

В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ВРАЧУ

*Мы должны врачу не только плату,
так как он тратит на нас
не только свой труд, но и свое сердце;
он заслуживает уважения и любви...*

Сенека

УДК 615.47:616.71 - 089

Л.Н. Соломин, А.П. Барабаш

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА КОМПОНОВОК ЧРЕСКОСТНЫХ АППАРАТОВ

Институт травматологии и ортопедии
ВСНЦ СО РАМН, г. Иркутск

Биомеханика чрескостного остеосинтеза рассматривается нами как триединство, составляющими которого являются:

- биомеханика взаимосвязей чрескостных элементов с пограничными им тканями;
- биомеханика управления пространственной ориентацией костных фрагментов;
- биомеханика удержания фрагментов.

На протяжении 1990-97 гг. нами изучалась каждая из составляющих биомеханики чрескостного остеосинтеза [2]. Полученные сведения легли в основу метода компоновок чрескостных аппаратов. Его общий алгоритм включает:

1. Определение задач использования чрескостного аппарата
2. Определение уровней, оптимальных для расположения внешних опор чрескостного аппарата
3. Определение на данном уровне позиций, оптимальных для проведения чрескостных элементов
4. Определение возможных типов использования чрескостных элементов с учетом обозначенных позиций (только консольные чрескостные элементы; возможность выбора: спица или стержень)
5. Определение чрескостных элементов, наиболее значимых для данной клинической ситуации
6. Обозначение на сегменте выбранных уровней и позиций для проведения чрескостных элементов
7. Непосредственное проведение чрескостных элементов и монтаж внешних опор

Рассмотрим подробнее каждый из этапов планирования и выполнения чрескостного остеосинтеза.

Остеосинтез в травматологии и ортопедии служит средством для достижения общей цели — восстановления (улучшения) анатомии, функции и физиологии поврежденной конечности [1]. Наиболее типичными задачами для использования чрескостного аппарата являются:

- *Изменение пространственного расположения костных отломков.*

Изменение положения фрагментов с использованием специфичных приемов чрескостного остеосинтеза может быть как «одномоментным» (в ходе выполнения операции), так и дискретным во времени. В данном случае предполагается, что аппарат будет демонтирован после достижения необходимой ориентации костных фрагментов. Данный прием используется в технике АО, когда аппарат демонтируют тотчас после выполнения накостного остеосинтеза [6].

- *Фиксация костных отломков.*

Предполагается, что чрескостный аппарат будет использован только как фиксирующее устройство, например после открытой репозиции костных фрагментов.

- *Обеспечение функции конечности.*

Для возможности обеспечить функцию опоры чрескостный аппарат должен, во-первых, фиксировать костные фрагменты с достаточной для этого жесткостью.

Известно также, что введение чрескостных элементов можно сравнить с невольным выполнением «полилокальных миофасциодезов» [10]. Поэтому для обеспечения функции в проксимальном и дистальном по отношению к области наложения аппарата суставах необходимо выполнить ряд условий. В частности, следует стремиться к уменьшению количества зон фиксации мягких тканей к кости чрескостными элементами и снижению диаметра используемых чрескостных элементов. Для конкретной клинической ситуации это требование предполагает использовать компромиссное решение. Применение спиц отличается меньшей травматичностью, но увеличивает количество мест перфорации мягких тканей. Консольные чрескостные элементы обычно большего диаметра, чем стандартные спицы, но зон перфорации мягких тканей в данном случае оказывается наполовину меньше.

Большое значение для обеспечения функции конечности имеет использование для проведения чрескостных элементов локализаций, в которой смещение мягких тканей при движениях в смежных суставах наименьшее [2].

В клинической практике нередко случаи, когда использование чрескостного аппарата должно отвечать требованию решения сочетания каких-либо из указанных трех основных задач или решения их в совокупности.

В основе следующего этапа — определение уровней, оптимальных для расположения опор чрескостного аппарата, — должны лежать знания по биомеханике управления костными фрагментами и биомеханике жесткости остеосинтеза [2, 3, 5, 8, 9]. Требованиям обеспечения оптимальных условий как для репозиции, так и для фиксации кости отвечает аппарат, в компоновке кото-

рого, задано по две внешние опоры на каждый костный фрагмент (при коротком отломке, как исключение, — одна опора). При этом расстояние между опорами каждой подсистемы должно быть максимально возможным [4]. В случае, если задача, которая решается с использованием чрескостного аппарата, ограничивается только репозицией (фиксацией) костных отломков, то компоновка аппарата может быть уменьшена до одной комбинированной опоры на каждый фрагмент. Этому же правилу можно следовать в тех ситуациях, когда используется внешнее репозирующее устройство, в основе работы которого лежит взаимное смещение чрескостных подсистем с фиксированными ими фрагментами.

Существует одно непреложное условие при составлении плана чрескостного остеосинтеза: исключение повреждения чрескостными элементами магистральных сосудов и нервов. Отдельные сведения, касающиеся выделения опасных, с точки зрения возникновения рассматриваемых осложнений зон, секторов для проведения спиц, могут быть почерпнуты из глав монографий, периодической печати [7, 8]. За рубежом Faute S. с соавт. (1987) и Baggal J. с соавт. (1991) изданы специальные атласы срезов для проведения спиц при чрескостном остеосинтезе.

Анализ приведенной литературы выявил некоторые общие недостатки. Один из основных — отсутствие единой системы координат, что не позволяет точно использовать на практике полученные сведения. В разделах, посвященных срезам предплечья, рассматривается положение супинации, при остеосинтезе локтевой и лучевой костей в практике используемое сравнительно редко. Недостатком является и то, что на срезах не учитываются проекции на срезы основных меридианов и точек акупунктуры. Кроме этого, отсутствует информация о локализациях, при проведении через которые чрескостных элементов наименее вероятна опасность возникновения «фиксационных» контрактур. И, наконец, что мы считаем весьма существенным: отсутствие формализованной системы для обозначения проведения чрескостных элементов, сопряженной с информацией, которая могла бы быть почерпнута из срезов. Это делает информацию оторванной, носящей лишь рекомендательный характер и оставляющей простор для понимания.

В 1997 году авторами был издан атлас «Эсперанто» проведения чрескостных элементов при остеосинтезе «аппаратом Илизарова», в котором устранены все указанные недостатки. В издании использована единая система координат метода унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза. На схемах атласа (восемь уровней для каждого сегмента), кроме зон, опасных с точки зрения повреждений магистральных сосудов и нервов, учтены позиции, при проведении через которые снижается опасность возникновения «фиксационных» контрактур, обозначены проекции меридианов и точек акупунктуры. На основе данного комплексного подхода выделены позиции, рекомендуемые для введения чрескостных элементов. Таким образом, выполнение третьего этапа предложенного алгоритма уже заложено на схемах срезов.

Среди выделенных на данном уровне, как рекомендуемых, позиций следует обратить внимание на те, которые располагаются контралатерально относительно кости. Это могут быть позиции 2 и 8, 3 и 9, 6 и 12 и т.п. В проекции данных позиций возможно ввести либо два консольных чрескостных элемента — со стороны каждой позиции, либо спицу — через две эти позиции. Например, на VI уровне бедра для введения чрескостных элементов рекомендованы позиции 3, 7, 8 и 9 (рис.1.1). Контралатерально относительно кости располагаются позиции 3 и 9. Таким образом, в проекции этих позиций

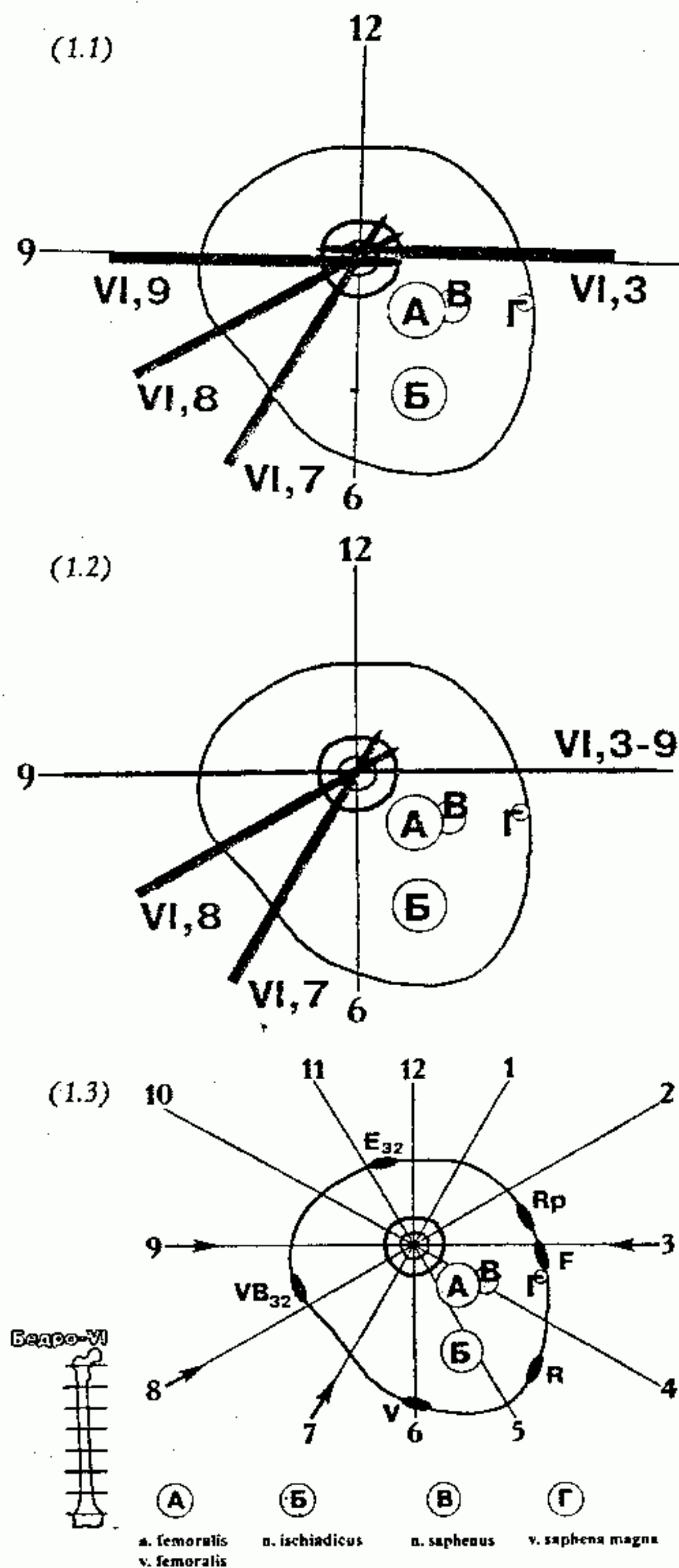


Рис. 1. Схемы среза VI уровня бедра



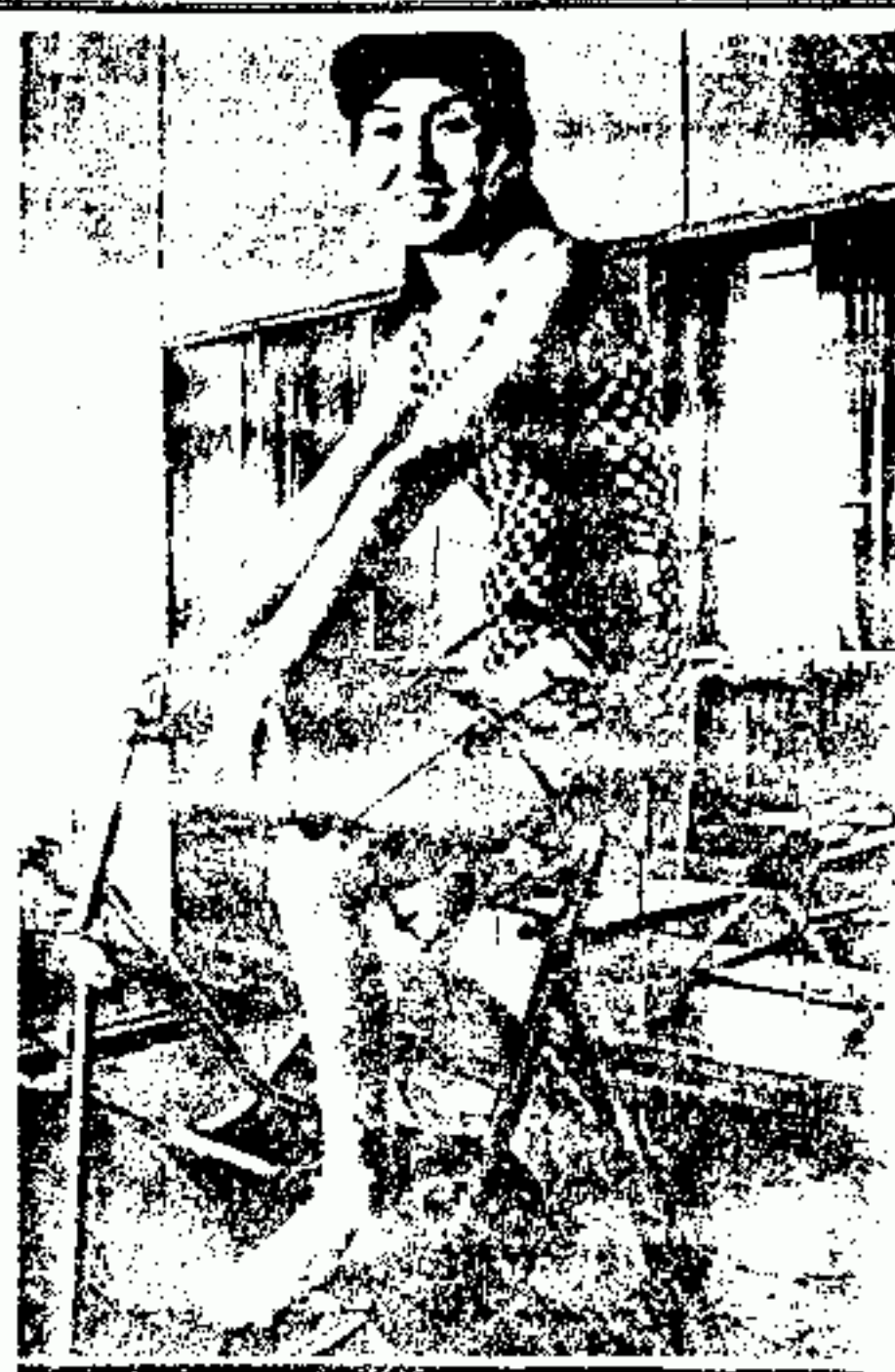
(2.1)



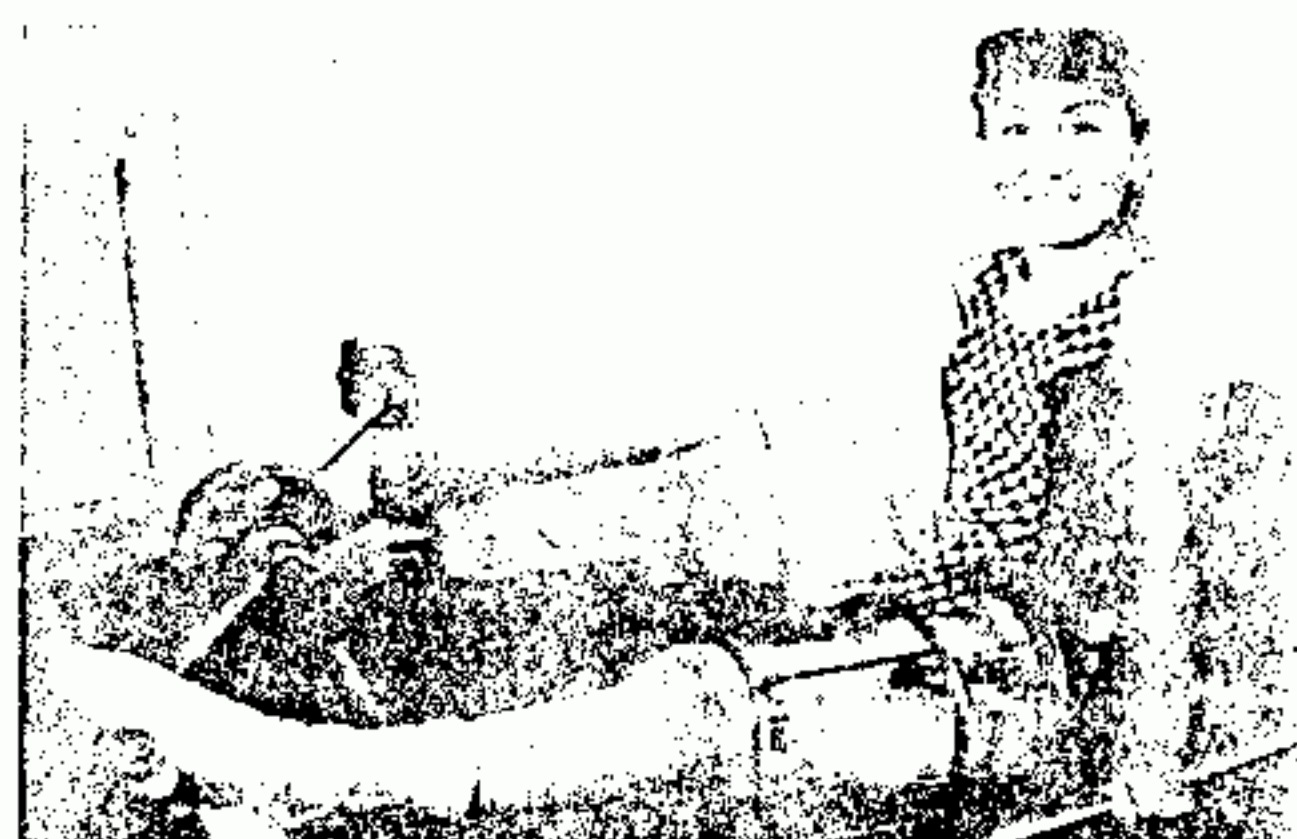
(2.2)



(2.4)



(2.3)



(2.5)

можно провести спицу VI, 3-9, либо консольные чрескостные элементы VI,3 или VI,9. В проекции других рекомендуемых позиций возможно проведение только консольных чрескостных элементов VI,7 и VI,8 (рис.1, 2, 3).

Выбор из рекомендуемых вариантов проведения чрескостных элементов на каждом используемом в данной клинической ситуации уровне следует осуществлять, исходя из задач остеосинтеза. Применение спицы, стержня-крючка целесообразнее для обеспечения перемещения костного фрагмента. Винтовой стержень, стержень-багор более значимы для обеспечения жесткости остеосинтеза.

Этап — обозначение на сегменте выбранных уровней и позиций для проведения чрескостных элементов в случае острой травмы — должен осуществляться после восстановления оси конечности и устранения грубого смещения фрагментов по ширине на ортопедическом столе. Для определения уровней и позиций используют удобные для пальпации и визуального контроля анатомические ориентиры: большой вертел, надмышечки, лодыжки и т. п. В случае необходимости для определения позиций допустимо использование инъекционных игл.

Техника проведения различных типов чрескостных элементов достаточно отражена в специальной литературе. Порядок их введения зависит от задач остеосинтеза. С позиций биомеханики чрескостного остеосинтеза необходимо соблюдать следующие условия, на наш взгляд, наиболее важные:



Рис. 2. Фотографии и фоторентгенограммы больной Г.



(3.1)



(3.3)



(3.4)

а) Для профилактики «фиксационных» контрактур, наиболее часто возникающих после выполнения чрескостного остеосинтеза, чрескостные элементы на трех прилежащих к суставу уровнях необходимо вводить:

- на плече: при его отведении 60° , сгибании в локтевом суставе 90° ;
- на предплечье: в среднем положении между супинацией и пронацией (если предплечью специально не придано то или иное положение ротации), сгибании предплечья 90° и нейтральном положении кисти;
- на бедре: при нейтральном положении в тазобедренном суставе, сгибании в коленном суставе 70° ;
- на голени: при нейтральном положении в коленном суставе и тыльном сгибании стопы 20° .

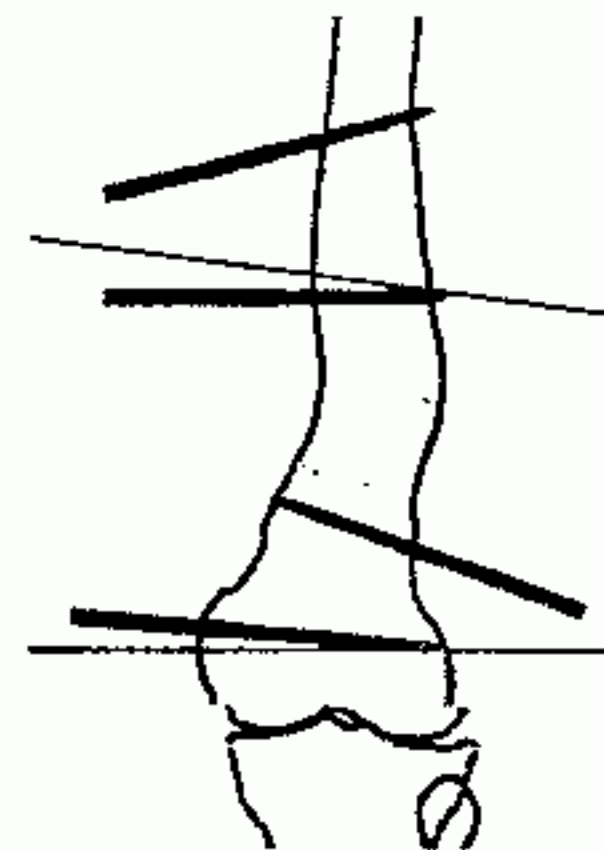
На основании опыта использования чрескостного остеосинтеза мы пришли к убеждению, что изменение положения в суставе при проведении спицы через «сгибательную» и «разгибательную» поверхности сегмента не имеет преимуществ перед предложенным способом.

В тех случаях, когда придать оговоренное положение конечности при проведении чрескостных элементов невозможно (например, оперируя в условиях скелетного вытяжения на ортопедическом столе), следует сделать это непосредственно после завершения остеосинтеза. В случае натяжения кожи в области выхода спиц, стержней ее необходимо рассечь.

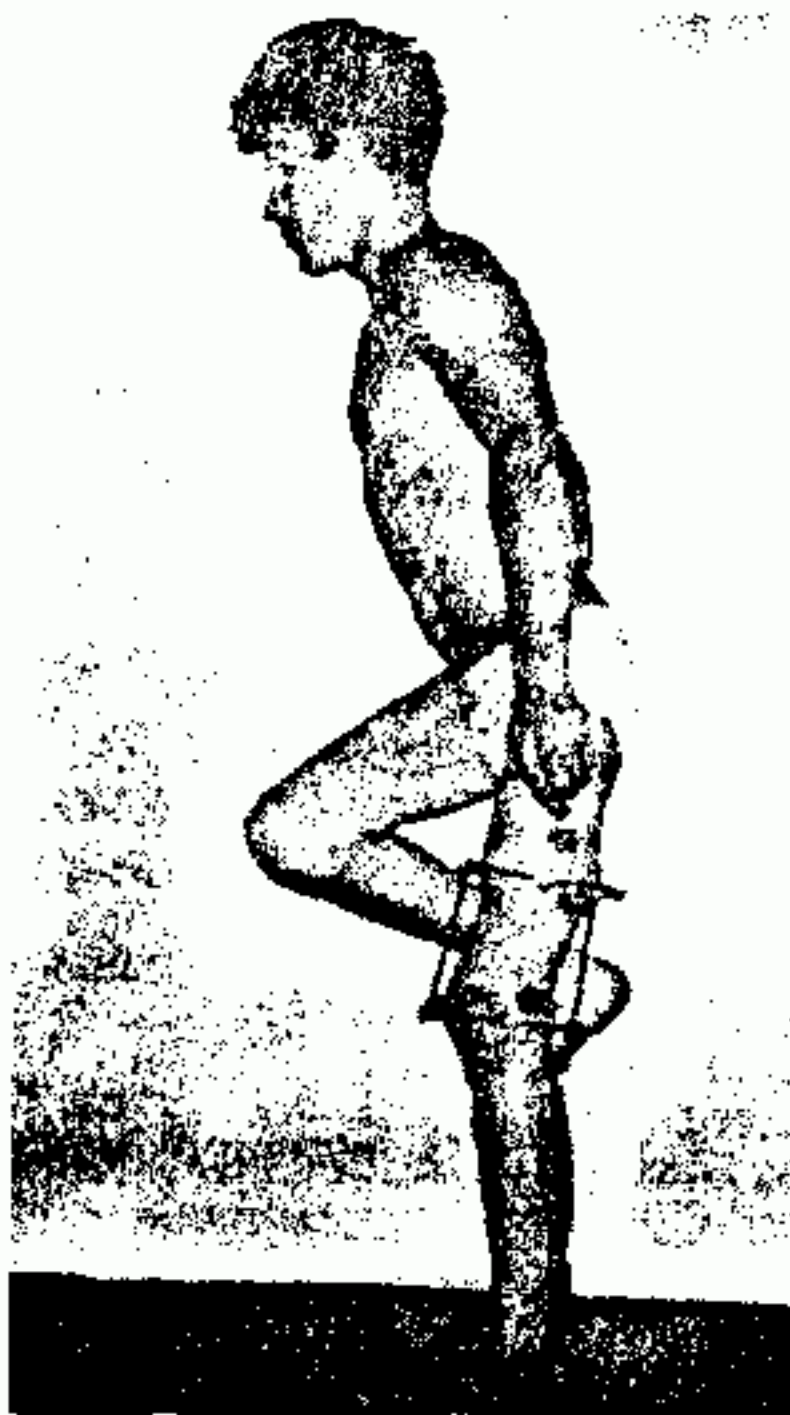
б) Базовые опоры при их наложении должны быть расположены перпендикулярно костному фрагменту. Оговорка «при их наложении» не случайна. В тех ситуациях, когда одной из целей остеосинтеза является устранение во время деформации сегмента (например, при ложном суставе с нарушением оси кости), при окончательном

IV, 8, 120° ; V, 8-2; V, 9, 90°

VII, 8, 110° ; VIII, 3-9; VIII, 4, 90°



(3.2)



(3.5; 3.6)



Рис. 3. Фотографии и фоторентгенограммы больного В

монтаже аппарата за счет упругой деформации базовых спиц может произойти изменение ориентации опоры относительно костного фрагмента.

При использовании в качестве базовых чрескостных элементов винтовых стержней, упругая деформация которых относительно невелика, соединение подсистем каждого фрагмента аппарата возможно только с использованием шарниров.

в) Чрескостные элементы, обеспечивающие жесткость остеосинтеза, должны крепиться к внешним опорам только после достижения заданной пространственной ориентации костных фрагментов. Исключение составляют ситуации, когда винтовой стержень (стержень-багор) используется и в качестве репонатора.

Поясняем использование метода компоновки чрескостных аппаратов на клинических примерах.

Пример 1.

Больная Г., 37 лет, инвалид II группы, история болезни № 49374, 11.05.93 получила закрытый подвертельный перелом левой бедренной кости. Лечилась в ЦРБ, где на 14-е сутки с момента получения травмы выполнен интрамедуллярный остеосинтез. 15.01.94 штифт удален; достичь сращения костных отломков не удалось, сформировался ложный сустав с варусной, до 70°, деформацией проксимального отдела бедренной кости (рис. 2.1). Направлена в ИТО ВСНЦ СО РАМН для выполнения комбинированного чрескостного остеосинтеза.

Основными задачами остеосинтеза в данном случае явились:

- устранение во времени угловой деформации костных фрагментов с восстановлением шейечно-диафизарного угла (ШДУ);
- фиксация костных фрагментов во вновь достигнутом положении;
- обеспечение опороспособности конечности, функции в тазобедренном и коленном суставах.

Так как проксимальный фрагмент в данном случае имеет небольшие размеры, то компоновка чрескостного аппарата предполагает наличие на сегменте трех опор. Для чрескостных элементов базовых опор, с целью обеспечения жесткости остеосинтеза, целесообразно использовать I-II уровни — для проксимального отломка и VII-VIII уровни — для дистального костного фрагмента. Промежуточная опора должна быть расположена ближе к месту разрушения, т.е. на IV уровне.

На I и II уровнях бедра для выбора рекомендуются только консольные чрескостные элементы: I,8; I,9 и II,8; II,9 соответственно¹. Для увеличения жесткости фиксации опорой проксимального костного фрагмента чрескостные элементы необходимо расположить на разных уровнях и под максимально возможным углом перекреста. С этой же целью винтовые стержни следует ввести под разными углами к длинной оси кости. Так теоретически обоснована экипировка проксимальной опоры: I, 11, 90°; II, 8, 110°.

¹ Здесь и ниже использованы материалы издания: Барабаш А.П., Соломин Л.Н. «Эсперанто» проведения чрескостных элементов при остеосинтезе аппаратом Илизарова. — Новосибирск: Наука, 1997. — 188 с.

На IV уровне бедра для введения чрескостных элементов рекомендованы позиции 8, 9 и 10. С учетом наличия деформации во фронтальной плоскости биомеханически целесообразно ввести винтовой стержень в проекции позиции 9. Это дает основание рекомендовать в данном случае для компоновки аппарата промежуточную опору IV, 9, 90°.

На VII уровне бедра для введения чрескостных элементов рекомендованы позиции 3, 8 и 9, на VIII уровне — 3, 4 и 9. Известно, что спице-стержневая опора по жесткости немногим уступает стержневой. При этом не утрачивается возможность использовать меньшую травматичность и эффективность для репозиции спиц [2]. Для повышения жесткости остеосинтеза винтовой стержень должен быть введен на ином по отношению к спице уровне и под углом. Это позволяет теоретически обосновать компоновку дистальной опоры аппарата: VII, 8, 115°; VIII, 3-9.

11.03.94 под эпидуральной анестезией больной выполнен остеосинтез, который, согласно методу унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза, можно представить как:

1	2		5	3	4
I, 11, 90°	II, 8, 110°	●	IV, 9, 90°	VII, 8, 115°	VIII, 3-9
2/3 200			195	180	

ШДУ одномоментно увеличен с 70° до 105°. На 5-е сутки с момента операции, используя шарнирную подсистему, начато дозированное (до 2°), дискретное (в 4 приема) устранение остаточной угловой деформации. За 12 суток достигнуто удовлетворительное состояние костных отломков (рис. 2.2). С этого момента начато активное восстановление движений в коленном и тазобедренном суставах. На 22-е сутки с момента операции больная выписана на амбулаторное лечение с хорошей функцией конечности (рис. 2.3-5). Дома не только полностью себя обслуживала, но и выполняла посильную работу: уборка квартиры, приготовление пищи, стирка, уход за детьми и др. Проводила поддерживающую межфрагментарную компрессию в режиме 0.75-1 мм/14 суток. Конструкция, после проведения клинической пробы, демонтирована в амбулаторных условиях 13.07.94 (94 дня с момента операции) (рис. 2.6). Осмотрена через три месяца: жалоб не предъявляет, функция конечности восстановлена. После прохождения МСЭ 12.08.94 работает по специальности (учитель).

Пример 2.

Больной Б., 24 года, инвалид II группы, история болезни № 49121, 29.05.92 получил закрытый скользящий перелом дистальной трети левой бедренной кости. Лечился в ЦРБ: выполнена первичная хирургическая обработка раны, наложено скелетное вытяжение за надмышечковую область бедра, пятую кость. 25.06.92 выполнен чрескостный остеосинтез бедренной кости. В связи с воспалением мягких тканей в области выхода спиц аппарат 07.08.92 был демонтирован, конечность фиксирована кокситной гипсовой повязкой. Перелом бедренной кости сросся с варусной (175°) установкой сегмента (рис. 3.1). МСЭ направлен в Институт травматологии и ортопедии ВСНЦ СО РАМН по поводу не-

правильно сросшегося перелома нижней трети левой бедренной кости; разгибательная контрактура коленного сустава (10/0/0). В анамнезе — открытый перелом с/3 костей левой голени. Оперирован в 1989 г. — достигнуто заживление костной раны.

При предоперационном планировании решено, что больному целесообразно выполнить корригирующую остеотомию бедренной кости с одномоментным восстановлением ее оси. Таким образом, задачами чрескостного остеосинтеза являлись:

- фиксация костных отломков;
- обеспечение опороспособности конечности, функции в тазобедренном и коленном суставах.

В соответствии с поставленными задачами решено, что в данном случае целесообразно использовать чрескостный аппарат из двух внешних опор. Это позволит без снижения жесткости остеосинтеза уменьшить габариты конструкции.

Проекционная высота деформации бедренной кости находится на VI уровне. Таким образом, чрескостные элементы проксимальной опоры целесообразно вводить на IV и V уровнях, а дистальной — на VII и VIII уровнях.

На IV уровне для выбора рекомендуются чрескостные элементы IV,8; IV,9 и IV,10. На V уровне бедра для введения рекомендованы: V,2; V,8; V,9 и V,2-8. С учетом знаний основных параметров, оказывающих влияние на жесткость чрескостного остеосинтеза, из всех рекомендуемых для проведения чрескостных элементов выбраны наиболее соответствующие задачам остеосинтеза. Таким образом, обоснована экипировка проксимальной опоры аппарата: IV,8, 120°; V,8-2; V,9,90°.

На VII уровне бедра для введения чрескостных элементов рекомендованы позиции VII,3; VII,8 и VII,9. На VIII уровне позициями, при введении в которые чрескостных элементов исключается повреждение магистральных сосудов и нервов, снижается вероятность возникновения «фиксационных» контрактур, являются: VIII,3; VIII,4 и VIII,9. После анализа возможных вариантов установлено, что опора VII,8,110°; VIII,3-9; VIII,4,90° обеспечит наибольшую жесткость фиксации дистального костного фрагмента.

19.05.94 под региональной анестезией на левом бедре смонтирован аппарат:

3	1	4	6	2	5
IV, 8, 120°; V, 8-2; V, 9, 90°	VII, 8, 110°; VIII, 3-9; VIII, 4, 90°				
180	3/4 180				

При этом каждая из опор была ориентирована перпендикулярно относительно длинной оси соответствующего костного фрагмента. Обе опоры временно соединены шарнирами.

Из прокола кожи 1 см выполнена кортикотомия с остеоклазией в проекции высоты деформации бедренной кости и одномоментно восстановлена ось конечности. После этого шарниры заменены на три резьбовые штанги (рис. 3.2).

В течение периода фиксации нагрузка на конечность дозированно увеличивалась до полной, были восстановлены движения в коленном суставе (рис. 3.3-5). Для за-

живления костной раны потребовалось 55 суток, и 13.07.94, после проведения клинической пробы, аппарат демонтирован (рис. 3.6). Осмотрен через 4 месяца: функция конечности полностью восстановлена, работает шофером с 28.07.94, результатом операции доволен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабаш А.П., Соломин Л.Н. Комбинированный напряженный остеосинтез. - Благовещенск: РИО. - 1992. - 72 с.
2. Барабаш А.П., Соломин Л.Н. К проблеме биомеханического обеспечения качества лечения при чрескостном остеосинтезе // Травматология и ортопедия России. - 1995. - № 4. - С. 52-56.
3. Илизаров Г.А. Основные принципы чрескостного компрессионного и дистракционного остеосинтеза // Ортопед. травматол. - 1971. - № 11. - С. 7-15.
4. Илизаров Г.А., Каравашкин Б.К., Немков В.А. Жесткость фиксации костного отломка двумя перекрещивающимися спицами // Теоретические и практические аспекты чрескостного остеосинтеза. - Курган, 1976. - С. 50-61.
5. Калнберз В.К., Янсон И.А. Основные особенности биомеханики спицевого аппарата внешней фиксации переломов костей // Медицинская биомеханика: Тезисы докладов международной конференции. - Рига, 1986. - С. 475-480.
6. Мюллер М.Е., Альговер М., Шнейдер Р., Виллингер Х. Руководство по внутреннему остеосинтезу. - М.: Ad Marginem. - 1996. - 750 с.
7. Нечаев Э.А., Грицанов А.И., Фомин Н.Ф., Миннулин И.П. Минно-взрывная травма. - СПб: «Альда». - 1994. - 488 с.
8. Пичхадзе И.М. и др. Применение робототехники для реализации наружного чрескостного остеосинтеза / Пичхадзе И.М., Рахимов А.Т., Рой Н.Н. и др. // Ортопед. Травматол. - 1989. - № 6. - С. 42-46.
9. Шевцов В.И., Немков В.А., Скляр А.В. Аппарат Илизарова. Биомеханика. - Курган. - «Периодика», 1995. - 165 с.
10. O'Brien P.J., Meek R.N., Powell J.N., Blachut I. Primary intramedullary nailing of open femoral shaft fractures // J. Trauma - 1991. - V. 31, N 1. - P. 113-116.

BIOMECHANICAL BASES OF PEROSSEOUS DEVICES ARRANGEMENTS METHOD

L.N. Solomin, A.P. Barabash

SUMMARY

Method to arrange perosseous devices was designed based upon 6-year experience of studying perosseous osteosynthesis biomechanics components (biomechanics of perosseous elements correlations with adjacent tissues, biomechanics of bone fragments spatial orientation control, biomechanics of fragments keeping). Action algorithm is demonstrated by clinical examples of the method realization.