсолютные	
Сепсис	Бактериемия
Инфекция кожи в месте пункции	Выраженная гиповолемия
Коагулопатия	Лечение антикоагулянтами
Повышенное внутричерепное давление	Несогласие больного
Относительные	
Периферическая нейропатия	Лечение гепарином в "мини-дозах"
Психоз или деменция	Лечение аспирином или другими антиагрегантами
Демиелинизирующее заболевание ЦНС	Некоторые заболевания сердца
Идиопатический гипертрофический субаортальный стеноз	Аортальный стеноз
Психологическая или эмоциональная лабильность	Отсутствие

контакта с больным Длительное оперативное вмешательство Неизвестная продолжительность предполагаемого вмешательства Несогласие хирургической бригады оперировать бодрствующего больного

Информированное согласие

Больные имеют достаточно оснований отказаться от спинномозговой анестезии. Предшествующий неблагоприятный опыт (головные боли, неудачная попытка анестезии, болезненность процедуры, повреждения) является существенным аргументом против проведения данной манипуляции. Многие больные наслышаны о неблагоприятных исходах, вызванных спинномозговой анестезией; как правило, эта информация — не более чем слухи, поэтому важно и возможно убедить больного в обратном во время беседы с ним в предоперационном периоде.

С больным следует обсудить возможные осложнения, например болезненность при выполнении люмбальной пункции, боли в спине, снижение артериального давления, головную боль, менингит, повреждение нерва, формирование гематомы. Необходимо использовать доступные для понимания термины, важно убедить больного в том, что осложнения развиваются редко, а головная боль поддается лечению.

Физикальное исследование

В дополнение к обычному осмотру нужно обратить особое внимание на поясничную область. Кожные заболевания, при которых невозможно обеспечение асептики, являются противопоказанием к спинномозговой анестезии. Отмечают кифосколиоз, обильные подкожно-жировые отложения и рубцы от предыдущих операций. Пальпируемые межкостистые промежутки — ценный прогностический фактор в отношении легкости проведения спинномозговой анестезии.

Лабораторные исследования

Следует определить количество гемоглобина в крови и гематокритное число, так как тяжелая анемия усугубляет артериальную гипотонию — весьма вероятное осложнение при спинномозговой анестезии. Измерение протромбинового времени (ПВ) и частичного тромбопластинового времени (ЧТВ) обязательно при подозрении на коагулопатию.

Премедикация

Многие больные, которым планируется спинномозговая анестезия, спрашивают, будут ли они спать во время операции, слышать разговоры персонала, испытывать дискомфорт и т. д. Предоперационная беседа с анестезиологом позволяет устранить эти страхи, а премедикация является основой для гладкого начала блокады и течения всей анестезии.

Важно получить информированное согласие больного на спинномозговую анестезию до премедикации. Как только решение принято, цель подготовки — добиться седации и спокойствия больного, но не сомнолции. Препаратами выбора для седации являются бензодиазепины внутрь или внутримышечно. Иногда применяют опиоиды в сочетании с анксиолитиками или без них (внутримышечно). Премедикация не имеет смысла, если проводить ее не в соответствующее время, т. е. без учета продолжительности действия препарата.

Оборудование и безопасность

Общая подготовка

Спинномозговую анестезию можно выполнять только в операционной, полностью оснащенной оборудованием для мониторинга, общей анестезии и реанимационных мероприятий. Это обязательное условие, так как существует реальный риск развития таких осложнений, как выраженная артериальная гипотония, тяжелая брадикардия, дыхательная недостаточность. Время, необходимое для разворачивания аппаратуры или введения препаратов в случае возникновения осложнений, является фактором, определяющим исход лечения — успех или неудачу, которая может привести даже к гибели больного. Мониторинг, включающий электрокардиографию, измерение артериального

давления и пульсоксиметрию, позволяет своевременно выявить гемодинамические расстройства и предпринять необходимые меры в течение того периода, пока сердечный выброс и артериальный крово-ток еще обеспечивают транспорт лекарственных средств к органам-мишеням. Минимум оборудования, необходимого для выполнения регионарной анестезии, представлен в табл. 17-1.

Иглы

Иглы для спинномозговой пункции тщательно изготовлены, не имеют шероховатостей на поверхности, снабжены плотно пригнанным съемным мандреном, obturiрующим просвет иглы. Производятся иглы различных размеров — от 16 G до 30 G.

Они отличаются формой кончика иглы и среза. Иглы имеют острый или тупой конец, отверстие на конце иглы или сбоку, острые или закругленные (тупые) края среза иглы. "Стандартной" является игла Квинке-Бэбкока, которая имеет средней длины срез с острыми краями, острым концом и отверстием на конце. Две другие распространенные модели — это иглы Грини и Уайтэкра. Игла Грини имеет длинный срез с острыми краями с закругленным концом, отверстие на конце. Игла Уайтэкра и другие подобные ей иглы "карандашного типа" имеют срез с закругленными, нережущими краями и отверстием сбоку, в проксимальном отделе среза иглы. Предложены тупые иглы, теоретическое преимущество которых состоит в меньшей травматизации твердой мозговой оболочки, что со-четано с менее выраженным истечением цереброспинальной жидкости впоследствии. Клинические исследования позволяют предположить, что при использовании таких игл головные боли развиваются реже. Игла Питкина имеет короткий острый срез с отверстием на конце иглы. Она также была сконструирована с целью уменьшения травмы и, следовательно, головных болей, но при клинических исследованиях подтверждения возлагавшимся на иглу Питкина надеждам получено не было. Иглы для спинномозговой пункции представлены на рис. 16-10. Игла Туохи предназначена для эпидуральной пункции, но применяется и для длительной спинномозговой анестезии, когда необходимо установить катетер.

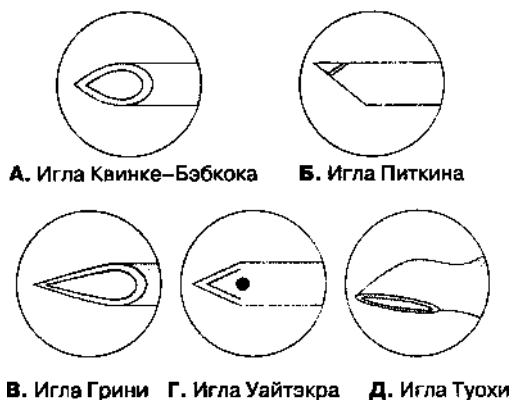


Рис. 16-10. Иглы для спинномозговой пункции

Методика спинномозговой анестезии

Процедура начинается с обработки кожи антисептиками и определения анатомических ориентиров. Больного просят принять соответствующую позу и пальпируют гребни подвздошной кости. Если анестезиолог помещает свои руки на крылья подвздошных костей, то большие пальцы соединяются по средней линии, чаще всего между остистыми отростками L_{IV} - L_V (рис. 16-11). Для пункции выбирают тот промежуток, где четче всего пальпируются ориентиры, его можно отметить давлением ногтя или кожным маркером. В качестве антисептика чаще всего используют повидон-йод, который наносят с помощью абразивной губки. Кожу начинают обрабатывать непосредственно в месте пункции, а затем продолжают обработку круговыми движениями от центра к периферии. Операционное поле закрывают стерильным бельем и удаляют раствор повидон-йода с места пункции. *Очень важно избежать попадания повидон-йода в субарахноидальное пространство, потому что это может вызвать асептический*

менингит. На уровне выбранного межпозвоночного промежутка инфильтрируют кожу раствором местного анестетика. Чтобы предотвратить боль и рефлекторные движения, подлежащие ткани также инфильтрируют раствором местного анестетика с помощью более длинной иглы. Во время введения анестетика в глубокие структуры иглу используют как поисковую, т. е. нащупывают через нее костные ориентиры, при этом следует инфильтрировать и надкостницу. Использование поисковой иглы улучшает пространственную ориентацию и позволяет наилучшим образом направить иглу для спинномозговой пункции.

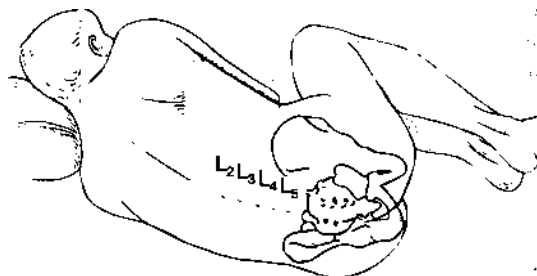


Рис. 16-11. Идентификация межпозвоночных промежутков в поясничном отделе
Положение больного

А. Положение сидя. Часто это положение является самым удобным для выполнения люмбальной пункции. Больной сидит на крае операционного стола, наклонившись вперед, ноги стоят на подставке, руки скрещены на груди. Для удобства следует попросить больного выгнуть спину дугой, подобно "раздраженной кошке". С помощью этого маневра происходит сгибание в поясничном отделе, кожа и подлежащие структуры натягиваются и межостистые промежутки становятся шире. Положение сидя не всегда можно использовать из-за боли при некоторых травмах (например, перелом шейки бедра), в родах, а также в отсутствие контакта с больным. Вместе с тем в некоторых случаях, например при выраженном ожирении, положение сидя — единственное, при котором осуществима люмбальная пункция.

Б. Положение на боку. Больного укладывают на столе спиной к анестезиологу, чаще на тот бок, где предполагается операция (например, если планируется операция на правой ноге, то больного кладут на правый бок). Больного просят "свернуться калачиком" или "принять эмбриональную позу" — спина согнута, колени и бедра приведены к животу, голова прижата к груди. Это облегчает сгибание позвоночника, необходимое для расширения межостистых промежутков в поясничном отделе. Положение на боку используют при переломах шейки бедра и дистальных отделов нижней конечности, а также у тех больных, которые дали согласие, но неспособны к взаимодействию: в этом случае помощник, оказывая давление на бедра и плечи, сгибает спину.

В. Положение лежа на животе (ничком). Это положение часто используют при проктологических вмешательствах. Больного сразу укладывают в положение для операции и проводят люмбальную пункцию. Преимущество такого положения состоит в том, что нет необходимости перекладывать больного после выполнения анестезии, а гипобарические растворы анестетиков, перемещаясь вверх, обеспечивают необходимую сакральную анестезию. Недостаток заключается в том, что трудно подтвердить попадание иглы в субарахноидальное пространство: самостоятельного истечения цереброспинальной жидкости при этом не происходит, хотя возможна ее осторожная аспирация.

Пункция твердой мозговой оболочки

А. Срединный доступ (рис. 16-12). Верхушки остистых отростков двух соседних позвонков используются как поверхностные ориентиры межпозвоночного промежутка. Поскольку остистые отростки в поясничном отделе отходят под некоторым углом, открытым книзу (рис. 16-2А), инфильтрацию кожи местным анестетиком выполняют непосредственно под вышележащим остистым отростком. Иглу продвигают по средней

линии под остистый отросток и параллельно ему, т. е. ориентируя ее слегка каудально. Плавное продвижение иглы подтверждает правильность манипуляции, Игла может упираться в костную структуру вблизи от поверхности — обычно это остистый отросток, или же в глубине — это может быть либо пластинка позвонка (при срединном положении иглы), либо его ножка (при латеральном положении иглы). Эту информацию следует использовать для коррекции положения иглы. В трудных случаях намеренный контакт с пластинкой с обеих сторон помогает идентифицировать срединную линию и облегчает пункцию твердой мозговой оболочки. Пройдя через подкожный жировой слой, игла входит в надостистую и межостистую связки, что ощущается как сопротивление. Второе ощущение сопротивления появляется при перфорации желтой связки, и, наконец, при пункции твердой мозговой оболочки возникает последнее, третье тактильное ощущение — так называемая утрата сопротивления. По мере приобретения опыта анестезиолог начинает ощущать прохождение иглы через каждый слой, а удачная пункция подтверждается свободным истечением цереброспинальной жидкости при удалении из иглы мандрена. Иглу вращают вокруг собственной оси на 360°, чтобы подтвердить свободное истечение ликвора из всех квадрантов, подсоединяют шприц, аспирируют цереброспинальную жидкость и вводят анестетик. *Упорные острые парестезии указывают на необходимость сменить положение иглы. Свободное истечение жидкости из каждого квадранта и свободная ее аспирация до и после введения анестетика подтверждают правильное положение иглы.* Если пункция твердой мозговой оболочки произошла рядом с ду-ральной муфтой, то цереброспинальная жидкость не будет поступать свободно из всех квадрантов, в этом случае следует воздержаться от введения анестетика. Если при этих обстоятельствах все же ввести анестетик, то результатом будет либо неадекватная, слабая блокада, либо повреждение спинномозгового нерва (последнее, впрочем, случается редко). Свободная аспирация цереброспинальной жидкости после присоединения шприца подтверждает правильное положение иглы.

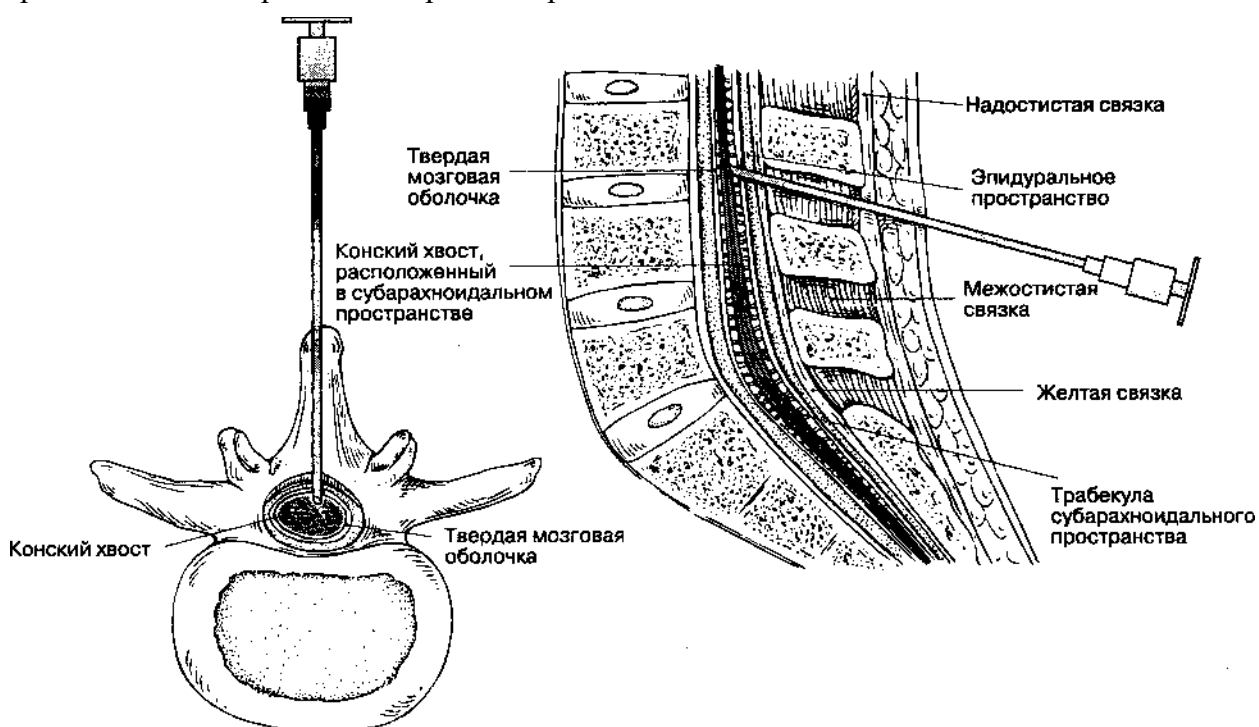


Рис. 16-12. Спинномозговая анестезия на поясничном уровне: срединный доступ

Б. Парамедианный (околосрединный) доступ (рис. 16-13). Парамедианный доступ используют при высоком риске возникновения технических затруднений: при артрите, кифосколиозе, при предшествующих операциях на поясничном отделе позвоночника. Пункцию осуществляют не по средней линии, а латеральнее основной массы связок позвоночника.

Пальпируют срединную линию и межкостистые промежутки. Кожу инфильтрируют местным анестетиком на 2 см латеральнее вышележащего остистого отростка. Иглу направляют под углом 10-15° к средней линии спины и продвигают вперед. Выбирая угол вкола, надо представить, что игла должна пересечь воображаемую среднюю линию спины примерно на глубине 4-6 см от поверхности. Мышечный массив расположен непосредственно над желтой связкой, поэтому анестезиолог ощущает только два препятствия: при перфорации желтой связки и твердой мозговой оболочки.

Длительная спинномозговая анестезия

Если в субарахноидальное пространство спинного мозга ввести катетер, то можно проводить длительную спинномозговую анестезию. Преимущества такой анестезии заключаются в уменьшении

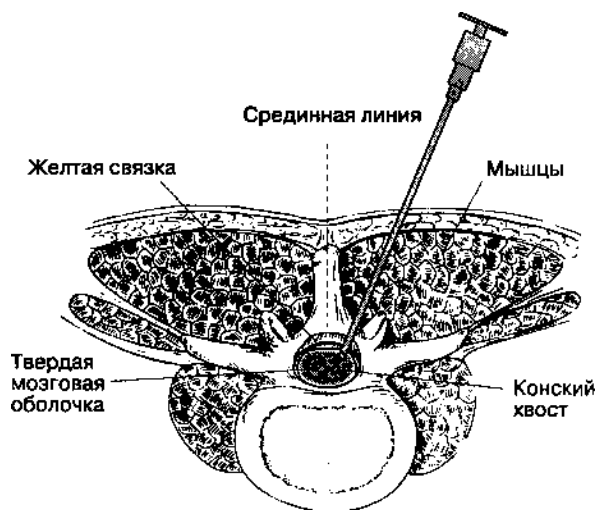


Рис. 16-13. Спинномозговая анестезия на поясничном уровне: Парамедианный (околосрединный) доступ общей дозы анестетика, снижении риска внезапных гемодинамических расстройств, характерных для струйного введения, а также в возможности длительной анестезии.

Вначале, на этапе внедрения, для длительной спинномозговой анестезии использовали приспособления, предназначенные для эпидуральной анестезии. При этом приходилось сталкиваться с техническими трудностями и осложнениями, включая выраженные постпункционные головные боли *PI*, что гораздо более серьезно, повреждения и инфекции центральной нервной системы.

Вновь возникший интерес к длительной спинномозговой анестезии обусловлен появлением усовершенствованных игл и катетеров. Применение игл малого диаметра (не толще 25 G) в сочетании с очень тонкими катетерами (32 G) снизило частоту возникновения постпункционной головной боли даже у больных группы повышенного риска (молодой возраст, женский пол). Первые попытки врача использовать эти системы могут быть неудачны, но по мере приобретения опыта удастся быстро добиться успеха. Осложнения включают разрыв катетера внутри субарахноидального пространства, а также неврологические расстройства, особенно **синдром конского хвоста**. *Считают, что неврологическое повреждение обусловлено локальным влиянием высоких концентраций местного анестетика при многократном введении или в случае наличия препятствий для свободной циркуляции цереброспинальной жидкости (анатомические аномалии, спайки внутри субарахноидального пространства).* В настоящее время ввиду тяжести осложнений Управление по контролю за лекарственными препаратами и пищевыми продуктами США отозвало разрешение на клиническое применение длительной спинномозговой анестезии вплоть до получения результатов детальных исследований.

Факторы, влияющие на спинномозговую анестезию

Спинномозговая анестезия — результат воздействия местного анестетика на спинномозговые нервы и спинномозговые узлы (концентрация анестетика в веществе

спинного мозга слишком мала, чтобы вызвать какие-либо клинические проявления). Люмбальная пункция — это только первый этап спинномозговой анестезии. На качество и уровень анестезии влияют многие факторы.

Анестетики

Для спинномозговой анестезии пытались применять многие анестетики, но широкое распространение получили только некоторые из них (табл. 16-3). Иногда для увеличения силы и продолжительности анестезии местный анестетик используют вместе с опиоидом (гл. 18).

А. Прокаин. Прокаин — это эфир, для которого свойственны быстрое начало и короткая продолжительность действия (45-60 мин). Добавление вазоконстрикторов позволяет увеличить продолжительность действия. Применяемый для коротких вмешательств, этот анестетик обеспечивает кратковременную мощную блокаду, при длительных операциях его комбинируют с тетракаином. Прокаин можно также применять в меньших концентрациях для дифференциальной блокады при диагностике болевых синдромов (гл. 18). Сравнение прокаина с другими местными анестетиками для спинномозговой анестезии — табл. 16-3.

ТАБЛИЦА 16-3. Местные анестетики для спинномозговой анестезии: дозы и продолжительность действия

Анестетик	Лекарственная форма	Промежность, нижние конечности	Доза		Продолжительность действия, мин	Продолжительность действия при добавлении адреналина, мин
			Нижний этаж брюшной полости	T4		
Прокаин	10 % раствор	75 мг	125мг	200мг	45	60
Тетракаин	1 % раствор, сухой кристаллический порошок	6-8 мг	8-14 мг	14-20 мг	90	120-150
Лидокаин	5 % раствор в 7,5 % растворе глюкозы	25мг	50-75 мг	75-100 мг	6	60-90
Бупивакаин	0,75 % раствор в 8,25% растворе глюкозы; 0,5 % раствор ¹ , 0,75 % раствор ¹	4-6 мг	8-12 мг	12-20 мг	120-150	120-150

¹В США для спинномозговой анестезии не применяется.

Б. Тетракаин. Тетракаин — это эфир, обладающий промежуточной скоростью наступления эффекта и обеспечивающий длительную блокаду. Самый популярный анестетик для спинномозговой анестезии. Добавление вазоконстрикторов позволяет увеличить продолжительность действия тетракаина. Выпускается в нескольких формах, которые используются в зависимости от показаний.

В. Лидокаин. Лидокаин — это амид, для которого характерно быстрое начало и короткая продолжительность действия, обеспечивает кратковременную мощную блокаду. Польза от добавления вазоконстрикторов сомнительна: в одних исследованиях это сопровождалось увеличением продолжительности действия, в других — не сопровождалось.

Г. Бупивакаин. Бупивакаин — амид, для которого свойственно отсроченное начало

действия и длительный эффект. Добавление к раствору бупи-вакаина вазоконстрикторов не влияет на продолжительность блокады. В то время как в США бу-пивакаин для спинномозговой анестезии применяют только на основе глюкозосодержащих растворов, в Великобритании и в других странах Европы применяют чистые растворы для изобарической методики. Чистые растворы бупивакаина (т. е. растворы без добавок) в США используют только для эпидуральной анестезии.

Доза

Другим фактором, существенно влияющим на качество спинномозговой анестезии, является доза анестетика. Доза зависит от свойств анестетика, характера и продолжительности операции. Кроме того, на выбор дозы влияет ожирение, беременность, положение больного на операционном столе.

При ожирении повышено внутрибрюшное давление, что вызывает уменьшение объема цереброспинальной жидкости и эпидуральной) пространства, а также смещает вверх границу максимального распространения спинномозговой блокады. При беременности внутрибрюшное давление тоже увеличено, что вызывает застой в эпидуральном венозном сплетении и, следовательно, уменьшает объем эпидурального и субарахноидального пространства. Таким образом, при одной и той же дозе анестетика, при одинаковом телосложении и возрасте уровень блокады у беременной будет значительно выше, чем у небеременной. Объем эпидурального и субарахноидального пространства уменьшается с возрастом, поэтому при введении одинаковой дозы у пожилых больных анестетик распространяется более крани-ально, чем у молодых.

Вазоконстрикторы

Добавление вазоконстрикторов в раствор местного анестетика увеличивает продолжительность и интенсивность спинномозговой анестезии. Увеличение продолжительности спинномозговой анестезии под действием вазоконстрикторов зависит от свойств местного анестетика. Предполагаемый механизм заключается в локальном сужении сосудов и уменьшении абсорбции анестетика в системный кровоток. Чаще всего в качестве вазоконстриктора применяют адреналин, хотя эфедрин и фенилэфрин тоже оказывают подобное действие. Добавление адреналина увеличивает продолжительность тетракаиновой спинномозговой анестезии на 50 %. В меньшей степени адреналин влияет на продолжительность действия прокаина, а длительность действия бупивакаина он вообще не изменяет. В исследованиях, посвященных влиянию вазоконстрикторов на спинномозговую лидокаиновую анестезию, получены противоречивые результаты: в одних случаях продолжительность действия увеличивалась на 30-50 %, в других — не менялась.

Вазоконстрикторы увеличивают не только продолжительность, но и интенсивность, мощность блокады. Повышение концентрации адреналина в изобарическом растворе бупивакаина улучшает качество спинномозговой анестезии. При введении в субарахноидальное пространство адреналин сам оказывает местно-анестезирующее действие. Возможно, что на клеточном уровне вазоконстрикторы способствуют связыванию молекул местного анестетика с натриевыми каналами.

Относительная плотность

Относительная плотность раствора местного анестетика также существенно влияет на спинномозговую анестезию. Относительная плотность цереброспинальной жидкости при 37 °C обычно колеблется от 1,003 до 1,008 (плотность воды принята за 1,000). Относительная плотность наиболее часто используемых растворов анестетиков для спинномозговой анестезии дана в табл. 16-4. Взаимовлияние относительной плотности местного анестетика и спинномозговой жидкости сказывается на распространении раствора вдоль длинной оси спинного мозга и на окончательном уровне блокады. Если относительная плотность раствора анестетика выше, чем плотность спинномозговой жидкости (**гипербарический раствор**), то под действием силы тяжести он перемещается вниз; если плотность раствора анестетика ниже (**гипобарический раствор**), то он

распространяется вверх. Раствор, относительная плотность которого равна или близка к плотности цереброспинальной жидкости (**изобарический раствор**), будет оставаться на том уровне, куда он был введен.

А. Гипербарические растворы. Чаще всего для спинномозговой анестезии применяют именно гипербарические растворы местных анестетиков. Необходимая относительная плотность обычно достигается смешиванием местного анестетика с раствором глюкозы. Имеются официальные лекарственные формы местных анестетиков на основе раствора глюкозы, например бупивакаин на основе 8,25 % раствора или лидокаин — на основе 7,5 % раствора. Из табл. 16-4 видно, что относительная плотность этих растворов значительно выше плотности цереброспинальной жидкости.

Уровень гипербарической спинномозговой анестезии зависит от положения больного во время введения анестетика и сразу после него. Если больной сидит, то после инъекции анестетик распространяется главным образом в каудальном направлении. Верхняя граница блокады соответствуют уровню пункции, а нижняя зависит от степени миграции анестетика в каудальном направлении. *Положение больного влияет на распространение анестетика, начиная с момента инъекции и на протяжении всего периода, когда в принципе возможна миграция раствора по суб-арахноидальному пространству.* Например, при "седловидной" (промежностной) блокаде больной продолжает сидеть еще 3-5 мин после инъекции анестетика, в таком случае блокируются только нижние поясничные и крестцовые нервы. Если необходимости в седловидной блокаде нет, а для спинномозговой анестезии применяют гипербарический раствор и больной во время пункции сидит, то сразу же после инъекции анестетика его следует уложить на спину. В этом случае раствор анестетика, не успев полностью связаться с белками, под действием силы тяжести будет распространяться в соответствии с изгибами позвоночника. Из анатомии известно, что наиболее выступающая назад часть грудного кифоза соответствует уровню T_{IV}, и при введении полной дозы гипербарического раствора местного анестетика верхняя граница блокады будет проходить именно на этом уровне или немного ниже.

ТАБЛИЦА 16-4. Относительная плотность растворов местных анестетиков, используемых для спинномозговой анестезии¹

Анестетик	Плотность
Прокаин 1,5% водный раствор	1,0052
2,5 % раствор в 5 % растворе глюкозы	1,0203
Лидокаин 2 % водный раствор	1,0066
5 % раствор в 7,5 % растворе глюкозы	1,0333
Тетракаин	
0,5 % раствор в 5 % растворе глюкозы	1,0203
Бупивакаин 0,5 % раствор в 8,25 % растворе глюкозы	1,0278
0,5 % водный раствор	1,0058

¹Из:Greene N. M. Anesth. Analg., 1985; 64: 71 5.

При положении на боку (на стороне оперируемой ноги) распределение анестетика будет иным. Теоретически, если после введения анестетика больной находится в этом положении еще 3-5 мин, то блокада нижерасположенной конечности должна быть гораздо мощнее и продолжительнее, чем вышерасположенной. На практике, однако, наступает адекватная блокада и вышерасположенной конечности, и соответствующих органов брюшной полости (хотя степень блокады нижерасположенной конечности может быть несколько интенсивнее). Таким образом, клинический опыт не подтверждает концепцию изолированной односторонней спинномозговой анестезии.

На распространение гипербарического раствора влияют и другие факторы. Например, можно придать возвышенное положение ногам больного или попросить его выполнить процедуры, повышающие внутрибрюшное давление (например, пробу Вальсальвы). При своевременном проведении эти мероприятия способствуют смещению

раствора анестетика в краниальном направлении. Попросив больного согнуть шею сразу после инъекции анестетика, можно, напротив, воспрепятствовать его распространению краниальнее шейного лордоза.

Б. Гипобарические растворы. Чаще всего применяют гипобарические растворы тетракаина. После смешивания с водой относительная плотность раствора тетракаина будет ниже плотности цереброспинальной жидкости. Поступая в суб-арахноидальное пространство, гипобарический раствор будет распространяться вверх от места инъекции. Классическая область применения этой методики — операции на толстой и прямой кишке, когда больной лежит на животе и голова его расположена ниже таза. После люмбальной пункции и инъекции раствор анестетика будет мигрировать вверх и каудально, поэтому верхняя граница блокады будет соответствовать уровню инъекции, а нижняя — распространяться на крестцовые дерматомы. Эта методика позволяет мощно и надежно блокировать корешки крестцовых нервов. Раствор можно разводить до 0,3 %, при дальнейшем разведении сенсорная блокада будет слишком слабой. **В. Изобарические растворы.** Используют изобарические растворы тетракаина, лидокаина и бу-пивакаина. Наиболее изученный анестетик — это бупивакаин, 0,5 % раствор которого является изобарическим при комнатной температуре и слабо гипобарическим при 37 °С. Если препарат вводят на уровне поясничного отдела, после чего больной продолжает сидеть еще 2-3 мин, то сенсорная блокада распространяется на два или четыре сегмента выше уровня инъекции анестетика. *На блокаду влияют такие факторы, как скорость инъекции, температура и объем раствора, а также общая доза анестетика.* Классическая изобарическая спинномозговая анестезия обеспечивает глубокую блокаду на нижнегрудном, поясничном и крестцовом уровнях, что идеально подходит для вмешательств на промежности, мочеполовой системе и нижних конечностях. Симпатическая блокада не распространяется на верхние грудные сегменты, поэтому гемодинамические сдвиги незначительны.

Положение на операционном столе

Положение больного во время введения анестетика и после введения, но до окончательного связывания с тканями ЦНС, оказывает влияние на уровень блокады. Если больной находится в сидячем положении, то гипербарические растворы распространяются в каудальном направлении, а гипобарические — в краниальном. В положении больного на спине или на боку на распространение гипобарических и гипербарических растворов оказывает влияние грудной кифоз, поэтому гипобарические растворы распространяются каудально, а гипербарические — краниально. В положении на боку блокада будет носить частично ипсилатеральный характер (иными словами, блокада будет более выраженной в нижерасположенной ноге). Теоретически на распределение изобарических растворов положение больного не должно влиять.

Изменение положения больного после введения анестетика будет влиять на его окончательное распределение до тех пор, пока какая-то фракция препарата остается несвязанной. Добавление вазо-констрикторов удлиняет период, в течение которого возможно перераспределение анестетика, потому что сужение сосудов пролонгирует сохранение высокой локальной концентрации анестетика.

Внутрибрюшное давление

Внутрибрюшное давление, от которого частично зависят емкость субарахноидального пространства и общий объем цереброспинальной жидкости, оказывает опосредованное влияние на окончательный уровень распределения анестетика в субарахноидальном пространстве. Так, при асците, помимо непосредственного давления на эпидуральное и субарахноидальное пространства, нарушение венозного возврата приводит к увеличению коллатерального кровотока через эпидуральные вены, которые увеличиваются в размерах и сдавливают извне субарахноидальное пространство, что способствует миграции анестетика вверх.

Изгибы позвоночника

Патологические изгибы позвоночника — сколиоз и кифосколиоз — оказывают многостороннее влияние на спинномозговую анестезию. Выполнение пункции становится значительно более сложным из-за ротации и угловых смещений тел позвонков и остистых отростков. Иногда бывает трудно даже определить срединную линию и ввести иглу между позвонками — особенно у пожилых больных с дегенеративными изменениями позвоночника. Некоторые анестезиологи при сколиозе и кифосколиозе предпочитают окоლოსрединный доступ, особенно если эти изменения сочетаются с дегенеративными заболеваниями суставов позвоночника. Рентгенография поясничного отдела позвоночника в прямой и боковой проекции позволяет определить уровень, на котором предпочтительнее выполнять люмбальную пункцию. Патологические изгибы позвоночника изменяют объем и конфигурацию субарахноидального пространства, что влияет на уровень блокады. *Выраженные кифозы и кифосколиозы сочетаны с уменьшением объема цереброспинальной жидкости, что при использовании гипобарического раствора или при форсированной инъекции может привести к более высокой блокаде, нежели предполагалось.*

Предшествующие операции на позвоночнике и спинном мозге

Предшествующие операции на позвоночнике и спинном мозге, в том числе ламинэктомия или боковой спондилодез в поясничном отделе, значительно осложняют люмбальную пункцию и влияют на уровень блокады. Сложно идентифицировать межпозвоночные промежутки в том отделе позвоночника, где была выполнена декомпрессивная ламинэктомия или установлен костный трансплантат при спондилодезе. В этих случаях следует использовать окоლოსрединный доступ или же выполнять пункцию на один межпозвоночный промежуток краниальнее послеоперационного шва. Такие осложнения, как неполная блокада или несоответствие между фактическим уровнем блокады и ожидаемым, могут быть обусловлены изменением конфигурации субарахноидального пространства.

Возраст

Возраст больного также влияет на уровень спинномозговой анестезии. С возрастом объем и растяжимость субарахноидального и эпидурального пространств уменьшаются, поэтому при введении одинаковой дозы у пожилых больных анестетик распространяется более краниально, чем у молодых. *Чтобы предотвратить слишком высокую блокаду при спинномозговой анестезии, пожилым больным вводят меньшую дозу анестетика.*

Ожирение

Ожирение затрудняет спинномозговую анестезию. Остистые отростки часто не удается пропальпировать из-за обилия подкожной жировой клетчатки, а для выполнения пункции может потребоваться игла длиннее, чем стандартная трехдюймовая (1 дюйм = 2,54 см). Невозможность пальпации остистых отростков вынуждает на значительной площади инфильтрировать кожу раствором местного анестетика, с тем чтобы "вслепую" искать иглой сначала остистый отросток, а затем промежуток между пластинками позвонков. Окоლოსрединный доступ может быть еще более трудным вследствие обилия мягких тканей. "Жировой фартук" и скопление жира в брюшной полости вызывают увеличение внутрибрюшного давления. Высокое внутрибрюшное давление приводит к росту эпидурального давления и способствует более краниальному распространению анестетика в субарахноидальном пространстве.

Беременность

Беременность, подобно выраженному ожирению, в некоторой степени влияет на субарахноидальную анестезию. Изменение матки у беременной приводит к повышению внутрибрюшного давления, возрастанию объема эпидурального венозного сплетения, то и другое приводит к снижению объема и растяжимости эпидурального и субарахноидального пространства и, соответственно, к более высокому уровню блокады по сравнению с ожидаемым. *Для достижения одного и того же уровня блокады доза анестетика у беременной должна быть на одну треть ниже, чем у мужчин или небеременной.*

женщины такого же телосложения и возраста.

Распространение анестетика

Распространение местного анестетика в тканях центральной нервной системы после поступления в цереброспинальную жидкость зависит от ряда факторов, включая дозу, жирорастворимость, локальный кровоток, площадь контактирующей поверхности.

Доза анестетика определяет его концентрацию в месте инъекции. Очевидно, что концентрация анестетика выше в месте инъекции и снижается по мере удаления от него. Анестетик диффундирует и разбавляется цереброспинальной жидкостью. Чем краниальнее расположены структуры ЦНС, тем ниже концентрация анестетика, воздействию которой они подвергаются.

Жирорастворимость анестетика тоже влияет на его концентрацию в структурах центральной нервной системы. При спинномозговой анестезии местный анестетик поступает в вещество спинного мозга, а также в нервные корешки и спинномозговые узлы. Вероятно, анестетический эффект наиболее точно отражается концентрацией препарата в нервных корешках и спинномозговых узлах, потому что в спинном мозге она слишком низкая и явно недостаточная для обеспечения анестезии. Таким образом, при одной и той же дозе и при одинаковых условиях введения более жирорастворимый препарат будет накапливаться в спинномозговых нервах и узлах в большей концентрации, чем менее жирорастворимый. Разница размеров нервных волокон также играет важную роль, поскольку крупные волокна блокировать труднее, чем мелкие. По верхней границе распространения анестетика, где концентрация препарата самая низкая, блокируются только мелкие волокна, а крупные остаются интактными, что приводит к **дифференциальной блокаде**. Клинически дифференциальная блокада проявляется тем, что уровень вегетативной (симпатической) блокады будет выше уровня чувствительной (сенсорной), который, в свою очередь, будет выше уровня двигательной блокады. Приблизительная разница между этими уровнями составляет два сегмента.

Локальный кровоток тоже влияет на распространение местного анестетика. При добавлении в раствор вазопрессора кровоток будет снижен, что усиливает поступление препарата в структуры ЦНС, увеличивает концентрацию анестетика в них и увеличивает продолжительность действия. Степень васкуляризации спинного мозга высока, поэтому поглощение анестетика веществом спинного мозга и его концентрация выше, чем в спинномозговых нервах и узлах.

Последним фактором, определяющим распространение анестетика, является **площадь контактирующей поверхности**. При использовании гипобарического раствора достигается высокий уровень блокады, т. е. воздействию анестетика подвергается значительная поверхность спинного мозга. Следовательно, доза анестетика, воздействующая на локальный участок ЦНС, будет ниже, а перераспределение и элиминация будут происходить быстрее. Те же рассуждения относятся к анестетику, который быстро поступает в системный кровоток и незначительно связывается со структурами ЦНС.

Перераспределение анестетика

Перераспределение местного анестетика из суб-арахноидального пространства приводит к прекращению блокады. Перераспределение осуществляется путем абсорбции препарата в сосуды эпидурального пространства снаружи от дуральных муфт, а также в сосуды паутинной оболочки. Степень перераспределения и продолжительность действия спинномозговой анестезии зависят от площади контактирующей поверхности и локального кровотока. При использовании изобарического раствора большая часть препарата удерживается в пределах небольшой области и, естественно, воздействие препарата здесь продолжительнее, чем в более краниальных участках. Кроме того, продолжительность анестезии будет тем больше, чем выше жирорастворимость анестетика, так как перераспределение анестетика из центральной нервной системы зависит от его концентрации. Вазоконстрикторы также оказывают влияние на перераспределение,

уменьшая абсорбцию препарата в системный кровоток.

Осложнения

Спинномозговая анестезия может сопровождаться как незначительными (боль во время пункции, боль в спине, задержка мочи), так и серьезными (менингит, поперечный миелит, синдром передних рогов спинного мозга, тотальная спинномозговая анестезия) осложнениями.

Боль во время пункции

Несмотря на тщательное обезболивание кожи и подлежащих структур, многие больные испытывают дискомфорт во время введения пункционной иглы. Особенно часто боль возникает при сопутствующих заболеваниях и дегенеративных изменениях позвоночника, после операций. Даже больные, заранее предупрежденные о возможном дискомфорте, могут нуждаться в дополнительной анальгезии или седации.

Боль в спине

Боль в спине может быть осложнением спинномозговой пункции. Введение иглы вызывает локальную гиперемию, раздражение тканей, рефлекторный спазм мышц. В результате возникают боли, которые сохраняются не более 10-14 дней даже при использовании игл большого размера, которые применяются при эпидуральной и длительной спинномозговой анестезии. Больные с грыжами межпозвоночных дисков имеют все основания перед операцией спросить у анестезиолога, не усугубит ли спинномозговая анестезия хронической боли в спине. Несмотря на отсутствие доказательств того, что спинномозговая анестезия провоцирует обострение при грыже диска или хронической боли в спине, нельзя гарантировать, что спинномозговая анестезия не усилит боли в послеоперационном периоде. Из опыта известно, что когда у таких больных после спинномозговой анестезии случается обострение болевого синдрома, то оно кратковременное и не очень тяжелое, но этого опять-таки нельзя гарантировать. Если пациенту ранее уже производились вмешательства на поясничном отделе позвоночника, то технические трудности при пункции будут особенно значительными, так что можно прогнозировать развитие выраженного дискомфорта и рефлекторного мышечного спазма.

Головная боль

Постпункционная головная боль, сочетанная со спинномозговой анестезией, обусловлена зияющим дефектом твердой мозговой оболочки, приводящим к истечению цереброспинальной жидкости в окружающие мягкие ткани и, соответственно, к снижению ее давления. Снижение давления цереброспинальной жидкости приводит к смещению вниз структур ЦНС и сосудов, которые связывают твердую мозговую оболочку с черепом и стволом мозга. В результате возникает цефалгия, по характеру напоминающая острую сосудистую кластерную головную боль. Постуральная по природе, головная боль обычно начинается через 6-12 ч после пункции и усиливается в вертикальном положении. Для нее свойственны пульсирующий характер, локализация в лобной области, сочетание с тошнотой и рвотой и незамедлительное ослабление при переходе в горизонтальное положение. Обычно цефалгии возникают через 6-12 ч после операции, когда больной начинает садиться или вставать. Самым важным фактором, который влияет на развитие постпункционных головных болей, является размер пункционной иглы: чем больше размер иглы, тем выше риск возникновения болей и выраженнее их интенсивность. Для спинномозговой анестезии используют иглы размером 22-30 G.

Расположение среза иглы во время пункции тоже влияет на возникновение головной боли. Волокна твердой мозговой оболочки ориентированы в продольном направлении, поэтому считают, что если срез иглы во время пункции параллелен волокнам, то они смещаются в стороны, а не рассекаются. Разработаны специальные иглы, меньше повреждающие твердую мозговую оболочку, например иглы Грини и Уайтэкра.

Появление головных болей также зависит от возраста и пола пациентов: у пожилых людей и мужчин риск ниже. Наоборот, при беременности высокое внутрибрюшное давление способствует повышению давления цереброспинальной жидкости и истечению ликвора,

что увеличивает распространенность головных болей у больных этой группы.

Консервативное лечение постпункционной головной боли в течение первых 24 ч включает интенсивный прием жидкости (или в/в инфузию); диету с исключением твердой пищи; слабительные, способствующие размягчению каловых масс; анальгетики внутрь, бандаж-набрюшник. Если эти меры неэффективны, можно предпринять **эпидуральное пломбирование кровью**. Иглу для эпидуральной пункции вводят в тот же межпозвоночный промежуток, где была выполнена пункция твердой мозговой оболочки. При строгом соблюдении асептики из вены больного берут 15 мл крови и вводят через иглу в эпидуральное пространство, пока больной не ощутит давления в ушах или не будет введен весь указанный объем. *После первой попытки эпидурального пломбирования кровью постпункционная головная боль полностью проходит у 95 % больных (при условии, что пломбирование выполнено не ранее чем через 24 ч после пункции твердой мозговой оболочки).* Предполагают, что при эпидуральном пломбировании шероховатая поверхность разрыва в твердой мозговой оболочке служит местом адгезии тромбоцитов с последующим формированием сгустка, который obturates дефект и препятствует истечению цереброспинальной жидкости. Если при первой процедуре не удалось устранить головную боль, то вероятность успеха при второй попытке еще выше — до 99 %. Осложнения эпидурального пломбирования носят преходящий характер и включают боль во время пункции эпидурального пространства R1 спазм мышц, сочетанный с введением крови. Гораздо реже возникают менингеальные симптомы, обусловленные миграцией крови в суб-арахноидальное пространство.

Новый метод лечения постпункционной головной боли состоит в назначении кофеина внутрь или в/в. Кофеин — это мощный вазоконстриктор, его присутствие в кровотоке препятствует тракции сосудов и последующему их спазму. Быстрая в/в инфузия 500 мг кофеина, разведенного в 1 л изотонического кристаллоидного раствора, позволяет одномоментно решить две задачи: ввести жидкость для обеспечения необходимого объема ликвора и устранить сосудистый спазм. В отличие от эпидурального пломбирования во многих случаях кофеин устраняет головную боль только на время.

Задержка мочи

Блокада на уровне S_{II}-S_{IV} часто сопровождается снижением тонуса мышц мочевого пузыря и угнетением рефлекса мочеиспускания. Возможно переполнение мочевого пузыря, и даже после окончания блокады мочеиспускание может быть затруднено. Задержка мочи чаще развивается у мужчин. В особо тяжелых случаях развивается синдром нейрогенного мочевого пузыря, что требует периодической катетеризации. При длительной блокаде целесообразно заранее катетеризовать мочевой пузырь. В других случаях, когда длительная блокада не планировалась, но к ней пришлось прибегнуть по ходу операции, следует освободить мочевой пузырь через катетер по окончании операции, не дожидаясь его переполнения. *Растяжение мочевого пузыря может сопровождаться изменениями гемодинамики, так как раздражение брюшины вызывает артериальную гипертензию и тахикардию.* Эти проявления клинически могут выглядеть как возбуждение, поэтому при послеоперационном возбуждении после спинномозговой анестезии обязательно следует исключить переполнение мочевого пузыря.

Менингит

С внедрением в практику специальных одноразовых игл и наборов частота развития менингитов после спинномозговой анестезии значительно снизилась. **Асептический (химический) менингит** может вызвать поперечный миелит и выраженную дисфункцию спинного мозга ниже уровня пункции. Это может быть связано с повторным применением игл, которые обрабатывались в агрессивных (едких) растворах. Возникающий **синдром передних рогов спинного мозга** вызывает двигательные расстройства и утрату функции сфинктеров прямой кишки и мочевого пузыря.

При возникновении менингеальных симптомов, лихорадки или каких-либо других признаков воспаления следует исключить инфекционный менингит. Ранняя диагностика

и своевременное лечение уменьшают риск возникновения тяжелых осложнений.

Повреждение сосудов

Повреждение кровеносных сосудов при спинномозговой анестезии сочетано с серьезными осложнениями, включая эпидуральную гематому вследствие кровотечения из эпидуральных венозных сплетений. Факторы риска включают коагулопатию и лечение антикоагулянтами, хотя кровотечение может возникнуть и при их отсутствии. *Если спинномозговая анестезия не разрешается через ожидаемый период времени или если после восстановления чувствительности снова возникают признаки блокады, то необходимо как можно быстрее исключить эпидуральную гематому с помощью комплекса диагностических методов.* Своевременное выявление эпидуральной гематомы по данным контрастной миелографии, КТ или МРТ — показание к неотложной декомпрессионной ламинэтомии. Если при риске кровотечения возникает необходимость в спинномозговой анестезии, то решение принимают после изучения анамнеза и лабораторных данных. Необходимо исследовать число тромбоцитов, протромбиновое время, частичное тромбoplastиновое время. Тромбоцитопения или удлинение протромбинового или тромбoplastинового времени — противопоказания к центральной блокаде. Если, несмотря на эти доводы, блокаду все-таки выполнили по серьезным клиническим соображениям, или же коагулопатия была выявлена уже после начала блокады, или во время блокады были назначены антикоагулянты, то необходимо проводить неврологические исследования в динамике.

Повреждение нерва

Во время пункции в субарахноидальном пространстве игла может вступить в непосредственный контакт с элементами конского хвоста или корешками спинномозговых нервов. Риск послеоперационного повреждения нервов при спинномозговой анестезии расценивается ниже чем 1:10 000. Повреждение нерва проявляется устойчивыми парестезиями, которые постепенно проходят без лечения в течение нескольких недель или месяцев.

С целью профилактики необратимого повреждения нерва следует ориентироваться на парестезии во время введения иглы. Если больной жалуется на появление парестезии, то необходимо уточнить их характер. При устойчивых парестезиях положение иглы следует изменить: анестетик нельзя вводить, пока сохраняются парестезии. Иногда приходится извлекать иглу и проводить пункцию в другом межпозвоночном промежутке. *Введение анестетика при сохраняющихся парестезиях может вызвать устойчивое повреждение нерва.*

При люмбальной пункции у взрослых, проводимой на уровне ниже L_{II}, игла проходит в субарахноидальное пространство на уровне конского хвоста, повреждение которого маловероятно. В очень редких случаях при анатомической аномалии ствол спинного мозга может продолжаться ниже этого уровня. Контакт иглы непосредственно со спинным мозгом вызывает тяжелые парестезии, что заставляет извлечь иглу и ввести ее ниже.

Высокая спинномозговая блокада

При повышении уровня сенсорной блокады соответственно увеличивается выраженность физиологических реакций. При блокаде верхнегрудных или шейных сегментов высок риск развития тяжелой артериальной гипотонии, выраженной брадикардии, дыхательной недостаточности. При устойчивой тяжелой артериальной гипотонии возникает гипоперфузия дыхательного центра продолговатого мозга, что приводит к апноэ. Апноэ — наиболее распространенное проявление высокой спинномозговой блокады.

На развитие высокой спинномозговой блокады влияет несколько факторов, в том числе общая доза анестетика, положение больного, относительная плотность раствора. Внезапное повышение внутрибрюшного давления при пробе Вальсальвы, кашле или подъеме ног непосредственно после инъекции вызывает смещение верхней границы распространения гипербарического раствора в краниальном направлении. Незамеченное и

непреднамеренное введение анестетика в субарахноидальное пространство при эпидуральной анестезии влечет за собой значительный риск развития высокой спинномозговой блокады, потому что при эпидуральной анестезии используют иглы большого диаметра и высокие дозы анестетиков.

Лечение высокой спинномозговой блокады заключается прежде всего в обеспечении проходимости дыхательных путей и адекватного кровообращения. При дыхательной недостаточности проводят кислородотерапию. При гиповентиляции показана вспомогательная ИВЛ чистым кислородом, при развитии апноэ или утрате сознания — интубация трахеи и принудительная ИВЛ. Можно ожидать появления брадикардии и артериальной гипотонии. *Для стабилизации артериального давления необходима массивная инфузия, опускание головного конца операционного стола и введение вазопрессоров.* Препаратом выбора является эфедрин, поскольку он одновременно стимулирует сердечный выброс и увеличивает артериальное давление. Может применяться фенилэфрин, который, обладая изолированной α -адреномиметической активностью, сужает венозные сосуды, расширенные вследствие тотальной медикаментозной симпатэктомии. Согласно недавним исследованиям, при глубокой артериальной гипотонии и гипо-перфузии (на грани остановки кровообращения) необходимо вводить мощные вазопрессоры, например адреналин. При высокой центральной блокаде брадикардия обусловлена несбалансированной тонической гиперактивностью блуждающего нерва. Выраженную брадикардию лечат холиноблокаторами. В экстренных случаях предпочтение отдают атропину, потому что его действие развивается быстро.

Если при высокой или тотальной спинномозговой блокаде все нарушения устранены, дыхание и гемодинамика находятся под контролем анестезиолога, то можно проводить хирургическое вмешательство. Как правило, апноэ носит преходящий характер, а утрата сознания вызывает амнезию, так что больной не будет страдать от неприятных воспоминаний. Если показана интубация трахеи, то небольшая доза мощного ингаляционного анестетика облегчит адаптацию к интубационной трубке.

Эпидуральная анестезия

Эпидуральная анестезия, разновидность центральной блокады, получила широкое распространение. Усовершенствование оборудования и методик сделало эпидуральную анестезию чрезвычайно популярной в хирургии, акушерстве, лечении хронических болевых синдромов. В отличие от спинномозговой анестезии, результатом которой является полная блокада или полное ее отсутствие ("все или ничего"), при эпидуральной анестезии возможны варианты от аналгезии со слабой двигательной блокадой до глубокой анестезии с полной двигательной блокадой. Необходимая интенсивность анестезии достигается подбором анестетика, его концентрации и дозы. Эпидуральную анестезию применяют при различных хирургических вмешательствах, в первом периоде родов, для лечения послеоперационной боли.

Показания

Основные показания для спинномозговой анестезии распространяются и на эпидуральную. Помимо того, установка катетера в эпидуральное пространство обеспечивает дополнительное преимущество — возможность проведения анестезии при длительных операциях и в послеоперационном периоде.

Отдельные показания

А. Операции на тазобедренном и коленном суставах. По сравнению с общей анестезией эпидуральная анестезия при операциях на тазобедренном и коленном суставах сочетана с меньшим риском тромбоза глубоких вен. Это весьма существенное преимущество, поскольку частота тромбоза глубоких вен при эндопротезировании коленного сустава в отсутствие профилактики составляет 30-50 %, и главной причиной смерти при этих операциях является тромбоэмболия легочной артерии. Кроме того, при вмешательствах на тазобедренном суставе эпидуральная анестезия уменьшает интраоперационную

кровопотерю.

Б. Шунтирование при заболеваниях артерий нижних конечностей. Исследования показали, что по сравнению с общей анестезией эпидуральная анестезия при шунтировании сосудов нижних конечностей сопровождается большим увеличением кровотока дистальнее стеноза, а также меньшей частотой послеоперационной окклюзии сосудистого трансплантата.

В. Роды. Дети, рожденные в условиях трудных родов, но на фоне эпидуральной анестезии, имеют лучшие биохимические показатели, нежели дети, рожденные в подобных же обстоятельствах, но от матерей, которые получали опиоиды парентерально или не получали анестезии вообще. Применение эпидуральной анестезии в трудных родах снижает перинатальный стресс. Феномен объясняется снижением концентрации катехоламинов.

Г. Послеоперационный период. Введение через эпидуральный катетер местных анестетиков (в низких концентрациях), опиоидов, а также комбинаций этих препаратов с другими анальгетиками эффективно устраняет послеоперационные боли. В отличие от общей анестезии практически не страдает функция легких, что особенно важно при ограниченном легочном резерве (например, хроническое обструктивное заболевание легких, выраженное ожирение). Послеоперационная эпидуральная аналгезия позволяет рано активировать больного и улучшает результаты физиотерапии.

Противопоказания

На эпидуральную анестезию распространяются все противопоказания к спинномозговой анестезии (табл. 16-2). Необходимо соблюдать особые меры предосторожности при риске кровотечения в эпидуральное пространство. Через иглу размером 17 G анестетик вводят в эпидуральное пространство, которое содержит сплетения вен, лишенных клапанов. Введение столь крупной иглы влечет за собой риск повреждения небольших кровеносных сосудов. Риск кровоизлияния велик при лечении антиагрегантами или мини-дозами гепарина, а также если введение антикоагулянтов необходимо по ходу хирургического вмешательства. Во время предоперационного лабораторного исследования у этих больных измеряют протромбиновое время и частичное тромбопластиновое время. При необходимости введения антикоагулянтов по ходу операции эпидуральную пункцию выполняют максимально атравматично. Если из пункционной иглы или катетера при аспирации из эпидурального пространства поступает кровь, то процедуру лучше отложить до тех пор, пока анестезиолог не будет уверен, что введение необходимой дозы гепарина не вызовет кровотечения в эпидуральное пространство.

ТАБЛИЦА 16-5. Местные анестетики для эпидуральной анестезии

Препарат	Концентрация	Начало действия	Сенсорная блокада	Моторная блокада
Хлоропрокаин	2%	Быстрое	Аналгезия	От слабой до умеренной
	3%	Быстрое	Полная сенсорная блокада	Выраженная блокада
Лидокаин	> 1 %	Средняя скорость развития эффекта	Аналгезия	Незначительная
	1,5%	Средняя скорость развития эффекта	Полная сенсорная блокада	От слабой до умеренной

	2%	Средняя скорость развития эффекта	Полная сенсорная блокада	Выраженная блокада
Мепивакаин	1 %	Средняя скорость развития эффекта	Аналгезия	Незначительная
	2%	Средняя скорость развития эффекта	Полная сенсорная блокада	Выраженная блокада
Прилокаин	2%	Быстрое	Полная сенсорная блокада	Незначительная
	3%	Быстрое	Полная сенсорная блокада	Выраженная блокада
Бупивакаин	> 0,25 %	Медленное	Аналгезия	Незначительная
	0,375-0,5 %	Медленное	Полная сенсорная блокада	От слабой до умеренной
	0,75 %	Медленное	Полная сенсорная блокада	Выраженная блокада

Анатомия эпидурального пространства

Границы эпидурального пространства схематически представлены на рис. 16-2А. Вентрально пространство ограничено твердой мозговой оболочкой, а дорсально — желтой связкой. В кранио-каудальном направлении пространство распространяется от большого затылочного отверстия до крестцовой щели.

Эпидуральное пространство заполнено рыхлой соединительной тканью, которая окружает эпидуральные вены и корешки спинномозговых нервов. Соединительная ткань обеспечивает сопротивление во время инъекции и противодействие при введении большого объема. У пожилых пациентов сопротивление соединительной ткани при введении раствора может быть неожиданно высоким.

Эпидуральные венозные сплетения сосредоточены главным образом вентрально и латерально, в дорсально-срединных отделах они представлены незначительно. Вверху сплетения сообщаются с синусами твердой мозговой оболочки головного мозга, внизу — с крестцовым сплетением, вентрально — с системами верхней и нижней полой вены и непарной вены. Любое препятствие венозному оттоку в системе полой вены вызовет застой в непарной вене и набухание эпидуральных венозных сплетений. Это случается при ожирении, беременности и при других состояниях, сопровождающихся повышенным внутрибрюшным давлением (например, асцит). *Лучший способ избежать кровотечения или установки иглы (катетера) в вену эпидурального сплетения — это прекратить продвижение иглы сразу после попадания в эпидуральное пространство по срединной линии.* В эпидуральном пространстве нет артерий, но крупные артериальные коллатерали проходят по самой его латеральной границе рядом с муфтами твердой мозговой оболочки (рис. 16-8), и при отклонении иглы от срединной линии их можно повредить. Следует напомнить, что верхние грудные и поясничные сегменты спинного мозга кровоснабжаются из артерии Адамкевича (рис. 16-9), которая также может быть повреждена иглой при отклонении от срединной линии.

В самых латеральных отделах эпидурального пространства находятся муфты твердой мозговой оболочки, окружающие места выхода спинномозговых нервов. Твердая мозговая оболочка муфт истончена, через нее местный анестетик диффундирует в цереброспинальную жидкость, что и обеспечивает эпидуральную анестезию. Таким об-

разом, при эпидуральной методике анестетик не доставляется непосредственно к нервной ткани, необходима его диффузия из места инъекции. При эпидуральной анестезии общая доза вводимого анестетика на сегмент спинного мозга значительно выше, чем при спинномозговой анестезии.

Самые крупные спинномозговые нервы L₅ и S₁ труднее всего поддаются блокаде при эпидуральной анестезии, поэтому при хирургических вмешательствах в зоне их иннервации следует использовать другие методы регионарной анестезии.

Прикладная физиология эпидуральной анестезии

Физиологические реакции при эпидуральной анестезии подобны изменениям при спинномозговой анестезии; некоторые отличия рассмотрены ниже.

Дифференциальная блокада и сегментарная блокада

Так как можно провести эпидуральную анестезию на уровне спинного мозга (а не исключительно ниже него, как спинномозговую), а также использовать различные концентрации местных анестетиков, то существует возможность блокады части сегментов спинного мозга. Например, при эпидуральной аналгезии в акушерстве концентрация анестетика подбирается так, чтобы получить главным образом симпатическую и сенсорную блокаду в отсутствие двигательной (**дифференциальная блокада**). Боль в первом периоде родов воспринимается нервами сегментов T_x-L₁ и эффективно устраняется при сенсорной и симпатической блокаде нижнегрудного и поясничного отдела спинного мозга. Эта блокада позволяет избавить рожениц от боли до тех пор, пока первый период родов не перейдет во второй. Если возникает необходимость в полной сенсорной и двигательной блокаде промежности, то ее можно обеспечить, введя более концентрированный раствор анестетика в эпидуральное пространство на поясничном или крестцовом уровне (табл. 16-5). Например, при использовании бупивакаина для такой мощной анестезии необходимо ввести 0,5 % раствор, в то время как концентрация менее 0,25 % обеспечивает только аналгезию и незначительную моторную блокаду.

Как пример **сегментарной блокады** можно привести пункцию и установку эпидурального катетера в среднегрудном отделе для обеспечения анестезии при операциях на верхнем этаже брюшной полости (например, холецистэктомия). Введение небольших доз анестетика позволяет обеспечить сенсорную блокаду в верхних отделах брюшной полости без выраженной блокады в нижних конечностях. В этом случае местный анестетик поступает в эпидуральное пространство селективно на избранном уровне и не возникает необходимости заполнять пространство снизу вверх, как было бы необходимо при пункции на поясничном уровне.

Предоперационная подготовка

А. Информированное согласие. Процедура согласия на эпидуральную анестезию аналогична таковой для спинномозговой, включая информацию о возможной головной боли. Обязательно следует отметить, что риск непреднамеренного прокола твердой мозговой оболочки в опытных руках относительно низок (< 1 %), но даже если это случится и приведет к головной боли, эпидуральное пломбирование кровью эффективно устранит нежелательное осложнение. Больного необходимо проинформировать, что не исключена катетеризация эпидурального пространства для послеоперационной аналгезии. Если планируется эпидуральное введение опиоидов, важно предупредить о возможных осложнениях — депрессии дыхания, кожном зуде, задержке мочи, а также о характере послеоперационного наблюдения и инструментального мониторинга.

Б. Анамнез и физикальное обследование. Предоперационное обследование соответствует принципам, описанным для спинномозговой анестезии. При эпидуральной анестезии некоторые сопутствующие заболевания требуют проведения особо тщательного физикального и лабораторного обследования. Например, у рожениц с преэклампсией высока вероятность коагулопатии (что распознается по удлинению протромбинового или частичного тромбопластинового времени) и тром-боцитопении, поэтому они представляют группу повышенного риска сосудистых осложнений, обусловленных

введением эпидуральной иглы и установкой катетера; следовательно, презкламп-сия — показание для исследования тромбоцитов и коагулограммы.

При таких пороках сердца, как аортальный стеноз или идиопатический гипертрофический субаортальный стеноз, больные не переносят резкого снижения общего периферического сосудистого сопротивления. В таких случаях либо отказываются от эпидуральной анестезии, либо вводят анестетик очень медленно.

Характер планируемой операции также влияет на выбор методики эпидуральной анестезии. Эпидуральная анестезия показана при операциях на нижних конечностях, промежности, органах малого таза, тазобедренных суставах, органах нижнего (а иногда и верхнего) этажа брюшной полости: эти анатомические области соответствуют тем уровням спинного мозга, которые могут быть адекватно заблокированы при эпидуральном введении анестетика. *Вместе с тем эпидуральная анестезия не всегда обеспечивает полноценную блокаду наиболее крупных нервных корешков, поэтому ее использование не рекомендуется при вмешательствах в области дер-матомов L_5 и S_1 (голень и стопа).* При кратковременных вмешательствах на голени и стопе в случае наличия противопоказаний к общей анестезии следует предпочесть спинномозговую анестезию.

В. Лабораторное исследование. Аналогично лабораторному исследованию перед спинномозговой анестезией.

Г. Премедикация. Премедикация перед эпидуральной анестезией фактически идентична премедикации перед спинномозговой. Одновременно роль премедикации возрастает, потому что используется игла большего диаметра. Кроме того, эпидуральное пространство пунктировать труднее, чем субарахноидальное. Перед пункцией необходимо получить информированное согласие, добиться хорошего взаимопонимания с больным, ввести ан-ксиолитики и, возможно, анальгетики. *Если больной недоступен контакту или возбужден, то высок риск непреднамеренной пункции твердой мозговой оболочки и даже повреждения структур ЦНС.*

Оборудование и безопасность

Безопасность

Эпидуральную анестезию можно выполнять только при условии полного обеспечения оборудованием и лекарственными средствами, необходимыми для лечения возможных осложнений — от легкой артериальной гипотонии до остановки кровообращения. Эпидуральную анестезию можно выполнять поэтапно. Первый этап, проведение которого допускается вне "анестезиологической территории", включает пункцию эпидурального пространства и введение катетера без инъекции тест-дозы и, разумеется, полной дозы. Даже этот этап следует проводить в обстановке, обеспечивающей хотя бы ми-

нимальный уровень безопасности, так как возможны аллергические реакции на местный анестетик, которым инфильтрировали кожу, а также усиление активности блуждающего нерва в ответ на боль. Такие меры предосторожности особенно оправданы в акушерстве, поскольку нарушения кровообращения и дыхания быстро вызывают декомпенсацию как матери, так и плода.

Перед инъекцией необходимо удостовериться, какой препарат вводят в эпидуральное пространство. Эпидуральный катетер следует четко маркировать и не вводить в него неидентифицированных препаратов.

Оборудование

А. Иглы для эпидуральной пункции (рис. 16-14). Стандартные иглы для эпидуральной пункции обычно имеют размер 16-18 G, длину 3 дюйма (около 7,5 см), короткий скос, изогнутый конец небольшой кривизны (15-30°). Тупой срез и кривизна позволяют игле проходить через желтую связку, но препятствуют перфорации твердой мозговой оболочки — игла скорее отодвигает ее. Наиболее распространенный вариант известен как **игла Туохи**, а изогнутый конец получил название **изгиб Губера**. Некоторые клиницисты рекомендуют новичкам для первых попыток использовать иглу с концом

Губера, потому что применение иглы без изогнутого конца увеличивает риск пункции твердой мозговой оболочки.

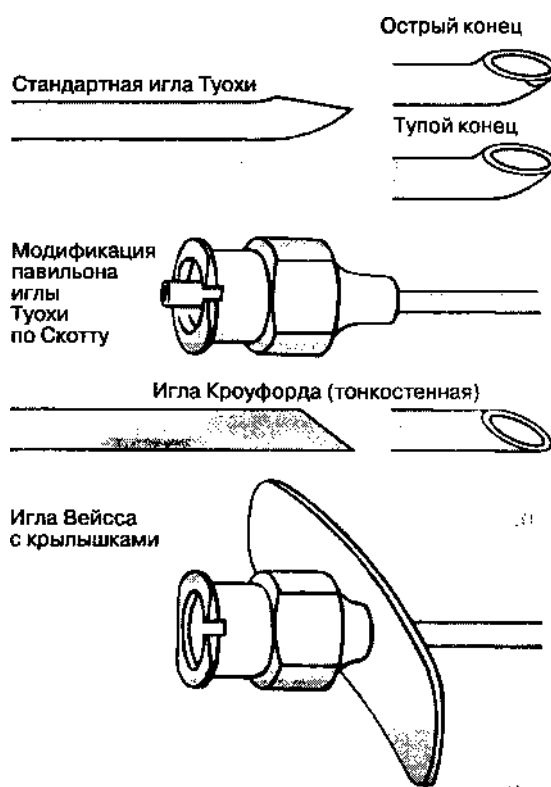


Рис. 16-14. Иглы для эпидуральной пункции (эпидуральные иглы)

Другая распространенная эпидуральная игла — это **игла Кроуфорда**, тонкостенная, с коротким тупым концом, без изгиба Губера. Катетер проходит прямо через иглу, не изгибаясь. Иглу Кроуфорда следует использовать в том случае, если существуют затруднения в проведении катетера в эпидуральное пространство.

Павильоны эпидуральных игл новых одноразовых модификаций имеют втулки, которые облегчают введение катетера. Иглы, которые впервые были изготовлены с этими втулками, получили название **игл Скотта**.

К последним разработкам относятся одноразовые иглы конфигурации Туохи-Губера, снабженные щитком (крылышками) в месте соединения стержня иглы с павильоном. Щиток облегчает анестезиологу восприятие тактильных ощущений, необходимое для контроля положения иглы. Прототип известен как **игла Вейсса**.

Методика эпидуральной анестезии

А. Идентификация эпидурального пространства.

Игла попадает в эпидуральное пространство, как только ее конец проходит через желтую связку, отодвигая твердую мозговую оболочку. Возникающее отрицательное давление подтверждает то мнение, что эпидуральное пространство представляет собой лишь потенциально существующий канал. Точная идентификация момента попадания иглы в эпидуральное пространство снижает риск повреждения твердой мозговой оболочки. Методы идентификации эпидурального пространства делятся на две основные категории: методика "утраты сопротивления" и методика "висячей капли". **1. Методика "утраты сопротивления"** — наиболее распространенный способ идентификации эпидурального пространства. Проведение иглы через кожу в межкостистую связку ощущается как значительное сопротивление. Когда конец иглы входит в толщу межкостистой связки, мандрен извлекают и к игле присоединяют шприц, заполненный воздухом или изотоническим раствором натрия хлорида. Если попытка ввести раствор встретит значительное сопротивление или будет невозможна, то конец иглы действительно находится в толще межкостистой связки и ее можно продвигать вперед.

Контролировать продвижение иглы можно двумя способами. Один состоит в том, что иглу с подсоединенным шприцем медленно непрерывно продвигают вперед левой рукой, а правой постоянно оказывают давление на поршень шприца. При попадании конца иглы в эпидуральное пространство резко снижается сопротивление и поршень внезапно легко продвигается вперед. Второй способ заключается в том, что иглу продвигают поступательными движениями, за один раз подавая ее вперед на несколько миллиметров, после чего останавливаются и осторожно надавливают на поршень шприца, пытаясь определить по ощущениям — находится ли игла еще в толще связок, или же сопротивление уже утрачено и она попала в эпидуральное пространство. Второй способ быстрее и практичнее, но требует некоторого опыта, чтобы вовремя остановиться и избежать перфорации твердой мозговой оболочки.

Используя методику "утраты сопротивления", можно вводить изотонический раствор натрия хлорида или воздух в зависимости от предпочтений анестезиолога. Имеются сообщения о том, что пузырьки воздуха могут быть причиной неполной или мозаичной блокады, но это возможно лишь при введении значительных объемов воздуха. Изотонический раствор натрия хлорида легко спутать с цереброспинальной жидкостью, что создает затруднения при подозрении на непреднамеренную пункцию твердой мозговой оболочки.

2. Методика "висячей капли". Иглу (лучше со щитком) вводят глубоко в межостистую связку, после чего удаляют мандрен. К павильону иглы подвешивают каплю жидкости — чаще всего изотонического раствора натрия хлорида. Пока игла продвигается через плотные связки, капля не смещается. После пункции желтой связки и попадания конца иглы в эпидуральное пространство "висячая капля" исчезает в просвете иглы под воздействием отрицательного давления. Однако, если игла окажется obturated, то капля не будет втягиваться из павильона в просвет иглы, и ее будут продвигать вперед вплоть до того момента, когда истечение цереброспинальной жидкости засвидетельствует перфорацию твердой мозговой оболочки. Следует отметить, что методику "висячей капли" применяют только очень опытные анестезиологи. Также данная методика используется для окоლოსрединного доступа.

Б. Уровень пункции эпидурального пространства. Эпидуральная пункция может выполняться на уровне всех четырех отделов позвоночника: шейном, грудном, поясничном, крестцовом. Эпидуральную анестезию на уровне крестца называют каудальной, она будет рассмотрена отдельно.

1. Эпидуральная анестезия на поясничном уровне выполняется с использованием срединного или окоლოსрединного доступа.

а. Срединный доступ (рис. 16-15). Больного укладывают, обрабатывают область пункции раствором антисептика и укрывают стерильным операционным бельем. Межостистый промежуток L_{IV}-L_V находится на уровне линии, соединяющей гребни подвздошных костей. Легче всего пальпировать промежутки между L_{III}-L_{IV} и L_{IV}-L_V. Кожу инфильтрируют раствором местного анестетика и затем перфорируют иглой размером 18 G. В образовавшееся отверстие вводят иглу для эпидуральной пункции и продвигают ее вперед и параллельно выше расположенному остистому отростку (т. е. в слегка краниальном направлении). При попадании в связочные структуры по срединной линии к павильону иглы присоединяют шприц, и при подаче раствора следует удостовериться в ощущении сопротивления. Очень важно ощутить сопротивление связок именно в этот момент, так как в противном случае может возникнуть ошибочное ощущение утраты сопротивления при случайном попадании иглы в мышечные ткани или жировые отложения, что приведет к инъекции анестетика не в эпидуральное пространство, и блокада не состоится. После ощущения сопротивления связок иглу продвигают вперед до входа в эпидуральное пространство, которое идентифицируют по утрате сопротивления (методику см. выше).

б. Окоლოსрединный доступ (рис. 16-16). К окоლოსрединному (парамедианному)

доступу прибегают в тех случаях, когда предшествующее хирургическое вмешательство или дегенеративные изменения позвоночника серьезно затрудняют использование срединного доступа. Эта методика сложнее для начинающих, потому что игла проходит через мышечные ткани, минуя надостистую и межостистую связки, и ощущение сопротивления возникает только во время пункции желтой связки.

Больного укладывают, обрабатывают область пункции раствором антисептика и укрывают стерильным операционным бельем — все как для срединного доступа. Кожу инфильтрируют раствором местного анестетика на 2-4 см латеральнее нижней точки вышеразположенного остистого отростка. Толстой иглой перфорируют кожу, в образовавшееся отверстие вводят эпидуральную иглу и направляют ее к срединной линии в слегка краниальном направлении. Продвигать иглу следует с таким расчетом, чтобы она пересекла воображаемую срединную линию на глубине 4-6 см от поверхности. После того как игла пройдет через кожу, к ней присоединяют шприц; по мере прохождения через мышечные ткани будет ощущаться некоторое сопротивление подаваемому из шприца раствору. Это незначительное сопротивление следует верифицировать неоднократно, пока внезапное возрастание сопротивления не засвидетельствует попадание в желтую связку.

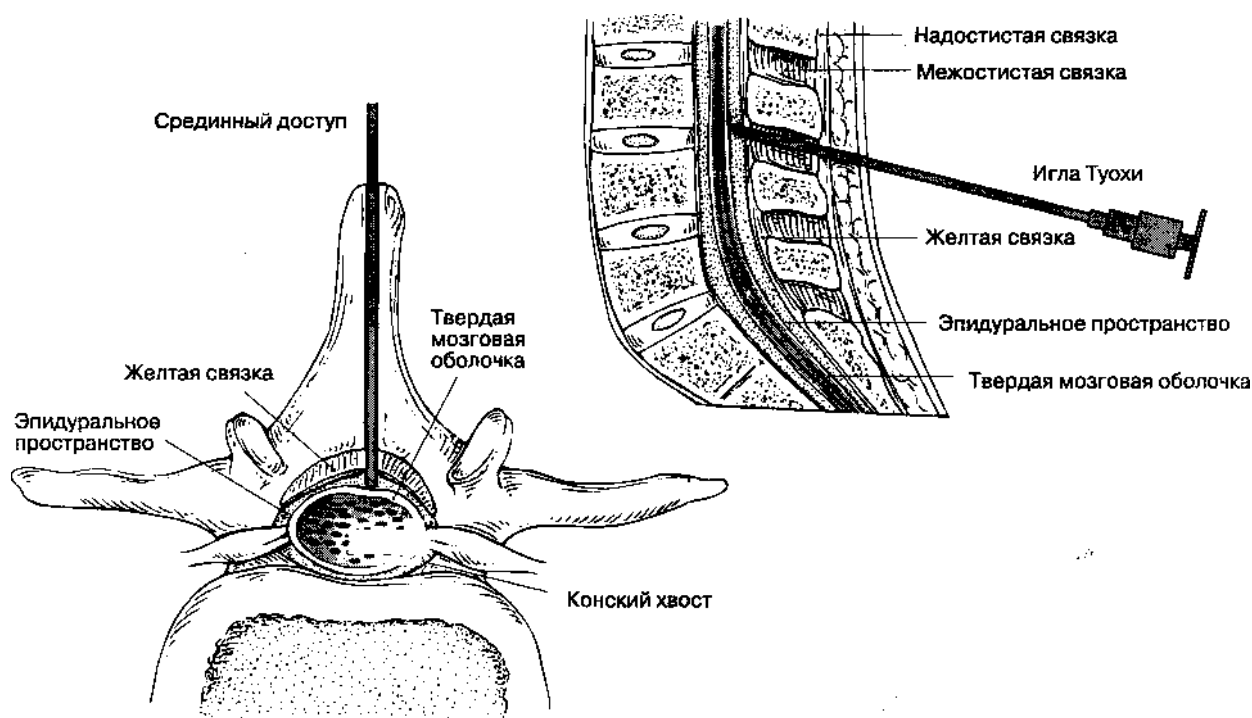


Рис. 16-15. Эпидуральная анестезия на поясничном уровне: срединный доступ

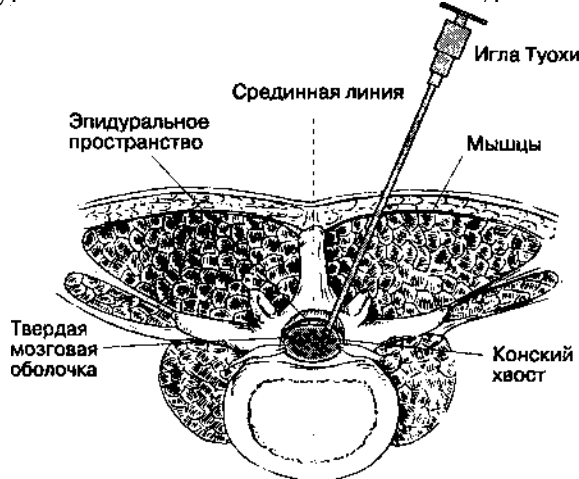


Рис. 16-16. Эпидуральная анестезия на поясничном уровне: парамедианный (околосрединный) доступ

Помимо сопротивления, попадание в желтую связку вызывает характерное ощущение чего-то жесткого, грубого. Неожиданное ощущение потери сопротивления по мере продвижения через желтую связку означает, что игла попала в эпидуральное пространство. Трудности, связанные с проведением стандартного эпидурального катетера через иглу Туохи, могут быть обусловлены сочетанием изогнутого конца иглы с углом околосрединного доступа, что придает слишком косое направление продвижению катетера. Учитывая эти факторы, некоторые анестезиологи предпочитают использовать при околосрединном доступе на поясничном уровне прямую иглу Кроуфорда.

2. Эпидуральная анестезия на грудном уровне технически сложнее, чем на поясничном, а риск повреждения спинного мозга выше. Поэтому очень важно, чтобы до проведения торакальной эпидуральной анестезии анестезиолог в совершенстве овладел срединным и околосрединным доступом для пункции эпидурального пространства на поясничном уровне. Так как остистые отростки грудных позвонков наклонены вниз и частично перекрывают друг друга, эпидуральную анестезию в грудном отделе чаще выполняют с помощью околосрединного доступа, хотя иногда используют и срединный.

а. Срединный доступ (рис. 16-17). Оба доступа для торакальной эпидуральной анестезии обеспечивают блокаду дерматомов, соответствующих сегментам спинного мозга в области введения анестетика. Межостистые промежутки в этом отделе лучше всего идентифицируются в положении больного сидя. *В верхнем грудном отделе остистые отростки позвонков наклонены под более острым углом, поэтому иглу здесь следует направлять более краниально.* Толщина надостистой и межостистой связки значительно меньше, чем в поясничном отделе, так что желтая связка здесь обычно находится на глубине не более чем 3-4 см от поверхности кожи. Внезапная утрата сопротивления свидетельствует о попадании в эпидуральное пространство. При пункции эпидуральной) пространства краниальнее поясничного отдела возможен прямой контакт со спинным мозгом. *Если при попытке пункции эпидурального пространства возникла интенсивная жгучая боль, следует подумать прежде всего о прямом контакте иглы со спинным мозгом и рекомендуется немедленно извлечь иглу.* Повторные контакты с костью без попадания в связки или эпидуральное пространство являются показанием к использованию околосрединного доступа.

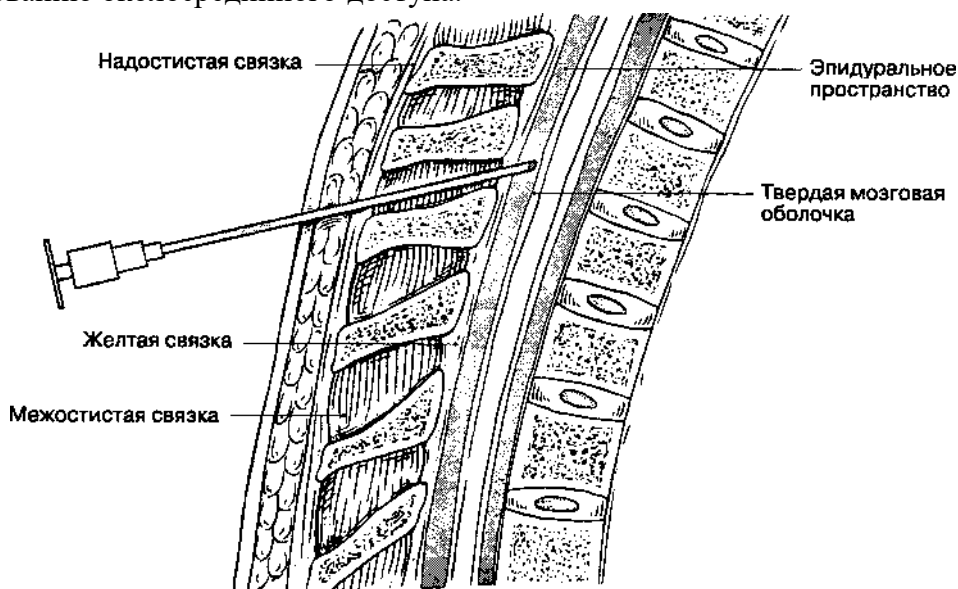


Рис. 16-17. Эпидуральная анестезия на грудном уровне: срединный доступ

б. Околосрединный доступ (рис. 16-18). Идентифицируются межостистые промежутки, кожу инфильтрируют раствором местного анестетика на 2 см латеральнее нижней точки вышерасположенного остистого отростка. Иглу вводят почти перпендикулярно к коже, под небольшим углом к срединной линии (10-15°) до контакта с

пластинкой или ножкой позвонка. После этого иглу оттягивают назад и направляют немного краниальнее в попытке избежать контакта с пластинкой позвонка. Если это получается, то конец иглы должен находиться в контакте с желтой связкой. К игле присоединяют шприц и ее продвигают вперед, используют методику потери сопротивления или висячей капли. В отличие от околосрединного доступа в поясничном отделе, расстояние, которое должна преодолеть игла в грудном отделе до пересечения желтой связки, гораздо короче, эпидуральное пространство достигается быстрее.

3. Эпидуральная анестезия на шейном уровне (рис. 16-19). На уровне шейного отдела позвоночника эпидуральную пункцию выполняют в положении больного сидя с согнутой шеей. Эпидуральную иглу вводят по средней линии, как правило, в межостистом промежутке C_v - C_{vi} или C_{vi} - C_{vii} , и продвигают почти горизонтально в эпидуральное пространство, которое идентифицируют с помощью методики "утраты сопротивления" или, чаще, "висячей капли".

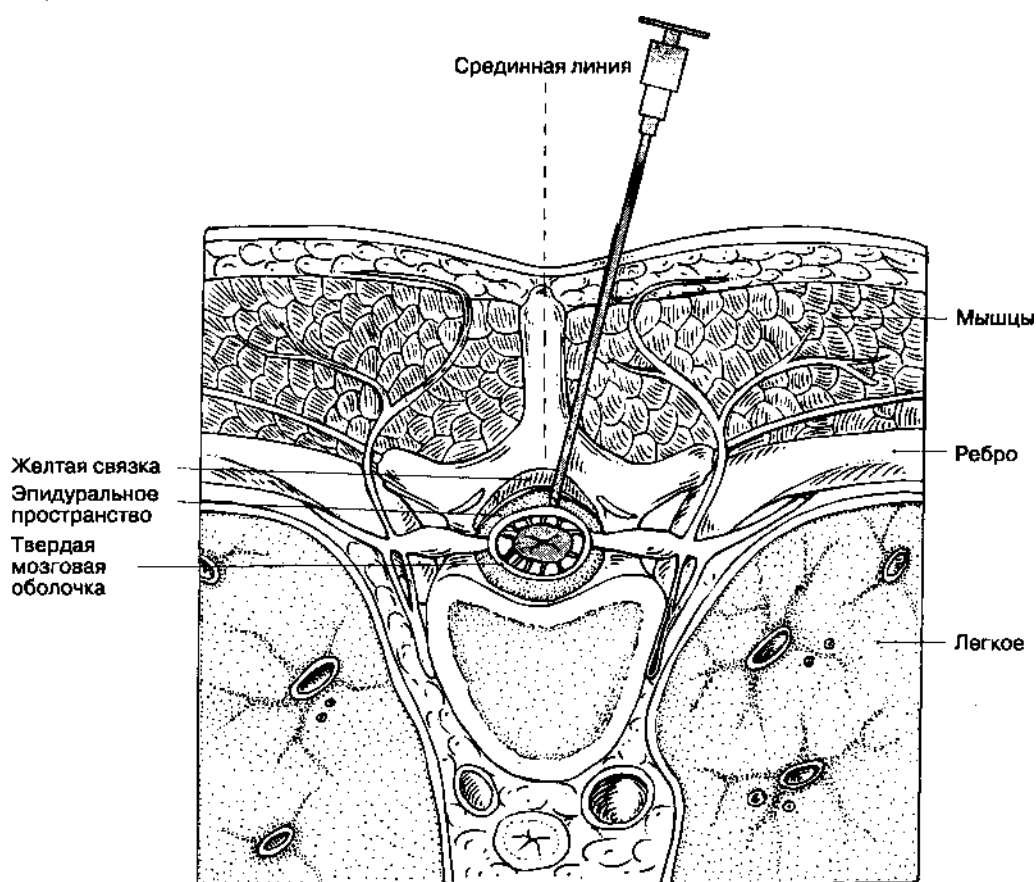


Рис. 16-18. Эпидуральная анестезия на грудном уровне: парамедианный (околосрединный) доступ

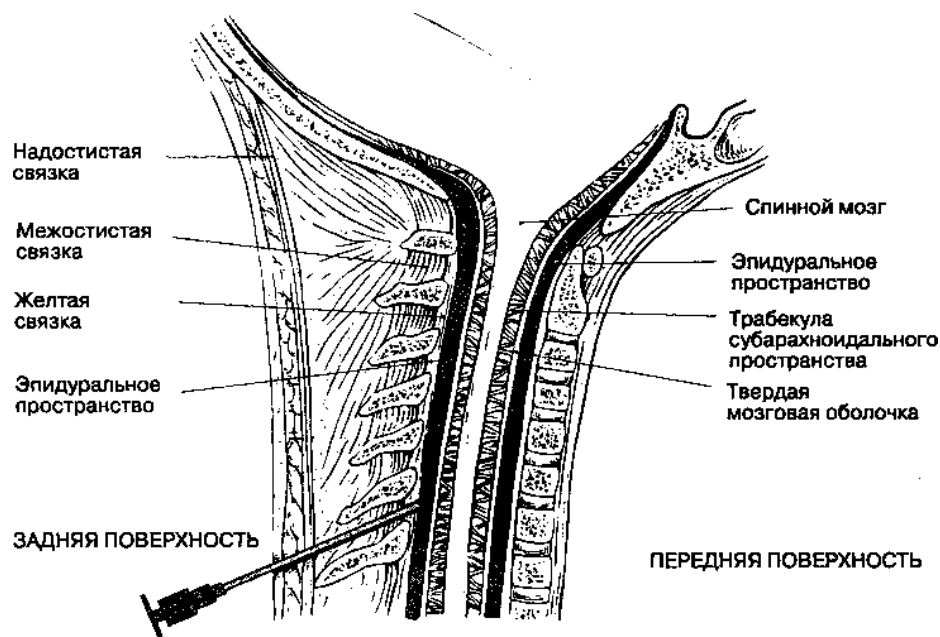


Рис. 16-19. Эпидуральная анестезия на шейном уровне: срединный доступ

Стратегия инъекции местного анестетика в эпидуральное пространство

Введение местного анестетика в эпидуральное пространство неизменно начинается с инъекции **тест-дозы**. С этой целью обычно применяют 3—5 мл местного анестетика (например, лидокаина) в сочетании с адреналином в пропорции 1: 200 000. Тест-дозу можно вводить как через пункционную иглу, так и через катетер. Теоретически предварительная инъекция местного анестетика через иглу несколько растягивает эпидуральное пространство, что облегчает проведение катетера. С другой стороны, не исключено, что предварительное введение анестетика через иглу может завуалировать парестезии во время проведения катетера. Клинический опыт показывает, что тест-дозу можно вводить как через иглу, так и через катетер, обе тактики характеризуются высокой степенью удачной установки катетера и минимальным риском повреждения нервных структур. *Если тест-доза попала в кровеносный сосуд, то спустя 30-60 с частота сердечных сокращений увеличится на 20 %. При инъекции в субарахноидальное пространство в течение 3 мин разовьются симптомы спинномозговой анестезии.*

Введение местного анестетика **дробными дозами** - важная мера безопасности при эпидуральной анестезии. Многие анестезиологи считают, что после тест-дозы следует вводить не более 5 мл анестетика одномоментно, и каждая последующая инъекция должна выполняться после предварительной аспирационной пробы, чтобы не пропустить случайного повреждения твердой мозговой оболочки или сосуда. Уменьшение разовой дозы до 5 мл и соблюдение интервала между инъекциями не менее 3-5 мин значительно уменьшает выраженность осложнений при непреднамеренном введении местного анестетика в субарахноидальное пространство или кровеносный сосуд. Попадание 5 мл анестетика в субарахноидальное пространство может привести к относительно высокой суб-арахноидальной блокаде, но в любом случае это предпочтительней, чем продолжительная тотальная спинномозговая блокада при случайном введении всей расчетной дозы.

Выбор местного анестетика

Выбор анестетика и его концентрации зависит от характера и продолжительности предстоящей операции, а также от желаемой интенсивности сенсорной и моторной блокады (табл. 16-5). Как и при спинномозговой анестезии, добавление опиоидов к местным анестетикам потенцирует эпидуральную анестезию (гл. 18). Применение катетера позволяет использовать анестетики как короткого, так и длительного действия. Если используется методика однократной инъекции, то применяют анестетики средней продолжительности или длительного действия. Например, ортопедические вмешательства

на нижних конечностях требуют полной сенсорной блокады в сочетании с умеренной или выраженной моторной блокадой. Это можно обеспечить с помощью следующих анестетиков: 3 % раствор хлоро-прокаина, для которого характерно быстрое начало действия, полная сенсорная и выраженная моторная блокада; 1,5-2 % раствор лидокаина или мепивакаина — при средней скорости развития эффекта они обеспечивают хорошую сенсорную и моторную блокаду; 0,5-0,75 % раствор бупивакаина начинает действовать медленно, характеризуется глубокой сенсорной блокадой и моторной блокадой различной степени. Более низкие концентрации бупивакаина не подходят для вмешательств, где требуется адекватная моторная блокада.

Факторы, влияющие на эпидуральную анестезию Дозировка

Точная доза местного анестетика при эпидуральной анестезии зависит от многих факторов, но в упрощенном виде она составляет 1-2 мл раствора анестетика на каждый сегмент спинного мозга, который необходимо блокировать. Это означает, например, что при пункции на поясничном уровне необходим большой объем анестетика, чтобы обеспечить сенсорную и моторную блокаду при вмешательстве на органах брюшной полости. И наоборот, для сегментарной блокады достаточно меньшей дозы — примеры включают анестезию на поясничном уровне для обезболивания в родах, анестезию на среднегрудном уровне для обезболивания после операций на органах верхнего этажа брюшной полости или после торакальных вмешательств.

Доза анестетика колеблется в рекомендуемых пределах, потому что действие препарата внутри эпидурального пространства носит не вполне предсказуемый характер. Кроме того, объем и конфигурация эпидурального пространства весьма вариабельны и изменяются с возрастом. Предполагается, что при эпидуральной анестезии у местного анестетика есть две анатомические точки приложения: 1) расположенные эпидурально нервные корешки и спинномозговые узлы, куда препарат поступает после диффузии через межпозвоночные отверстия; 2) субарахноидальное пространство, куда препарат поступает либо путем диффузии через твердую мозговую оболочку, либо через дуральные муфты в межпозвоночных отверстиях, либо через эпидуральный лимфатический ствол.

Доза местного анестетика определяется объемом и концентрацией введенного раствора. Если при одной и той же дозе варьировать объем и концентрацию раствора, то физиологическая реакция на введение анестетика может изменяться. При большом объеме и низкой концентрации местный анестетик вызовет сенсорную блокаду на высоком уровне и слабо выраженную моторную блокаду, в то время как малые объемы концентрированного анестетика, наоборот, приведут к мощной сенсорной и моторной блокаде на низком уровне. При низких концентрациях моторная блокада практически не достигается, поэтому слабоконцентрированные растворы предназначены для сенсорной блокады.

Катетеризация эпидурального пространства позволяет вводить расчетную дозу дробно, в несколько приемов.

Эффективность эпидуральной анестезии выявляют отдельно по каждой модальности. Симпатическую блокаду оценивают по кожной температуре, сенсорную — с помощью укола иглой, двигательную — по **шкале Бромэджа**. Шкала Бромэджа определяет возможность полного сгибания в коленном и голеностопном суставах как "отсутствие блокады", возможность полного сгибания в коленном суставе и неспособность поднять выпрямленную ногу как "частичную блокаду", неспособность согнуть ногу в колене при сохраненном сгибании стопы как "почти полную блокаду", и отсутствие движений в нижней конечности как "полную блокаду".

Повторные дозы препарата следует вводить до того момента, когда интенсивность блокады уменьшится и больной начнет испытывать боль. Для определения этого момента лучше всего подходит оценка уровня сенсорной блокады. При эпидуральной анестезии характерной особенностью каждого анестетика является "время двухсегментарной регрессии", т. е. промежуток времени, необходимый для снижения максимального уровня

сенсорной блокады на два сегмента (дерматома, табл. 16-6). По истечении времени двухсегментарной регрессии следует ввести одну треть или половину от первоначальной дозы анестетика. Некоторые анестезиологи предпочитают вводить повторные дозы через определенный временной интервал, не дожидаясь клинических изменений и руководствуясь собственным опытом работы с препаратом, но такой подход вследствие вариабельности реакции может привести к слишком высокому или, наоборот, слишком низкому уровню блокады.

ТАБЛИЦА 16-6. Время двухсегментарной регрессии

Препарат	Время двухсегментарной регрессии, мин
Хлоропрокаин	50-70
Прилокаин	90-130
Лидокаин	90-150
Мепивакаин	120-160
Бупивакаин	200-260

Возраст

Дозу, необходимую для достижения адекватного уровня анестезии, снижают у пожилых пациентов в связи с уменьшением у них объема или растяжимости эпидурального пространства. Одна и та же доза или объем препарата у пожилого пациента вызовет более высокую блокаду, нежели у молодого. Титрование дозы в зависимости от клинического эффекта — лучший способ адекватного обеспечения эпидуральной анестезии у лиц пожилого возраста.

Масса тела и рост

При эпидуральной анестезии у взрослых не существует четкой корреляции между массой тела и распространением анестетика в краниальном направлении. Возможное исключение из этого правила — лица с выраженным ожирением, у которых снижение объема эпидурального пространства требует уменьшения дозы.

Рост больного, напротив, оказывает некоторое влияние на краниальное распространение анестетика в эпидуральном пространстве. При росте ниже 150 см следует вводить анестетик из расчета 1 мл на сегмент, в то время как у более высоких больных дозу увеличивают до 2 мл на сегмент. Существуют достаточно сложные расчеты дозы для больных выше 150 см, но на практике сначала вводят среднерасчетную начальную дозу, а последующие дозы титруют по клиническому эффекту.

Положение больного

Раньше считали, что положение больного во время введения анестетика может иметь значение для распространения препарата в эпидуральном пространстве вследствие воздействия силы тяжести или в результате изменения размеров самого пространства. Последующие исследования показали, что различия в клиническом эффекте обусловлены, скорее всего, индивидуальными особенностями конфигурации эпидурального пространства, а не положением больного.

При хирургических вмешательствах в зоне иннервации крупных нервов L₅-S₁ и S₂ следует учитывать, что если вводить анестетик в положении пациента сидя (это можно сделать однократно через иглу), то большое количество препарата непосредственно воздействует на корешки, что увеличивает вероятность успешной блокады.

Вазоконстрикторы

Эффекты от введения вазоконстрикторов в эпидуральное пространство не очень хорошо изучены. При добавлении адреналина к бупивакаину время двухсегментарной регрессии не увеличивалось, тогда как при добавлении адреналина к лидокаину или мепивакаину многие анестезиологи отмечают явное увеличение продолжительности действия. При эпидуральной анестезии применяют высокие дозы местных анестетиков. Добавление вазоконстрикторов в раствор местного анестетика уменьшает абсорбцию анестетика в системный кровоток и сочетанные осложнения, а также ограничивает

слишком краниальное распространение анестетика. Кроме того, вазоконстрикторы улучшают качество блокады.

pH растворов местных анестетиков

Коммерчески доступные растворы местных анестетиков имеют pH от 3,5 до 5,5, что обусловлено требованием химической стабильности и асептики. Будучи слабыми основаниями, при таком pH они существуют главным образом в ионизированной форме. В то время как концентрация ионизированной фракции определяет распространение анестетика в эпидуральном пространстве, от концентрации неионизированной фракции зависят поступление анестетика через мембрану нервных клеток и, следовательно, быстрота наступления эффекта. Эти закономерности привели к созданию различных модификаций растворов местных анестетиков, включая карбонирование и добавление бикарбоната натрия с целью повышения pH раствора до физиологического непосредственно перед инъекцией. *Возникающее увеличение концентрации неионизированной фракции приводит к ускорению наступления эффекта и, возможно, к углублению блокады.* Такой подход используют для анестетиков, растворы которых не теряют своих свойств при увеличении pH до физиологического, к их числу относятся лидокаин, мепивакаин и хло-ропрокаин. Раствор бупивакаина, напротив, пре-ципитирует при pH выше 6,8.

Неэффективная эпидуральная анестезия

Успешность эпидуральной анестезии зависит от многих факторов. Слабая сенсорная блокада на низком уровне может быть обусловлена недостаточной начальной дозой или объемом анестетика, или же слишком ранним началом операции, когда между инъекцией и хирургическим разрезом прошло мало времени и анестетик не успел распространиться.

Иногда причиной неэффективной анестезии может быть **мозаичная блокада**. Анатомия эпидурального пространства вариабельна, некоторые исследователи даже обнаружили в нем перегородку, расположенную по срединной линии. Дальнейшие исследования подтвердили такую возможность, но ткань перегородки оказалась проницаемой и не представляющей барьера для диффузии. Введение катетера более чем на 4 см за пределы иглы может привести к отклонению его от средней линии или к миграции в область муфты твердой мозговой оболочки, что чревато неадекватным или односторонним распределением анестетика в эпидуральном пространстве. Если такое случилось, то больного следует повернуть на бок, соответствующий стороне неадекватной анестезии, и повторить инъекцию: этот маневр иногда позволяет разрешить проблему. Неэффективность эпидуральной анестезии может проявляться как слабая двигательная блокада, в этом случае следует увеличить концентрацию анестетика или поменять его на другой препарат.

Одной из причин неэффективной эпидуральной анестезии является **недостаточная блокада крестцовых сегментов**, особенно при вмешательствах на дистальных отделах нижних конечностей. Вероятные причины рассмотрены выше и обусловлены большим диаметром нервных корешков. Введение первой дозы анестетика в положении больного сидя позволяет свести к минимуму эту проблему. Если недостаточная блокада крестцовых сегментов оказалась выявленной уже после обработки операционного поля, то подъем головного конца операционного стола и повторная инъекция анестетика иногда позволяют углубить блокаду.

Висцеральные боли во время операций на брюшной полости связаны с раздражением брюшины. Даже если для операций на нижнем этаже брюшной полости достаточно блокады нижнегрудных сегментов, то при высокой вероятности тракции и стимуляции внутрибрюшных структур (например, паховой связки, семенного канатика) следует дополнительно блокировать верхнегрудные сегменты.

Трудная или неэффективная эпидуральная анестезия может быть обусловлена некоторыми техническими факторами. При **непреднамеренной пункции твердой**

мозговой оболочки нужно извлечь иглу и выполнить пункцию на другом уровне. Иногда в подобном случае, используя подходящий раствор местного анестетика, можно провести спинномозговую анестезию. Возможна перфорация твердой мозговой оболочки катетером при правильном положении иглы. Это верифицируется истечением спинномозговой жидкости: анестезиолог может использовать катетер для длительной спинномозговой анестезии или удалить катетер и выполнить эпидуральную пункцию вновь.

Редко встречающееся, но очень коварное явление — **катетеризация субдурального пространства**. Вероятно, это происходит при частичной пункции твердой мозговой оболочки, когда цереброспинальная жидкость не попадает в просвет иглы, но вводимый катетер проходит в субдуральное пространство. Цереброспинальная жидкость не может быть аспирирована. *Последствия случайного введения анестетика в субдуральное пространство чрезвычайно варьируются.* Имеются сообщения об очень высокой односторонней блокаде с выпадением какой-либо модальности, несмотря на полную анестезию с противоположной стороны. Например, описаны полная сенсорная блокада в отсутствие двигательной и полная моторная блокада при незначительной сенсорной. Начало действия медленное и эффект не соответствует количеству вводимого анестетика. В отсутствие миелографии диагноз можно поставить только методом исключения.

Другой технической ошибкой, приводящей к неэффективной эпидуральной анестезии, является **ка-нюляция эпидуральной вены** иглой или катетером. Если произошла пункция вены иглой, то ее удаляют и пункцию повторяют. Если из катетера аспирируется кровь, то его следует подтянуть, промыть изотоническим раствором натрия хлорида и провести повторную аспирацию. Обычно катетер не проходит далеко в просвет вены. Введение тест-дозы анестетика с адреналином позволяет быстро распознать внутривенное расположение катетера по характерной реакции симпатической нервной системы.

Еще одна причина неэффективной эпидуральной блокады — **ложное ощущение утраты сопротивления**. У некоторых молодых людей связки позвоночника мягкие и сопротивление инъекции не столь отчетливо, как обычно. Анестезиолог может ошибочно полагать, что игла вошла в эпидуральное пространство, в то время как она находится в межкостистой связке. У больного может быть кистозная дегенерация ткани связок и попадание иглы в эту область может ощущаться как утрата сопротивления. Подобным же образом ложное ощущение утраты сопротивления может возникать при попадании иглы в мышечный массив при отклонении от срединной линии.

Осложнения

Многие осложнения, наблюдаемые при спинномозговой анестезии, возникают и при эпидуральной. Ниже представлены некоторые специфические осложнения эпидуральной анестезии.

Головная боль

Так как при эпидуральной пункции применяются иглы достаточно большого диаметра, то риск появления головной боли при непреднамеренной пункции твердой мозговой оболочки чрезвычайно высок и варьируется от 40 до 80 %. Некоторые исследователи указывают, что установка эпидуральной катетера на другом уровне после случайной пункции твердой мозговой оболочки снижает риск возникновения головной боли на 50 %. Иногда для лечения требуется эпидуральное пломбирование кровью.

Осложнения, сочетанные с гепаринотерапией

Если игла или катетер случайно введены в эпидуральную вену и при аспирации получена кровь, то на какое-то время следует отказаться от гепарино-терапии. При исследовании большой группы больных, которым устанавливали эпидуральный катетер и в последующем проводили гепаринотерапию, было установлено, что в отсутствие крови в аспирационной пробе риск развития неврологических осложнений, сочетанных с кровотечением, чрезвычайно низок. Риск возникновения осложнений уменьшается при

тщательном наблюдении и мониторинге в послеоперационном периоде. *Внезапная утрата чувствительности или двигательной активности, восстановившейся после анестезии, а также потеря тонуса сфинктеров могут быть обусловлены эпидуральной гематомой.* Если в послеоперационном периоде на фоне гепа-ринотерапии применяют пролонгированную эпидуральную аналгезию, то следует периодически прекращать введение анестетика и оценивать неврологический статус.

Если больному с эпидуральным катетером необходимо проводить интраоперационную и послеоперационную гепаринотерапию, то необходимо решить, как удалить катетер без риска развития эпидурального кровотечения. Возможным решением является следующая последовательность мероприятий (ее необходимо обсудить с хирургами): кратковременная отмена гепарина, удаление катетера, подтверждение отсутствия кровоизлияния в ЦНС, возобновление гепаринотерапии.

Инфекция

Катетеризация эпидурального пространства требует тщательного соблюдения методики. Место пункции необходимо осматривать, регулярно менять повязки; вводить растворы и манипулировать с катетером следует в асептических условиях. *Симптомы менингита — ригидность затылочных мышц, лихорадка, озноб — требуют немедленной верификации диагноза и соответствующего лечения во избежание тяжелых осложнений, Эпидуральный абсцесс — это опасное для жизни осложнение, требующее немедленного хирургического вмешательства, может проявляться снижением сенсорной или двигательной активности ниже уровня абсцесса.*

Каудальная анестезия

Каудальное пространство — это крестцовый отдел эпидурального пространства. Доступ к нему осуществляется через **крестцовую щель** — срединно расположенный костный дефект в самой нижней части крестца. Крестцовая щель прикрыта не костью, а плотной **крестцово-копчиковой связкой**, соответствующей надостистой и межостистой связкам в поясничном, грудном и шейном отделах позвоночника. Крестцово-копчиковая связка плотно прилегает к желтой связке, так что различия в плотности между двумя этими связками при проведении иглы не определяются, в отличие от других отделов позвоночника.

Показания

Каудальная анестезия показана при хирургических вмешательствах и акушерских процедурах на промежности и крестцовой области, например в аноректальной зоне. Каудальная анестезия особенно хорошо подходит для операций вблизи заднепроходного отверстия, потому что их часто выполняют в положении больного на животе, и мощную сенсорную блокаду крестцовых дермато-мов можно обеспечить без избыточного краниального распространения анестетика. Раньше кау-дальную анестезию применяли в акушерстве для аналгезии промежности как часть "двухкатетерной методики": для сегментарной аналгезии в первом периоде родов устанавливали эпидуральный катетер в поясничном отделе, для сегментарной аналгезии промежности во втором периоде родов — катетер в каудальном пространстве. В настоящее время эта методика почти полностью уступила место изолированной катетеризации эпидурального пространства на поясничном уровне, которая технически проще и легче переносится роженицей.

Каудальная анестезия находит широкое применение в педиатрии, главным образом для обезболивания в послеоперационном периоде после вмешательств на нижних конечностях, промежности, мужских наружных половых органах, органах нижнего отдела брюшной полости. У детей кау-дальную анестезию проводить проще, потому что крестцовая щель легко пальпируется, а крестцово-копчиковая связка не подверглась кальцинозу и дегенеративным изменениям.

Противопоказания

Противопоказания к каудальной анестезии такие же, как и к другим видам центральной блокады. *Близость перианальной области требует исключить инфекцию*

кожи и подкожной клетчатки: даже подозрение на инфекцию является абсолютным противопоказанием к каудальной анестезии. Пролежни в области крестца также являются противопоказанием из-за риска распространения инфекции на центральную нервную систему. Выраженное ожирение затрудняет идентификацию крестцовой щели и крестцово-копчиковой связки, являясь поэтому относительным противопоказанием.

Анатомия каудальной анестезии

Крестец состоит из пяти сросшихся крестцовых позвонков. Краниально крестец соединяется с пятым поясничным позвонком, каудально -- с копчиком. На передней поверхности крестца по обеим сторонам от средней линии располагаются **передние крестцовые отверстия**, через которые выходят крестцовые нервы. На задней поверхности крестца открываются **задние крестцовые отверстия**, они меньше передних и полностью закрыты мышцами (рис. 16-20). Рудименты остистых отростков с первого по четвертый сегмент представлены бугорками, а вместо остистого отростка пятого сегмента находится вдавление — **крестцовая щель**.

Существует много вариантов анатомического строения крестца. *Важная деталь для анестезиолога: у 5-10 % людей крестцовая щель отсутствует, и у них проведение каудальной анестезии невозможно.* Крестцовая щель закрыта **крестцово-копчиковой связкой**, которую при выполнении каудальной анестезии перфорируют иглой (рис. 16-21).

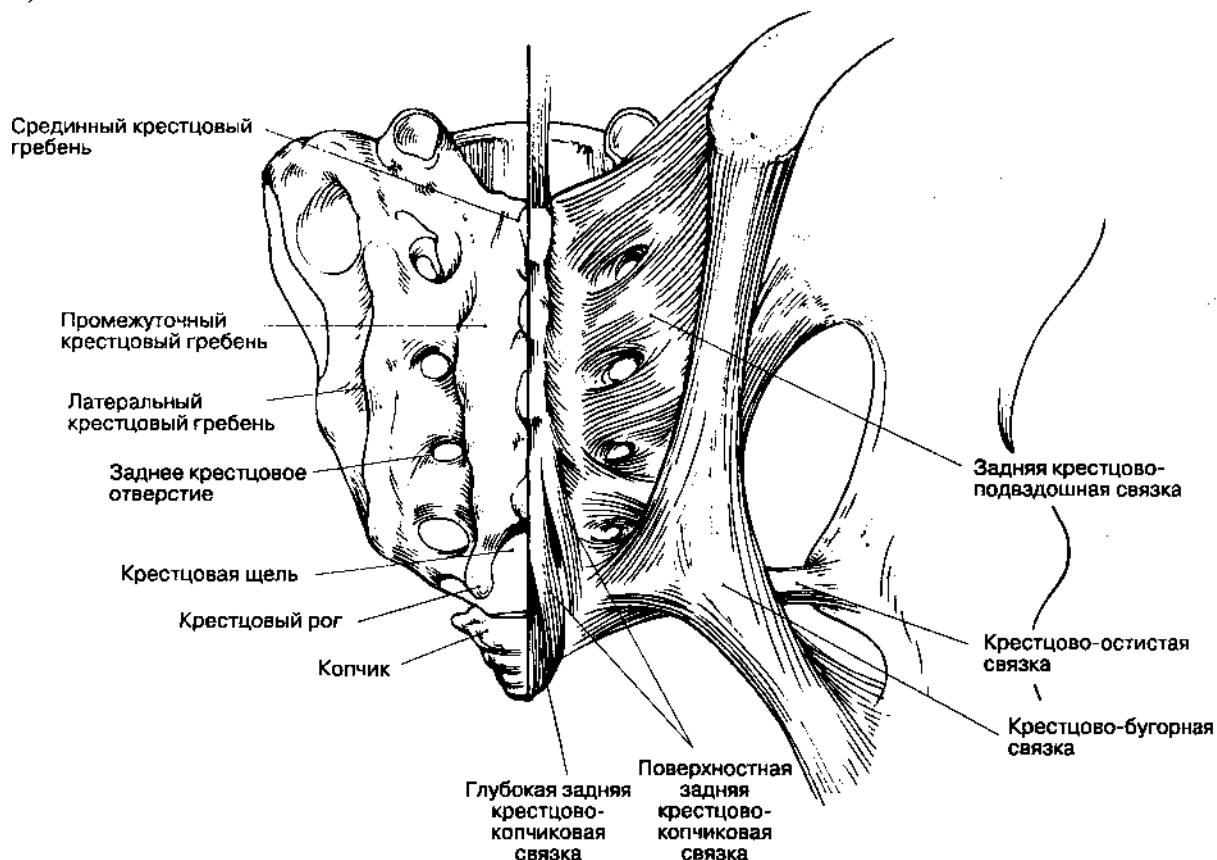


Рис. 16-20. Дорсальная поверхность крестца

Вентральнее крестцово-копчиковой связки находится **крестцовый канал**. Расположенный внутри крестца канал содержит дуральный мешок (который у взрослых обычно заканчивается на уровне второго крестцового сегмента, редко продолжаясь ниже), а также передние и задние крестцовые нервы и спинномозговые узлы, заключенные в дуральные муфты. Подобно эпидуральному пространству поясничного отдела, крестцовый канал заполнен венозным сплетением и рыхлой соединительной тканью. Вентрально от канала находится мощный костный массив крестца. При случайном попадании пункционной иглы в костный мозг инъекция анестетика может вызвать токсическую реакцию, потому что в этом случае препарат быстро поступает в кровоток.

Физиология каудальной анестезии

Физиологический эффект каудальной блокады практически идентичен действию эпидуральной анестезии на поясничном уровне. Выраженность блокады находится в зависимости от достигнутого уровня анестезии, который в свою очередь определяется объемом анестетика. Теоретически, введя при каудальном доступе очень большой объем анестетика, можно добиться блокады сред-негрудных и даже верхнегрудных сегментов. В подобном случае физиологический эффект неотличим от эпидуральной анестезии на поясничном уровне. Чрезвычайная вариабельность анатомии крестца — особенно конфигурации крестцового канала — практически исключает возможность высокой эпидуральной анестезии из крестцового доступа.

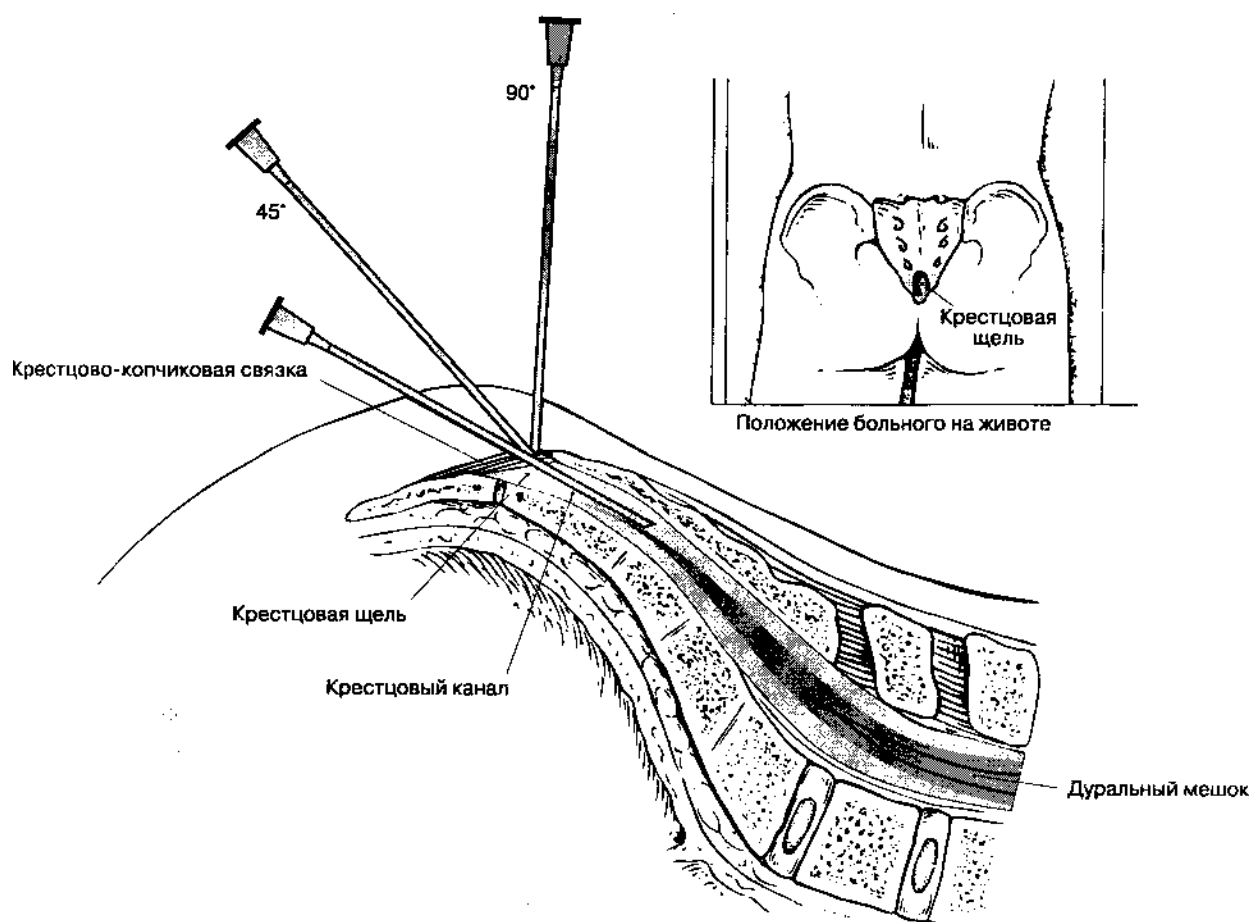


Рис. 16-21. Каудальная блокада

Методика каудальной анестезии Безопасность

Информированное согласие, предоперационное обследование (анамнез, физикальное и лабораторное исследование), премедикацию проводят так же, как и при эпидуральной анестезии, на поясничном уровне.

Оборудование

В отличие от эпидуральной анестезии на поясничном уровне, требования к оборудованию менее строги. У взрослых применяют иглы длиной 1,5-2 дюйма (3,8-5 см) размером 22 G; для длительной анестезии используют внутривенный катетер размером 20-22 G, который вводят по методике "катетер на игле". Применение эпидуральной иглы Туохи в принципе возможно, но ее большой размер затрудняет попадание в крестцовый канал. Если же пункция иглой Туохи удалась, то через нее можно ввести стандартный эпидуральный катетер.

Пункция

Больного укладывают на живот, и операционный стол изгибают таким образом, чтобы голова и ноги были расположены ниже тазобедренных суставов. Альтернативой

является "поза эмбриона", единственно возможная для беременных. Крестцовую область обрабатывают антисептиком, и в стерильных условиях пальцами недоминантной руки врач пытается прощупать крестцовую щель (рис, 16-21). Сразу после того как удастся пропальпировать крестцовую щель, инфильтрируют кожу раствором местного анестетика. Пункцию осуществляют 2-дюймовой иглой размера 20-22 G, которую вводят перпендикулярно к коже до соприкосновения со связкой (это ощущается как увеличение сопротивления). В этой точке иглу разворачивают из угла 90° до угла 45° к поверхности кожи и продвигают через связку. Когда возникает ощущение утраты сопротивления, иглу опускают параллельно коже и продвигают еще на 1-2 см, что гарантирует попадание в крестцовое эпидуральное пространство без риска повреждения дурального мешка. Раствор анестетика вводят из расчета 1-2 мл на каждый сегмент. Для заполнения крестцового канала требуется не менее 12-15 мл раствора, принимая в расчет широкие передние крестцовые отверстия, через которые изливается анестетик. Часто применяют дозы выше рекомендованных, потому что при анестезии на этом уровне редко возникают ге-модинамические расстройства.

У детей методику немного модифицируют. После обработки кожи крестцовую щель обычно легко пальпируют как ямку С-образной формы. Пальцы недоминантной руки располагают выше крестцовой щели, несколько оттягивая ее в краниальном направлении, иглу вводят перпендикулярно коже до соприкосновения со связкой, затем угол наклона сокращают до 45°, проходят связку и, опустив иглу почти параллельно коже, вводят ее в крестцовый капал на глубину 1-2 см. *Важно избегать глубокого введения иглы и соблюдать угол наклона, так как в противном случае возможно повреждение дурального мешка или передней стенки крестцового канала.* Крестец у детей оссифицирован не полностью, и случайная инъекция в его вещество приведет к появлению анестетика в крови в высокой концентрации.

Список литературы

1. Заболотских И.Б., Проценко Д.Н.(ред).«Интенсивная терапия.Национальное руководство.Том 2» 2020г
2. Анестезия - Роналда Миллера – 2015
3. Анестезия при операции кесарево сечения (клинические рекомендации)
4. Интенсивная терапия при системной токсичности местными анестетиками (клинические рекомендации)