

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ
МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

Федеральное государственное учреждение
«Российский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена
Федерального агентства по высокотехнологичной
медицинской помощи»

(ФГУ «РНИИТО им. Р.Р.Вредена Росмедтехнологий»)

197046, Санкт-Петербург, Александровский парк, д. 5

**КОМБИНИРОВАННЫЙ ЧРЕСКОСТНЫЙ ОСТЕОСИНТЕЗ
ДИАФИЗАРНЫХ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ**

Аннотация

Представлена усовершенствованная медицинская технология лечения пациентов с диафизарными переломами костей предплечья на основе метода комбинированного чрескостного остеосинтеза (КЧО). Детализирована техника выполнения остеосинтеза при переломах локтевой, лучевой костей, обеих костей предплечья в проксимальной, средней и дистальной третях. В приложении приведены структурно входящие в технологию КЧО «Метод унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза» и «Атлас проведения чрескостных элементов через кости предплечья».

Усовершенствованная медицинская технология предназначена для врачей травматологов-ортопедов.

Заявитель: ФГУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена Росмедтехнологий»

Рецензенты:

Щепкина Е.А. – к.м.н. доцент кафедры травматологии и ортопедии СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова

Дадалов М.И. – к.м.н. доцент кафедры травматологии и ортопедии ГОУ ПДО СПб МАПО

Введение

За последние десятилетия травматологами-ортопедами различных стран накоплен значительный положительный опыт лечения пациентов с диафизарными переломами костей предплечья по методу Г.А. Илизарова. Вместе с тем, отрицательные стороны спицевой чрескостной фиксации (повышенная опасность развития инфекционных осложнений и трансфиксационных контрактур, неудобства, связанные с громоздкостью конструкции) явились основанием для поиска альтернативного решения.

Применение комбинированных (спице-стержневых, гибридных) методик позволило повысить жесткость фиксации костных фрагментов, уменьшить опасность возникновения контрактур и инфекционных осложнений (Соломин Л.Н., 1996; Пусева М.Э., 1998; Кривенко С.Н., 1999; Бейдик О.В. и др., 2002; Goslings J.C., 1999; Lerner A., 2000; Catagni M.A. et al., 2000; Norberto E., 2003; Bányaí T., 2004). Поэтому данное направление восстановительной травматологии-ортопедии представляется весьма перспективным и требующим дальнейшего развития.

Практическим врачам предлагается новая технология лечения больных с диафизарными переломами костей предплечья, в основе которой лежит метод *комбинированного чрескостного остеосинтеза длинных костей* (КЧО).

Комбинированный чрескостный остеосинтез основан на применении следующего комплекса условий:

1. Обеспечение контроля за точным выполнением остеосинтеза при помощи «Метода унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза» и основанного на нем «Атласа позиций для проведения чрескостных элементов».
2. Использование по показаниям различных типов внешних опор.
3. Использование по показаниям различных типов чрескостных элементов.
4. Выполнение специальных правил проведения и использования чрескостных элементов.

4.1. Чрескостные элементы проводят там, где это исключает повреждение магистральных сосудов и нервов, неосознанное воздействие на биологические активные зоны; в проекции тех позиций, где смещение мягких тканей относительно кости при движениях в смежных суставах наименьшее из вариантов, имеющих на данном уровне проведения чрескостных элементов.

4.2. Преимущественное использование спиц для репозиции костных фрагментов при переломах, при остеопорозе, а стержней-шурупов – для повышения жесткости остеосинтеза.

4.3. Использование такого минимума внешних опор и чрескостных элементов, которые бы обеспечили качество репозиции и фиксации костных фрагментов, не хуже, чем остеосинтез по Г.А. Илизарову, который мог бы быть применен в данной ситуации.

5. Возможность применения «Модульной трансформации» чрескостного аппарата: поэтапное удаление, в соответствии с несущей способностью костного регенерата, чрескостных элементов, изменение геометрии внешних опор и (или) их поэтапный демонтаж.

Показания к использованию медицинской технологии

Метод разработан для остеосинтеза закрытых диафизарных переломов костей предплечья любой степени сложности, что согласно международной классификации АО/ASIF относится к повреждениям 22-А, 22-В и 22-С. Кроме этого, представленные компоновки аппаратов могут служить основой для чрескостного остеосинтеза предплечья при множественных переломах, открытых повреждениях, последствиях переломов костей предплечья: переломы, срастающиеся при неправильном положении фрагментов, замедленная консолидация, ложные суставы.

Противопоказания к использованию медицинской технологии

1. Отсутствие у хирурга необходимой квалификации для выполнения чрескостного остеосинтеза данного уровня сложности.

2. Неадекватные организационно-технические условия для выполнения операции и отсутствие подготовленного персонала.
3. Отсутствие условий для наблюдения за больными на всем протяжении периода фиксации аппаратом.
4. Наличие у пациента заболеваний жизненно важных органов и систем в стадии декомпенсации, не позволяющие в данный момент выполнить любое, даже такое минимально инвазивное оперативное вмешательство, как чрескостный остеосинтез.
5. Наличие инфекционного поражения мягких тканей и кости в местах проведения чрескостных элементов (острый процесс или обострение хронического).
6. Состояния, которые не позволят больному адекватно воспринимать и выполнять рекомендации врача, связанные с возрастом, психоэмоциональным состоянием (в т.ч. психические заболевания, являющиеся следствием злоупотребления алкоголем, наркотическими веществами).
7. ВИЧ-инфицированные пациенты (имеются в виду ситуации, когда использование внешней фиксации не имеет явных преимуществ перед консервативным лечением или погружным остеосинтезом).

Материально-техническое обеспечение медицинской технологии

1. Комплект аппаратов спице-стержневых для чрескостного остеосинтеза длинных и коротких трубчатых костей АСС-ЧК-«ГЭП ЦИ-ТО» с набором инструментов для их установки (для плеча и предплечья АСС-ЧК ПП) № 29/12071298/1112-00.
2. Комплект для чрескостного остеосинтеза по Г.А. Илизарову (из двух комплектов – 35 наименований и 26 наименований) № 81/823-53.
3. Комплект аппаратов компрессионно-дистракционных Г.А. Илизарова (для верхней конечности, голени и бедра – КГД-1, КГД-2, КГД-3,

КГД-4, КДБ-1, КДБ-2) – ГНПП «Мединструмент», Гудермесский МИЗ: № 82/1018.

Описание медицинской технологии

Чрескостный остеосинтез является высокотехнологичной методикой лечения ортопедо-травматологических больных. Поэтому тип чрескостных элементов (спицы или стержни-шурупы), уровни и позиции для их проведения, уровни расположения внешних опор аппаратов внешней фиксации, биомеханическое состояние между опорами должны быть достаточно точно регламентированы (нормированы). **Метод унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза (МУОЧО)** при минимальном количестве используемых символов обеспечивает максимальный объем объективной детализированной информации: тип и пространственную ориентацию чрескостных элементов, порядок и направление их проведения, геометрию и размеры внешних опор, биомеханически задаваемое состояние между опорами: компрессия, дистракция, нейтральный остеосинтез. Мы рекомендуем начать изучение технологии с усвоения материалов, изложенных в приложении 1. Электронная версия МУОЧО находится на сайте <http://www.aotrf.org/site/metod.html>.

Атлас проведения чрескостных элементов через локтевую и лучевую кости приведен в приложении 2. Он содержит схемы срезов каждого из восьми основных (с I по VIII) уровней предплечья для обеих костей.

На каждом из срезов обозначены проекции на кожу классических меридианов и совпавших с уровнями точек акупунктуры. В соответствии с методом унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза, на каждом уровне выделено 12 позиций. Магистральные сосуды и нервы на каждом из уровней выделены в специальные зоны с буквенным обозначением (А, Б, В, Г). Позиции, в проекции которых расположены магистральные сосуды и нервы, обозначены, как «**позиции запрета**» для проведения

чрескостных элементов. Все остальные позиции являются «**позициями доступности**». «**Рекомендуемые позиции**» для проведения чрескостных элементов выделены на каждом уровне знаками «**—**» (утолщенная линия) и «**→**» (стрелка). Использование позиций, обозначенных знаком «**—**» позволит обеспечить раннее восстановление движений в локтевом и лучезапястном суставах. Если в компоновке аппарата будут использованы чрескостные элементы, проведенные только в проекции позиций, обозначенных знаком «**→**», то лечение будет проведено полностью функционально — с ранним восстановлением функции ротации.

При комбинированном чрескостном остеосинтезе использование спиц рационально в тех случаях, когда на уровне их предполагаемого проведения имеются рекомендуемые позиции, которые располагаются контралатерально относительно кости, например 3 и 9; 2 и 8; 6 и 12 и т.п.

Предоперационная подготовка

В целом предоперационная подготовка не отличается от разработанной в РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова для чрескостного остеосинтеза костей предплечья (Илизаров Г.А., 1977, 1990; Швед С.И. и др. 1997).

В соответствии с действующим законодательством пациент должен быть ознакомлен не только с планом лечения, но и с особенностями использования внешней фиксации в объеме, необходимом для его осознанного сотрудничества с врачом в послеоперационном периоде. При использовании внешней фиксации у детей, аналогичная беседа должна быть проведена с родителями.

Следует предупредить пациента о неудобствах, связанных с «ношением» чрескостного аппарата, обратить внимание на прохождение фиксирующих элементов через мягкие ткани и кость, что налагает особые требования на соблюдение режима асептики и антисептики в послеоперационном периоде. Пациент должен знать и с пониманием относиться к манипу-

ляциям, которые предполагается производить в послеоперационном периоде для решения задач остеосинтеза: компрессия, дистракция, взаимное перемещение чрескостных модулей, фиксирующих костные фрагменты, замена, «перепроведение» чрескостных элементов и т.п. Пациент должен получить общие сведения о возможных осложнениях и мероприятиях по их профилактике и лечению. Информированное соглашение подписывают обе стороны.

Непосредственно перед операцией область будущего операционного поля выбривается, смазывается раствором Люголя или спиртом и обертывается стерильным бинтом.

Общие положения

Метод КЧО локтевой кости предполагает восстановление функции ротации предплечья на протяжении периода фиксации. Однако следует учесть, что после чрескостного остеосинтеза переломов лучевой кости, обеих костей предплечья добиваться ротации предплечья на протяжении периода фиксации не следует. «Раздельная» внешняя фиксация локтевой и лучевой в этих случаях костей способствует снижению жесткости остеосинтеза, повышается риск прорезывания мягких тканей, инфекционных осложнений и, несмотря на все старания, даже удовлетворительной активной ротации достигнуто не будет. Именно поэтому для остеосинтеза используют «Рекомендуемые позиции», обозначенные не только знаком «→», но и знаком «←».

При чрескостном остеосинтезе предплечья, как правило, применяется региональная анестезия.

Метод чрескостного остеосинтеза диафизарных переломов костей предплечья предполагает предварительное устранение грубого смещения костных фрагментов и их фиксацию при помощи скелетного вытяжения в

штатной или специально изготовленной приставке к ортопедическому столу.

Предплечье, независимо от уровня перелома, устанавливают в положении, среднем между супинацией и пронацией. Создают дистракционное усилие, адекватное для устранения смещения фрагментов по длине и создания межфрагментарного диастаза 3–4 мм.

После этого на коже располагают рентгеноконтрастные метки (инъекционные иглы, фрагменты спиц) и выполняют контрольную рентгенограмму предплечья со смежными суставами в двух стандартных проекциях или используют ЭОП. Обрабатывают и укрывают бельем операционное поле. Используя специальное устройство, делят сегмент на 8 основных уровней и отмечают уровни проведения чрескостных элементов.

При КЧО предплечья в качестве базовых применяют спицы диаметром 1,8–2 мм; для репозиции используют спицы 1,5 мм. В набор для остеосинтеза должны входить стержни-шурупы диаметром 4 мм и двухмиллиметровые консольные спицы с упором с различной длиной части, вводимой в кость (5–10–15–20 мм).

Стержни-шурупы, если они не являются базовыми или репозиционно-фиксационными чрескостными элементами, жестко крепят к внешним опорам только после достижения необходимой пространственной ориентации костных фрагментов. Для фиксации к опоре стержня-шурупа, введенного перпендикулярно к длинной оси кости костного фрагмента используют кронштейн с внутренней резьбой (female). В других случаях используют два кронштейна: один с внутренней, а второй – с наружной резьбой. Возможен вариант фиксации стержня-шурупа к кронштейну или опоре при помощи Г-образного зажима (по аналогии со спицефиксатором с боковой прорезью). Во всех случаях при необходимости используют прокладочные шайбы, не допуская подгибания стержня-шурупа к месту фиксации. Это положение относится и к фиксации спиц.

В случае если стержень-шуруп используется для репозиции костного фрагмента в качестве «толкателя» или «тяги», его фиксируют к опоре при помощи консольной приставки, имеющей не отверстия, а сплошную прорезь. Использование этого устройства позволит предупредить S-образную деформацию репозирующего стержня-шурупа.

Проксимальную базовую опору, которая геометрически составляет $1/2$, $2/3$ или $3/4$ кольцевой опоры, устанавливают перпендикулярно длинной оси проксимального фрагмента локтевой кости. Ориентацию проксимальной базовой опоры относительно мягких тканей предплечья осуществляют таким образом, чтобы этот уровень сегмента оказался в центре опоры. При этом наименьшее расстояние оказывается между внутренним краем кольца и передненаружной поверхностью предплечья – проекция позиции 11 для лучевой и локтевой костей при среднем положении предплечья. Типоразмер опоры должен обеспечивать расстояние здесь в пределах 15–20 мм.

Дистальную базовую опору на предплечье при изолированных переломах лучевой кости устанавливают перпендикулярно длинной оси дистального фрагмента лучевой кости. При переломах локтевой кости, переломах обеих костей предплечья дистальную базовую опору устанавливают перпендикулярно продольной (анатомической) оси дистального фрагмента локтевой кости. Во всех случаях монтажа аппарата на уровнях размещения базовых опор расстояние от задней поверхности локтевой кости (проекция позиции 6) до опоры должно быть одинаковым.

Правилом чрескостного остеосинтеза при закрытых переломах является достижение рентгенологически подтвержденной точной репозиции на операционном столе. Репозицию спицами проводят, используя перемещение костного фрагмента при помощи упорной площадки, за счет дугообразного изгиба спицы. Стержни-шурупы для репозиции чаще используют в

качестве «толкателя» или «тяги»; консольные спицы с упором – только в качестве «толкателя».

В дополнение к этому могут быть использованы любые приемы репозиции при помощи взаимного перемещения чрескостных модулей, фиксирующих костные фрагменты. После устранения смещения фрагментов по ширине и под углом опоры сближают для устранения диастаза.

В случае если целесообразно применить встречно-боковую компрессию (косые, винтообразные переломы) или нейтральный остеосинтез (оскольчатые разрушения) после рентгенологического подтверждения репозиции проводят вторую дистальную базовую спицу через обе кости предплечья: VIII,6-12(VIII,6-12) или, при переломах костей предплечья на уровне проксимальной трети, спицу VII,6-12(VII,6-12). При поперечных и косопоперечных переломах дистальной трети диафиза лучевой кости, когда возможно создание осевой компрессии, использование спицы, «сшивающей» обе кости на уровне их дистального метафиза, нецелесообразно. При наличии крупных осколков их репозируют и фиксируют при помощи спиц с упорными площадками, параоссально проведенными спицами или консольными спицами с упорными площадками.

Следует учитывать, что во всех приведенных схемах остеосинтеза направление проведения репозиционно-фиксационных чрескостных элементов приведены условно, в качестве примера. На практике следует руководствоваться реальным остаточным смещением костных фрагментов. Размер внешних опор также показан условно.

КЧО переломов диафиза локтевой кости

При переломах проксимальной и средней трети локтевой кости через проксимальный метафиз локтевой кости проводят спицу с упорной площадкой: I,4-10. Затем через обе кости проводят консольную двухмиллиметровую спицу до выхода ее направляющего конца из передней кортикальной пластинки лучевой кости: I,5,90(I,5,90). При остеосинтезе перело-

ма дистальной трети локтевой кости проксимальные базовые спицы проводят на уровне II: II,4-10 и II,6,90(II,6,90). Спицы закрепляют в проксимальной базовой опоре. После этого через локтевую кость на уровне ее дистального метафиза в плоскости, перпендикулярной продольной оси дистального фрагмента, проводят дистальную базовую спицу: VIII,5-11.

Следующим этапом устанавливают одну или несколько (в зависимости от уровня, типа перелома) промежуточных репозиционно-фиксационных кольцевых опор. Промежуточную опору соединяют тремя стержнями с проксимальной базовой опорой. Соединительные стержни должны быть параллельны оси проксимального фрагмента локтевой кости. Соединяют тремя стержнями промежуточную опору (или модуль из 2–3 репозиционно-фиксационных опор) с дистальной базовой опорой. Гайки соединительных стержней у промежуточной опоры не затягивают. Если репозиционно-фиксационных опор несколько, то гайки соединительных стержней не затягивают у дистальной репозиционно-фиксационной опоры.

Устанавливают дистальную базовую опору так, чтобы она была расположена перпендикулярно продольной оси дистального костного фрагмента. Расстояние от задней поверхности локтевой кости до опоры на уровнях размещения базовых опор должно быть одинаковым. Дистальную базовую спицу после натяжения фиксируют в дистальной базовой опоре.

ВВ! Стыки полуколец репозиционно-фиксационной и дистальной базовой опор должны располагаться во фронтальной плоскости. На приведенных ниже рисунках эта деталь компоновки не показана.

После этого затягивают гайки у дистальной промежуточной опоры и прилагают distraction для создания межфрагментарного диастаза 2–3 мм. Выполняют рентгенограммы в двух стандартных проекциях или используют ЭОП.

Для репозиции костных фрагментов локтевой кости дистальнее уровня III так же могут быть использованы спицы с упором. Однако для обес-

печения функции ротации они, после репозиции, должны быть заменены на консольные чрескостные элементы, введенные в проекции рекомендуемых позиций со значком «→».

КЧО переломов проксимальной трети диафиза локтевой кости

(повреждения 22-A1.1, 22-A1.2, 22-B1.1, 22-B1.2, 22-C1.1

по классификации АО/ASIF)

Проводят базовые чрескостные элементы и устанавливают проксимальную базовую опору так, как это описано выше. Промежуточную (репозиционно-фиксационную) кольцевую опору устанавливают на уровне IV предплечья. Устанавливают дистальную базовую опору так, как это описано выше.

После оценки рентгенограмм для устранения остаточного смещения костных фрагментов проводят репозирующе-фиксирующие чрескостные элементы (спицы, консольные спицы, стержни-шурупы) на уровнях II и IV. На рисунке 1, в качестве примера, показаны спица II,10-4 (для проксимального фрагмента), стержень-шуруп IV,7,90 (для дистального фрагмента) и консольная спица III,6,110 (для костного осколка).

Для обеспечения в последующем модульной трансформации аппарата, функции ротации, в дистальный костный фрагмент должно быть введено два стержня-шурупа. На рисунке 1 в качестве примера показано, что дополнительно к репозиционно-фиксационному стержню-шурупу IV,7,90 введен стержень VII,6,110. Спицу VIII,5-11 удаляют на операционном столе, сразу после рентгенологического подтверждения репозиции фрагментов.

Через 3–4 недели с момента операции консольную спицу I,5,90(I,5,90) подтягивают с тем, чтобы она осталась только в локтевой кости. Тогда же удаляют спицу VIII,6-12(VIII,6-12). У промежуточного и дистального базового колец демонтируют передние полукольца (рис. 1.2). С этого момента может быть начато восстановление ротационных движений предплечья.

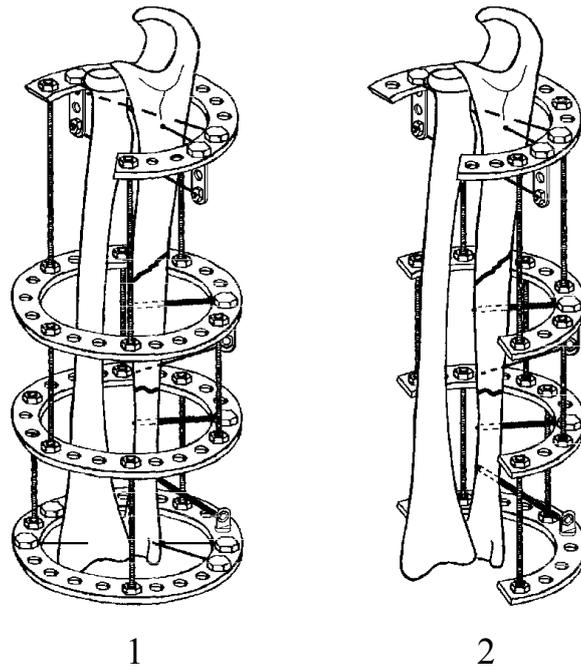
КЧО переломов средней трети диафиза локтевой кости
(повреждения 22-A1.1, 22-A1.2, 22-B1.1, 22-B1.2, 22-C1.1
по классификации АО/ASIF)

После проведения базовых спиц компонуют аппарат на основе двух базовых и двух репозиционно-фиксационных опор. Как правило, проксимальную репозиционно-фиксационную опору располагают на уровне III или IV (в зависимости от уровня перелома), а дистальную – на уровне V или VI. На рисунке 2 в качестве примера показано, что для репозиции использованы спица с упорной площадкой II,10-4, стержни IV,6,90 и VI,6,90 и консольная спица с упорной площадкой V,5,80.

Для обеспечения в последующем модульной трансформации аппарата, функции ротации, в дистальный костный фрагмент в проекции рекомендуемых позиций со значком « \leftrightarrow » должно быть введено в общей сложности два стержня-шурупа. При сегментарных переломах в промежуточный костный фрагмент должны быть введены стержень-шуруп и консольная спица или два стержня-шурупа.

Спицу VIII,5-11 удаляют на операционном столе сразу после рентгенологического подтверждения репозиции фрагментов.

Консольную спицу I,5,90(I,5,90) через 3–4 недели с момента операции подтягивают с тем, чтобы она осталась только в локтевой кости. Тогда же удаляют спицу VIII,6-12(VIII,6-12). У промежуточного и дистального базового колец демонтируют передние полукольца (рис. 2.2). С этого момента может быть начато восстановление ротационных движений предплечья.



- 1
2
4
6
7
- I,4-10; I,5,90(I,5,90); II,10-4 – IV,6,90; V,5,80 –
3/4 130
130
- 5
8
3
9
- VI,6,90 – VII,6,120; VIII,5-11; VIII,6-12(VIII,6-12)
(1)
130
130
- I,4-10; I,5,90; II,10-4 – IV,6,90; V,5,80 – VI,6,90 – VII,6,120
(2)
3/4 130
½ 130
½ 130
½ 130

Рис. 2. Схема КЧО перелома 22-С1.1

КЧО переломов дистальной трети диафиза локтевой кости

(повреждения 22-A1.1, 22-A1.2, 22-B1.1, 22-B1.2, 22-C1.1

по классификации АО/ASIF)

Промежуточную репозиционно-фиксационную кольцевую опору устанавливают, как правило, на уровне V. Для окончательной репозиции фрагментов могут быть использованы спицы с упорной площадкой. Как уже указывалось, после адаптации фрагментов они, для обеспечения функции ротации, должны быть заменены на стержни-шурупы или консольные спицы, введенные в проекции рекомендуемых позиций со значком «→». На рисунке 3.1 в качестве примера показаны стержни-шурупы V,6,90, VII,6,90 и консольная спица с упорной площадкой VI,6,70.

Для обеспечения в последующем модульной трансформации аппарата, функции ротации, в дистальный костный фрагмент в общей сложности должно быть введено два стержня-шурупа в проекции позиций, обозначенных в атласе значком «→». На рис. 3.2 в качестве примера показан стержень-шуруп VIII,6,120, введенный в дополнение к репозиционно-фиксационному стержню-шурупу. Спицу VIII,5-11 удаляют на операционном столе.

Через 3–4 недели с момента операции консольную спицу II,6,90(II,6,90) подтягивают с тем, чтобы она осталась только в локтевой кости, трансформировав этим ее в спицу II,6,90. У промежуточного и дистального базового колец демонтируют передние полукольца (рис. 3.2). С этого момента может быть начато восстановление ротационных движений предплечья.

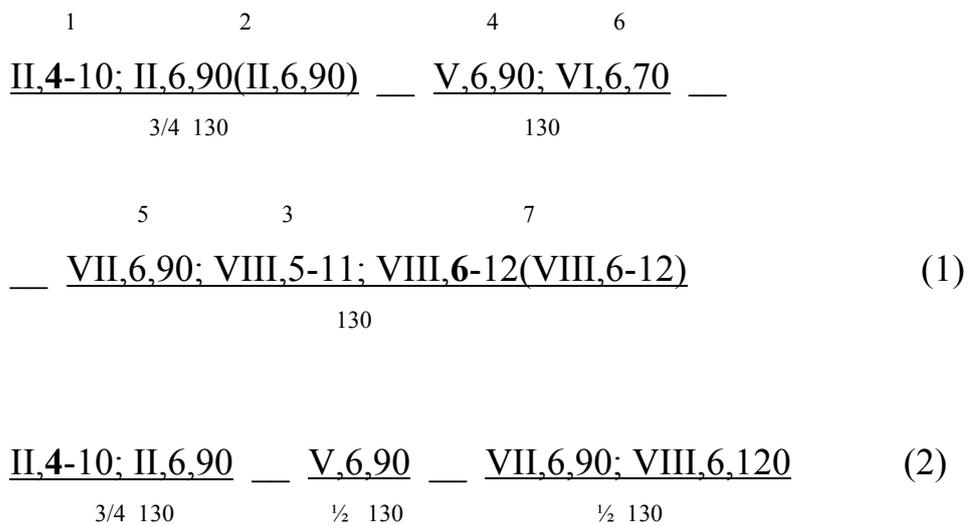
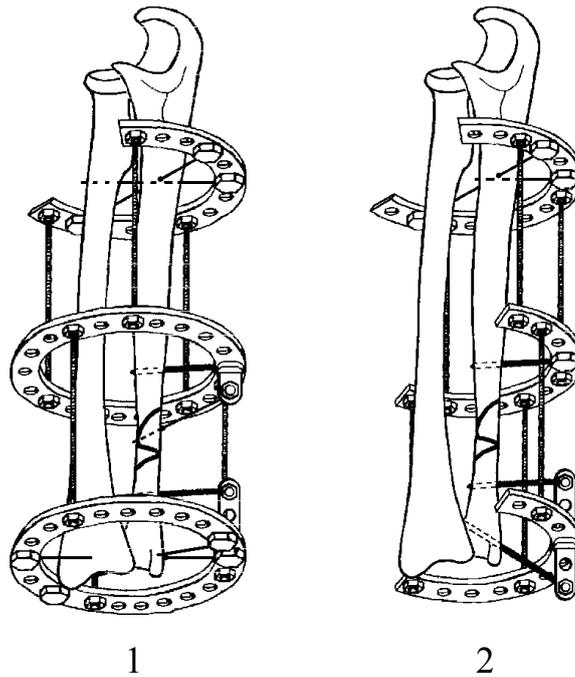


Рис. 3. Схема КЧО перелома 22-B1.2.

КЧО при повреждениях Монтеджа

(повреждения 22-A1.3, 22-B1.3, по классификации АО/ASIF)

Чрескостному остеосинтезу при повреждениях Монтеджа предшествует попытка вправления головки лучевой кости. После вправления предплечью придают положение крайней супинации, головку лучевой кости фиксируют к локтевой кости спицей (I,11-5)I,11-5. После этого выполняют остеосинтез аналогично методикам, приведенным для изолированных пе-

реломов диафиза локтевой кости. В завершение операции, для снижения риска возникновения инфекционных осложнений и контрактур локтевого сустава, спицу (I,11-5)I,11-5 целесообразно заменить на консольную спицу или стержень-шуруп (I,9,90).

Если вправить головку лучевой кости мануальными приемами не удалось, накладывают скелетное вытяжение при помощи репозиционно-фиксационной приставки. Выполняют рентгенограммы в двух стандартных проекциях или используют ЭОП. Если взаимоотношения в дистальном радиоульнарном сочленении не нарушены, комбинированный чрескостный остеосинтез начинают с проведения дистальной базовой спицы: VIII,6-12(VIII,6-12). В тех случаях, когда перелом локтевой кости локализуется в верхней трети ее диафиза, проводят спицу VII,6-12(VII,6-12). После этого через проксимальный метафиз локтевой кости проводят проксимальную базовую спицу: I,4-10.

Устанавливают проксимальную базовую опору на основе 3/4 кольца так, как это описано в разделе «Общие положения». Проксимальную базовую спицу I,4-10, натянув, фиксируют в опоре. Устанавливают одну или несколько репозиционно-фиксационных кольцевых опор на уровнях, которые рекомендованы в методиках для аналогичных изолированных переломов диафиза локтевой кости. Устанавливают дистальную базовую опору так, как это описано выше.

После монтажа аппарата создают дистракционное усилие, достаточное для того, чтобы установить головку лучевой кости точно напротив *incisura radialis* локтевой кости. Ориентиром может служить восстановление анатомической длины локтевой кости. Выполняют рентгенограммы в двух стандартных проекциях или используют ЭОП.

Если контрольные рентгенограммы выявили нарушение взаимоотношений и в дистальном радиоульнарном сочленении, компоновка чрескостного аппарата имеет свои особенности (рис. 4). Через проксимальный ме-

тафиз локтевой кости проводят проксимальную базовую спицу: I,4-10 и устанавливают проксимальную базовую опору так, как это описано выше.

Количество и уровни расположения репозиционно-фиксационных опор подбираются аналогично предыдущему варианту, но все опоры аппарата соединяют сплошными стержнями. Через лучевую кость проводят спицу (V,2-8) и фиксируют ее, после натяжения, к промежуточной опоре при помощи кронштейнов. Прилагают distraction между проксимальной базовой и репозиционно-фиксационной опорами на величину, достаточную для низведения головки лучевой кости.

Для окончательного вправления и фиксации головки лучевой кости в проксимальный метафиз лучевой кости вводят стержень-шуруп или консольную спицу с упорной площадкой (I,9,90). Если имеется смещение проксимального отдела луча кнутри или кнаружи, то рационально использовать репозирующую спицу (I,3-9) или (I,9-3). Используя упорную площадку, устраняют смещение проксимальной части лучевой кости по ширине. Затем изгибают спицу назад и вовнутрь. Одновременной тракцией за оба конца спицы устраняют вывих. После манипуляции репозирующую спицу меняют на стержень-шуруп или консольную спицу с упорной площадкой (I,9,90).

Через дистальный метафиз локтевой кости проводят дистальную базовую спицу: VIII,5-11 (или VII,5-11 – когда перелом локтевой кости локализуется в верхней трети диафиза). Устанавливают дистальную базовую опору так, как это описано в разделе «общие положения». Дистальную базовую спицу фиксируют в опоре после натяжения.

Затягивают гайки у промежуточной опоры, после чего прилагают distraction между репозиционно-фиксационной и дистальной базовой опорами для создания диастаза между фрагментами локтевой кости 3–4 мм. Выполняют рентгенограммы в двух стандартных проекциях или используют ЭОП.

нове 3/4 кольца перпендикулярно продольной оси локтевой кости и ориентируют относительно мягких тканей так, как это описано в разделе «общие положения». Натягивают и фиксируют в опоре проксимальную базовую спицу.

Дистальную базовую спицу проводят через лучевую кость: (VIII,1-7) – при переломах средней и дистальной трети лучевой кости и (VII,1-7) – при переломах ее проксимальной трети.

После этого устанавливают одну или две репозиционно-фиксационных кольцевых опоры. Количество и уровни расположения репозиционно-фиксационных опор зависят от локализации, типа перелома. Репозиционно-фиксационную опору (или модуль из двух опор) соединяют тремя стержнями с проксимальной базовой опорой. Соединительные стержни должны быть параллельны оси проксимального фрагмента локтевой кости. Соединяют тремя стержнями промежуточную опору (или модуль из двух репозиционно-фиксационных опор) с дистальной базовой опорой. Гайки соединительных стержней у промежуточной опоры не затягивают. Если репозиционно-фиксационных опор несколько, то гайки соединительных стержней не затягивают у дистальной репозиционно-фиксационной опоры.

Устанавливают дистальную базовую опору так, чтобы она была расположена перпендикулярно продольной оси дистального фрагмента лучевой кости. Расстояние от задней поверхности локтевой кости до опоры на уровнях размещения базовых опор должно быть одинаковым. Только после этого дистальную базовую спицу натягивают и фиксируют в опоре. Затягивают гайки у промежуточной опоры, после чего прилагают distraction для создания межфрагментарного диастаза 3–4 мм. Выполняют рентгенограммы в двух стандартных проекциях или используют ЭОП.

После этого устраняют ротационное смещение проксимального фрагмента лучевой кости по способу, аналогичному предложенному

Г.А.Илизаровым, С.И. Шведом, К.У. Кудзаевым (1990). Для этого в проксимальный фрагмент лучевой кости, отступя проксимально 20–25 мм от уровня перелома, через оба кортикальных слоя проводят двухмиллиметровую консольную спицу (II,10,90) (в оригинале используют спицу Киршнера, натянутую в дополнительной внешней опоре). Используя эту спицу, как рычаг, ротируют проксимальный отломок сначала кнаружи до ощущения упора. После этого проксимальный фрагмент ротируют вовнутрь на 90°. В таком положении со стороны локтевой через обе кости проводят консольную спицу I,5,90(I,5,90) и фиксируют ее к опоре. Консольная спица-рычаг может быть удалена.

КЧО переломов проксимальной трети диафиза лучевой кости

(повреждения 22-A2.1, 22-A2.2, 22-B2.1, 22-B2.2, 22-C2.1

по классификации АО/ASIF)

Промежуточную репозиционно-фиксационную опору устанавливают, как правило, на уровне IV. После оценки рентгенограмм для устранения остаточного смещения костных фрагментов проводят репозиционно-фиксационные чрескостные элементы. Проксимальный крепят при помощи консольной приставки к проксимальной базовой опоре, дистальные – к репозиционно-фиксационной опоре. На рисунке 5 в качестве примера показаны консольные спицы с упорными площадками (II,9,90) и (III,10,110) и стержень-шуруп (IV,11,90). При косых, оскольчатых переломах операцию завершают проведением спицы VII,6-12(VII,6-12), спицу (VII,1-7) удаляют.

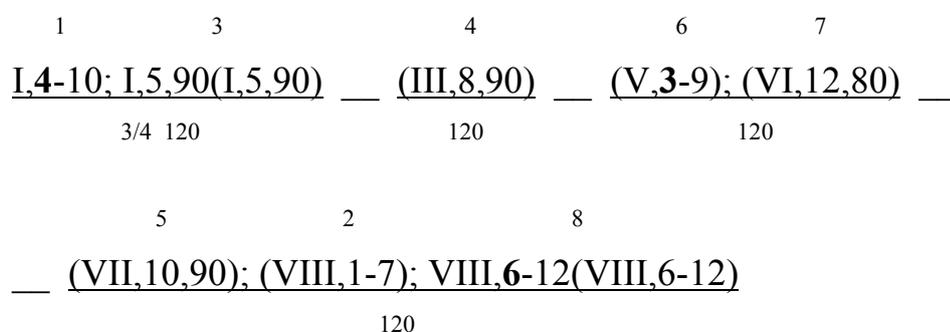
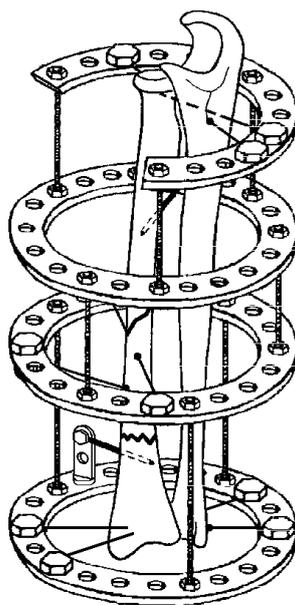


Рис. 6. Схема КЧО перелома 22-C2.1

КЧО при переломах дистальной трети диафиза лучевой кости
 (повреждения 22-A2.1, 22-A2.2, 22-B2.1, 22-B2.2, 22-C2.1
 по классификации АО/ASIF)

Промежуточную репозиционно-фиксационную кольцевую опору устанавливают, как правило, на уровне V. Репозиционно-фиксационные чрескостные элементы для дистального костного фрагмента крепят при помощи кронштейнов к дистальной базовой опоре.

Как уже указывалось, в тех случаях, если целесообразно применить встречно-боковую компрессию (косые, винтообразные переломы) или нейтральный остеосинтез (оскольчатые разрушения) после рентгенологического подтверждения репозиции проводят вторую дистальную базовую

спицу через обе кости предплечья: VIII,6-12(VIII,6-12) (рис. 7.1). При поперечных и косопоперечных переломах дистальной трети диафиза лучевой кости, когда возможно создание осевой компрессии, использование спицы, «сшивающей» обе кости на уровне их дистального метафиза, нецелесообразно (рис. 7.2).

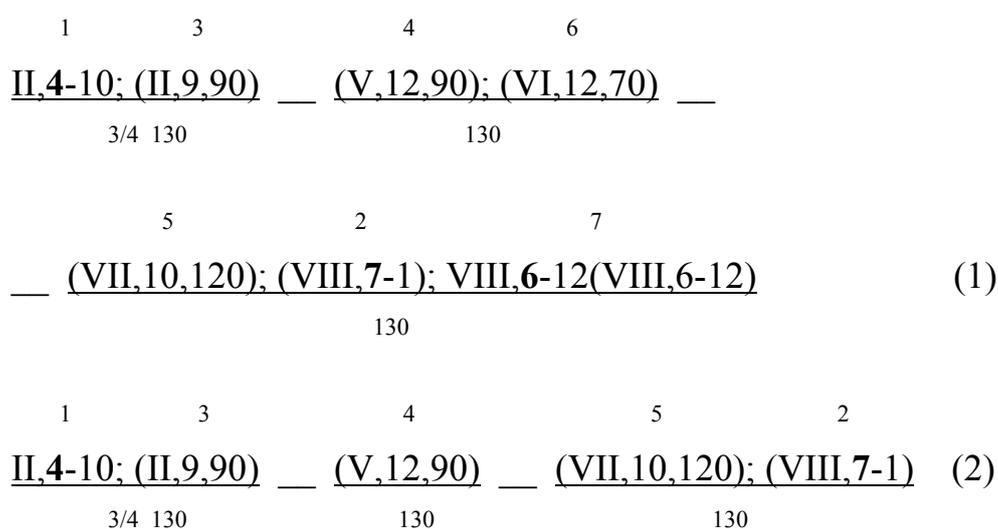
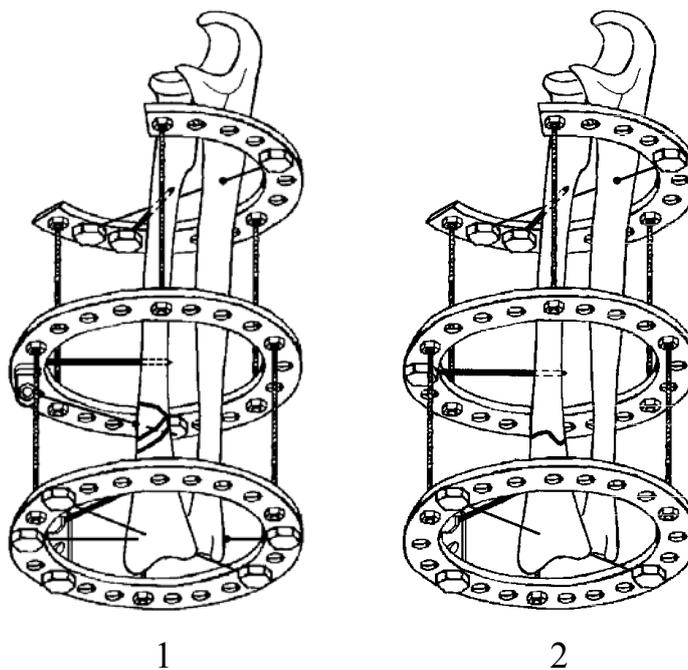


Рис. 7. Схемы КЧО переломов 22-B2.2 (1) и 22-A2.2 (2)

КЧО при повреждении Галеацци

(повреждения 22-A2.3, 22-B2.3, 22-C2.1 по классификации АО/ASIF)

Перед планированием чрескостного остеосинтеза следует учитывать, что в данном случае происходит разрыв связок дистального лучелоктевого сочленения со смещением дистального фрагмента лучевой кости вместе с кистью в ладонную или тыльную стороны. Локтевая кость при повреждении Галеацци не изменяет свое пространственное расположение после травмы. Поэтому при закрытой репозиции, которая должна предшествовать чрескостному остеосинтезу, дистальный фрагмент лучевой кости приближают к локтевой кости, а не наоборот. Этому же правилу следуют в случае аппаратного устранения вывиха.

В условиях скелетного вытяжения монтируют проксимальную базовую опору на основе 3/4 кольца: I,4-10; I,5,90(I,5,90). После этого при сгибательном варианте повреждения Галеацци через лучевую кость проводят спицу (VIII,1-7); при разгибательном типе проводят спицу (VIII,7-1). В зависимости от уровня перелома лучевой кости komponуют аппарат на основе трех или четырех внешних опор.

Прилагают distraction для создания межфрагментарного диастаза 3-4 мм. Как это было описано для методик чрескостного остеосинтеза изолированных диафизарных переломов лучевой кости, репозируют костные фрагменты. Устраняют межфрагментарный диастаз и оценивают контрольные рентгенограммы, сделанные в двух стандартных проекциях. Если взаимоотношения в дистальном радиоульнарном сочленении не восстановились, то в локтевую кость вводят консольную спицу VII,9,90 при сгибательном типе повреждения или VII,4,90 – при разгибательном варианте. Дугообразно изогнув спицу (VIII,1-7) или (VIII,7-1) восстанавливают правильные взаимоотношения в дистальном лучелоктевом суставе. После этого через обе кости предплечья проводят спицу VIII,6-12(VIII,6-12). Только после этого убирают distraction, задаваемую при помощи репозиционно-

фиксационной приставки. Операцию завершают удалением консольной спицы, введенной на уровне VII.

КЧО при диафизарных переломах обеих костей предплечья

(повреждения 22-А3, 22-В3, 22-С1.2, 22-С1.3, 22-С2.2, 22-С2.3, 22-С3)

Комбинированный чрескостный остеосинтез начинают с проведения через локтевую кость на уровне ее проксимального метафиза проксимальной базовой спицы с упорной площадкой: I,4-10.

Устанавливают проксимальную базовую опору на основе 3/4 кольца перпендикулярно продольной оси проксимального фрагмента локтевой кости и ориентируют относительно мягких тканей так, как это описано в разделе «Общие положения». Спицу I,4-10 фиксируют в опоре, предварительно натянув. В случае если рентгенограммы, выполненные на скелетном вытяжении в репозиционной приставке, позволяют судить о том, что взаимоотношения в дистальном радиоульнарном сочленении не нарушены, то через обе кости проводят дистальную базовую спицу: VIII,6-12(VIII,6-12). Устраняют ротационное смещение проксимального фрагмента лучевой кости по Г.А. Илизарову – С.И. Шведу – К.У. Кудзаеву (1990).

В зависимости от уровней переломов локтевой и лучевой костей устанавливают до трех промежуточных репозиционно-фиксационных кольцевых опор. Соединительные стержни между проксимальной базовой опорой и проксимальной репозиционно-фиксационной опорой должны быть параллельны продольной оси проксимального фрагмента локтевой кости. Репозиционно-фиксационные опоры соединяют между собой тремя стержнями. Соединяют тремя стержнями дистальную репозиционно-фиксационную опору с дистальной базовой опорой. Гайки соединительных стержней у дистальной репозиционно-фиксационной опоры не затягивают. Устанавливают дистальную базовую опору так, чтобы она была расположена перпендикулярно продольной оси дистального фрагмента локтевой

кости. Расстояние от задней поверхности локтевой кости до опоры на уровнях размещения базовых опор должно быть одинаковым. Спицу VIII,6-12(VIII,6-12) фиксируют в дистальной базовой опоре после натяжения.

Затягивают гайки у дистальной репозиционно-фиксационной опоры, после чего прилагают дистракцию для создания межфрагментарного диастаза 3–4 мм. Выполняют рентгенограммы в двух стандартных проекциях или используют ЭОП. Для устранения остаточного смещения фрагментов локтевой и лучевой костей, крупных осколков, проводят репонирующе-фиксирующие чрескостные элементы. На рисунке 8.1 в качестве примера показаны стержни-шурупы III,7,90, (IV,10,90) и (VII,10,90); спицы с упорными площадками V,4-10 и (VI,1-7); консольные спицы с упорными площадками IV,6,80 и (V,12,110).

Если контрольные рентгенограммы на скелетном вытяжении позволяют судить о том, что необходимо производить дистракцию (компрессию) фрагментов локтевой и лучевой костей на разные величины, монтаж аппарата должен предусматривать возможность отдельной репозиции костей предплечья по Г.А. Илизарову – С.И. Шведу – К.У. Кудзаеву (1990). В качестве примера на рисунке 8.2 приведена схема выполнения чрескостного остеосинтеза при переломе 22-А3.3. Как следует из схемы, все опоры аппарата, кроме проксимальной базовой, должны быть соединены «сквозными» стержнями. При переломе костей предплечья на разных уровнях в дистальном кольце фиксируют дистальный фрагмент кости с более низким уровнем перелома. Оба чрескостных элемента, проведенных через дистальный отломок локтевой кости (дистальная базовая спица и репозиционно-фиксационный стержень-шуруп), фиксируют на промежуточной опоре. Дистальную базовую и дистальную репозиционно-фиксационную спицы лучевой кости фиксируют к дистальной опоре аппарата. Благодаря такой фиксации спиц, наличие «сквозных» соединитель-

ных стержней появляется возможность раздельного осевого перемещения фрагментов костей предплечья.

После выполнения контрольных рентгенограмм устройство для скелетного вытяжения демонтируют.

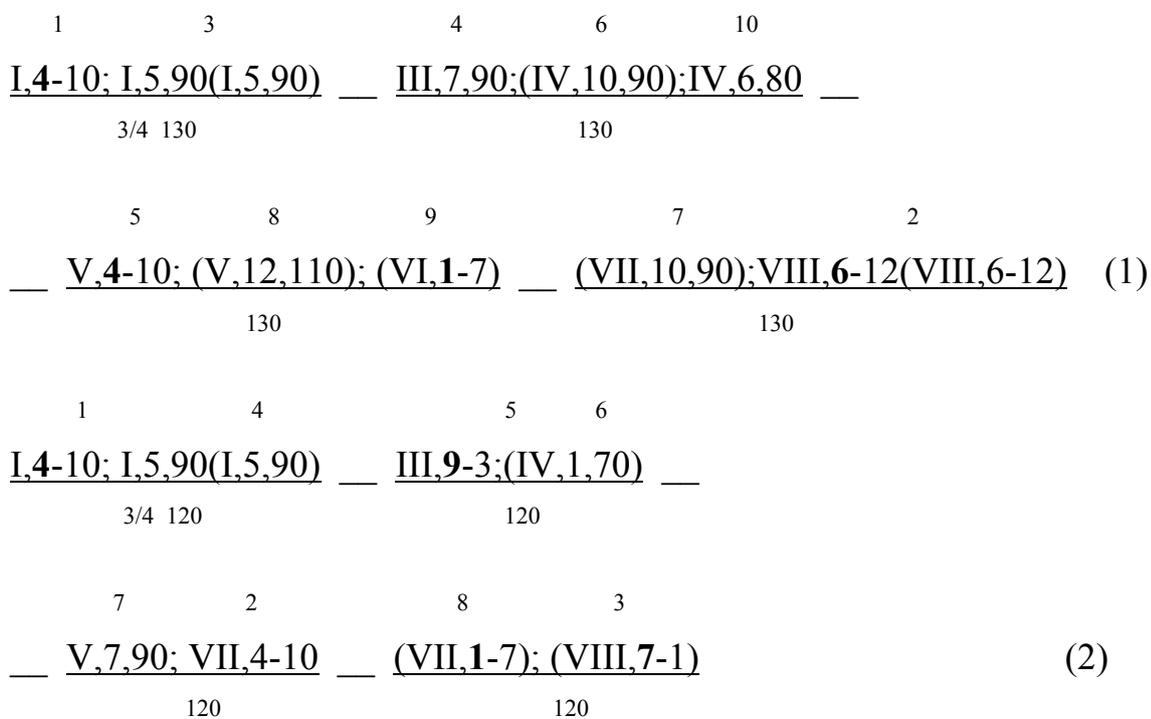
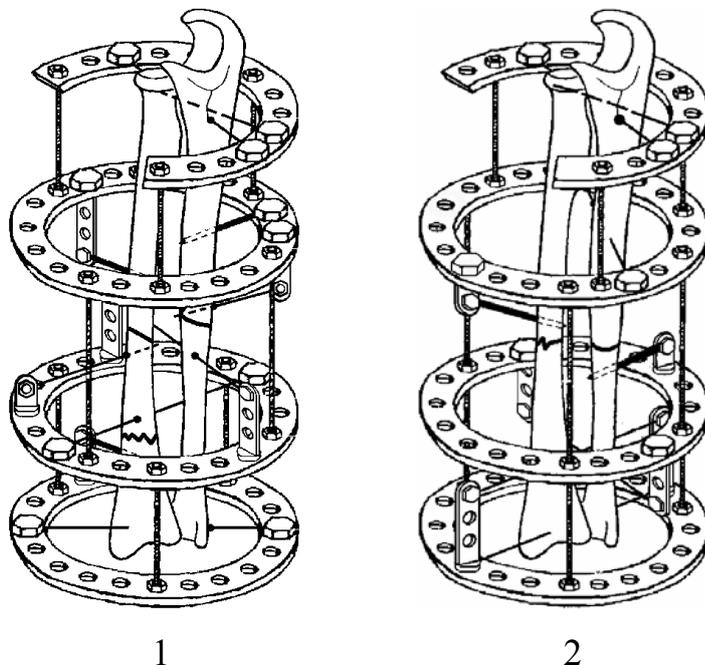


Рис. 8. Схема КЧО перелома 22-С2.2 и перелома 22-А3.3

Послеоперационный период

Принципы ведения послеоперационного периода в целом аналогичны разработанным в РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова.

После чрескостного остеосинтеза руке придают возвышенное положение – укладывают на валик (подушку), фиксируют при помощи косыночной повязки в положении сгибания в локтевом суставе 90–100°. К дистальной опоре аппарата фиксируют два стержня с натянутым между ними марлевым гамачком для того, чтобы придать кисти среднефизиологическое положение.

После остеосинтеза болевой синдром, как правило, купируется на 3–4 сутки и использование анальгетиков больше не требуется. Наличие стойкого болевого синдрома обычно свидетельствует об ошибках при выполнении методик чрескостного остеосинтеза и (или) о возникших осложнениях.

Смоченные спиртом салфетки первые 2–3 дня меняют, в случае необходимости, ежедневно, затем – по мере загрязнения, но не реже, чем раз в 7–10 суток. Хлопчатобумажный чехол меняют вместе со сменой салфеток.

В первые сутки после остеосинтеза пациенту рекомендуют изометрическую гимнастику, активно-пассивные движения пальцами кисти. К ЛФК приступают на 2–3 сутки после операции. Занятия должны включать пассивные и активные движения в локтевом, кистевом суставах и суставах кисти, сочетая упражнения с дыхательной, общеукрепляющей гимнастикой. Средняя продолжительность занятий: 1–2 раза в день по 20–30 минут. С 3–4 дня занятия переносят из палаты в зал ЛФК, увеличив время до 45–60 минут.

После остеосинтеза закрытых переломов больные на 5–7 сутки (а иногда и раньше) могут быть переведены в режим амбулаторного наблюдения. При поперечных или косопоперечных переломах проводят поддерживающую осевую компрессию по 1 мм раз в две недели. При косых или винто-

образных переломах необходима встречно-боковая компрессия при помощи спиц с упорами, дугообразно изогнутых спиц, стержней-шурупов. При оскольчатых переломах осуществляют нейтральный остеосинтез.

Находясь дома, пациенты под контролем лечащего врача, методиста продолжают курс социально-трудовой реабилитации. С учетом клинорентгенологических показателей, нагрузку на конечность постепенно увеличивают, доводя ее к концу периода фиксации до 70–100% от функциональной нормы.

Как указывалось, внешняя фиксация лучевой кости, обеих костей предплечья с сохранением ротационной функции предплечья невозможна, локтевой кости – возможна и целесообразна. Обычно через 3–4 недели с момента остеосинтеза локтевой кости сгибательно-разгибательные движения в локтевом и кистевом суставах не ограничены, отек мягких тканей не превышает +1-3 см длины окружности сегмента на уровне перелома. Рентгенологически в этот период по всем поверхностям смежных концов отломков прослеживается нежный периостальный регенерат, несколько выше плотности мягких тканей; имеется эндостальный регенерат в виде нечеткости контуров смежных концов отломков с признаками рарификации концов фрагментов. Эти клинорентгенологические признаки являются основанием для демонтажа передних полуколец репозиционно-фиксационных и дистальной базовой опор аппарата. Еще через 3-4 дня, при отсутствии болевого, отекающего синдромов удаляют чрескостные элементы, «сшивающие» обе кости (рис. 1.2, 2.2, 3.2). После этого больному рекомендуют постепенную разработку ротационных движений.

За 5–7 суток до предполагаемого срока демонтажа аппарата проводят клиническую пробу на сращение костных фрагментов. Для этого временно демонтируют стержни, соединяющие внешние опоры на уровне перелома, т.е. разъединяют модули, фиксирующие проксимальный и дистальный костный фрагменты. После этого специальными приемами (проба на воз-

можность удержания руки в горизонтальном положении, приложение мануальных боковой, осевой и торсионной нагрузок) определяют степень подвижности костных фрагментов. При отсутствии патологической подвижности на стыке фрагментов, соединительные стержни возвращают на свое место, а аппарат «динамизируют», отведя гайки соединительных стержней от репозиционно-фиксационной опоры на 1–2 мм.

Сроки фиксации чрескостным аппаратом устанавливают индивидуально, исходя из контролируемой динамики клинико-рентгенологических показателей. Обычный цвет кожных покровов, отсутствие или незначительный отек мягких тканей, безболезненные движения в суставах, положительная клиническая проба на сращение и отсутствие отрицательной динамики после «динамизации» аппарата являются клиническими критериями для демонтажа аппарата. Наличие рентгенологически прослеживаемой линии перелома, отсутствие выраженного периостального регенерата при наличии других перечисленных признаков сращения, не являются противопоказаниями для прекращения периода фиксации. В сомнительных случаях используют метод компьютерной томографии.

После снятия аппарата нагрузку на конечность на 30–40% уменьшают, а затем постепенно, от 2–3 недель при диафизарном переломе лучевой кости до 3–5 недель при переломах обеих костей предплечья, увеличивают до функциональной нормы.

Возможные осложнения при использовании медицинской технологии и способы их устранения

Возникновение фиксационных контрактур, вторичных смещений, повреждение магистральных сосудов и нервов являются следствием нарушения технологии чрескостного остеосинтеза.

В случае если консервативное лечение воспаления мягких тканей в течение 3–4 суток оказывается неэффективным, чрескостный элемент сле-

дует удалить. Вопрос о необходимости стабилизации аппарата проведением дополнительных спиц (стержней-шурупов) решается индивидуально.

Эффективность использования медицинской технологии

Метод комбинированного чрескостного остеосинтеза диафизарных переломов костей предплечья был использован при лечении 22 пациентов. Сроки фиксации варьировали от $53,5 \pm 5,2$ дней при диафизарных переломах лучевой кости до $93,1 \pm 11$ дней при переломах обеих костей предплечья. После остеосинтеза локтевой кости к концу периода фиксации функция конечности практически соответствовала функциональной норме. После остеосинтеза лучевой кости, обеих костей предплечья для восстановления функции ротации было необходимо еще 4–9 недель.

Требующее консервативного лечения воспаление мягких тканей у спиц возникло в 3 случаях; необходимости в замене чрескостных элементов не было. На сроки лечения и реабилитации эти осложнения не повлияли.

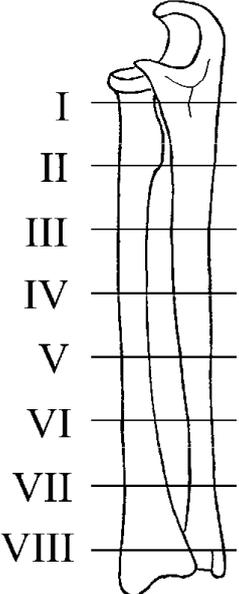
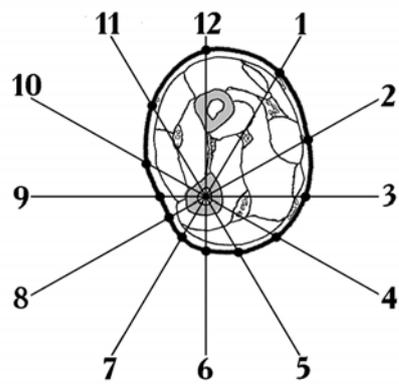
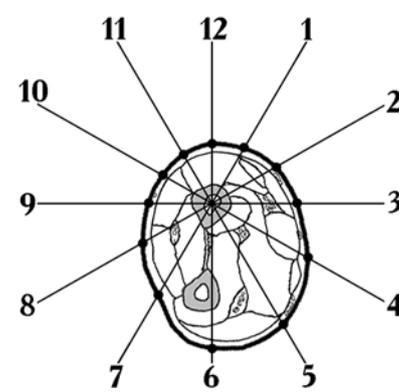
Литература

1. Колмиец, А.А. Остеосинтез аппаратом Г.А. Илизарова / А.А. Колмиец, Е.А. Распопова. – Барнаул, 1997. – 76 с.
2. Чрескостный остеосинтез диафизарных переломов костей предплечья аппаратом Илизарова : метод. рекомендации / сост.: Г.А. Илизаров, А.А. Девятов, Д.И. Фадеев, В.А. Сафонов. – Курган, 1977. – 26 с.
3. Чрескостный остеосинтез по Илизарову при диафизарных переломах костей предплечья : метод. рекомендации / МЗ РСФСР, ВКНЦ “ВТО”; сост. : Г.А. Илизаров, С.И. Швед, К.У. Кудзаев. – Курган, 1990. – 21 с.
4. Швед, С.И. Лечение больных с переломами костей предплечья методом чрескостного остеосинтеза / С.И. Швед, В.И. Шевцов, Ю.М. Сысенко. – Курган, 1997. – 294 с.

5. Шевцов, В.И. Аппарат Илизарова. Биомеханика / В.И. Шевцов, В.А. Немков, Л.В. Скляр. – Курган : Периодика, 1995. – 165с.
6. Шевцов, В.И. Чрескостный остеосинтез при лечении оскольчатых переломов / В.И. Шевцов, С.И. Швед, Ю.М. Сысенко. – Курган : Дамми, 2002. – 326 с.
7. Catagni, M.A. Advances in Ilizarov Apparatus Assembly / M.A. Catagni, V. Malzev, A. Kirienko. – Milan, Italy : Medical Plastic, 2000. – 155 p.

Приложение 1

МЕТОД УНИФИЦИРОВАННОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ
ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА (костей предплечья)

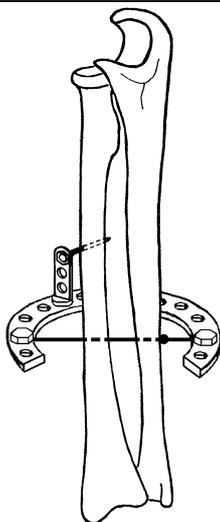
Система координат		
Деление предплечья на <i>уровни</i>	<i>Позиции</i> каждого уровня (определяются относительно <u>каждой</u> кости)	
 <p style="text-align: center;">I II III IV V VI VII VIII</p>		
	<p>3 – изнутри</p> <p>12 – спереди</p> <p>на левом и правом предплечьях</p>	

Пример обозначения спиц	
проводимых только через локтевую кость	проводимых через обе кости*
<p style="text-align: center;">IV,5-11</p>	<p style="text-align: center;">IV,6-12(IV,6-12)</p>

*Символы чрескостных элементов, проведенных через лучевую кость, заключают в круглые скобки.

Пример обозначения консольных чрескостных элементов (стержни-шурупы, консольные спицы)	
проводимых только через лучевую кость	проводимых через обе кости
<p style="text-align: center;">(IV,12,120)</p> <p style="text-align: center;">угол открыт в проксимальном направлении</p>	<p style="text-align: center;">I,5,90(I,5,90)</p>

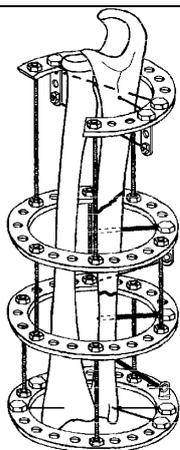
Пример обозначения внешней опоры



2
1
(III,10,120); V,6-12(6-12)
 2/3 130

- 1, 2 – порядок проведения чрескостных элементов
- 130 – диаметр опоры
- 2/3 – геометрия опоры (2/3 кольца)

Пример обозначения полной компоновки аппарата



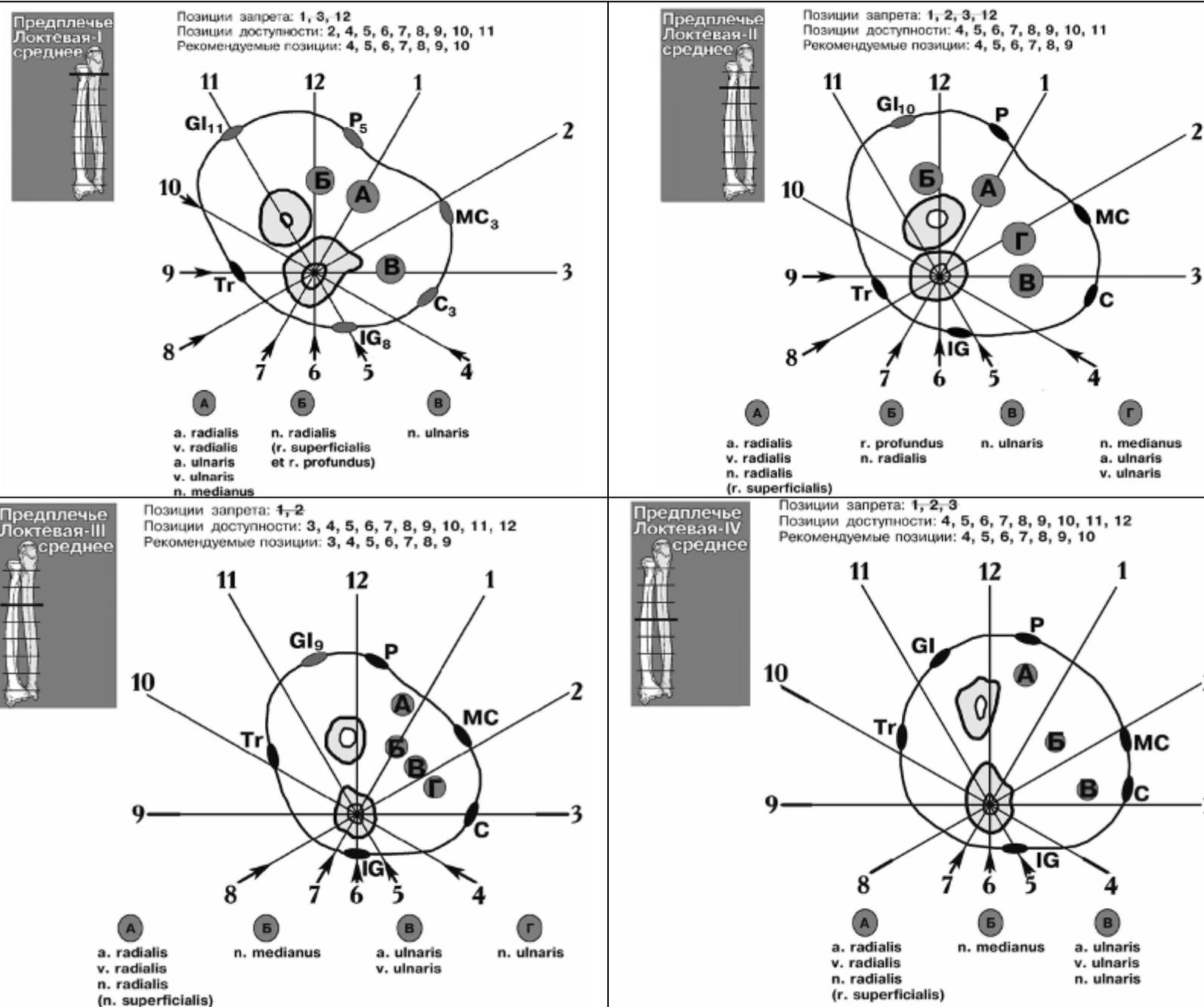
Символы биомеханически задаваемого состояния между опорами аппарата:

- - нейтральное;
- ← - компрессия;
- ←→ - дистракция;
- - посредством шарниров;
- ←○→ - шарнир с дистракцией.

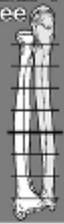
1	2	4	7	5	8	9	3	6
<u>I,4-10; I,5,90(I,5,90); II,10-4</u> <u>IV,6,90; V,6,80</u> <u>VI,6,90</u> <u>VII,7,110; VIII,5-11; VIII,6-12(VIII,6-12)</u>								
2/3 120		120			120		120	

АТЛАС ПРОВЕДЕНИЯ ЧРЕСКОСТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

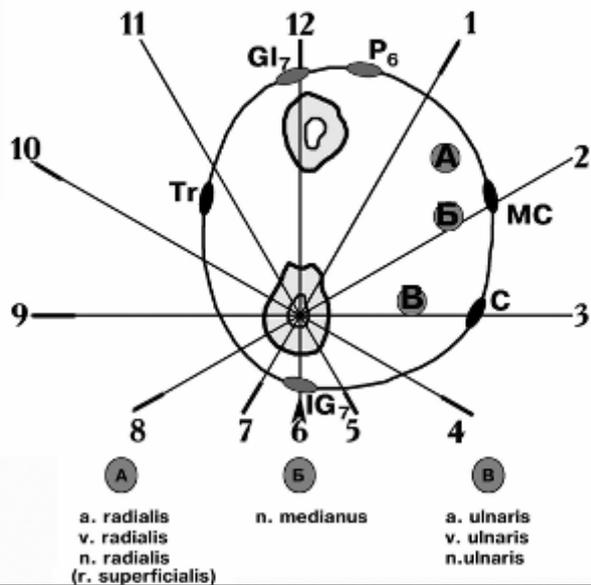
(через кости предплечья)



Предплечье
Локтевая-V
среднее



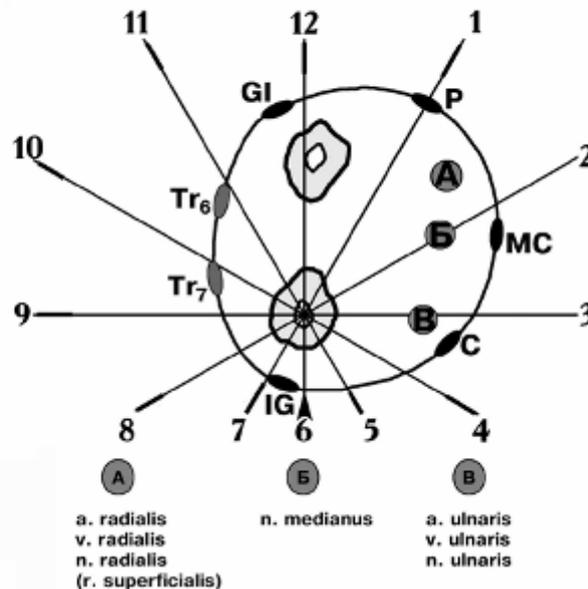
Позиции запрета: 2, 3
Позиции доступности: 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Рекомендуемые позиции: 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12



Предплечье
Локтевая-VI
среднее



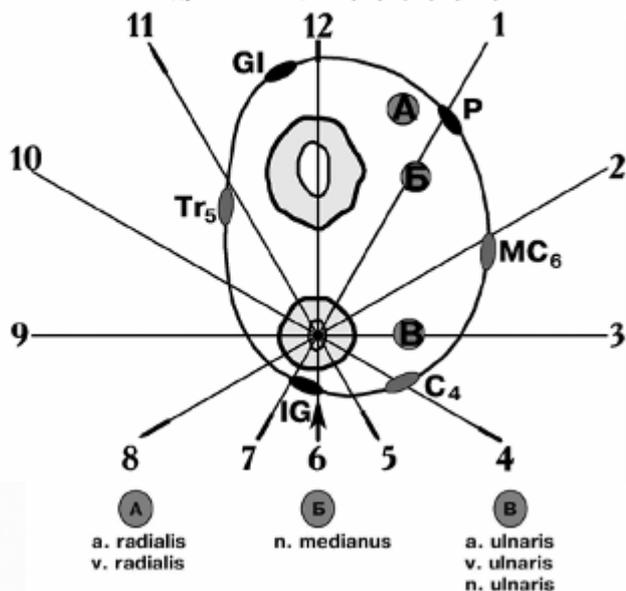
Позиции запрета: 1, 2, 3, 12
Позиции доступности: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Рекомендуемые позиции: 4, 5, 6, 7, 8, 9



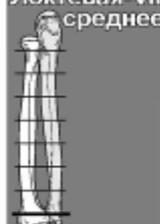
Предплечье
Локтевая-VII
среднее



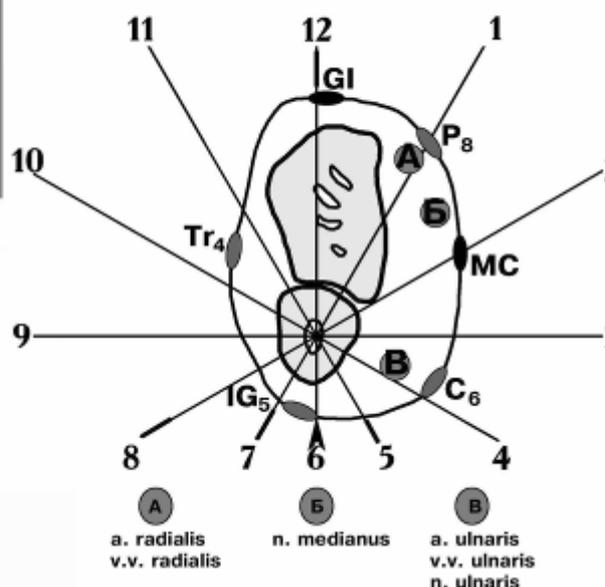
Позиции запрета: 1, 2, 3
Позиции доступности: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Рекомендуемые позиции: 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12



Предплечье
Локтевая-VIII
среднее



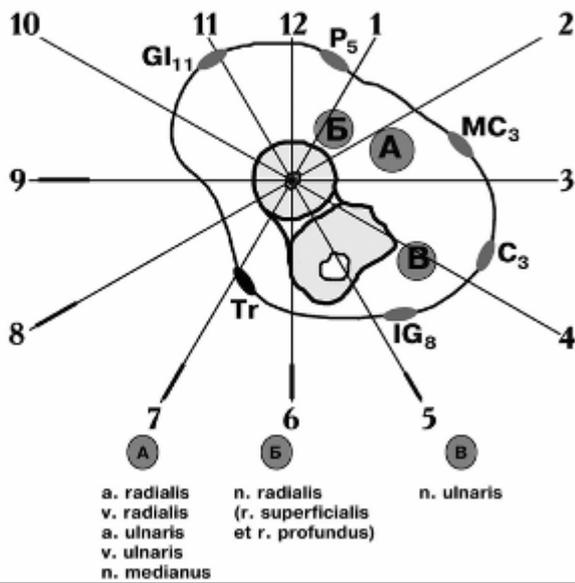
Позиции запрета: 1, 2, 3, 4
Позиции доступности: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Рекомендуемые позиции: 5, 6, 7, 8, 12



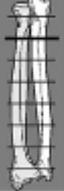
Предплечье
Лучевая-I
среднее



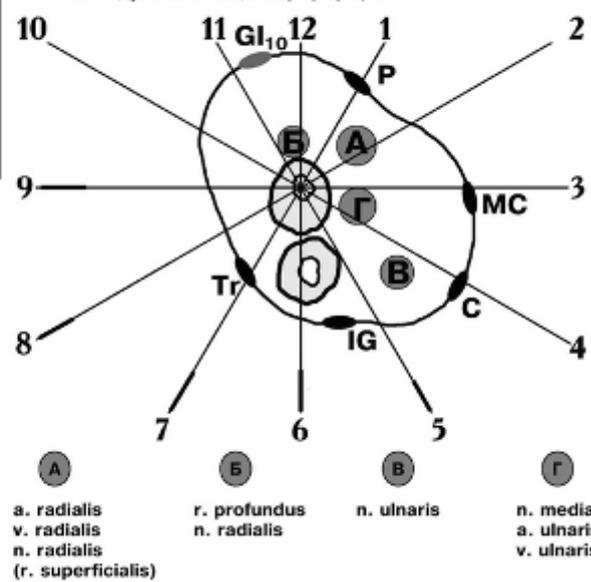
Позиции запрета: 1, 2, 3, 4
Позиции доступности: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Рекомендуемые позиции: 5, 6, 7, 8, 9



Предплечье
Лучевая-II
среднее



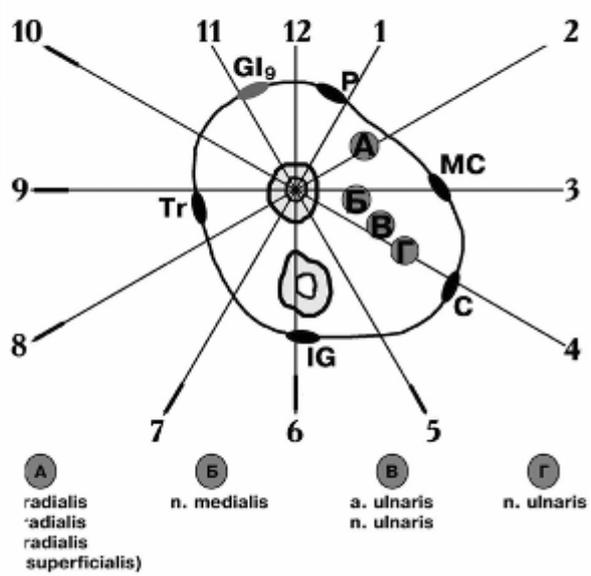
Позиции запрета: 1, 2, 3, 4, 11, 12
Позиции доступности: 5, 6, 7, 8, 9, 10
Рекомендуемые позиции: 5, 6, 7, 8, 9



Предплечье
Лучевая-III
среднее



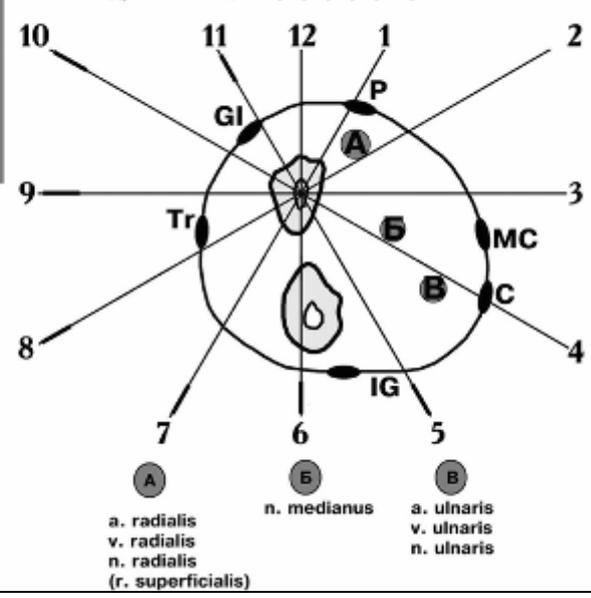
Позиции запрета: 2, 3, 4
Позиции доступности: 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Рекомендуемые позиции: 5, 6, 7, 8, 9, 10



Предплечье
Лучевая-IV
среднее



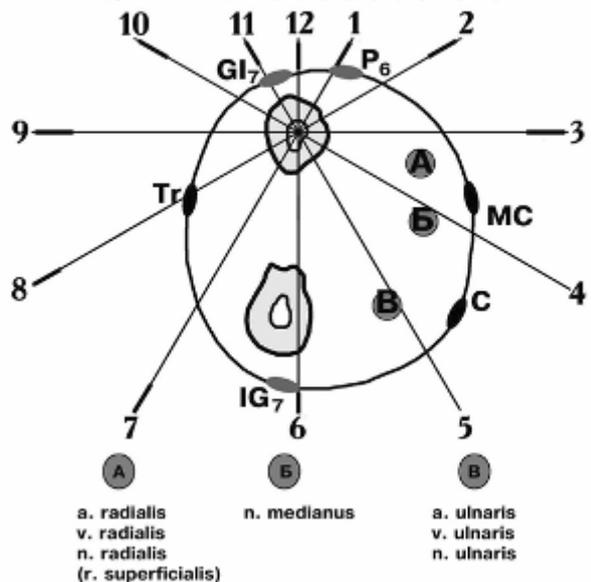
Позиции запрета: 2, 3, 4
Позиции доступности: 1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
Рекомендуемые позиции: 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11



Предплечье
Лучевая-V
среднее



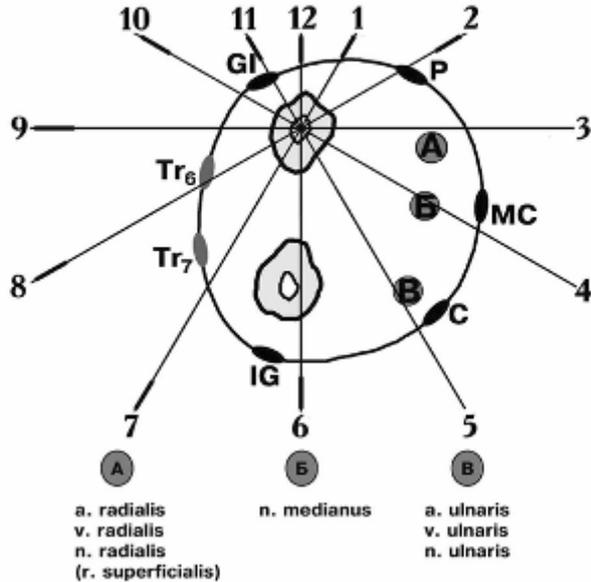
Позиции запрета: 4, 5
 Позиции доступности: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
 Рекомендуемые позиции: 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12



Предплечье
Лучевая-VI
среднее



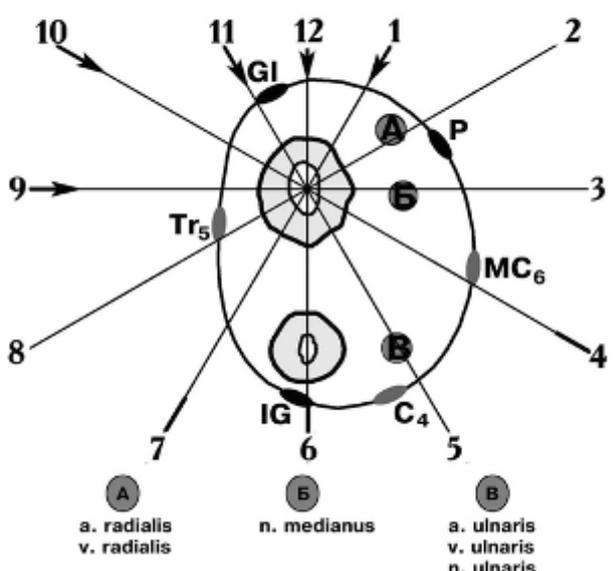
Позиции запрета: 3, 4, 5
 Позиции доступности: 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
 Рекомендуемые позиции: 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12



Предплечье
Лучевая-VII
среднее



Позиции запрета: 2, 3, 5
 Позиции доступности: 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
 Рекомендуемые позиции: 1, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12



Предплечье
Лучевая-VIII
среднее



Позиции запрета: 2, 3, 5
 Позиции доступности: 1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
 Рекомендуемые позиции: 1, 6, 7, 11, 12

