

Глава 7. Основные направления совершенствования репозиционных свойств аппаратов внешней фиксации

Эффективность лечения переломов при чрескостном остеосинтезе во многом зависит от конструктивных особенностей применяемого аппарата внешней фиксации и методики его использования. Основными критериями, по которым оцениваются и сравниваются такие аппараты, являются их репозиционно-фиксационные возможности. Проведенные нами патентно-информационные исследования показали, что к настоящему времени зарегистрировано большое количество изобретений аппаратов и устройств внешней фиксации, причем их количество продолжает увеличиваться. Это свидетельствует как об огромном интересе, проявляемом к данному методу лечения, так и о неудовлетворенности многих авторов моделями существующих конструкций. Большинство внешних фиксирующих устройств предложено с целью совершенствования репозиционных, реже фиксационных или иных свойств. Вместе с тем модернизация систем репозиции, как правило, ведет к ослаблению системы фиксации аппарата, что обусловлено сильной взаимозависимостью этих двух систем. В подтверждение сказанного рассмотрим одну из наиболее известных и широко распространенных систем - аппарат Илизарова, являющегося своеобразным эталоном фиксации.

Вопросы фиксации и управления отломками в аппарате Илизарова

Первоначально предложенный в 1952 году аппарат Илизарова представлял собою предельно простую, но удачную конструкцию, состоящую из 2-х колец с перекрещивающимися спицами, соединенных резьбовыми стержнями. Во время компрессии, например, при артродезе, происходило "шатровое" самонатяжение спиц, которое резко

повышало стабильность фиксации. Однако для лечения переломов такой фиксации оказывалось недостаточно, что потребовало усложнения конструкции и последующего обоснования наиболее оптимальных ее вариантов.

Установлено, что при минимальной металлоемкости внешней и погружной опорной конструкции наиболее жесткая фиксация обеспечивается следующими основными условиями.

1. Аппарат должен включать четыре кольцевые опоры, по две на каждый костный фрагмент с максимальной базой их расположения. Если установка кольцевой опоры невозможна, то она заменяется на дугу, которая при равном сечении ее с кольцом, имеет в 6 раз меньшую жесткость.

2. Расположение спиц в кольце должно быть под углом от 60° до 90° , при равномерном натяжении их в опоре.

3. Чем меньше диаметр опор, тем жестче фиксация, поэтому зазор между опорой и поверхностью кожи должен быть небольшим, около 2 см.

4. Требуется соблюдение перпендикулярности введения спиц к оси фрагментов с точной центрацией устанавливаемых опор.

Последнее условие влияет не только на жесткость фиксации, но и вызывает эффект так называемой "автоматической" репозиции. Однако на практике в силу целого ряда объективных и субъективных факторов эффективность такой репозиции недостаточна. Для примера можно отметить лишь некоторые из наиболее типичных причин, приводящих к возникновению ошибок и неточностей при наложении компрессионно-дистракционного аппарата.

Так, из-за отсутствия прямого визуального контроля за положением фрагментов во время остеосинтеза легко допускается нарушение перпендикулярности проведения спиц (рис.115 а), что приводит к смещению фрагментов после установки опор (рис.115 б).

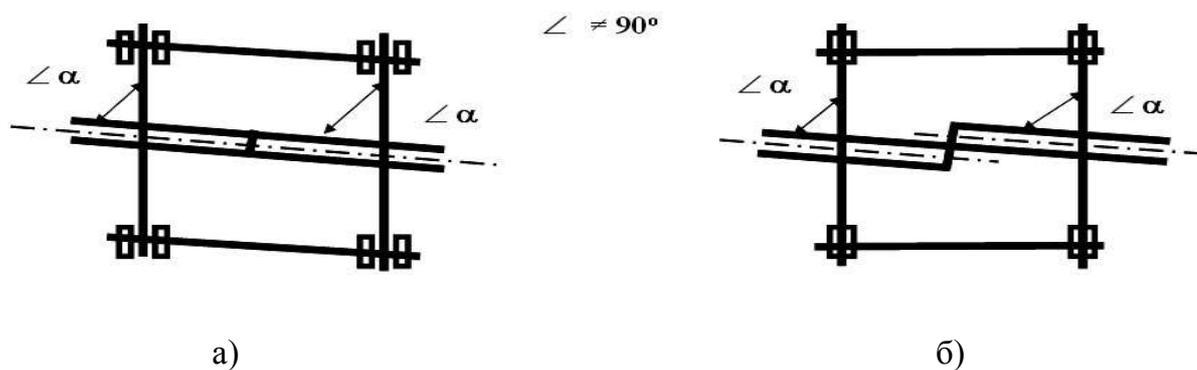


Рис. 115. Смещение отломков при неточном введении спиц

Аналогичные смещения отмечаются и при неточностях, допускаемых в центрации опор во время монтажа конструкции (рис.116).

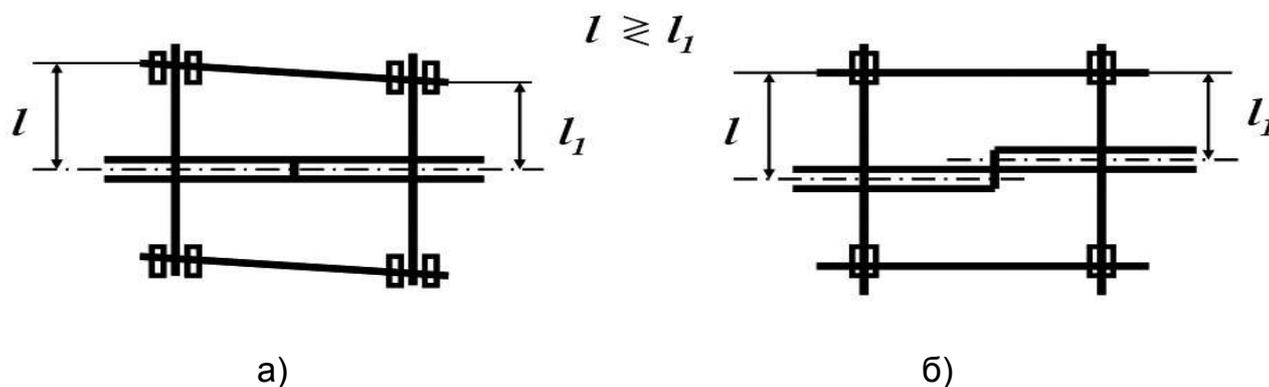


Рис.116. Смещение фрагментов при неточной центрации опор

Подобного рода смещения имеют место также вследствие изгибов спиц во время их проведения, поджатия спиц к опорам (рис.117) или изменения положения опор в конструкции (рис.118).

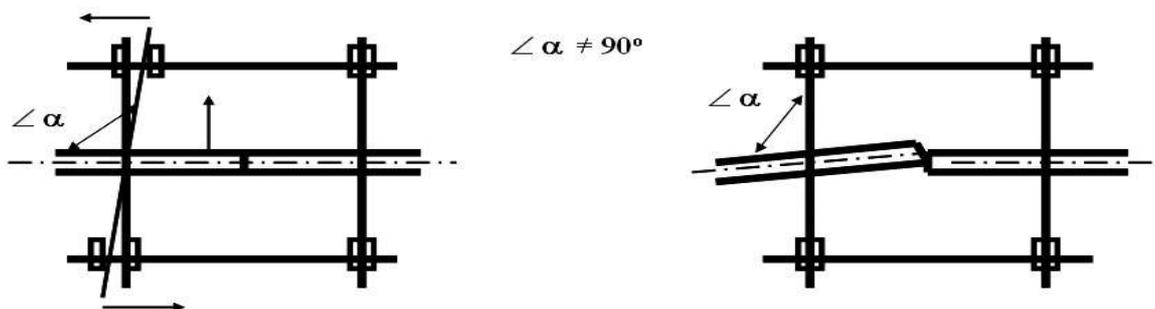


Рис. 117. Смещение фрагментов при поджатии и натяжении спиц в опорах

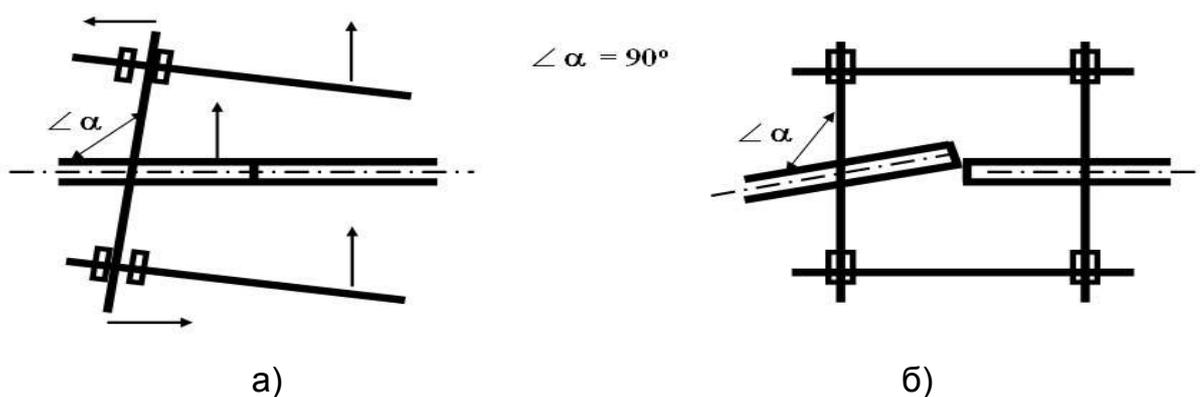


Рис.118. Смещение фрагментов при изменении положения опоры в конструкции

Все это требует дополнительной коррекции отломков, которая в аппарате Илизарова осуществляется посредством значительного количества разнообразных способов и приемов. Наиболее распространенным из них является репозиция с помощью спиц с упорными площадками и дугообразно-изгибаемыми спицами.

Однако такая система репозиции имеет ряд существенных недостатков, усложняющих чрескостный остеосинтез и затрудняющих достижение точной закрытой репозиции. Эти обстоятельства побудили многих авторов к созданию аппаратов с автономными средствами управления отломками в различных плоскостях, которые не требуют манипуляций спицами или перемонтажа конструкции. Вместе с тем совершенствование репозирующих возможностей аппаратов часто приводит к потере других, не менее важных свойств, например, фиксационных. Многие конструкции становятся излишне сложными, громоздкими, снижается жесткость фиксации, ограничивается диапазон применения.

В соответствии с изложенным, одной из задач нашей работы является преодоление объективно существующих противоречий между системой репозиции и системой фиксации на основе оптимизации конструктивных решений этих двух взаимосвязанных систем.

С нашей точки зрения, репозиционно-фиксационная система и аппарат в целом должны отвечать следующим основным требованиям.

1. Конструкция аппарата должна включать стационарную репозиционную систему, позволяющую с высокой точностью устранять любые смещения фрагментов без перемонтажа аппарата или манипуляций спицами.

2. Репозиция в аппарате должна выполняться путем плавного, дозированного и строго координированного перемещения подсистем в любых плоскостях с надежно фиксированными в них фрагментами.

3. Репозиционные узлы не должны загромождать конструкцию, снижать ее фиксирующие возможности и диапазон перемещения.

4. Аппарат должен включать небольшой набор деталей, из которых можно собирать биомеханически оптимальный вариант его компоновки, применительно к конкретному случаю, при необходимой жесткости фиксации с минимальной травматичностью операции и минимальной металлоемкостью конструкции.

5. Аппарат должен быть прост и надежен как по конструкции, так и в применении, иметь хороший дизайн и качество исполнения.

Приступая к реализации этих условий, в качестве базовой модели был выбран наиболее простой и рациональный, с точки зрения биомеханики, вариант системы аппарата Илизарова. Он включал в себя кольцевые опоры (полукольца) различных типоразмеров, резьбовые стержни, спицедержатели. При необходимости не исключалось использование и некоторых других элементов крепления, например, кронштейнов под спицы. Из такого набора деталей накануне операции собирались необходимые модели аппарата с учетом размера поврежденной конечности и уровня перелома. Аппарат состоял из двух подсистем, соответственно для проксимального и дистального фрагментов. На сегментах, где установка колец не представлялась возможной, применялись полукольца (дуги). При переломах с коротким фрагментом его

подсистема состояла из одной опоры и кронштейнов для фиксации на втором уровне.

Репозиция осуществлялась за счет перемещения подсистем аппарата с фиксированными в них фрагментами. Для этого резьбовые стержни (стяжки) между подсистемами заменялись на разъемные репонирующие узлы, собранные из деталей аппарата Илизарова. Каждый репонирующий узел представлял собой два продольно расположенных резьбовых стержня с навинченными на одном из концов однодырчатыми кронштейнами, соединенными поперечным коротким стержнем (рис.119 а).



а) в сомкнутом состоянии



б) с образованным коленом

Рис.119. Репонирующий узел

Для устранения смещения по ширине поперечные винты устанавливались в плоскости, в которой имелось смещение отломков. Затем продольные винты с помощью гаек раздвигались по поперечному винту, образуя соответствующей величины колено (рис.119 б).

При ротационном смещении отломков поперечные винты устанавливались по касательной к окружности колец. При этом образование колен на репозиционных узлах давало ротационный эффект.

Для ликвидации углового смещения поперечные винты устанавливались перпендикулярно плоскости, в которой имелось смещение отломков. Дальнейшая компрессия со стороны открытого угла и дистракция с диаметрально противоположной стороны приводили к угловому развороту подсистем и ликвидации этого вида смещения фрагментов.

Если имелось сочетание поперечного и ротационного смещений, то после устранения одного из них требовались дополнительный разворот поперечных винтов и соответствующая коррекция колен.

Такая репозиция была строго дозируемой, точно направленной, менее травматичной, а, следовательно, более эффективной. При этом исключались избыточная деформация и напряжение спиц в тканях, которые долго сохраняли хорошее натяжение, что в свою очередь повышало стабильность и качество фиксации.

Однако репозиция с помощью таких репонирующих узлов имеет существенные недостатки, так как для их сборки из-за большого количества деталей и соединений требовалось значительное время. Кроме того, возникали трудности из-за невозможности соосного соединения продольных стержней и возникающего в результате этого нежелательного смещения фрагментов при замене резьбовых стяжек на репонирующие узлы и при разворотах последних в момент ориентации поперечных винтов.

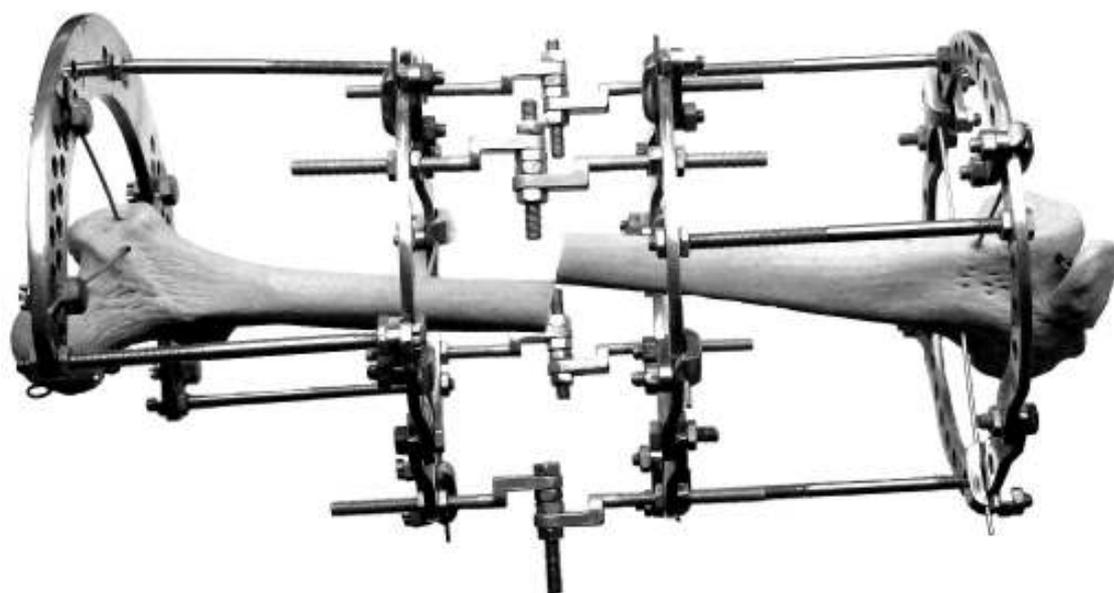
Компрессионно-дистракционный аппарат с репонирующими коленчатыми стяжками

Для оптимизации процесса репозиции и фиксации нами предложен компрессионно-дистракционный аппарат (авт.свид.№933089), в котором устранены отмеченные выше недостатки (рис.120).

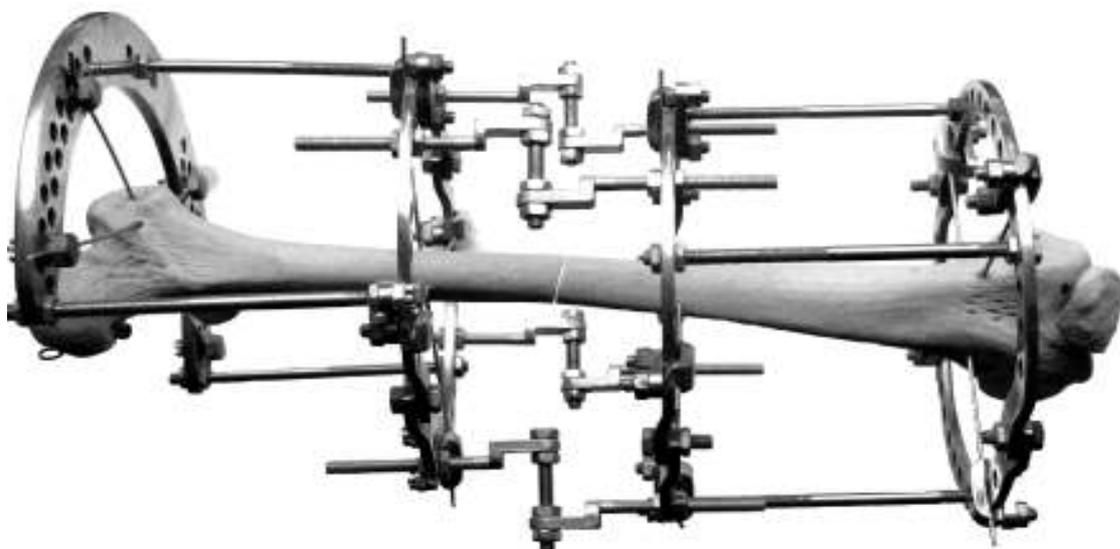
Отличительной особенностью данного компрессионно-дистракционного аппарата является то, что базовые опоры аппарата

(кольца или дуги) соединяются не обычными резьбовыми винтами (стяжками), а раздвижными коленчатыми репозиционными стяжками.

Каждая репозиционная стяжка аппарата состоит из двух продольных винтов, содержащих ацентрично расположенные площадки с отверстиями, в которых установлен поперечный винт, фиксированный гайками. Стяжки имеют три варианта исполнения.



а) до репозиции



б) после репозиции

Рис.120. Компрессионно-дистракционный аппарат

В первом варианте (рис.121) поперечный винт располагается в отверстиях площадок продольных винтов с зазором и закрепляется двумя парами гаек. В сомкнутом состоянии продольные резьбовые стержни стяжек располагаются по одной оси (рис.121 а). Это позволяет устанавливать их аналогично сплошным резьбовым стержням, а затем разворачивать их по оси, ориентируя поперечные винты стяжек в соответствии с плоскостью смещения фрагментов, при этом положение продольных винтов, а, следовательно, и подсистем аппарата не меняется.



а)



б)

Рис.121. Раздвижная коленчатая стяжка

В момент репозиции, за счет подкручивания гаек на поперечных винтах, образуются колена (рис.121 б), равные величине смещения фрагментов. Это приводит к перемещению подсистем и репозиции.

Во втором варианте (рис.122) поперечный винт, имеющий правую и левую резьбы, ввинчен в ответные отверстия на площадках продольных

винтов и закреплен двумя гайками. На рис.122а показана стяжка в сомкнутом состоянии, а на рис.122 б на ней образовано колено.



а)



б)

Рис.122. Раздвижная коленчатая стяжка



а)



б)

Рис.123. Раздвижная коленчатая стяжка

В третьем варианте (рис.123) с целью сокращения количества соединений в стяжках один из концов продольного винта стяжки отогнут под углом 90° , он выполняет роль поперечного винта, располагающегося в отверстии площадки другого продольного винта, фиксирующегося двумя гайками.

При помощи раздвижных коленчатых стяжек, без перемонтажа конструкции, устраняются любые виды смещений отломков, в любой плоскости.

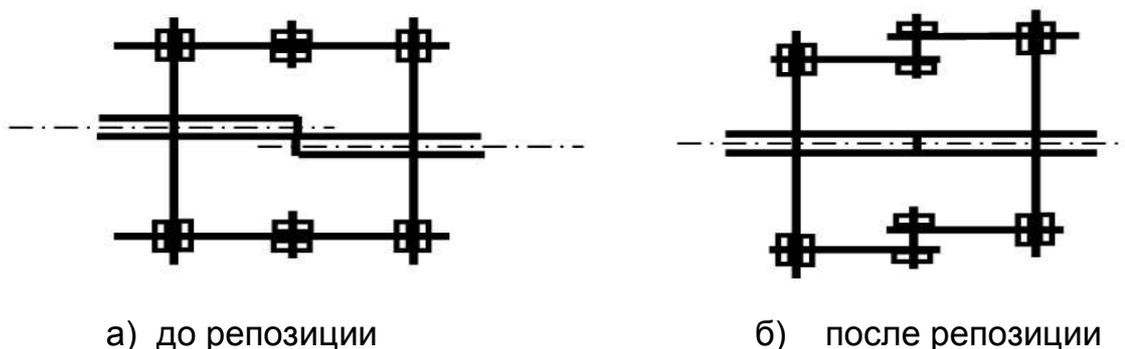


Рис. 124. Сопоставление фрагментов по ширине

На рис.124 показана репозиция фрагментов по ширине, при которой поперечные винты устанавливаются параллельно плоскости смещения фрагментов. При образовании на стяжках колен на величину смещения отломков достигается репозиция.

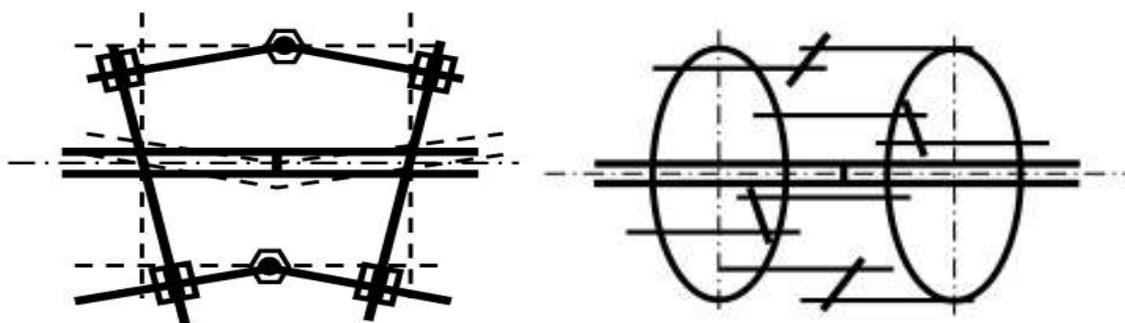


Рис. 125. Устранение углового смещения

Рис. 126. Устранение ротационного смещения

На рис.125 представлена угловая коррекция фрагментов, когда поперечные винты стяжек устанавливаются перпендикулярно плоскости

углового смещения. При этом компрессия на стяжках с одной стороны и дистракция – с противоположной приводят к устранению угловой деформации.

На рис.126 представлена схема устранения ротационного смещения, где поперечные винты стяжек устанавливаются по касательной к окружности колец. В таком положении стяжек образование на них колен приводит к ротации подсистем аппарата.

Предложенная система управления отломками обеспечивает не только эффективное и биомеханически обоснованную репозицию фрагментов в любой плоскости, но и не нарушает систему фиксации, являясь неотъемлемой и органической составной ее частью. Она проста в монтаже и в управлении, позволяет применять наиболее рациональные схемы фиксации.

В некоторых случаях, когда имелись сочетания различных видов смещений фрагментов, требовалось прибегать к более сложным манипуляциям со стяжками и даже к их перестановкам в отверстиях колец. Для облегчения репозиции в таких случаях нами предложена другая, более сложная, но более мобильная репозирующая система в виде двойных коленчатых стяжек.

Репозиционная система компрессионно-дистракционного аппарата с двойными коленчатыми стяжками

С целью повышения мобильности подсистем аппарата и беспрепятственного устранения любых возможных сочетаний различных видов смещений отломков нами разработана новая репозиционная система к компрессионно-дистракционному аппарату с двойными коленчатыми стяжками.

Двойная коленчатая стяжка представляет собой разъемное шарнирно-винтовое соединение (рис.127), состоящее из двух Г-образных винтов, продольные части которых расположены на одной оси (рис.127 а), а поперечные части соединены гайками с углообразными скобами, стянутыми винтом, ось которого совпадает с продольной осью стяжки.



а) Нейтральное положение



б) Разворот на 90°



в) Разворот на 180°

Рис.127. Общий вид двойной коленчатой стяжки

Разворот Г-образных винтов не приводит к изменению оси продольных винтов стяжек, что позволяет, не меняя исходного положения подсистем аппарата и отломков, ориентировать поперечные части винтов в соответствии с направлениями и видами смещения.

На рис.127 б и рис.127в показан разворот поперечных винтов стяжек под углом 90° и 180° .

Применение репонирующей системы с двойными коленчатыми стяжками

Компрессионно-дистракционный аппарат монтируется по общепринятым, наиболее рациональным для каждого случая схемам, с той лишь разницей, что вместо сплошных резьбовых стержней, подсистемы соединяются четырьмя репонирующими стяжками. Располагать стяжки в аппарате целесообразно во фронтальной и сагиттальной плоскостях. При этом тень от металлоконструкции не проецируется на костные фрагменты (рис.128). Монтаж аппарата может проводиться как в предварительно собранном виде, так и по частям.

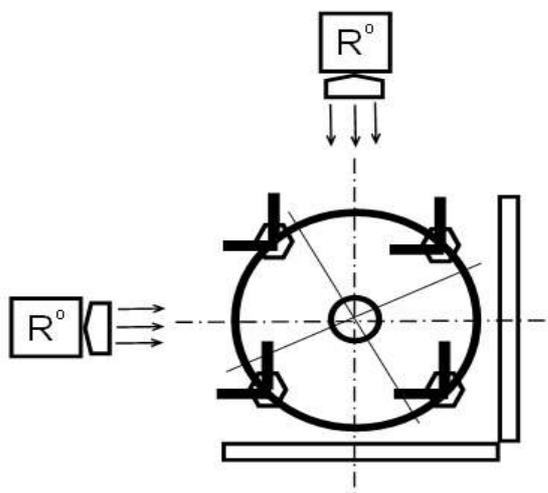


Рис. 128. Положение аппарата при рентгенографии

После наложения аппарата с соблюдением основных принципов чрескостного остеосинтеза производится рентгенография в двух стандартных проекциях.

Методика репозиции

Вначале производится ориентация поперечных винтов стяжек путем их разворота в соответствии с видами и направлениями смещения отломков.

При наличии смещения отломков по ширине необходимо по одному из парных поперечных винтов 1 на каждой стяжке установить параллельно плоскости, в которой имеется смещение отломков (рис.129).

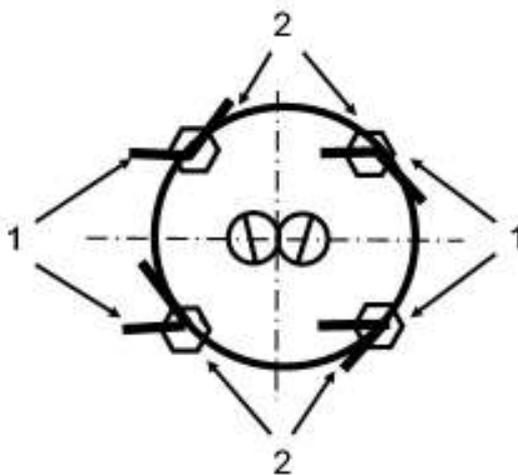


Рис.129. Ориентация поперечных винтов стяжек при смещении отломков по ширине (1) и ротации (2)

Если имеется ротационное смещение отломков, то вторые поперечные винты 2 стяжек устанавливаются по касательной к окружности колец.

После ориентации стяжек производится перемещение отломков путем последовательного и равномерного подкручивания гаек на поперечных винтах. При этом за счет образования колен на поперечных винтах 1

устраняется смещение по ширине, а за счет образования колен на поперечных винтах 2 - устраняется ротационное смещение.

Для ликвидации углового смещения требуются дистракция на стяжках, расположенных со стороны открытого угла, и компрессия с противоположной стороны. Величина образующегося на продольных стержнях угла должна соответствовать величине устраненного углового смещения фрагментов. После репозиции все гайки соединений затягиваются.

Таким образом, предложенная репозиционная система позволяет без перемонтажа устранять в любой последовательности как отдельные виды смещений, так и любые возможные их сочетания, независимо от величины и плоскости смещения отломков.

Опыт использования данной репозиционной системы подтвердил ее универсальные возможности, но вместе с тем выявил и некоторые сложности применения, связанные со значительным количеством подвижных соединений.

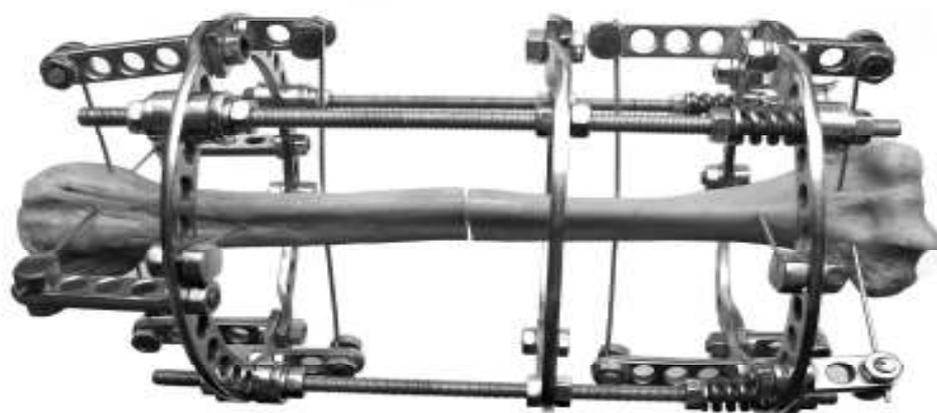
Шарнирный компрессионно-дистракционный аппарат

Наряду с винтовыми репонирующими системами нами разработан шарнирный компрессионно-дистракционный аппарат с принципиально новой системой управления фрагментами (авт. свид.№ 1041099).

На рис.130 показан общий вид аппарата, который состоит из базовых опор, соединенных тремя-четырьмя резьбовыми стержнями посредством шарниров. На стержнях между опорами установлено репозиционное кольцо. Кольца фиксируются на стержнях гайками.



а)



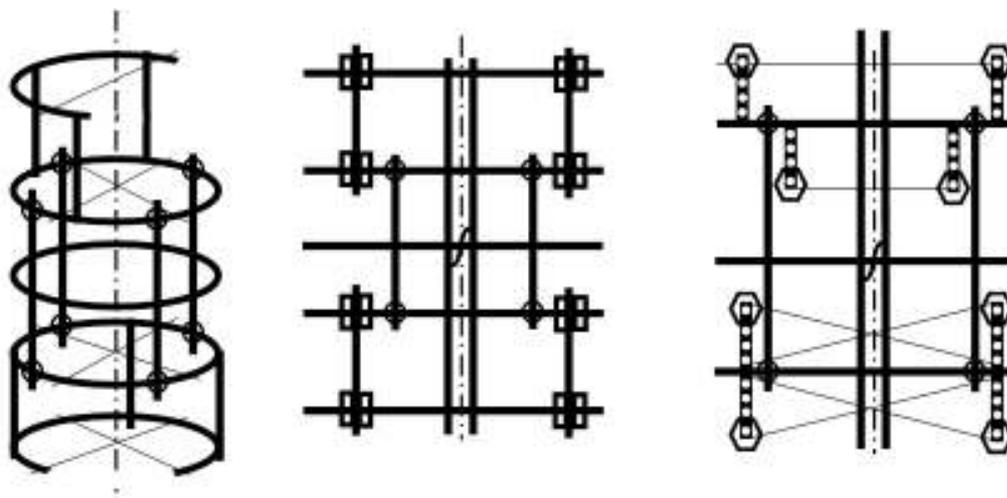
б)



в)

Рис.130. Общий вид шарнирного компрессионно-дистракционного аппарата

Для фиксации фрагментов на втором уровне к базовым опорам присоединяются кольца, дуги или кронштейны с торцевыми упорами (рис. 131 а, б, в).

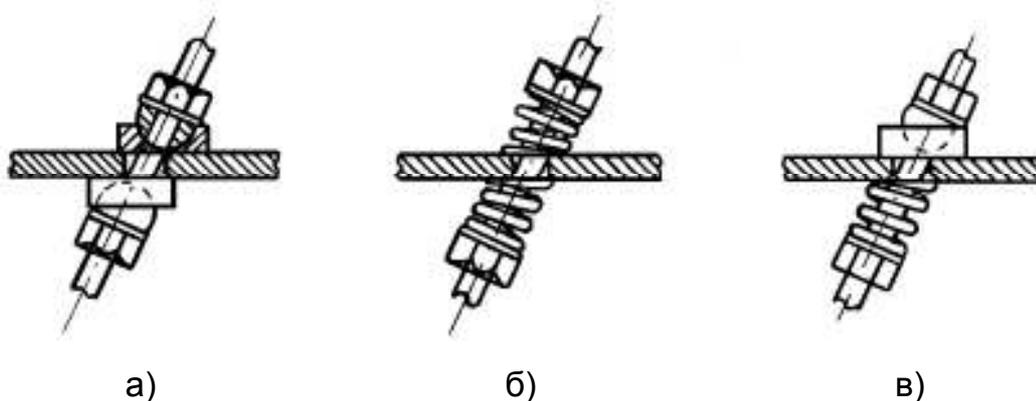


а) на кольцах

б) с применением
дугв) с применением
кронштейнов

Рис. 131. Варианты фиксации фрагментов на двух уровнях

В аппарате применяются два основных варианта шарниров. Один вариант шарнира состоит из пары "плавающих" шайб. Каждая пара шайб имеет сопряженные выпуклую полусферическую часть 1 и вогнутую 2 (рис. 132а).



а)

б)

в)

Рис.132 Варианты шарниров: а) на «плавающих» шайбах; б) на пружинах; в) комбинированный шарнир

Другой вариант шарнира представляет собой пару коротких цилиндрических пружин, фиксированных гайками (рис.132 б). Может также применяться шарнир, состоящий из "плавающей" шайбы с одной стороны от кольца и пружины - с противоположной (рис.132 в).

Аппарат собирается и накладывается по общепринятым методикам с использованием наиболее простых и рациональных схем фиксации. Отличие заключается лишь в том, что установленное между базовыми опорами дополнительное репозиционное кольцо до окончания репозиции остается свободным от спиц. Это кольцо может быть установлено как в центре, так и ближе к какой либо из базовых опор.

После наложения аппарата производится контрольная рентгенография в двух стандартных проекциях, и на основании полученных рентгенограмм делается аппаратная репозиция.

Устранение смещения фрагментов по ширине в любой плоскости производится при ослабленных гайках шарниров путем подкручивания соответствующих пар гаек репозиционного кольца. В результате этого происходит направленное и строго координированное перемещение последнего по резьбовым стержням, что вызывает изменение конфигурации аппарата и смещение его подсистем относительно друг друга в поперечном направлении.

Перемещение репозиционного кольца производится только по одному или двум резьбовым стержням, в зависимости от того, на трех или на четырех стержнях оно установлено. На остальных, одном или двух стержнях репозиционное кольцо должно быть затянутым. Для выбора направления такого перемещения, соответствующего направлению смещения отломков, можно пользоваться следующим правилом. Уменьшается расстояние между базовым и репозиционным кольцами с тех сторон и на тех стержнях, в направлении которых смещены фрагменты. В зависимости от количества стержней, соединяющих базовые опоры, и их расположения относительно плоскости смещения отломков, имеется

несколько вариантов репозиции. Так, если опоры соединяются двумя парами стержней, расположенными в плоскости, параллельной или перпендикулярной плоскости смещения отломков, то возможны следующие два варианта репозиции.

При смещении отломков во фронтальной плоскости репозиционное кольцо, в соответствии с предложенным правилом, может перемещаться либо по стержням 1, 3 в одинаковом направлении при затянутых гайках стержней 2, 4, либо - по стержням 2, 4 в противоположном направлении при затянутых гайках 1, 3 (рис.133 а).

По такому же принципу производится перемещение репозиционного кольца по стержням 1, 2 или 3, 4 при расположении фрагментов в сагиттальной плоскости (рис.133 б).

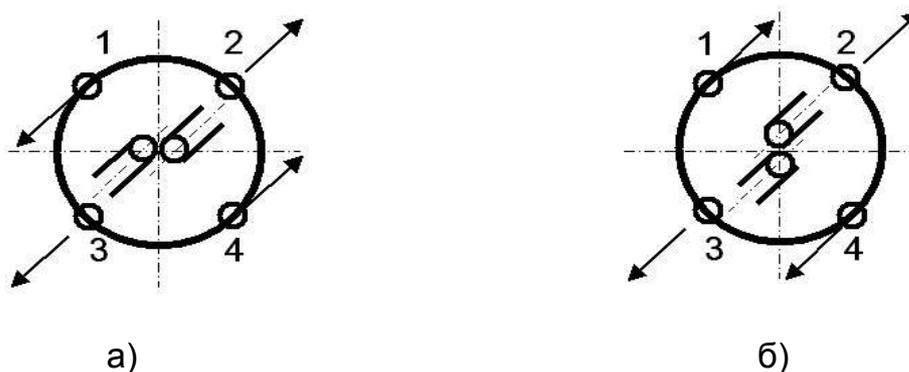


Рис.133. Варианты перемещения репозиционного кольца при расположении фрагментов во фронтальной (а) и сагиттальной (б) плоскостях

В тех случаях, когда плоскость смещения фрагментов совпадает или близка к плоскости расположения пар резьбовых стержней, то возможны другие варианты репозиции (рис.134).

На рис.134а показано перемещение репозиционного кольца по противоположно расположенным стержням 1, 4 и в противоположном направлении.

Для изменения движения фрагментов на обратное следует изменить направление перемещения кольца по стержням (рис.134б). Таким же

образом устраняется смещение фрагментов, расположенных в плоскости другой пары стержней (рис.134в).

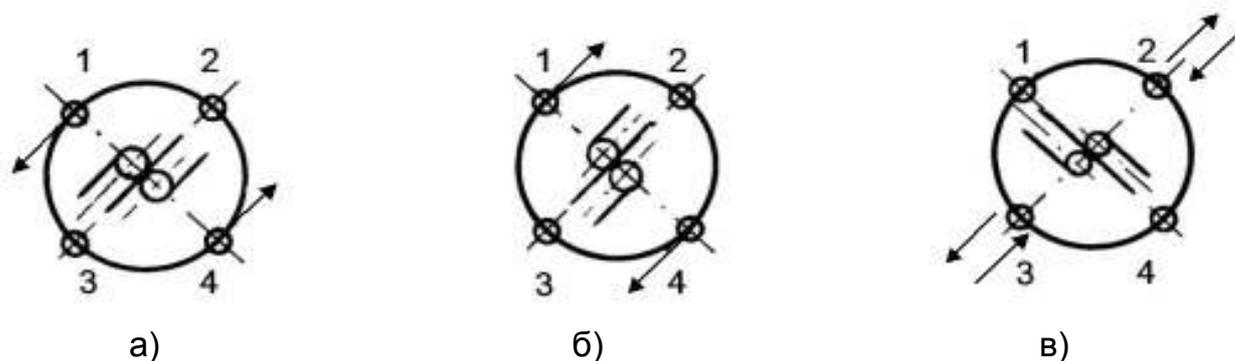


Рис. 134. Варианты перемещения репозиционного кольца при совпадении плоскости отломков с плоскостью стержней

При соединении базовых опор тремя стержнями один из непарных стержней, расположение которого наиболее близко совпадает с плоскостью смещения отломков, во время репозиции выполняет функцию пары стержней, аналогично выше рассмотренным вариантам. В таком случае репозиционное кольцо сдвигается по этому стержню 1 при затянутых стержнях 2, 3 (рис.135). То же самое происходит, если репозиционное кольцо смещается по стержням 2, 3, но при стабилизации его на стержне 1.

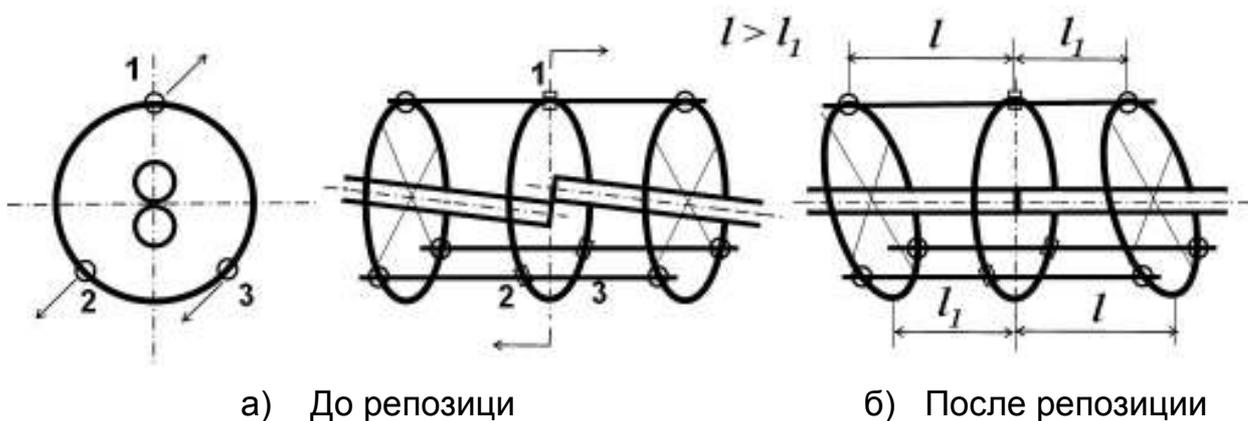


Рис.135 Схема репозиции при соединении базовых опор тремя стержнями

Как видно из рис.135, опоры аппарата сохраняют параллельность между собой, а резьбовые стержни за счет шарнирных соединений

занимают наклонное положение к базовым опорам, но сохраняют перпендикулярность к репозиционному кольцу. Это и приводит к эффекту репозиции.

Для удобства выполнения рентгенографии и последующей репозиции стержни базовых опор аппарата следует располагать при монтаже конструкции во фронтальной и сагиттальной плоскостях. В практике на рентгенограммах, как правило, определяются смещения фрагментов на различную величину в обеих стандартных проекциях. При этом плоскости расположения стержней обычно не совпадают с плоскостью смещения фрагментов.

В таком случае репозиция выполняется в соответствии с изложенными принципами перемещения репозиционного кольца, но в два приема. Сначала устраняется смещение L в одной плоскости, затем L_1 - в другой (рис.136).

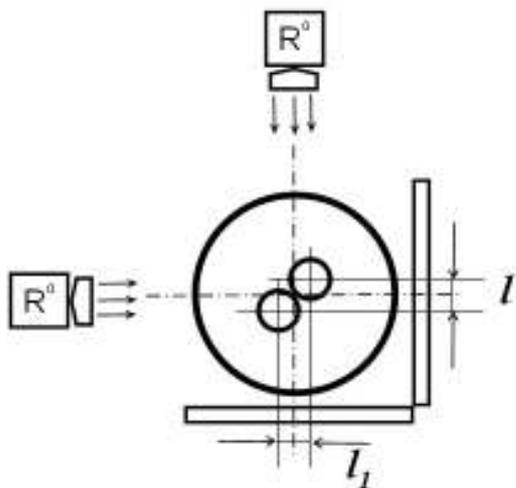


Рис.136 Схема смещения отломков в двух плоскостях

Пример расчета: Предположим, что по рентгенограммам определено смещение во фронтальной плоскости на 2 см, диаметр колец аппарата - 130 мм, расстояние между базовыми кольцами 100 мм:

$$x = \frac{130 * 2}{100} = 2,6 \text{ см}$$

Имея некоторый навык работы с конструкцией, на практике, видимо, нет необходимости применения подобных расчетов, особенно при косых переломах со встречно-боковым упором. В таких случаях требуется дополнительное перемещение репозиционного кольца в соответствии с величиной создаваемой боковой компрессии.

Не вызывает затруднений также и коррекция углового смещения фрагментов независимо от его величины и плоскости. Для этого требуются дистракция на стержнях базовых опор со стороны открытого угла и компрессия с диаметрально противоположной стороны. При этом, в зависимости от количества (четырех или трех) и расположения стержней относительно плоскости углового смещения фрагментов, возможны следующие варианты репозиции (рис.137 и рис.138).

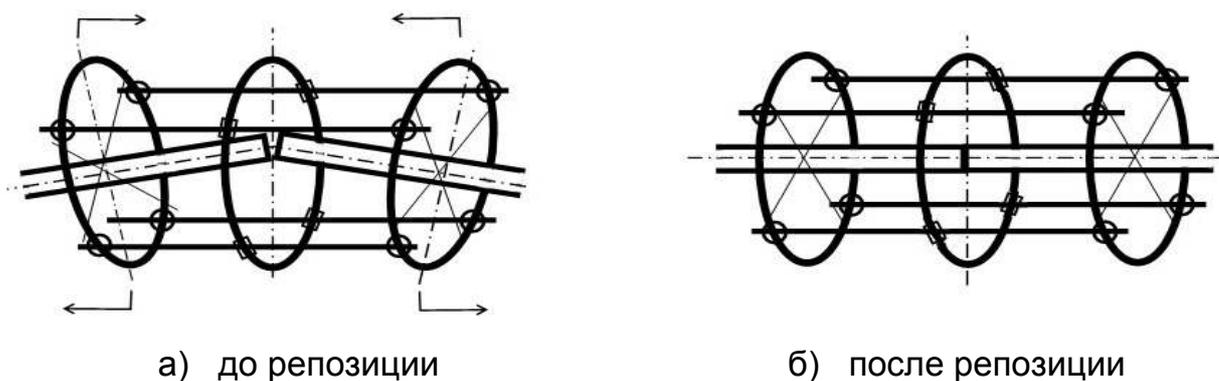


Рис.137. Коррекция угловой деформации при несовпадении расположения одной пары стержней с плоскостью смещения фрагментов

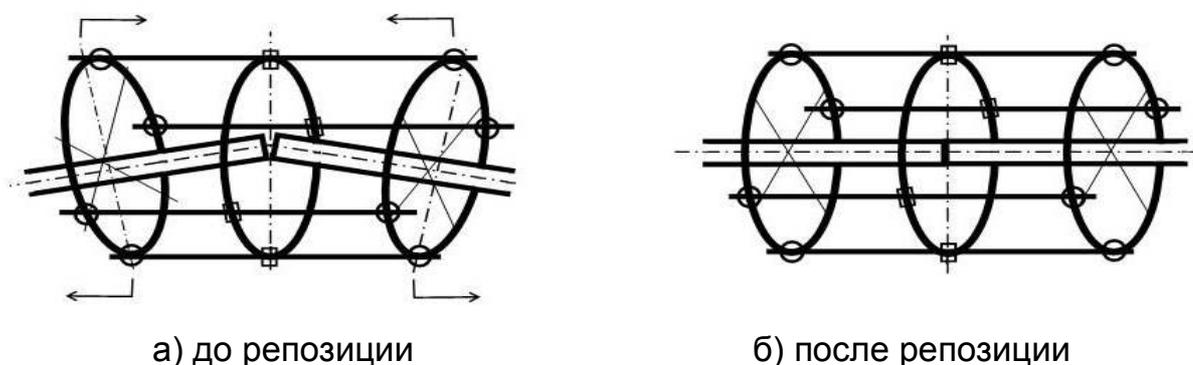


Рис.138. Коррекция угловой деформации при совпадении расположения пар стержней с плоскостью смещения фрагментов

Для упрощения на схемах не показано среднее репозиционное кольцо, которое, независимо от вида и величины устраняемого смещения, всегда остается перпендикулярным стержням и стабилизирует систему аппарата.

Ликвидация следующего вида смещения - ротационного, как уже отмечалось, связана с трудностью его выявления при относительно небольшом смещении, особенно при наличии не устраненных других видах смещений. Для его коррекции в аппарате имеется ряд способов в зависимости от особенностей конкретного случая.

При необходимости постепенного дозированного исправления фиксированного ротационного смещения резьбовые стержни предварительно устанавливаются с "перекосом" в соответствующие отверстия колец (рис.141а). В процессе затягивания гаек репозиционного кольца происходят ротация колец и восстановление перпендикулярности стержней (рис.141б). После завершения этого процесса шарниры базовых опор затягиваются и аппарат стабилизируется. Если после стабилизации конструкции обнаруживается неустраненное ротационное смещение, то его ликвидация может потребовать известного приема перестановки стержней в отверстиях одного из базовых колец.

Устранение ротации можно осуществлять и другим способом, если на репозиционном кольце, так же как и на базовых опорах, будут установлены жесткие шарниры.

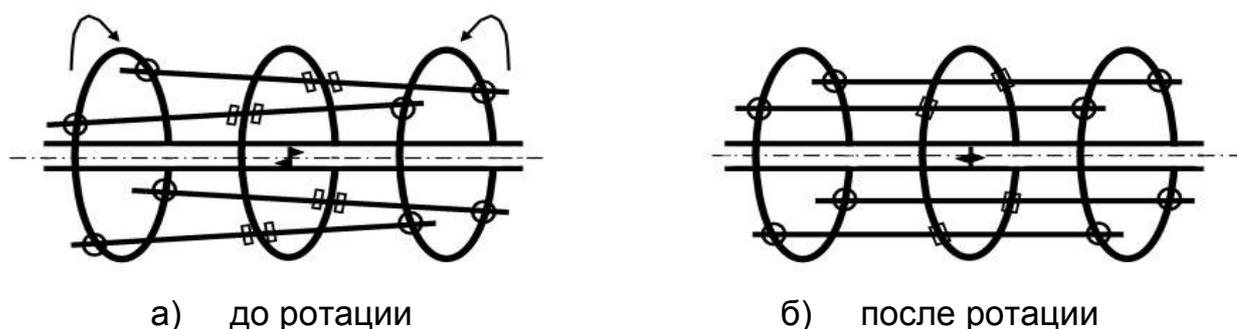


Рис.141. Схема ротации тугоподвижных фрагментов

Репозиция может проводиться и при наклонном расположении стержней по отношению к базовым опорам (рис.143 а), но после ее завершения наклон уменьшается или исчезает (рис.143 б).

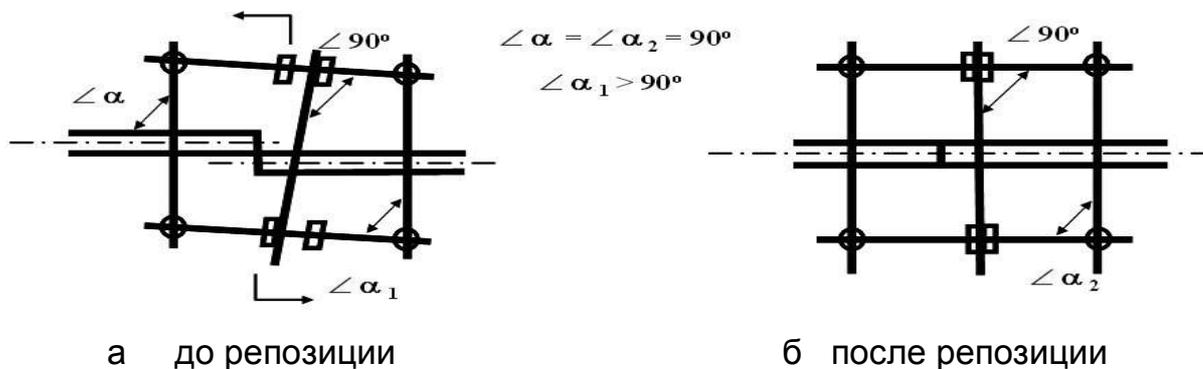


Рис. 143. Репозиция при наклонной установке стержней по отношению к базовым опорам

Биомеханические особенности применения шарнирного аппарата

В ряде случаев из-за наличия деформаций, выраженного конуса и других особенностей формы конечности требуется нестандартная установка опор с различным диаметром.

В нашей конструкции это делается легко и просто за счет шарнирных соединений, причем как внутренних, так и внешних опор. Особенно целесообразно такое соединение на сегментах с конусовидной формой бедра и голени (рис.144).

Что касается надежности фиксации шарнирных узлов, то, как показали наши исследования, в затянутом состоянии они обеспечивают такую же жесткость, как у обычных гаечных соединений. Это в полной мере относится не только к шарнирам из сферических шайб, но и на пружинах. Репозиционное кольцо играет дополнительную стабилизирующую роль. Оно же может быть использовано после

репозиции для фиксации промежуточных костных фрагментов или трансоссально проведенных спиц.

Данная репозиционная система не только не снижает фиксирующих возможностей аппарата, но существенно расширяет и оптимизирует их. Кроме того, аппарат приобретает следующие качественно новые функциональные возможности.

Соединение опор и стержней посредством шарниров с тарированными пружинами обеспечивает дозированную осевую и встречно-боковую компрессию фрагментов и постоянное дозированное "шатровое" натяжение спиц (рис.144).

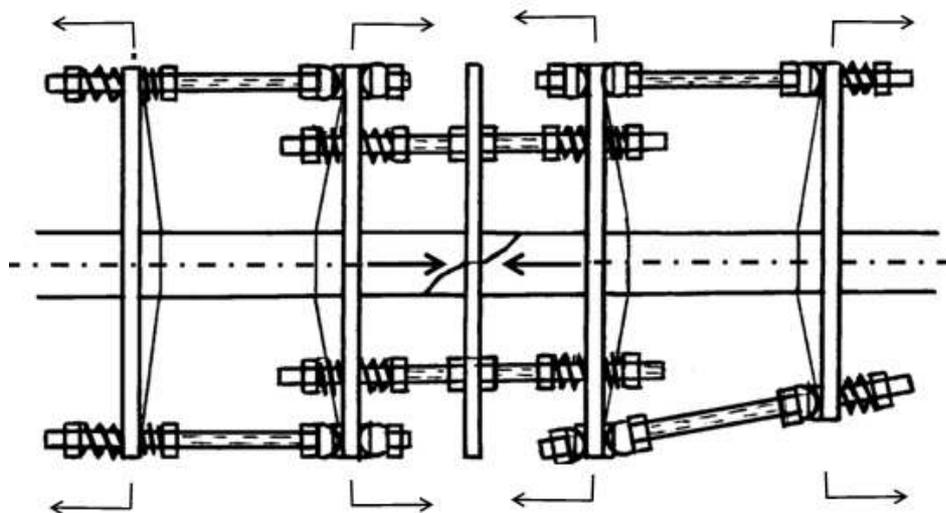


Рис. 144. Варианты шарнирных соединений в системе репозиционного компрессионно-дистракционного аппарата с созданием дозированной компрессии и "шатровым" натяжением спиц

Такие свойства конструкции являются существенными дополнительными стабилизирующими факторами, при которых отпадает необходимость в периодическом перенатягивании спиц в аппарате и компрессировании фрагментов. Это не только экономит время врача, но, что особенно важно, предотвращает травмирование образующегося костного регенерата.

Таким образом, вновь введенные в компрессионно-дистракционный аппарат дополнительные элементы - шарнирные соединения и репозиционное кольцо - имеют многоцелевое назначение. Наряду с репозиционной функцией, они выполняют целый ряд важных фиксационных задач. Предложенная конструкция аппарата сочетает в себе широкие репозиционно-фиксационные возможности с простотой технического решения.

Вместе с тем при выполнении репозиции имелись определенные сложности при устранении ротационного смещения. Это привело к поиску новых решений, которые были найдены путем использования шарнирных соединений в сочетании с репозирующими стяжками рассмотренной выше конструкции. При этом были апробированы следующие варианты такой комбинированной репозиционной системы.

Репозиционная система с коленчатыми стяжками, фиксированными жесткими шарнирами

Базовые опоры соединялись посредством четырех репозирующих коленчатых стяжек, фиксированных жесткими шарнирами на сферических шайбах (рис.145).

Наличие дополнительных шарнирных соединений увеличило количество степеней свободы подсистем аппарата и обеспечило необходимый запас мобильности для ликвидации любых возможных сочетаний смещений фрагментов. Например, после устранения смещения по ширине и образования колен на стяжках аппарата при наличии ротационного смещения не требуется сложного разворота стяжек и дополнительного регулирования величины колен. Для этого достаточно поворота базовых колец на необходимую величину, что легко выполняется при

ослабленных шарнирных соединениях. Если требуется устранить еще и угловое смещение, то достаточно дать компрессию на стяжках с одной стороны и дистракцию - с противоположной. При этом кольца при ослабленных шарнирах займут необходимое наклонное положение.

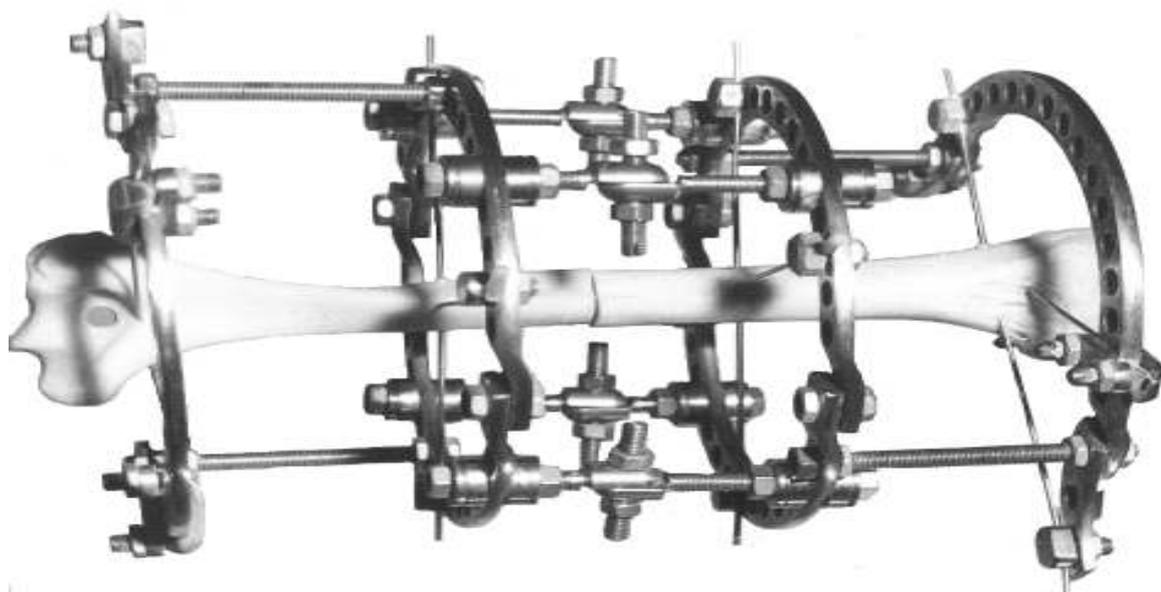
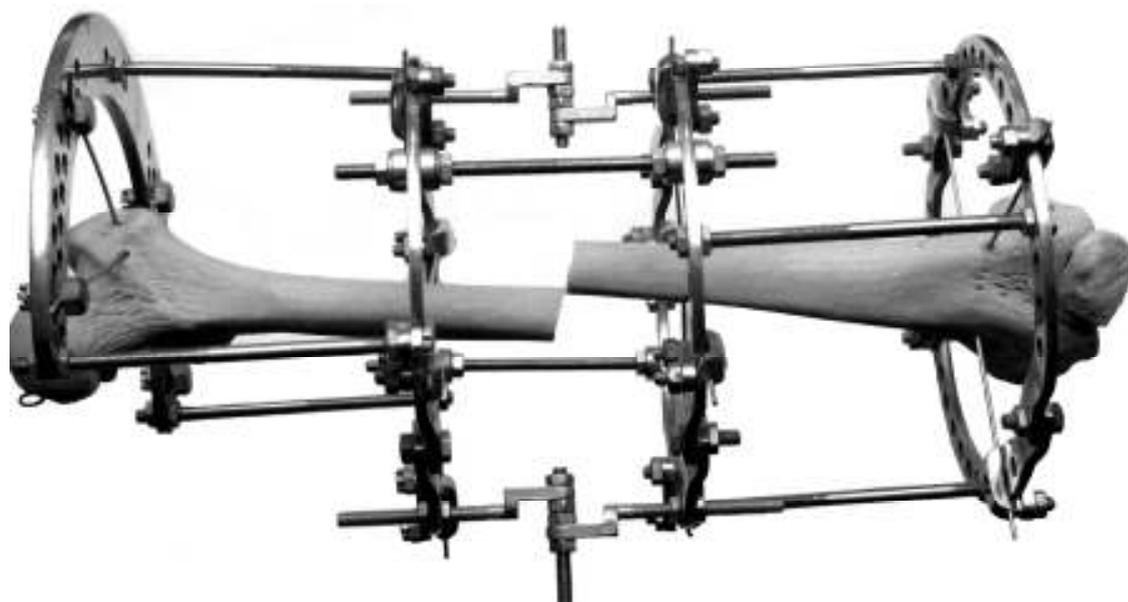


Рис. 145. Компрессионно-дистракционный аппарат с репонирующими стяжками на жестких шарнирах

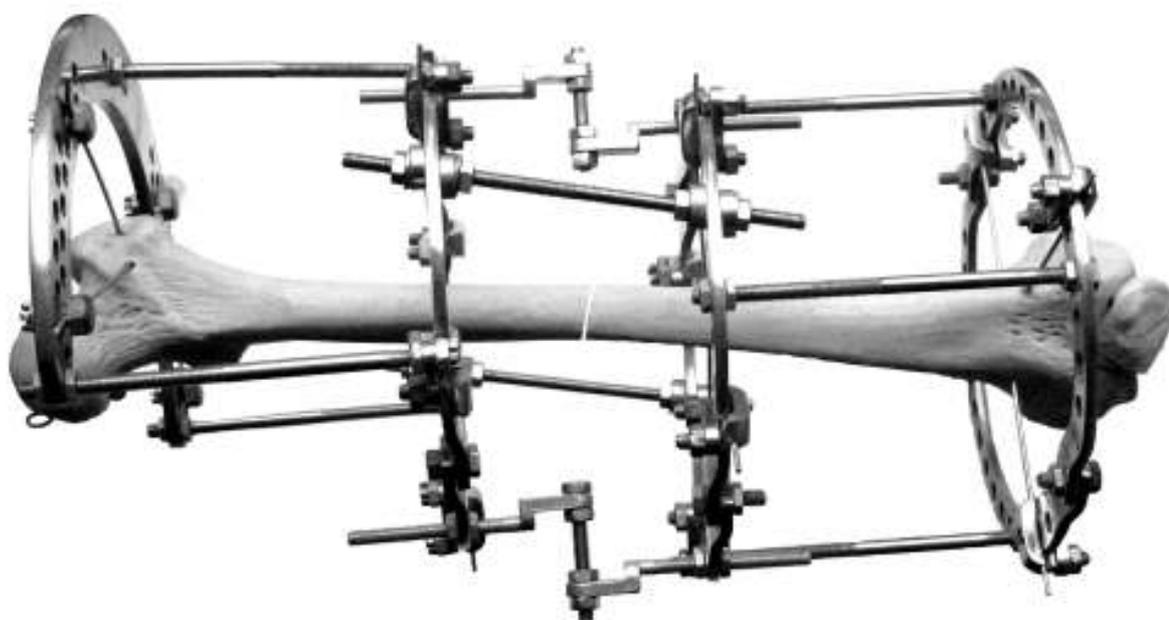
Практическая работа с конструкцией показала, что высокая степень ее мобильности предъявляет и более жесткие требования к технике выполнения манипуляций на стяжках при перемещении фрагментов, нарушение которых может привести к потере достигнутой коррекции отломков.

Опыт использования данной конструкции привел к созданию другой, более простой в управлении, комбинированной репонирующей системы, отличающейся от вышерассмотренной тем, что две репонирующие стяжки были заменены на обычные резьбовые стержни, соединяющиеся с опорами подсистем шарнирно. На двух оставленных репонирующих стяжках их

шарнирное соединение с кольцами заменено обычным соединением с помощью гаек.



а) до репозиции



б) после репозиции

Рис. 146. Репозиционная система компрессионно-дистракционного аппарата с репозирующими стяжками и стержнями на жестких шарнирах

Репозиционная система с коленчатыми стяжками в сочетании с резьбовыми стержнями на шарнирах

Данная репозиционная система представляет собой одну из наиболее простых в применении, но вместе с тем достаточно эффективных и надежных конструкций (рис.147). Она состоит из базовых опор, соединяющихся двумя расположенными напротив друг друга репозирующими стяжками, фиксированными гайками, и двух обычных резьбовых стержней, соединенных с опорами посредством шарниров.

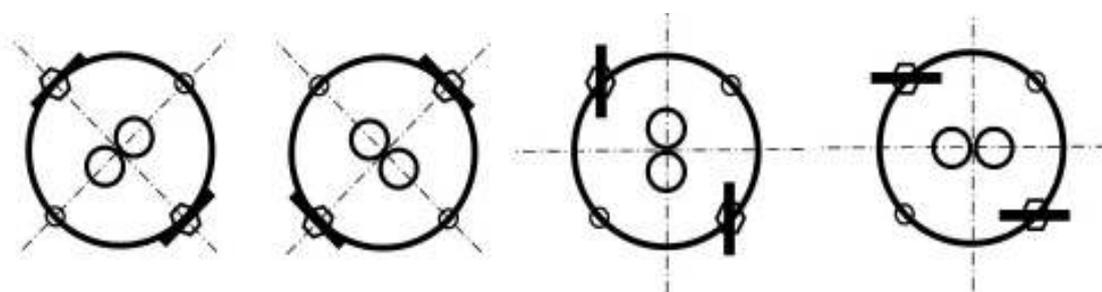


Рис. 147 Варианты расположения репозирующих стяжек при различных смещениях фрагментов по ширине

Конструкция имеет следующие особенности применения. При монтаже аппарата репозирующие стяжки могут устанавливаться в отверстиях колец с учетом направления смещения отломков по ширине. При этом их поперечные винты ориентируются в соответствии с направлением смещения отломков. В таком случае возможны следующие варианты ориентации поперечных винтов репозирующих стяжек в зависимости от основных направлений смещений отломков по ширине (рис.147).

Для сопоставления отломков требуется образование на стяжках колен в соответствии с величиной смещения отломков. Шарниры при этом должны быть ослаблены (рис. 148).

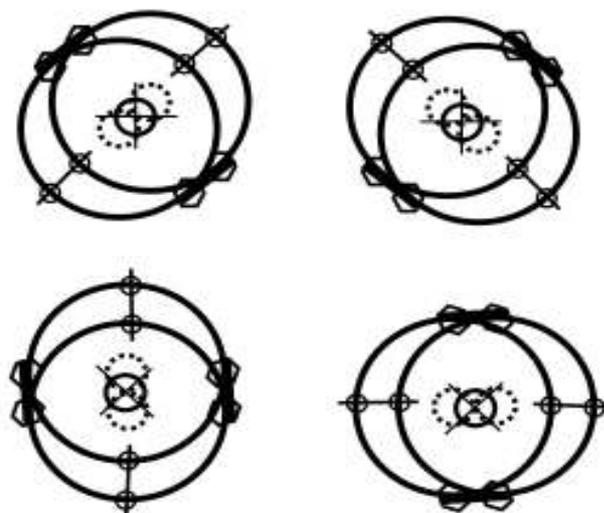


Рис. 148. Устранение смещений фрагментов по ширине в различных плоскостях

После репозиции фрагментов по ширине, независимо от направления осуществляемого смещения, положение поперечных винтов стяжек в случаях расположения их по касательной к окружности колец позволяет, при наличии ротационного смещения, проводить соответствующую деротацию без дополнительной ориентации стяжек. Для этого требуется лишь уменьшение колена на одной стяжке и увеличение - на противоположной (рис.149 а).

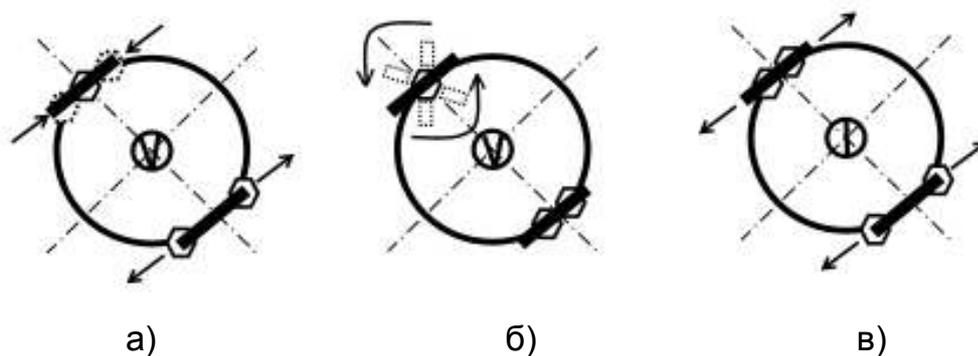


Рис.149. Этапы ротации

При значительной величине ротации, когда уменьшение колена достигнет нуля (рис.149 б), следует развернуть поперечный винт на 180° и

продолжить перемещение в том же направлении (рис.149 в). Так как поперечное и ротационное смещения фрагментов устраняются с помощью двух репозиционных стяжек, то два других соединительных резьбовых стержня следуют за кольцами пассивно, устанавливаясь под любым углом за счет шарнирных соединений.

Для исправления углового смещения, как и во всех других случаях, требуются компрессия на стержнях базовых опор с одной стороны и дистракция - с диаметрально противоположной. Устранение различных видов смещений фрагментов может проводиться в любой удобной последовательности. После завершения репозиции шарнирные соединения затягиваются и система стабилизируется. Для повышения фиксирующих возможностей аппарата возможно использование различных вариантов пружинных и комбинированных шарниров аналогично вышерассмотренным.

Практика использования конструкции показала ее высокие функциональные возможности, которые связаны с максимальной простотой и эффективностью устранения любых видов смещений и их сочетаний.

Таким образом, в данном разделе работы представлены четыре различных по конструкции и управлению репозиционно-фиксационные системы компрессионно-дистракционных аппаратов и некоторые их модификации. Несмотря на существенные различия и особенности этих конструкций, следует отметить целый ряд важных признаков, объединяющих их в единую высокофункциональную биомеханическую репозиционную систему внешней фиксации.

1. Принцип репозиции фрагментов основан на биомеханически правильном, дозированном и плавном перемещении подсистем аппарата в любой плоскости, при жестко фиксированных в них фрагментах.

2. Репонирующие узлы, являясь неотъемлемой составной частью опорной конструкции, не загромождают и не снижают ее фиксирующих свойств, позволяя осуществлять наиболее рациональные, с точки зрения биомеханики, схемы монтажа аппарата.

3. Репозиционные узлы аппаратов адаптированы и сопряжены как в системе аппарата Илизарова, так и между собой. Это позволяет облегчить внедрение конструкций в широкую практику, легко комбинировать и заменять отдельные репозирующие элементы, придавая конструкции необходимые функциональные свойства.

4. Предложенные конструкции представляют собой наиболее простые, и биомеханически рациональные варианты технического решения, они имеют многоцелевые назначения, максимально широкий диапазон применения.

Такие свойства конструкций позволяют на качественно новом уровне решать широкий круг вопросов, связанных с восстановительным лечением опорно-двигательной системы и, прежде всего, диафизарных переломов конечностей.