

Основные положения

1 Наиболее тяжелым осложнением блокады периферических нервов, развивающимся в момент инъекции, является системная токсическая реакция вследствие непреднамеренного внутрисосудистого введения местного анестетика. Отсроченная токсическая реакция может развиваться, если анестетик из места блокады поступает в кровь слишком быстро или в чрезмерном количестве.

2 Адекватной глубины анестезии удастся достичь только при введении местного анестетика в непосредственной близости от нерва или нервов, которые требуется блокировать.

3 При перинеуральной инъекции парестезии могут кратковременно усилиться, в то время как при интраневральной возникает сильная жгучая боль, что требует немедленного прекращения инъекции анестетика и изменения положения иглы.

4 Для анестезии при операциях на верхней конечности и плечевом суставе используют блокаду плечевого сплетения (C_5-T_1) или его терминальных ветвей на нескольких уровнях.

5 При операциях в области плечевого сустава, на плече и предплечье целесообразно использовать межлестничный доступ к плечевому сплетению. Интенсивность блокады при этом доступе максимальна в дерматомах C_5-C_7 и минимальна — в C_8-T_1 .

6 При операциях на предплечье и кисти целесообразно использовать подмышечный доступ к плечевому сплетению, который обеспечивает мощную блокаду в зоне иннервации C_7-T_1 (локтевой нерв).

7 Подключичный доступ обеспечивает мощную равномерную блокаду плечевого сплетения и позволяет проводить операции на кисти, предплечье, локтевом суставе и плече. Из этого доступа удобно устанавливать катетер для послеоперационного обезболивания.

8 Внутривенная регионарная анестезия, называемая также блокадой по Биру, обеспечивает глубокую анестезию при коротких (до 45–60 мин) операциях на предплечье, кисти и даже на ноге.

9 Блокаду бедренного нерва широко используют при различных операциях на бедре и колене, например, при пересадке кожи, артроскопии коленного сустава, вмешательствах на надколеннике, а также в качестве дополнения при операциях ниже колена, когда требуется анестезия в зоне иннервации п. saphenous (медиальная поверхность стопы и голени).

10 В последнее время резко возросла популярность блокады нервов позади подвздошной фасции. Она не требует стимуляции нервов и поэтому выполняется очень быстро. Кроме того, проведение блокады не вызывает значимой боли и часто может проводиться без седации. Блокада применяется при операциях на бедре, тазобедренном и коленном суставах.

11 Блокаду седалищного нерва применяют при многих операциях на тазобедренном и коленном суставах, а также на дистальном отделе конечности. Блокаду можно проводить на различном уровне по ходу нерва.

12 Блокаду нервов в подколенной ямке проводят при операциях на стопе и голеностопном суставе. В сочетании с блокадой подкожного нерва ноги блокада нервов в подколенной ямке обеспечивает полную анестезию конечности ниже колена.

13 Паравертебральную блокаду часто применяют для аналгезии после мастэктомии, вмешательств по поводу паховой грыжи, а также некоторых операций, требующих торако- или лапаротомии.

В настоящее время, благодаря усовершенствованию игл, катетеров и другого оборудования, а также появлению более безопасных местных анестетиков, регионарная блокада позволяет обеспечить не только интраоперационную анестезию, но и послеоперационную аналгезию.

Чтобы регионарная анестезия состоялась, необходимо обеспечить правильное положение кончика иглы в перинеурии перед инъекцией местного анестетика. Раньше положение кончика иглы оценивали по возникающим парестезиям,

а при выполнении подмышечной блокады плечевого сплетения — используя чрезнартериальный доступ. Из-за риска постоянного повреждения нервов (или артерии — при подмышечной блокаде), а также благодаря развитию новых технологий, в настоящее время для определения положения кончика иглы применяют электрический нейростимулятор. Следует отметить, что электростимуляция нервов не лишена риска осложнений, и продолжается поиск новых, еще более безопасных методик определения положения кончика иглы. Примеры включают ультразвуковую и доплеровскую локацию, стимуляцию чувствительных нервов. Тем не менее, в настоящее время методом выбора является стимуляция двигательного нерва: двигательная реакция при силе тока приблизительно в 0,5 мА указывает, что игла находится в правильном положении и можно водить местный анестетик.

Показания

Выбор метода анестезии зависит от сопутствующих заболеваний и обязательно требует информированного согласия. Больного необходимо ознакомить со всеми возможными методами анестезии, которые ему можно провести, их преимуществами и недостатками. Важными факторами также являются соответствие метода анестезии характеру операции, предпочтения хирурга, опыт анестезиолога, физическое и психическое состояние больного.

С каждым годом все больше расширяется сфера применения блокад периферических нервов. Их используют для интраоперационной анестезии, иногда в сочетании с седацией или поверхностной анестезией (в последнем случае может потребоваться использование ларингеальной маски). Иногда их основное назначение состоит в обеспечении послеоперационной аналгезии.

Как правило, больным нравится регионарная анестезия. По сравнению с общей анестезией, блокады периферических нервов меньше влияют на когнитивные функции (особенно у пожилых) и слабее угнетают иммунитет. Хотя регионарная анестезия тоже может вызывать осложнения, она является прекрасной альтернативой общей анестезии при повышенном риске послеоперационной тошноты и рвоты, злокачественной гипертермии, при нестабильной гемодинамике, тяжелом общем состоянии больного.

Редкие осложнения блокад периферических нервов включают токсическое воздействие местных анестетиков, хронические парестезии и повреждение нервов, дыхательную недостаточ-

ность (при непреднамеренном воздействии на диафрагмальный нерв в ходе выполнения блокады плечевого сплетения из межлестничного или надключичного доступа), эпилептические припадки (при непреднамеренной внутриартериальной инъекции).

Анестезиолог должен рассказать больному о преимуществах и недостатках общей и регионарной анестезии, с тем чтобы он мог принять обдуманное решение.

Противопоказания

Большинство противопоказаний к блокаде периферических нервов носит относительный характер. Многие больные не являются идеальными кандидатами ни для одного метода анестезии, поэтому анестезиолог, хорошо взвесив все обстоятельства, должен предложить больному наиболее безопасный вариант (табл. 17.1).

Регионарная анестезия требует определенной степени сотрудничества со стороны больного, поэтому ее выполнение может быть затруднено у детей, при возбуждении и агрессии, при деменции. Периферические блокады у детей часто выполняют после индукции общей анестезии. У взрослых проведение блокады периферических нервов в условиях общей анестезии встречает определенные возражения, поскольку они могут не отреагировать на интраневральную инъекцию анестетика, что повышает риск осложнений. Кроме того, больным с агрессией или деменцией все равно требуется общая анестезия даже после выполнения

ТАБЛИЦА 17.1. Противопоказания¹ к блокаде периферических нервов

Невозможность сотрудничества с больным
Геморрагический диатез
Инфекция
Высокий риск токсического действия местного анестетика ²
Периферическая нейропатия ³

¹ Приведенные противопоказания носят относительный характер

² Риск токсического действия местного анестетика высок в тех случаях, когда для блокады нервов требуется слишком большое количество местного анестетика (например, двусторонняя блокада плечевого сплетения из подмышечного доступа)

³ Блокада плечевого сплетения из межлестничного доступа противопоказана при парезе диафрагмального нерва с противоположной стороны



Точка зрения



Roy A. Greengrass, M.D.

Регионарная анестезия в клинической практике

Мужчине 88 лет планируют операцию по поводу рецидива левосторонней паховой грыжи. Из анамнеза известно, что назначение опиоидов в прошлом приводило к спутанности сознания. Больной перенес реконструктивную операцию на уретре. По мнению уролога, катетеризация мочевого пузыря может привести к осложнениям. Какая методика анестезии предпочтительна?

Мужчине 45 лет планируют тотальное эндопротезирование плечевого сустава по поводу тяжелого остеоартрита. В связи с хроническим болевым синдромом он получает высокие дозы опиоидов. Недавно больной перенес малое открытое хирургическое вмешательство на плече под общей анестезией, после которого возникли сильные боли, не устраняемые стандартными дозами назначаемых в/в опиоидов и потребовав-

регионарной блокады, поскольку нет уверенности, что они будут спокойно лежать в ходе операции. Если проведена индукция общей анестезии, то следует понять, позволит ли блокада периферических нервов облегчить боль после операции. Если особого эффекта не ожидается, то вряд ли стоит подвергать больного, который уже находится под общей анестезией, дополнительным рискам осложнений регионарной анестезии.

Прием антикоагулянтов, врожденные (гемофилия) или приобретенные (ДВС-синдром) коагулопатии повышают риск осложнений при регионарной анестезии. Гематома под оболочкой периферического нерва повышает риск его ишеми-

шие госпитализации. Какой вид анестезии показан этому больному?

Общая анестезия применяется более 120 лет и в настоящее время является безопасной и эффективной методикой. Интересно, что механизм общей анестезии остается загадкой даже в наши дни!

Одновременно с открытием общей анестезии были отмечены и ее побочные эффекты, включая тошноту и рвоту, задержку мочи, послеоперационные нарушения когнитивных функций и многие другие. Большинство общих анестетиков не являются анальгетиками и, более того, могут проявлять антианальгетические свойства в раннем послеоперационном периоде. [1] После амбулаторных вмешательств многие больные испытывают умеренные и даже сильные боли, особенно после ортопедических операций. Боль препятствует активизации, что замедляет выздоровление и значительно повышает вторичные расходы на лечение. [2]

Тошнота и рвота после амбулаторных вмешательств практически всегда обусловлены общими анестетиками и опиоидами. Тошнота и рвота — наиболее распространенная причина продленного пребывания больного в палате пробуждения центров амбулаторной хирургии [3]. Многие больные считают, что тошнота и рвота хуже боли.

Регионарная анестезия применяется более ста лет. Ее популярность, как, впрочем, и общей анестезии, переживала пики и падения. В настоящее время регионарная анестезия все чаще используется в клинике, особенно при амбулаторных вмешательствах.

Само название «регионарная» предполагает, что анестезия ограничивается частью тела, подвергающейся операции. Это снижает выраженность побочных эффектов анестезии и стресс-ответа, обусловленного операцией. Регионарная анестезия имеет и другие преимущества перед общей: уменьшает кровопотерю (во многих случаях на 20–50%), пре-

ческого повреждения, а при круговой блокаде конечности может вызвать ишемию конечности или пальцев.

Относительным противопоказанием для регионарной анестезии является бактериемия. В большинстве случаев возможно выполнение периферической блокады путем однократного введения анестетика, но целесообразность установки катетера для послеоперационной анальгезии сомнительна, поскольку они служат воротами инфекции. Попадание местного анестетика в кровоток чревато риском интоксикации. Некоторые виды блокад периферических нервов требуют чрезмерно высокой дозы анестетика,

пятствует индуцированному операцией повышению свертываемости крови, [4] в меньшей степени угнетает иммунную систему.

Растет доказательная база преимуществ регионарной анестезии. Так, был проведен сравнительный анализ общей анестезии и блокады подмышечного сплетения подключичным доступом при операциях на кисти [5]. Многим больным, получившим регионарную анестезию, не потребовалось пребывание в палате пробуждения. Ни один из больных, получивших регионарную анестезию, до выписки не нуждался в послеоперационном обезболивании. После регионарной анестезии больные начинали раньше ходить и быстрее выписывались, что служило значительной экономии средств и большему удовлетворению больных [5].

Преимущество регионарной анестезии относительно различных краткосрочных исходов очень привлекательно, но в настоящее время повышенный интерес вызывают долгосрочные исходы. Общая анестезия в сочетании с операцией угнетает иммунитет, что может повысить риск различных инфекций, а также метастазирования злокачественных опухолей. [6, 7] Регионарная анестезия, напротив, может улучшать иммунитет, потому что не требует применения иммунодепрессантов (общие анестетики, опиоиды), а местные анестетики обладают способностью угнетать воспалительную реакцию [8].

Хочется надеяться, что эти и другие исследования дадут импульс к более широкому применению регионарной анестезии.

Случай 1

Риск послеоперационной задержки мочи после общей анестезии (вегетативные эффекты) и центральной блокады одинаков. Риск задержки мочи после регионарной анестезии в 10 раз меньше. Больному была выполнена паравerteбральная бло-

када, и его перевели из палаты пробуждения в отделение после того как он самостоятельно помочился. Выздоровление без особенностей.

Случай 2

По поводу тотального протезирования плечевого сустава через установленный катетер проводилась блокада плечевого сплетения межлестничным доступом. Больной рано выписался домой, где первые дни после операции получал длительную инфузию местного анестетика.

1. Zhang Y, Eger E, Dutton RC, Sonner JM: Inhaled anesthetics have hyperalgesic effects at 0.1 minimum alveolar anesthetic concentration. *Anesth Analg* 2000;91:462.
2. Wu CL, Berenholtz SM, Pronovost PJ, Fleisher LA: Systematic review and analysis of postdischarge symptoms after outpatient surgery. *Anesthesiology* 2002; 96:994.
3. Green G, Jonsson L: Nausea: The most important factor determining length of stay after ambulatory anaesthesia: A comparative study of isoflurane and/or propofol techniques. *Acta Anaesthesiol Scand* 1993; 37:742.
4. Tuman KJ, McCarthy RJ, March PJ, et al: Effects of epidural anesthesia and analgesia on coagulation and outcome after major vascular surgery. *Anesth Analg* 1991;73:696.
5. Hadzic A, Arliss J, Kerimoglu B, et al: A comparison of infraclavicular nerve block versus general anesthesia for hand and wrist day-case surgeries. *Anesthesiology* 2004;101:127.
6. Tsuchiya Y, Sawada S, Yoshioka I, et al: Increased surgical stress promotes tumor metastasis. *Surgery* 2003;133: 547.
7. Matsuoka H, Kurosawa S, Horinouchi T, et al: Inhalation anesthetics induce apoptosis in normal peripheral lymphocytes in vitro. *Anesthesiology* 2001;95:1467.
8. Hollmann MW, Durieux ME: Local anesthetics and the inflammatory response. *Anesthesiology* 2000;93:858.

так что при их выполнении риск интоксикации очень велик. Примеры включают двустороннюю блокаду плечевого сплетения из подмышечного доступа при одномоментной операции на обеих кистях, множественные блокады межреберных нервов при нестабильной грудной клетке. Блокада повышает риск стойкого повреждения нервов при исходной периферической нейропатии. Если поврежден контралатеральный нерв, то блокаду ипсилатерального надо проводить с особой осторожностью или отказаться от нее (например, анестезия плечевого сплетения из межлестничного доступа при параличе контралатерального диафрагмального нерва).

Выбор местного анестетика

Местные анестетики обсуждаются в главе 14. Анестезиолог должен принять во внимание токсичность предполагаемого препарата, скорость начала и продолжительность действия, степень чувствительной и двигательной блокады, кардиотоксичность больших объемов препарата, введенных периневрально.

Основные положения

Поскольку выполнение блокады периферических нервов может занять много времени, ее

целесообразно проводить не в операционной, а в предоперационной или в специально отведенном помещении. Хотя регионарная анестезия относительно безопасна, больным должен проводиться адекватный мониторинг в соответствии с протоколами ASA. Кроме того, помещение должно быть оснащено оборудованием для СЛР, а также для кислородотерапии через носовые канюли или лицевую маску.



Наиболее тяжелым осложнением блокады периферических нервов, развивающимся в момент инъекции, является системная токсическая реакция вследствие непреднамеренного внутрисосудистого введения местного анестетика. Отсроченная токсическая реакция может развиваться, если анестетик из места блокады поступает в кровь слишком быстро или в чрезмерном количестве. Время после инъекции, спустя которое концентрация анестетика в крови может достичь пикового уровня, непредсказуемо. Для своевременного выявления ранних симптомов системной интоксикации требуется высокая степень клинической настороженности. Чтобы исключить внутрисосудистое расположение кончика иглы или катетера, помимо аспирационной пробы многие анестезиологи вводят тест-дозу местного анестетика (3 мл) с адреналином в соотношении 1 : 200000 (5 мкг/мл) или 1 : 400000 (2,5 мкг/мл). При внутрисосудистой инъекции ЧСС быстро возрастает более чем на 20%. Дробное введение анестетика по 5 мл, перемежающееся аспирационными пробами, позволяет свести риск внутрисосудистой инъекции к минимуму. Чтобы не допустить смещения иглы во время инъекции, часто используют методику «неподвижной иглы»: шприц и иглу соединяют между собой гибкой соединительной трубкой (которую обычно применяют для внутривенных инфузий). Ассистент выполняет аспирационные пробы и вводит анестетик по просьбе анестезиолога, который одной рукой пальпирует анатомические ориентиры, а второй контролирует положение иглы.



Адекватной глубины анестезии удается достичь только при введении местного анестетика в непосредственной близости от нерва или нервов, которые требуется блокировать. Чаще всего используют 1,5–2% лидокаин, 2% мепивакаин, 0,5% бупивакаин, 0,5% левобупивакаин или 0,5% ропивакаин. Для послеоперационной анальгезии применяются менее концентрированные растворы. Выделяют следующие методики инъекции при блокаде периферических нервов: инфильтрационно-проводниковая анестезия, использование анатомических ориентиров, верификация положения иглы по парестезиям или с помощью стимуляции нерва.

Премедикация

Премедикация малыми дозами бензодиазепинов и/или опиоидов помогает снизить тревожность и повысить болевой порог. Глубина седации зависит от предпочтений анестезиолога и методики определения положения кончика иглы. Седация должна быть поверхностной, если положение иглы определяют по парестезиям, и более глубокой, если используют электрическую стимуляцию. После введения седативных препаратов обязательно проводят ингаляцию кислорода через носовую канюлю или лицевую маску, чтобы уменьшить риск гипоксемии.

Инфильтрационно-проводниковая анестезия

Инфильтрационно-проводниковую анестезию обеспечивают путем одной или нескольких инъекций относительно большого объема местного анестетика в зоне расположения кожных нервов. Примером является блокада поверхностного шейного сплетения. Инфильтрационно-проводниковую анестезию используют в сочетании с блокадой плечевого сплетения из подмышечного доступа и блокадой стопы. В условиях этой анестезии часто выполняются небольшие поверхностные операции. Она также используется при мозаичной блокаде периферических нервов или при снижении уровня центральной блокады. Если необходимо ввести большой объем местного анестетика, то используют растворы низкой концентрации с адреналином (1 : 200 000 [5 мкг/мл] или 1 : 400 000 [2,5 мкг/мл]), что снижает поступление препарата в кровоток и риск системных токсических реакций.

Анатомические ориентиры

Иногда первоочередную роль в определении правильного положения иглы играют анатомические ориентиры. Плечевое сплетение располагается в подмышечной ямке в непосредственной близости от подмышечной артерии. Как описано дальше, при чрезартериальной блокаде плечевого сплетения местный анестетик вводят чуть выше и ниже плечевой артерии. Мышечно-кожный нерв проходит в толще клювовидно-плечевой мышцы, поэтому ее тело инфильтрируют местным анестетиком в дополнение к блокаде плечевого сплетения из подмышечного или межлестничного доступа. Межреберные нервы проходят в составе сосудисто-нервного пучка под нижним краем каждого ребра. Сверху в пучке проходит вена, затем

артерия и снизу нерв (ВАН). Межреберный нерв можно блокировать введением местного анестетика у нижнего края соответствующего ребра. В сосудисто-нервном пучке в бедренном канале бедренный нерв всегда находится латеральнее артерии. Медиальнее располагаются вена и лимфатические сосуды (НАВЛ).

Верификация положения иглы по парестезиям

Когда игла вступает в непосредственный контакт с чувствительным нервом, в зоне его иннервации возникают парестезии. Важно убедиться, что игла контактирует с нервом, не пенетрируя его, и инъекция анестетика будет выполнена вблизи нерва (перинеурально), а не интраневрально. Высокое давление, генерируемое при инъекции в толщу нерва, может вызвать гидростатическое (ишемическое) повреждение нервных волокон. При перинеуральной инъекции парестезии могут кратковременно усиливаться, в то время как при интраневральной возникает сильная жгучая боль, что требует немедленного прекращения инъекции анестетика и изменения положения иглы. Интенсивность и продолжительность боли позволяют отличить легкие парестезии и интраневральную инъекцию. Использование тупоконечных игл (B-level, от blunt level) снижает и без того невысокий риск повреждения нерва. У этих игл конец затуплен и длина режущей кромки меньше, чем у стандартных игл, поэтому при контакте они смещают нерв, а не прокалывают его. Многие врачи считают, что тупоконечные иглы улучшают «обратную связь», облегчая распознавание тканевых слоев и фасциальных пространств.

Электрическая стимуляция нерва

Слабый электрический ток, подаваемый с кончика иглы, может вызывать мышечные сокращения, если игла находится в непосредственной близости от двигательного нерва. Одно отведение низкочастотного электростимулятора подсоединяют к игле, а другое заземляют на теле больного через электрод ЭКГ. Если к игле подсоединить отрицательный электрод, то требуется меньшая сила тока. Используются специальные изолированные иглы, которые проводят ток только с кончика иглы, что позволяет точнее локализовать нерв. Электростимулятор обеспечивает подачу постоянного тока силой 0,1–6 мА. Мышечные сокращения возникают и усиливаются при приближении кончика иглы к нерву и ослабевают при ее

отдалении. По мере приближения кончика иглы к нерву для вызова сокращений требуется все меньшая сила тока. Об оптимальном положении иглы свидетельствуют мышечные сокращения при силе тока в 0,5 мА и меньше, хотя может быть приемлемой сила тока до 1 мА. Характерно то, что вызванная реакция быстро ослабевает (затухает) после введения 1–2 мл местного анестетика. Перед затуханием может наблюдаться преходящее усиление мышечной реакции, поскольку растворы местных анестетиков содержат ионы, что временно облегчает проводимость электрического тока.

Блокада нервов верхней конечности



Для анестезии при операциях на верхней конечности и плечевом суставе используют блокаду плечевого сплетения (C_5-T_1) или его терминальных ветвей на нескольких уровнях (рис. 17.1). При операциях в области плечевого сустава и использовании пневматического турникета следует блокировать дополнительные нервы. Некоторые участки кожи в надключичной, подключичной и дельтовидной области иннервируются ветвями поверхностного шейного сплетения (C_1-C_4). Эти ветви сливаются в сплетение латеральнее поперечных отростков позвонков и прободают поверхностную мышцу шеи, огибая задний край грудино-ключично-сосцевидной мышцы, где их можно блокировать с помощью инфильтрационно-проводниковой анестезии (рис. 17.2). Чтобы предотвратить боль от наложения пневматического турникета на плечо, необходимо блокировать медиальный кожный нерв плеча (C_8-T_1) и межреберно-плечевой нерв (T_2). Эти два нерва иннервируют кожу заднемедиальных отделов верхней трети плеча (рис. 17.3). Медиальный кожный нерв плеча часто покидает фасциальный футляр сразу ниже ключицы и поэтому не может быть заблокирован из подмышечного доступа; межреберно-плечевой нерв вообще проходит вне фасциального футляра.

Анатомия плечевого сплетения

Плечевое сплетение образуется передними ветвями спинномозговых нервов C_5-C_8 и T_1 (рис. 17.1). Дополнительные ветви от C_4 и T_2 часто выражены слабо или вообще отсутствуют. После выхода из межпозвоночных отверстий корешки спинномозговых нервов сливаются, образуя нервные

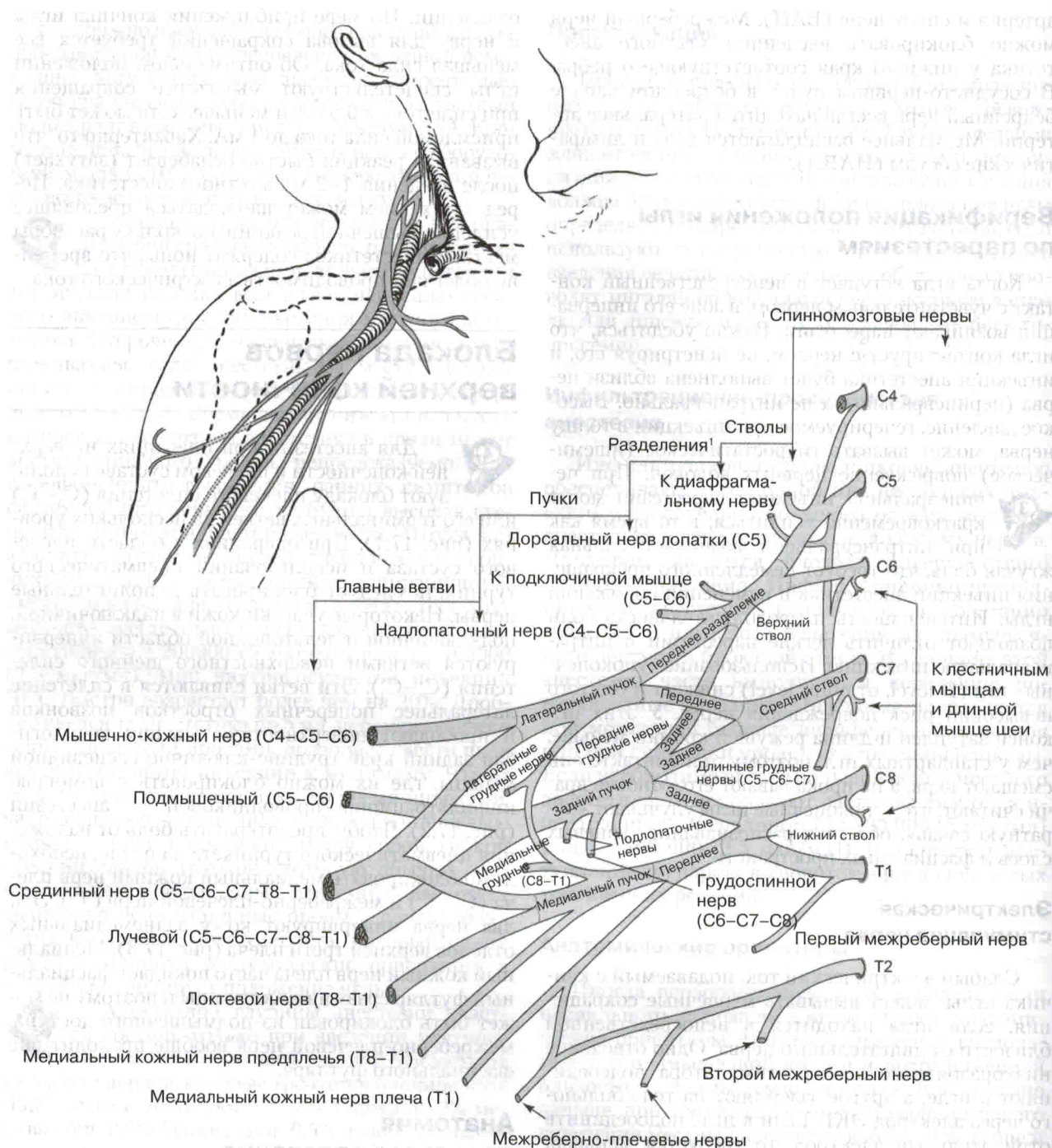


Рис. 17.1. Плечевое сплетение. (Waxman S. G.: Correlative Neuroanatomy, 24th ed. McGraw-Hill, 2000.)

¹ Расщепление сплетения на переднее и заднее разделения очень важно — это означает, что нервные волокна, иннервирующие сгибатели и разгибатели, отделены друг от друга. Сходные разделения существуют в поясничном и крестцовом сплетении для нервов мышц нижней конечности.

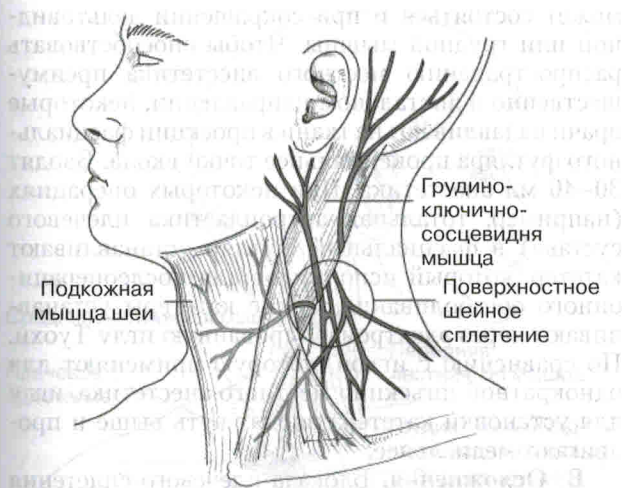


Рис. 17.2. Поверхностное шейное сплетение

стволы, разделения, пучки и, наконец, делятся на терминальные ветви. Между передней и средней лестничными мышцами расположены три нервных ствола — верхний, средний и нижний. Верхний ствол образуется ветвями C_5 – C_6 , средний является продолжением C_7 , нижний сформирован C_8 – T_1 . Каждый ствол, пройдя под ключицей и достигнув латерального края первого ребра, делится на переднее и заднее разделения.

Нервные волокна от передних и задних разделений сливаются, формируя пучки, которые называются по их положению относительно подмышечной артерии — латеральный, медиальный и задний. Латеральный пучок образуется при слиянии передних разделений верхнего и среднего ствола,

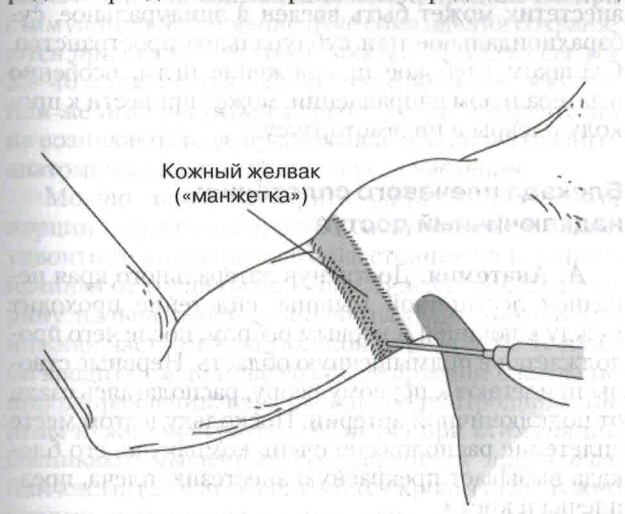


Рис. 17.3. Блокада межреберно-плечевого нерва и медиального кожного нерва плеча

медиальный пучок — это продолжение переднего разделения нижнего ствола, а задний пучок сформирован задними разделениями всех трех стволов. На уровне латерального края малой грудной мышцы каждый пучок отдает крупную ветвь, после чего продолжается в свою главную терминаль. Так, латеральный пучок отдает латеральную ветвь срединного нерва, после чего продолжается как мышечно-кожный нерв; медиальный пучок отдает медиальную ветвь срединного нерва, продолжаясь как локтевой нерв; задний пучок отдает подмышечный нерв и продолжается как лучевой нерв.

Методика блокады плечевого сплетения

От межпозвоночных отверстий до проксимальных отделов верхней конечности плечевое сплетение заключено в фасциальный футляр, который является ответвлением предпозвоночной и лестничной фасций. На этой анатомической особенности основано выполнение блокад плечевого сплетения. При инъекции в любую точку фасциального футляра местный анестетик распространяется и блокирует корешки C_5 – T_1 . Выраженность блокады в определенной степени зависит от уровня, на кото-



ром была выполнена инъекция. При операциях в области плечевого сустава, на плече и предплечье целесообразно использовать межлестничный доступ к плечевому сплетению. Интенсивность блокады при этом доступе максимальна в дерматомах C_5 – C_7 и минимальна — в C_8 – T_1 . Таким образом, межлестничный доступ не обеспечивает оптимальной анестезии для операций в зоне иннервации локтевого нерва. При операциях на предплечье и кисти целесообразно использовать подмышечный доступ к плечевому сплетению, который обеспечивает мощную блокаду в зоне иннервации C_7 – T_1 (локтевой нерв). Вместе с тем, этот доступ не позволяет обеспечить анестезию, адекватную для вмешательств в области плечевого сустава и плеча (C_5 – C_6). Над- и подключичные доступы обеспечивают более равномерное распространение анестетика и могут использоваться для операций на плече, предплечье и кисти.



Блокада плечевого сплетения: межлестничный доступ

А. Анатомия. Шейные спинномозговые нервы сливаются в стволы между передней и средней лестничными мышцами. На уровне перстневидного хряща через промежуток между этими мышцами (межлестничный промежуток) легко проникнуть в фасциальный футляр и локализовать плечевое

Анестезия при ортопедических операциях

40

Хулио Райя, д.м., Магед Михаил, д.м.

Ключевые положения

1 Синдром имплантации цемента в костную ткань проявляется гипоксией (вследствие внутрилегочного шунтирования), артериальной гипотонией, нарушениями ритма и проводимости сердца (в том числе полной поперечной блокадой и остановкой синусового узла), легочной гипертензией и снижением сердечного выброса.

2 Использование пневматических турникетов при операциях на верхней или нижней конечности создает бескровное поле, что значительно облегчает операцию. Использование пневматического турникета может повлечь за собой ряд осложнений: изменения гемодинамики, боль, метаболические нарушения, тромбоэмболию артерий, ТЭЛА.

3 Согласно классическому описанию, синдром жировой эмболии развивается в течение 72 ч после перелома длинных трубчатых костей или костей таза и характеризуется триадой симптомов: одышка, спутанность сознания и петехии.

4 Тромбоз глубоких вен (ТГВ) и тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) могут быть главными причинами осложнений и летальности после ортопедических операций на тазе и нижних конечностях.

5 Нейроаксиальная анестезия (в чистом виде или в сочетании с общей анестезией) может снизить частоту тромбоэмболических осложнений посредством нескольких механизмов. Нейроаксиальная блокада повышает венозный кровоток в нижних конечностях (вследствие медикаментозной симпатэктомии), оказывает системное противовоспалительное действие, снижает реактивность тромбоцитов, ингибирует послеоперационный подскок уровня фактора VIII и фактора фон Виллебранда, предотвращает послеоперационное снижение уровня антитромбина III, модулирует выработку стрессорных гормонов.

6 Введение (или извлечение) эпидуральной иглы или катетера не следует производить в течение 6–8 ч после подкожной инъекции профилактической дозы нефракционированного гепарина или в течение 12–24 ч после инъекции низкомолекулярного гепа-

рина. Спинальная анестезия, хотя и менее травматична, также сопряжена с риском аналогичных осложнений.

7 При тяжелом ревматоидном артрите (одним из критериев тяжести является необходимость длительного приема кортикостероидов или метотрексата) всем больным перед операцией необходимо выполнить рентгенографию шейного отдела позвоночника в боковой проекции при сгибании и разгибании головы. Если длина переднего атлантоосевого интервала превышает 5 мм, то показана интубация в сознании с помощью фиброскопа.

8 При двустороннем протезировании тазобедренных суставов мониторинг давления в легочной артерии позволяет с высокой точностью диагностировать эмболию легочной артерии по увеличению легочного сосудистого сопротивления (ЛСС). Если в ходе вмешательства на первом тазобедренном суставе ЛСС увеличивается выше нормы ($200 \text{ дин} \times \text{с} \times \text{см}^{-5}$), то операцию на втором суставе следует отложить, проведя ее спустя некоторое время.

9 Так же как и при двустороннем тотальном эндопротезировании тазобедренных суставов с цементной фиксацией, при двухстороннем эндопротезировании обоих коленных суставов целесообразно проводить мониторинг ДЛА и ДЗЛА.

10 Эффективная послеоперационная анальгезия важна для ранней физической реабилитации, так как способствует доведению до максимума объема движений в суставе и предотвращает тугоподвижность после протезирования коленного сустава.

11 Блокада плечевого сплетения межлестничным доступом идеально подходит для вмешательств на плече. Даже на фоне применения общих анестетиков блокада плечевого сплетения межлестничным доступом может дополнить интраоперационную анестезию и обеспечить послеоперационную анальгезию.

Существует очень много видов ортопедических операций. Объем хирургического вмешательства может колебаться от манипуляции на пальце до гемипелвэктомии (удаления половины таза). Весьма

разнообразен контингент больных: это могут быть и новорожденные с врожденными аномалиями, и молодые спортсмены без сопутствующих заболеваний, и обездвиженные старики в терминальной стадии полиорганной недостаточности. Переломы длинных трубчатых костей предрасполагают к жировой эмболии. Высокий риск и ТЭЛА, особенно после операций на тазе, тазобедренных и коленных суставах. Использование костного цемента при эндопротезировании может вызвать нестабильность гемодинамики. Применение пневматического турникета позволяет значительно снизить кровопотерю, но влечет за собой ряд осложнений. Нейроаксиальная и другие методы регионарной блокады играют важную роль в снижении частоты периоперационных тромбоэмболических осложнений, обеспечивая послеоперационную анальгезию и способствуя качественной реабилитации и более ранней выписке из стационара. Усовершенствование хирургических методик, например минимально инвазивные доступы при протезировании тазобедренного сустава с помощью компьютерных технологий, требует совершенствования анестезиологического пособия. Больных выписывают на следующий день после операции или даже в тот же день, в то время как раньше при таком же вмешательстве требовалась неделя или больше пребывания в больнице. В этой главе рассматриваются особенности анестезии при некоторых распространенных ортопедических вмешательствах. Анестезия при операциях на позвоночнике освещена в главе 26.

Особенности и осложнения при ортопедических операциях

Применение костного цемента

Метилметакрилатный цемент заполняет промежутки в губчатом веществе кости, плотно скрепляя протез с бедренной костью и вертлужной впадиной больного. Смешивание порошка полимеризованного метилметакрилата с жидким мономером метилметакрилата вызывает полимеризацию и перекрестное связывание полимерных цепочек. Эта экзотермическая реакция приводит к затвердению цемента и расширению его объема. В результате этой реакции значительно возрастает давление в полости кости (> 500 мм рт. ст.), что приводит к попаданию в венозные каналы бедренной кости эмболов, состоящих из жира, фрагментов костного мозга, цемента и воздуха. Оставшийся несвязанным мономер метилметакрилата может вызывать вазодилатацию и снижение ОПСС. Высвобождение тканевого тромбопластина провоцирует агрегацию тромбоцитов, образование микротромбов в легких и угнетение кровообращения.



Синдром имплантации цемента в костную ткань проявляется гипоксией (вследствие внутрилегочного шунтирования), артериальной гипотонией, нарушениями ритма и проводимости сердца (в том числе полной поперечной блокадой и остановкой синусового узла), легочной гипертензией и снижением сердечного выброса. Эмболы чаще всего образуются при установке протеза в канал бедренной кости. Чтобы уменьшить вред, обусловленный синдромом имплантации цемента, применяют следующие подходы: непосредственно перед введением цемента увеличивают FiO_2 ; поддерживают нормоволемию, основываясь на данных мониторинга ЦВД; создают контрапертуру в дистальной части бедренной кости, чтобы снизить давление в полости кости; предварительно промывают канал бедренной кости под большим давлением, чтобы удалить твердые частицы (потенциальные микроэмболы); наконец, используют бесцементные методики установки бедренного компонента протеза.

Другим большим недостатком использования цемента является возможность постепенного разбалтывания протеза из-за отламывания со временем небольших кусочков цемента. Компоненты бесцементных имплантатов изготовлены из пористого материала, допускающего врастание в них природной кости. Бесцементные протезы обычно функционируют дольше и могут быть предпочтительнее для молодых, активных пациентов, хотя продолжительность послеоперационной реабилитации при их использовании дольше, чем при стандартной методике с применением цемента. При установке бесцементного протеза надо быть уверенным в том, что вокруг него будет активно формироваться новая здоровая костная ткань. Поэтому цементные протезы предпочтительнее у пожилых (старше 80 лет) и менее активных пациентов, часто страдающих остеопорозом и/или истончением костей (кортикального слоя). Продолжают разрабатываться алгоритмы выбора цементных либо бесцементных протезов в зависимости от протезируемого сустава, особенностей больного и хирургической методики. Во многих случаях одному и тому же пациенту устанавливают как цементные, так и бесцементные компоненты (например, при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава). Суставные поверхности современных протезов бывают металлическими, пластиковыми и керамическими.

Пневматические турникеты



Использование пневматических турникетов при операциях на верхней или нижней конечности создает бескровное поле, что

значительно облегчает операцию. Использование пневматического турникета может повлечь за собой ряд осложнений: изменения гемодинамики, боль, метаболические нарушения, тромбоэмболию артерий, ТЭЛА. Давление в турникете обычно на 100 мм рт. ст. выше систолического АД. Если турникет находится на конечности больше 2 ч, то может возникнуть необратимое повреждение периферического нерва или даже рабдомиолиз. У детей при операции на ногах раздувание манжеты пневматического турникета приводило к повышению температуры тела.

Обескровливание нижней конечности и раздувание манжеты пневматического турникета приводит к увеличению эффективного ОЦК. Обычно этот феномен не имеет особого клинического значения, но при сопутствующей дисфункции левого желудочка наложение эластического бинта на обе ноги может вызвать повышение ЦВД и АД, достаточное для возникновения гемодинамических расстройств.

Любой пациент, кому накладывали на бедро турникет и манжету хотя бы на несколько минут раздували на 100 мм рт. ст. выше АД_{сис}, будет испытывать турникетную боль. Хотя механизм и нервные пути передачи этого ощущения сильной ноющей боли и жжения пока точно не известны, основную роль играют, вероятно, безмиелиновые С-волокна, относительно резистентные к действию местных анестетиков. **Интенсивность турникетной боли постепенно может нарастать до степени, требующей дополнительной аналгезии и даже общей анестезии, несмотря на адекватную регионарную анестезию, вполне достаточную для выполнения хирургических манипуляций.** Турникетная боль от жгута может проявляться даже в условиях общей анестезии — постепенным повышением АД приблизительно через $3/4-1$ ч после раздувания манжеты. Симптомы прогрессирующей симпатической активации включают выраженную артериальную гипертонию, тахикардию, профузное потоотделение. Вероятность появления турникетной боли и сопутствующей артериальной гипертонии зависит от многих факторов, включая методику анестезии (вероятность боли в порядке убывания: внутривенная регионарная > эпидуральная > спинномозговая > общая анестезия), интенсивность и уровень блока, выбор местного анестетика (гипербарический раствор тетракаина для спинномозговой анестезии > изобарический раствор бупивакаина) и сочетанное интратекальное или эпидуральное применение опиоидов.

Опустошение манжеты турникета всегда медленно устраняет боль и нормализует АД. После опустошения манжеты может значительно

снизиться ЦВД и АД. Обычно увеличивается ЧСС и снижается центральная температура тела. Во время ишемии в конечности накапливаются конечные продукты метаболизма, поступление которых в кровоток приводит к повышению PaCO_2 и ETCO_2 , а также концентрации лактата и калия плазмы. **Эти метаболические изменения могут вызвать увеличение минутного объема дыхания (если больной дышит самостоятельно), а в редких случаях — аритмии.** По иронии судьбы опорожнение манжеты и реоксигенация крови усугубляют ишемию ткани, что обусловлено перекисным окислением липидов. Это реперфузионное повреждение можно уменьшить при помощи пропофола, который ингибирует перекисное окисление липидов.

Обусловленная пневматическим турникетом ишемия нижних конечностей может приводить к ТГВ. Даже при малотравматичной и кратковременной диагностической артроскопии коленного сустава чреспищеводная ЭхоКГ позволяла обнаружить не проявляющуюся клинически ТЭЛА (милиарные эмболы), возникающую после опустошения манжеты турникета. Имеются немногочисленные сообщения о массивной ТЭЛА, развившейся при тотальном эндопротезировании коленных суставов на этапах обескровливания нижних конечностей, после раздувания манжеты турникета, после опустошения манжеты турникета. Выраженный кальциноз артерий является противопоказанием к применению пневматического турникета. Использование турникета достаточно безопасно при серповидно-клеточной анемии, хотя при этом нужно тщательно поддерживать адекватную оксигенацию, нормо- или гипоканию, гидратацию и нормотермию.

Синдром жировой эмболии

При переломах бедра часто возникает гипоксия, обусловленная жировой эмболией. В то время как феномен жировой эмболии наблюдается, вероятно, во всех случаях перелома длинных трубчатых костей, клинически выраженный **синдром жировой эмболии** встречается реже и представляет собой опасное для жизни осложнение (летальность составляет 10–20%). Согласно классическому описанию, синдром жировой эмболии развивается в течение 72 ч после перелома длинных трубчатых костей или костей таза и характеризуется триадой симптомов: одышка, спутанность сознания и петехии. Этот синдром может также развиваться после сердечно-легочной реанимации, при парентеральном введении жировых эмульсий, после липосакции. Существует две теории патогенеза жировой эмболии. Наиболее популярная из них гласит, что в области перелома



из жировых клеток высвобождаются капельки жира, которые поступают в кровь через разрывы в сосудах медуллярного слоя. Согласно второй теории, капельки жира представляют собой хиломикроны, образующиеся в результате агрегации циркулирующих в крови свободных жирных кислот; в свою очередь, эта агрегация развивается вследствие изменений метаболизма жирных кислот. Независимо от патогенеза, повышенное содержание в крови свободных жирных кислот может оказывать токсическое воздействие на альвеолокапиллярную мембрану, вызывая РДСВ (глава 49). Нарушения сознания (возбуждение, спутанность сознания, ступор и кома) обусловлены повреждением мозговых капилляров и отеком мозга. Нарушения сознания могут усугубляться гипоксией.

Появление петехий на поверхности грудной клетки, рук, подмышечных впадин, а также на конъюнктивах позволяет заподозрить синдром жировой эмболии. В сетчатке, моче и мокроте можно обнаружить капельки жира. Иногда возникают нарушения гемостаза (тромбоцитопения, удлинение ПВ и АЧТВ). Активность липазы плазмы может быть повышенной, но это не коррелирует с тяжестью заболевания. Поражение легких прогрессирует от незначительной гипоксии и отсутствия рентгенологических изменений до тяжелой гипоксемии и гипоксии в сочетании с диффузными очаговыми тенями на рентгенограмме грудной клетки. Большинство классических проявлений синдрома жировой эмболии возникают через 1–3 дня после провоцирующего события. На ЭКГ могут выявляться напоминающие ишемию изменения сегмента ST и признаки перегрузки правых отделов сердца. Во время общей анестезии синдром жировой эмболии может проявляться снижением ETCO_2 и SaO_2 , а также повышением ДЗЛА.

Лечение синдрома жировой эмболии носит профилактический и поддерживающий характер. Ранняя репозиция и иммобилизация перелома позволяют снизить риск синдрома жировой эмболии. Симптоматическое лечение: самостоятельное дыхание под постоянным положительным давлением (режим СРАР) на фоне ингаляции кислорода. Гепарин и этанол неэффективны. Напротив, могут оказаться эффективными большие дозы кортикостероидов, особенно на фоне отека мозга.

Тромбоз глубоких вен и тромбоэмболия легочной артерии



Тромбоз глубоких вен (ТГВ) и тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) могут быть главными причинами осложнений и летальности после ортопедических операций на тазе и нижних конечностях. Дополнительные факторы

риска включают ожирение, возраст > 60 лет, продолжительность операции > 30 мин, использование турникета, перелом костей нижней конечности, продолжительность иммобилизации > 4 дней (глава 23). При операциях на бедре и реконструктивных вмешательствах на коленном суставе риск ТГВ особенно высок, частота его может достигать 50%. После операций на бедре частота клинически значимой ТЭЛА достигает 20%, а ТЭЛА с летальным исходом — 1–3%. К основным патофизиологическим механизмам ТЭЛА относят венозный стаз и тромбофилическое состояние, обусловленное локальной и системной воспалительной реакцией на операцию. Частоту ТГВ и ТЭЛА удается значительно снизить при помощи профилактического применения антикоагулянтов и перемежающейся пневматической компрессии нижних конечностей. Больным из группы высокого риска рекомендуются малые дозы гепарина (5000 ЕД каждые 8 ч), перемежающуюся пневматическую компрессию нижних конечностей, варфарин или малые дозы низкомолекулярного гепарина. Если риск очень высок, то антикоагулянты назначают уже через несколько часов после операции. Установлено, что частоту ТГВ после тотального эндопротезирования тазобедренного и коленного сустава можно снизить до 1,5%, частоту ТЭЛА — до 0,7%. Частота осложнений наиболее высока у больных старше 70 лет. Такое значительное снижение частоты тромбоэмболических осложнений отражает внедрение современных хирургических и анестезиологических методик, в том числе рутинной профилактики ТГВ, ранней реабилитации и более частого применения регионарной анестезии.



Нейроаксиальная анестезия (в чистом виде или в сочетании с общей анестезией) может снизить частоту тромбоэмболических осложнений посредством нескольких механизмов. Нейроаксиальная блокада повышает венозный кровоток в нижних конечностях (вследствие метаканентозной симпатэктомии), оказывает системное противовоспалительное действие, снижает активность тромбоцитов, ингибирует послеоперационный подскок уровня фактора VIII и фактора фон Виллебранда, предотвращает послеоперационное снижение уровня антитромбина III, модулирует выработку стрессорных гормонов. Лидокаин введенный внутривенно, предотвращает тромбоциты, стимулирует фибринолиз и уменьшает агрегацию тромбоцитов.

Большинство врачей считает, что полномасштабная антикоагулянтная или фибринолитическая терапия (например, урокиназой) сопряжена с высоким риском спинальной или эпидуральной гематомы после нейроаксиальной анестезии. Риск

подобных осложнений на фоне профилактического лечения низкими дозами антикоагулянтов до операции менее ясен.

6 Введение (или извлечение) эпидуральной иглы или катетера не следует производить в течение 6–8 ч после подкожной инъекции профилактической дозы нефракционированного гепарина или в течение 12–24 ч после инъекции низкомолекулярного гепарина. Спинальная анестезия, хотя и менее травматична, также сопряжена с риском аналогичных осложнений. Риск спинальной гематомы может еще больше возрасти при сопутствующем использовании антиагрегантов. Кроме того, регионарная анестезия может скрыть характерные симптомы нарастающей гематомы и сдавления спинного мозга (например, боль в пояснице и слабость в нижних конечностях), тем самым затрудняя диагностику и задерживая лечения.

Операции на бедре

Наиболее распространенными операциями на бедре у взрослых являются остеосинтез при переломе бедренной кости, тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава и закрытая репозиция вывиха бедра.

Перелом бедра

Предоперационный период

Большинство больных с переломами бедра — это пожилые люди с плохим состоянием здоровья. Исключением являются молодые пациенты с тяжелой травмой бедра или таза. Летальность после перелома бедра составляет 10% во время пребывания в больнице и > 25% — в течение первого года. Высока распространенность сопутствующих заболеваний — ИБС, нарушений мозгового кровообращения, ХОЗЛ и сахарного диабета.

Вследствие недостаточного потребления жидкости часто развивается выраженная дегидратация. Перелом может послужить причиной довольно значительной скрытой кровопотери, усугубляющей гиповолемию. Внутрисуставные переломы (субкапитальные, трансцервикальные) сопровождаются меньшей кровопотерей, чем внесуставные (основания шейки бедра, межвертельные, подвертельные; рис. 40.1). За счет гемоконцентрации гематокрит может быть на границе нормы или нормальным даже на фоне скрытой кровопотери.

Другой характерной особенностью пациентов с переломом бедра является часто выявляемая перед операцией гипоксия. Гипоксия обусловлена, по крайней мере частично, жировой эмболией; про-



Рис. 40.1. Локализацией перелома бедра определяется объем кровопотери. Суставная капсула ограничивает кровопотерю, действуя подобно жгуту. Кровопотеря убывает в следующем порядке: подвертельный перелом > перелом основания шейки бедра > трансцервикальный перелом, субкапитальный перелом

чие способствующие факторы включают двусторонние ателектазы в сегментах оснований легких (из-за длительного пребывания в постели), застой по малому кругу кровообращения и плевральный выпот при сердечной недостаточности, инфильтрат при пневмонии.

Интраоперационный период

Проблема выбора методики анестезии у больных с переломами бедра изучалась очень тщательно. Оказалось, что в раннем послеоперационном периоде летальность ниже, если проводили не общую, а регионарную анестезию (спинномозговую или эпидуральную). Считают, что это обусловлено снижением частоты ТЭЛА под действием регионарной анестезии. Отметим, что в отсроченном послеоперационном периоде (через два месяца после вмешательства) летальность одинакова вне зависимости от методики анестезии. Регионарная анестезия, если ее удается провести без седации, снижает частоту послеоперационного делирия и когнитивных нарушений (глава 45).

Продленная эпидуральная блокада позволяет проводить послеоперационную аналгезию. При спинномозговой анестезии целесообразно использовать гипобарические растворы местных анестетиков, в результате чего больного не нужно укладывать на сторону перелома и менять его положение после введения препарата. Для послеоперационной