

Anaesthesia Tutorial of the Week

Education for anaesthetists worldwide

Выпуск № 317

Май 2016 г.

Оригинальный выпуск: 26 июня 2015 г.

Внутрикостный доступ



Редактор английского издания: **Bruce McCormick**

Редактор русского издания: **В. В. Кузьков**

Технический редактор: **А. А. Ушаков**

Перевод: **Д. А. Волков (Архангельск)**

Всемирная федерация обществ анестезиологов
World Federation of Societies of Anaesthesiologist (WFSA)

Внутрикостный доступ

S. Bradburn, Stuart Gill

E-mail: atotw@wfsahq.org

Вопросы

Для начала попробуйте ответить на следующие вопросы (ответы с объяснениями вы можете найти в конце статьи. Для каждого высказывания ответьте «верно» или «неверно».)

1. Следующие утверждения верны относительно внутрикостного доступа:

- При применении внутрикостного доступа может быть достигнута скорость инфузии сравнимая с центральным подключичным катетером.
- Может безопасно применяться введение реанимационных препаратов.
- Анатомические ориентиры для внутрикостного доступа всегда легко найти у пациентов с ожирением.
- Это наиболее болезненное место введения.

2. Для внутрикостного доступа у детей наиболее пригодны следующие места:

- Дистальный отдел бедра.
- Грудина.
- Проксимальный отдел большеберцовой кости.
- Головка плечевой кости.

3. Существуют следующие противопоказания для внутрикостного доступа:

- Перелом проксимальнее предполагаемой точки внутрикостного доступа.
- Ожоги дистальнее предполагаемой точки внутрикостного доступа.
- Локальное воспаление над точкой предполагаемого внутрикостного доступа.
- Сепсис.

4. Осложнения ВК доступа включают следующие состояния:

- Кровотечение.
- Микропереломы.
- Остемиелит.
- Остепороз.

Ключевые моменты:

- Внутрикостный (ВК) путь введения надежная и чрезвычайно ценная альтернатива венозному доступу, которая, однако, используется недостаточно.
- Внутрикостный доступ может использоваться при травме, неотложных состояниях и в случаях, когда необходимо восполнение ОЦК.
- Имеется несколько способов и мест, которые можно использовать для ВК доступа.
- Введению ВК иглы легко научиться, но результат зависит от знакомства с инструментами и правильной техникой исполнения, что описывается в этом руководстве.

ВВЕДЕНИЕ

Внутрикостный (ВК) доступ альтернативный метод, обеспечивающий венозное введение препаратов или жидкости. В основном используется в военной и догоспитальной медицине, внутрикостный доступ расширяет свое использование в различных ситуациях: отделениях интенсивной терапии, во время сердечно-легочной реанимации, в педиатрической практике и завоевывает популярность среди взрослого контингента, где внутрикостный

доступ связан с трудностями и строго ограничен по времени. ВК путь введения одобрен Британским Реанимационным советом и в текущих рекомендациях ALS и APLS.^{1,2}

ВЕНОЗНОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ КОСТЕЙ

Теоретически, внутрикостный доступ может быть осуществлен в любой крупной кости и современные устройства совместимы с любыми особенностями

точек доступа, включая грудину. Так как кости несжимаемы, внутрикостное пространство останется раскрытым, даже у пациента в состоянии шока. Это обеспечивает готовый, возможный путь для инфузии препаратов или растворов в экстренной ситуации, который также обеспечивает доступ к аспирации костного мозга, который можно использовать для некоторых простых тестов.^{3,4}

Венозное сплетение длинных костей представляет собой дренируемую в центральное кровообращение систему, по скорости дренирования сравнимая с центральным венозным доступом.⁴⁻⁷ Инфузионная терапия также может быть выполнена через ВК путь⁸, с достаточной скоростью введения 1–3 литра/час через большеберцовый доступ или 5 л/час через доступ в плечевой кости. Из-за внутреннего давления внутрикостного пространства, инфузия в основном не протекает эффективно только при действии одних сил гравитации и требует использования повышенного давления, например использование вакуумных мешков, шприцевого инфузионного насоса или ручное нагнетание.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

Абсолютные

- Травма кости в проксимальном по отношению к доступу отделе кости, или в ходе предыдущего ВК доступа в той же конечности. Повреждение кости в проксимальном по отношению к доступу отделе делает возможным выход инфузии из сосудистого русла и потенцирует развитие компартмент синдрома.⁹⁻¹¹
- Воспалительный процесс находящийся в области доступа. Имеются опасения относительно заноса

инфекции в вещество кости и развития остеомиелита.¹¹⁻¹³

Относительные противопоказания

- Протезы в целевой конечности (протезирование коленного сустава, наличие штифта в большеберцовой кости, экстрамедуллярный остеосинтез в области плеча), или предшествующая стернотомия. Повреждение костного матрикса может быть непредсказуемой помехой доступу или скорости введения. Введение в находящиеся металлические структуры может быть причиной повреждения протеза или ВК иглы.
- Сложности в идентификации анатомических ориентиров. У некоторых пациентов, ВК устройства следует использовать в экстремальных ситуациях, так как возможно повреждение подлежащих структур.¹²

ОСНОВНЫЕ ТОЧКИ ДОСТУПА

На данный момент имеется несколько описанных точек доступа, их важно знать, так как некоторые устройства ограничены анатомической особенностью. Анатомические ориентиры для основных мест описаны ниже:

Головка плечевой кости

При согнутой в локте руке, уложенной на живот пациента, пальпируйте хирургическую шейку плеча, пока не обнаружите большую бугристость плеча. Место введения примерно на 1 см выше хирургической шейки и на 2–3 см латеральнее сухожилия бицепса (рисунок 2). Введите иглу под углом 45 градусов, направляясь к противоположной лопатке. Изготовитель не рекомендует эту технику в педиатрической практике, но часто в клинической

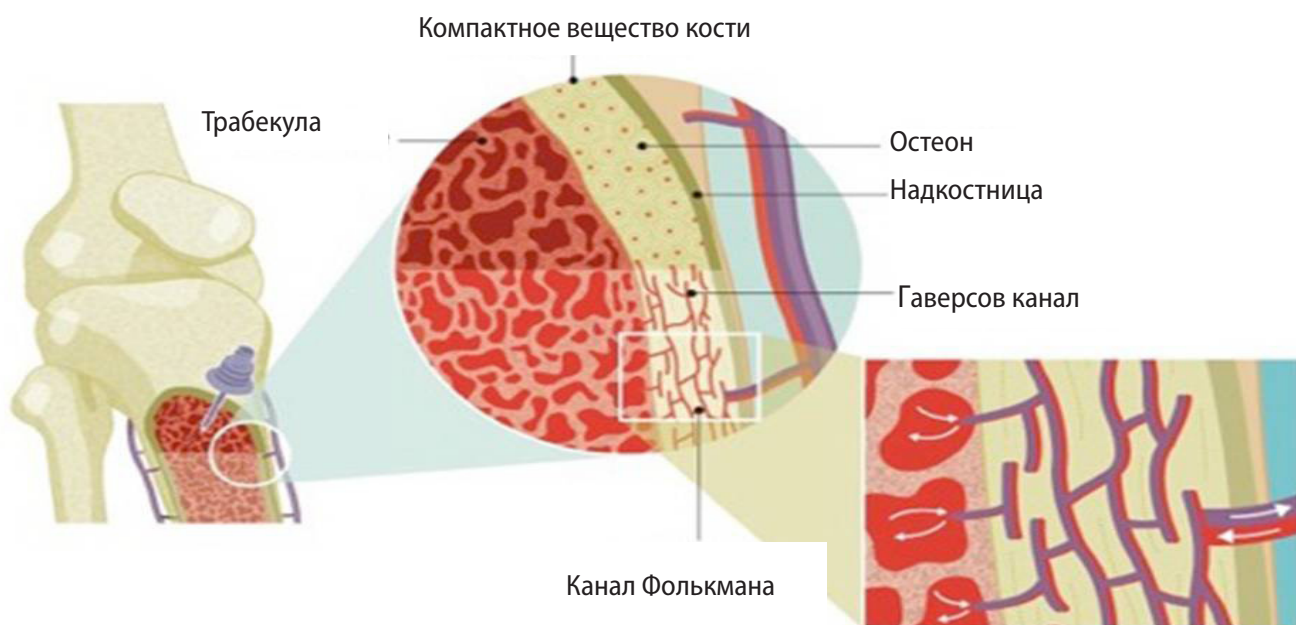


Рисунок 1. Сосудистая анатомия длинных трубчатых костей. Внутрикостный доступ достигается при попадании в трабекулярное пространство кости.

практике этот метод остается единственно возможным.⁽¹¹⁾

Проксимальная часть большеберцовой кости

Пальпация проводится на 2 см медиальнее и 1–2 см ниже надколенника. В этой области пальпируется большеберцовая бугристость. Убедитесь, что вы можете почувствовать кость под подкожными тканями (рисунок 3). Иглу следует вести слегка под углом дистально, в противоположную сторону от колена.¹¹

Следующие пути менее используются, но могут быть рассмотрены, если невозможно использовать проксимальный отдел большеберцовой кости или головку плечевой кости.

Дистальный отдел большеберцовой кости

Пропальпируйте наиболее выступающую часть медиальной лодыжки, а также передний и задний край большеберцовой кости. Убедитесь в наличии плоской поверхности кости и сделайте доступ на 3 см проксимальнее точки, под углом в 90 градусов по отношению к коже.¹¹

Дистальная часть бедра

При полностью разогнутой в колене нижней конечности, пропальпируйте мыщелок бедренной кости. Идеальная точка введения на 2 см выше и на 1–2 см медиальнее средней линии (проксимальное смещение важно, дабы избежать повреждения эпифизарной зоны роста у молодых пациентов). Ногу следует иммобилизовать до тех пор, пока канюля подвижна, так как движение в коленном суставе может вызвать смещение канюли сухожилием квадрицепса.¹⁶

Грудина

Этот путь введения использовался при военных конфликтах у военнослужащих, так как грудина чаще всего защищена бронежилетом и за счет этого остается нетронутой в случае серьезной травмы. Определите рукоятку грудины, примерно 2 см ниже яремной вырезки и введите иглу под углом в 90 градусов по отношению к коже. Ведение жидкости



Рисунок 2. Анатомический ориентир для доступа к плечевой кости.

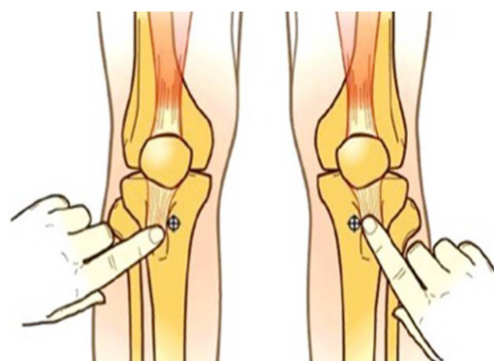


Рисунок 3. Анатомические ориентиры для большеберцового доступа.

проходит во внутренние грудные вены, в непарные вены и далее в систему центральных вен.^{11,17}

ОСНОВНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВК ДОСТУПА

Необходимо следовать следующим ключевым пунктам, во всех попытках ВК доступов:

- Обеззараживание кожи в месте введения иглы.
- Ручная стабилизация кости во время доступа.
- Аспирация содержимого после введения иглы для подтверждения правильного положения.
- В случае пробуждения пациента, произвести инъекцию местного анестетика (преимущественно лидокаина) во ВК иглу. Это первоочередное мероприятие, которое может уменьшить боль в ходе последующей инфузии.
- Убедитесь, что игла промыта как минимум 10 мл жидкости после введения препарата.
- Точное документирование процедуры в истории болезни пациента.
- Частая оценка места ВК доступа на предмет кровотечения.

ТИПЫ УСТРОЙСТВ

Ручной троакар

Эти устройства требуют значительного усилия при введении и в основном используются в педиатрической практике для доступа в нижней конечности. Основное преимущество является в простоте устройства и низкой стоимости. Но в данном случае требуется более длительный процесс обучения и большая сила необходимая для введения троакара по сравнению с другими устройствами.

Пружинное устройство

Системы, использующие упругие силы пружины для облегчения проникновения в интрамедулярный канал. Эти системы одноразовые и включают пистолет для внутрикостных инъекций и устройства для грудинного внутрикостного доступа. Стоимость намного ниже для полных систем, но все устройство

является одноразовым и, следовательно, стоит больше чем индивидуальные иглы для многоразовых систем. Эти системы также требуют тренировок для уверенного надлежащего пользования.

Основанные на дрели устройства

Эти устройства работают на батарее и позволяют облегчить размещение иглы в самых различных ситуациях. Имеется большое количество производителей этих устройств, поэтому соединение между иглой и дрелью будут различны. Это устройство легко использовать и требует меньше тренировок. Сама дрель многоразовая. Стоимость за одну иглу выше, чем за ручной индивидуальный троакар, но меньше чем за пружинное устройство.

Ручной троакар

Для того чтобы ввести эту ВК иглу, используется вращающее движение с усилием направленным кистью руки. Вращение троакара на месте введения может привести к неподходящему ВК канюлированию, ведущему к выходу инфузируемого вещества за пределы сосудистого русла. Это устройство должно быть ограничено к применению в педиатрической практике на нижних конечностях, также необходима избыточная сила при выполнении доступа у взрослых пациентов.

Быстрый стерильный ВК доступ

Эта система состоит из подающего устройства, которое вмещает стабилизирующие клинки и инфузионные трубки¹⁴. Прозеинфицируйте рукоятку грудины (2 см ниже угла грудины) и установите предоставленную в комплекте устройства мишень на участок кожи.^{14,15} Необходима двуручная техника, так как необходима достаточная сила, чтобы проткнуть рукоятку грудины.⁹ После активации, подающее устройство сдвигается и ВК катетер остается введенным. Пластиковый обтекатель, прикрепленный к мишени, защищает устройство. Кровь может быть аспирирована, однако после этого следует влить 5–10 мл изотонического солевого раствора в

устройство.⁹ Чтобы убрать устройство, отсоедините все трубки, уберите защитный обтекатель и потяните ВК канюлю перпендикулярно грудины. Прикройте место доступа стерильной повязкой.⁹ Когда пациент находится на спине, угол грудины следует отметить, чтобы обеспечить перпендикулярность введения. Имелись отдельные данные о пневмотораксе, следует быть осторожным с низкорослыми пациентами, с пациентами, имеющие в анамнезе перелом грудины и стернотомию.⁹

Пистолет для внутрикостных инъекций (ПВИ)

Данные устройства лицензированы для использования на проксимальном отделе большеберцовой кости и на плече. Устройство в основном имеет цветную маркировку. Голубой для взрослых, красный для детей и зеленый для ветеринарной практики.¹⁰ Для того чтобы использовать ПВИ, определите анатомические ориентиры и продезинфицируйте эту область. Удалите защитный наконечник с устройства и установите дуло под углом в 90 градусов по отношению к коже. Одну руку следует держать на дуле и обеспечивать его стабилизацию, в то время как другой рукой надавите и удалите предохранитель. Для того чтобы подготовить устройство, с силой давите на него рукой. Троакар и иглу следует ввести в медулярный канал с характерным щелчком, который подтверждает готовность.¹⁰ Удалите троакар и прикрепите иглу к коже посредством обматывания предохранителя вокруг нее. Как и в случае со всеми ВК устройствами доступа, аспирация костного мозга подтверждает правильность положения, но это не всегда возможно. Канюлю следует промыть 10 мл раствора.¹⁰ Устройство удаляется посредством сильной тракции и вращения иглы вокруг места доступа.⁹ Рану следует закрыть стерильной повязкой.

Дрель для внутрикостного доступа

Это устройство представляет собой портативную дрель, которая состоит из силового привода и набора игл. Имеется три различные комбинации игл



Рисунок 3. (А) ручной троакар, (В) устройство для грудинного ВК доступа, (С) пистолет для внутрикостных инъекций, (D) ВК дрель.

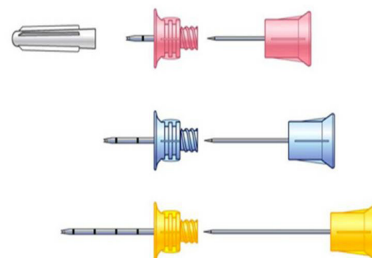


Рисунок 4. Различные EZ-IO иглы.

и стилетов, пригодных для различных пациентов. Есть иглы для пациентов с весом до 39 кг, более чем 40 и для пациентов с избыточным весом.¹¹

Выберите и продезинфицируйте место доступа. Подходящий размер иглы должен быть подсоединен магнитным наконечником к приводу. Держите конечность и стабилизируйте кость в то время, как игла и привод постепенно проходят сквозь кожу и мягкие ткани до тех пор, пока не осуществится контакт с костью. Для иглы должны быть введены на расстояние как минимум 10 мм (одна черная метка линия на игле). Убедитесь в наличии маркировки на игле перед началом процедуры. У пациентов с ожирением и крупных пациентов, размер иглы может быть отрегулирован, чтобы компенсировать избыточную соединительную ткань. Продвигайте систему полностью на полных оборотах до тех пор, пока внезапно не произойдет понижение сопротивления. После этого изменения в сопротивлении, остановитесь и стабилизируйте поршень одной рукой, отвинтите стилет против часовой стрелки и удалите его. Аспирация костного мозга поможет подтвердить правильность положения, но это не всегда возможно. После удаления стилета, установите EZ-Stabilizer над поршнем и присоедините готовый инфузионную линию EZ-Connect®. Система должна быть промыта 10 мл жидкости, после этого возможно начало инфузии. Чтобы удалить устройство, отсоедините все соединяющие трубки, обеспечьте введение шприцем через люэровский наконечник 5 или 10 мл жидкости, после этого осуществляйте тракцию и вращение по часовой стрелке, осуществляя сильную тягу. Избегайте удаления иглы ее фиксацией. В качестве альтернативы можно использовать иглодержатель для захвата и удаления устройства с большой, но контролируемой силой. Закройте рану стерильной повязкой(9-11). Устройство EZIO больше и тяжелее, чем другие устройства. Как бы ни было,

это устройство многоразовое и понятное в использовании.

ВЕДЕНИЕ ВНУТРИКОСТНОГО УСТРОЙСТВА

При переводе пациента с в/к устройством в другое отделение, следует обеспечить тщательную передачу. Записанную документацию, устный доклад о месте, типе в/к устройства, о дававшихся препаратах и дате и времени установки в/к доступа. Внутрикостные устройства не рассматриваются точно как внутривенный доступ, они должны быть быстро установлены при признаках кровопотери и в идеале удалены в течение 48 часов.⁹⁻¹²

БОЛЬ

Введение ВК устройства в большеберцовую кость, как в основном докладывалась, более болезненно, чем в плечевую кость.¹⁸ У пациентов в сознании степень болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале составляет от 2,5–3,5 из 10 при этом типе доступа.^{17,18} Введение лекарств через устройство более болезненно, чем сам доступ, так как при введении задействуется только небольшой участок кожи и кости, а при инфузии задействуются различные внутрикостные болевые рецепторы. Введение 2% лидокаина перед началом инфузии, как известно, значительно снижает уровень боли.¹⁸

ПРЕПАРАТЫ

Все реанимационные и анестезиологические препараты могут быть безопасно введены через ВК путь. Вазоактивные препараты, которые обычно вводятся через центральный венозный доступ, могут также быть безопасно введены. Есть даже отчеты о случаях введения контраста для КТ исследований, который успешно ввели через ВК доступ. Относительно рекомендаций ALS и APLS при остановке сердечной деятельности.^{1,2,11} ВК доступ предпочтительный путь введения адреналина, когда внутривенный доступ

Таблица 1. Основные характеристики устройств для внутрикостного доступа.

Тип устройства	Стоимость	Многоразовость	Грудинный доступ	Прочие точки доступа	Необходимость силы для доступа	Необходимость тренировок
Ручной троакар	+	Нет	Нет	Да	+++	+++
Пружинные устройства:						
Стерильный доступ	++	Нет	Да	Нет	++	++
Для разных доступов	++	Нет	Нет	Да	++	++
Основанное на дрели устройство	+++,*	Да	Нет	Да	+	+

* — весь комплект стоит дорого, но привод многоразовый.

Таблица 1. Внутрикостный забор крови для лабораторных исследований корреляция с внутривенной кровью.

Удовлетворительная корреляция в/к образца и цельной крови	Неудовлетворительная корреляция
<ul style="list-style-type: none"> • Гемоглобин • Гематокрит • Глюкоза • Мочевина • Креатинин • Хлорид • Общий белок • Альбумин 	<ul style="list-style-type: none"> • Тромбоциты • Лейкоцитарная формула • Натрий • Калий • Углекислый газ • Кальций

не может быть осуществлен в течение двух минут.

ЗАБОР КРОВИ

ВК устройства могут быть использованы для аспирации образцов крови на начальном этапе, но только некоторые тесты точно коррелируют с внутривенным забором. Следует отметить, что хотя анализ газов крови возможен, использование ВК заборов повредит большинство аппаратов для анализа газов крови.^{9,10,20}

ОСЛОЖНЕНИЯ

Осложнения ВК введения часто происходят в связи с неподходящим размещением устройства, ведущим к кровотечению. Интенсивное кровотечение может привести к компартмент синдрому. Имеется риск остеомиелита, который значительно выше, при введении через инфицированную, поврежденную или обожженную кожу. Это риск также выше у тех устройств, которые остаются больше чем 24 часа.^{12,13} Имеется риск повреждения нижележащих структур, например перелом большеберцовой кости у пациентов в педиатрической практике. Когда происходит введение устройства через грудину, имеется риск пневмоторакса, повреждения крупных сосудов и медиастинита. У детей, имеется риск повреждения эпифизов, если устройство размещено близко к ростковой пластинке.^{11,12} Даже при точном расположении имеется небольшой риск эмболии костным мозгом при доступе.¹⁹

ОБСУЖДЕНИЕ

На рынке имеется большое количество ВК

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ

Вопрос 1.

- а. **Верно:** флюороскопия продемонстрировала, что скорость введения через ВК доступ сравним с той, которая достигается при центральном венозном доступе.
- б. **Верно:** все реанимационные препараты, могут быть введены через ВК доступ.
- в. **Неверно:** головку плечевой кости можно с трудом обнаружить у пациентов с ожирением.
- г. **Неверно:** нахождение ВК доступа в плечевой кости, обычно менее болезненно, чем в при большеберцовом доступе

Вопрос 2.

- а. **Верно:** дистальный отдел бедренной кости, подходящее место для ВК доступа у детей.
- б. **Неверно:** грудина неподходящее место для ВК доступа у детей из-за риска введения иглы слишком глубоко.
- в. **Верно:** проксимальный отдел большеберцовой кости подходит для ВК доступа у детей.
- г. **Неверно:** многими производителями не рекомендуется использования ВК доступа в плечевой кости у детей, но требуется исследования и клиническая оценка.

Вопрос 3.

- а. **Верно:** проксимальные переломы это абсолютное противопоказание к ВК доступу, так как это будет оказывать значительное влияние на внутривенное накопление препаратов и жидкости.
- б. **Неверно:** ожоги в любом месте не осложнение к ВК доступу.
- в. **Верно:** локальное воспаление над местом предполагаемого места доступа абсолютное противопоказание к ВК доступу.
- г. **Неверно:** системный сепсис не противопоказание к ВК доступу.

Вопрос 4.

- а. **Верно:** утечка жидкостей или препаратов, может происходить или в месте, или рядом с ВК доступом.
- б. **Верно:** ВК доступ может вызывать перелом кости.
- в. **Верно:** ВК доступ может вызвать инфекцию и привести к остеомиелиту.
- г. **Неверно:** остеопороз это не общепризнанное осложнение ВК доступа.

Резюме

- Внутрикостный доступ обеспечивает быстрый сосудистый доступ в различных неотложных состояниях
- Имеется несколько типов устройств предназначенных для ВК доступа, которые могут быть использованы
- Плечевая кость, как правило, наименее болезненный и самый быстрый способ доступа. Все реанимационные и анестезиологические препараты могут быть введены через ВК доступ. Жидкость необходимо вводить под давлением. За всеми устройствами необходим контроль и точная передача информации о нем

устройств. Они обеспечивают быстрый, легкий в использовании и независимый путь для введения всех реанимационных и анестезиологических препаратов. В сочетании с системами, создающими повышенное давление, ВК доступ может также быть использован для быстрого восполнения ОЦК. ВК доступ подходящая краткосрочная альтернатива для периферического или центрального венозного доступа и некоторые лабораторные тесты могут быть выполнены первичной ВК аспирацией. Исчерпывающие тренировки и образовательные программы, с регулярными обучающими циклами, должны облегчить быстрое и надежное размещение ВК устройств с необходимым ведением и контролем.¹²

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Deakin CD, Nolan JP, Soar J, Sunde K, Koster RW, Smith GB, Perkins GD. 2010 European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult Advanced Life Support. *Resuscitation*. Oct;81(10):1305–52.
2. Resuscitation Council (UK) (2011) Provider Manual for use in the UK: European Paediatric Life Support Course (3rd Edition). London, BMJ
3. Orłowski JP. Emergency alternatives to intravenous access. Intraosseous, intratracheal, sublingual, and other-site drug administration. *Pediatr Clin North Am*. 1994 Dec;41(6):1183–99.
4. Buck ML, Wiggins BS, Sesler JM. Intraosseous drug administration in children and adults during cardiopulmonary resuscitation. *Ann Pharmacother*. 2007;41(10):1679–1686.
5. Kovar J, Gillum L. Alternate route: the humerus bone— a viable option for IO access. *JEMS* 2010;35(8):52–59
6. Tocantins LM. Rapid absorption of substances injected into the bone marrow. *Proc Soc Exp Biol Med* 1940; 45: 292–6.
7. Porth CM. Structure and function of the musculoskeletal system. In: Porth CM. *Pathophysiology: Concepts of Altered Health States*. 7th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2005:1357–1366.
8. Dubick MA1, Holcomb JB. A review of intraosseous vascular access: current status and military application. *Mil Med*. 2000 Jul; 165 (7):552–9.
9. Michael, W Day. Intraosseous devices for intravascular access in adult trauma patients. *Critical care Nurse* vol31 no 2 April 2011
10. www.waismed.com/products.html Accessed Sept 2014
11. www.arrowezio.com Accessed Sept 2014
12. Phillips L, Brown L, Campbell T, Miller J, Proehl J, Youngberg B. The Consortium on Intraosseous Vascular Access in Healthcare Recommendations for the Use of Intraosseous Vascular Access for Emergent and Non-emergent Situations in Various Health Care Settings: Consensus Paper: Practice Crit Care Nurse 2010;30:e1-e7 doi: 10.4037/ccn2010632 2010
13. Dogan A, Irmak H, Harman M, Ceylan A, Akpınar F, Tosun N. Tibial osteomyelitis following intraosseous infusion: a case report. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2004;38(5):357–60
14. Frascione, R, et. Al. Obtaining Vascular Access: Is There a Place for the Sternal IO?, *Air Medical Journal* 2001, 20;6: 20–22.
15. Wagner MB, McCabe JB. A comparison of four techniques to establish intraosseous infusion. *Pediatr Emerg Care*. 1988;4:87–91.
16. McCarthy G, O'Donnell C, O'Brien M (2003) Successful intraosseous infusion in the critically ill patient does not require a medullary cavity. *Resuscitation* 56 (2): 183–6.
17. Horton MA, Beamer C. Powered intraosseous insertion provides safe and effective vascular access for pediatric emergency patients. *Pediatr Emerg Care*. 2008;24(6):347–350.
18. Philbeck TE, Miller LJ, Montez D. Pain management during intraosseous infusion through the proximal humerus. *Ann Emerg Med*. 2009;54(3):S128.
19. Orłowski, James P.; Julius, Carmen J. Safety of Intraosseous Infusions: Risks of Fat and Bone Marrow Emboli to the Lungs. *Critical Care Medicine: April 1988 – Volume 16 – Issue 4 – ppg 388*
20. Miller LJ, Philbeck TE, Montez DF, Spadaccini CJ. A new study of intraosseous blood for laboratory analysis. *Arch Pathol Lab Med* 2010;134(9):1253–60.VS