

ВВЕДЕНИЕ

Питание растущего ребенка обеспечивает жизнедеятельность и его дальнейшее полноценное развитие. Важнейшее значение фактор питания приобретает у детей при различных клинических состояниях. В сложных ситуациях, при невозможности питания естественным путем, на помощь приходит **искусственное питание, или нутритивная поддержка**. Нарушения питания — один из основных факторов, влияющих на исход заболевания. В свою очередь, многие хирургические вмешательства препятствуют нормальному питанию, иногда на длительное время, что особенно актуально для детей после тяжелых обширных оперативных вмешательств. В период, когда естественный путь восполнения прогрессирующего дефицита основных питательных веществ исключен или предельно ограничен, особое значение в комплексе лечебных мероприятий приобретает **искусственное лечебное питание (ИЛП)**. С этих позиций ИЛП рассматривают как единственный путь обеспечения энергетических и пластических потребностей организма в послеоперационном периоде, требующих специально подобранных композиций питательных веществ.

Основные задачи ИЛП:

- снижение гиперкатаболической реакции организма;
- восполнение энергетических затрат;
- обеспечение пластических процессов.

Эффективность ИЛП зависит от:

- своевременного начала;
- оптимальных сроков проведения;
- сбалансированного состава нутриентов.

ИЛП реализуют с помощью:

- парентерального питания (ПП);
- энтерального зондового питания;
- их сочетания.

Тридцать лет назад в области питания произошла своего рода революция. Врачи из детской больницы Филадельфии провели исследование и показали эффективность парентерального питания у детей с врожденной атрезией пищеварительного тракта. Это событие открыло новую эру интенсивных исследований в области питания детей, находящихся в стационаре. Интерес этот не угасает и сегодня.

Однако в повседневной деятельности врачи продолжают недооценивать потребности ребенка и не назначают им адекватного питания (энтерального и/или парентерального). Данная проблема усугубляется тем, что в случае болезни дети значительно сильнее взрослых страдают от недостаточного поступления необходимого питания. Это обусловлено некоторыми анатомо-физиологическими особенностями детского организма:

- небольшой массой тела;
- стремительными темпами роста, приводящими к повышенной потребности в энергии и питательных веществах;
- структурно-функциональной незрелостью различных органов (особенно у недоношенных и детей раннего возраста).

К сожалению, большинство рекомендаций по питанию — экспертные оценки, а не руководства, основаны на принципах доказательной медицины.

Авторы данной книги — практикующие врачи, которые, опираясь на свой клинический опыт, постарались в максимально доступной форме изложить

современные, зарегистрированные в Российской Федерации методики по назначению и использованию нутритивной поддержки у детей. В руководстве подробно изложены принципы инфузионной терапии маловесных детей и недоношенных, обеспечения полноценного питания с помощью специальных методов (энтеральное питание через зонд, частичное или полное парентеральное питание).

Книга содержит три раздела.

• **Первый раздел:**

- общие вопросы развития синдрома гиперметаболизма / катаболизма, белково-энергетической недостаточности и ее своевременной диагностики;
- особенности физиологии детей, в том числе младшей возрастной группы;
- современные технологии инфузионной терапии, энтерального и парентерального питания;
- проблемы регулирования гиперметаболической реакции на повреждение;
- процессы сохранения целостности слизистых оболочек кишечника и разрешения системной воспалительной реакции со стороны кишечника благодаря раннему назначению «трофического» энтерального питания (оптимальное время начала проведения энтерального питания для достижения этих целей до сих пор не установлено, однако существуют определенные предпочтения назначать его в наиболее ранние сроки).

• **Второй раздел** содержит подробное описание способов обеспечения нутритивной поддержки у детей и основных ее составляющих.

• **Третий раздел** руководства — рекомендации по проведению нутритивной поддержки при разных клинических состояниях у детей, что особенно важно практикующим педиатрам, врачам интенсивной терапии, хирургам.

Цель руководства — рассмотрение и сравнение различных возможностей искусственного питания, обеспечения организма ребенка необходимыми нутриентами и энергией, в некоторых случаях — при нефункционирующем желудочно-кишечном тракте. Задача на самом деле не из простых. С этих позиций данная книга призвана помочь облегчить работу практических врачей-клиницистов в поисках доступных формул для расчета калорий и нутриентов. В руководстве предложена методика комплексного мониторинга, необходимого для оценки эффективности инфузионной терапии и назначаемого парентерального или энтерального питания.

Авторы надеются, что книга будет «настольным» практическим помощником и руководством в вопросах назначения и реализации нутритивной поддержки тяжело больных детей, лишенных по различным причинам возможности питания естественным путем.

РАЗДЕЛ 1

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ
И ОСНОВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ
НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ У ДЕТЕЙ**

СОСУДИСТЫЙ ДОСТУП И ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ

1.1. СОСУДИСТЫЙ ДОСТУП: МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Для обеспечения экстренного доступа к венозному руслу всегда оценивают и реализуют методику, которая позволит максимально быстро, с наименьшими усилиями и минимально возможными осложнениями этого достичь. Наиболее часто устанавливают периферический венозный катетер, за исключением случаев, когда область потенциального места установки катетера активно вовлечена в патологический процесс (ожог, травма, инфекционные поражения кожных покровов). Если ситуация требует незамедлительной и массивной инфузионной и медикаментозной терапии, целесообразно одновременно использовать различные доступы. Например, врач выполняет внутрикостный доступ или катетеризацию магистральной (центральной) вены, а медицинская сестра — периферический венозный.

ПУНКЦИЯ И КАТЕТЕРИЗАЦИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ ВЕН

При плановых мероприятиях катетеризацию периферической вены у детей раннего возраста желательно проводить:

- под местной анестезией с использованием:
 - крема лидокаин+прилокаин (Эмла[®]), наносимого за 40 мин до манипуляции;
 - устройства «*Buzzy*», уменьшающего болевую чувствительность за счет холодового и вибрационного воздействия на предполагаемое место вмешательства;
- или на фоне седации анестетиками (гипнотиками):
 - ингаляционными (севофлуран);
 - внутривенными (мидазолам, пропофол).

При подозрении на гиповолемию пункцию внутренней яремной вены или бедренной вены предпочтительно производить периферическим катетером на игле, предварительно убедившись, что в него проходит проводник из набора центрального венозного катетера. Это связано с тем, что в момент пункции вышеуказанные вены, особенно в условиях гиповолемии, спадаются и высок риск перфорации дальней от вкола иглы стенки вены. При использовании внутривенного периферического катетера с инъекционным портом («браунюли») этот риск значительно снижается.

Внутриартериальное введение инфузионных препаратов в настоящее время используют крайне редко. Его рекомендовали для повышения сосудистого тонуса и стабилизации системной гемодинамики при массивной кровопотере и шоке. Однако многочисленные тяжелые осложнения, вызываемые этим методом, технические трудности его выполнения, а также внедрение в клини-

ческую практику современных кардио- и вазоактивных средств заставили врачей отойти от данного метода.

Внутрикостные инфузии в плановом лечении имеют ограниченный круг показаний и используются лишь в тех случаях, когда остальные способы обеспечения доступа к сосудистому руслу невыполнимы. Вместе с тем внутрикостные вливания по эффективности не уступают внутривенным. Проведение длительной инфузионной терапии в губчатое вещество кости может сопровождаться инфицированием с развитием остеомиелита и других гнойных осложнений. Поэтому, помимо строгого соблюдения правил асептики, рекомендуется место пункции менять каждые 48 ч.

Основной способ проведения инфузионной терапии как у взрослых, так и у детей в настоящее время — **внутривенное** введение растворов. Выбор вены, а также варианта обеспечения доступа к ней (венепункция, катетеризация, венесекция) зависит от многих причин.

Пункция периферической вены (простой инъекционной иглой или иглой-«бабочкой») применяется для обеспечения непродолжительного венозного доступа (при условии хорошей фиксации конечности) с целью:

- получения крови для исследований;
- введения небольших объемов лекарственных препаратов;
- кратковременного подключения датчиков мониторов.

Катетеризацию периферической вены выполняют:

- при необходимости проведения:
 - относительно длительной инфузионной терапии;
 - частых, но кратковременных инфузий;
- в случаях возможной перфорации вен иглой:
 - извитые тонкие вены;
 - возбужденный больной;
 - трудность фиксации конечности;
 - необходимость проведения ИТ у маленького ребенка;
- при повышенном риске катетеризации центральной вены.

Внутривенный катетер надлежащего качества и правильно установленный может успешно функционировать до 7 сут.

Противопоказания к пункции и/или катетеризации периферической вены:

- воспаление пунктируемой вены (флебит или тромбофлебит);
- локальная неврологическая патология, которая может привести к изменению чувствительности и мышечному спазму;
- невозможность пунктировать периферическую вену;
- локальное инфицирование места пункции.

При выборе вены для пункции и/или катетеризации следует учитывать соотношение ее диаметра с диаметром катетера (иглы). Для большей скорости инфузии требуется и большого диаметра катетер (игла), и, соответственно, необходима более крупная вена. Катетер или игла не должны полностью закрывать просвет вены. Несоблюдение этого правила приводит к замедлению разведения вводимого препарата и может способствовать развитию тромбофлебита.

Чаще всего для пункции и катетеризации используют поверхностные (подкожные) вены рук в области предплечий и локтевых сгибов. Нередко прибегают к использованию вен тыла кисти с применением катетеров на игле. У младенцев наиболее часто пунктируют поверхностные вены шеи и волосистой части головы.

Рекомендуется избегать:

- катетеризации вен нижних конечностей из-за повышенного риска развития тромбоза;
- пункций вен на местах сгибов суставов с оставлением в их просвете игл из-за возможной перфорации сосудов;
- катетеризации вены в области планируемого оперативного вмешательства;
- пункции и/или катетеризации вен «вслепую», когда они плохо доступны пальпации и визуализации;
- катетеризации вен, в результате которой существенно ограничивается подвижность больного.

Методика проведения пункции и катетеризации периферической вены

Манипуляцию выполняют после обработки места пункции раствором антисептика и наложения проксимальнее его жгута для лучшего заполнения венозного русла, контурирования пунктируемой вены, увеличения ее диаметра. Выбрав точку пункции, иглу устанавливают по ходу вены срезом вверх, т.е. от поверхности кожи. Иглу вводят под углом 15–25° над фронтальной плоскостью, через кожу и подкожную клетчатку в вену. Критерием попадания иглы в просвет вены служит появление крови в ее павильоне, либо в прозрачной индикаторной камере катетера, либо в просвете шприца при потягивании поршня на себя. У детей старшего возраста и взрослых в момент попадания кончика иглы в просвет сосуда ощущается легкое чувство «провала». Убедившись, что игла находится в просвете сосуда, к ее павильону присоединяют систему для инфузий или шприц, с помощью которых вводят необходимые препараты. Появление болезненности и припухлости в области кончика иглы при поступлении раствора свидетельствуют о неправильном ее положении (в прилежащих тканях, а не в просвете сосуда) и поступлении препаратов в экстравазальное пространство. В этом случае иглу необходимо удалить.

При пункции иглой с надетым на нее катетером после верификации положения кончика иглы в просвете сосуда катетер аккуратно проводят в вену, а иглу извлекают. Проводить катетер рекомендуют мягко, без чрезмерных усилий во избежание разрыва сосуда и травмы окружающих тканей.

Эффективность функционирования выполненного сосудистого доступа проверяют:

- получением тока крови из катетера, что не всегда возможно на периферических венах;
- отсутствием болезненности, припухлости в области кончика катетера и сопротивления при введении 1–5 мл 0,9% раствора натрия хлорида.

При появлении перечисленных признаков катетер удаляют.

В дальнейшем катетер или игла прочно прикрепляются к коже с помощью нескольких полосок лейкопластыря, а на область пункции накладывают сухую стерильную повязку или (и это лучше) фиксацию проводят специальной прозрачной асептической наклейкой (например, Тегадерм).

ПУНКЦИЯ И КАТЕТЕРИЗАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ВЕН**Преимущества катетеризации центральных вен:**

- длительное использование данного доступа к сосудистому руслу (до нескольких месяцев);
- возможность выполнения массивных инфузий различных препаратов (скорость до нескольких литров в минуту);

- введение любых инфузионных сред;
- взятие крови для анализов и измерения центрального венозного давления так часто, как это необходимо;
- рентгенологический и ультразвуковой контроль расположения катетера.

Однако наряду с преимуществами сосудистый доступ через центральные вены имеет свои **недостатки и опасности**, к которым относятся:

- возможность пункции и/или травматического повреждения анатомических образований, расположенных рядом с веной (артерии, нервного сплетения, плевры, щитовидной железы, трахеи, мочевого пузыря и т.д.);
- образование гематомы в месте пункции сосуда или длительное кровотечение из пункционного отверстия при его повреждении или несоответствии диаметров иглы и катетера;
- необходимость в большинстве случаев проведения общего обезболивания при катетеризации центральной вены у детей;
- возможность тромбоза сосуда с полной обтурацией просвета;
- риск развития септических осложнений;
- риск эмболии ветвей легочной артерии.

Показания к катетеризации центральной вены — необходимость:

- проведения массивной (более 50% суточной потребности пациента в жидкости) и длительной (более 7 сут) инфузионной терапии;
- частого (более 2 раз в сутки) взятия проб венозной крови и измерения центрального венозного давления;
- длительного (более 7 сут) или полного парентерального питания (ПП) или ПП любой длительности по системе «гипералиментации»;
- введения растворов, вызывающих раздражение интимы вен;
- обеспечения доступа к периферическому венозному руслу при необходимости проведения инфузионной терапии.

Нельзя катетеризировать вены при наличии флебита (тромбофлебита) или локального инфицирования места пункции. Недопустимо проведение данной манипуляции врачами, не имеющими соответствующей квалификации.

В педиатрической практике для центрального венозного доступа используют вены:

- подключичную, *v. subclavia*;
- внутреннюю яремную, *v. jugularis interna*;
- бедренную, *v. femoralis* (редко).

Для установки катетера в центральную вену применяют методику по Сельдингеру:

- пункция вены иглой;
- проведение через иглу в вену проводника;
- удаление иглы;
- введение катетера в вену по проводнику.

Техника катетеризации подключичной вены

Больной лежит на спине горизонтально или в положении Тренделенбурга с небольшим валиком под плечами. Голова максимально повернута в противоположную пункции сторону, руки приведены к туловищу. Пункцию подключичной вены производят иглой с присоединенным к ней шприцем

после стерилизации операционного поля и обкладывания зоны действия стерильными салфетками (пеленками). Место пункции у детей выбирают в промежутке между ключицей и первым ребром по среднеключичной линии. Направление движения иглы на яремную вырезку или грудино-ключичное сочленение. Иглу продвигают позади ключицы параллельно фронтальной плоскости, при этом постоянно поддерживая в шприце разряжение, подтягивая поршень на себя. При попадании среза иглы в вену в шприце появляется кровь небольшим «фонтаном». Далее шприц отсоединяют и через иглу вводят в вену J-образный проводник на заранее рассчитанную глубину, ориентируя J-образный изгиб в сторону сердца. При направлении J-образного конца проводника краниально центральный венозный катетер в дальнейшем может быть установлен против тока крови во внутреннюю яремную вену на стороне пункции (до 13% случаев установки центрального венозного катетера в подключичную вену). Контроль положения проводника и катетера при обеспечении сосудистого доступа в бассейне верхней полой вены рекомендуют проводить с помощью ЭКГ-мониторинга. Возможно выявление различных видов нарушений сердечного ритма — от единичных предсердных до групповых желудочковых экстрасистол, которые могут возникать в 60–90% случаев при проникновении проводника в правые отделы сердца. При проникновении проводника в полость правого предсердия регистрируют изменения внутрисосудистой формы ЭКГ в виде непропорционального увеличения предсердного зубца Р в 5–10 раз. Перемещение металлического проводника в сосудистом русле под контролем I стандартного отведения на ЭКГ дает возможность в реальном времени устанавливать его дистальный конец в оптимальную позицию — в верхнюю полую вену над правым предсердием. Затем пункционную иглу удаляют и по проводнику устанавливают центральный венозный катетер, заранее заполненный стерильным физиологическим раствором на длину находящегося в просвете сосуда проводника. После установки центрального венозного катетера удаляют проводник, проверяют обратный ток крови, катетер фиксируют к коже специальной асептической наклейкой или подшивают к коже лигатурами с наложением на них стерильной повязки.

Возможные технические осложнения:

- пункция артерии (проявления — гематома, гемоторакс, пневмоторакс);
- ранение грудного лимфатического протока при пункции подключичной вены слева (проявление — развитие лимфоторакса).

Техника катетеризации внутренней яремной вены

Положение больного и подготовка операционного поля аналогичны таковым при пункции и катетеризации подключичной вены. Однако в данном случае при повороте головы в сторону, противоположную месту пункции, добиваются максимального контурирования ножек грудино-ключично-сосцевидной мышцы, и валик под плечами располагается менее высокий. Вену пунктируют под углом 40–60° к горизонтальной поверхности в каудальном направлении, с созданием постоянного разряжения в шприце с физиологическим раствором. При попадании иглой в просвет вены и поступлении крови струей в шприц последний отсоединяют от иглы и через нее вводят проводник. Далее иглу удаляют, а по проводнику вращательно-

поступательными движениями вводят до нужной глубины катетер. Существуют 3 основных доступа к внутренней яремной вене:

- латеральный — по наружному (латеральному) краю латеральной ножки грудино-ключично-сосцевидной мышцы;
- медиальный — по внутреннему (медиальному) краю латеральной ножки грудино-ключично-сосцевидной мышцы (у детей, особенно раннего возраста, фактически не используется из-за относительного неудобства в эксплуатации и анатомических особенностей — короткая шея);
- срединный (центральный) — между ножками грудино-ключично-сосцевидной мышцы у места их соединения с ключицей и грудиной.

При пункции и катетеризации внутренней яремной вены могут возникать затруднения, связанные с:

- уменьшением ее диаметра при спадении (коллабировании) во время вдоха в условиях гиповолемии;
- инверсным расположением сонной артерии;
- врожденными аномалиями развития (например, меньший диаметр внутренней яремной вены по сравнению с близлежащей сонной артерией).

В целях профилактики неудачных пункций и катетеризаций внутренней яремной вены рекомендуют соблюдать правильную укладку больного, при пункции создать повышенное давление в грудной полости (кратковременное, в течение 15–30 с, повышение положительного давления в конце выдоха до 10–12 см вод.ст., проба Вальсальвы), предварительно выполнить УЗИ в месте пункции с определением глубины расположения вены, ее диаметра и степени коллабирования на вдохе, взаимного расположения внутренней яремной вены и сонной артерии.

Возможные технические осложнения:

- пункция артерии с развитием гематомы;
- повреждение звездчатого узла с развитием синдрома Горнера:
 - псевдоптоз;
 - миоз;
 - энофтальм;
 - ангидроз на стороне поражения;
- повреждение блуждающего нерва (как вследствие сдавления возможной гематомой, так и при непосредственном повреждении пункционной иглой), которое проявляется:
 - свисанием мягкого нёба на стороне поражения, неподвижностью или отставанием его на данной половине при произнесении звука «а»;
 - отклонением язычка в здоровую сторону;
 - параличом голосовой связки (голос становится хриплым);
 - утратой глоточного рефлекса со слизистой пораженной стороны зева;
 - небольшой дисфагией.

Техника катетеризации бедренной вены

Положение пациента при пункции и катетеризации бедренной вены с возвышенным на 15–25° головным краем (положение Фовлера) с небольшим отведением на 15–25° и ротацией бедра кнаружи от срединной линии. Пункцию бедренной вены выполняют на 1–2 см ниже паупертовой связки с медиальной стороны от пальпаторно определяемой пульсации бедренной артерии. Иглу вводят под углом 45–60° к горизонтальной поверхности

в направлении сердца, при постоянном выполнении аспирационной пробы (потягивание поршня шприца, заполненного физиологическим раствором). Появление в просвете шприца крови струей свидетельствует о нужном месте нахождения иглы, после чего шприц удаляют, а через иглу вводят проводник. В дальнейшем техника катетеризации вены аналогична описанию таковой при катетеризации подключичной и внутренней яремной вены.

В условиях гиповолемии и неправильной укладки пациента (положение Тренделенбурга) бедренная вена в момент пункции может сдавливаться вплоть до полного смыкания передней и задней стенки. У некоторых пациентов возможны варианты расположения бедренной вены, затрудняющие ее нахождение при пункции и катетеризации, что дает определенный процент неудачных попыток и осложнений. Наиболее значимое осложнение при повреждении ветвей бедренной артерии — образование массивных гематом, распространяющихся в забрюшинное пространство.

Профилактика возможных осложнений:

- правильная укладка пациента;
- УЗИ-контроль до выполнения и во время манипуляции;
- создание повышенного давления в грудной, брюшной полости (кратковременное повышение положительного давления в конце выдоха до 7–9 см вод.ст., проба Вальсальвы);
- последовательное применение катетеров от меньшего к большему диаметру с бужированием стенки сосуда [например, катетер внутривенный с крыльями и дополнительным портом («флексюля») или «браунюля» для пункции периферических вен соответствующего размера, чтобы через него можно было провести проводник из комплекта промышленного производства для катетеризации центральной вены].

ВНУТРИКОСТНЫЙ ДОСТУП У ДЕТЕЙ

Возможность применения внутрикостного доступа (ВКД) для обеспечения доступа к сосудистому руслу обусловлена тем, что сосуды внутрикостного пространства связаны с центральным кровотоком продольными гаверсовыми каналами, каждый из которых содержит артерии и вены, а те в свою очередь объединены посредством каналов Фолькмана. Примечательно, что при любых состояниях внутрикостные сосуды не спадаются.

Популярность метода внутрикостной инфузии, впервые описанного в 1934 г., в последние годы стала возрастать, особенно в педиатрической практике, в связи с появлением новых технических устройств и совершенствованием технологии его выполнения.

Сегодня данный метод позиционируется как:

- эффективный;
- надежный;
- относительно простой;
- быстрый;
- временный вариант экстренного обеспечения доступа к сосудистому руслу через костные структуры.

К основным недостаткам ВКД к сосудистому руслу (по сравнению с периферическим внутривенным доступом) относят:

- его временный характер;
- риск развития серьезных осложнений.

Наличие современного оборудования позволяет добиваться успешного установления ВКД практически всегда. Проще его выполнять у детей младшего возраста, поскольку у детей старшего возраста и у взрослых степень васкуляризации костного мозга становится меньше и увеличивается толщина костной пластины.

Через внутрикостный доступ можно вводить фактически все препараты, которые вводят внутривенно: начало их действия и концентрация практически аналогичны. Кровь из внутрикостного пространства:

- можно использовать для определения:
 - группы крови и ее совместимости;
 - биохимического анализа;
 - оценки рН;
- нельзя использовать для подсчета клеточного состава, так как она содержит клетки костного мозга.

Показания для внутрикостного доступа

- Необходимость быстро обеспечить сосудистый доступ для лечения угрожающих жизни состояний:
 - остановка сердечной деятельности;
 - шок;
 - тяжелая дегидратация;
 - дыхательная недостаточность;
 - комы;
 - эпилептический статус и т.п.
- Несостоятельность попыток обеспечить сосудистый доступ иным образом в течение 90 с при чрезвычайной ситуации.
- Невозможность достичь сосудистого доступа другими методами.

Противопоказания для внутрикостного доступа

- Перелом кости, которую предполагают использовать для ВКД.
- Ожоги, раны или другие повреждения мягких тканей в области предполагаемой установки ВКД.
- Инфекции в области предполагаемой установки ВКД.
- Нарушения строения костной ткани, повышающие риск ее перелома (дефекты остеогенеза, остеопороз и т.п.).
- Неудачные попытки недавней установки ВКД в этой области (возможность истекания вводимых растворов из места предыдущего вкола).

Место инъекции для внутрикостного доступа

У пациентов весом до 39 кг (дети) лучшим местом для ВКД считают переднемедиальную поверхность проксимального или дистального эпифиза большой берцовой кости (рис. 1.1). Также можно использовать переднюю поверхность дистального эпифиза бедренной кости. Большая берцовая кость предпочтительнее, так как переднемедиальная поверхность ее располагается сразу под кожей и проста для идентификации.

Для больных весом 40 кг и более в качестве места доступа предпочтительно использовать дистальный и проксимальный эпифиз большеберцовой кости или головку плечевой кости. Кроме того, существуют другие места выбора: включая лучевую и локтевую кости, грудину (у детей запрещен), гребень подвздошной кости, ключицу (у детей запрещен) и пяточную кость. Независимо от того, какое место выбрано, оно должно быть легкодоступным и не должно создавать помех для проведения таких процедур, как спинальная иммобилизация или сердечно-легочная реанимация.

Техника внутрикостного доступа у детей

Современные устройства для ВКД:

- костный инъекционный пистолет Bone Injection Gun (BIG), рис. 1.2;
- система EZ-IO корпорации Vidacare (рис. 1.3).

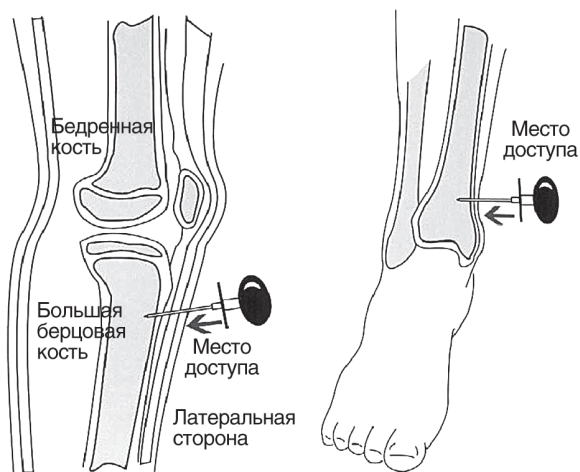


Рис. 1.1. Место предпочтительной установки внутрикостного доступа



Рис. 1.2. Костный инъекционный пистолет Bone Injection Gun (BIG). Существует два вида: красный — педиатрический 18 GA для детей 0–12 лет; синий — для детей от 12 лет и взрослых 15 GA



Рис. 1.3. Система EZ-IO PD

Предпочтительно использование системы EZ-IO, состоящей из небольшой дрели и скошенных полых игл с наконечниками, имеющих накручивающийся съемный порт. Преимущества системы в специальной заточке иглы, не повреждающей надкостницу и создающей после удаления иглы маленькое отверстие, которое закрывается окружающими тканями. Точное соответствие

диаметра иглы отверстию в кости предотвращает попадание вводимых растворов в окружающие ткани из места ее нахождения. Возможность удобного, безопасного и быстрого введения растворов во внутрикостное пространство обеспечивается специальным переходником для присоединения иглы к инфузионной системе с предохранительным клапаном от попадания воздуха. Иглу удаляют с помощью накручивающегося шприца, находящегося в комплекте.

Последовательность манипуляций при внутрикостном доступе:

- оценить массу тела пациента;
- определить место установки;
- провести асептическую обработку в месте установки;
- подготовить систему для инфузий;
- надежно зафиксировать иглу в дрели (рис. 1.4, а);
- удалить предохранительный колпачок с иглы, установленной в дрели (рис. 1.4, б);
- установить иглу в кость в обозначенном месте.

Нельзя прикасаться к игле руками или пальцами. При ее установке следует обеспечить неподвижность пациента.

Техника установки иглы для внутрикостного доступа

1. Установить дрель иглой к месту пункции под углом 90° к кости (рис. 1.4, в). Аккуратно надавить на дрель, проткнув иглой мягкие ткани до соприкосновения ее с костью.
2. Над поверхностью кожи должно находиться как минимум 5 мм длины иглы.
3. Перфорировать верхний слой кости, включив дрель (нажать на кнопку «пуск») и оказывая мягкое стабильное давление перпендикулярно кости (рис. 1.4, в).
4. Остановить дрель (отпустить кнопку «пуск») и закончить процедуру установки, если:
 - ощущается внезапное «сопротивление» или «потеря сопротивления» до входа в костномозговое пространство;
 - достигнута необходимая глубина (рис. 1.4, г).
5. Убедиться, что игла неподвижна.
6. Присоединить набор EZ-коннект к замку Луэра (рис. 1.5, а). **Не присоединять шприц напрямую к замку Луэра!**
7. Ввести 5 мл струйно (болюс) физиологического раствора при использовании детского набора. При использовании взрослого набора (у детей старшего возраста) ввести болюс 10 мл.
8. После введения болюса физиологического раствора и убедившись, что нет подтекания в окружающие ткани вводимой жидкости из места нахождения иглы, продолжить вводить препараты по показаниям.
9. Наложить фиксирующую повязку.

Верификация и оценка правильной установки ВКД

- Обычно в начале установки устройства возникает ощущение «щелчка» или внезапной потери сопротивления с того момента, как игла проходит через внешнюю, или жесткую, часть кости в мягкий костный мозг (не так явно у новорожденных, у которых кости мягкие).
- Находясь на месте, игла должна оставаться в фиксированном состоянии без поддержки, поскольку кора кости удерживает иглу в определенной

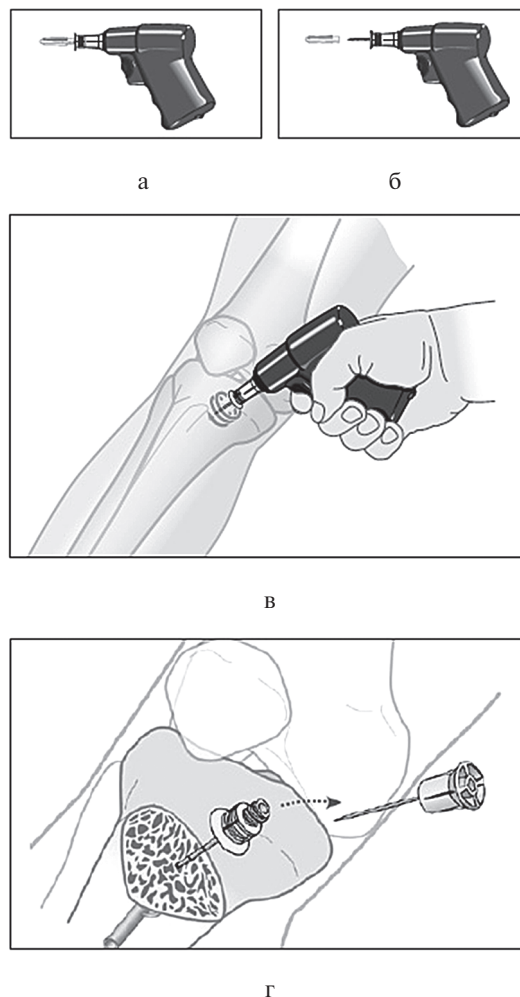
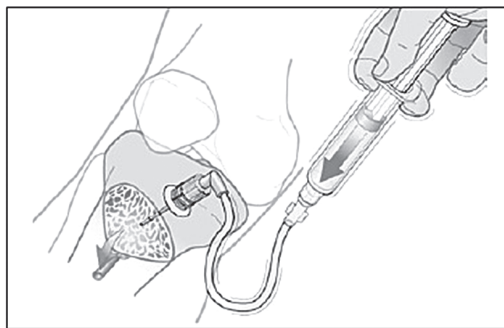


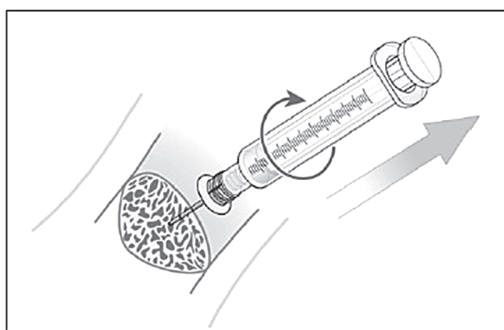
Рис. 1.4. Последовательность манипуляций при внутрикостном доступе

- позиции (у новорожденных кости мягкие, поэтому игла не столь устойчива, как у старших детей).
- Изредка в шприц аспирируется небольшое количество костного мозга. Как только игла оказывается на месте, появляется возможность инфузии жидкости с помощью шприца, автоматической или внутривенной (капельница) системы (обычно под давлением). Жидкость должна свободно вводиться через иглу без инфильтрации подкожных тканей.
- Регулярная оценка окружающих тканей на предмет наличия признаков инфильтрации также необходима при внутрикостной инфузии, как и при проведении внутривенной периферической инфузии.

После того как один из традиционных внутривенных доступов установлен, устройство ВКД может быть удалено. Наиболее часто ВКД остается на месте в течение нескольких часов, а в некоторых случаях может находиться на месте без последствий до 72 ч.



а



б

Рис. 1.5. Последовательность манипуляций при внутрикостном доступе

Удаление иглы для ВКД производят аккуратным вращением по часовой стрелке с одновременным потягиванием на себя. Не следует раскачивать иглу во время процедуры (рис. 1.5, б). После удаления иглу помещают в соответствующий контейнер.

При использовании мешка под давлением или насоса скорость инфузии такая же, как при внутривенном введении.

Осложнения

- Инфильтрация (вытекание жидкости в окружающие ткани в месте стояния иглы) — при неправильной постановке иглы. Может образоваться подкожный и подпериостальный инфильтрат. Если обнаружена какая-либо инфильтрация, инфузия должна быть немедленно прекращена.
- Синдром сдавления (*compartment syndrome*) — при стремительной инфузии, без предварительного промывания катетера физиологическим раствором. Инфильтрация и последующий синдром сдавления представляют определенную опасность, если они вовремя не распознаны, так как это может закончиться локальным некрозом тканей и даже потерей конечности. Это особенно значимо, если производилась инфузия небезразличного для тканей препарата, например допамина. Избежать этих осложнений

поможет регулярный осмотр места ВКД и оценка состояния окружающих тканей.

- Смещение — при плохой фиксации иглы и чрезмерной подвижности пациента.
- Перелом — обычно речь идет о большой берцовой кости у детей, чаще у новорожденных, при приложении чрезмерной силы.
- Боль.
- Инфекция. Одним из наиболее часто возникающих инфекционных осложнений, связанных с размещением ВКД, является остеомиелит. При соблюдении асептики фактический риск этой инфекции составляет только 0,6% и потенциально даже меньше, если устройство в последующем быстро удалено.
- Повреждение эпифизарного хряща — риск потенциального нарушения роста кости.

1.2. ИНФУЗИОННАЯ ТЕРАПИЯ

Инфузионная терапия (ИТ) — метод лечения, основанный на парентеральном введении в организм больного необходимых для его жизнедеятельности компонентов, растворенных в жидкой среде.

Показание для проведения инфузионной терапии — восстановление или поддержание гомеостаза организма, когда энтеральное введение субстратов жизнедеятельности становится недостаточным, неэффективным или невозможным.

Основные задачи ИТ:

- устранение гиповолемии;
- коррекция водно-электролитных нарушений;
- дезинтоксикация;
- коррекция нарушений метаболизма;
- обеспечение организма макро- и микронутриентами;
- коррекция гемостазиологических и реологических свойств крови;
- длительное и равномерное введение медикаментов.

Для решения этих задач врач обязан сформировать перед собой ряд вопросов практического характера:

- путь введения;
- состав инфузионных растворов;
- доза препарата для парентерального введения;
- программа терапии;
- последовательность и скорость введения препаратов;
- мониторинг инфузионной терапии.

Любая ИТ проводится по принципу последовательного решения наиболее актуальной задачи текущего момента. Первично решается вопрос экстренной коррекции нарушений кровообращения, например, устранение дефицита объема циркулирующей крови (ОЦК) и объема жидкости, содержания важнейших электролитов, белка плазмы крови и т.д. Затем коррекция сохраняющихся нарушений гомеостаза. Конкретные программы ИТ зависят от вариантов ведущего патологического синдрома. Каждый этап должен сопро-

вождаться необходимым мониторингом показателей, позволяющих проводить полную и адекватную оценку эффективности ИТ.

Этапы выполнения программы инфузионной терапии

- Сбор анамнеза, осмотр больного, принятие решения о необходимости проведения ИТ.
- Выбор и обеспечение доступа к сосудистому руслу.
- Забор крови для экспресс-анализов.
- Начальный этап ИТ — инфузия так называемого стартового раствора (например, сбалансированного полиионного кристаллоидного раствора при острой гиповолемии или дегидратации).
- Основной этап ИТ (продолжение коррекции имеющихся нарушений гомеостаза с подбором специальных инфузионных растворов на основании клинико-инструментальных и лабораторных данных мониторинга).

Расчет количества жидкости для ИТ производят на основании совокупности данных:

- возрастной физиологической потребности;
- наличия дефицита жидкости в организме;
- дополнительных патологических потерь.

Необходимо учитывать, что при:

- подъеме температуры тела выше 37 °С следует увеличивать общий объем жидкости в среднем на 10 мл/кг в сутки на каждый 1 °С;
- наличии постоянного тахипноэ общий объем жидкости увеличивают в среднем на 10 мл/кг в сутки на каждые 10 дыхательных циклов в минуту сверх физиологической нормы;
- невозможности измерения потерь из желудочно-кишечного тракта (рвота, диарея) их компенсируют из расчета 20 мл/кг в сутки.

Основа ИТ — инфузионные растворы, понимание фармакологии которых, их дозирования, технологии применения служит ведущим фактором в успехе проводимой терапии.

Все препараты инфузионной терапии делятся на:

- коллоидные;
- кристаллоидные.

Помимо этого в клинической практике широкое распространение получила классификация инфузионных растворов, в основу которой положена особенность их функционального действия.

- Растворы волемиического (гемодинамического) действия.
- Дезинтоксикационные растворы.
- Растворы для парентерального питания.
- Растворы, применяемые для коррекции водно-электролитного обмена и КОС.
- Переносчики кислорода.
- Инфузионные антигипоксанты.
- Растворы комплексного действия.

По совокупности применения в инфузионной терапии преобладают кристаллоидные растворы. Детям, находящимся в критическом состоянии, растворы данной группы назначают чаще других.

КРИСТАЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ

Основное предназначение кристаллоидных растворов — увеличение объема воды в интерстициальном пространстве, куда они способны достаточно быстро перемещаться. Например, через час после внутривенной инфузии изотонического раствора натрия хлорида в сосудистом русле останется всего 20% введенного объема. Эти растворы успешно используют для возмещения жидкости при различных формах ее потери и дефицита в организме пациента.

Некоторые кристаллоидные растворы представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Сравнительная характеристика кристаллоидных растворов в отношении плазмы крови

Раствор	Натрий, ммоль/л	Хлор, ммоль/л	Калий, ммоль/л	Кальций/магний, ммоль/л	Буфер, ммоль/л	pH	Осмоляльность, мОсм/кг H ₂ O
0,9% NaCl	154	154	—	—	—	5,7	308
Раствор Рингера*	138	140	1,3	0,7/0	Бикарбонат (1,2)	7,0	281
Рингер Лактат*	130	109	4	3/0	Лактат (28)	6,7	273
Раствор Рингера (Фрезениус) ^{sp}	147	155	4	2,25/0	—	—	309
Нормосоль [®]	140	98	5	0/3	Ацетат (27), Глюконат (23)	7,4	295
Ацесоль*	110	99	13	—	Ацетат (24)	—	246
Хлосоль*	124	105	25	—	Ацетат (42)	6,5–7,5	294
Трисоль*	133	98	13	—	Бикарбонат (48)	—	292
Лактасол*	139	115	4	1,5/1,0	Лактат (30), Бикарбонат (3,5)	—	—
5% Глюкоза	—	—	—	—	—	3,0–5,5	278
Стерофундин изотонический*	140	141	4	2,5/1	Малат (10)	3,0–5,0	286
Плазма-Лит 148* (Baxter)	140	98	5	0/1,5	Ацетат (27), Глюконат (23)	5,0–7,0	295

Окончание табл. 1.1

Раствор	Натрий, ммоль/л	Хлор, ммоль/л	Калий, ммоль/л	Кальций/магний, ммоль/л	Буфер, ммоль/л	pH	Осмоляльность, мОсм/кг H ₂ O
Йоностерил [▲]	137	110	4	1,65/1,25	Ацетат (36,8)	5,0–7,0	291
1,5% меглюмина натрия сукцинат (Реамберин [▲])	142	109	4	0/1,2	—	7,46	290
Плазма крови человека сухая (Плазма)	141	103	4–5	5/2	Бикарбонат (26)	7,4	289

Детальное последовательное исследование возможностей данных препаратов, несмотря на длительную историю их применения в клинической практике, указывает на неоднозначность их влияния в зависимости от патологии, объемов и режимов использования.

Введение большого объема 0,9% водного раствора натрия хлорида (в пределах ОЦК) может спровоцировать развитие гиперхлоремического метаболического ацидоза.

Раствор Рингера[▲] с лактатом (Рингер Лактат[▲]) имеет более физиологичный состав, чем изотонический раствор натрия хлорида. В качестве буфера в раствор добавлен лактат (молочная кислота), который связывает водородные ионы. При этом pH среды возрастает. Однако надо учитывать, что при некоторых состояниях входящий в состав раствора лактат не обеспечивает достаточную емкость буферной системы (например, при шоке). Ионы K⁺ могут негативно влиять на больных с недостаточностью надпочечников и почек, а ионы Ca²⁺ — на больных с геморрагическим шоком после реанимационных мероприятий.

Раствор Нормосоль[®] имеет примерно в 2 раза более выраженные буферные свойства, чем раствор Рингер Лактат[▲]. В состав раствора вместо ионов Ca²⁺ входят ионы Mg²⁺. Основная ценность раствора Нормосоль[®] заключается в его способности нормализовать pH среды. Кроме того, ионы магния служат антагонистами ионов кальция и предупреждают развитие Ca²⁺-индуцированной вазоконстрикции.

Раствор Глюкозы для внутривенного введения до настоящего времени чаще применяют в концентрации 5%. Кроме того, существуют 10%, 20% и 25% растворы Глюкозы. По возможности рекомендуют отказаться от применения растворов Глюкозы в концентрации более 25% в связи с их высокой осмоляльностью.

Гипонатриемия — наиболее частое электролитное нарушение (до 25% госпитализированных детей). Большинство гипонатриемий у детей имеет приобретенный характер после внутривенного введения гипотонических инфузионных растворов, в связи с чем не рекомендуется их рутинное применение.

Для поддержания водного баланса целесообразно использовать 5% раствор декстрозы с 0,3% солевым раствором натрия хлорида и сбалансированные солевые растворы (главным образом Рингер Лактат[▲]) для объемного замещения.

К препаратам, способным оказывать еще и коррекцию на уровне метаболизма клетки, обладающим антиоксидантным и антигипоксантичным действием, относятся растворы фумарата (Мафусол[▲]) и сукцината [меглюмина натрия сукцинат (Реамберин[▲])] — янтарной кислоты.

Присутствующие в составе кристаллоидных инфузионных растворов антиоксиданты и антигипоксанты, в частности янтарная кислота, позволяют получать более широкий спектр терапевтического эффекта от проводимой инфузионной терапии. Это в полной мере относится и к профилактике гипоксии, интоксикации и иммуносупрессии, которые сами по себе могут привести к развитию критических и терминальных состояний, сопровождающихся нарушением метаболизма и энергообмена в клетках организма.

Меглюмина натрия сукцинат (**Реамберин[▲]**) содержит ионы натрия хлорида, калия, магния, гидроксида натрия и меглюмина натрия сукцинат. Успешно используется в терапии:

- перинатальной гипоксии;
- острых кишечных инфекций с выраженными симптомами интоксикации;
- острого вирусного гепатита;
- гнойно-септических заболеваний;
- термических ожогов;
- состояний после утопления.

Вводят в дозе 6–10 мл/кг в сутки со скоростью 3–4 мл/мин.

Мафусол[▲] содержит ионы натрия, магния, хлора и фумарата. Используется в лечении и профилактике:

- абсолютной и относительной гиповолемии;
- кровопотери;
- шока;
- интоксикации;
- гипоксических состояний различной этиологии;
- интоксикаций;
- острых нарушений мозгового кровообращения по ишемическому типу.

Специальных указаний для применения в детской практике нет. Используют в дозе до 40 мл/кг в сутки (в зависимости от показаний к назначению).

КОЛЛОИДНЫЕ ПРЕПАРАТЫ

К категории коллоидных препаратов относятся растворы, которые:

- восполняют дефицит крови или плазмы за счет онкотического действия и способны длительно циркулировать в сосудистом русле;
- достигают гемодинамического эффекта привлечением жидкости из интерстиция;
- снижают депонирование крови путем улучшения ее реологических свойств.

Эту группу препаратов, главным образом, используют для:

- лечения и профилактики шока;
- коррекции артериального давления;
- улучшения гемодинамических показателей в целом.