

РУКОВОДСТВО ПО ЧРЕСКОСТНОМУ ОСТЕОСИНТЕЗУ  

---

МЕТОДОМ ИЛИЗАРОВА

# Operative Manual of Ilizarov Techniques

**VLADIMIR GOLYAKHOVSKY, M.D., Ph.D.**

*Attending Physician  
Hospital for Joint Diseases Orthopaedic Institute  
Associate Professor of Orthopaedic Surgery  
New York University School of Medicine  
New York, New York  
Formerly Professor and Chairman of Orthopaedics and Traumatology  
Moscow School of Medicine and Dentistry  
Moscow, Russia*

**VICTOR H. FRANKEL, M.D., Ph.D.**

*President and Joseph E. Milgram Chairman of Orthopaedic Surgery  
Hospital for Joint Diseases Orthopaedic Institute  
Professor of Orthopaedic Surgery  
New York University School of Medicine  
New York, New York*

**ILLUSTRATOR: VLADIMIR GOLYAKHOVSKY**

 **Mosby**

Владимир Голяховский  
Виктор Френкель

# Руководство по чрескостному остеосинтезу методом Илизарова

Авторизованный перевод  
с английского под редакцией  
д.м.н., профессора **В.М. Лирцмана**



Москва  
Издательство **БИНОМ**



Санкт-Петербург  
**НЕВСКИЙ ДИАЛЕКТ**

1999

УДК 617.5-089

ББК 54.5

Г63

Авторизованный перевод с английского проф. *В. Голяховского*

Под редакцией проф. *В. Лирицмана*

В. Голяховский, В. Френкель

Руководство по чрескостному остеосинтезу методом Илизарова / Пер. с англ. — М.: «Издательство БИНОМ», 1999. — 272с., ил.

Предлагаемая книга представляет собой первое издаваемое в России практическое руководство по использованию аппарата и метода Илизарова в ортопедии и травматологии.

При подготовке издания на русском языке авторы существенно переработали и дополнили оригинальный американский вариант книги 1993 года, так что заинтересованный читатель имеет возможность ознакомиться с хирургией Илизарова во всем блеске сегодняшнего дня.

В первую очередь издание предназначено для молодых врачей и студентов, но вне всякого сомнения оно заинтересует всех без исключения действующих травматологов-ортопедов.

Книга подготовлена совместно с издательством «Невский Диалект».

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в любой форме **или любыми** средствами, электронным или механическим, включая фотографирование, магнитную запись или иные средства копирования или сохранения информации без письменного разрешения издательства.

ISBN 5-7989-0144-0 (Бином)

ISBN 5-7940-0042-2 (Невский Диалект)

ISBN 0-8151-3392-8 (англ.)

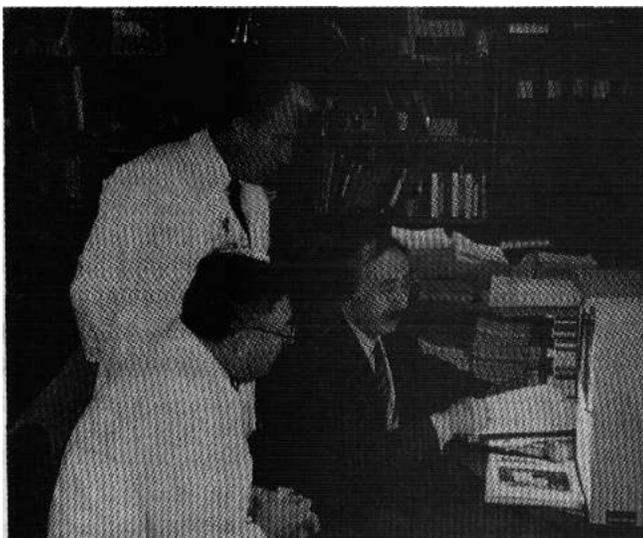
The original English language work has been published by Mosby-Year Book, Inc.

All rights reserved.

© 1993 by Mosby-Year Book, Inc.

© «Издательство БИНОМ», 1999 г.

*Памяти профессора Г. А. Илизарова*



Профессор Илизаров и авторы книги в Нью-Йорке, декабрь 1991г.

**Владимир ГОЛЯХОВСКИЙ**

Доктор медицины, доктор философии  
старший врач Ортопедического Института  
на базе Нью-Йоркского госпиталя для заболеваний суставов,  
профессор ортопедической хирургии Нью-Йоркского университета,  
бывший профессор и заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и  
военно-полевой хирургии московского медицинского истоматологического института

**Виктор ФРЕНКЕЛЬ**

Доктор медицины, доктор философии  
Президент ортопедического института и  
Нью-Йоркского госпиталя для заболеваний суставов  
Заведующий кафедрой им. Джозефа Милграма и  
профессор ортопедической хирургии Нью-Йоркского университета

# Содержание

	<b>Предисловие редактора перевода</b> .....	<b>1</b>
	<b>Предисловие к русскому изданию</b> .....	<b>12</b>
	Переворот в науке .....	12
<b>Глава 1.</b>	<b>Опорные кольца и дуги</b> .....	<b>17</b>
	Полукольцо .....	20
	Кольцо пять восьмых (три четверти) окружности .....	28
	Полукольцо с выгнутыми концами .....	30
	Дуговые опоры .....	30
<b>Глава 2.</b>	<b>Соединение колец</b> .....	<b>33</b>
	Болты и гайки .....	33
	Соединительные втулки и прокладочные шайбы .....	53
	Кронштейны с ножкой и с отверстием, полушарниры .....	55
	Фиксационные (зажимные) болты .....	59
	Фиксационные зажимы-скобы .....	61
	Прокладочные шайбы .....	63
	Гаечные ключи .....	66
<b>Глава 3.</b>	<b>Монтаж рамы</b> .....	<b>67</b>
	Общие положения .....	67
	Наименование и расположение опорных колец .....	68
	Уровень расположения колец .....	70
	Угол наклона опорных колец .....	72
	Пространство между поверхностью кожи и кольцом .....	75
	Расположение кольца на уровне остеотомии (кортикотомии), перелома и несросшегося перелома .....	77
	Ориентация колец .....	79
<b>Глава 4.</b>	<b>Чрескостные спицы и штифты, их типы и применение</b> .....	<b>81</b>
	Общие положения .....	81
	Техника проведения чрескостных спиц .....	84
	Расположение спиц на кольце .....	93
	Расположение спиц в стороне от кольца .....	96
	Расстояние спиц от суставов и направление их проведения вблизи суставов .....	98
	Спицы с ограничителями (стопорами) — оливообразными упорами .....	99
	Натяжение чрескостных спиц .....	99
	Фиксация спицы к кольцу .....	105

Репонирующая спица . . . . .	106
Метод динамического натяжения спиц в процессе лечения . . . . .	108
Скусывание и загибание спиц на концах . . . . .	110
Направляющая спица . . . . .	110
Тянущие (тракционные) спицы . . . . .	112
Фиксация аппарата чрескостными стержнями с нарезкой на конце . . . . .	114
<b>Глава 5. Метод илизаровской кортикотомии (компактотомии) . . . . .</b>	<b>121</b>
Анатомические и физиологические предпосылки . . . . .	121
Техническое выполнение кортикотомии . . . . .	123
Выбор уровня кортикотомии . . . . .	133
Кортикотомия на одном или двух уровнях . . . . .	133
Рассечение лучевой кости и резекция малой берцовой кости . . . . .	134
Кортикотомия для частичного замещения костного дефекта . . . . .	136
S-образная остеотомия для лечения гнойного остеомиелита . . . . .	137
Остеотомия для поперечного перемещения и утолщения кости . . . . .	138
<b>Глава 6. Илизаровские шарниры . . . . .</b>	<b>141</b>
Расположение шарниров на руке . . . . .	143
Шарнир типа «раскрывающий клин» . . . . .	147
Шарнир дистракционного типа . . . . .	149
Шарнир компрессионного типа . . . . .	150
Шарнир перемещающего типа . . . . .	151
Устройство для исправления поперечного смещения . . . . .	153
Устройство для исправления ротационного смещения . . . . .	154
Деротационный маневр . . . . .	156
Скорость исправлений с использованием шарниров (правило треугольника) . . . . .	157
Двухосевой шарнир . . . . .	158
<b>Глава 7. Общие принципы илизаровского метода . . . . .</b>	<b>160</b>
Метод растяжения кости — дистракция . . . . .	160
Метод сближения костных фрагментов и компрессии . . . . .	165
Исправление контрактур в суставах . . . . .	170
Исправление варусной деформации голени (болезнь Блаунта) . . . . .	177
Исправление формы голени методом поперечной дистракции . . . . .	179
Клинические иллюстрации к главе 7 . . . . .	184
<b>Глава 8. Перемещение сегмента кости при больших дефектах и при тяжелой инфекции костей . . . . .</b>	<b>200</b>
Общие положения . . . . .	200
Метод наружного перемещения фрагмента кости . . . . .	201
Метод внутреннего перемещения фрагмента кости . . . . .	201
Метод комбинированного наружно-внутреннего перемещения фрагмента кости . . . . .	202
Преимущества и недостатки различных методов перемещения сегмента кости . . . . .	204
Специфические условия при проведении лечения перемещением фрагментов . . . . .	205
Биомеханика илизаровского аппарата в отношении конструкции рамы для лечения дистракцией больших дефектов кости и по отношению к анатомическим факторам . . . . .	205
Метод исправления отклонения перемещаемого фрагмента кости . . . . .	207

	Комбинирование distraction с исправлением несоответствия направления фрагмента и с ротационной деформацией.....	210
	Клинические иллюстрации к главе 8.....	213
<b>Глава 9.</b>	<b>Лечение переломов и вывихов методами Илизарова.....</b>	<b>223</b>
	Общие положения.....	223
	Биомеханические принципы для наложения илизаровского аппарата при травме ..	224
	Показания для лечения переломов аппаратом илизарова.....	228
<b>Глава 10.</b>	<b>Лечение деформаций стопы и кисти, артродезирование суставов и удлинение культей.....</b>	<b>238</b>
	Исправление деформаций стопы.....	238
	Исправление деформаций кисти.....	242
	Метод компрессионного артродеза.....	244
	Удлинение короткой культы методом distraction.....	248
	Клинические иллюстрации к главе 10.....	253
<b>Глава II.</b>	<b>Снятие аппарата, ошибки и осложнения.....</b>	<b>256</b>
	Общие положения.....	256
	Критерии для снятия аппарата.....	257
	Техника снятия аппарата.....	258
	Ошибки и осложнения при чрескостном остеосинтезе по методу Илизарова.....	262
	Заключение.....	266



# *Предисловие редактора перевода*

В 1993 г. я получил в подарок от профессора В. Ю. Голяховского монографию, посвященную наружному чрескостному остеосинтезу по методу Илизарова, написанную им в соавторстве с профессором В. Френкелем. С Владимиром Юльевичем Голяховским я был хорошо знаком по совместной многолетней работе в ЦИТО, нас также связывали личные дружеские отношения.

Я знал, что после иммиграции в США в 1978 г. он, после трудного периода адаптации, работает в ортопедическом госпитале в Нью-Йорке, занимается усовершенствованием и внедрением в практику техники и метода Г. А. Илизарова. Также я знал, что покойный Гавриил Абрамович неоднократно приезжал в Америку, что помогло американским ортопедам овладеть этим уникальным и универсальным методом. В 1992 г. я встретился с В. Ю. Голяховским на международном конгрессе травматологов-ортопедов и узнал, что он готовит к изданию оригинальное руководство по илизаровской хирургии.

Полученная книга поразила меня краткостью и четкостью изложения сложных технических и биологических проблем использования аппарата и метода Илизарова в ортопедии и травматологии, обилием прекрасно выполненных В. Ю. Голяховским иллюстраций, клиническими примерами. Подобной монографии в отечественной литературе не было, поэтому неудивительны мои желание и энтузиазм, с которыми я взялся за издание этой монографии в России, тем более, что издать книгу на русском языке было сокровенной мечтой авторов монографии.

Я получил единодушную поддержку коллег, имеющих большой опыт применения аппаратов Илизарова, но, к моему великому разочарованию, по не зависящим от меня причинам «политического» характера, книга так и не увидела свет.

Прошло несколько лет, и возможность издать книгу на русском языке все-таки появилась. В. Ю. Голяховский перевел книгу на русский язык, переработав американское издание, дополнив его еще одной главой и многими новыми иллюстрациями.

Думаю, что отечественные травматологи-ортопеды по достоинству оценят тот вклад, который вносит издание монографии В. Ю. Голяховского в нашу специальность. Мне же остается напомнить, что травматология и ортопедия XX столетия делится на два периода: до илизаровский и после илизаровский, и последнему периоду принадлежит будущее. Маститые доктора, молодые специалисты и студенты, собирающиеся стать врачами, найдут для себя много необходимого и полезного в этой книге, которая увидела свет в России только через 6 лет после издания в США и только благодаря счастливому стечению обстоятельств.

*Заслуженный врач РФ,  
доктор мед. наук, профессор В. М. Лицман.*

# *Предисловие к русскому изданию*

## **ПЕРЕВОРОТ В НАУКЕ**

Прогресс науки создают два типа гениев: открыватели нового, те, кому пришла оригинальная идея, это гении-«зачинатели», и те, кто разработал и внедрил эту идею — гении-«завершители». Между зарождением идеи и ее воплощением в жизнь почти всегда проходят годы и десятилетия. Лишь в редких случаях один ученый способен сочетать в себе и «зачинателя», и «завершителя». Он создает то, что называется перепоротом в науке. Лучший пример этого — Колумб, задумавший и совершивший открытие пути в Новый свет.

Гавриил Абрамович Илизаров (1918-1992) совершил переворот в хирургической науке: он открыл закон роста тканей под влиянием напряжения растяжением, и он же разработал и внедрил технику растяжения тканей чрескостным остросинтезом в практику лечения деформаций, заболеваний и повреждений костей и суставов. Хирурги-ортопеды и травматологи всего мира делают теперь операции по его методу. И во всем мире само его имя стало нарицательным названием метода — ИЛИЗАРОВ.

Молодое поколение русских ортопедов-травматологов может не знать истории илизаровских открытий, а это была целая эпопея, яркая и типичная для советского времени. Началось все это в 1950-ые годы, в настоящей русской глубинке, далеко от научных и клинических центров — в обычном Курганском госпитале для инвалидов Великой Отечественной Войны. Казалось бы, ничто там не способствовало возникновению новых прогрессивных идей. Ничто — кроме формирования необыкновенной личности, способной не только создавать новое, но и превозмочь препоны существовавших условий и обойти рогатки той эпохи. А их в советское время было всегда тем больше, чем ярче была инициативная личность.

Илизарова стимулировала неудовлетворенность результатами применявшихся в то время методов. Как все, он видел массу плохих исходов и осложнений после лечения переломов. Но, в отличие от многих, он не хотел с этим мириться. И вот молодой провинциальный врач, без опыта научной работы, полностью изолированный в своих исканиях от внешнего мира, стал изобретать аппарат для эффективной наружной фиксации отломков костей. Необходимость была матерью его первого изобретения. В 1951 г. он предложил кольцо с отверстиями для многонаправленного проведения спиц Киршнера, а затем разработал и внедрил конструкцию первого кольцевого аппарата для наружной фиксации. Работая над усовершенствованием этого аппарата, путем одних лишь эмпирических наблюдений над клиническими фактами, он открыл то, чего никто до него не заметил: медленное дозированное растяжение отломков способно стимулировать новообразование кости. Это открытие противоречило существовавшему представлению о биологических процессах, регулирующих сращение переломов костей. Считалось, что только компрессия костных фрагментов способствует их сращению. Это было догмой и фигурировало как аксиома во всех учебниках. И вдруг какой-то провинциальный доктор

заявил, из захолустного города Кургана, без имени и ученой степени, стал утверждать, что он умеет стимулировать сращение костей путем \\\ медленного и дозированного растяжения. Его аппарат наружной фиксации создавал для этого условия полной стабильности костных фрагментов. Дистракция вместо компрессии? Для профессоров-консерваторов это было ересью, как учение Галилея было ересью для Инквизиции. Никто не хотел принимать идеи Илизарова серьезно, от него отмахивались, как от назойливой мухи. Скептицизм профессоров превышал их опыт. Но для развития науки всегда важнее, чтобы опыт превышал скептицизм.

У Илизарова не было научной подготовки, и даже его русский язык не был родным: по происхождению он был тат — горский еврей, вырос в большой бедной семье в высокогорном селении Кусары, в Дагестане, поздно пошел в школу. Но в его характере были все основные качества, необходимые для настоящего ученого — наблюдательность, целеустремленность и несгибаемый энтузиазм. Он продолжал разрабатывать новые методики наперекор администраторам от науки, он набирал все больше клинических доказательств своей правоты, добиваясь поразительных результатов лечения. Раздраженные его «упрямством», на него ополчились администраторы от науки, обрушили на него шквал интриг. В то время оболгать или совсем уничтожить ученого было легко: личность ничего не стоила. Его «затирали» уже более десяти лет, а он к тому времени — первым в мире — уже умел сращивать застарелые переломы, инфицированные ложные суставы и удлинял короткие и деформированные кости на 20–25 см. И, пользуясь древнейшей русской газетой — изустными слухами, — к нему в Курган потянулись тысячи инвалидов со всей страны. В народе его стали называть «Кудесник из Кургана».

И вот «генералы от науки» повели против него настоящее наступление, объявив его невеждой и лгуном, который лишь хочет заработать себе славу. Мощный импульс травли Илизарова исходил от тогдашних руководителей ЦИТО (Центральный Институт Травматологии и Ортопедии). В 1965 г. в Курган был послан научный сотрудник ЦИТО В. Ю. Голяховский, автор этих строк, с инквизиторским заданием: развенчать Илизарова, чтобы покончить с ним навсегда. Хотя я не был причастен к его травле, но, ослепленные властью, руководители были уверены, что ослушаться их никто не посмеет. Мне рекомендовали «вывести этого жулика на чистую воду», лично обследовать всех его больных и доказать, что никакого удлинения конечностей он вообще не делает, что он не открыл новый метод, а просто придумал один из многих фиксационных аппаратов.

Я провел в Кургане суровые зимние месяцы и по достоинству оценил *метод* Илизарова. Сам он был человек тяжелый и недоверчивый, ко мне относился как к посланнику из вражеского лагеря. Условия работы в его старом ветхом госпитале были удручающие: нищее оборудование, темные тесные палаты на 10 и больше больных, с устоявшимся удушливым запахом гноя от больных с остеомиелитом. Антибиотиков не было совсем, а древнее рентгеновское оборудование давало снимки такого плохого качества, что на них с трудом можно было увидеть тени костей. Но результаты лечения были поразительные. Я наблюдал, помогал ему на операциях, делал первые зарисовки вариантов его метода (они и легли в основу иллюстраций этой книги) и постепенно понял, что Илизаров сделал *переворот в науке*. Руководители ЦИТО были обозлены: вместо того, чтобы развенчать Илизарова, я стал доказывать, что его идеи надо поддерживать. Я привез из Кургана свои зарисовки и набор его аппаратов, но делать его операции мне не разрешили, а даже наоборот — отстранили от операций и «сослали» в поликлинику.

В ту пору в ЦИТО лечился легендарный прыгун в высоту Олимпийский чемпион Валерий Брумель, получивший тяжелый инфицированный перелом голени, который не срастался. Лечили его «по старинке», и состояние ноги ухудшалось. Тогда, за спиной начальства, я рекомендовал ему ехать к Илизарову в Курган. Илизаров вылечил его настолько хорошо, что Брумель через год уже снова прыгал. Как это часто бывает в жизни врачей, излечение одного пациента принесло Илизарову славы больше, чем лечение тысяч других. И с этого началось его

вынужденное официальное признание в Советском Союзе. А вскоре я был вынужден иммигрировать в Америку.

Мы встретились с Гавриилом Абрамовичем снова уже в Нью-Йорке, в 1987 г., в начале периода перестройки. Илизаров к тому времени уже стал директором организованного им Курганского института восстановительной травматологии и ортопедии, лауреатом Ленинской премии, героем Социалистического труда, академиком. К тому времени в Италии. Испании. Португалии. Индии, на Кубе уже начали осваивать его метод, но в Америке он еще не применялся. Президент Нью-Йоркского Института ортопедии на базе Госпиталя заболеваний суставов д-р Виктор Френкель пригласил Илизарова прочитать почетную годовичную лекцию памяти выдающегося английского ортопеда сэра Роберта Джонса и провести семинар для американских ортопедических хирургов. Я помогал с переводом лекции на английский и видел, какое сильное впечатление она произвела: это был настоящий триумф русского ученого. Многие американские ортопеды сразу захотели осваивать метод Илизарова и пришли на семинар. К тому времени я был единственным в Америке, кто этот метод знал. Поэтому Д-р Френкель предложил мне работать вместе. Внедрение метода Илизарова в практику американской медицины стало моей миссией. Результатом нашей совместной работы явилась эта книга, основанная на опыте первых 300 операций и изданная в Америке. Канаде. Англии и Австралии в 1993 г., а затем в Бразилии, Португалии и Индии. Это было первое практическое руководство на эту тему на английском языке. Илизаров еще успел увидеть большинство подготовленных рисунков-иллюстраций и одобрил их. Вместе со мной он сделал 26 декабря 1991 г. в Нью-Йорке свою последнюю операцию.

Целью авторов было помочь молодым врачам и студентам — научить собирать и накладывать илизаровский аппарат, КАК и ЧТО нужно делать для его успешного применения при различных видах костной патологии. Эта книга не касается вопросов биологического обоснования метода и патофизиологических и морфологических аспектов регенеративной регенерации. Они отражены в монографии Илизарова «Чрескостный остеосинтез. Теоретические и клинические аспекты регенерации и роста тканей», изданной на английском языке в 1991 г. Но эта всеобъемлющая монография не является практическим руководством. Поэтому мы посчитали необходимым нарисовать и описать все детали аппарата и основные методики его наложения. Мы также дали некоторым из них другие названия, приблизив терминологию к международной.

Русское издание выходит шесть лет спустя после американской публикации. Насколько нам известно, до этого вышло в свет в 1992 г. одно русское практическое руководство на эту же тему: «Чрескостный остеосинтез в травматологии» профессора А. Д. Ли.

Со времени выхода книги в Америке было выпущено много новых усовершенствованных деталей для илизаровского набора, но мы нашли рациональным представить то, что имеется в России. Мы добавили лишь новые главы: по исправлению варусных деформаций конечностей у детей методом закрытого эпифизеолиза, по лечению варусных деформаций голени типа Блаунта и по исправлению формы голени путем ее расширения за счет продольных «отщепов», которые применяются также и для лечения сосудистых заболеваний типа Бергера с образованием трофических язв.

Авторы будут рады, если это практическое руководство окажется полезным для их коллег — ортопедических хирургов и травматологов России, где зародился и развился *метод Илизарова, создавший переворот в нашей науке.*

*За обоих авторов  
профессор Нью-Йоркского Университета В. Ю. Голяховский  
Нью-Йорк, сентябрь 1998 г.*

# *Часть I*

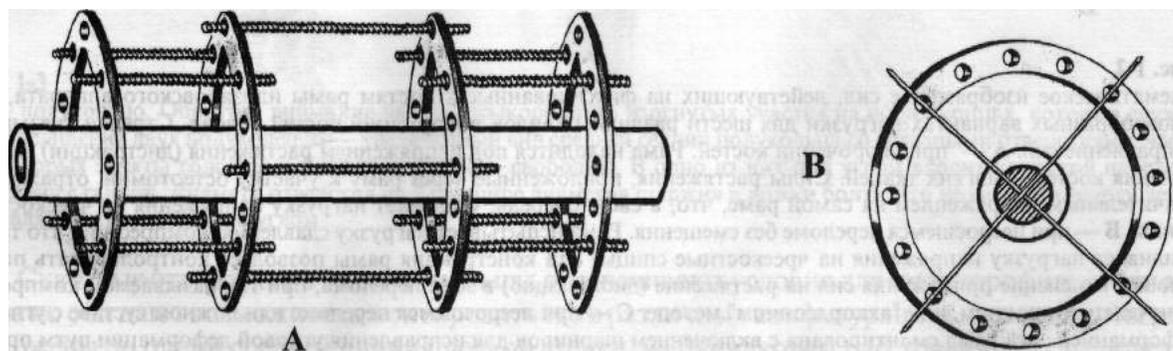
## *Сборка кольцевых фиксаторов*



## Опорные кольца и дуги

На сегодняшний день в хирургической практике применяются несколько типов аппаратов наружной фиксации костей. Эти аппараты отличаются друг от друга по (1) виду их соединения с костями — в одной плоскости, в двух или в нескольких плоскостях и (2) по форме рамы и ее конструкции. Для фиксации этих аппаратов к кости также применяются различные виды спиц и стержней.

Илизаровский аппарат — кольцевой наружный фиксатор. Его главная составная часть — это разъемное опорное плоское кольцо с множественными сквозными отверстиями. В полном наборе илизаровских аппаратов имеются кольца 12-ти размеров, отличающиеся диаметром, соответственно диаметру конечностей пациентов. Соединенные с костью и друг с другом илизаровские кольца образуют опору рамы аппарата, которая повторяет цилиндрическую форму трубчатой кости, но большего размера (Рис. 1-1 А, В). Эта конструкция позволяет раме аппарата выдерживать высокие нагрузки во всех направлениях: продольные осевые (сжимающие и растягивающие), скручивающие, косые режущие и комбинированные скручивающие и сжимающие нагрузки (Рис. 1-2 А-Ф).



**Рис. 1-1**

Схематическое изображение обычной илизаровской рамы, состоящей из четырех опорных колец, соединенных друг с другом стержнями и фиксированных к трубчатой кости с помощью чрескостных спиц. А — боковой вид. В — поперечное сечение. Рама повторяет цилиндрическую форму кортикального слоя кости в увеличении

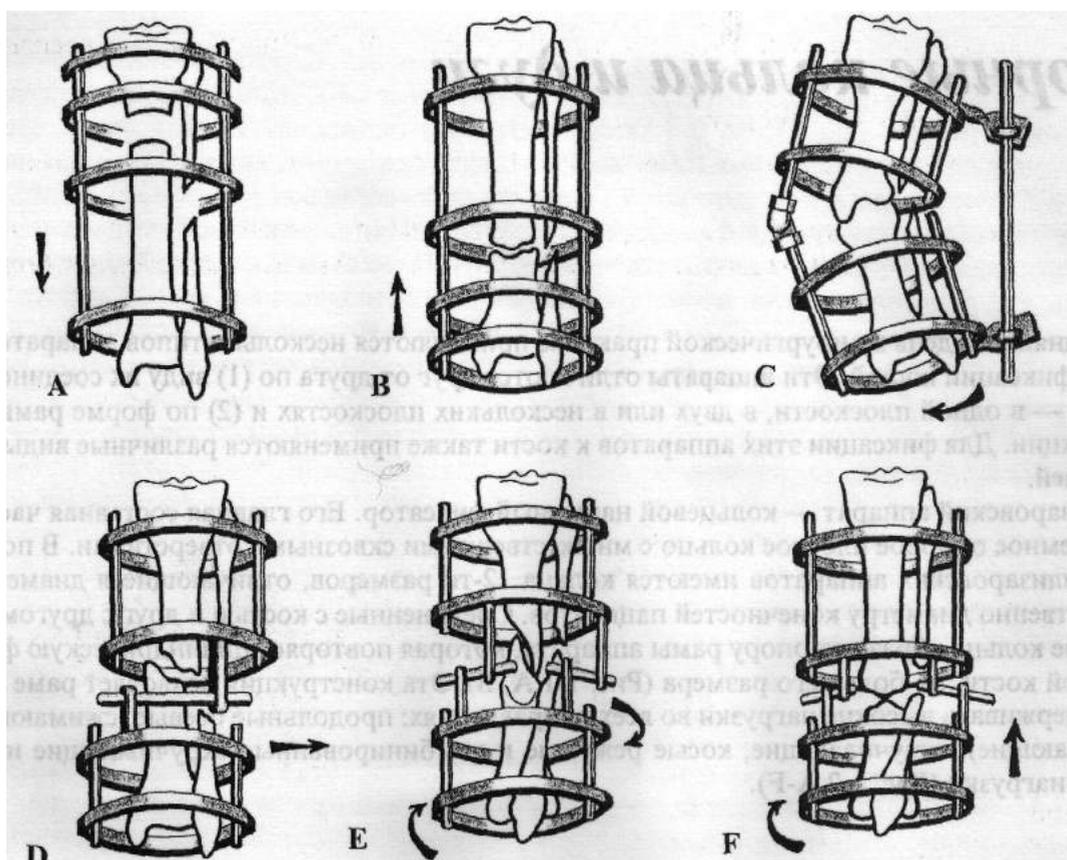


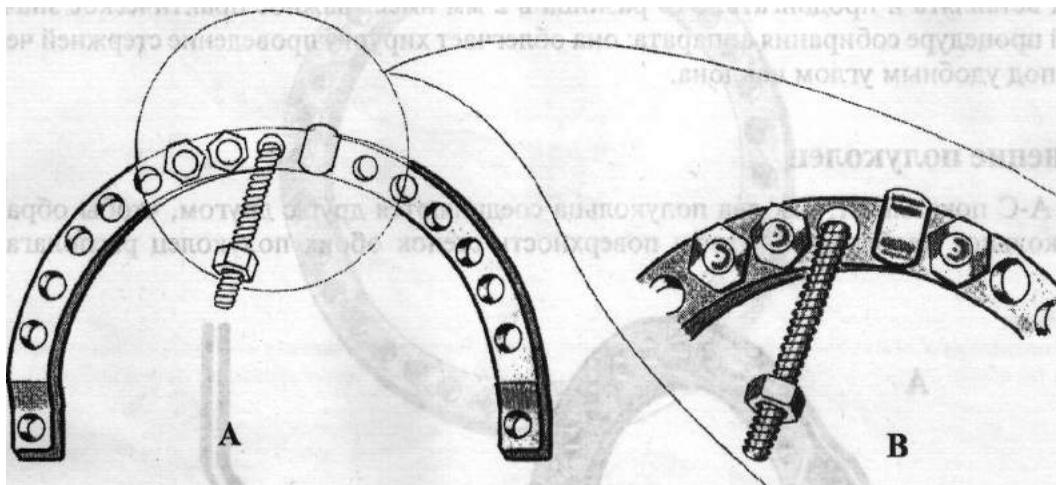
Рис. 1-2

Схематическое изображение сил, действующих на фиксированные к костям рамы илизаровского аппарата, при многообразных вариантах нагрузки для шести различных видов деформаций костей голени. Стрелки указывают направление сил. А — при укорочении костей. Рама находится под напряжением растяжения (дистракции) для удлинения костей и мягких тканей. Силы растяжения, приложенные через раму к участку остеотомии, отражаются значительным напряжением на самой раме, что, в свою очередь, усиливает нагрузку напряжения на чрескостные спицы. В — при несросшемся переломе без смещения. Рама испытывает нагрузку сжатия (компрессии), что также усиливает нагрузку напряжения на чрескостные спицы. Эта конструкция рамы позволяет контролировать последующее изменение приложения сил на растяжение (дистракцию) в зоне перелома, при так называемом компрессионно-дистракционном, или "аккордеонном" методе. С — при несросшемся переломе или ложном суставе с угловой деформацией. Эта рама смонтирована с включением шарниров для исправления угловой деформации путем приложения сил, направленных в сторону, противоположную смещению — для достижения осевого исправления. Для исправления и удержания положения костей применяется фиксация специальными чрескостными спицами с оливовидными утолщениями (упорами). Шарниры вмонтированы между двумя средними кольцами на выгнутой стороне деформации, в то время как силы растяжения прилагаются на противоположной стороне. Эта конструкция рамы (так же как и рам, представленных на рисунках D, E и F) позволяет проводить последующее приложение нагрузки сжатием для сращения кости и напряжение растяжением для удлинения выпрямленных костей в процессе сращения. Этот метод называется исправляющий компрессионно-дистракционный остеосинтез. D — при переломе или несращении с "косым режущим" типом деформации. Рама смонтирована специально для восстановления нормальной оси костей и приложения "режущих" сил в направлении, обратном смещению, с помощью перемещающего устройства, вмонтированного между средними кольцами. E — при переломе или несращении со скручивающей (ротационной) деформацией. Рама смонтирована с целью устранения деформации путем деротации дистальных фрагментов специальным деротационным устройством, расположенным между двумя средними кольцами. F — при комбинированном смещении фрагментов костей (по ширине, угловое и ротационное смещения). Рама смонтирована с задачей постепенного устранения всех видов деформации для восстановления нормальной оси костей. Это может быть достигнуто или последовательным их устранением (в порядке: удлинение — выпрямление — деротация), или комбинированным применением всех исправлений вместе

Илизаровские опорные кольца служат трем основным целям:

1. Они поддерживают чрескостные спицы или стержни, которые могут быть закреплены над любым из отверстий по всем 360 градусам.
2. Два или больше кольца образуют раму аппарата.
3. Кольца несут на себе дополнительные части аппарата, необходимые для динамического лечения.

Для облегчения сборки и разборки рамы аппарата, особенно во время операции, разъемные кольца состоят из двух одинакового размера полуколец, соединяемых болтами с гайками (Рис. 1-3 А, В).



**Рис. 1-3**

А — полукольцо. Обратите внимание на два штыкообразно изогнутых участка на обоих концах, которые служат для соединения двух полуколец. В — увеличенный вид средней секции полукольца со сквозными отверстиями, часть из которых занята головками болтов, а часть — свободны. В одно из них под углом входит короткий нарезной стержень с гайкой. Диаметр отверстия на 2 мм шире диаметра стержня и ножки болта, что позволяет хирургу легко вставлять их под удобным углом

Сквозные отверстия на плоских кольцах обеспечивают условия для многопрофильности аппарата: они дают возможность монтировать его в различных конфигурациях. Все отверстия расположены по одной средней линии плоской стенки, на одинаковом расстоянии друг от друга, и все имеют один и тот же диаметр. Это обеспечивает простоту соединения колец друг с другом при многообразных вариантах конструкций собираемых рам.

Плоская поверхность колец, шириной 15 мм и толщиной 4 мм, служит для поддержки болтов и гаек. Сочленение ее с болтами и гайками обеспечивает прочное крепление чрескостных спиц и стержней с нарезкой в течение длительного периода лечения аппаратом. Более того, так как все кольца аппарата должны быть расположены строго перпендикулярно к продольной оси кости, их плоская поверхность чрезвычайно важна для обеспечения стабильности наклона спиц и ориентации аппарата по отношению к оси кости. Опорные кольца несут на себе нагрузку натянутых чрескостных спиц (до 150 кг каждая) и обеспечивают устойчивую стабильность всего аппарата.

Крепость и стабильность компонентов илизаровского аппарата обеспечивается как их конструкцией, так и материалом, из которого они изготовлены—высшего качества сплавов нержавеющей стали.

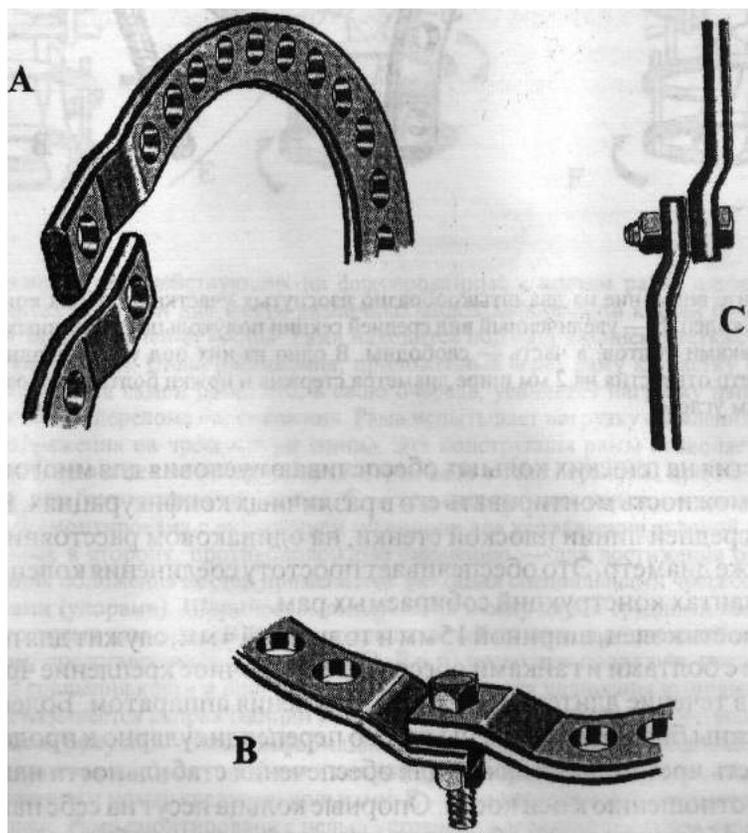
## ПОЛУКОЛЬЦО

Полный набор Илизаровского аппарата имеет полукольца 12-ти размеров, каждое из которых измеряется внутренним диаметром в миллиметрах (80, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, 220 и 240 мм). Размеры от 80 мм до 140 мм обычно применяются в детской хирургической практике, а размеры от 150 мм до 240 мм — для взрослых пациентов. С увеличением диаметра на 20 мм также на 1 мм увеличивается и толщина полуколец — для увеличения сопротивления силам натяжения чрескостных спиц. Каждое полукольцо, в зависимости от его размера, имеет от 18 до 28 сквозных отверстий для вставления болтов или стержней с винтовой нарезкой. Диаметр каждого отверстия равен 8 мм, расстояние между ними — 4 мм (Рис. 1-3 В).

Диаметр отверстий немного больше (на 2 мм) диаметра стержней и болтов, что позволяет легко их вставлять и продвигать. Это разница в 2 мм имеет важное практическое значение в сложной процедуре собирания аппарата: она облегчает хирургу проведение стержней через отверстие под удобным углом наклона.

### Соединение полуколец

Рис. 1-4 А-С показывает, как два полукольца соединяются друг с другом, чтобы образовать полное кольцо. Необходимо, чтобы поверхность стенок обоих полуколец располагалась в

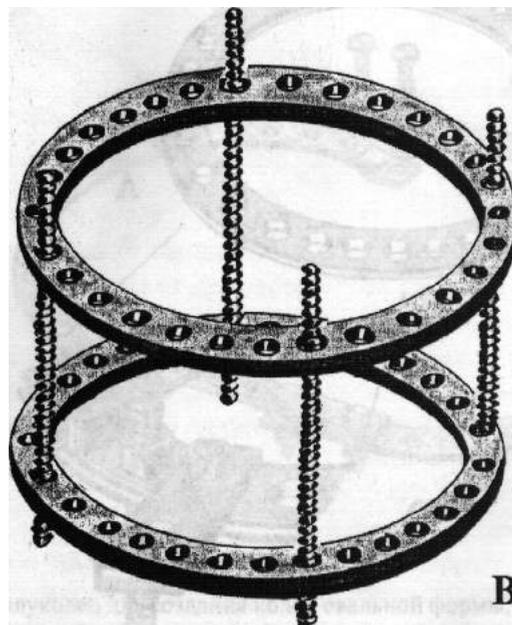
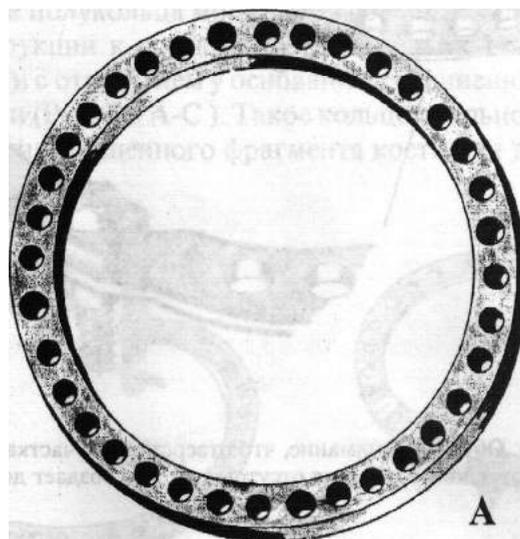


**Рис. 1-4**

А — вид части двух полуколец в правильной позиции перед соединением их концов. Обратите внимание, что при таком соединении реберные края обоих полуколец находятся в одной плоскости. В — вид части двух правильно соединенных полуколец. С — вид части двух неправильно соединенных полуколец (расположены в разных плоскостях)

одной плоскости. Правильное соединение двух полуколец — основа правильного собирания аппарата. Два соединенные полукольца скрепляются болтом и гайкой. Если они соединены неправильно, поверхности их стенок будут располагаться в разных плоскостях. Два неверно соединенных полукольца не могут обеспечить правильного выполнения функции собранного кольца, потому что они расположены на разном расстоянии от другого кольца аппарата.

Кроме полуколец, в полном наборе аппаратов есть полные сплошные кольца соответствующих размеров, а также специальные фигурные полукольца.



**Рис. 1-5**

А — вид полного кольца. В — два полных кольца, соединенных друг с другом четырьмя нарезными стержнями, составляют часть (компонент) рамы. Обратите внимание, что стержни располагаются на равном расстоянии друг от друга, и оба кольца расположены строго параллельно друг другу

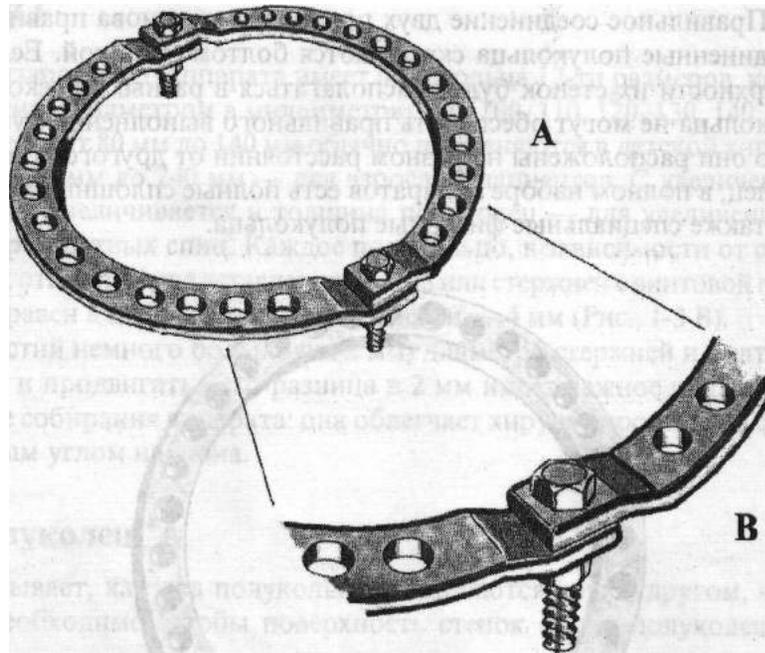


Рис. 1-6

А — два соединенных полукольца. Обратите внимание, что отверстие на участках соединения занято болтом, в то время как по обеим сторонам рядом с ним отверстия отсутствуют, что создает дополнительную прочность кольца

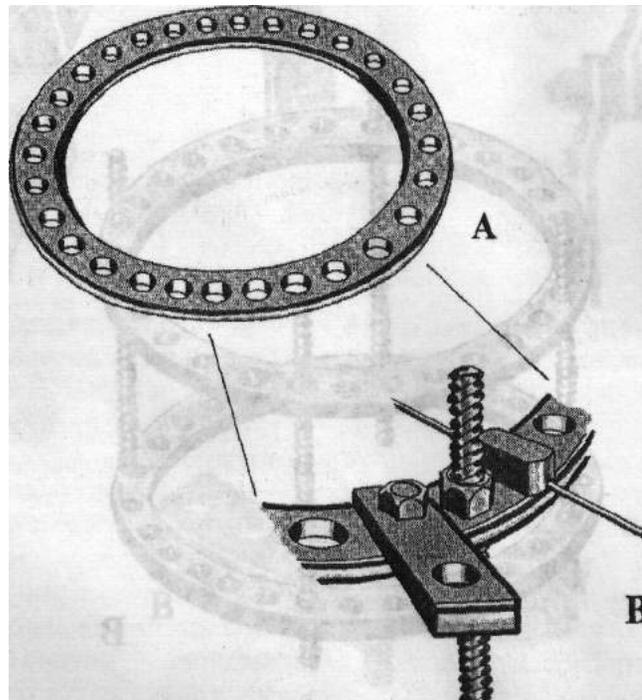
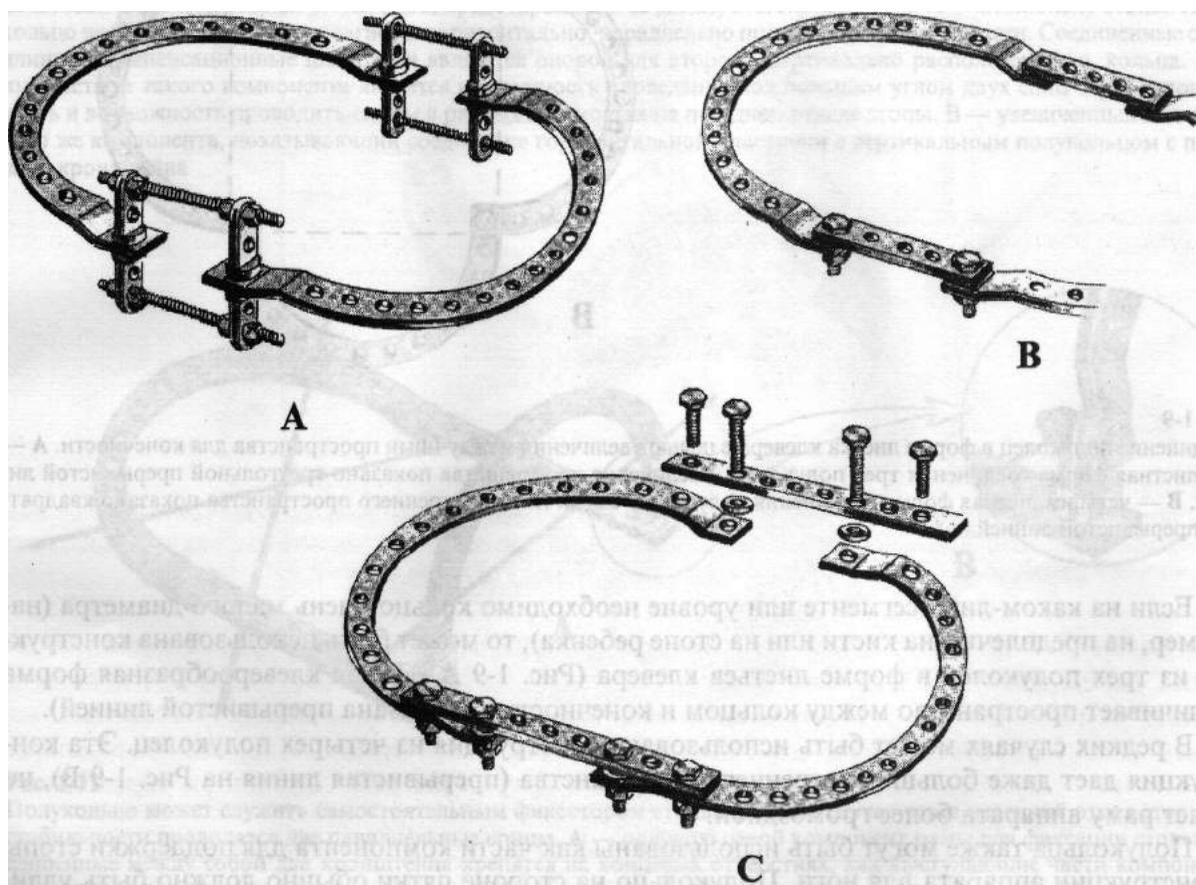


Рис. 1-7

А — полное кольцо. В — увеличенный вид части сегмента кольца, соответствующий сегменту на рис 1-6, В. Видно, что на этом участке в полном кольце имеется на три отверстия больше, что дает возможность для их использования деталями аппарата

Рисунки 1-5 А, В и 1-6 А, В показывают полное кольцо по сравнению с конструкцией из двух полуколец. Каждое полукольцо имеет на обоих концах на одно отверстие меньше, чем полное кольцо, и их концевые отверстия заняты болтами с гайками. В результате на каждой стороне соединения полуколец имеется на три отверстия меньше, чем в полном кольце. Это дает некоторое преимущество полному кольцу: оно немного легче, так как не несет соединяющих болта и гайки и имеет на шесть отверстий больше (Рис. 1-7 А, В), которые могут быть использованы для различных целей: например, для прикрепления пластинки для проведения дополнительного стержня или для фиксации дополнительной спицы.

В некоторых случаях два полукольца могут быть соединены с оставлением щели между их концами. Для такой конструкции к концевым отверстиям полуколец прикрепляются кронштейны-«флажки» с опорой и с отверстием у основания, соединенные друг с другом короткими соединительными стержнями (Рис. 1-8 А-С). Такое кольцо овальной формы может применяться для исправления положения смещенного фрагмента кости или для удлинения стопы.



**Рис. 1-8**

Три способа соединения двух полуколец для создания колец овальной формы, каждое из которых может использоваться как компонент смонтированной рамы, чаще всего для стопы. А — два полукольца соединены четырьмя нарезными стержнями. Кронштейны скреплены с концевыми отверстиями на обеих сторонах; стержни вставлены в отверстия кронштейнов на каждой стороне. Преимущество этой конструкции в том, что расстояние между полукольцами может легко регулироваться поворотами гаек (показанных на одной стороне). В — два полукольца соединены двумя короткими компенсационными пластинками. С — для укрепления овального кольца две длинные компенсационные пластинки соединяются с двумя полукольцами. Обратите внимание, что для обеспечения жесткости соединения в участках штыкообразных изгибов используются прокладочные шайбы

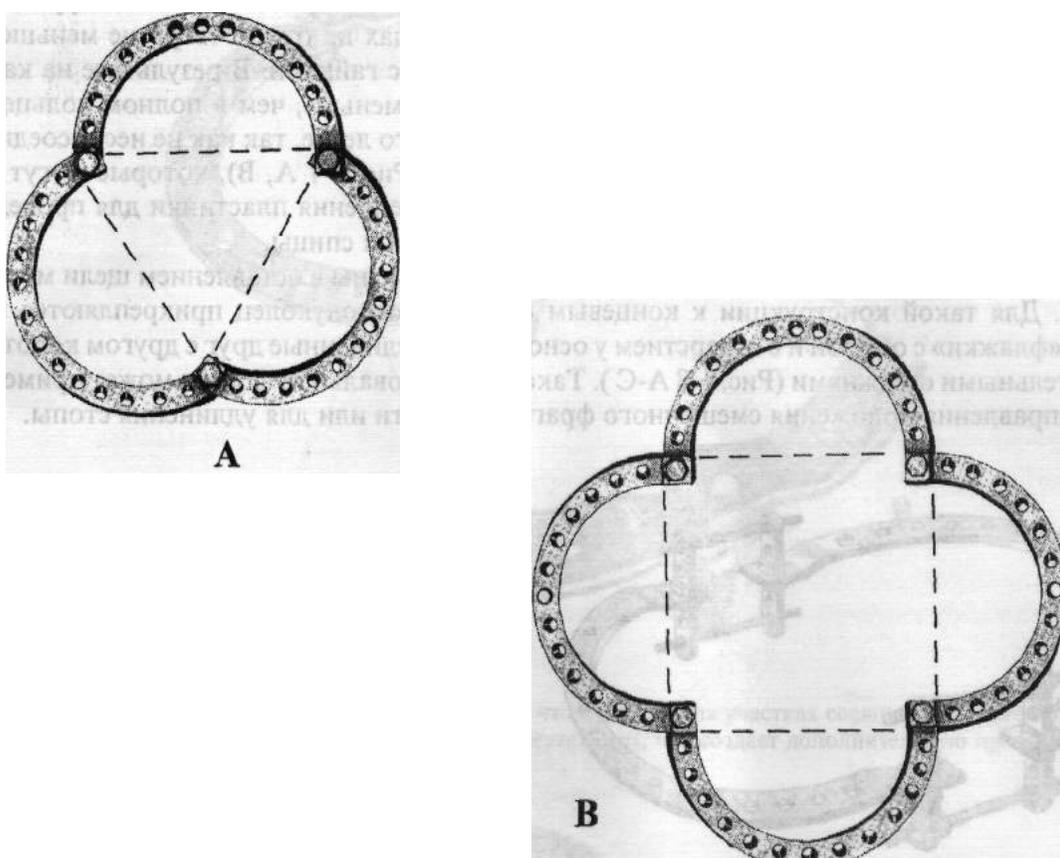


Рис. 1-9

Соединение полуколец в форме листка клевера с целью увеличения между ними пространства для конечности. А — трехлистная форма соединения трех полуколец. Увеличение пространства показано треугольной прерывистой линией. В — четырехлистная форма соединения полуколец. Увеличение внутреннего пространства показано квадратной прерывистой линией

Если на каком-либо сегменте или уровне необходимо кольцо очень малого диаметра (например, на предплечье, на кисти или на стопе ребенка), то может быть использована конструкция из трех полуколец в форме листьев клевера (Рис. 1-9 А). Такая клеверообразная форма увеличивает пространство между кольцом и конечностью (показана прерывистой линией).

В редких случаях может быть использована конструкция из четырех полуколец. Эта конструкция дает даже больше внутреннего пространства (прерывистая линия на Рис. 1-9 В), но делает раму аппарата более громоздкой.

Полукольца также могут быть использованы как части компонента для поддержки стопы в конструкции аппарата для ноги. Полукольцо на стороне пятки обычно должно быть удлинено присоединением к нему двух соединяющих пластин на каждом его конце. Это дает больше пространства для двух чрескостных спиц, фиксирующих пяточную кость под углом друг к другу. Второе полукольцо (обычно того же размера), используемое для устойчивости фиксации и для укрепления всего компонента, устанавливается на стороне переднего отдела стопы и скрепляется с пластинами при помощи двух кронштейнов с нарезной ножкой-опорой (Рис. 1-10 А, В). Для стабилизации переднего отдела стопы одно полукольцо может быть скреплено с рамой на ноге (Рис. 1-11 А, В).

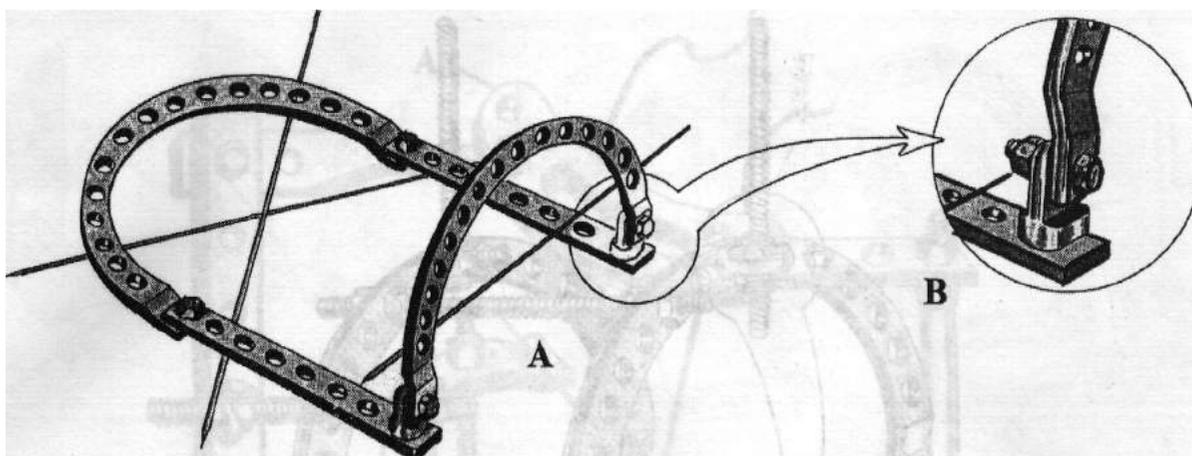


Рис. 1-10

Использование двух полуколец для монтажа компонента стопы на раме для ноги. Этот компонент может быть использован для поддержания стопы и для предотвращения ее эквинусного положения. А — компонент стопы. Полукольцо на стороне пятки располагается горизонтально, параллельно подошвенной поверхности. Соединенные с ним длинные компенсационные пластинки являются опорой для второго, вертикально расположенного, кольца. Преимуществом такого компонента является возможность проведения под большим углом двух спиц через пяточную кость и возможность проводить спицы в разных плоскостях на переднем отделе стопы. В — увеличенный вид части того же компонента, показывающий соединение горизонтальной пластинки с вертикальным полукольцом с помощью кронштейна

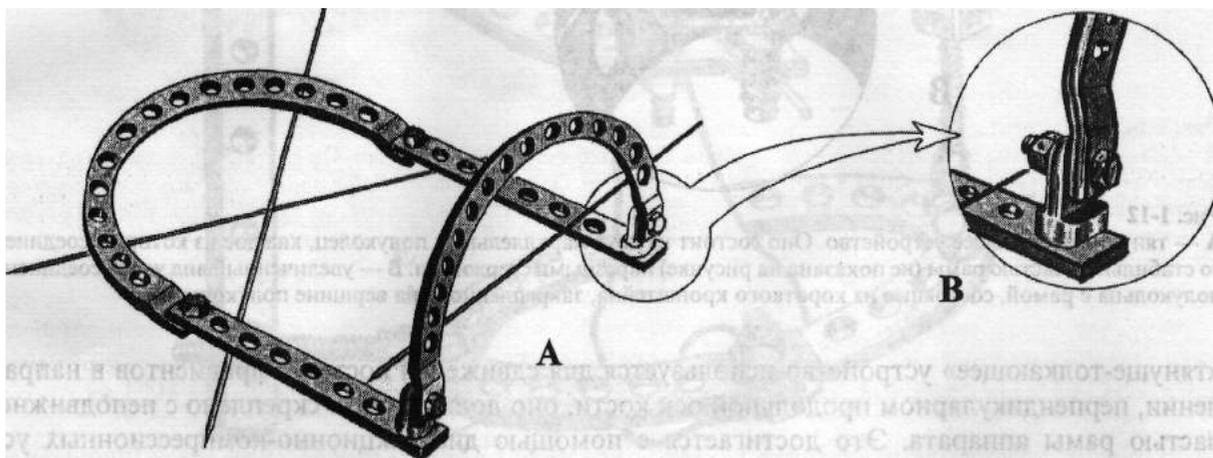
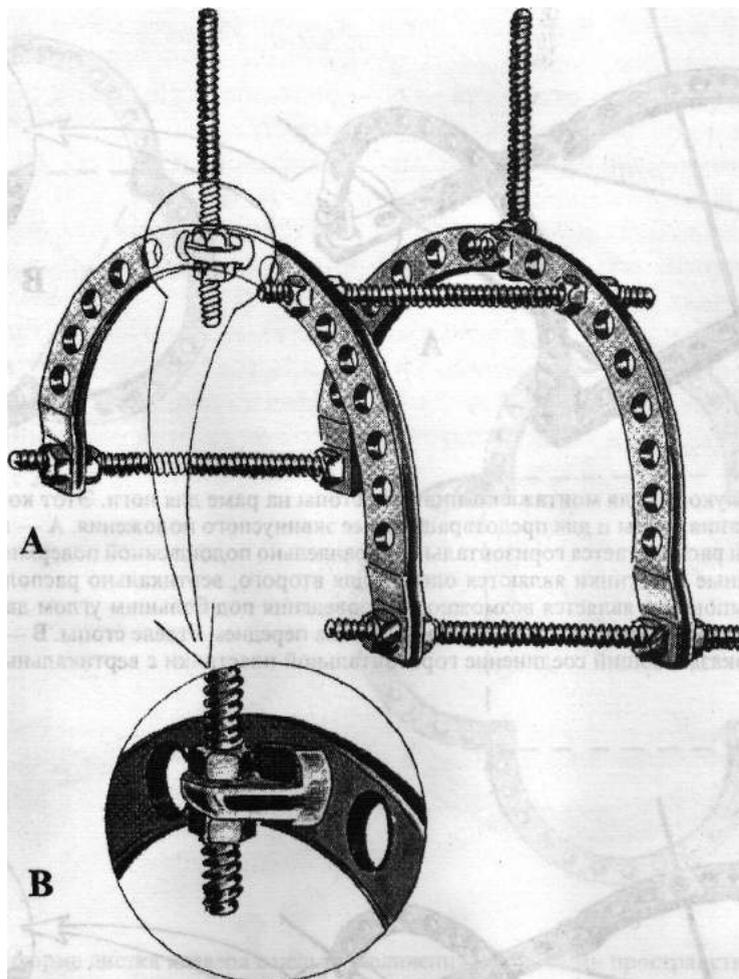


Рис. 1-11

Полукольцо может служить самостоятельным фиксатором стопы. В таком случае через передний отдел стопы для стабильности проводятся две параллельные спицы. А — полукольцевой компонент рамы для фиксации стопы. Соединенные между собой два кронштейна крепятся на концевых отверстиях, как выступающие части компонента. После этого полукольцо присоединяется к раме на голени с помощью двух нарезных стержней, расположенных по обеим его сторонам. В — увеличенный вид части того же компонента, состоящего из двух соединенных между собой кронштейнов. Это позволяет проводить две параллельные чрескостные спицы, фиксируя их на кронштейнах

Два полукольца, соединенные друг с другом стержнями с нарезкой, могут быть использованы в качестве «тянущего» или «толкающего» устройства внутри рамы аппарата (Рис. 1-12 А, В). Такое устройство может быть использовано для исправления угловой деформации, как, например, при ложных суставах или несросшихся переломах с нарушениями оси конечности. Так как это

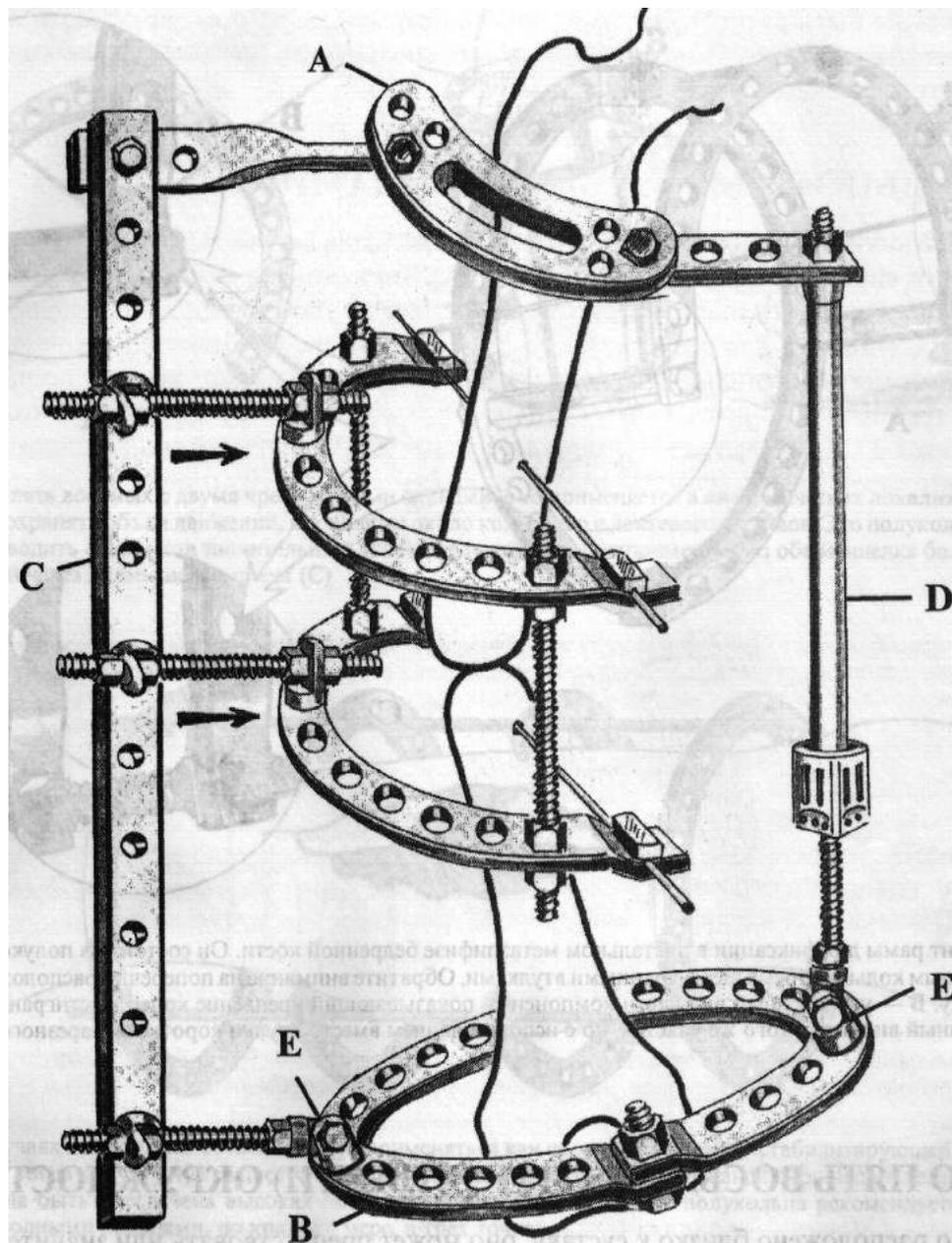


**Рис. 1-12**

А — тянущее-толкающее устройство. Оно состоит из двух параллельных полуколец, каждое из которых соединено со стабильной частью рамы (не показана на рисунке) нарезными стержнями. В — увеличенный вид части соединения полукольца с рамой, состоящее из короткого кронштейна, закрепленного на вершине полукольца

«тянущее-толкающее» устройство используется для сдвижения костных фрагментов в направлении, перпендикулярном продольной оси кости, оно должно быть скреплено с неподвижной частью рамы аппарата. Это достигается с помощью дистракционно-компрессионных устройств (Рис. 1-13), состоящих из двух шарнирных стоек, соединенных с нарезными стержнями. Один конец стержней соединен с полукольцом, а другой конец — с длинной укрепляющей опорной балкой (Рис. 1-13).

Полукольцо может использоваться в комбинации с полным кольцом в метаэпифизарной области кости (Рис. 1-14). Такое сочетание укрепляет раму аппарата и позволяет производить свободный объем движений в близлежащем суставе. Для устойчивости полукольцо должно быть скреплено с полным кольцом не менее чем в трех точках. Такое соединение обычно делается с помощью шестигранной соединительной втулки с нарезкой внутри (Рис. 1-14 В) или коротких стержней (Рис. 1-14 С). Полукольцо фиксируется к кости одной чрескостной спицей, так как такая конфигурация не позволяет проводить спицы под углом. Но для стабильности требуется проведение двух спиц под углом, поэтому целесообразнее использовать кольцо пять восьмых (три четверти) окружности.

**Рис. 1-13**

Схематическое изображение ложного сустава бедренной кости с угловым смещением и со смонтированной на нем рамой аппарата. Рамой аппарата являются проксимальная арка (А) и дистальное кольцо (В), соединенные с длинной поддерживающей балкой (С) и градуированным телескопическим стержнем (D). Для исправления углового смещения в раму вмонтировано тянущее-толкающее устройство из двух соединенных между собой полуколец. Стрелки показывают направление прилагаемых сил. Обратите внимание, что дистальное кольцо соединено с рамой с помощью двух шарниров (Е). Шарниры необходимы для того, чтобы под действием выпрямляющих сил тянуще-толкающего устройства и distraction телескопическим стержнем это кольцо постепенно стало параллельно в арке, соответственно выпрямленной кости

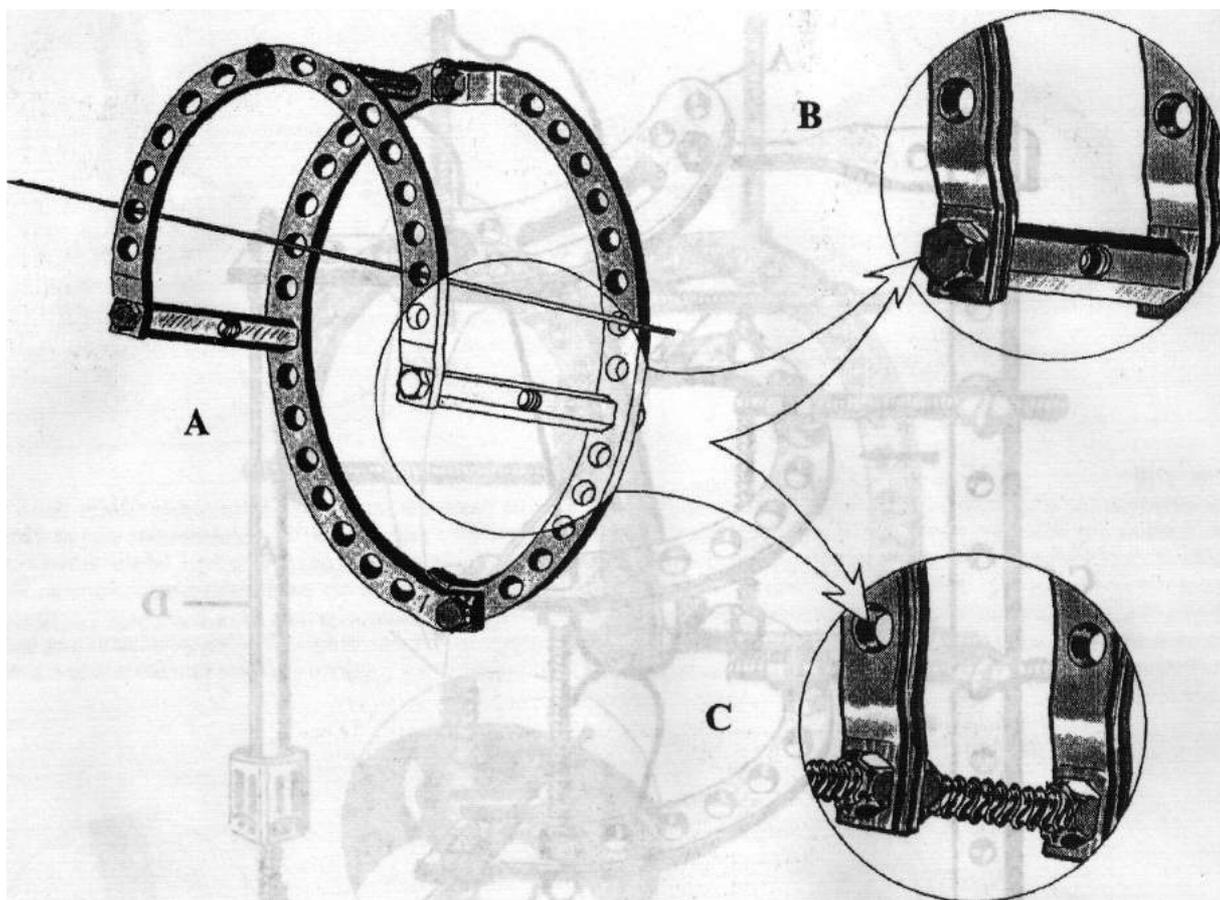


Рис. 1-14

А — компонент рамы для фиксации в дистальном метаэпифизе бедренной кости. Он состоит из полукольца, соединенного с полным кольцом тремя шестигранными втулками. Обратите внимание на поперечно расположенную чрезкостную спицу. В — увеличенный вид части компонента, показывающий крепление колец шестигранной втулкой. С — увеличенный вид части того же участка, но с использованием вместо втулки короткого нарезного стержня

## КОЛЬЦО ПЯТЬ ВОСЬМЫХ (ТРИ ЧЕТВЕРТИ) ОКРУЖНОСТИ

Если кольцо расположено близко к суставу, оно может препятствовать или значительно ограничивать движения в нем. В таких случаях целесообразно использовать специальное кольцо пять восьмых. Его конфигурация имеет свободное пространство за счет прерванное™ окружности; это помогает избежать значительного ограничения движений (Рис. 1-15 А). Больше всего это относится к коленному и локтевому суставам, где иначе трудно избежать ограничения движения, потому что чрезкостные спицы должны проводиться на уровне мышечков большеберцовой кости (Рис. 1-15 В) или мышечков плечевой кости (Рис. 1-15 С). Другое преимущество кольца пять восьмых заключается в том, что оно имеет достаточно окружности для фиксации двух перекрещенных спиц. Однако само по себе оно недостаточно прочно, особенно чтобы выдерживать нагрузки двух натянутых спиц; поэтому оно должно применяться в сочетании с близкорасположенным полным кольцом. Три точки соединения с полным кольцом укрепляют его и делают почти таким же крепким.

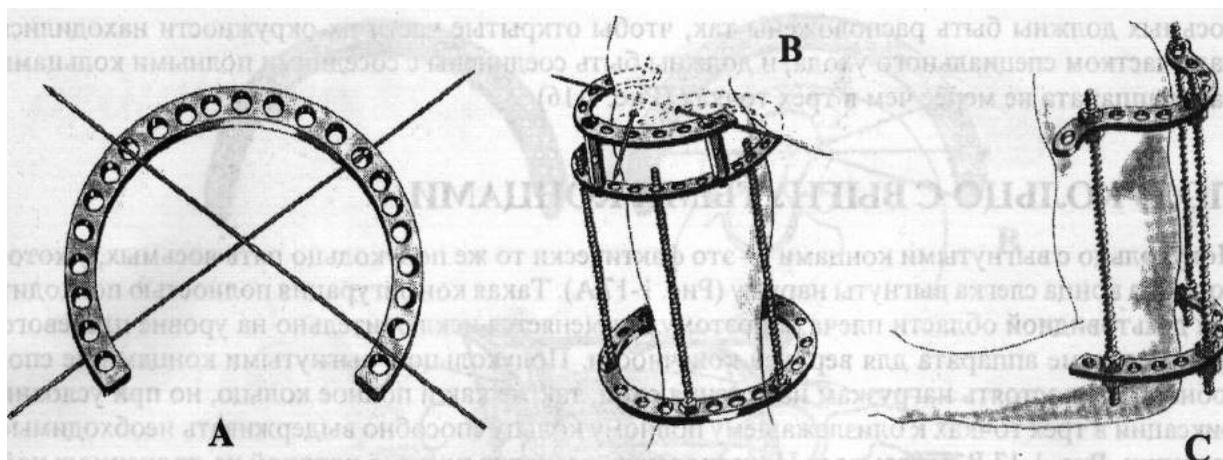


Рис. 1-15

А — кольцо пять восьмых с двумя чрескостными спицами, оно применяется в анатомических локализациях, в которых важно сохранять объем движений, в основном около локтевого и локтевого суставов. Это полукольцо позволяет хирургу проводить спицы под значительным углом друг другу, как, например, через оба мыщелка большеберцовой кости (В) или через надмышелки плеча (С)

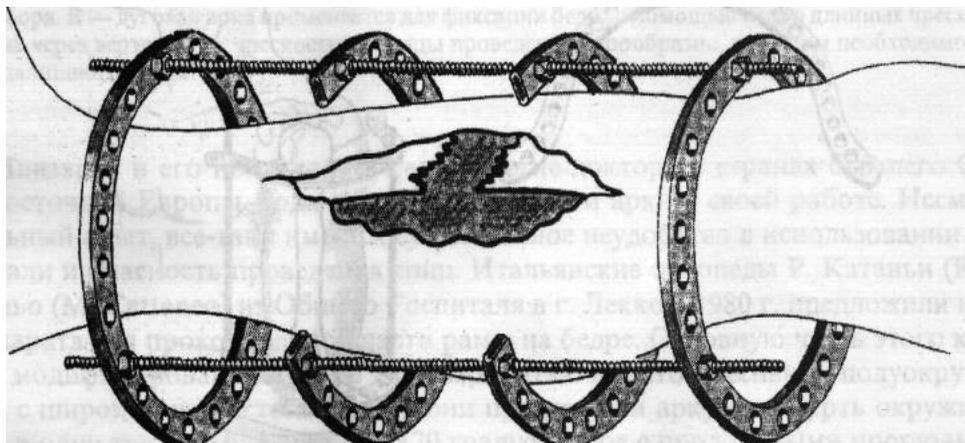


Рис. 1-16

В редких случаях кольца пять восьмых могут применяться как средний компонент стабилизирующей полной рамы, в частности, когда хирургу нужен доступ к открытой ране с дефектом мягких тканей. При использовании этих полуколец должна быть обеспечена высокая прочность рамы. Поэтому такие полукольца рекомендуется соединять с соседними полными кольцами, по крайней мере, в трех точках

В полном наборе есть три размера колец пять восьмых: 130, 150 и 160 мм в диаметре. 130-миллиметровое кольцо чаще используется вблизи локтевого сустава взрослого или около коленного сустава ребенка, в то время как кольца других двух размеров используются вблизи коленного сустава взрослых.

В редких случаях кольца пять восьмых могут также применяться в средней части обычной рамы аппарата, если возникает необходимость в специальном уходе за мягкими тканями. Такой уход значительно легче осуществлять через открытое пространство в окружности колец. Показанием для такого их использования может служить наличие кожно-мышечного лоскута, большая открытая рана с дефектом кожи и мягких тканей или большой глубокий разрез (как, например, при субфасциальном гипертензионном синдроме). Во всех этих случаях кольца пять

восьмых должны быть расположены так, чтобы открытые части их окружности находились над участком специального ухода, и должны быть соединены с соседними полными кольцами рамы аппарата не менее чем в трех точках (Рис. 1-16).

## ПОЛУКОЛЬЦО С ВЫГНУТЫМИ КОНЦАМИ

Полукольцо с выгнутыми концами — это фактически то же полукольцо пять восьмых, у которого оба конца слегка выгнуты наружу (Рис. 1-17 А). Такая конфигурация полностью подходит для дельтовидной области плеча, а поэтому применяется исключительно на уровне плечевого сустава в раме аппарата для верхней конечности. Полукольцо с выгнутыми концами не способно противостоять нагрузкам натяжения спиц, так же как и полное кольцо, но при условии фиксации в трех точках к близлежащему полному кольцу способно выдерживать необходимые нагрузки. Рис. 1-17 В показывает Илизаровскую раму для плеча, в которой на проксимальной стороне стоит полукольцо с выгнутыми концами, а на дистальной стороне пять восьмых кольца.

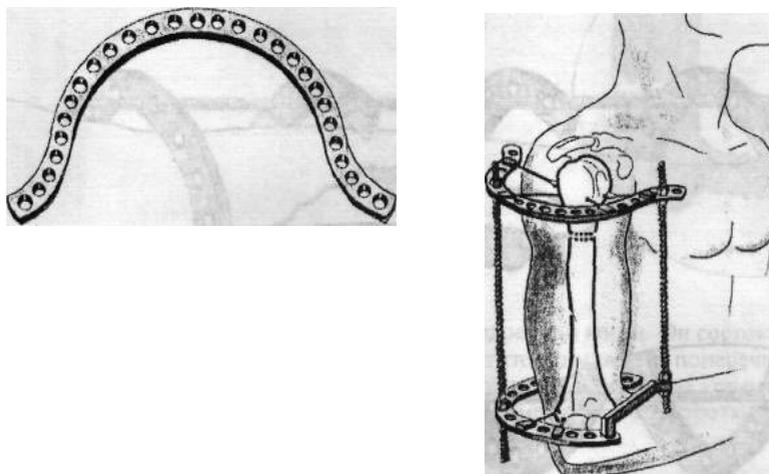


Рис. 1-17

А — полукольцо с выгнутыми концами. В — по своей форме это полукольцо более всего пригодно для применения в дельтовидной области плеча

## ДУГОВЫЕ ОПОРЫ

В оригинальном наборе илизаровских аппаратов имеются массивные полукруглые дуговые опоры большого диаметра (290 и 300 мм) с широкими плоскими стенками и двойным рядом множественных отверстий (Рис. 1-18 А). Эти арки сконструированы специально для фиксации тремя-четырьмя спицами к проксимальному концу бедра, на уровне малого вертела (Рис. 1-18 В). Такая арка должна по размеру соответствовать вертельной области с мягкими тканями ягодицы. Исключительно длинные спицы должны быть проведены чрескостно веерообразно, под углом приблизительно 30 градусов друг к другу. Некоторые из этих спиц неизбежно могут полагаться довольно близко к седалищному нерву (Рис. 1-18 С).

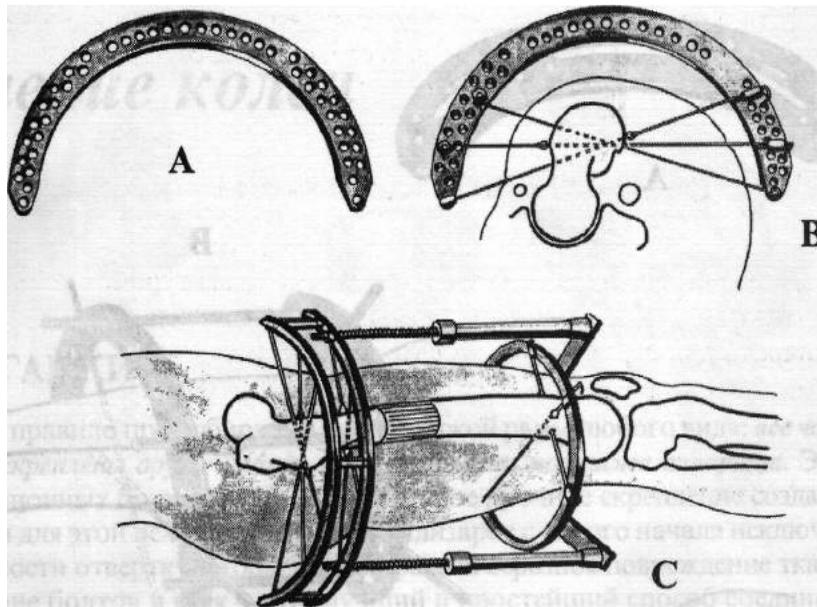
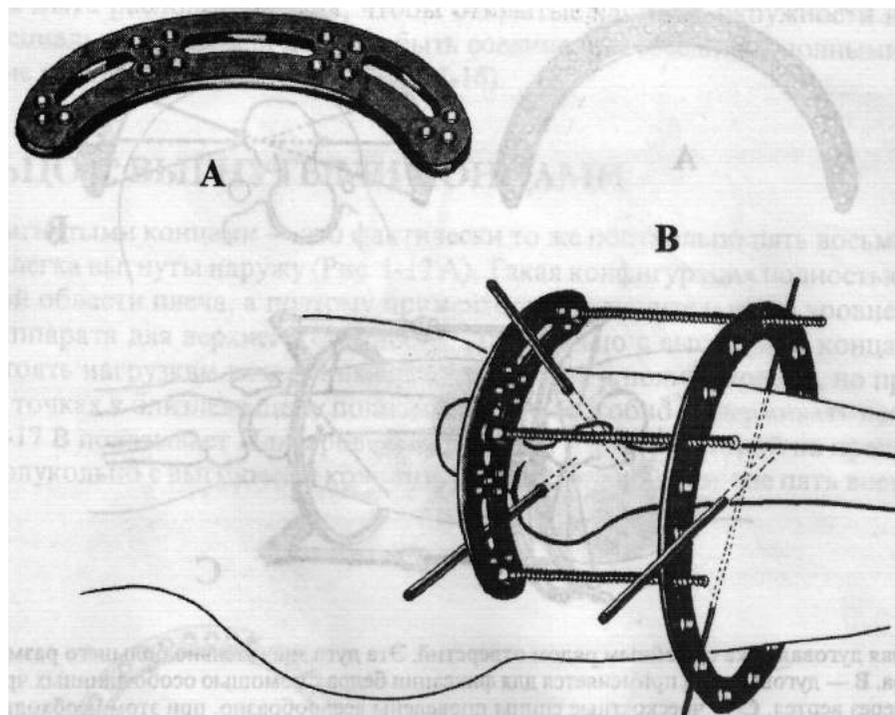


Рис. 1-18

А — полуокружная дуговая арка с двойным рядом отверстий. Эта дуга значительно большего размера, чем все другие кольца набора. В — дуговая арка применяется для фиксации бедра с помощью особо длинных чрескостных спиц, просверленных через вертел. С — чрескостные спицы проведены веерообразно, при этом необходимо избегать повреждения седалищного нерва

Г. А. Илизаров и его помощники, как и другие доктора в странах бывшего Советского Союза и Восточной Европы, годами использовали эти арки в своей работе. Несмотря на их положительный опыт, все-таки имеется существенное неудобство в использовании такой массивной детали и опасность проведения спиц. Итальянские ортопеды Р. Катаньи (R. Cattagni) и М. Катаньо (M. Cattaneo) из Общего Госпиталя в г. Лекко в 1980 г. предложили новый компонент аппарата для проксимальной части рамы на бедре. Основную часть этого компонента составляет модифицированная арка в двух вариантах. Вместо массивной полуокружной дуговой опоры с широкой и толстой стенкой они предложили арку в четверть окружности — 90 градусов и в одну треть окружности — 120 градусов, обе с продольными прорезями в дополнение к отверстиям (Рис. 1-19 А). Для фиксации этого компонента к кости вместо спиц применяются два или три специальных стержня с винтовой нарезкой на заостренном конце (подробное описание в гл. 4, см. Рис. 4-3 Г, Н). Нарезная часть стержней просверливается (по методу АО) через оба кортикальных слоя вертельной области по передней и боковой поверхности или непосредственно под ней. Это позволяет стабильно фиксировать арку и в то же время избежать опасности повреждения седалищного нерва (Рис. 1-19 В). Детальное описание рамы аппарата с этим компонентом приведено в 4-ой главе.



**Рис. 1-19**

А — 90-градусная бедренная арка. В — схематическое изображение проксимального компонента рамы на бедре. 90-градусная арка и полное кольцо соединены друг с другом нарезными стержнями. Обратите внимание, что на наружной поверхности бедра арка и кольцо фиксированы к кости не спицами, а резьбовыми чрескостными стержнями

# Соединение колец

## БОЛТЫ И ГАЙКИ

Первое и главное правило при собирании илизаровской рамы любого вида: *все части рамы должны быть прочно скреплены друг с другом сразу в момент монтажа аппарата*. Это достигается с помощью фиксационных болтов и гаек. Немедленное прочное скрепление создает стабильность. Винты и отвертки для этой цели неприменимы. Илизаров с самого начала исключил из набора все острое, в особенности отвертку, чтобы предотвратить серьезное повреждение тканей.

Использование болтов и гаек — это лучший и простейший способ соединения деталей аппарата. Несколько типов их используются для этой цели.

### Соединительные болты

В наборе аппарата имеются три типа соединительных болтов. Общим для всех трех типов являются ножка диаметром 6 мм с нарезкой ходом в 1 мм (между двумя соседними витками нарезки) и стандартная 10-миллиметровая шестигранная головка толщиной 4 мм. Болты отличаются друг от друга длиной ножки: 10 мм, 16 мм и 30 мм (Рис. 2-1 А-С). В последние годы некоторые фирмы, производящие аппарат в Европе и Америке, добавили еще болты с ножкой 25 мм. Каждый тип болта имеет свое назначение.

Соединительный болт с 10-миллиметровой ножкой слишком короток, чтобы соединять части друг с другом. Он используется только для соединения шестигранной соединительной втулки с резьбовой нарезкой внутри или цилиндрической втулки без нарезки к кольцу, а также к компенсационной пластинке. Он также используется для крепления стержня со сплошной нарезкой или чрескостного стержня, который проходит через отверстие втулок, и для телескопических стержней (Рис. 2-2 А, В).

Болт с 16-миллиметровой ножкой используется для соединения всех основных частей и деталей аппарата. Так как толщина большинства из них одинакова (5 мм), то длина его ножки достаточна для скрепления двух частей вместе и имеет еще свободную длину для затягивания гайки (Рис. 2-3 А и В). Этот болт также может быть использован вместо 10-миллиметрового болта, если на него навинчена одна гайка 5-миллиметровой толщины.

Оба эти болта используются для соединения кронштейнов (флажков), с отверстием у основания, с кольцом или соединительной пластинкой. 16-миллиметровый болт ввинчивается глубже во внутреннюю резьбу этих частей, и поэтому может быть использован для фиксации кронштейнов с двумя, тремя и четырьмя отверстиями. 10-миллиметровый болт используется для ввинчивания в кронштейн с одним отверстием, потому что эта деталь имеет короткое отверстие с внутренней резьбой. 30-миллиметровый болт используется для соединения трех или более частей. Он также пригоден в случаях, когда планируется оставить зазор между двумя скрепленными частями (Рис 2-4 А-С).

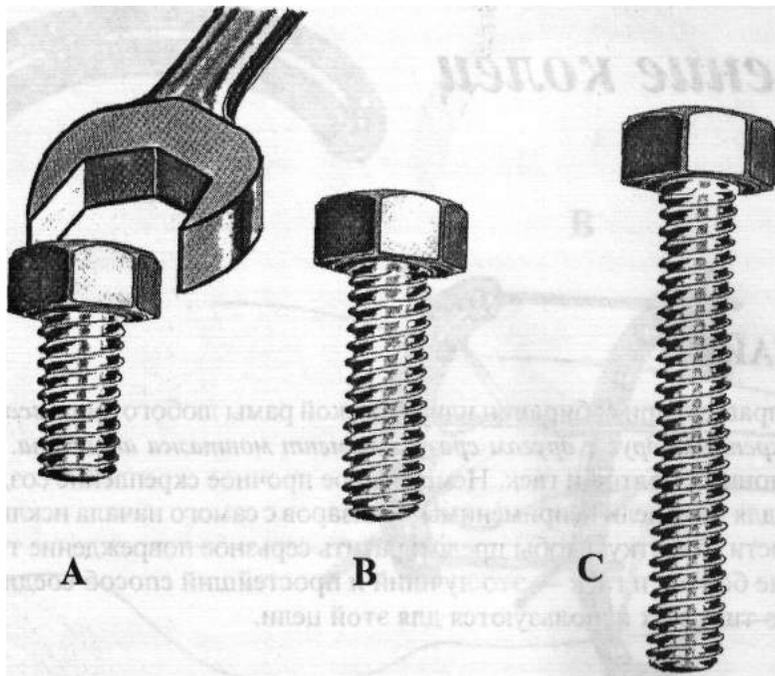


Рис. 2-1

Три типа болтов со стандартными шестигранными головками. Они отличаются друг от друга длиной нарезных ножек. А — 10-мм болт показан со стандартным 10 мм гаечным ключом, который подходит для всех болтов. В — 16-мм болт. С — 30-мм болт

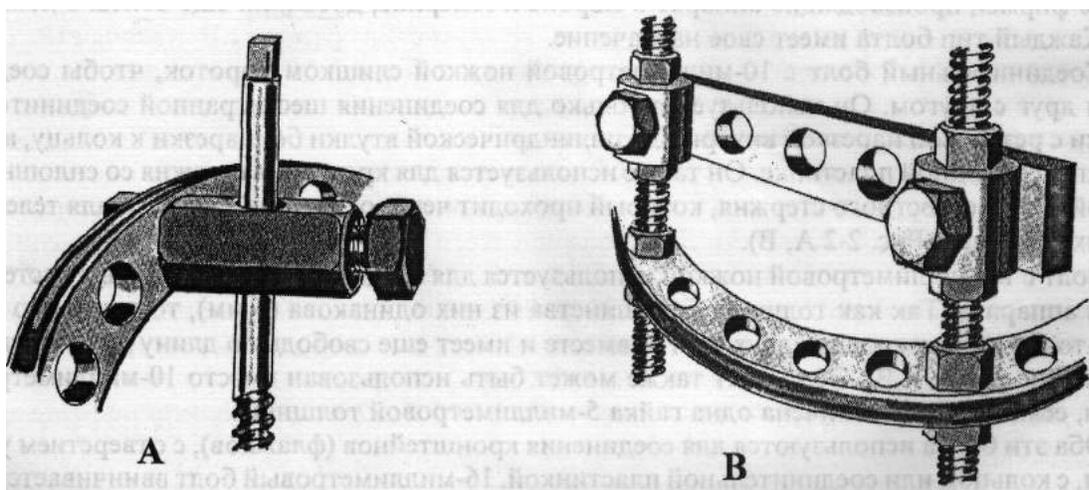


Рис. 2-2

Вид части двух компонентов рамы, состоящих из деталей, скрепленных 10-мм болтом. А — части, применяемые для чрескостного стержня с нарезкой на конце, 10-мм болт применяется для фиксации короткой шестигранной втулки к кольцу и для запираения стержня в его поперечном сквозном отверстии. В — компонент рамы для усиления сегмента кольца. Два 10-мм болта применены для фиксации коротких цилиндрических втулок-прокладок к нарезному стержню. Два дополнительных 10-мм болта применены для фиксации компенсационной пластинки к обеим втулкам (не видны на рисунке, так как находятся позади пластинки)



ГИС. Z-1

Вид части рам аппарата, соединенных 16-мм болтом. А — короткая компенсационная пластика соединена с кольцом 16-мм болтом. Обратите внимание, что длина ножки болта как раз достаточна для соединения двух деталей и затягивания гайкой. В — концевое соединение двух полуколец 16-мм болтом. Гайка показана отдельно

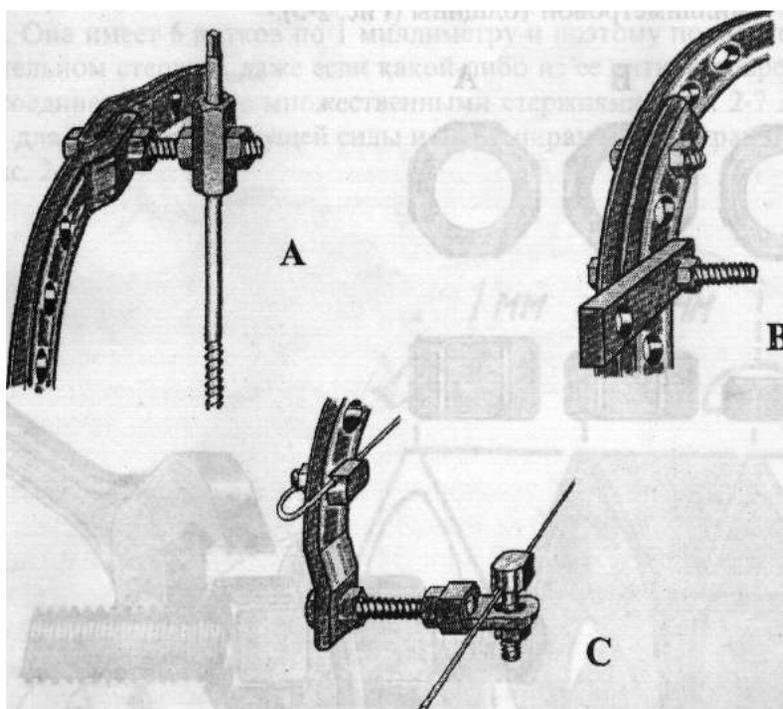


Рис. 2-4

Три возможные применения 30-мм болта, представленные на изображении частей трех различных сегментов колец. А — 30-мм болт применен для одновременного соединения двух полуколец и фиксации чрескостного стержня с нарезкой на конце. Один его конец зафиксирован гайкой в поперечном нарезном отверстии шестигранной втулки, с другой стороны отверстия произведена фиксация коротким нарезным штифтом, затянутым гайкой. В — представлено кольцо, усиленное полукольцом (такое усиление применяется в рамках особо больших размеров) с зафиксированной 30-мм болтом третьей деталью — компенсационной пластинкой. Обратите внимание, что длина изображенного рядом 16-мм болта достаточна лишь для фиксации двух деталей. С — 30-мм болт применен для поддержки отстоящей дополнительной чрескостной спицы на концевом отверстии полукольца с помощью короткого кронштейна-полушарнира. Фиксационный болт на нем показан не затянутым. Обратите внимание, что рядом изображена вторая чрескостная спица, фиксированная к стенке полукольца

## Гайки

Самая широко используемая деталь илизаровского набора — это 10-миллиметровая гайка, которая в собирании рамы аппарата служит для многих целей. Она применяется для:

1. Затягивания соединительных болтов
2. Стабилизации в кольцах стержней с нарезкой
3. Затягивания фиксационных болтов для спицы
4. Применения в качестве ведущей силы для кольца при дистракции и компрессии
5. Закрепления соединительных втулок на стержнях с нарезкой
6. Фиксации тянущей спицы в дистракционном устройстве
7. Закрепления позиции кронштейна с нарезной ножкой
8. Обеспечения зазора для движений в шарнире из двух кронштейнов
9. Обеспечения зазора на стержне около кольца для динамизации костного регенерата

В илизаровском наборе есть три типа шестигранных 10- миллиметровых гаек: полная гайка 6-миллиметровой толщины, гайка три четверти 5-миллиметровой толщины и так называемая гайка-половинка 3-миллиметровой толщины (Рис. 2-5).

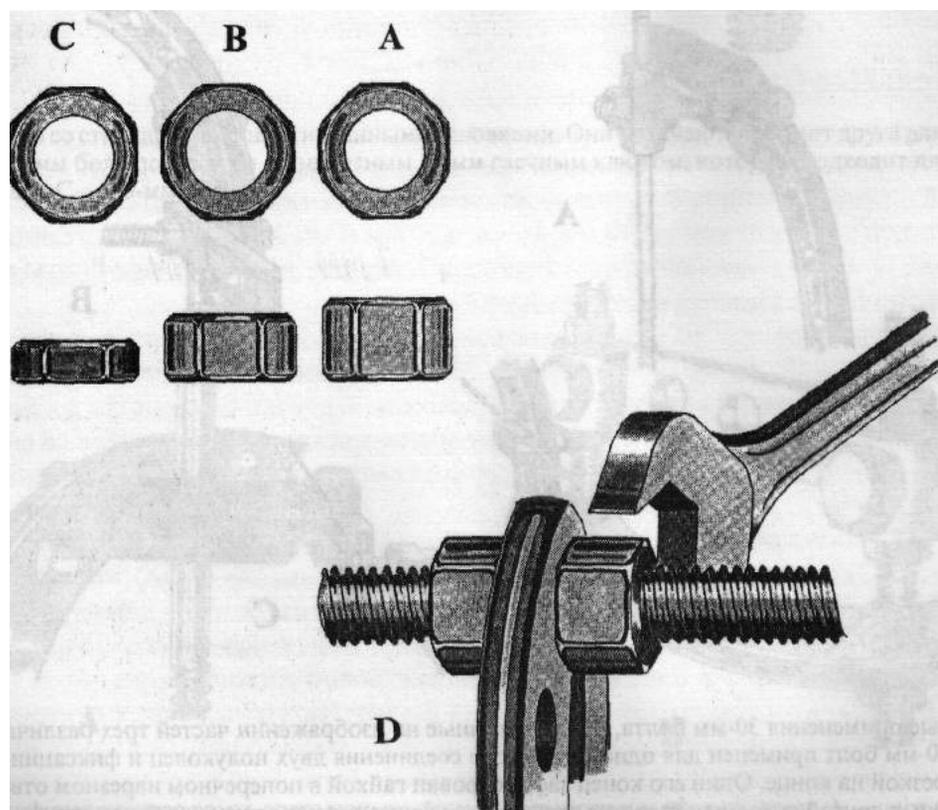


Рис. 2-5

Три типа шестигранных гаек из набора. А — полная гайка 6-мм высоты. В — трехчетвертная гайка 5 мм высоты. С — половинная гайка 3-мм высоты. D — две полных гайки обычно применяются для фиксации нарезного стержня к кольцу

При стабилизации рамы аппарата необходимо применение большой нагрузки для затягивания гаек, силой до 200-300 кг. Рама должна выдерживать вес больного, distractionно-компрессионные нагрузки и быть в состоянии выдержать физическую активность больного в течение многих месяцев лечения. Благодаря необходимой силе для затягивания довольно легко повредить или даже сорвать некоторые из тонких витков на гайке и болте. Именно поэтому использованные один раз болты и гайки не должны применяться при собирании другой рамы. Повторное использование болтов и гаек может значительно ослабить всю раму.

Толщина трех типов гаек соответствует числу витков резьбы внутри каждой из них.

Один шаг резьбы равняется 1 мм; соответственно, полная гайка имеет шесть витков, гайка три четверти имеет пять витков, и половинная гайка имеет 3 витка. В зависимости от числа витков при собирании рамы различные гайки применяются для различных целей. Так как шаг одного витка резьбы равняется 1 мм, один полный оборот производит 1 мм сдвижения по резьбому стержню. В илизаровском методе удлинения это рекомендуемая средняя величина distraction или компрессии за один день.

Поэтому повороты гаек используются в нем как движущая сила (Рис. 2-6 А, В). Четыре раза по четверть оборота в день — это обычная рекомендуемая частота distraction-компрессии.

Для этой цели необходима полностью устойчивая гайка, которая может быть достаточно закреплена после каждой одной четвертой оборота. Полная 6-мм гайка полностью отвечает этому требованию. Она имеет 6 витков по 1 миллиметру и поэтому полностью устойчива на резьбном соединительном стержне, даже если какой-либо из ее витков поврежден. Эта гайка используется для соединения рамы с множественными стержнями (Рис. 2-7 А). Четыре 6-мм гайки необходимы для создания движущей силы и для запирания в distractionно-компрессионном режиме (Рис. 2-7 В).

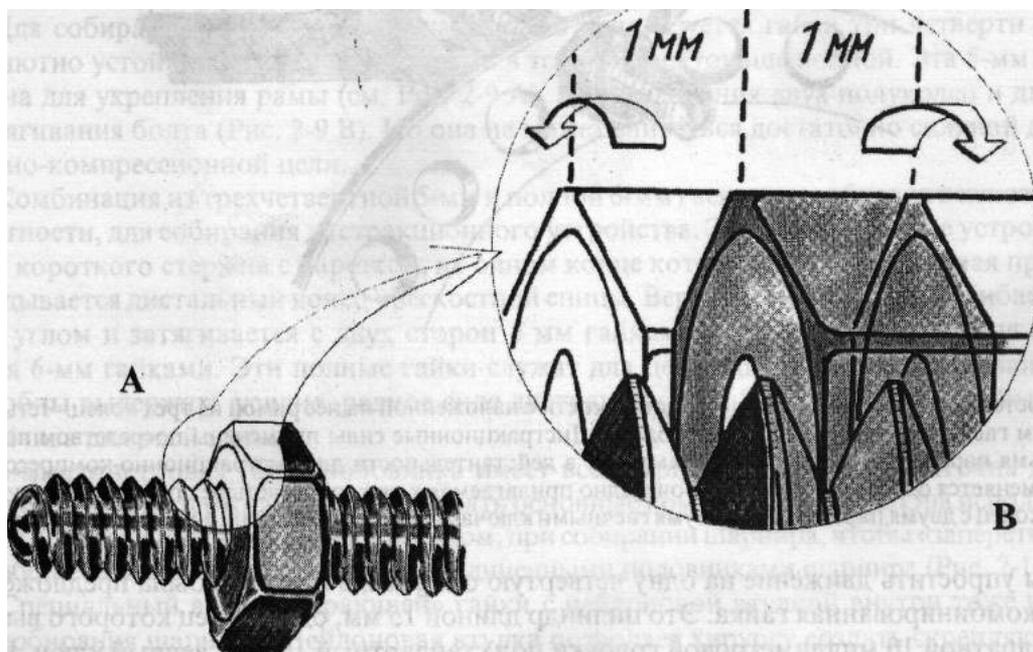
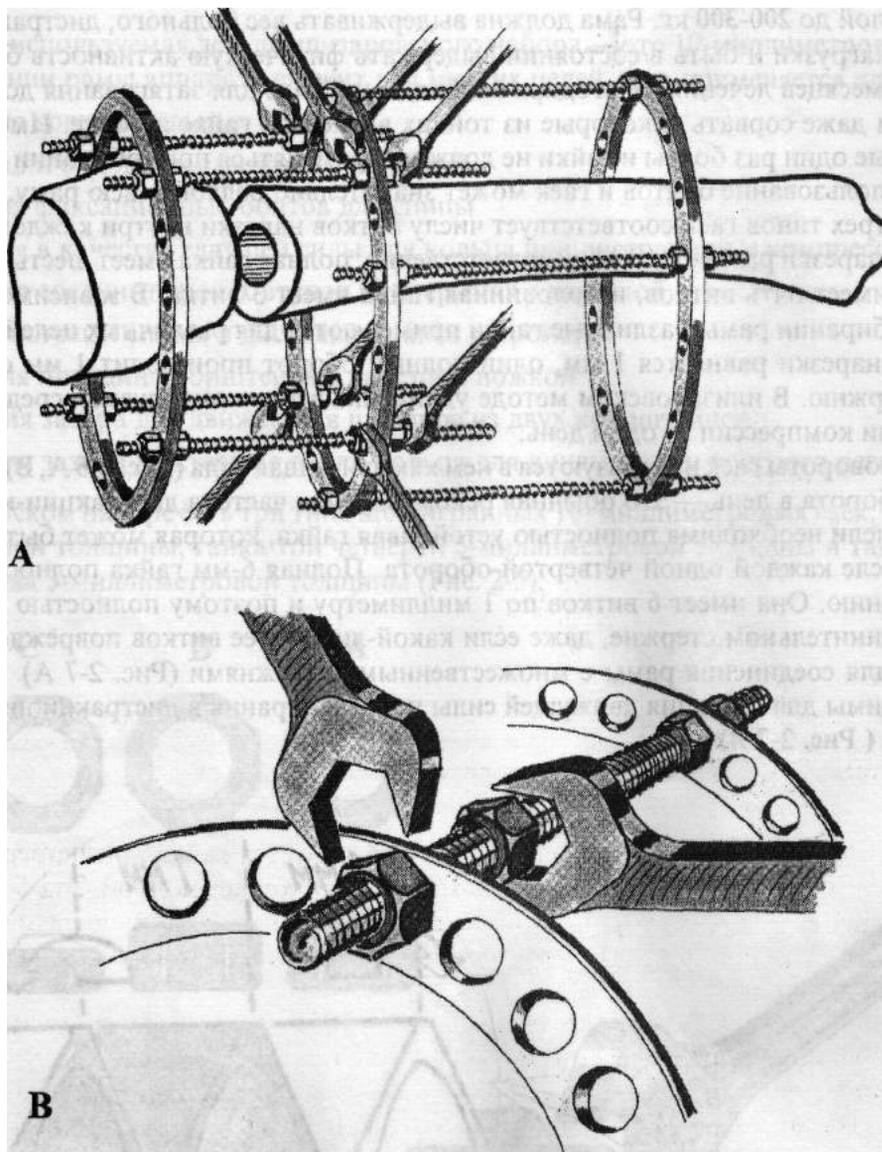


Рис. 2-6

Позиция гайки по мере продвижения по резьбому стержню. А — гайка навинчена на стержень. В — схема увеличенного изображения гайки на стержне. Стрелки показывают направления затягиваемой гайки; с каждым полным оборотом гайка продвигается на 1 мм



**Рис. 2-7**

А — схема остеотомированной большеберцовой кости с наложенной на нее рамой из трех колец. Четыре пары полных 6-мм гаек навинчены к среднему кольцу. Дистракционные силы применены посредством поворотов гаек четырьмя парами гаечных ключей. Заметьте: в действительности для дистракционно-компрессионного метода применяется одна пара ключей, поочередно прилагаемая к каждой из четырех пар гаек. В — увеличенная секция колец с двумя парами гаек и двумя гаечными ключами для дистракционно-компрессионного метода

Чтобы упростить движение на одну четвертую оборота, в Америке была предложена специальная комбинированная гайка. Это цилиндр длиной 15 мм, один конец которого выполнен в виде квадратной 10 миллиметровой головки под стандартный 10-мм гаечный ключ. На каждой грани имеются точки-отметки — от одной до четырех. Они служат для обозначения завершения полного оборота. Квадратная форма головки удобна при дистракционно-компрессионном движении, и вся эта гайка чрезвычайно устойчива на стержне благодаря 15 нарезкам (Рис. 2-8 А, В).

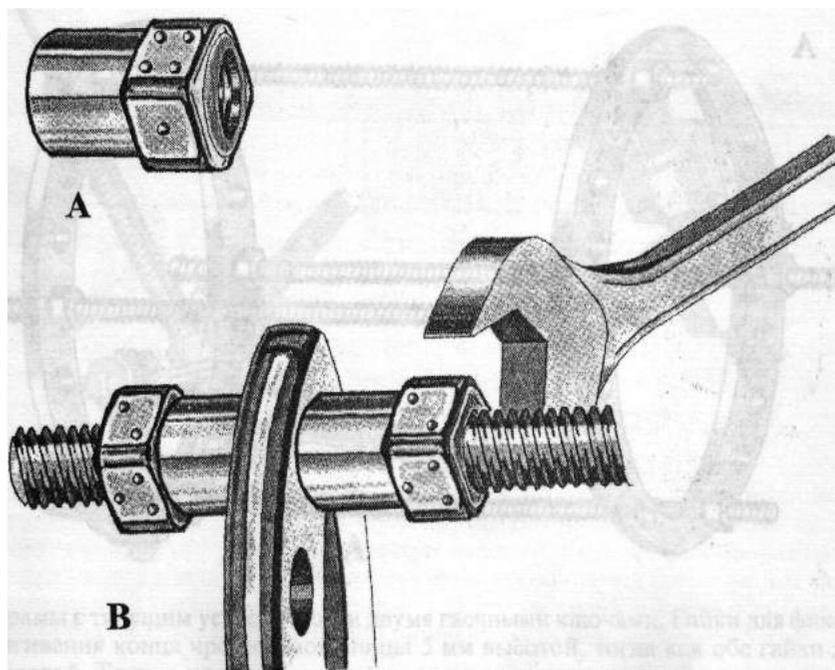


Рис. 2-8

А — комбинированная гайка с квадратной головкой, применяемая при дистракционно-компрессионном методе. В — увеличенная секция кольца с двумя комбинированными гайками, навинченными на нарезной стержень. Два гаечных ключа применяются для поворота гайки на 0,25 мм

Для сборки рамы аппарата чаще всего используется гайка три четверти (5 мм). Она абсолютно устойчива на резьбе стержня и в то же время тоньше полной. Эта 5-мм гайка очень удобна для укрепления рамы (см. Рис. 2-9 А), для соединения двух полуколец и для фиксации и затягивания болта (Рис. 2-9 В). Но она не может считаться достаточно сильной для дистракционно-компрессионной цели.

Комбинация из трехчетвертной 5-мм и полной 6-мм гаек целесообразна в некоторых рамах, в частности, для сборки дистракционного устройства. Это натягивающее устройство состоит из короткого стержня с нарезкой, на одном конце которого есть продольная прорезь. В нее вкладывается дистальный конец чрескостной спицы. Верхушка конца спицы сгибается под прямым углом и затягивается с двух сторон 5 мм гайками. Другой конец стержня фиксируется двумя 6-мм гайками. Эти полные гайки служат для целей дистракции (натягивания спицы) и способны выдержать усилие, равное силе дистракции (Рис 2-10 А, В). 6-мм гайка достаточно устойчива для этой цели.

3-миллиметровая гайка-половинка имеет всего три нарезки и недостаточна для прочной связи с нарезкой стержня, чтобы скреплять основные компоненты рамы. Она используется только как добавочная гайка, главным образом, при сборке шарнира, чтобы «запереть» 5-мм гайку для обеспечения зазора между двумя соединенными половинками шарнира (Рис. 2-11 А, В).

Специальный вид «запирающей» гайки с нейлоновой втулкой внутри тоже используется для сборки шарнира. Нейлоновая втулка позволяет хирургу создать скрепляющей запор в любой желаемой позиции, с устойчивой щелью (Рис. 2-12 А-С). Но гайка с нейлоновой втулкой туго проворачивается на резьбе, и поэтому не должна использоваться ни для каких других целей.

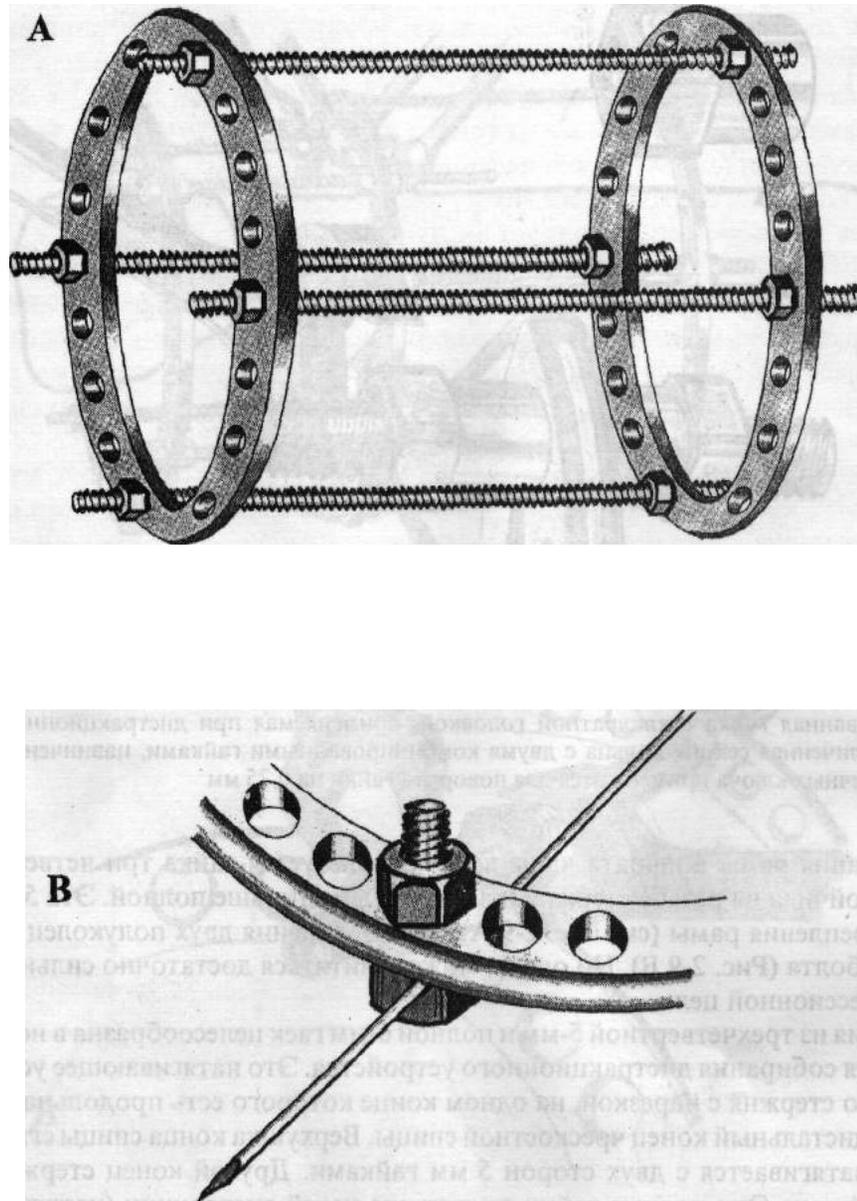


Рис. 2-9

А—рама из двух колец, соединенных нарезными стержнями, которые фиксированы трехчетвертными гайками 5-мм высоты. В—фиксационный болт с чрескостной спицей, затянутый i-айкой 5-мм высоты

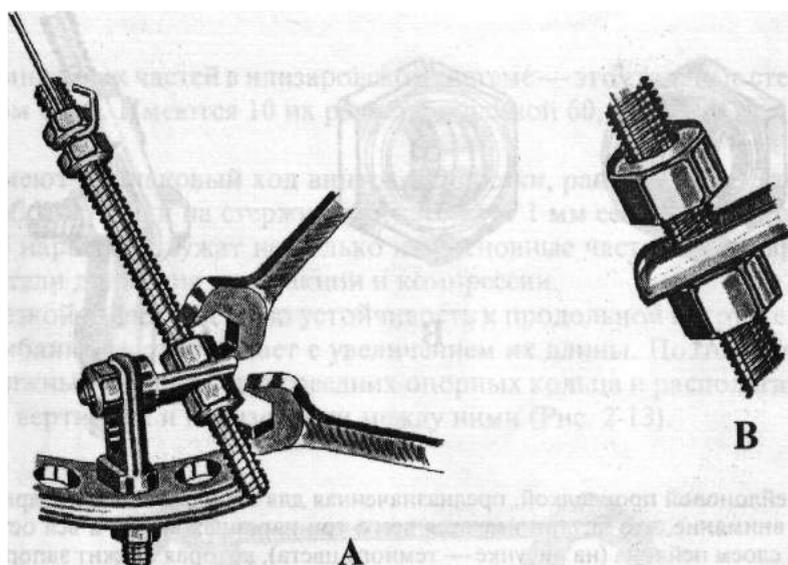


Рис. 2-10

А — секция кольца рамы с тянущим устройством и двумя гаечными ключами. Гайки для фиксации устройства к кольцу и для затягивания конца чрескостной спицы 5 мм высотой, тогда как обе гайки для продвижения устройства 6 мм высотой. Только полные 6-мм гайки должны применяться для натяжения дистракционной спицы и продвижения дистракционного устройства. В — увеличенная секция с двумя 6-мм гайками на нарезном стержне. Верхняя гайка расположена так, что три витка ее нарезки находятся на расстоянии от поверхности кронштейна. Для продвижения нарезного штифта нижняя гайка должна быть затянута па три полных оборота

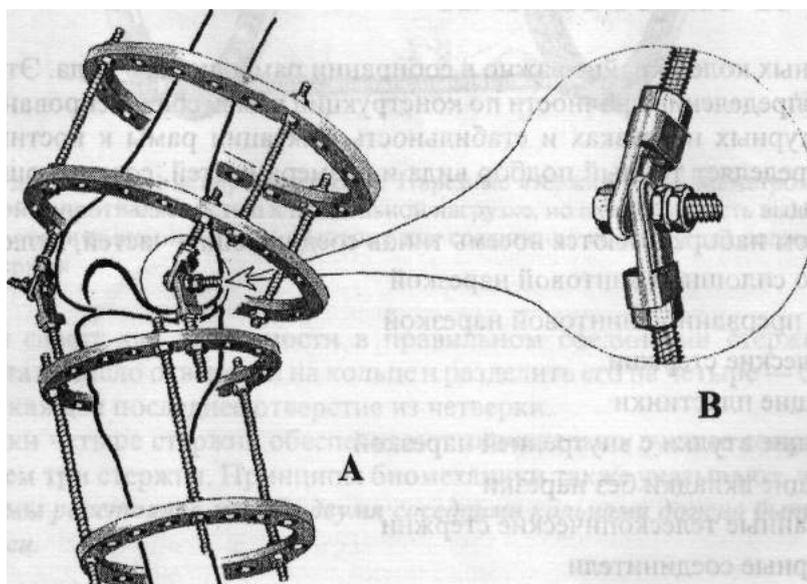
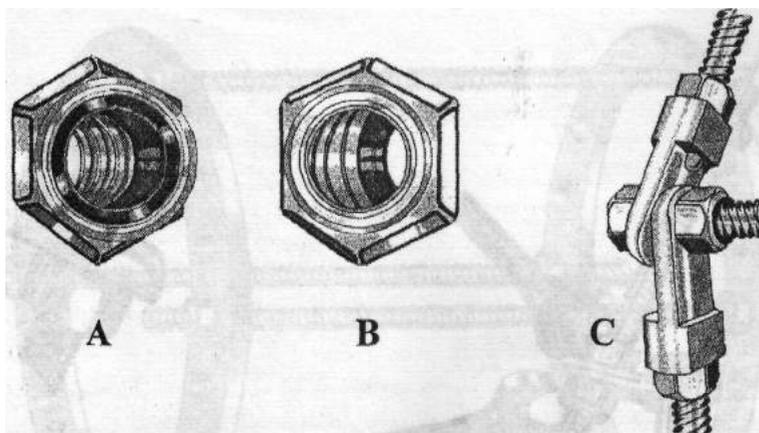


Рис 2-11

Применение шарниров и 3-мм половинных гаек. А — схематическое изображение коленного сустава в положении сгибания с рамой илизаровского аппарата. Проксимальный компонент рамы из двух колец фиксирован к бедренной кости, дистальный компонент из двух колец фиксирован к большеберцовой кости. Два компонента соединены друг с другом двумя шарнирами. Обратите внимание, что шарниры располагаются не на уровне щели сустава, а на уровне оси его движений, проходящей через мышелки бедра. В — увеличенное изображение шарнира той же рамы. Два полушарнирных кронштейна соединены 16-мм болтом, оставляя 2 мм щель между их плоскими поверхностями. Эта щель обеспечивается двумя 3-мм полугайками, тесно завинченными друг к другу; при таком положении каждая из них служит запором друг к другу



**Рис. 2-12**

Гайка с внутренней нейлоновой прокладкой, предназначенная для использования в шарнире. А — передний вид гайки. Обратите внимание, что внутри имеются всего три нарезных витка, а вся остальная внутренняя поверхность покрыта слоем нейлона (на рисунке — темного цвета), которая служит запором этой гайки, В — вид задней стороны той же гайки. На этой стороне нет нейлонового запора, поэтому гайка навинчивается на ножку болта стороной, обращенной к его головке. С — шарнир, состоящий из двух полушарнирных кронштейнов, соединенных 16-мм болтом. 2-мм щель между ними обеспечивается нейлоновой запорной гайкой

## СТЕРЖНИ И ПЛАСТИНКИ

Соединение опорных колец крайне важно в собирании рамы любого вида. Этим определяется рациональное распределение прочности по конструкции рамы, сбалансированное влияние при различных структурных нагрузках и стабильность фиксации рамы к костным фрагментам. Успех лечения определяет точный подбор вида и размера частей, соединяющих кольца, и то, как они скреплены.

В илизаровском наборе имеются восемь типов соединяющих частей, включая:

- Стержни со сплошной винтовой нарезкой
- Стержни с прерванной винтовой нарезкой
- Телескопические стержни
- Соединяющие пластинки
- Соединяющие втулки с внутренней нарезкой
- Соединяющие вкладки без нарезки
- Градуированные телескопические стержни
- Косые опорные соединители

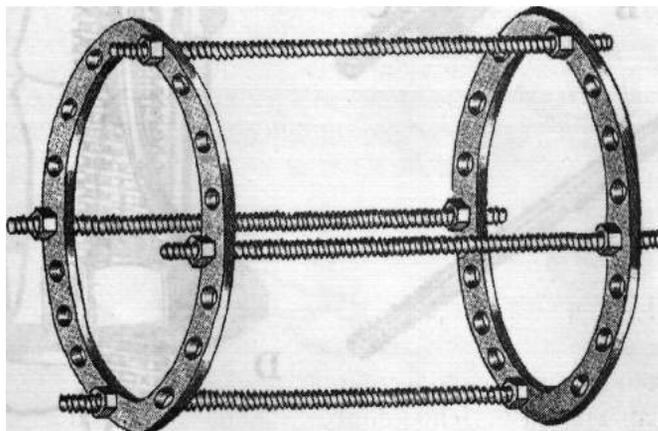
Первые шесть типов включены в набор самим автором аппарата, седьмой и восьмой типы добавлены итальянской ортопедической группой по изучению методов Илизарова. Каждая из соединяющих частей имеет свое назначение и должна применяться согласно этому. Некоторые из них могут использоваться в комбинации с другими для усиления стабильности рамы. Более того, некоторые из них подходят для различных целей. Знание этих целей и точное применение соединяющих частей важны для облегчения собирания рам аппарата.

## Стержни

Основной тип соединяющих частей в илизаровской системе — это стальные стержни с винтовой нарезкой диаметром 6 мм. Имеются 10 их размеров: длиной 60, 80, 100, 120, 150, 200, 250, 300, 350 и 400 мм.

Все стержни имеют одинаковый ход винтовой нарезки, равный 1 мм. Это важно потому, что один полный оборот гайки на стержне соответствует 1 мм ее движения (см Рис. 2-6). Фактически, стержни с нарезкой служат не только как основные части, соединяющие кольца, но также как направители движения distraction и компрессии.

Стержни с нарезкой имеют высокую устойчивость к продольной нагрузке, но их сопротивляемость силам сгибания быстро падает с увеличением их длины. Поэтому, по крайней мере, четыре стержня должны соединять два соседних опорных кольца и располагаться на одинаковом расстоянии по вертикали и горизонтали между ними (Рис. 2-13).



**Рис. 2-13**

Компонент рамы из двух колец и четырех стержней. Нарезные стержни 6 мм диаметром характеризуются высокой механической сопротивляемостью к продольной нагрузке, но их способность выдерживать нагрузку на сгибание падает с увеличением их длины. Поэтому для соединения колец всегда должны применяться не менее, чем четыре стержня

Практический совет: для уверенности в правильном соединении стержней с кольцами лучше всего сосчитать число отверстий на кольце и разделить его на четыре — стержни должны быть вставлены в каждое последнее отверстие из четверки.

Биомеханически четыре стержня обеспечивают значительно лучшее сопротивление рамы силам сгибания, чем три стержня. Принципы биомеханики также указывают, что для прочности и жесткости рамы *расстояние между двумя соседними кольцами должно быть не больше, чем диаметр этих колец.*

### *Дистракционный стержень*

Стержень с продольным скошенным пазом или отверстием на одном конце имеет специальную двойную функцию: он может служить для соединения колец и может быть частью дистракционного устройства (Рис. 2-14 А-Е). В илизаровском наборе для этих целей используются лишь короткие стержни длиной 60, 80 и 100 мм.

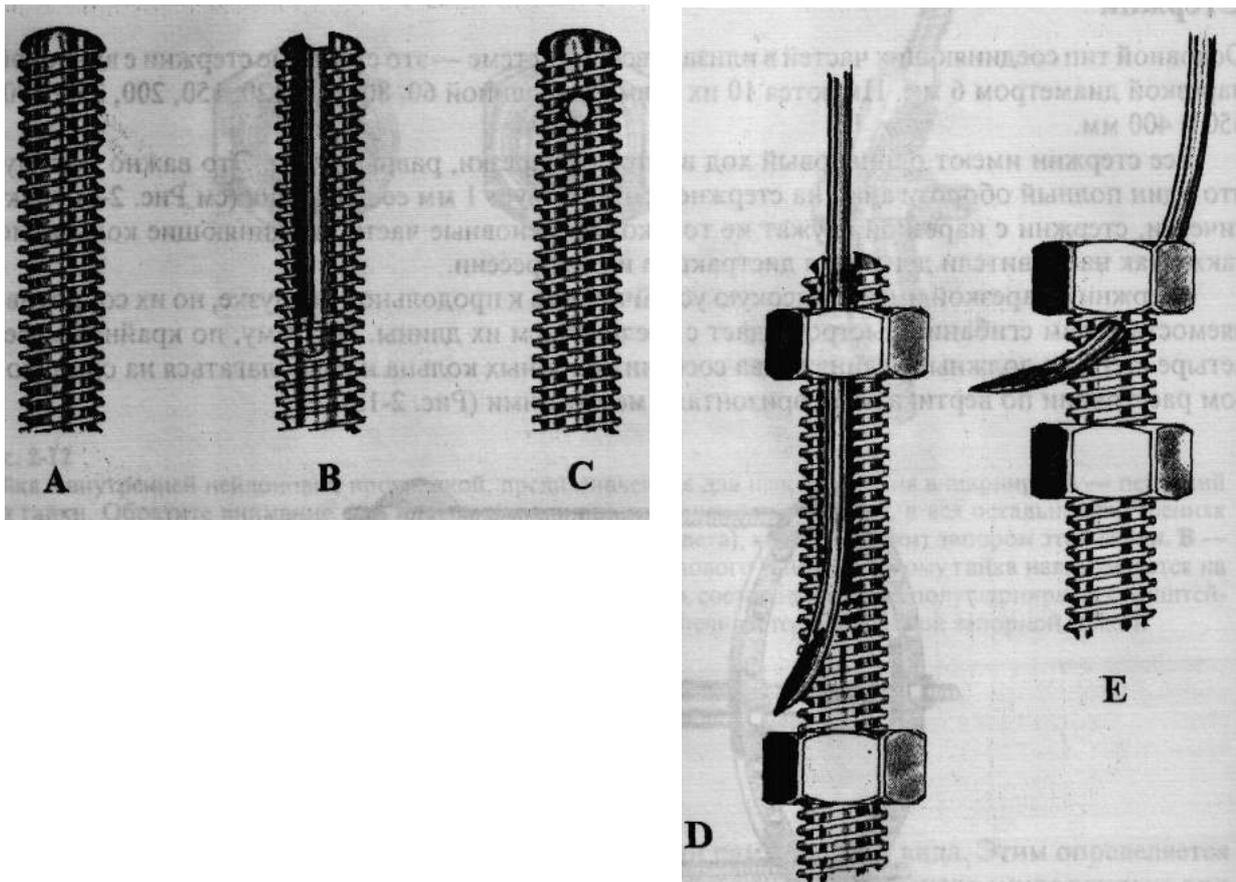


Рис. 2-14

Вид частей трех типов нарезных стержней. А — конец обычного стержня. В — конец стержня с продольной пазовой прорезью под чрескостную спицу, шириной и глубиной 2 мм. К концу ее длины в 20 витков глубина постепенно сходит на нет. С — конец стержня с поперечным сквозным отверстием 2 мм диаметром под чрескостную спицу на три витка ниже вершины. D — стержень с продольным пазом и вложенной в него чрескостной спицей. Для закрепления спица должна быть согнута под углом 90 градусов и затянута между двумя 5-мм гайками. E — стержень с поперечным отверстием и проведенной через него спицей. Для закрепления спицы она должна быть согнута под углом 90 градусов и затянута между двумя 5-мм гайками

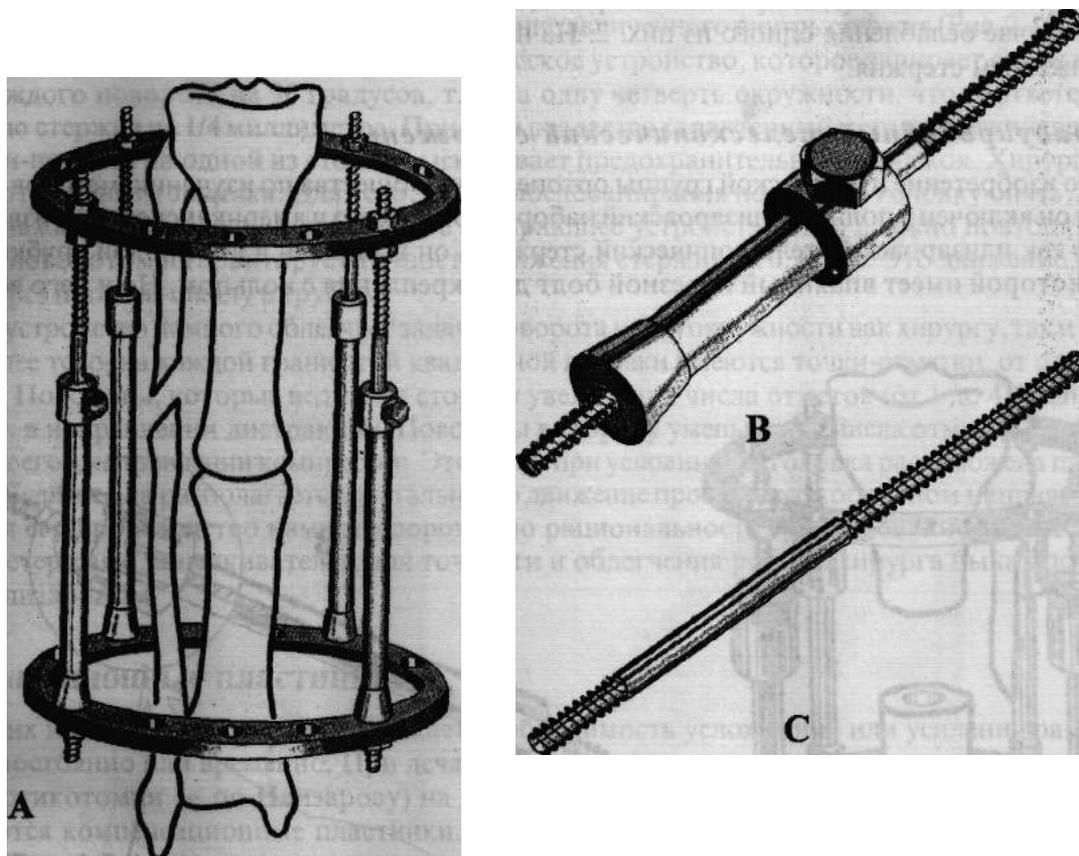
### *Телескопический стержень*

Телескопические стержни были основными соединяющими частями илизаровского набора с начала его применения. Механически они значительно жестче нарезных стержней.

**Практический совет:** телескопические стержни следует применять для соединения арок и колец, отстоящих друг от друга на расстояние больше своего диаметра.

Основная деталь телескопического стержня — это полая трубка с гладкими стенками и внутренним диаметром 8 мм. Она изготавливается из алюминиевого сплава, поэтому имеет небольшой вес. Один конец трубки с расширением конической формы имеет запаянную в его дно нарезную ножку для соединения с кольцом. Другой конец трубки выполнен в виде цилиндрического утолщения с отверстием. В это отверстие входит штифт с прерванной нарезкой. Он закрепляется в трубке с помощью 10-мм болта, для которого на боковой стенке цилиндра имеется отверстие с резьбой. Вставленный в трубку штифт с прерванной нарезкой соединяется с

противоположным кольцом (Рис. 2-15 А и В). В наборе имеются алюминиевые трубки длиной 100, 150, 200 и 250 мм.



**Рис. 2-15**

Применение телескопических стержней со штифтами с частичной нарезкой. А — схематический вид костей голени с рамой аппарата из двух колец, изображающий продольную компрессию большеберцовой кости после резекции сегмента малоберцовой кости. Кольца соединены друг с другом телескопическими стержнями со штифтами с частичной нарезкой. Компрессия должна производиться поворотами четырех пар гаек на проксимальном кольце. Обратите внимание, что короткие болты на телескопических цилиндрических трубках затянуты на уровне гладкой поверхности штифтов. В — короткий цилиндрический телескопический стержень со штифтом с частичной нарезкой, С — штифт с частичной нарезкой. Гладкая поверхность расположена в средней части, оба конца имеют разную длину нарезки, что позволяет хирургу применять штифт одного размера с коротким и длинным телескопическим цилиндрами

### ***Стержень с прерванной нарезкой***

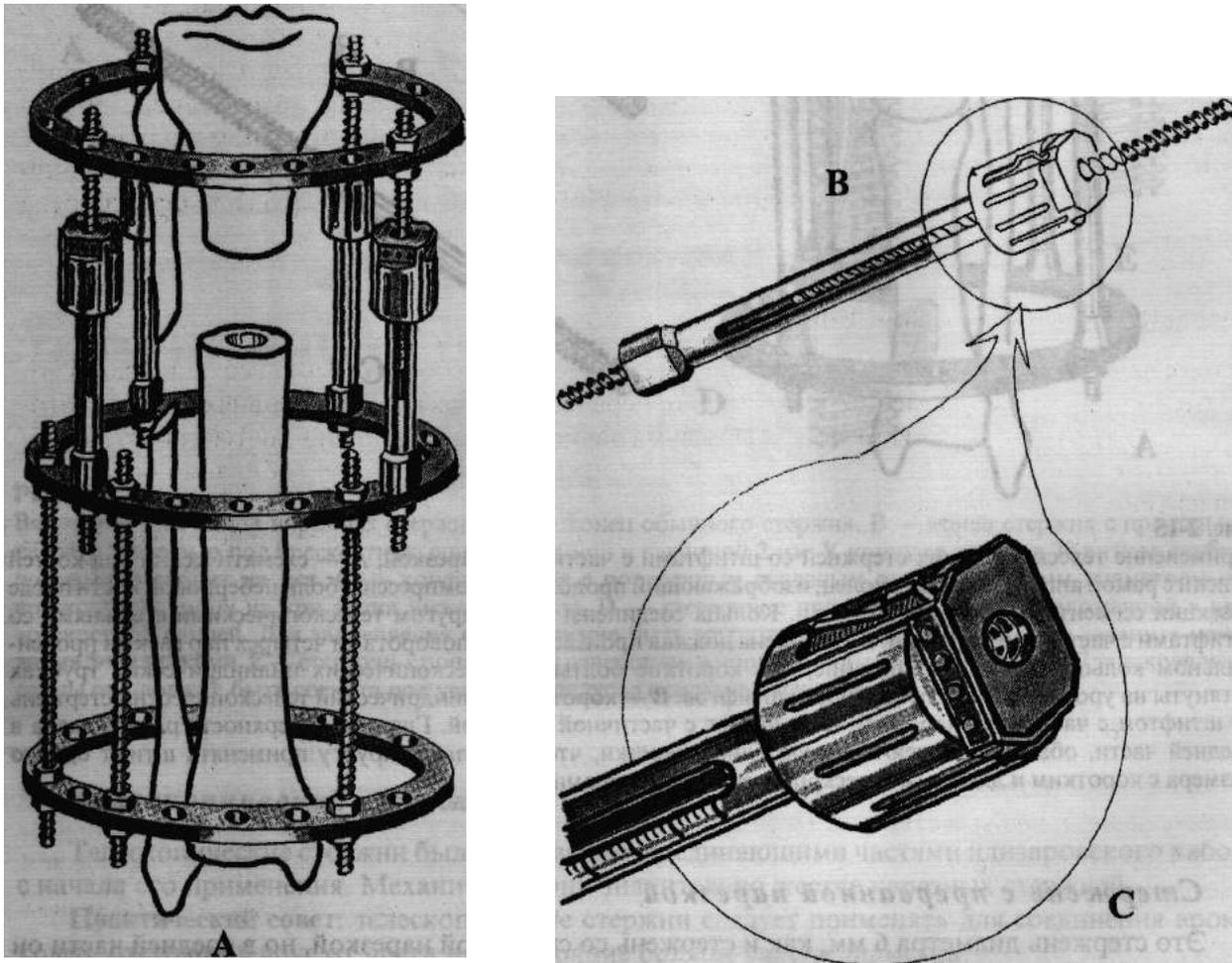
Это стержень диаметра 6 мм, как и стержень со сплошной нарезкой, но в средней части он имеет гладкий участок без нарезки (Рис. 2-15 С). Гладкая поверхность дает возможность более жесткого затягивания закрепляющим болтом. В наборе имеются стержни длиной 130, 170 и 210 мм.

Для этих же целей могут быть использованы обычные стержни со сплошной нарезкой, но закрепление их болтом не такое жесткое. Более того, затягиванием болта разрушаются 3-4 витка нарезки, поэтому этот стержень не может быть более использован ни для какой цели.

Илизаровский телескопический стержень имеет свои слабые стороны: 1. Прочность его фиксации зависит от затягивания одного короткого болта. Поэтому при любой конструкции всегда лучше применять четыре такие стержня, чтобы жесткость рамы аппарата сохранялась даже в случае ослабления одного из них. 2. На нем нет никакой градуировки для контроля за продвижением стержня.

### *Градуированный телескопический стержень*

Это изобретение итальянской группы ортопедов из Общества по изучению методов Илизарова, и он включен в полный илизаровский набор европейского и американского производства. Так же как илизаровский телескопический стержень, он выполнен в виде полый трубки, один конец которой имеет впаянный нарезной болт для скрепления с кольцом. Но у него есть три



**Рис. 2-16**

Схематическое изображение применения градуированного телескопического стержня в раме аппарата. А — рама из трех колец для distraction костей голени после остеотомии в проксимальном отделе. Проксимальное и среднее кольца соединены друг с другом градуированными телескопическими стержнями для производства distraction. В — общий вид градуированного телескопического стержня с ввинченным в него нарезным стержнем. С — увеличенное изображение механического самозапирающегося устройства градуированного телескопического стержня. Обратите внимание на градуированную прорезь на ножке, на рычажок запирающего устройства (заштрихован косыми линиями) и на точки-отметки на квадратной части головки

отличия: 1. Внутренняя стенка его имеет винтовую нарезку по всей длине для ввинчивания стержня с нарезкой. 2. На другом конце его имеется механическая квадратная головка с устройством для поворота стержня. 3. Вдоль трубки имеется прорезь с 40-миллиметровой шкалой, через которую легко визуально контролировать движение ввинченного внутрь стержня (Рис. 2-16 А-С).

Квадратная головка имеет внутри механическое устройство, которое запирает ее движение после каждого поворота на 90 градусов, т. е. на одну четверть окружности, что соответствует движению стержня на 1/4 миллиметра. При этом раздается характерный металлический щелчок, и из щели-прорези на одной из сторон выскакивает предохранительный рычажок. Хирурги называли этот механизм *защелка*. Для того, чтобы после запираения повернуть головку опять, необходимо нажать на рычажок и освободить запирающее устройство. Это должно повторяться с каждым поворотом и гарантирует точность движения стержня на 0,25 мм. Это движение также видно через прорезь-шкалу в трубке.

Это устройство намного облегчает задачу поворота на 1/4 окружности как хирургу, так и пациенту. Более того, на каждой грани этой квадратной головки имеются точки-отметки, от одной до четырех. Повороты, которые ведутся в сторону увеличения числа отметок (от 1 до 4), сдвигают стержень в направлении дистракции. Повороты в сторону уменьшения числа отметок (от 4 до 1) сдвигают его в направлении компрессии. Это верно при условии, что головка расположена проксимально. Если же она располагается дистально, то движение происходит в обратном направлении.

Хотя его производство намного дороже, но рациональность градуированного телескопического стержня с защелкивателем для точности и облегчения работы хирурга была одобрена проф. Илизаровым.

## Компенсационные пластинки

Во многих клинических случаях возникает необходимость усложнения или усиления рамы аппарата постоянно или временно. При лечении переломов на нескольких уровнях, при остеотомии (кортикотомии — по Илизарову) на двух уровнях и при удлинении костей для этого используются компенсационные пластинки. Они применяются также для собирания овального кольца (Рис. 1-8 А-С), для компонента рамы на стопе (Рис. 1-10) и для исправления угловых деформаций при лечении ложных суставов (Рис. 1-13). В некоторых случаях пластинки используются для расширения основной рамы аппарата или для соединения двух или более компонентов рамы на разных уровнях.

В илизаровском наборе есть пять типов компенсационных пластинок:

1. Короткие прямые пластинки
2. Длинные прямые пластинки — опорные балки
3. Прямые опорные балки с нарезным стержнем на конце
4. Винтовые (скрученные) пластинки
5. Радиусные пластинки

Все они имеют толщину 5 мм, ширину 14 мм и несут на себе сквозные отверстия диаметром 8 мм, соответствующим диаметру отверстий на кольцах.

### *Короткие прямые пластинки*

Имеются 9 размеров этих пластинок:

- длиной 35 мм с двумя отверстиями
- длиной 45 мм с тремя отверстиями

- длиной 55 мм с четырьмя отверстиями
- длиной 65 мм с пятью отверстиями
- длиной 75 мм с шестью отверстиями
- длиной 85 мм с семью отверстиями
- длиной 95 мм с восемью отверстиями
- длиной 105 мм с девятью отверстиями
- длиной 115 мм с десятью отверстиями

При сборке рамы аппарата пластинки с двумя и тремя отверстиями применяются чаще других (Рис, 2-17). Общим для этих пластинок является короткое расстояние между отверстиями, равное их диаметру, а также то, что между отверстием для соединения с кольцом аппарата на одном конце и соседним с ним отверстием всегда имеется расстояние, равное их двойному диаметру. Во многих ситуациях эти пластинки служат для дополнения к основе рамы.

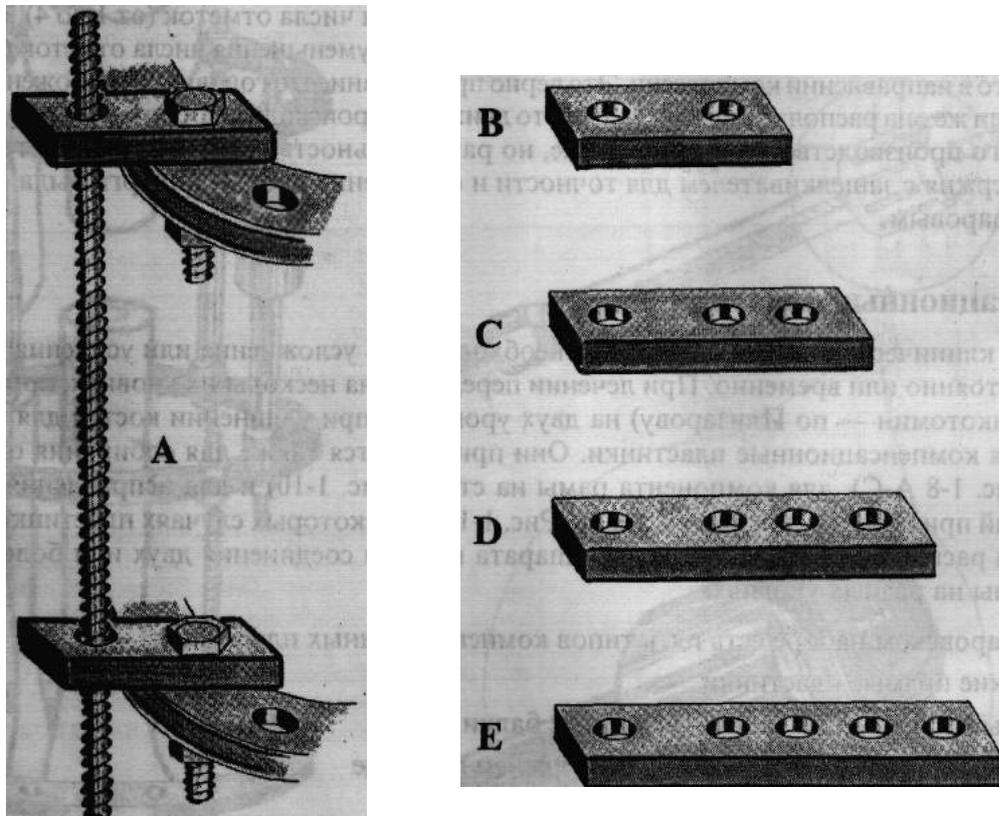


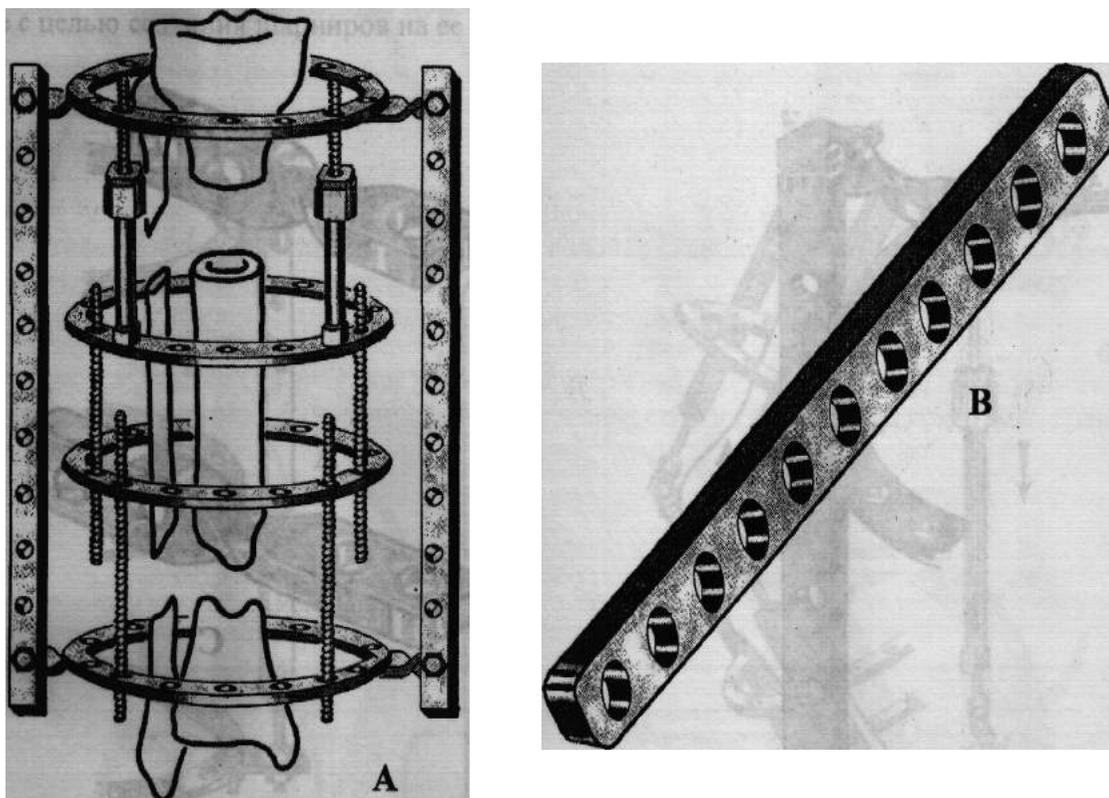
Рис. 2-17

Короткие плоские компенсационные пластинки разных размеров. А — вид части компонента рамы из двух колец, соединенных друг с другом нарезным стержнем с внешней стороны, поддерживаемым двумя компенсационными пластинками. В — пластинка с двумя отверстиями. С — пластинка с тремя отверстиями. D — пластинка с четырьмя отверстиями. Е — пластинка с пятью отверстиями

### ***Опорные балки***

Средняя длина рамы илизаровского аппарата для взрослых равняется приблизительно 30-35 см для нижней конечности и 20-25 см для верхней конечности. Длина рамы для детей, соответственно, равняется 15-25 см и 12-18 см. Большие рамы иногда должны быть усилены жесткой

поддерживающей деталью, а в некоторых случаях в процессе лечения возникает необходимость в дополнительной поддержке среднего кольца для исправления положения фрагментов кости. Для этого применяются длинные балки (Рис. 2-18 А, В, см. также Рис. 1-13). Общим для них является то, что расстояния между отверстиями в них больше, чем на коротких пластинках (до 12 мм).



**Рис. 2-18**

Применение длинной поддерживающей пластинки-балки. А — схематическое изображение костей голени с несросшимся переломом в дистальном отделе большеберцовой кости, после остеотомии обеих костей и наложением рамы аппарата из четырех колец. Для усиления рамы с двух ее сторон применены две длинные балки. Такая конструкция позволяет одновременно производить компрессию в области ложного сустава и дистракцию в области остеотомии. В — длинная балка с одиннадцатью отверстиями

В наборе имеются опорные балки трех размеров:

- длиной 155 мм с восемью отверстиями
- длиной 235 мм с двенадцатью отверстиями
- длиной 335 мм с семнадцатью отверстиями

Эти балки имеют значительный вес и редко применяются в рамах для детей.

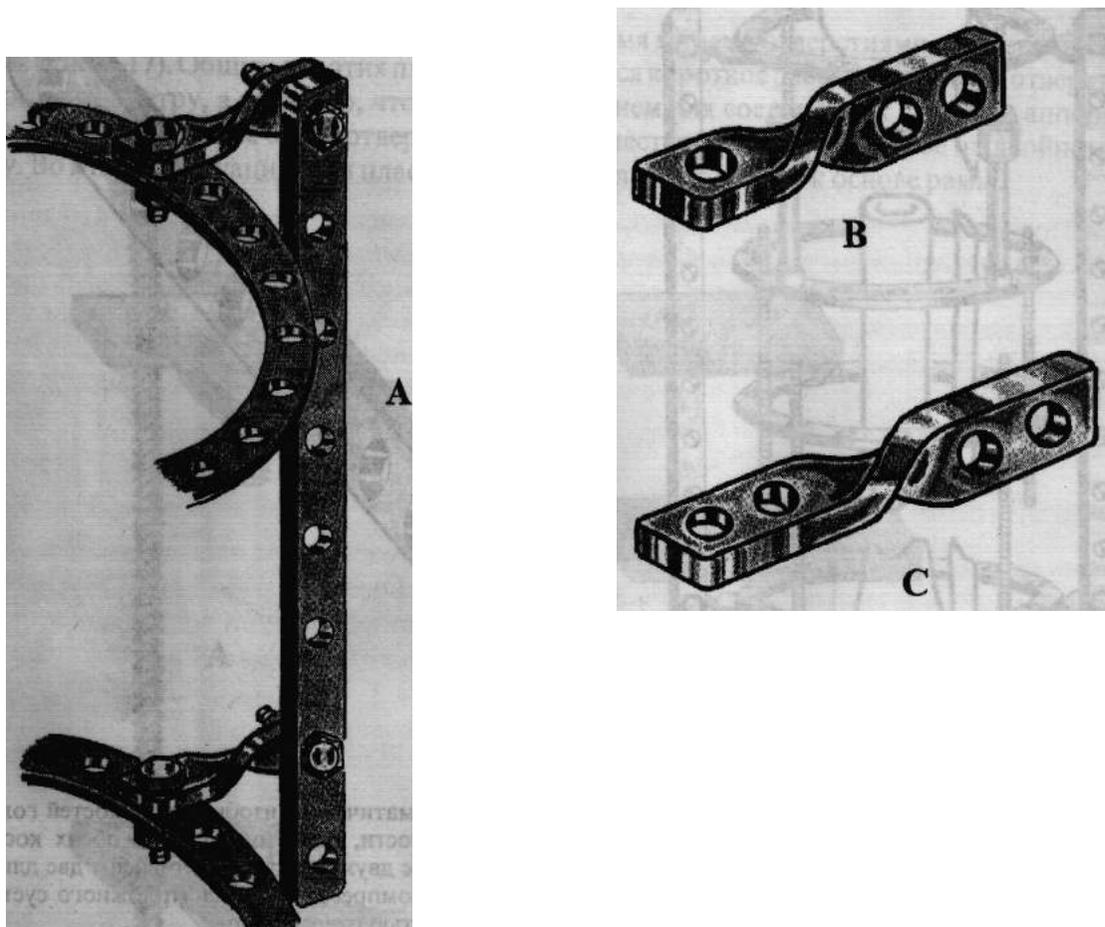
### ***Винтовые (скрученные) пластинки***

Так как опорные балки ставятся вдоль оси рамы аппарата, плоскость их стенки становится под углом 90 градусов к плоскости стенок колец. Для соединения их при сборке рамы используются винтовые пластинки, в которых одна плоская часть расположена в перпендикулярной плоскости к другой.

В наборе имеются винтовые пластинки трех размеров:

- длиной 45 мм с двумя отверстиями
- длиной 65 мм с тремя отверстиями
- длиной 85 мм с четырьмя отверстиями

Эти пластинки также могут быть использованы как опора для дополнительных деталей рамы (Рис. 2-19 А-С).



**Рис. 2-19**

Применение винтовых (скрученных) пластинок-приставок. А — компонент рамы из двух колец, соединенных по наружной стороне пластинкой-балкой. Хотя плоскость балки находится в положении под углом 90 градусов к плоскости колец, она прочно скреплена с кольцами двумя винтовыми пластинками с двумя отверстиями, потому что их концы тоже повернуты на 90 градусов друг к другу. В — винтовая пластинка с тремя отверстиями. С — винтовая пластинка с четырьмя отверстиями

### ***Опорные балки с нарезным стержнем на конце***

Как короткие компенсационные пластинки, так и длинные балки соединяются с рамой аппарата при помощи разнообразных дополнительных частей. В некоторых рамах необходимо соединение их какой-нибудь промежуточной деталью. Для этого в наборе имеются балки с выточенным нарезным стержнем на одном конце (Рис. 2-20 А-С) длиной:

- 135 мм с пятью отверстиями
- 175 мм с семью отверстиями
- 215 мм с девятью отверстиями
- 255 мм с одиннадцатью отверстиями

Такая балка может служить и как опора для рамы и ее дополнительных компонентов, а также с целью создания шарниров на ее нарезном конце.

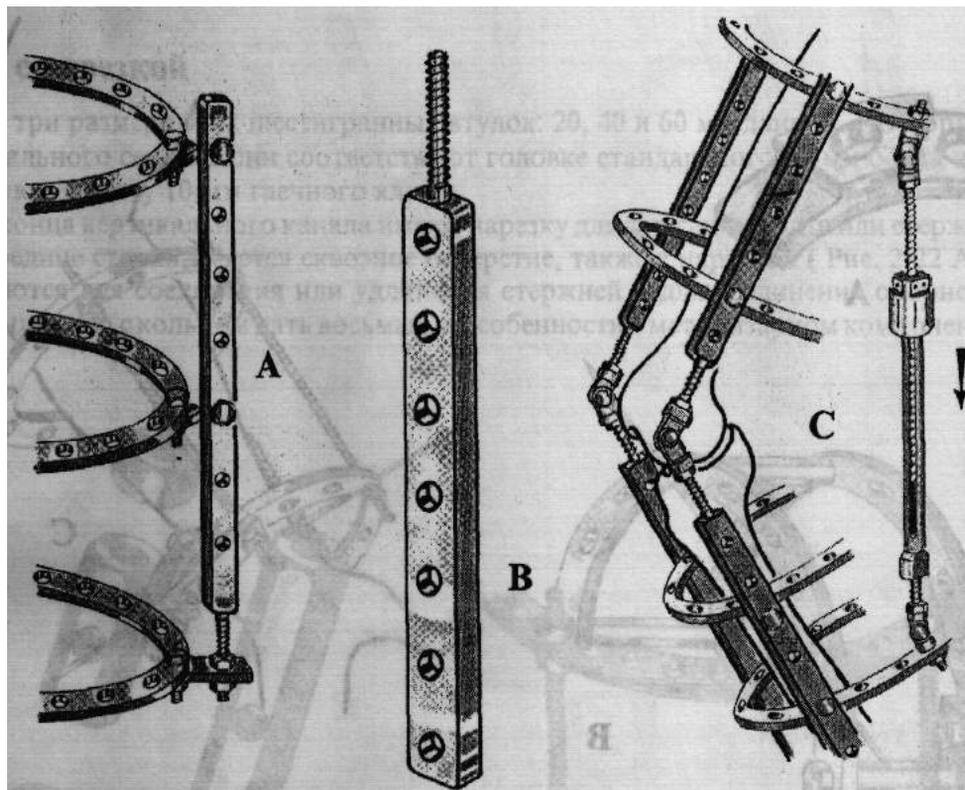


Рис. 2-20

Балка с выточенным нарезным концом, А — вид части рамы из трех колец, соединенных с балкой с нарезным концом. Верхнее и среднее кольца соединены с балкой посредством винтовых пластинок, а нижнее кольцо соединено с ее нарезным концом посредством плоской пластинки. В — балка с семью отверстиями и нарезным выточенным концом. С — схематическое изображение коленного сустава в положении сгибания с частью рамы из четырех колец. Проксимальный и дистальный компоненты рамы соединены друг с другом четырьмя балками с выточенными нарезными концами и двумя градуированными телескопическими стержнями (на рисунке представлен один из них). Каждая из пары балок на одной стороне соединена с другой балкой шарнирами, закрепленными на концах их нарезных частей. Такой вариант рамы применяется для исправления контрактур в коленном суставе

### ***Радиусные соединительные пластинки***

Опорное полукольцо как самостоятельный элемент рамы имеет серьезный недостаток: его полуокружность оставляет очень мало места для фиксации перекрещенных спиц. Это можно скорректировать добавлением к нему радиусной пластинки с тремя отверстиями (Рис 2-21, А). Соединенная с полукольцом с помощью болта и гайки пластинка становится продолжением полукольца, увеличивает его полуокружность и соединяет участки рамы в тех местах, где прямая пластинка применяться не может. Радиусная пластинка имеет более толстую среднюю часть и

тонкие боковые части на обоих концах, поэтому она может быть присоединена как к правому, так и к левому концу полукольца. Она особенно пригодна в рамах аппарата для стопы и предплечья, но может применяться в любой другой раме.

Практический совет: хирург должен иметь в виду, что несмотря на крепкое соединение с полукольцом, такая пластинка может сместиться под силой натяжения спицы. Чтобы это не произошло, она может быть усилена или короткой прямой пластинкой, или втулкой, соединяющей ее с соседним кольцом (Рис. 2-21 В и С).

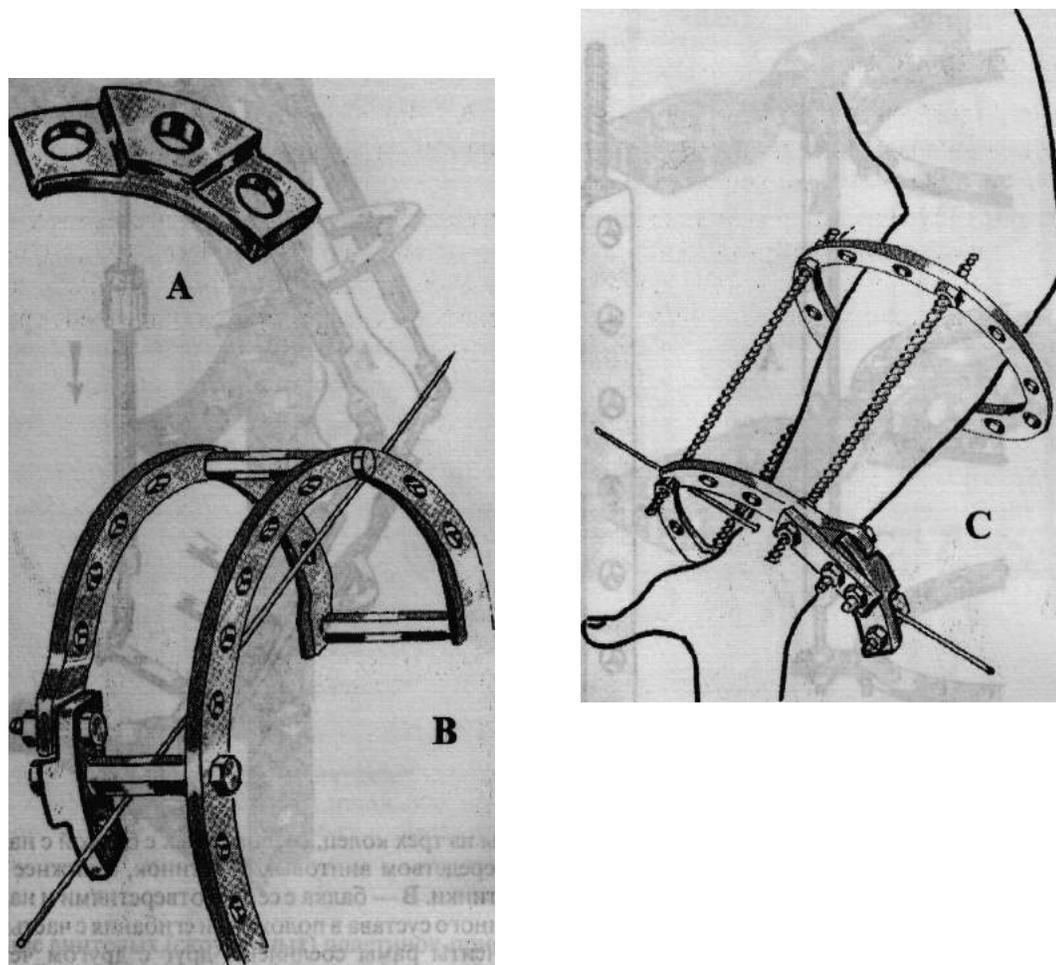


Рис. 2-21

Радиусная пластинка и ее применение. А — радиусная пластинка с тремя отверстиями, обычно применяемая для продления полукольца; она может применяться в тех отделах рамы, где не помещается прямая пластинка. В — компонент рамы из одного полного кольца, соединенного с полукольцом тремя шестигранными втулками и с чрескостной спицей, проведенной в косом направлении. В этом варианте радиусная пластинка применена как продолжение полукольца с целью фиксации спицы, выходящей за его полуокружность. Для усиления радиусной пластинки она также соединена с полным кольцом шестигранной втулкой. С — схематическое изображение предплечья с рамой аппарата из проксимального полного кольца и дистального полукольца и со спицей, проведенной через дистальные метаэпифизы костей. Радиусная пластинка, усиленная прямой компенсационной пластинкой, применена для увеличения окружности полукольца и фиксации к ней спицы

## СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ВТУЛКИ И ПРОКЛАДОЧНЫЕ ШАЙБЫ

Стержень с нарезкой может быть укреплен или удлинен добавлением к нему двух типов соединительных деталей: шестигранной втулки с внутренней нарезкой или прокладочной шайбы. Обе эти детали могут служить многим целям, но их основная функция — быть дополнительным соединителем двух стержней. Обе детали имеют цилиндрическую форму с полым вертикальным каналом, и обе имеют в центре поперечный сквозной канал с нарезкой под болт. Но они отличаются другими признаками и, главным образом, их функциями в раме.

### Втулка с нарезкой

Имеются три размера этих шестигранных втулок: 20, 40 и 60 мм длиной. По форме и размеру горизонтального сечения они соответствуют головке стандартного 10-мм болта и гайки и соответствуют захвату 10-мм гаечного ключа.

Оба конца вертикального канала имеют нарезку для фиксации болта или стержня.

В середине стенки имеется сквозное отверстие, также с нарезкой (Рис. 2-22 А-С). Втулки используются для соединения или удлинения стержней и для соединения опорного кольца с полукольцом или с кольцом пять восьмых, в особенности в метафизарном компоненте рамы. По

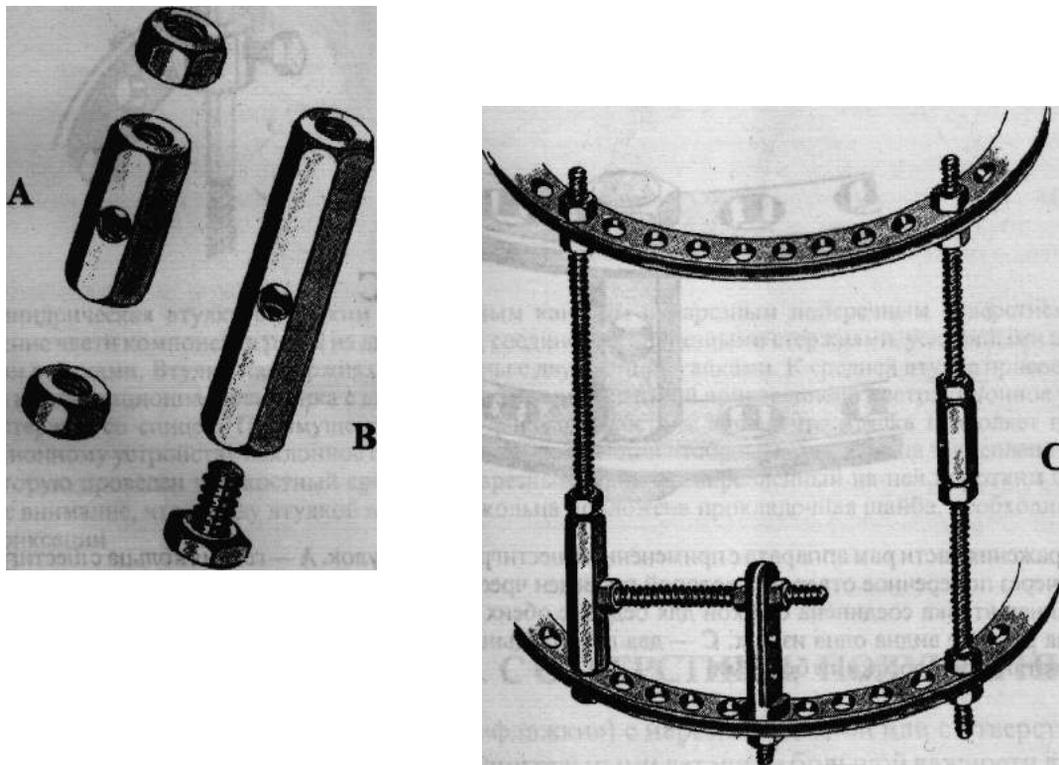


Рис. 2-22

Нарезные шестигранные втулки и их применение. А — малая 20-мм втулка с двумя гайками. В — большая 40-мм втулка с коротким болтом. Обратите внимание, что поперечные сквозные отверстия обеих втулок тоже имеют нарезку. С — вид части компонента рамы из двух колец с использованием шестигранных втулок для ее усиления. Длинные втулки соединены с нарезными стержнями и закреплены гайками. Одна из втулок соединена с кронштейном при помощи поперечно расположенного стержня, оба ее конца также закреплены гайками

крайней мере, три втулки одного и того же размера должны применяться для такого соединения (см. Рис. 1-14А и В и 1-15В).

В некоторых случаях необходимо усилить полное кольцо близко к нему расположенным вторым кольцом. Четыре 20-мм втулки служат для этого лучшими соединителями. Они должны быть расположены на одинаковом расстоянии друг от друга. Для скрепления втулок с кольцами используются короткие 10-мм болты (Рис. 2-23 А-С).

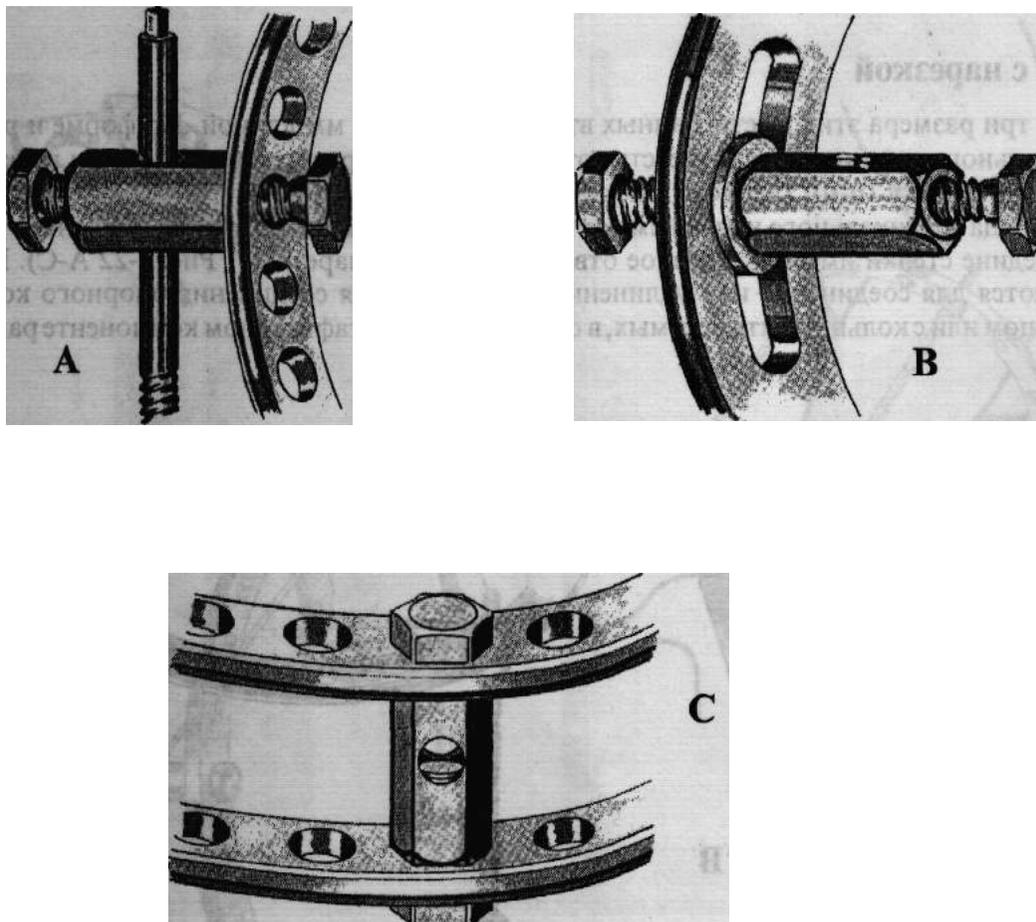


Рис. 2-23

Три изображения части рам аппарата с применением шестигранных втулок. А—секция кольца с шестигранной втулкой, через поперечное отверстие которой проведен чрескостный срежень с нарезным концом. В — малая шестигранная втулка соединена с аркой для бедра, с обеих сторон арки применены большие прокладочные шайбы, на рисунке видна одна из них. С — два параллельных кольца соединены между собой шестигранной втулкой, затянутой короткими болтами

## Прокладочная шайба

Эта шайба представляет собой короткий (12 мм) цилиндр с гладким ненарезным вертикальным сквозным отверстием 7 мм диаметром. Оно на 1 мм шире стержня, что позволяет легко вставлять в него стержень. Для стабилизации вкладыша на стержне две гайки должны быть затянуты на верхнем и нижнем его концах. В поперечном нарезном отверстии затягиваются два коротких

болта для фиксации вкладыша к дополнительным компонентам рамы. В некоторых случаях две или более шайбы на одном стержне могут быть помещены одна над другой для усиления стержня (Рис. 2-24 А-С).

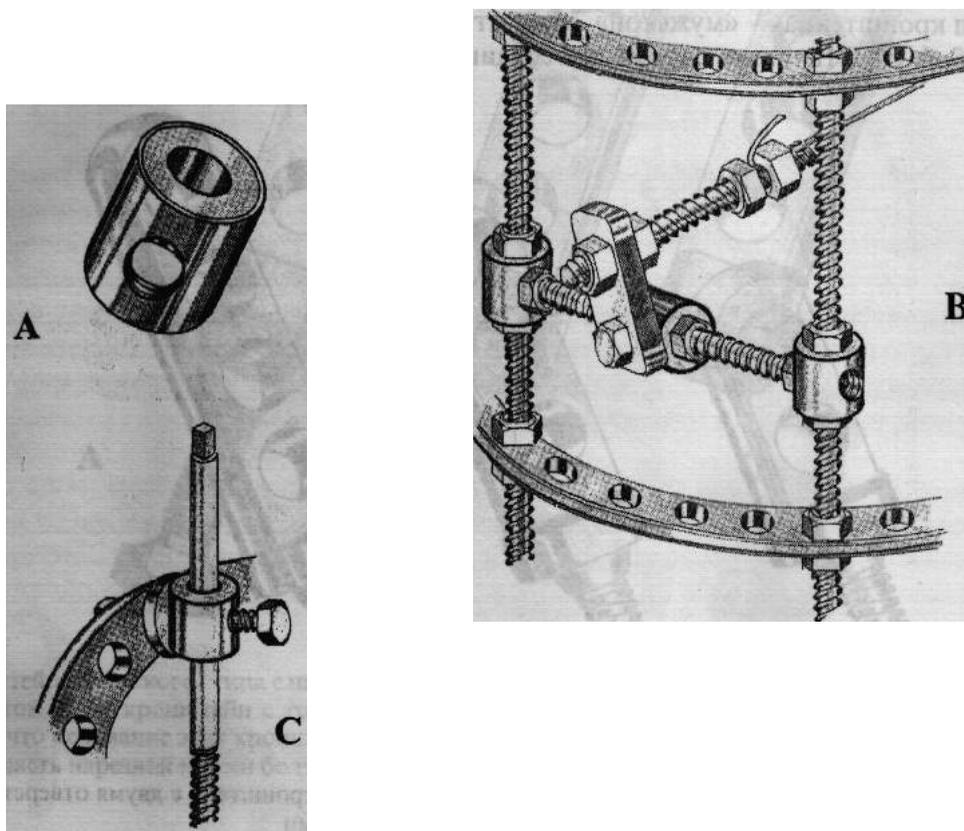


Рис. 2-24

А — цилиндрическая втулка с гладким продольным каналом и нарезным поперечным отверстием. В — изображение части компонента рамы из двух колец, соединенных нарезными стержнями, усиленными цилиндрическими втулками. Втулки на стержнях закреплены с двух концов гайками. К средней втулке присоединена короткая компенсационная пластинка с двумя отверстиями, к которой присоединено дистракционное устройство из стержня со спицей. Преимущество такой фиксации состоит в том, что втулка позволяет придать Дистракционному устройству наклонное положение. С — на секции изображенного кольца закреплена втулка, через которую проведен чрескостный срежень с нарезным концом, закрепленный на ней коротким болтом. Обратите внимание, что между втулкой и стенкой кольца проложена прокладочная шайба, необходимая для лучшей фиксации

## КРОНШТЕЙНЫ С НОЖКОЙ И С ОТВЕРСТИЕМ, ПОЛУШАРНИРЫ

Кронштейны (Илизаров также называл их «флажки») с нарезной ножкой или с отверстием на конце, а также полушарниры являются дополнительными деталями большой важности для разнообразных вариантов рам аппарата. Их преимуществами является то, что они могут быть соединены с рамой практически в любом участке, могут быть повернуты на 360 градусов вокруг своей оси и могут быть закреплены в любой позиции. Они служат дополнительными усилителями для многих деталей рамы. Соединенные друг с другом, два кронштейна или коротких полушарнира позволяют деталям располагаться под разными углами и наклоном друг к другу.

## Кронштейны с ножкой и с отверстием у основания

Кронштейны отличаются от полушарниров толщиной стенки и числом сквозных 7-миллиметровых отверстий.

1. Один тип кронштейна — «мужской» — имеет у основания ножку длиной 13 мм с нарезкой (Рис. 2-25, А-С). Эта ножка служит для соединения с другими деталями.

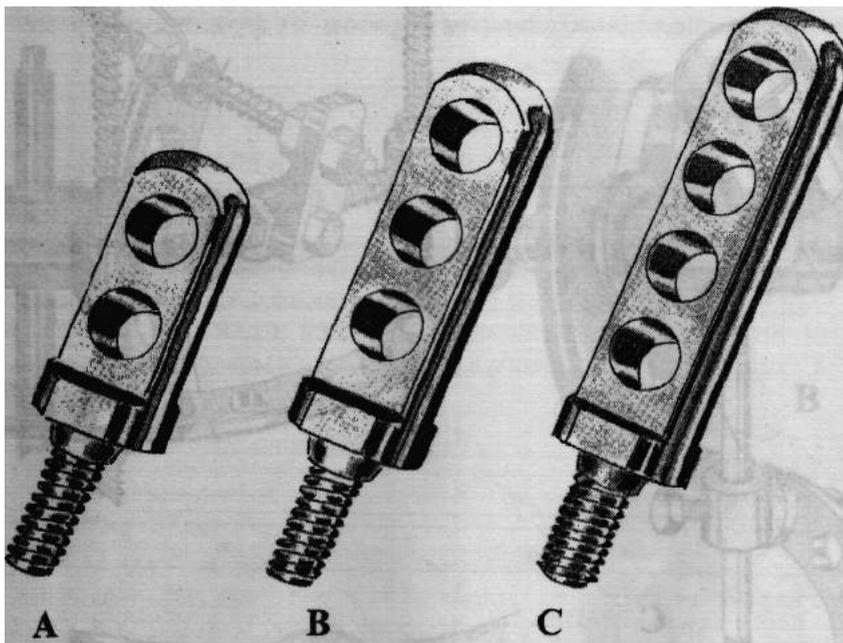


Рис. 2-25

Три кронштейна «мужского» типа с нарезным винтовым концом. А — кронштейн с двумя отверстиями. В — кронштейн с тремя отверстиями. С — кронштейн с четырьмя отверстиями

2. «Женский» тип кронштейна вместо выступающей ножки имеет у основания отверстие 10 мм глубиной с нарезкой. Это отверстие служит для соединения с болтами и стержнями (Рис. 2-26 А-С).

«Мужской» кронштейн имеет основание высотой 4 мм, «женский» кронштейн — 6 мм.

Эта разница в 2 мм позволяет более глубокого соединения «женского» кронштейна с болтом или стержнем. Основание обоих типов кронштейнов имеет две плоские стенки, точно соответствующие захвату 10-мм гаечного ключа. Оба типа кронштейна имеют более толстую стенку, чем другие части аппарата, потому что они предназначены для очень больших нагрузок.

В илизаровском наборе имеются «мужские» кронштейны:

- длиной 28 мм с двумя отверстиями
- длиной 38 мм с тремя отверстиями
- длиной 48 мм с четырьмя отверстиями

«Женские» кронштейны:

- длиной 30 мм с двумя сквозными отверстиями
- длиной 40 мм с тремя отверстиями
- длиной 50 мм с четырьмя отверстиями

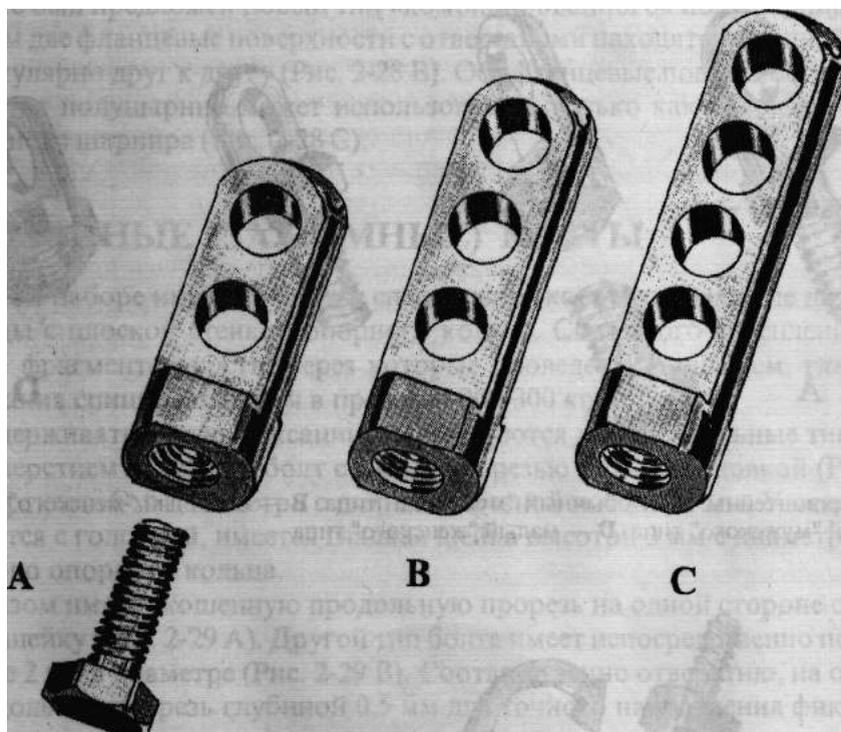


Рис. 2-26

Три кронштейна "женского" типа с нарезным отверстием у основания. А — кронштейн с двумя отверстиями и 16-мм болтом. В — кронштейн с тремя отверстиями. С — кронштейн с четырьмя отверстиями. Обратите внимание, что основание этих кронштейнов выше, чем кронштейнов "мужского" типа, чтобы вмещать в себя концевую часть нарезной ножки болта

## Полушарнирные кронштейны

Полушарнирные кронштейны служат для собирания шарниров и имеют поддерживающее основание с двумя плоскими стенками для захвата 10-мм гаечным ключом. Они отличаются от кронштейнов тем, что на выступающей стороне высотой 16 мм имеют тонкую (4 мм) шлифованную фланцевую поверхность, которая несет всего одно отверстие. Имеются два типа полушарниров:

1. «Мужской» тип (Рис. 2-27 А) имеет у основания ножку с винтовой резьбой для соединения с другими деталями.
2. «Женский» тип (Рис. 2-27 В) вместо ножки у основания имеет отверстие с резьбой для соединения с болтом или стержнем.

Несмотря на небольшой размер обычных полушарниров, они все-таки велики для конструирования из них многоплановых шарниров. Поэтому в илизаровском наборе имеются полушарнирные кронштейны меньшего размера, также «мужского» и «женского» типа. Высота их фланца 13 мм, а высота основания 3 мм (Рис. 2-27 С, D). Разница в размерах может показаться незначительной, но она позволяет заметно улучшить функцию шарниров.

Точная установка шарниров в конструкции рамы аппарата исключительно важна. Она описана в 6-ой главе. В некоторых специально предназначенных рамах аппарата необходимо использование двухплоскостных и даже трехплоскостных шарниров. Для этих целей могут быть соединены три или даже четыре полушарнира (Рис. 2-28 А).

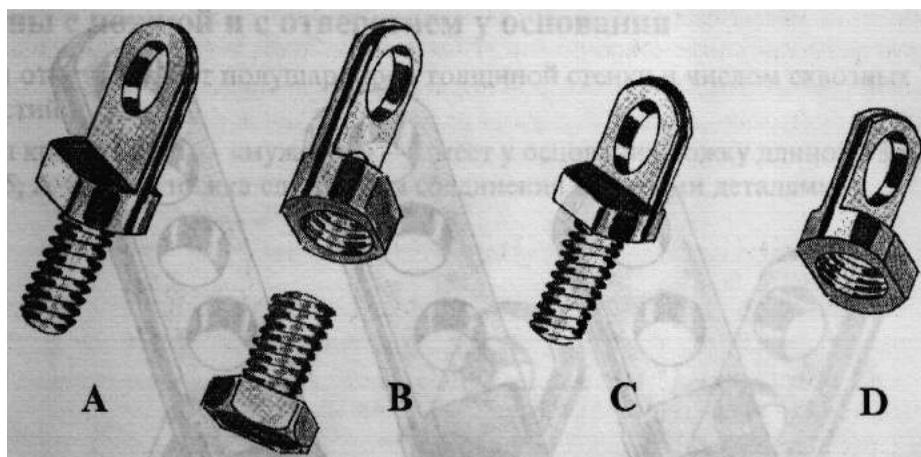


Рис. 2-27

Полушарнирные кронштейны, А — обычный "мужского" типа. В — обычный "женского" типа с коротким болтом. С — малый "мужского" типа. D — малый "женского" типа

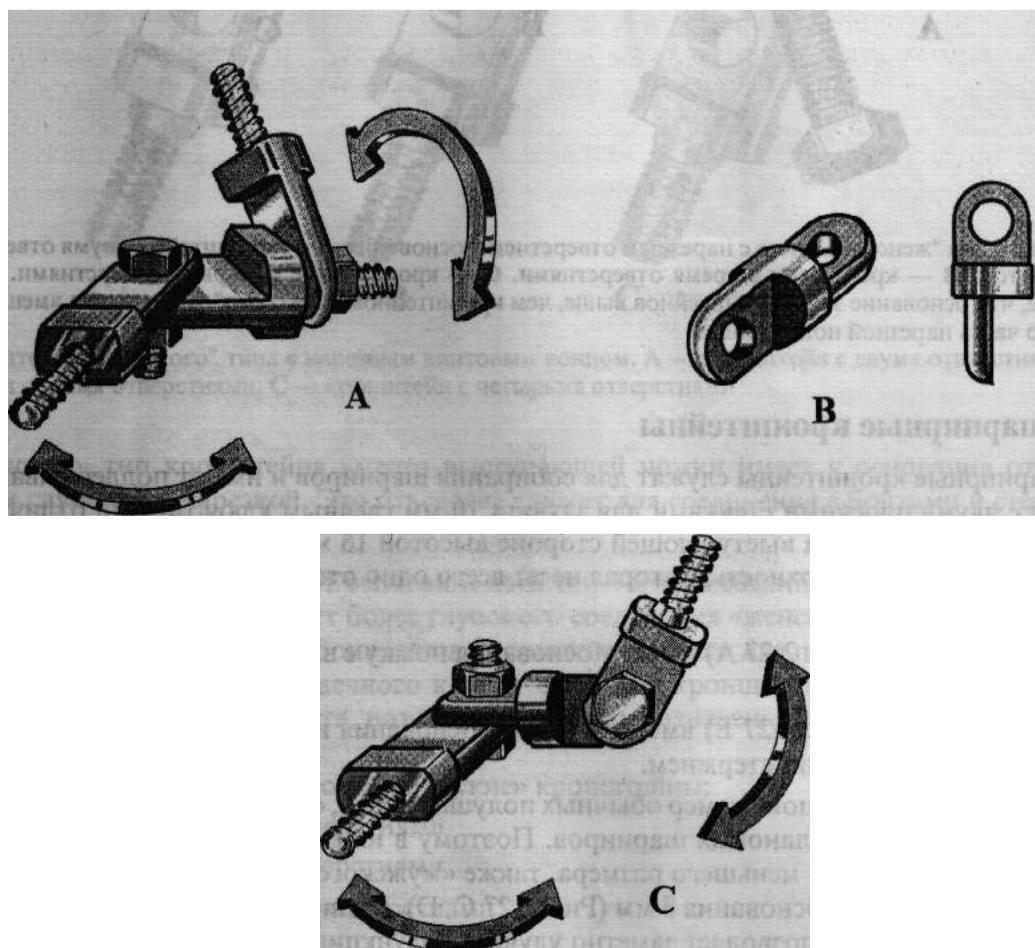


Рис. 2-28

Полушарниры в сборе. А — двухплоскостной шарнир из трех полушарниров; стрелки указывают направление движений в двух плоскостях. В — комбинированный двухплоскостной полушарнир. С — комбинированный полушарнир, соединенный с двумя полушарнирами, стрелки указывают направление движений в двух, костях

В Америке был предложен новый тип «комбинированного» полушарнира из одного куска металла. В нем две фланцевые поверхности с отверстиями находятся на одной оси и расположены перпендикулярно друг к другу (Рис. 2-28 В). Обе фланцевые поверхности имеют одно общее основание. Этот полушарнир может использоваться только как промежуточный компонент двухплоскостного шарнира (Рис. 2-28 С).

## ФИКСАЦИОННЫЕ (ЗАЖИМНЫЕ) БОЛТЫ

В илизаровском наборе имеются болты, специально сконструированные для скрепления чрескостной спицы с плоской стенкой опорного кольца. Сила этого скрепления предопределяет стабильность фрагментов кости, через которые проведены спицы (см. главу 4). Амплитуда силы затягивания спицы находится в пределах 200-300 кг.

Чтобы удерживать такую фиксацию, используются два специальные типа болтов: болт со сквозным отверстием в шейке и болт с пазом-прорезью под его головкой (Рис. 2-29 А-С). Оба болта стандартного 6-мм диаметра с длиной нарезной ножки 18 мм. У основания ножки, где она соединяется с головкой, имеется гладкая шейка высотой 3 мм с диаметром, соответствующим отверстию опорного кольца.

Болт с пазом имеет скошенную продольную прорезь на одной стороне основания головки с заходом на шейку (Рис. 2-29 А). Другой тип болта имеет непосредственно под головкой сквозное отверстие 2 мм в диаметре (Рис. 2-29 В). Соответственно отверстию, на основании головки имеется продольная прорезь глубиной 0,5 мм для точного направления фиксационной спицы.

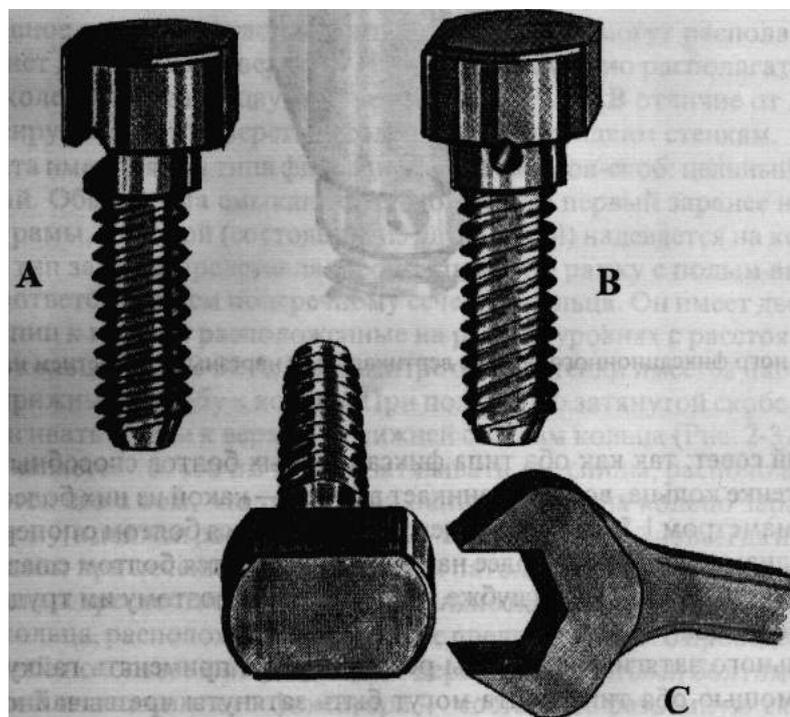


Рис. 2-29

Болты для фиксации чрескостных спиц к стенкам кольца. А — фиксационный болт с продольной прорезью-пазом под головкой. В — фиксационный болт со сквозным отверстием у основания головки. С — головка фиксационного болта с гаечным ключом

Оба типа фиксационных болтов позволяют провести спицу через отверстие или через паз с прочным удержанием ее между головкой болта и стенкой кольца. Для достижения прочности затягивания болты имеют специальную форму головки: овал 14 x 10 мм высотой 6 мм, с двумя плоскими боковыми стенками для 10-мм гаечного ключа (Рис. 2-29, С). Длина головки соответствует 14-мм ширине плоской поверхности опорного кольца. Это позволяет создавать максимальное соприкосновение спицы со стенкой кольца при затягивании болта. В то же время 10-мм ширина головки болта оставляет место для стандартного болта или гайки в соседнем отверстии.

6-мм высота головки фиксационного болта вдвое превышает 3-мм высоту головки стандартного болта и слегка выше 5-мм гайки. Это преследует специальную цель: даже если соседнее отверстие кольца занято низкой головкой обычного болта или гайкой, то разность в их высоте позволяет легче затягивать более высокую головку фиксационного болта (Рис. 2-31 А).

Иногда может возникнуть необходимость создания дополнительного компонента на раме, а на кольце рядом с фиксационным болтом все отверстия заняты другими деталями. В таких случаях помогает применение специального фиксационного болта с головкой 11 мм высотой, в центре которой имеется отверстие 6 мм глубиной с нарезкой под болт или стержень (Рис 2-30). Он позволяет рационально сэкономить много места на кольце.



**Рис. 2-30**

Вид части специального фиксационного болта с вертикальным нарезным отверстием на головке

Практический совет: так как оба типа фиксационных болтов способны одинаково фиксировать спицу к стенке кольца, всегда возникает вопрос — какой из них более подходящий? Как правило, спица диаметром 1,5 мм более надежно фиксируется болтом с поперечным отверстием в шейке, а спица диаметром 1,8 мм более надежно фиксируется болтом с пазом. Прорезной паз на головке располагается на 1,5 мм глубже, чем отверстие; поэтому им труднее достичь фиксации более Тонкой спицы.

Для оптимального затягивания спицы рекомендуется применять гайку 5-миллиметровой высоты. С ее помощью оба типа болта могут быть затянуты чрезвычайно туго. Однако это вызывает «усталость металла» около основания нарезной ножки. Поэтому следует опять подчеркнуть, что зажимные болты никогда не должны использоваться дважды.

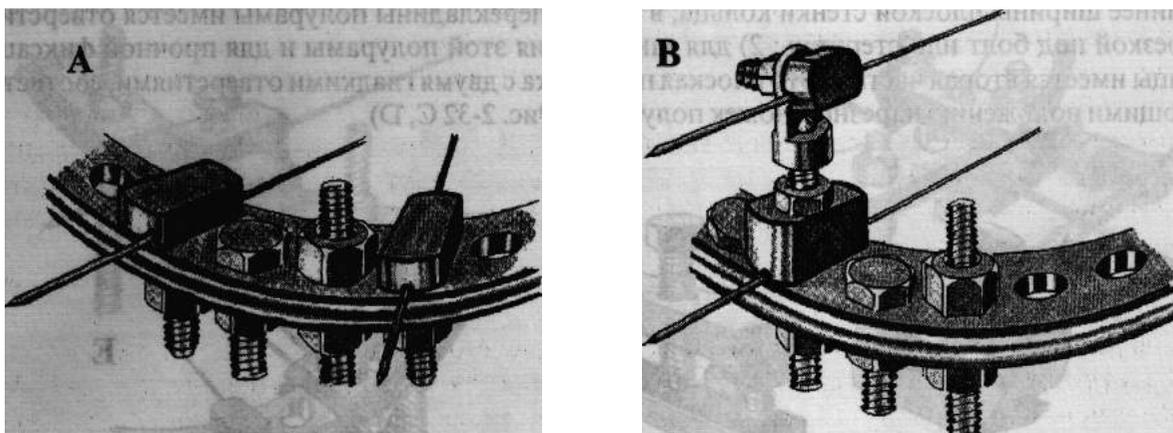


Рис. 2-31

Два изображения части секций опорных колец с применением фиксационных болтов. А — сегмент кольца с двумя фиксационными болтами разных типов и чрескостными спицами. Слева — фиксационный болт с пазом под головкой, справа — фиксационный болт с отверстием у основания головки. В — применение специального фиксационного болта, который фиксирует одну спицу и поддерживает кронштейн с обычным фиксационным болтом для спицы, проведенной в другой проекции

## ФИКСАЦИОННЫЕ ЗАЖИМЫ-СКОБЫ

Зажимы-скобы применяются в основном для фиксации спиц, но также используются с различной целью. Их основное преимущество состоит в том, что они могут располагаться в любом участке кольца, где нет доступных отверстий. Например, их можно располагать на участке соединения двух полуколец или между двумя отверстиями кольца. В отличие от других деталей, зажимы-скобы фиксируются не к отверстию кольца, а к его гладким стенкам.

В наборе аппарата имеются два типа фиксационных зажимов-скоб: цельный неразъемный и составной разъемный. Оба зажима смыкаются на кольце, но первый заранее нанизывается на него при сборке рамы, а второй (состоящий из двух частей) надевается на кольцо при необходимости. Первый тип зажима представляет собой цельную рамку с полым вырезом в форме параллелепипеда, соответствующем поперечному сечению кольца. Он имеет две косые прорези для фиксации двух спиц к кольцу, расположенные, на разных уровнях с расстоянием 6 мм — на 1 мм шире толщины кольца (Рис. 2-32 А, В). В центре одной стенки имеется нарезное отверстие под болт, который прижимает скобу к кольцу. При полностью затянутой скобе две прорези позволяют плотно затягивать спицы к верхней и нижней стенкам кольца (Рис. 2-32 Е). Преимуществом этого зажима является то, что им можно затягивать две спицы, расположенные в разных плоскостях; недостаток его в том, что он должен нанизываться на кольцо заранее и не может быть перемещен по нему, а должен располагаться на участке, который не всегда известен заранее.

**Практический совет:** при лечении особо сложной патологии, когда можно предвидеть проведение дополнительных чрескостных спиц, рационально нанизать по одной свободной зажимной скобе-рамке на кольца, расположенные на уровне предполагаемого проведения спиц в предвидении их возможного использования; их следует держать прижатыми болтом к кольцу.

Применять второй тип зажимного фиксатора — составную разъемную скобу — проще и практичнее. Она состоит из двух частей: 1) верхней в форме полурамы буквой «П» с нарезным отверстием посередине и с двумя нарезными ножками по краям основания.

Вдоль одного продольного края имеется выточенный под чрескостную спицу паз. Эта часть легко надевается на кольцо в любом месте, так как размер выреза в полураме 16 мм, т. е. на 2 мм

длиннее ширины плоской стенки кольца; в центре перекладки полурамы имеется отверстие с нарезкой под болт или стержень; 2) для закрепления этой полурамы и для прочной фиксации спицы имеется вторая часть—это плоская пластинка с двумя гладкими отверстиями, соответствующими положению нарезных ножек полурамы (Рис. 2-32 С, D)

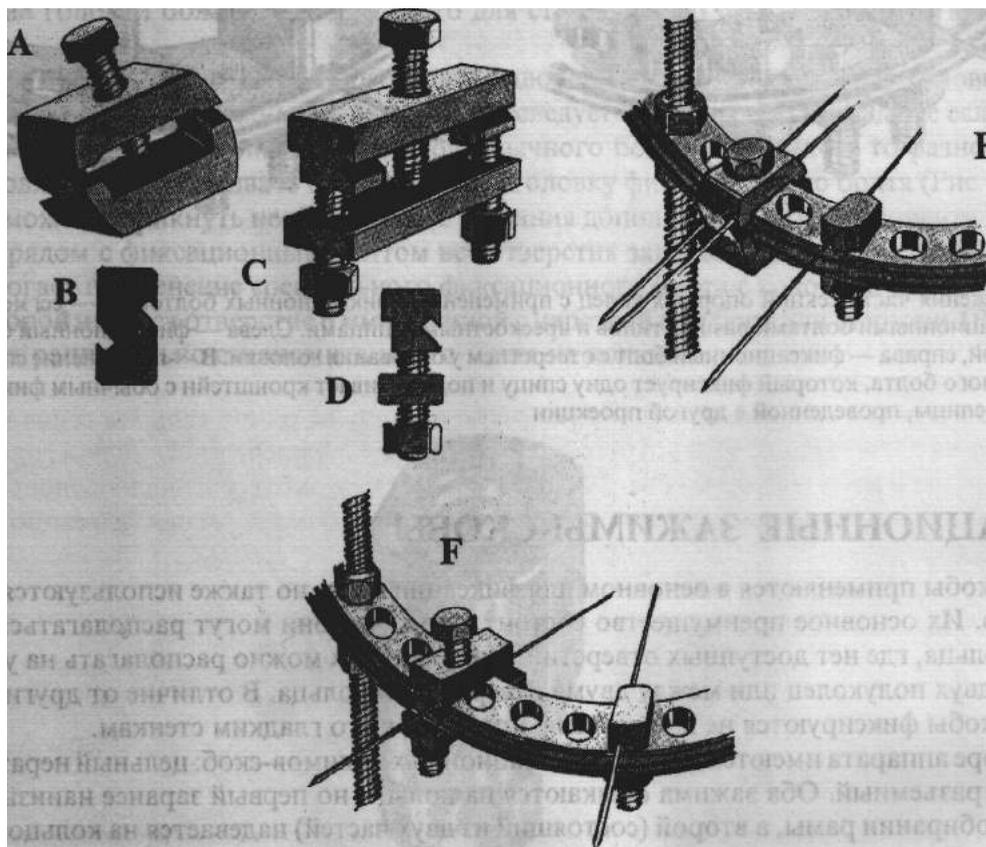


Рис. 2-32

Фиксационные зажимы-скобы двух типов и их применение. А — цельный неразъемный зажим с 16 мм болтом, общий вид. В — поперечное сечение того же зажима с двумя пазами-вырезами на разных уровнях под чрескостные спицы. С — составной разъемный зажим с 16-мм болтом, общий вид. D — поперечное сечение того же зажима. Е — вид части секции опорного кольца с одним цельным неразъемным зажимом и двумя спицами в нем и с обычным фиксационным болтом со спицей. F — вид части секции опорного кольца с одним разъемным зажимом и зажатой в нем спицей, и с обычным фиксационным болтом со спицей

**Практический совет:** скоба-полурама из двух частей может использоваться для соединения двух полуколец и в то же время дает возможность фиксировать спицу (Рис. 2-33 А), ее верхняя часть также может применяться для соединения с кронштейном или пластинкой, что позволяет при необходимости присоединять к раме дополнительные части.

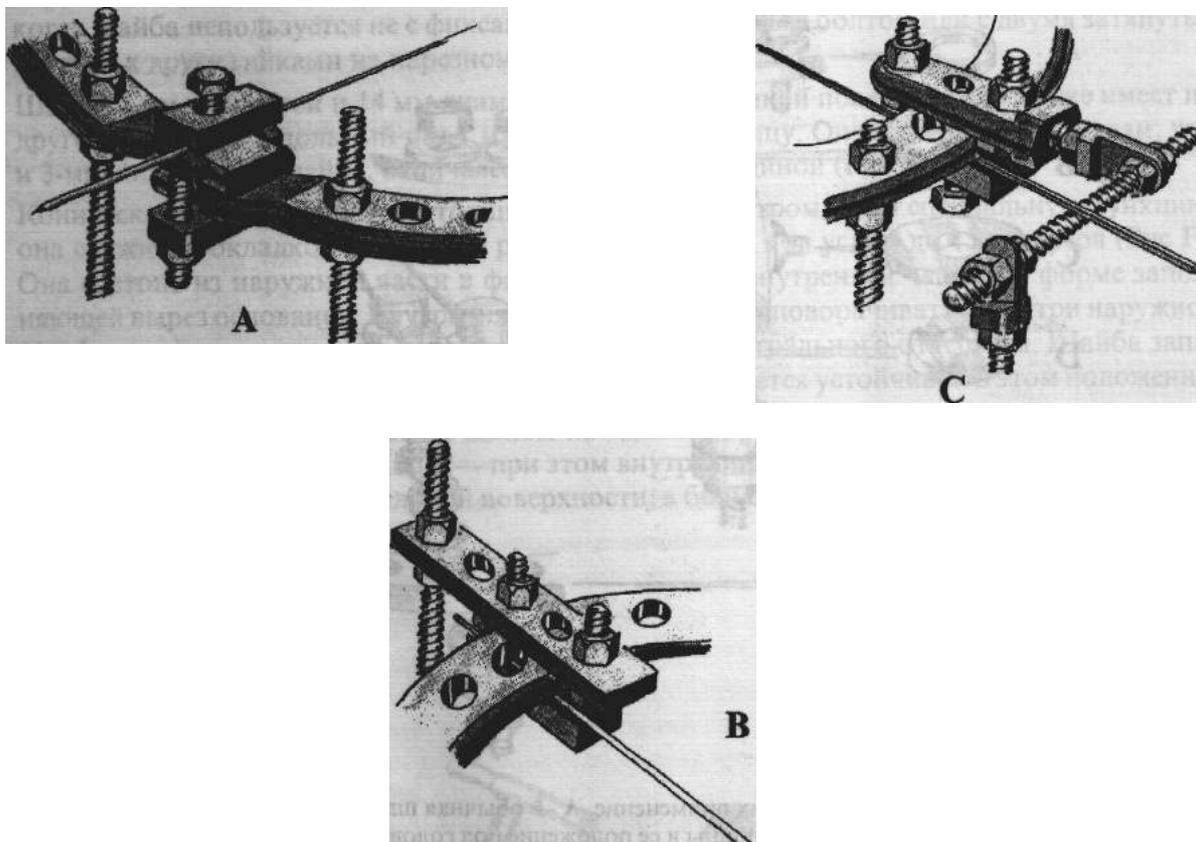


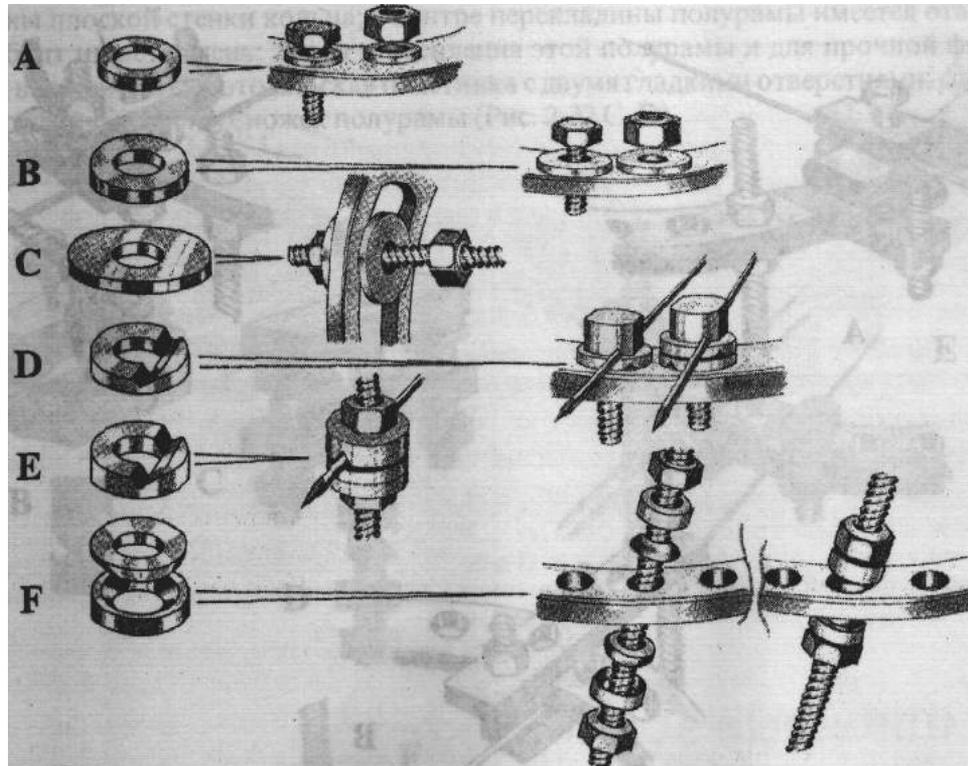
Рис. 2-33

Виды части секций опорных колец с различными вариантами применения составного разъемного зажима для спиц. А — разъемный зажим, фиксирующий два полукольца и одновременно спицу. В — основная часть разъемного зажима на участке кольца между отверстиями, соединенная с кронштейном. Это позволяет использовать устройство для дополнительных деталей. С — основная часть разъемного зажима на участке кольца между отверстиями, соединенная с компенсационной пластинкой, которая одновременно поддерживает нарезной стержень

## ПРОКЛАДОЧНЫЕ ШАЙБЫ

Хотя они могут показаться не такими важными деталями в наборе, прокладочные шайбы служат важной цели: они позволяют заполнять пространство между частями при монтаже аппарата и этим усиливают фиксацию в правильном положении. Заполнение пространства особенно важно между спицей и стенкой кольца, если спица проведена несколько выше его стенки (см. главу 4, Рис. 4-16 и 4-17). Эти шайбы отличаются между собой толщиной стенки и диаметром, но все имеют 8-мм отверстие в центре под 6-мм диаметр стержней, болтов и нарезных ножек. Набор аппарата включает шесть типов шайб (Рис. 2-34 А-Ф):

1. Шайба 1,5 мм толщиной и 12 мм диаметром с двумя гладкими поверхностями. Ее диаметр равняется диаметру головки соединительного болта и гайки, позволяя тем самым использовать ее над расположенными рядом на кольце отверстиями (Рис. А). Это создает преимущество свободного затягивания соседних болтов. Однако эти шайбы не могут быть использованы вместе с фиксационными болтами, так как они слишком малы, и затягиваемая между ними и болтом спица может легко соскользнуть с места.



**Рис. 2-34**

Различные виды прокладочных шайб и их применение. А — обычная шайба 1,5 мм толщины и ее положение под головкой болта. В — шайба 2 мм толщины и ее положение под головкой болта. С — 2 мм широкая шайба и ее положение надуге для бедра. D — шайба 3-м м толщины с прорезью под спицу и ее положение под головкой фиксационного болта. Е — шайба 4 мм толщины с прорезью и ее положение между гайками на нарезном стержне. F — коническая двойная шайба для проведения стержня под углом до 15 градусов и ее применение на кольце

2. Шайба 2 мм толщиной и 14 мм диаметром с двумя гладкими поверхностями используется с фиксационными болтами и для прокладки к кронштейнам (Рис. В). Большой диаметр этой шайбы гарантирует устойчивость зажатой с ее помощью спицы, а также гарантирует стабильность позиции двух соединенных кронштейнов (мужского и женского типа). Однако две эти шайбы не могут использоваться для двух соседних отверстий на кольце, потому что они занимают все пространство между ними и тем самым препятствуют затягиванию болтов и гаек.
3. Шайба 2 мм толщиной и 20 мм диаметром с двумя гладкими стенками используется для укрепления нарезного стержня в широкой прорези бедренной арки (Рис. С). Так как ширина арки 30 мм, а ширина прорези 9 мм, то шайба гарантирует устойчивость стержня на арке, но при этом обязательно использование двух таких шайб по обеим сторонам арочной стенки.
4. Шайба 3 мм толщиной и 14 мм диаметром с одной гладкой поверхностью имеет на другой выточенный продольный паз 1 мм глубиной под спицу. Одна или две таких шайбы используются для заполнения щели между чрескостно проведенной спицей и поверхностью кольца, если они расположены на расстоянии 3 мм или более друг от друга. Шайбы надеваются на ножку фиксационного болта, при этом гладкая стенка располагается на стороне паза в

его головке (Рис. D). Сторона с выточенным пазом поворачивается к спице в тех случаях, когда шайба используется не с фиксационным, а с обычным болтом или с двумя затянутыми друг к другу гайками на нарезном стержне.

5. Шайба 4 мм толщиной и 14 мм диаметром с одной гладкой поверхностью также имеет на другой стороне продольный паз 1 мм глубиной под спицу. Она служит тем же целям, что и 3-миллиметровая шайба, отличаясь от нее лишь толщиной (Рис E).
6. Коническая парная шайба 3 мм толщиной и 12 мм диаметром имеет специальную функцию: она служит прокладкой для частей рамы, соединенных под углом до 15 градусов (Рис F). Она состоит из наружной части в форме чашки, и из внутренней части, по форме заполняющей вырез основания. Внутренняя часть может легко поворачиваться внутри наружной на 15 градусов во всех направлениях без смещения центрального отверстия. Шайба запирается двумя гайками под фиксированным углом и остается устойчивой в этом положении.

**Практический совет:** конические шайбы на одном стержне должны использоваться с двух сторон — по обеим стенкам кольца, — при этом внутренние их части должны быть повернуты своей плоской стороной к стабильной поверхности, в большинстве случаев — к стенке кольца.

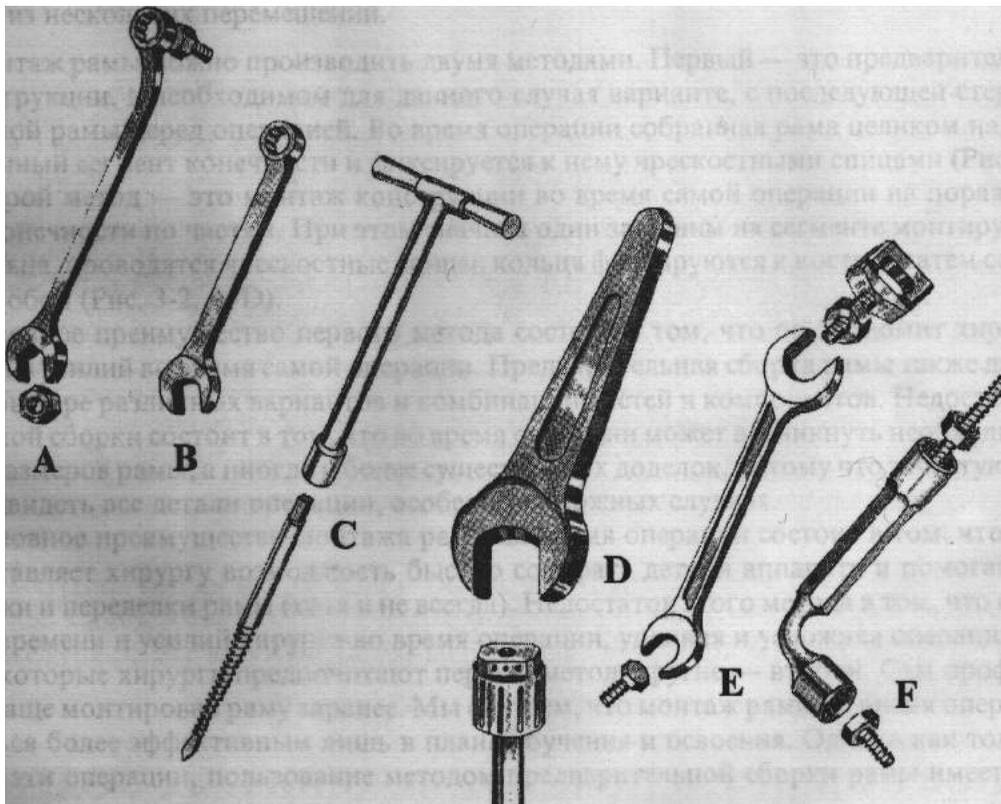


Рис. 2-35

Различные виды гаечных ключей из американского варианта набора илизаровского аппарата. А — 10-мм длинный ключ с двумя рабочими концами. В — 10-мм короткий ключ с двумя рабочими концами. С — Т-образный торцовый ключ для чрескостного стержня с концевой нарезкой и вид самого чрескостного стержня. D — 19-мм большой ключ для головки градуированного телескопического стержня. E — комбинированный 10-мми 13-мм двойной ключ с болтом и с фиксационным зажимом. F — 10-мм трубочный торцовый ключ с прямым и изогнутым концами и с болтом и нарезным штифтом на прямом длинном конце

## Гаечные ключи

Затягивание болта с гайкой и гайки с нарезным стержнем производится разного вида гаечными ключами (Рис. 2-35 А-F).

Важно подчеркнуть, что затягивание всегда должно производиться одновременно двумя ключами: один ключ должен стабильно держать неподвижную часть соединяемой пары (чаще всего это головка болта), в то время как другим ключом производится затягивание (обычно — гайки). Этот помогает достичь необходимой силы затягивания — до 200 кг.

Иногда бывает трудно подвести головку ключа к гайке или к головке болта, потому что соседняя часть располагается близко к ним. В таком случае следует попытаться подвести его с противоположной стороны. Если и это невозможно, то следует ослабить затянутую соседнюю деталь, произвести то, что было намечено, а затем опять затянуть соседние части. Это подробно описано в главе 4.

# Монтаж рамы

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При монтаже любого типа рамы илизаровского аппарата должны учитываться следующие основные общие задачи:

1. Стабильность фиксации рамы к кости.
2. Предотвращение спонтанной подвижности костных фрагментов.
3. Возможность производить необходимые в процессе лечения перемещения фрагментов кости, таких как выпрямление, сгибание, дистракция, компрессия, ротация или комбинация из нескольких перемещений.

Монтаж рамы можно производить двумя методами. Первый — это предварительная сборка конструкции, в необходимом для данного случая варианте, с последующей стерилизацией собранной рамы перед операцией. Во время операции собранная рама целиком надевается на пораженный сегмент конечности и фиксируется к нему чрескостными спицами (Рис. 3-1, А-D).

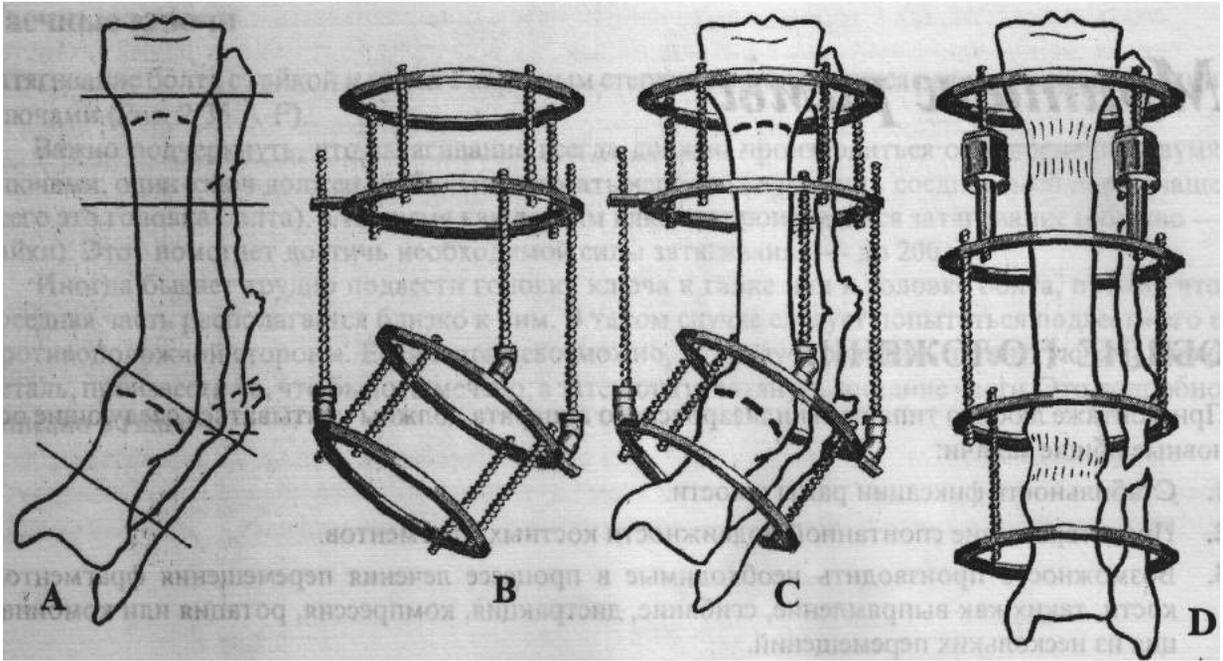
Второй метод — это монтаж конструкции во время самой операции на пораженном сегменте конечности по частям. При этом сначала один за одним на сегменте монтируются опорные кольца, проводятся чрескостные спицы, кольца фиксируются к кости, а затем соединяются между собой (Рис. 3-2, А-D).

Основное преимущество первого метода состоит в том, что он экономит хирургу много времени и усилий во время самой операции. Предварительная сборка рамы также дает ему свободу в выборе различных вариантов и комбинаций частей и компонентов. Недостаток предварительной сборки состоит в том, что во время операции может возникнуть необходимость подгонки размеров рамы, а иногда и более существенных доделок, потому что зачастую невозможно предвидеть все детали операции, особенно в сложных случаях.

Основное преимущество монтажа рамы во время операции состоит в том, что этот метод предоставляет хирургу возможность быстро собирать детали аппарата и помогает избежать подгонки и переделки рамы (хотя и не всегда). Недостаток этого метода в том, что он занимает много времени и усилий хирурга во время операции, удлиняя и усложняя операцию.

Некоторые хирурги предпочитают первый метод, другие — второй. Сам профессор Илизаров чаще монтировал раму заранее. Мы считаем, что монтаж рамы во время операции может считаться более эффективным лишь в плане обучения и освоения. Однако как только хирург освоил эти операции, пользование методом предварительной сборки рамы имеет явные преимущества.

Независимо от того, каким методом хирург монтирует раму, он в каждом случае должен иметь предварительный план: сколько и какого размера колец применять, на каком уровне фиксировать кольца к кости и какие дополнительные детали использовать. Чтобы хирургу представить себе все это, полезно иметь рисунок контуров костей оперируемого сегмента. Это



**Рис. 3-1**

Схематическое изображение метода предварительной сборки рамы. А — контуры костей, скопированные с рентгенограммы левой голени во фронтальной плоскости, представляющие неправильно сросшиеся переломы большой и малой берцовых костей с их укорочением и варусной деформацией. План операции: наложение предварительно смонтированной рамы, остеотомия обеих костей, постепенное исправление оси конечности и удлинение ее методом дистракции на двух уровнях. Планируемое расположение опорных колец отмечено сплошными линиями, планируемые уровни корригирующих остеотомии отмечены прерывистыми линиями. **Практический совет:** соответствующие линии остеотомии рационально наметить на коже конечности больного. В — вид предварительно смонтированной рамы из четырех колец, под два на проксимальном и дистальном компонентах, расположенных под углом, точно соответствующим деформации, с применением шарниров для исправления угла. Обратите внимание, что кольца поставлены в положение строго перпендикулярное продольной оси кости на каждом уровне. С — предварительно смонтированная рама надета целиком на сегмент конечности, после чего фиксируется чрескостными спицами. **Практический совет:** если продеть раму целиком через стопу не удастся, следует временно разнять соединения полуколец на одной стороне и ослабить их на противоположной стороне, раздвинуть раму и целиком надеть на сегмент с задней стороны, после чего соединить и затянуть соединения полуколец. D — проектируемый вид голени после завершения лечения и перед снятием рамы аппарата (детали методов дистракции и исправления смещения описаны в седьмой главе)

делается наложением листа бумаги на рентгенограмму и обведением на ней контуров костей. На таком рисунке легко наметить место наложения колец и других необходимых деталей аппарата. Еще проще нарисовать контуры колец рамы на самой рентгенограмме, хотя это может испортить изображение.

## НАИМЕНОВАНИЕ И РАСПОЛОЖЕНИЕ ОПОРНЫХ КОЛЕЦ

Опорные кольца являются главными составными частями аппарата Илизарова в любом варианте его рамы. Они служат трем основным целям: поддерживают чрескостные спицы, образуют устойчивый каркас рамы и несут на себе дополнительные детали, необходимые для управления фрагментами кости.

*Основное проксимальное поддерживающее кольцо* (Рис. 3-3 А) является неподвижным и всегда располагается у основания рамы. Оно несет на себе вес всей конструкции. На раме для бедра

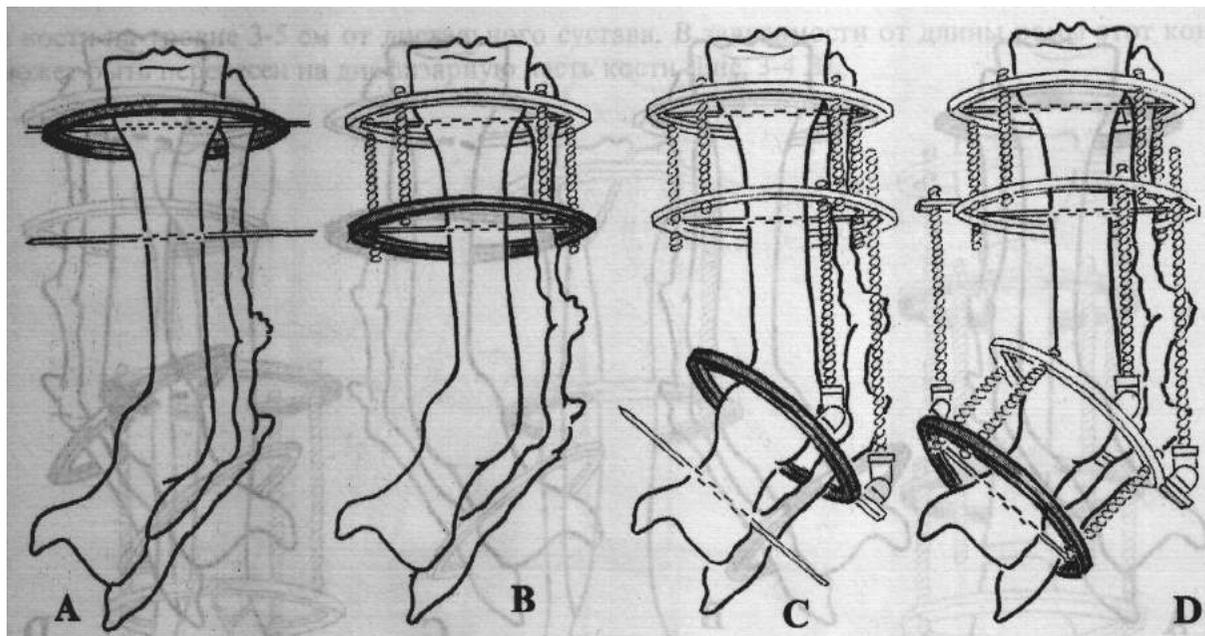


Рис. 3-2

Схематическое изображение монтажа рамы во время операции. Представлена та же самая голень с тем же самым планом операции, что и на рис. 3-1. А — на первом этапе основное проксимальное кольцо установлено и фиксировано чрескостными спицами; уровень следующего кольца намечен дистальнее проведенной спицей. В — на втором этапе дистракционное кольцо (заштриховано) фиксировано к кости и соединено с проксимальным кольцом строго параллельно ему; закончен монтаж проксимального компонента рамы. С — на третьем этапе передаточное кольцо комбинированного назначения (заштриховано) фиксировано к кости в строго перпендикулярном положении к продольной оси кости и соединено со вторым кольцом; уровень четвертого кольца намечен дистальнее проведенной спицей. D — на четвертом этапе дистальное стабилизирующее кольцо (заштриховано) фиксировано к кости строго параллельно предыдущему и соединено с ним и со вторым кольцом. Общий вид законченной рамы точно соответствует виду рамы на рис. 3-1, смонтированной предварительно

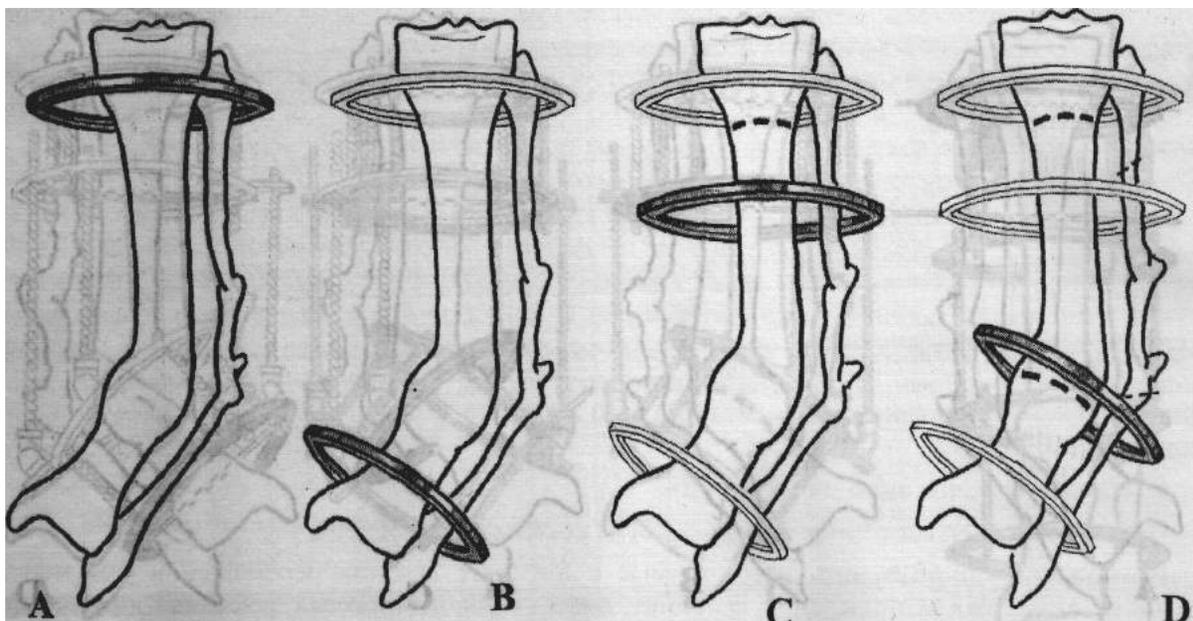
Это кольцо заменено поддерживающей дугой (аркой), а на раме для плеча заменено полукольцом с выгнутыми концами.

*Стабилизирующее раму поддерживающее кольцо* (Рис. 3-3 В) всегда располагается на дистальном конце рамы. Оно может быть подвижным или неподвижным, в зависимости от задачи лечения.

*Дистракционно-компрессионное кольцо* (Рис. 3-3 С) всегда подвижное и служит для приложения сил растяжения или сжатия. Оно располагается дистально по отношению к уровню перелома или остеотомии. В зависимости от размера рамы в ней могут быть два таких кольца, которые действуют одновременно в одном или в противоположных направлениях.

*Передаточное кольцо* (Рис. 3-3 D) обычно располагается в середине рамы и служит для передачи поддерживающих раму сил проксимального и дистального колец, а также для поддержки дистракционно-компрессионного кольца. Оно может быть неподвижным или подвижным, в зависимости от местоположения на раме.

В больших рамах может применяться *кольцо комбинированного функционального назначения*, которое служит для множественных целей, таких как дистракционно-компрессионное и передаточное одновременно (например, для исправления углового смещения и дистракции-компрессии при несросшемся переломе или ложном суставе).



**Рис. 3-3**

Наименование и схема расположения опорных колец рамы. Представлен тот же вариант патологии, что и на рис. 3-1 и 3-2. А — основание любой рамы представляет основное проксимальное поддерживающее кольцо (заштриховано), всегда неподвижное и несущее на себе вес всей рамы. Оно применяется первым при любом методе монтажа рамы. В — стабилизирующее раму поддерживающее кольцо (заштриховано) располагается на дистальном конце рамы и служит в основном для поддержки рамы; оно может быть неподвижным или подвижным. С — дистракционно-компрессионное кольцо (заштриховано), всегда подвижное. Д — передаточное кольцо (заштриховано) служит для передачи сил действующих на раму при различных нагрузках; может иметь комбинированную функцию для коррекции деформации, дистракции или компрессии

В дополнение к этому *корректирующее кольцо* применяется для приложения специальной силы в поперечном или косом направлении. В некоторых конструкциях могут применяться два-три таких кольца.

Каждое кольцо должно быть точно расположено и тщательно установлено вокруг сегмента конечности на определенном уровне и в строго перпендикулярном положении к оси кости, как в боковой, так и в передне-задней плоскостях.

## УРОВЕНЬ РАСПОЛОЖЕНИЯ КОЛЕЦ

Выбор уровня расположения кольца определяется распределением сил, приложенных к кольцу. Неподвижное основное поддерживающее кольцо несет основную нагрузку по устойчивости рамы; поэтому оно должно располагаться на самой прочной и толстой части кости. Анатомически это проксимальный метаэпифиз, и в большинстве случаев уровень расположения для основного поддерживающего кольца находится на проксимальном конце кости. С учетом сохранения объема движений в близлежащем суставе это кольцо располагается на 3-5 см дистальнее суставной щели. В случаях применения короткой рамы на дистальном отделе кости уровень поддерживающего кольца смещен дистально на диафизарную часть кости (Рис. 3-4 А).

Стабилизирующее раму поддерживающее кольцо несет силы устойчивости и баланса дистальной части рамы и располагается на противоположном ее конце. Это кольцо фиксируется

к кости на уровне 3-5 см от дистального сустава. В зависимости от длины рамы этот конец может быть перенесен на диафизарную часть кости (Рис. 3-4 В).

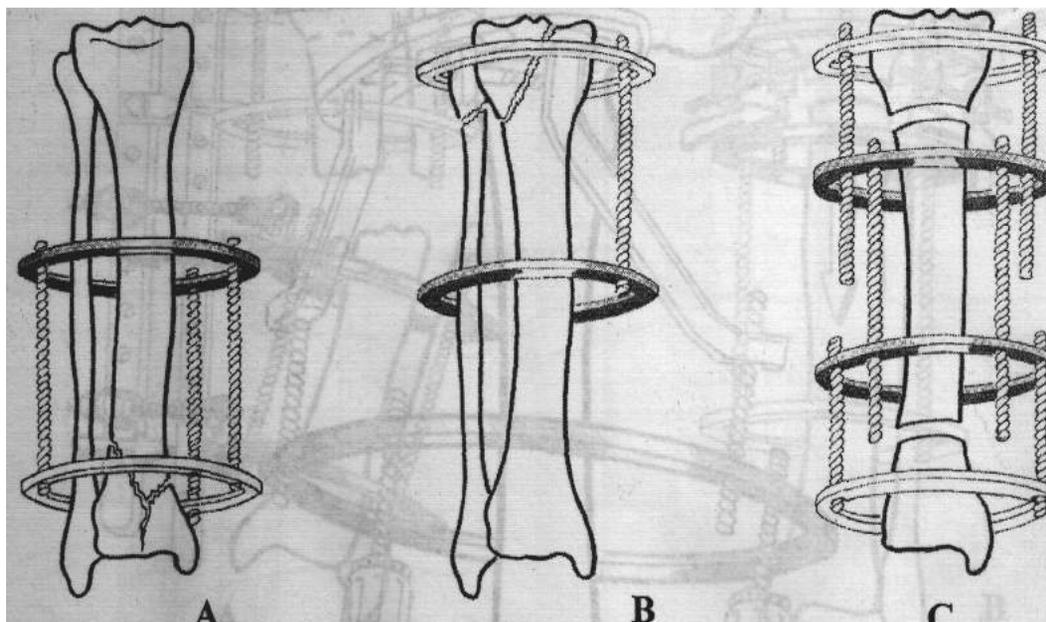


Рис. 3-4

Уровни расположения колец на раме. Схематическое изображение контуров правой голени в прямой проекции с разными вариантами патологии и расположения колец. А — при дистальном внутрисуставном переломе большеберцовой кости может применяться короткая рама, уровень основного поддерживающего кольца (заштриховано) может находиться на диафизе кости. В — при внутрисуставном переломе мыщелков большеберцовой кости может применяться короткая рама, при этом опорным основным кольцом становится дистально расположенное (заштриховано), а проксимально расположенное имеет функцию комбинированного кольца. С — при двухфокусной остеотомии (кортикотомии) для удлинения голени применяется длинная рама не менее чем из четырех колец; срединно расположенные кольца (заштрихованы) являются подвижными

Дистракционно-компрессионное кольцо определяет направление сил дистракции или компрессии. Для большей эффективности эти силы должны быть приложены близко к уровню остеотомии, перелома или ложного сустава, с учетом предотвращения повреждения концов фрагментов, то есть на расстоянии не менее 3 или 5 см от них. Это и есть оптимальный уровень для расположения такого кольца.

В зависимости от уровня остеотомии, перелома или ложного сустава и выбора направления дистракции или компрессии это кольцо может быть расположено ближе к проксимальному или дистальному поддерживающим кольцам. Соответственно, оно располагается или дистально, или проксимально по отношению к уровню остеотомии. В некоторых случаях на раме применяются два дистракционно-компрессионных кольца, на уровнях около обоих поддерживающих колец (Рис. 3-4 С).

Передаточное кольцо (или так называемое «свободное» кольцо) определяет направление сил, перемещающихся через раму вдоль конечности, и поэтому должно располагаться на уровне пересечения этих сил (Рис. 3-5). В некоторых случаях это соответствует вершине угла сгибабельной деформации кости. Поскольку проведение чрескостной спицы через вершину искривления непрактично, такое кольцо иногда применяется в раме без фиксации его спицами.

Исправляющее кольцо определяет распределение сил в поперечном или косом направлении по отношению к продольной оси кости. Например, для исправления смещения режущего

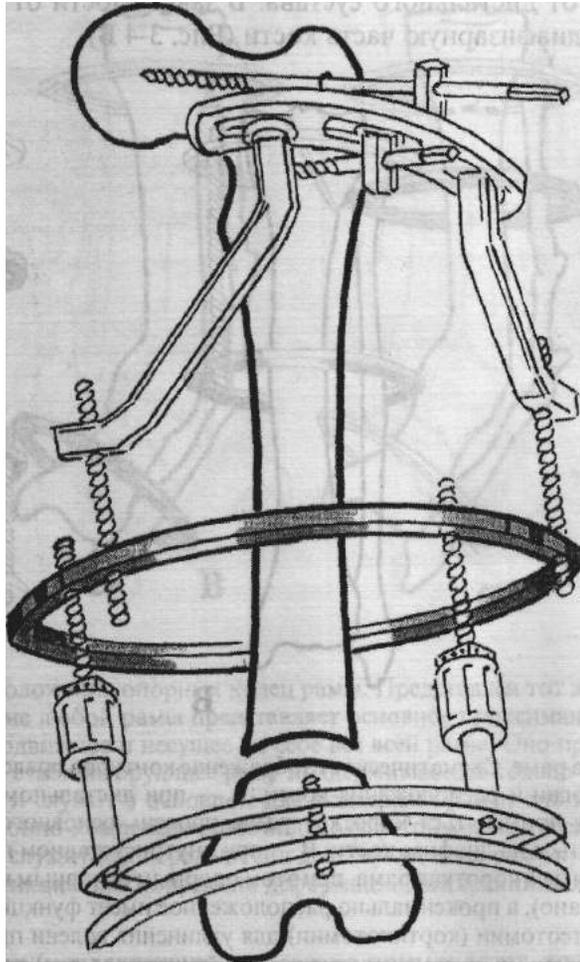


Рис. 3-5

Схематическое изображение удлинения бедра в дистальном отделе. Передаточное, или "свободное", кольцо (заштриховано) несет комбинированную функцию укрепления рамы и опоры для дистально расположенного дистрационного кольца

(косого) вида необходимо применить два кольца, каждое с передаточным устройством. Уровень таких колец должен располагаться на обоих концах смещенных фрагментов кости на расстоянии 2-3 см от их концов (Рис. 3-6 А).

Кольцо комбинированного функционального назначения определяет распределение сил в разных направлениях. Например, если возникает необходимость в одновременной дистракции и деротации, кольцо должно быть одновременно дистрационным и исправляющим. Уровень такого кольца должен располагаться на вершине точки приложения обеих этих сил (Рис. 3-6 В).

## УГОЛ НАКЛОНА ОПОРНЫХ КОЛЕЦ

Выбор угла наклона определяет направление сил, приложенных к кольцу. На любом выбранном уровне каждое кольцо должно быть установлено с правильным наклоном к продольной оси кости. В большинстве случаев это строго перпендикулярное (под 90 градусов) положение кольца (Рис. 3-7 А).

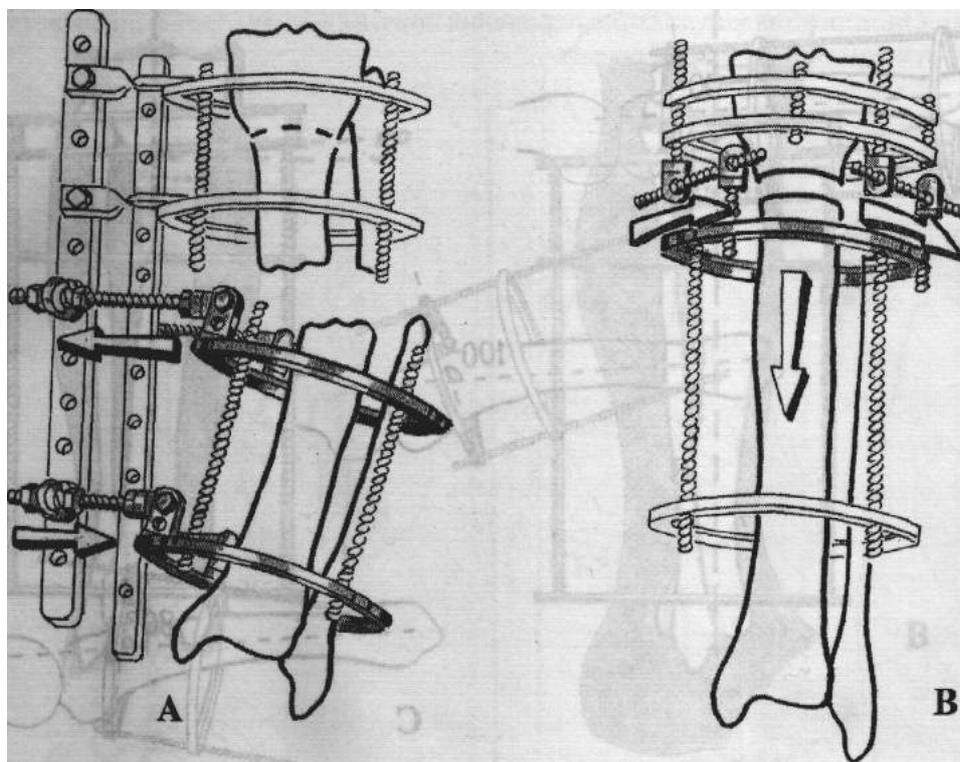


Рис. 3-6

Схематическое изображение коррекции деформации голени. А — при несросшемся переломе с косым (режущего типа) смещением передаточное и стабилизирующее кольца (заштрихованы) несут комбинированную функцию корректирующих колец; после исправления оси кости вторым этапом намечено произвести остеотомию в проксимальном отделе (прерывистая линия) и достичь сращения методом перемещения свободного фрагмента с компрессией его к дистальному фрагменту. В — для одновременного исправления ротационного смещения и удлинения голени применяется метод деротации с последующим удлинением, при котором дистракционное кольцо (заштриховано) несет комбинированную функцию

Угол наклона 100 градусов, например, намного нарушает положение соседнего кольца. В результате этого одна его сторона смещается слишком близко к поверхности кожи, и возникают силы, направленные под неправильным углом (Рис. 3-7 В, С).

Определяя правильный наклон кольца, хирург должен учитывать массу мягких тканей на сегменте конечности. Необходимо учитывать, что кольцо фиксируется не вокруг геометрического центра и не вокруг осевого центра кости, а вокруг анатомического центра сегмента. Форма мышечного массива с подкожным жировым слоем может смутить хирурга и заставить его изменить угол наклона. В некоторых случаях это усугубляется наличием дефекта мягких тканей или рубцами на них. Единственный путь избежать этой ошибки — четко представлять позицию кости или контролировать ее с помощью рентгенограммы.

Во время удлинения конечности физиологическое напряжение разных групп мышц может повлиять на отклонение дистального фрагмента от правильной оси. Это должно учитываться при установлении угла наклона основного проксимального кольца.

Передняя большеберцовая мышца, длинный разгибатель пальцев стопы и длинный разгибатель большого пальца имеют тенденцию смещать дистальные фрагменты костей голени наружу, а задняя группа мышц (в особенности камбаловидная, трехглавая и задняя большеберцовая) имеют тенденцию смещать их кзади. При удлинении голени эти силы способны сместить фрагменты в положение вальгуса и антекурвации.

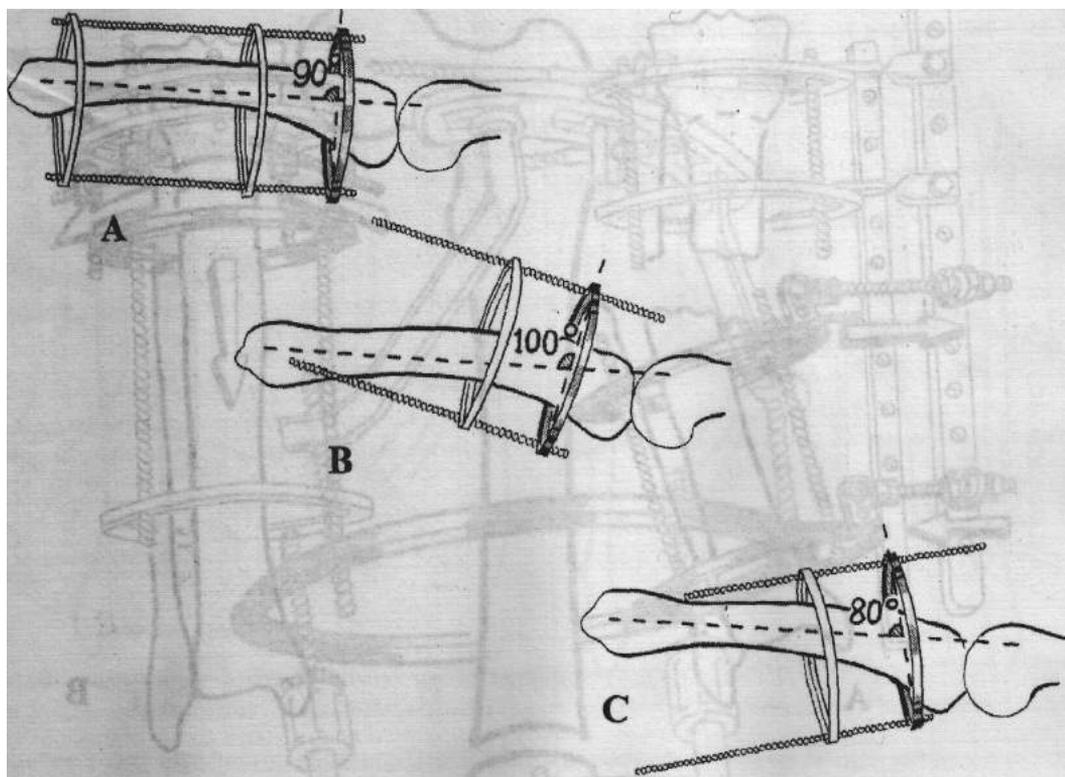


Рис. 3-7

Угол наклона опорных колец, представлен схематический боковой вид большеберцовой кости с рамой аппарата. А — при правильном уровне наклона —  $90^\circ$  — основного поддерживающего кольца (заштриховано) ось рамы параллельна продольной оси сегмента конечности (показана прерывистой линией). В, С — при отклонении угла наклона основного поддерживающего кольца (заштриховано) на  $10^\circ$  в ту или другую сторону ось рамы значительно отклоняется от продольной оси сегмента конечности

**Практический совет:** чтобы избежать возникновения этих деформаций, рекомендуется придать основному проксимальному поддерживающему кольцу положение небольшого наклона сразу при фиксации его к кости. Пять градусов варусного наклона и пять градусов разгибательного наклона кольца рекомендуются для профилактики смещения (Рис. 3-8 А, В). Для простоты выполнения этого следует помнить, что разница в 1 см высоты между медиальной и латеральной сторонами проксимального кольца и в 1 см высоты между передним и задним его краями соответствуют пяти градусам наклона. Это помогает при монтаже рамы заранее и при сборке ее во время операции.

При планировании удлинения бедра рекомендуется придать небольшой наклон проксимальной поддерживающей дуге (или арке). Напряжение приводящей группы мышц бедра имеет тенденцию придавать дистальному фрагменту угловое отклонение кнутри, а напряжение задней группы мышц бедра стремится придать ему угловое отклонение кзади. Эти силы способны придать удлиняемому бедру варусное и сгибательное отклонения. Избежать этого помогает фиксация дуги под углом 7-10 градусов в положении абдукции и 5-7 градусов в положении наклона переднего ее края в медиальную сторону (Рис. 3-9 А).

При планировании удлинения плечевой кости рекомендуется придать небольшой наклон проксимальному поддерживающему полукольцу с выгнутыми концами. Напряжение торакобрахиальной мышцы и средней ножки трехглавой мышцы имеет тенденцию придавать дистальному

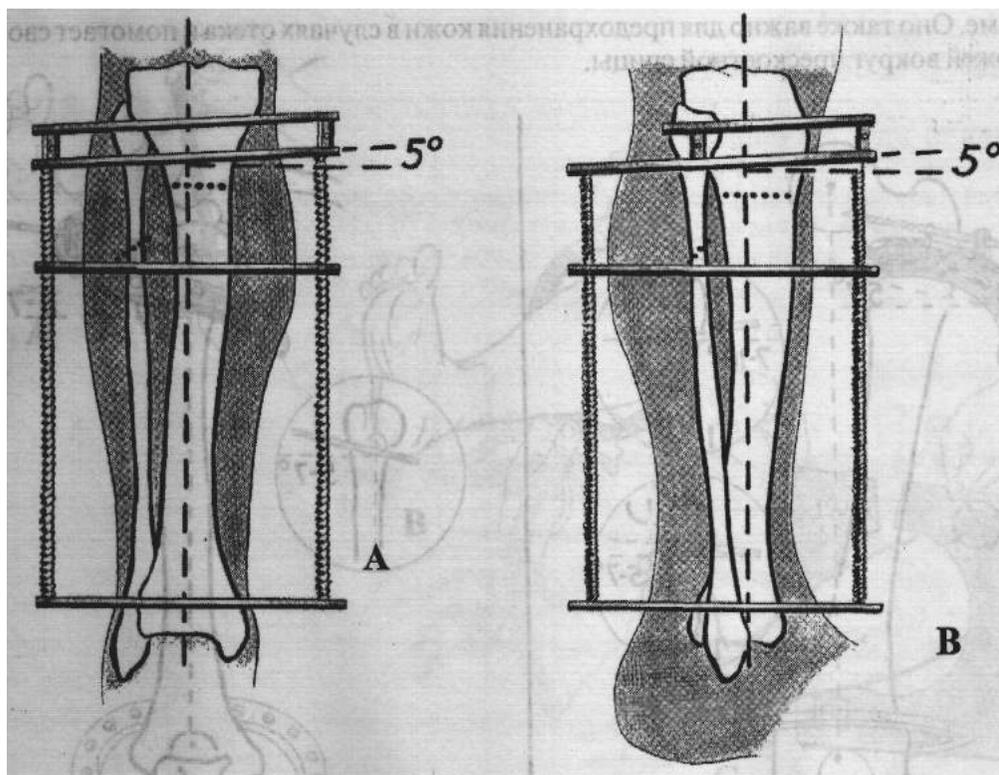


Рис. 3-8

Схематическое изображение в передней и боковой проекциях рамы из трех с половиной колец для удлинения голени; прерывистой линией показана ось конечности, точечной линией показан уровень остеотомии, А — для предотвращения вальгусного отклонения основное поддерживающее кольцо с параллельным полукольцом фиксированы в положении варуса на 5 градусов. В — для предотвращения сгибательного отклонения (антекурвации) основное кольцо фиксировано в положении рекурвации на 5 градусов

фрагменту угловое отклонение кнутри (варусное положение), что может отклонить удлиняемую кость в сторону. Наклона полукольца 5-7 градусов помогают избежать этой деформации.

При остеотомии в дистальной части кости нет необходимости в наклоне кольца. Мышечная сила слабее в местах ее прикрепления к дистальной части кости. К тому же основное проксимальное поддерживающее кольцо, расположенное выше этого уровня, всегда достаточно устойчиво, чтобы противостоять этим слабым силам.

## ПРОСТРАНСТВО МЕЖДУ ПОВЕРХНОСТЬЮ КОЖИ И КОЛЬЦОМ

Независимо от уровня и наклона любого из колец рамы, между внутренним его краем и поверхностью кожи должен оставаться зазор, по крайней мере, в 3 см. Поскольку диаметр сегментов конечностей различен на разных уровнях, этот зазор тоже может быть различным. В таких случаях он высчитывается по самой толстой части мягких тканей. На более тонких уровнях конечности зазор между кольцом и поверхностью кожи может быть 4, 5 и даже до 6 см.

Пространство между кольцом и поверхностью кожи дает хирургу во время операции возможность более свободных манипуляций с болтами и гайками, свободного проведения нарезных стержней через отверстия колец и большей свободы для присоединения дополнительных

частей к раме. Оно также важно для предохранения кожи в случаях отека и помогает свободному уходу за кожей вокруг чрескостной спицы.

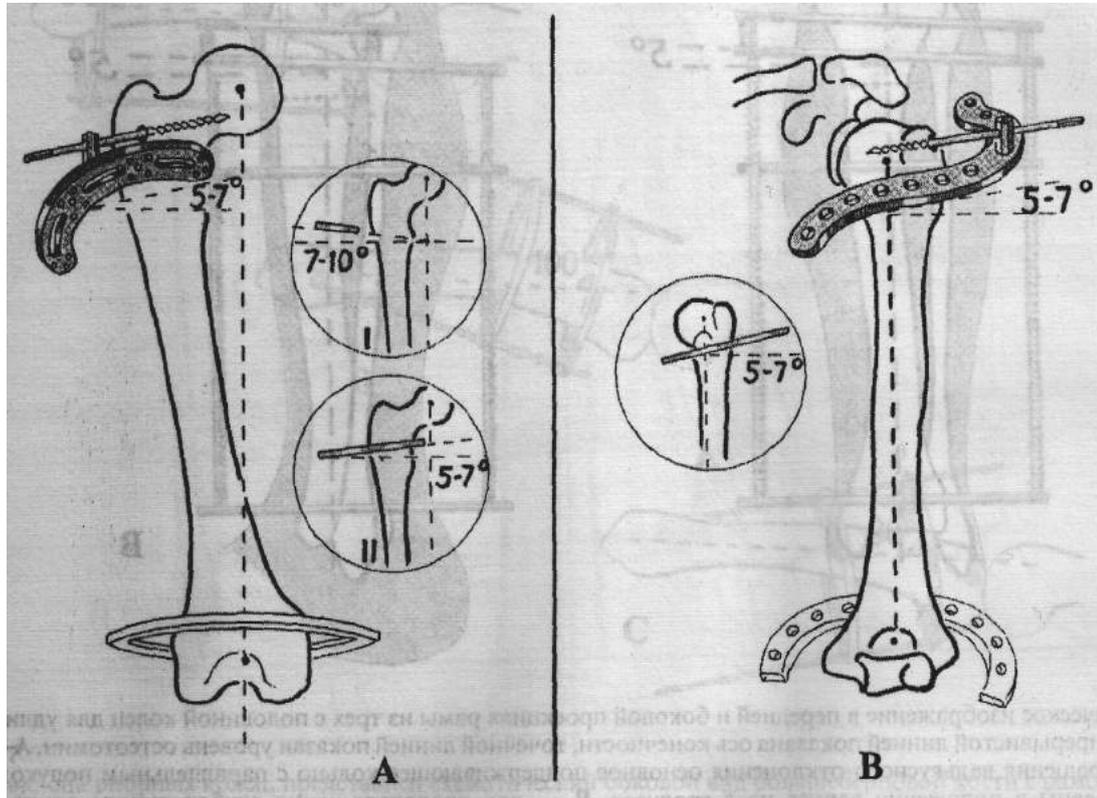


Рис. 3-9

Схематическое изображение положения проксимальной опорной рамы при удлинении. А — проксимальная дуга-рама на бедре фиксирована в положении 7-10 градусов абдукции и 5-7 градусов смещения кпереди. В — проксимальное полукольцо с изогнутыми концами на плече фиксировано в положении вальгуса на 5-7 градусов

Есть три способа для гарантирования адекватного пространства между кольцами и поверхностью кожи конечности.

Первый способ состоит в измерении ширины конечности в местах предполагаемого расположения колец сантиметровой лентой. Измерение производится во фронтальной и сагиттальной плоскости. Учитывается только ширина самой толстой части конечности. К нему прибавляется 6 см. Цифра суммы и является внутренним размером колец для рамы (Рис. 3-10 А).

Второй способ состоит в примерке кольца к самой толстой части конечности с сохранением 3 см зазора между ним и поверхностью кожи по всей окружности. Этот способ чаще применяется при монтаже рамы во время операции (Рис. 3-10 В).

Третий способ состоит в применении стандартных измерительных пластмассовых шаблонов, выпускаемых американской фирмой Smith and Nephew. Круглые вырезы на этих шаблонах соответствуют размерам колец. Это самый простой и быстрый способ (Рис. 3-10 С).

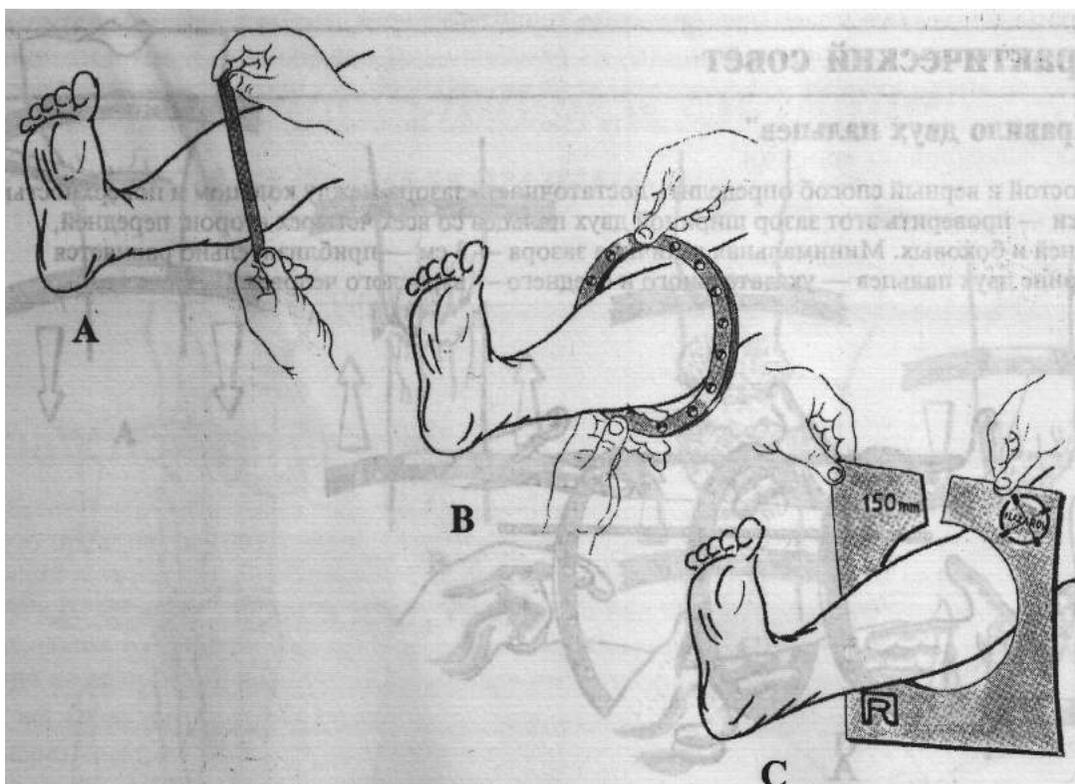


Рис. 3-10

Методы измерения поперечного диаметра голени для правильного подбора размера колец. А — измерение сантиметровой лентой с прибавлением 6 см. В — измерение кольцом. С — измерение шаблоном

## РАСПОЛОЖЕНИЕ КОЛЬЦА НА УРОВНЕ ОСТЕОТОМИИ (КОРТИКОТОМИИ), ПЕРЕЛОМА И НЕСРОСШЕГОСЯ ПЕРЕЛОМА

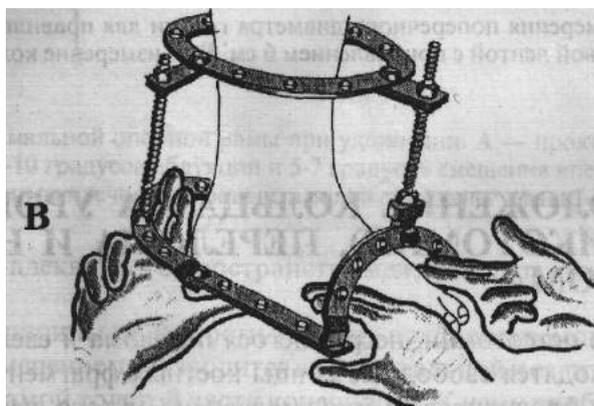
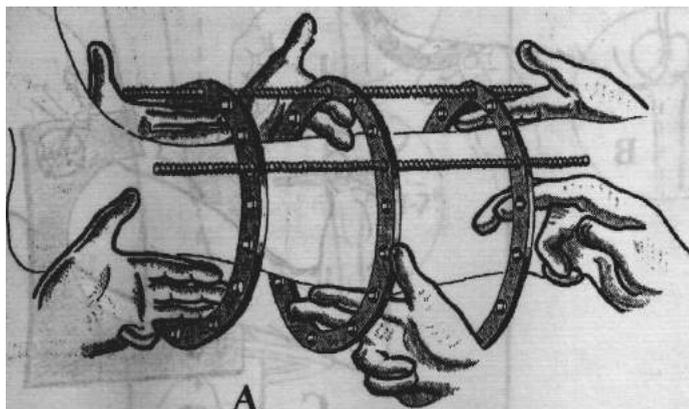
На уровне остеотомии, несросшегося перелома и свежего перелома со смещением обломков всегда находятся свободные концы костных фрагментов. При наложении аппарата стабильность этих фрагментов во многом зависит от того, на каком расстоянии от них фиксированы и как расположены его кольца. Учитывая предстоящие усилия distraction, компрессии, выпрямления или деротации, прилагаемые к концам фрагментов костей, — чем кольцо расположено ближе к ним, тем они более устойчивы во время этих перемещений. В то же время, структура костей на концах фрагментов всегда ослаблена за счет микропереломов при переломах и остеотомии или местного остеопороза в результате длительного несращения, а иногда, к тому же, имеет форму заостренного тонкого конуса («сосулькообразный конец»). С учетом этих изменений необходимо сохранение структуры концов. Поэтому distractionно-компрессионное кольцо должно размещаться на некотором расстоянии от свободных концов фрагментов (Рис. 3-11, А-Д).

Как правило, кольца аппарата должны быть расположены не ближе, чем в 2 см от концов фиксируемых фрагментов, но и не дальше 4-5 см от них. Хирург должен учитывать все факторы и находить для колец в каждом случае оптимальный уровень.

## Практический совет

### "Правило двух пальцев"

Простой и верный способ определить достаточность зазора между кольцом и поверхностью кожи — проверить этот зазор шириной двух пальцев со всех четырех сторон: передней, задней и боковых. Минимальная величина зазора — 3 см — приблизительно равняется ширине двух пальцев — указательного и среднего — взрослого человека.



А — рама из трех колец на голени. На уровне каждого кольца со всех сторон показаны пальцы рук хирурга между кольцами и поверхностью кожи голени. При обычной минимальной величине зазора в него свободно входят концы двух пальцев. Только на передней стороне основного проксимального кольца зазор может быть меньше, поскольку на этом участке кость находится непосредственно под кожей и не покрыта массивом мышц и жирового слоя. На уровне дистального кольца по боковым и задней поверхностям зазор может быть больше ширины двух пальцев, поскольку здесь конечность имеет наименьший диаметр. В — компонент рамы для стопы с голеностопным суставом; зазор между кольцами и поверхностью кожи везде равняется ширине двух пальцев хирурга

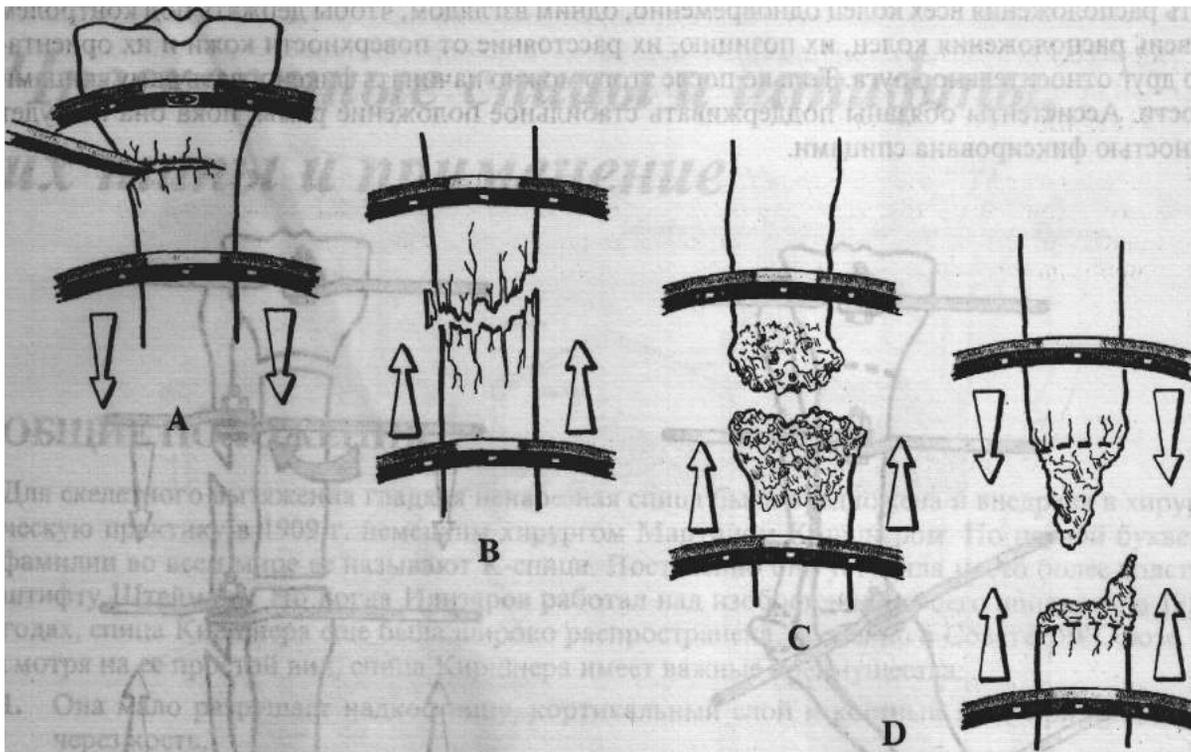


Рис. 3-11

Четыре изображения части диафиза кости с различной патологией и положение колец проксимально и дистально к уровню концов фрагментов. А — при производстве остеотомии (кортикотомии) на обоих фрагментах образуется сеть микротрещин кости; оба кольца должны быть фиксированы близко к линии остеотомии, но на некотором расстоянии от трещин. В — при свежем поперечном или косом переломах на обоих фрагментах образуются микротрещины; оба кольца должны быть фиксированы близко к линии перелома, но на некотором расстоянии от этих трещин. С — при несросшемся переломе на концах обоих фрагментов развивается остеопороз, и образуются хрящеподобные рубцы; оба кольца должны быть фиксированы близко к линии несращения, но на определенном расстоянии от измененных концов, т. е. на уровне кости с полноценной структурой. D — при несросшемся переломе с образованием на концах заостренного тонкого конуса ("сосульки") показана резекция острых вершин (прерывистая линия на рисунке); расположение колец должно быть на уровне кости с полноценной структурой

## ОРИЕНТАЦИЯ КОЛЕЦ

Независимо от уровня, наклона и направления разных колец одной и той же рамы, они должны быть ориентированы по отношению друг к другу так, чтобы соединения полуколец находились на одной и той же прямой линии (Рис. 3-12 А). Такая ориентация располагает соответствующие отверстия всех колец также по прямой линии и облегчает этим их соединение, особенно нарезными стержнями. Еще важнее то, что такая ориентация устанавливает правильное соотношение линии соединения колец с продольной осью кости. Например, в случае ротационного смещения (поворота фрагмента вокруг оси) ориентация колец помогает контролировать производимую деротацию. Сравнивая ориентацию двух соседних колец выше и ниже уровня ротационного смещения, можно контролировать объем деротации (Рис. 3-12 В).

**Практический совет:** при пользовании предварительно смонтированной рамой (она надевается на сегмент конечности целиком) для хирурга чрезвычайно важно проверить правиль-

ность расположения всех колец одновременно, одним взглядом, чтобы держать под контролем уровень расположения колец, их позицию, их расстояние от поверхности кожи и их ориентацию друг относительно друга. Только после этого можно начинать фиксировать раму спицами к кости. Ассистенты обязаны поддерживать стабильное положение рамы, пока она не будет полностью фиксирована спицами.

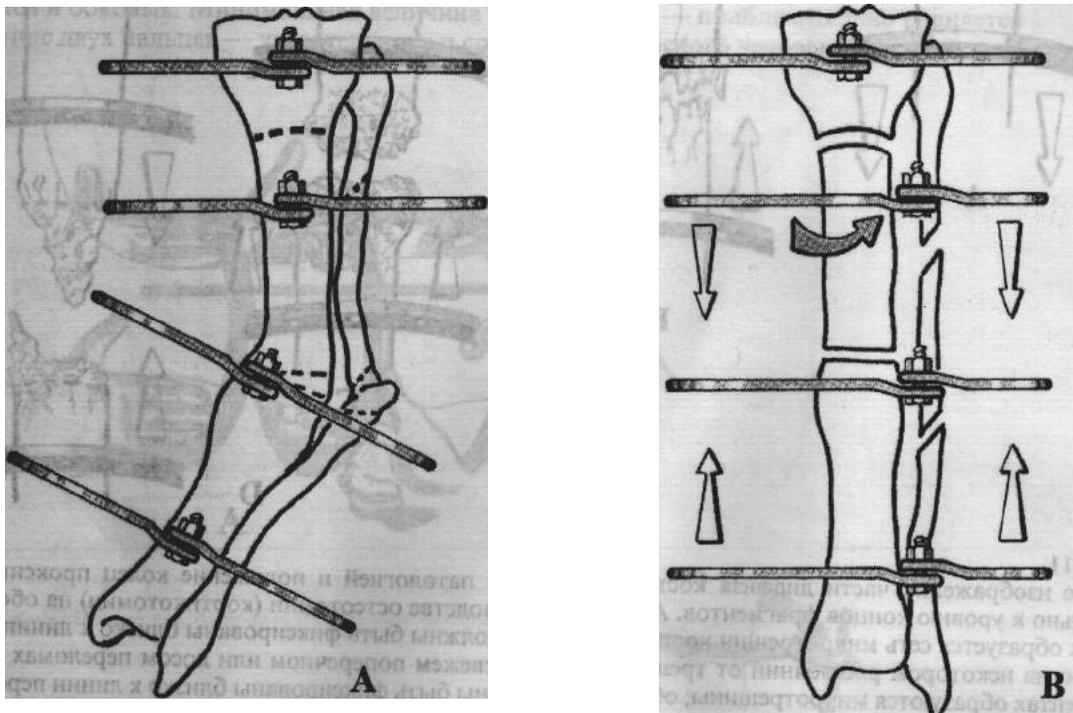


Рис. 3-12

Ориентация опорных колец рамы. А — схематическое изображение костей голени с наложенной рамой из четырех колец и неправильно сросшимся переломом с варусной деформацией и ротацией кнутри; прерывистой линией показаны уровни остеотомии. Кольца на разных уровнях и под разным углом ориентированы так, что все соединения полуколец находятся на одной линии. В — вид той же самой голени после выпрямления и деротации; стрелки показывают направления перемещений фрагментов; соединения полуколец ниже уровня проксимальной остеотомии смещены кнаружи и находятся на одной прямой линии, в то время как соединение проксимального кольца осталось на прежнем месте (результат ротации кнаружи)

При монтировании рамы во время операции все эти факторы должны проверяться хирургом постоянно до полного собирания рамы по компонентам. На долю ассистентов при этом выпадает еще более трудная задача стабилизации конечности и компонентов рамы до ее полной фиксации спицами.

# *Чрескостные спицы и штифты, их типы и применение*

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Для скелетного вытяжения гладкая ненарезная спица была предложена и внедрена в хирургическую практику в 1909 г. немецким хирургом Мартином Киршнером. По первой букве его фамилии во всем мире ее называют К-спица. Постепенно она уступила место более толстому штифту Штеймана. Но когда Илизаров работал над изобретением своего аппарата, в 1950-х годах, спица Киршнера еще была широко распространена, особенно в Советском Союзе. Несмотря на ее простой вид, спица Киршнера имеет важные преимущества:

1. Она мало разрушает надкостницу, кортикальный слой и костный мозг при проведении через кость.
2. При правильном натяжении спица гасит вибрацию и благодаря своей эластичности предотвращает разрушение кости и окружающих мягких тканей.
3. После ее удаления в тканях остаются минимальные отверстия, которые быстро заживают.
4. Благодаря малому диаметру проделанные спицей отверстия в тканях предоставляют минимальную опасность для наружного загрязнения и инфекции.

Но по сравнению с более толстым штифтом спица менее прочна. Это частично преодолевается тем, как спица проходит через кость и как она фиксирована к кольцу. Две-три спицы, проведенные через кость на одном и том же уровне в нескольких направлениях, почти полностью замещают продольную жесткость штифта. Фиксация каждой такой спицы на обоих концах и с большим натяжением усиливает их совместную прочность. Основная эластичность спицы при этом теряется, но незначительная эластичность все-таки остается. Комбинация сильного натяжения и эластичности является главным преимуществом чрескостной фиксации спицами.

Вначале Илизаров применял спицы для своего фиксатора потому, что они были доступны. Однако вскоре он открыл, что фиксация спицами с ограниченной эластичностью приводит к более быстрому формированию и созреванию «костной мозоли» при переломах. Дальнейшие его исследования показали, что благодаря ограниченной эластичности натянутые спицы активируют пьезоэлектрический эффект в близлежащих клетках костного мозга, кортикальной кости и вновь сформированном регенерате.

Потенциал клеточной мембраны различается в электрических зарядах внутри и снаружи клетки. Установлено, что электрический ток в клетке может избирательно стимулировать ионные каналы. При стимуляции тканей эластическими микродвижениями, производимыми спицами, происходит активизация нервного импульса. Нервные импульсы помогают контролировать прохождение электрических зарядов через клетки, активизируя этим ионные каналы.

Точный механизм воздействия эластических микродвижений на образование клеток неизвестен. Илизаров считал его аналогичным механизму новообразования клеток в зонах роста плода. Он предложил для этого явления термин «стресс напряжения» (Рис. 4-1).

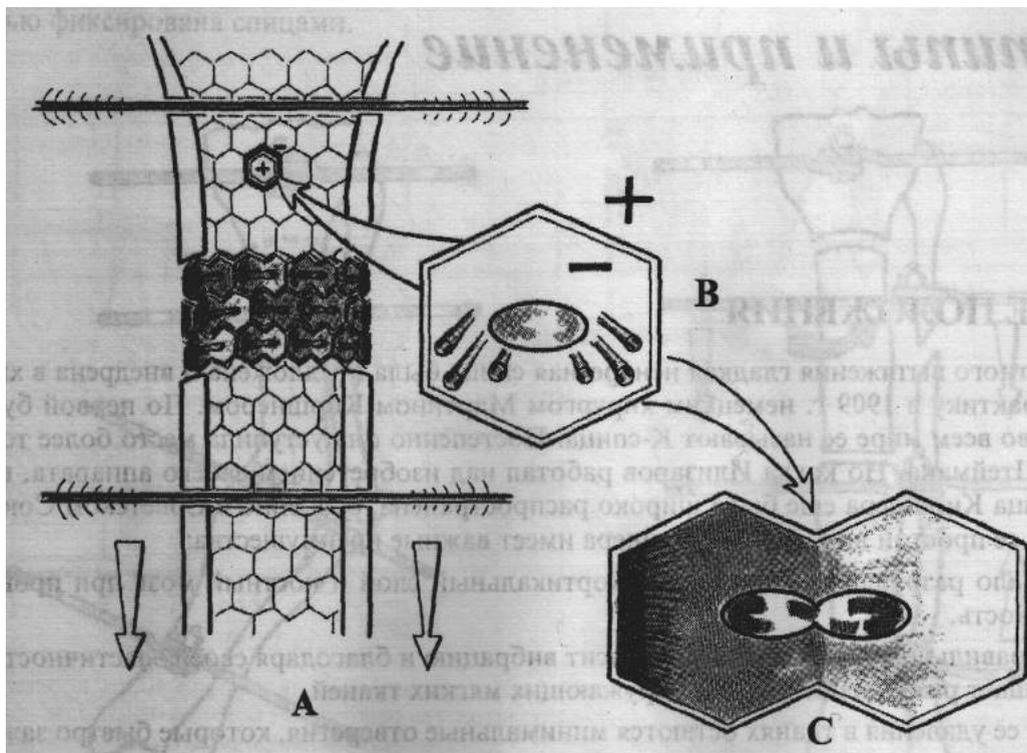


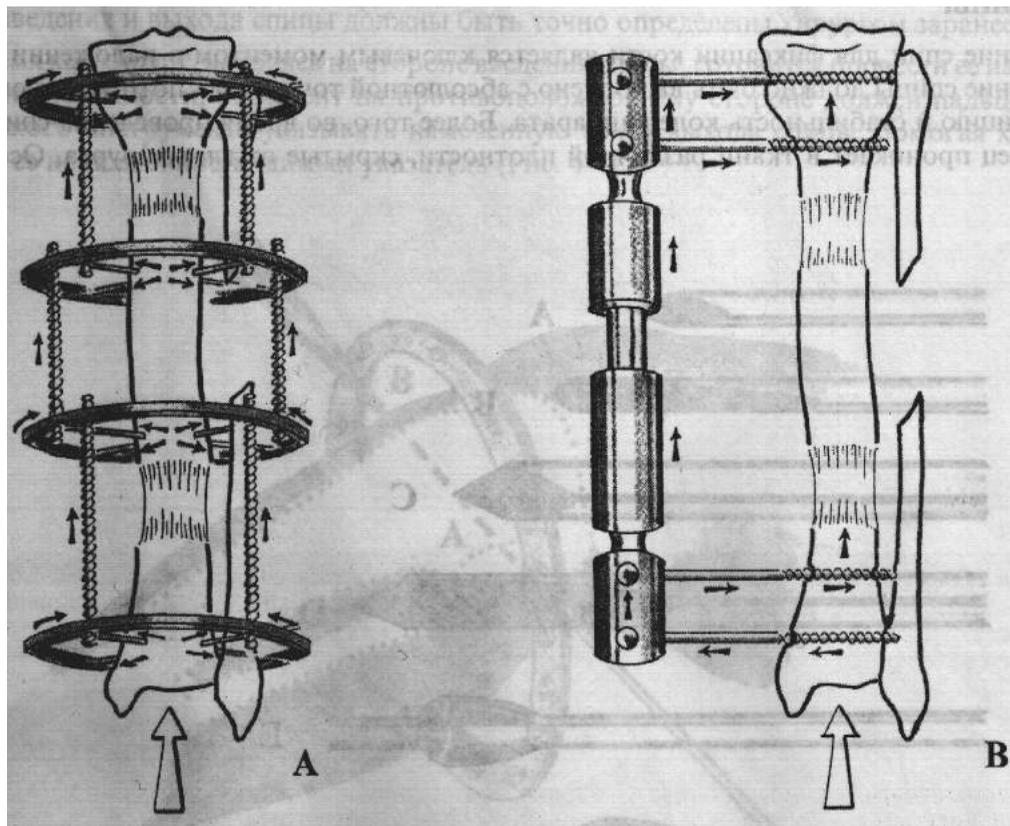
Рис. 4-1

Схематическое изображение стимулирующего эффекта микродвижений чрескостной спицы на ионные каналы костной клетки и возникающий в результате дистракции быстрый митоз в костных клетках, ведущий к новообразованию кости. А—разрез сегмента кости в процессе дистракции (направление дистракции показано вертикальными стрелками) с двумя чрескостными спицами и множественными шестигранными клетками костного мозга; зона костного новообразования показана заштрихованными клетками в стадии телофазы процесса митоза. Одна клетка костного мозга с положительным электрическим зарядом внутри выделена темной каймой. В—увеличенное изображение той же деполаризованной клетки костного мозга с избирательно стимулированными микротрубками и ядром. Микротрубки представляют собой ионные каналы в стадии активации. Заряд внутри клетки на этой стадии отрицательный, в то время как заряд снаружи — положительный. С—та же самая клетка костного мозга, показанная в стадии телофазы ее митоза с ускоренным делением ядра и цитоплазмы

Может показаться загадочным, что тонкие спицы Киршнера способны выдерживать громадную силу осевой нагрузки в течение многомесячного лечения и способны выносить силы компрессии и дистракции — при этом не ломаясь и не прорезая кость. Дело в том, что комбинация натянутых чрескостных спиц в соединении с кольцом создает более слабую аксиальную жесткость и меньшую нагрузку по оси, которая распределяется на все части рамы, по сравнению с одноплановыми наружными фиксаторами с более толстыми штифтами вместо спиц. В то же время илизаровский циркулярный фиксатор имеет более высокую сопротивляемость к сгибающим силам (Рис. 4-2).

Чрескостные спицы, взаимодействуя с кольцами в стабилизации костных фрагментов, имеют наилучшие биомеханические характеристики среди других наружных фиксаторов. В дополнение к функции структурной опоры аппарата по спицам передаются от колец к кости силы дистракции и компрессии, а также через них производятся все репонирующие движения, необ-

ходимые для сопоставления фрагментов. По существу, спицы представляют собой части аппарата, которые определяют ход лечения и его результат.



**Рис. 4-2**

Схематическое изображение сравнительного распределения осевой нагрузки на раму кольцевого аппарата Илизарова (А) и на дистракционное устройство однопланового аппарата наружной фиксации (В) при удлинении голени. Стрелками показано направление нагрузки. А—балансируемые циркулярно распределяющиеся силы осевой нагрузки повторяют биомеханическую направленность сил нормально функционирующей кости. В — односторонне направленные силы прилагают чрезмерную нагрузку на поперечно просверленную толстыми штифтами кость в двух поперечных планах

Илизаров внес несколько модификаций в спицы Киршнера для их использования в аппарате. Он предложил применять спицы двух диаметров: 1,8 мм для взрослых пациентов и 1,5 мм для детей (иногда можно применять и наоборот). Для просверливания твердого кортикального слоя кости больше подходят спицы со штыкообразным, скошенным концом; для просверливания губчатой кости — спицы с коническим концом типа троакара. Для прочной стабилизации костных фрагментов применяют спицы-стопоры (с упорными площадками) — с овального вида расширением ближе к одному концу. Овальные стопоры (оливы) могут быть напаяны на спицу, но для гарантии прочности лучше служат оливы-стопоры, выточенные из одного блока со спицей. Длина спиц — 300 мм, 370 мм и 400 мм, что позволяет применять их с кольцами всех размеров.

В дополнение к спицам, а иногда вместо них применяют нарезные стержни двух типов и диаметров, и различной длины (Рис. 4-3).

## ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЧРЕСКОСТНЫХ СПИЦ

### Принципы

Проведение спиц для фиксации кости является ключевым моментом в наложении аппарата. Проведение спицы должно быть выполнено с абсолютной точностью, потому что оно определяет позицию и стабильность колец аппарата. Более того, во время проведения спицы ее острый конец проникает в ткани различной плотности, скрытые от глаз хирурга. Особенности

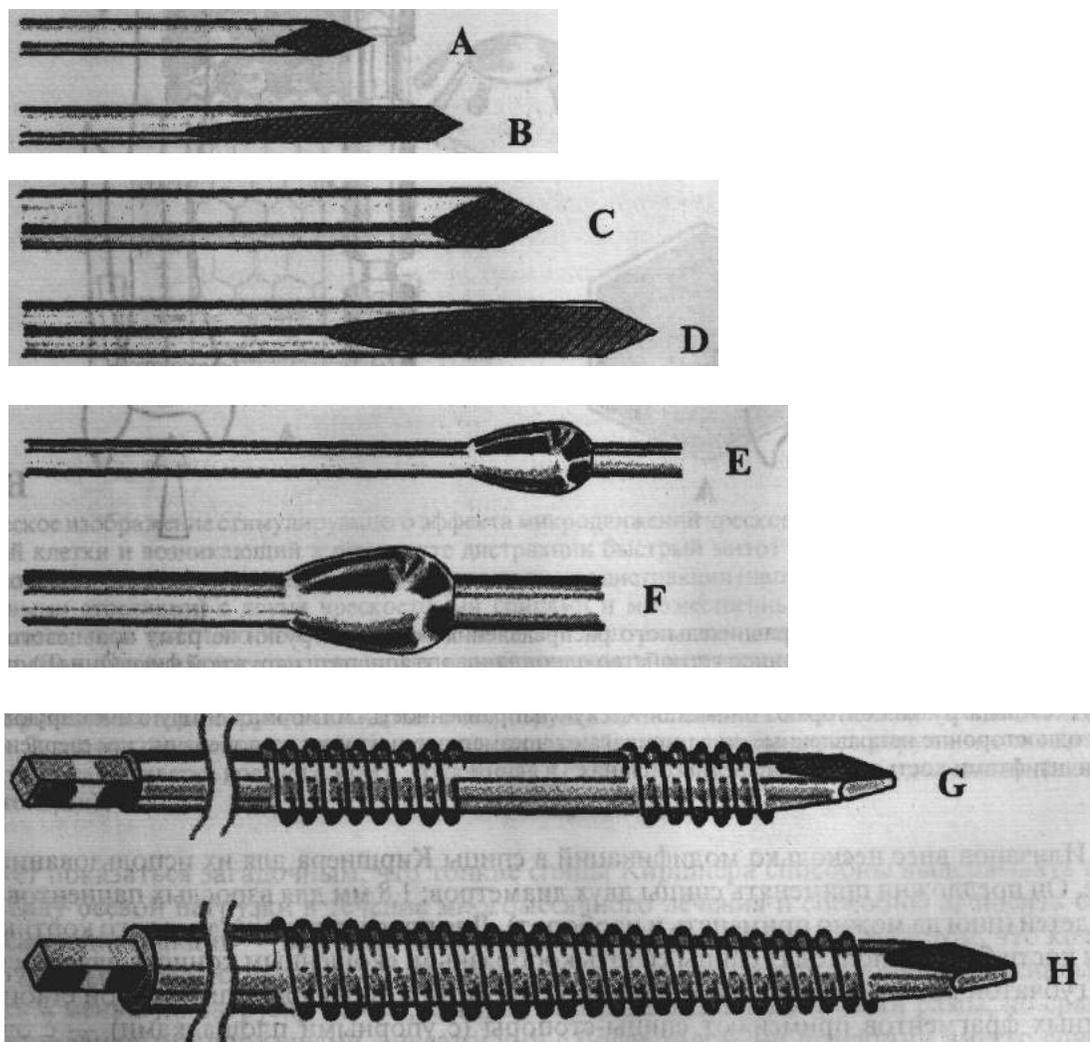


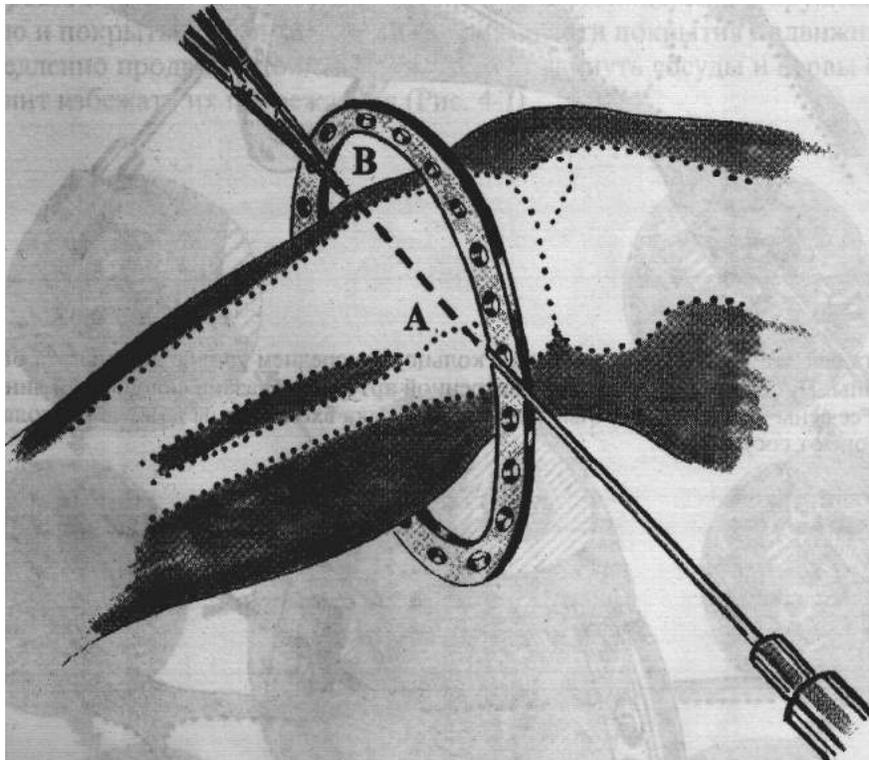
Рис. 4-3

Вид части чрескостных спиц и стержней, применяемых для фиксации с аппаратом Илизарова. А — 1,5 мм диаметром с наконечником типа троакара. В — та же спица с наконечником типа штыка. С — 1,8 мм диаметром спица с наконечником типа троакара. D — та же спица с наконечником типа штыка. Е — 1,5 мм диаметром спица с единообразным стопором. F — 1,8 мм диаметром спица с оливобразным стопором. G — стержень 4 мм диаметром с прерванной нарезкой на конце. H — стержень 5 мм диаметром со сплошной нарезкой на

этих тканей способны изменить траекторию спицы, приводя к повреждению жизненно важных структур (сосудов и нервов). Для наилучшего проведения чрескостной спицы необходимо следовать следующим правилам:

1. Точки введения и выхода спицы должны быть точно определены хирургом заранее.

В то время как хирург, находясь на стороне введения спицы, готовится провести ее насквозь через сегмент конечности, ассистент на противоположной ему стороне должен пальцем или концом тонкого инструмента указывать намеченную точку выхода спицы, помогая хирургу направлять ее на постоянно видимый указатель (Рис. 4-4).



**Рис. 4-4**

Вид части сегмента голени с коленным суставом и с кольцом на проксимальном конце голени в момент проведения спицы. (А) указывает точку введения спицы, (В) указывает точку выхода ее. Прерывистая линия указывает направление спицы в кости, через головку малой берцовой кости. Для выбора направления ассистент зажимом указывает хирургу точку выхода спицы

2. Входная и выходная точки проведения спицы должны располагаться на расстоянии, по крайней мере, 1,5-2 см от магистральных сосудов и нервов конечности. Это правило помогает избежать их повреждения или проведения спицы слишком близко от этих структур во избежание последующего образования аневризмы сосуда или невромы. Для достижения этого целесообразно перед операцией нарисовать на коже пациента линию прохождения артерии, определяя ее по пульсу. Магистральная вена и нерв обычно расположены вблизи нее, внутри фасциально-мышечного футляра, и способны смещаться на 0,5-1 см под сильным давлением пальца (Рис. 4-5).
3. Любая спица должна проводиться в одной плоскости с кольцом и предпочтительно на одной его стороне, или проксимально к проксимальной стенке, или дистально к дистальной стенке. Этому помогает простое направляющее устройство — свободно надетый (без

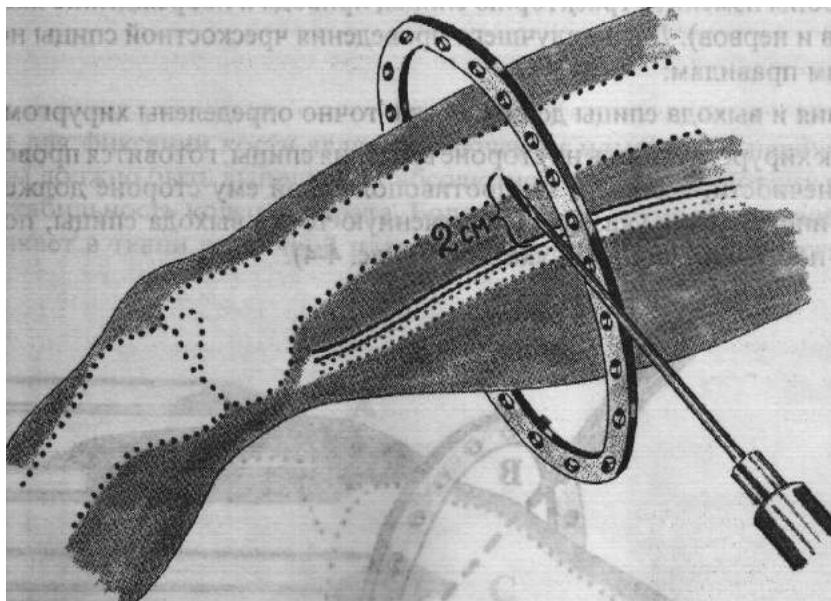


Рис. 4-5

Вид части сегмента бедра с коленным суставом и с кольцом на среднем уровне в момент проведения спицы с медиальной стороны. Проекция пульсирующей бедренной артерии показана сплошными линиями, проекция сопровождающей ее вены показана точечными линиями. Точка входа спицы должна располагаться не менее чем на 2 см в стороне от сосудов

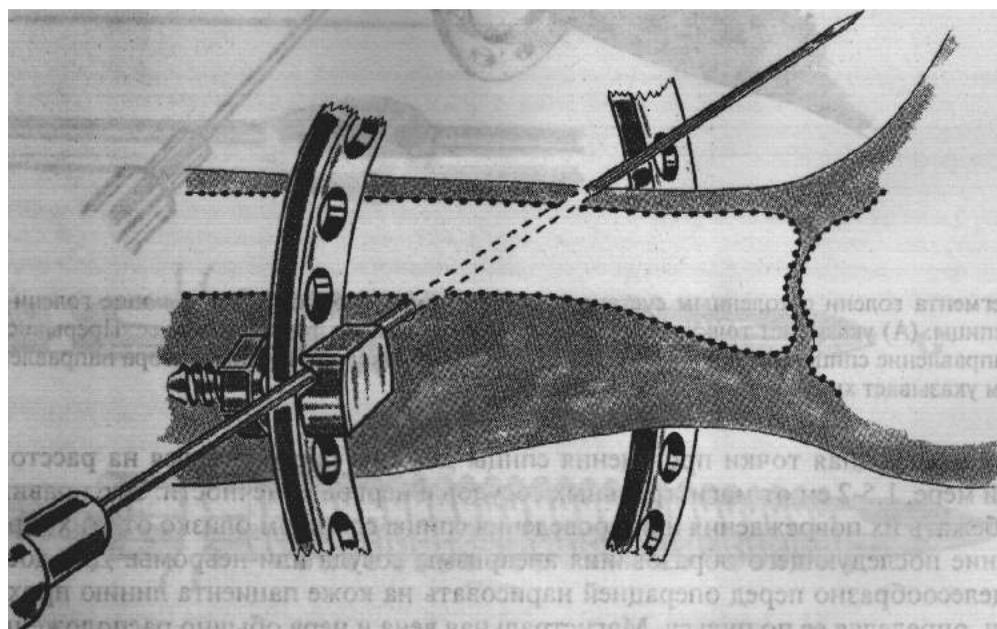


Рис. 4-6

Вид части сегмента голени с голеностопным суставом и с кольцом в нижней трети в момент проведения спицы. Кольцо показано с незатянутым фиксационным болтом. Спица проводится через продольный паз под головкой болта, который служит направляющим устройством и препятствует ее отклонению. Просверленный через кость канал показан прерывистой линией. При правильном проведении спица на стороне выхода располагается на той же стороне кольца, что и на входе, и проходит по краю отверстия кольца

затягивания) фиксационный болт с продольным пазом. Как только определен уровень проведения спицы, и ножка болта введена в отверстие на этом уровне, спица свободно проводится через паз и направляется параллельно стенке кольца (Рис. 4-6).

4. Спица должна просверливаться через ткани медленно, с несколькими остановками для остывания металла, чтобы избежать перегрева и ожога тканей, в особенности кожи и кости. Для этого рекомендуется применять электрическую дрель с медленными оборотами, не более 30-40 в минуту. Низкая скорость сверления и медленное проведение спицы позволяет сдвигать в сторону такие подвижные структуры мягких тканей как сосуды и нервы, помогая избегать их повреждения. Глубокие нервы и сосуды, проходящие вдоль трубчатых костей, хорошо защищены при медленном проведении спицы. Они окружены соединительной тканью и покрыты межмышечными фасциями. Эти покрытия подвижны на 0,5-1,5 см, и конец медленно продвигаемой спицы может отодвинуть сосуды и нервы со своего пути, что позволит избежать их повреждения (Рис. 4-7).

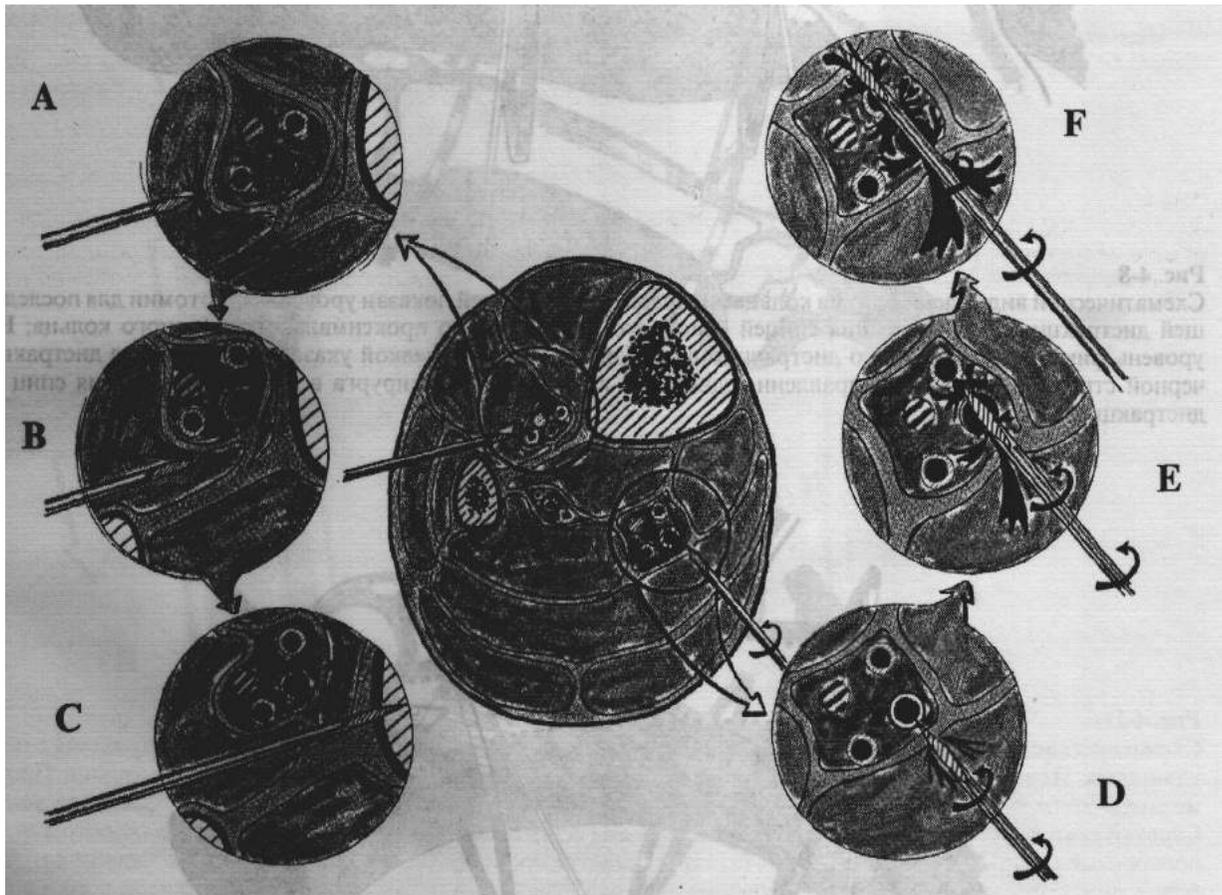
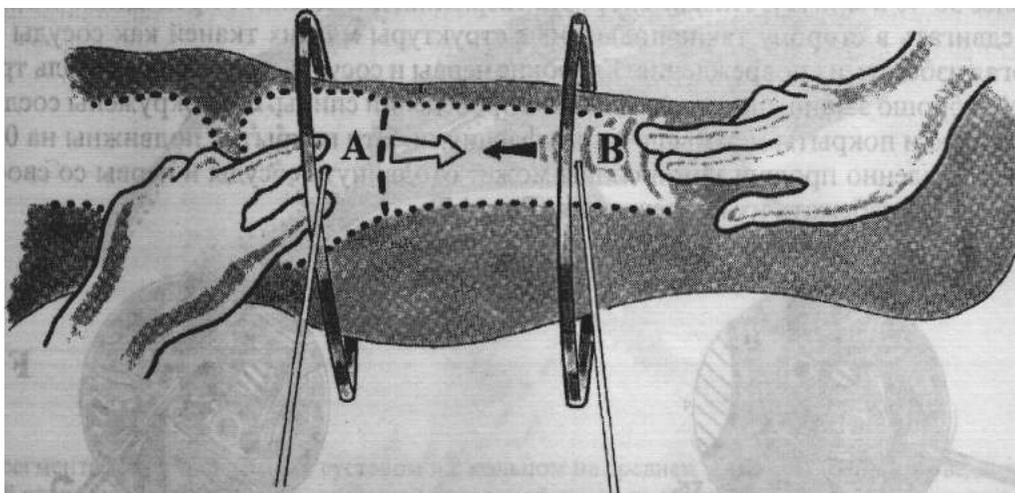


Рис. 4-7

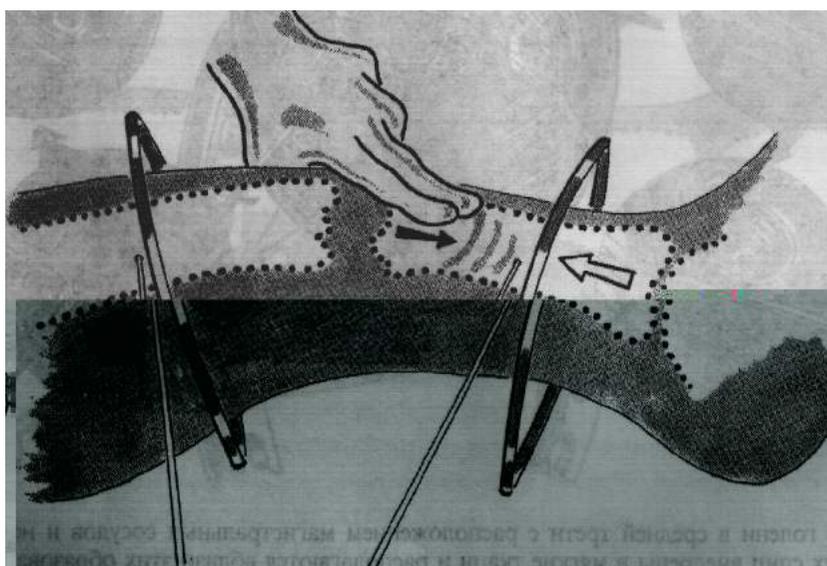
Поперечное сечение голени в средней трети с расположением магистральных сосудов и нервов, отмеченным кругами. Концы двух спиц внедрены в мягкие ткани и располагаются вблизи этих образований. Слева показан эффект медленного проведения спицы при малых оборотах сверления: А — конец спицы отжимает соединительнотканную стенку фасциального футляра, окружающего сосуды; В — отжав эту структуру в сторону, конец спицы прошел мимо, не задев сосуд; С — конец спицы вошел в кортикальную стенку кости, обойдя сосуды и нервы. Справа показан эффект проведения спицы при быстром сверлении (оно указано черными стрелками); D — конец спицы прошел — Прямо через соединительнотканную стенку и находится возле сосуда; E — конец спицы прошел через артерию, вызвав кровотечение; F — конец спицы проник через артерию и вену, усилив кровотечение

5. Чтобы обеспечить точность прокола кожи спицей па входе и выходе, кожа должна поддерживаться нажатием пальцев. Направление сдвигания кожи выбирается в зависимости от того, что намечено произвести. На уровне основного поддерживающего неподвижного кольца кожа лишь твердо удерживается на своем месте. При планировании дистракции кожа должна сдвигаться в сторону остеотомии (Рис. 4-8). При планировании компрессии



**Рис. 4-8**

Схематический вид голени с двумя кольцами, прерывистой линией показан уровень остеотомии для последующей дистракции. А — фиксация спицей основного неподвижного проксимального опорного кольца; В — уровень фиксации подвижного дистракционного кольца, Белой стрелкой указано направление дистракции, черной стрелкой показано направление сдвигания кожи пальцами хирурга в момент проведения спиц для дистракционного кольца



**Рис. 4-9**

Тот же вид голени, что и на рис 4-8. В этом случае показано несращение перелома, кольца аппарата наложены для компрессии отломков, белой стрелкой указано направления компрессии, черной стрелкой указано направление сдвигания кожи пальцами хирурга в момент проведения спиц для компрессионного кольца

кожа должна сдвигаться в сторону от уровня компрессии (Рис. 4-9). Сдвигание кожи предотвращает (или уменьшает) ее прорезывание спицами при дистракции или компрессии и избавляет пациента от излишней боли и образования рубцов.

6. При проведении спицы для предотвращения ограничения подвижности и контрактуры сустава мышцы должны находиться в положении максимального функционального удлинения. Чем ближе спица проходит к суставу, тем больше надо следовать этому правилу. Например, при проведении спиц в дистальной части голени стопе должно придаваться положение сгибания (подошвенной флексии), когда спица проводится через передние фасциально-мышечные футляры, а при проведении ее через задние фасциально-мышечные футляры стопа должна находиться в положении разгибания (тыльной флексии). Также целесообразно при этом придавать положение сгибания в коленном суставе (Рис. 4-10).

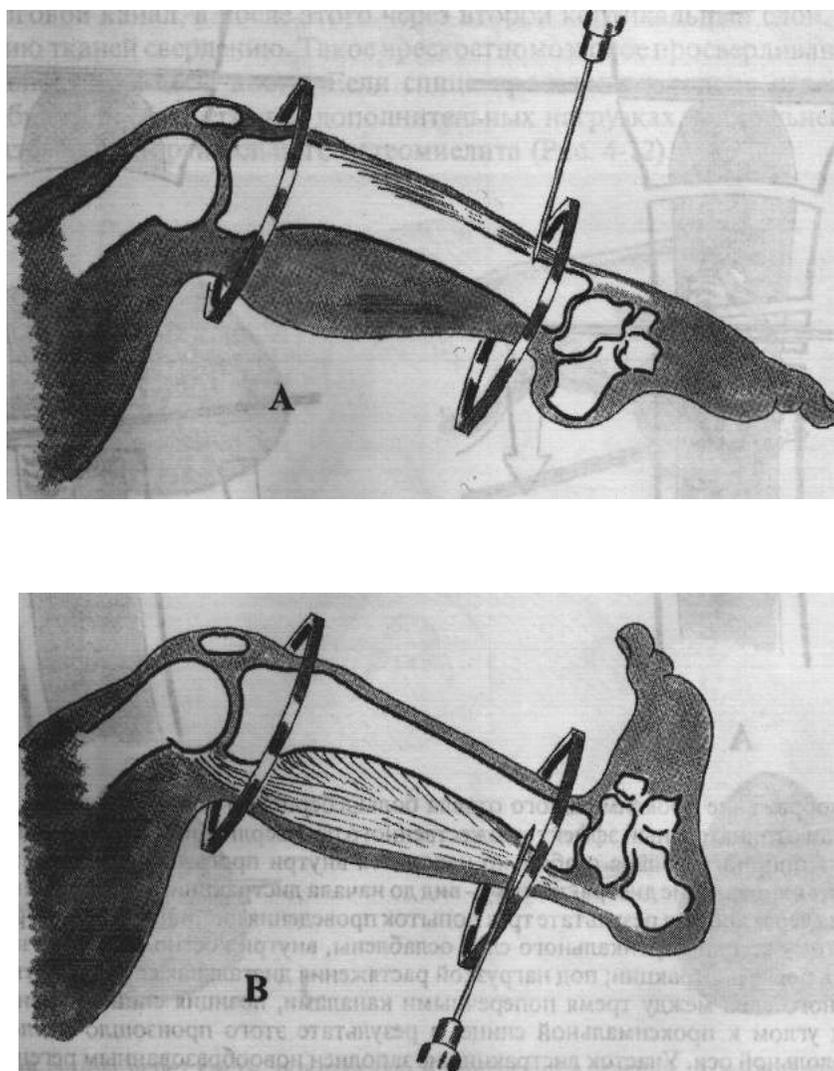
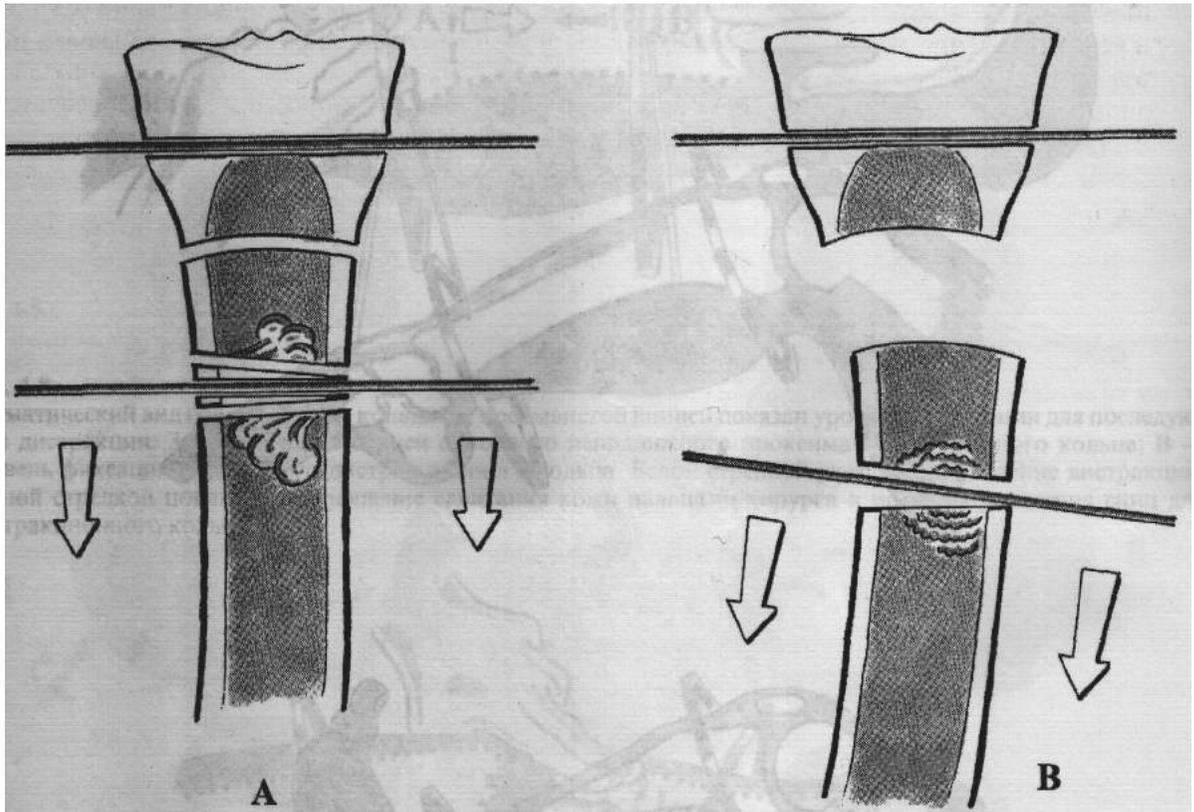


Рис. 4-10

Схематический вид голени с двумя кольцами, показано рекомендуемое положение стопы в момент проведения спицы на уровне дистального кольца. А — при проведении спицы через мышцы переднего отдела стопа устанавливается в положение сгибания. В — при проведении спицы через мышцы заднего отдела стопа устанавливается в положение разгибания. Коленный сустав при этом должен быть согнут

7. Каждая спица должна быть проведена через кость правильно и с первой попытки. Нужно следовать правилу: одна спица — одно просверливание. Множественные каналы как результат нескольких попыток просверливания разрушают кортикальную кость механическим путем и ожогом. Хирург должен иметь в виду, что множественные просверленные каналы на одном уровне при компрессии-дистракции способны ускорить дальнейшее разрушение кости на этом уровне и привести к ослаблению фиксации. В костномозговом канале множественные просверливания могут образовать гематому и нарушить местное кровообращение, что приводит к замедлению костеобразования и провоцирует возникновение инфекции (Рис. 4-11).



**Рис. 4-11**

Схематическое изображение проксимального отдела большеберцовой кости до и после дистракции с целью удлинения. Показан отрицательный эффект множественного просверливания кости на одном уровне. Проксимальная спица для опорного кольца стабильно находится внутри просверленного ею поперечного канала. Стрелки указывают направление дистракции. А — вид до начала дистракции; показана линия остеотомии. Три поперечные канала через кость, в результате трех попыток проведения дистальной спицы, расположены близко друг к другу; поэтому стенки кортикального слоя ослаблены, внутри костномозгового канала образовалась гематома. В — вид после дистракции; под нагрузкой растяжения дистальная спица разрушила тонкие перегородки кортикального слоя между тремя поперечными каналами, позиция спицы изменилась, и теперь она расположена под углом к проксимальной спице; в результате этого произошло отклонение дистального фрагмента от продольной оси. Участок дистракции не заполнен новообразованным регенератом, что явилось следствием рубцовых изменений в костном мозге на месте разрушения и гематомы

## Хирургическая техника проведения чрескостной спицы

С учетом приведенных выше семи правил, хирургическая техника проведения спицы состоит в следующем. Конец спицы проводится через кожу простым вколом. Далее, конец ее проводится через жировую клетчатку, фасцию и мышцы до упора в кортикальную кость. Этот этап производится без сверления. При ощущении упора в кость следует осторожными движениями на несколько миллиметров вверх и вниз по ее поперечнику убедиться, что конец спицы находится не на закруглении кости и не соскользнет с нее при просверливании. После этого следует начинать медленное просверливание. Для предупреждения сгибания спицы и для сохранения ее траектории хирург должен свободной рукой поддерживать спицу у места внедрения с помощью влажной марлевой салфетки. Важно почувствовать прохождение конца спицы через оба кортикальных слоя. Как только второй кортикальный слой будет пройден, сверление следует сразу прекратить. При правильном проведении спица проходит вначале через один кортикал, затем через костномозговой канал, а после этого через второй кортикальный слой. Это ощущается по сопротивлению тканей сверлению. Такое чрескостномозговое просверливание обеспечивает лучшую стабильность спицы в кости. Если спица просверлена только через кортикальный слой, она способна прорезать его при дополнительных нагрузках, а в дальнейшем это может привести к образованию кортикального остеомиелита (Рис. 4-12).

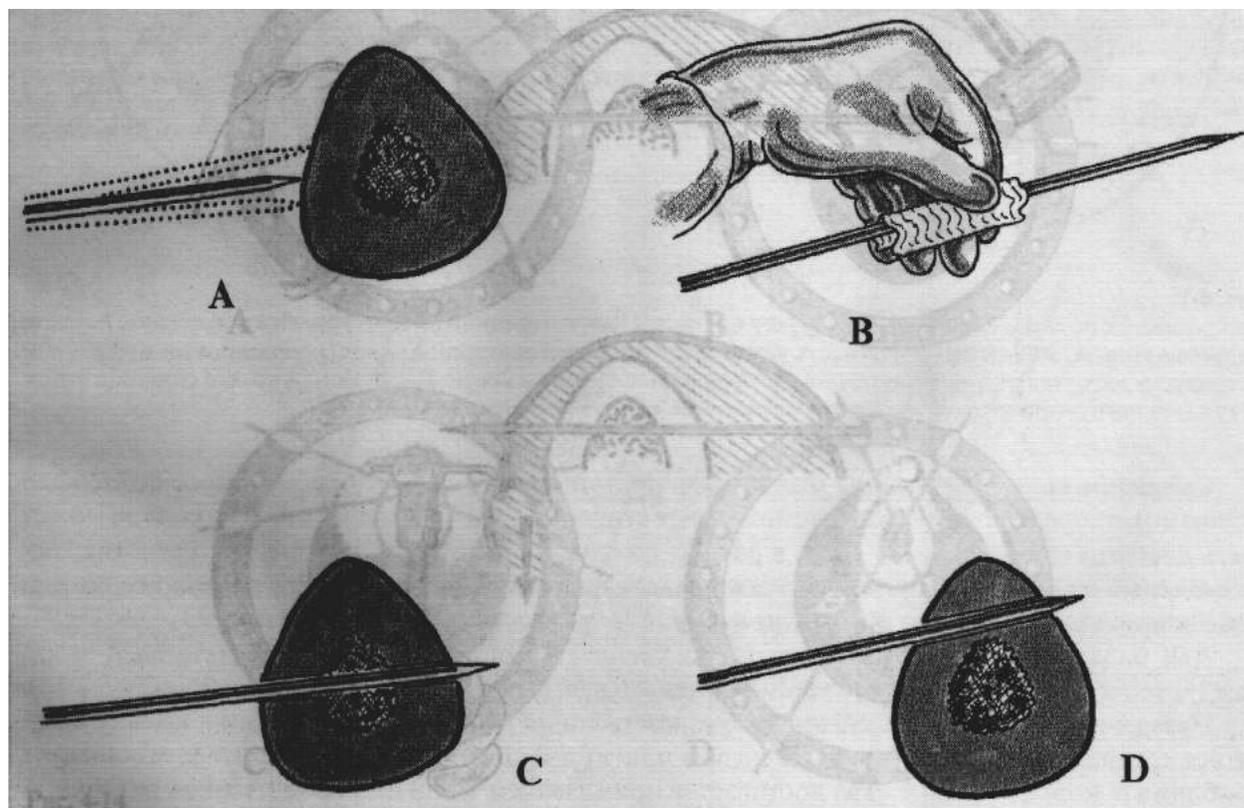


Рис. 4-12

Техника проведения спицы через кость, показанную в поперечном сечении. А — при упоре конца спицы в кортикальный слой следует осторожно продвинуть ее по поперечнику вверх и вниз на 2-3 мм для того, чтобы убедиться, что спица не находится на закруглении кости и не соскользнет при просверливании. В — хирург поддерживает наружную часть спицы с помощью влажной марлевой салфетки. С — правильно проведенная спица должна проходить через оба кортикальных слоя и через костномозговой канал кости. D — проведение спицы только через кортикальный слой не рекомендуется

После прекращения сверления следует слегка потянуть спицу рукой в обратном направлении. Если она не поддается потягиванию, она проведена правильно. Если она легко вытягивается обратно, сверление надо проводить снова на соседнем участке.

Проведение спицы заканчивается не сверлением, а легкими постукиваниями молотком по ее тупому концу, чтобы избежать ожога тканей. Сосуды и нервы на противоположной стороне должны быть сдвинуты в сторону пальцами хирурга. При медленном продвижении спицы в мягких тканях противоположной стороны важно ощутить ее конец в глубине мягких тканей. Этим проверяется правильность направления спицы. При приближении ее конца к коже спицу следует удержать на месте или пальцами, или с помощью простого устройства (Рис. 4-13).

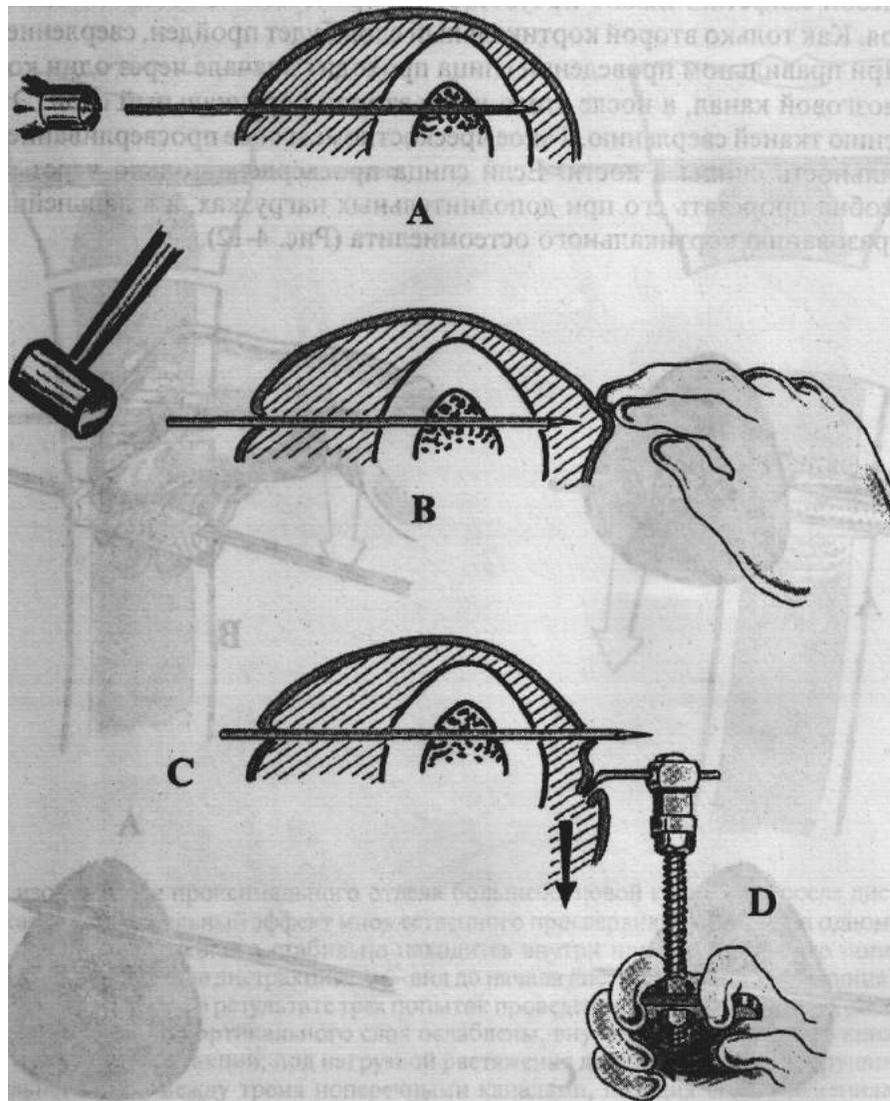


Рис. 4-13

Техника проведения спицы через мягкие ткани и кость, показанные в поперечном сечении. А — спица просверливается дрелью только до выхода из второй кортикальной стенки; В—спица проводится через мягкие ткани легкими ударами молотка, ассистент ощущает пальцами через кожу нахождение конца спицы; С — при выходе спицы кожа должна поддерживаться пальцами или импровизированным устройством-натягивателем кожи, состоящим из короткого нарезного стержня с прикрепленным к нему коротким острым концом спицы

Проведение спицы с помощью молотка продолжается до тех пор, пока оба ее выступающих конца не сравняются приблизительно по длине. Если спица несет на себе стопор (оливу), необходимо сделать разрез кожи, приблизительно 0,5 см на стороне стопора, а затем быстрым движением протянуть ее до упора этого стопора в кость.

Проведение спицы на этом заканчивается, следующим этапом она фиксируется к кольцу.

## РАСПОЛОЖЕНИЕ СПИЦ НА КОЛЬЦЕ

Стабильность кольца означает предупреждение смещений его в стороны, вверх и вниз и отсутствие качательных (режущих) движений. По-настоящему стабильное кольцо закреплено на кости так, как будто «срослось» с ней. Для достижения такого уровня стабильности кольцо должно быть фиксировано, по крайней мере, двумя или тремя спицами, проведенными под прямым углом друг к другу, и дополнительной спицей вне уровня кольца, но соединенной с ним при помощи кронштейнов (флажков). Однако такая идеальная фиксация редко достижима. Поскольку сосудисто-нервные стволы проходят близко к кости, провести спицы перпендикулярно

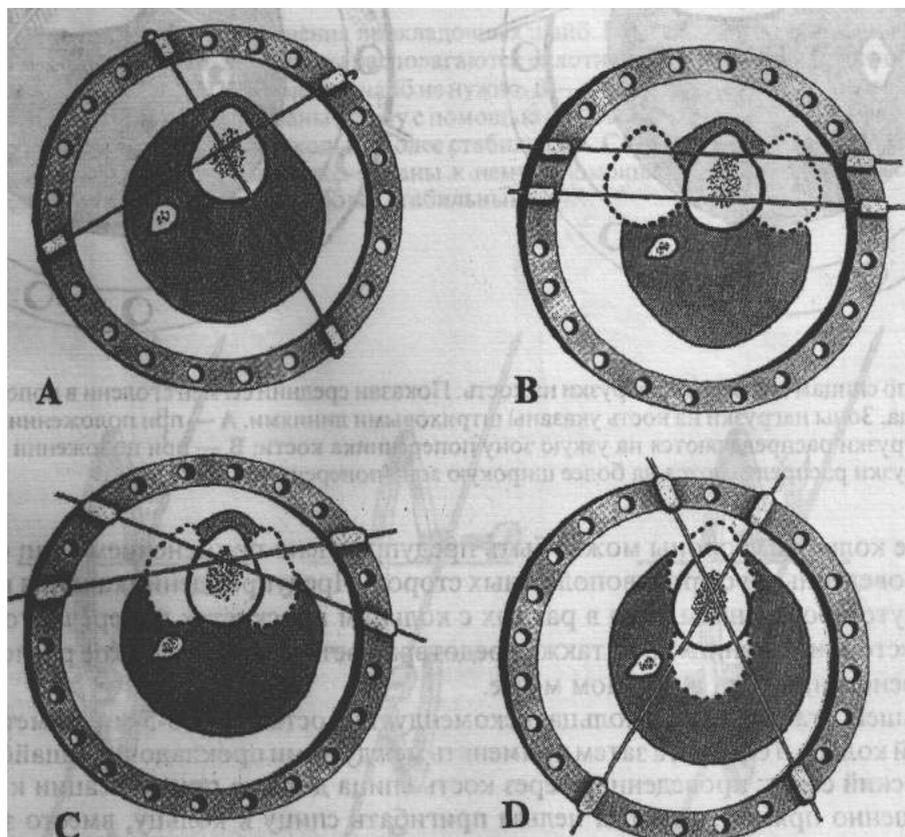
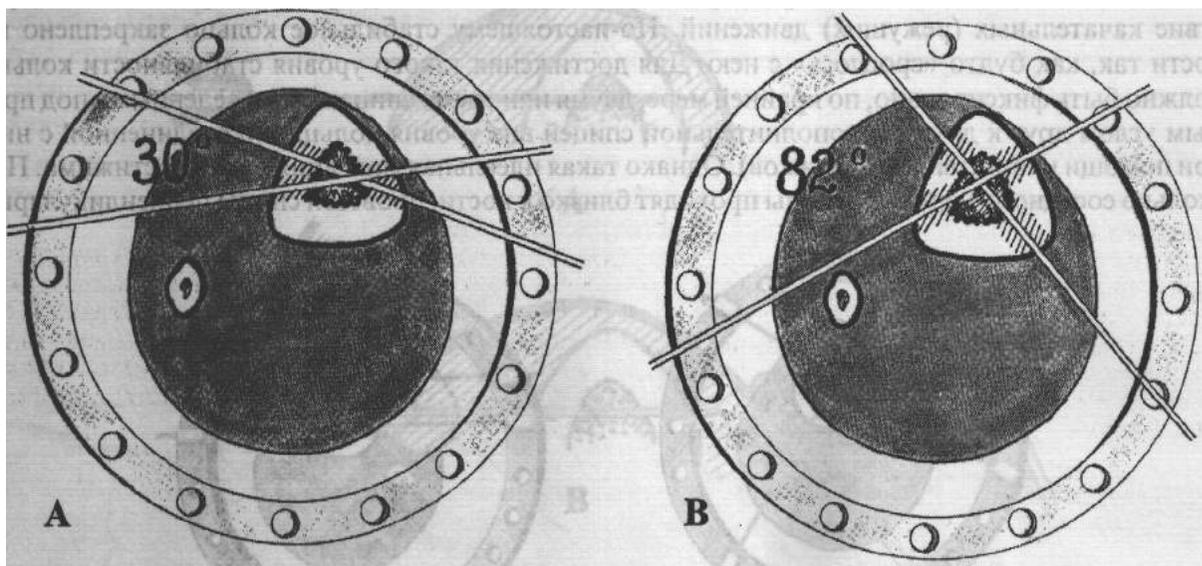


Рис. 4-14

Варианты расположения двух спиц на одном кольце. Показано поперечное сечение сегмента голени в средней трети на уровне кольца. Сплошной черной линией показано положение кости, прерывистой линией показано ее смещение. А—спицы проведены под углом 90 градусов друг к другу, фиксация кости стабильна; В—спицы проведены параллельно друг другу, кость может смещаться в обе стороны на полную ширину ее диаметра; С—спицы проведены горизонтально под углом 30 градусов друг к другу, кость может смещаться горизонтально на половину ширины ее диаметра; D—спицы проведены вертикально под углом 30 градусов друг к другу, кость может смещаться вперед и назад на половину ширины ее диаметра

друг к другу на одном уровне зачастую практически невозможно. Тем не менее, следует стараться проводить спицы под максимально большим углом на уровне каждого кольца. Если угол между ними менее 30 градусов, всегда возникает возможность для боковых или вертикальных смещений кольца. Если угол равен 30-45 градусам, возникает возможность качательных движений кольца (Рис. 4-14).

Помимо стабильности кольца, большой угол между спицами имеет второе преимущество: увеличивая площадь соприкосновения спиц с костью, он обеспечивает более равномерное распределение сил осевой и других нагрузок на нее. Такое распределение особенно важно при дистракционно-компрессионном методе лечения (Рис. 4-15).



**Рис. 4-15**

Распределение по спицам сил осевой нагрузки на кость. Показан средний сегмент голени в поперечном сечении на уровне кольца. Зоны нагрузки на кость указаны штриховыми линиями. А — при положении спиц под углом 30 градусов нагрузки распределяются на узкую зону поперечника кости; В — при положении спиц под углом 82 градуса нагрузки распределяются на более широкую зону поперечника кости

Смещение кольца в стороны может быть предупреждено применением спиц со стопорами (оливами), проведенными с противоположных сторон. Предупреждение качания кольца может быть достигнуто проведением спиц в разных с кольцом плоскостях поперечного сечения, так называемых «сторонних спиц». Это также предотвращает слишком близкое расположение или даже соприкосновение спиц в костном мозге,

Для большей стабильности кольца рекомендуется оставлять 3-5-миллиметровый зазор между стенкой кольца и спицей, а затем применять между ними прокладочные шайбы (Рис. 4-16).

**Практический совет:** проведенная через кость спица должна при фиксации к кольцу оставаться совершенно прямой; никогда нельзя пригибать спицу к кольцу, вместо этого следует приближать кольцо к спице. Это достигается применением шайб или кронштейнов различной высоты. Выбор детали зависит от величины зазора между спицей и кольцом. Пригибание спицы строго противопоказано, потому что оно приводит к натяжению кожи, вызывающему боль и способствующему некрозу кожи (Рис. 4-17).

На коже необходимо всегда оставлять расстояние, по крайней мере, 3 см между входами и выходами двух близко расположенных спиц. Это предупреждает натяжение кожи, боль и распространение инфекции, если она возникает в одном из спицевых каналов.

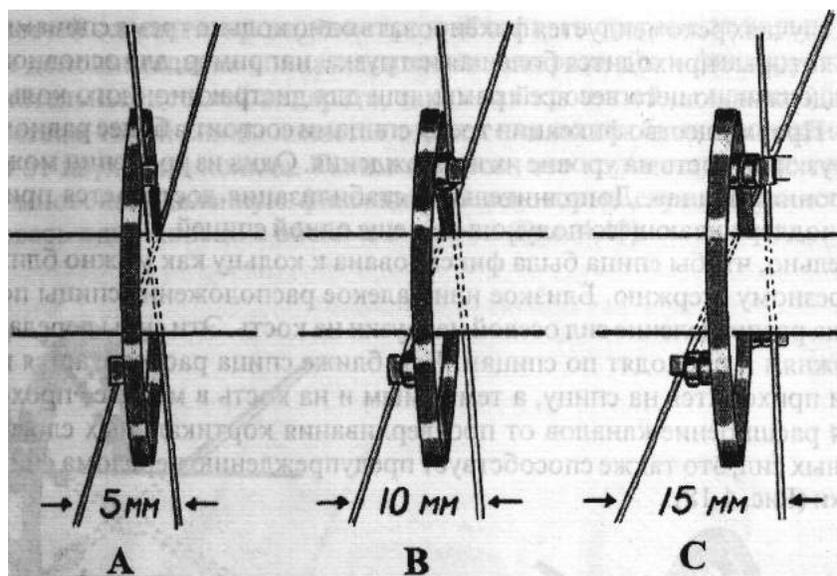


Рис. 4-16

Стабилизация кольца с помощью применения прокладочных шайб. Представлен боковой вид сегмента кости с одним кольцом и двумя спицами. А—спицы располагаются вплотную к стенкам кольца, по обеим сторонам, на расстоянии 5 мм друг от друга. Применение шайб не нужно. В—спицы располагаются на расстоянии 3-5 мм от стенок кольца, поэтому они фиксированы к нему с помощью шайбы между стенкой и фиксирующим болтом; расстояние между спицами 10 мм делает кольцо более стабильным. С — спицы располагаются на расстоянии 5-6 мм от стенок кольца, поэтому они фиксированы к нему с помощью двойных шайб; расстояние между спицами 15 мм делает кольцо значительно более стабильным

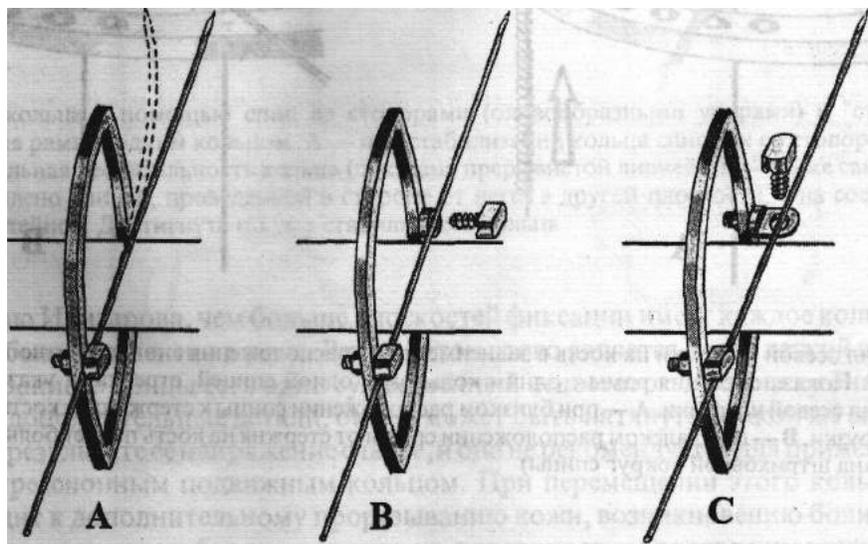


Рис. 4-17

Тот же вид, что на рис 4-16. Представлен метод фиксации спицы к кольцу при ее отклонении. А—направление прямой спицы не должно изменяться сгибанием (показано прерывистой линией) в сторону кольца; В — если отклонение небольшое, фиксация прямой спицы производится с помощью прокладки одной или двумя шайбами. С — если отклонение значительное, фиксация спицы производится с помощью кронштейна с одним или двумя отверстиями

В некоторых случаях рекомендуется фиксировать одно кольцо тремя спицами. Это показано для тех колец, на которые приходится большая нагрузка, например, для основного проксимального кольца, поддерживающего вес всей рамы, или для дистракционного кольца на длинном фрагменте кости. Преимущество фиксации тремя спицами СОСТОИТ в более равномерном распределении сил нагрузки на кость на уровне их прохождения. Одна из трех спиц может проходить в стороне — «сторонняя спица». Дополнительная стабилизация достигается присоединением к полному кольцу поддерживающего полукольца с еще одной спицей.

Предпочтительно, чтобы спица была фиксирована к кольцу как можно ближе к соединяющему кольца нарезному стержню. Близкое или далекое расположение спицы по отношению к стержню влияет на распределение сил осевой нагрузки на кость. Эти силы передаются от кольца к кольцу по стержням и проходят по спицам. Чем ближе спица располагается к стержню, тем меньше нагрузки приходится на спицу, а тем самым и на кость в месте ее прохождения. Этим предупреждается расширение каналов от просверливания кортикальных слоев кости под нагрузкой аксиальных сил; это также способствует предупреждению перелома спицы от слишком большой нагрузки (Рис. 4-18).

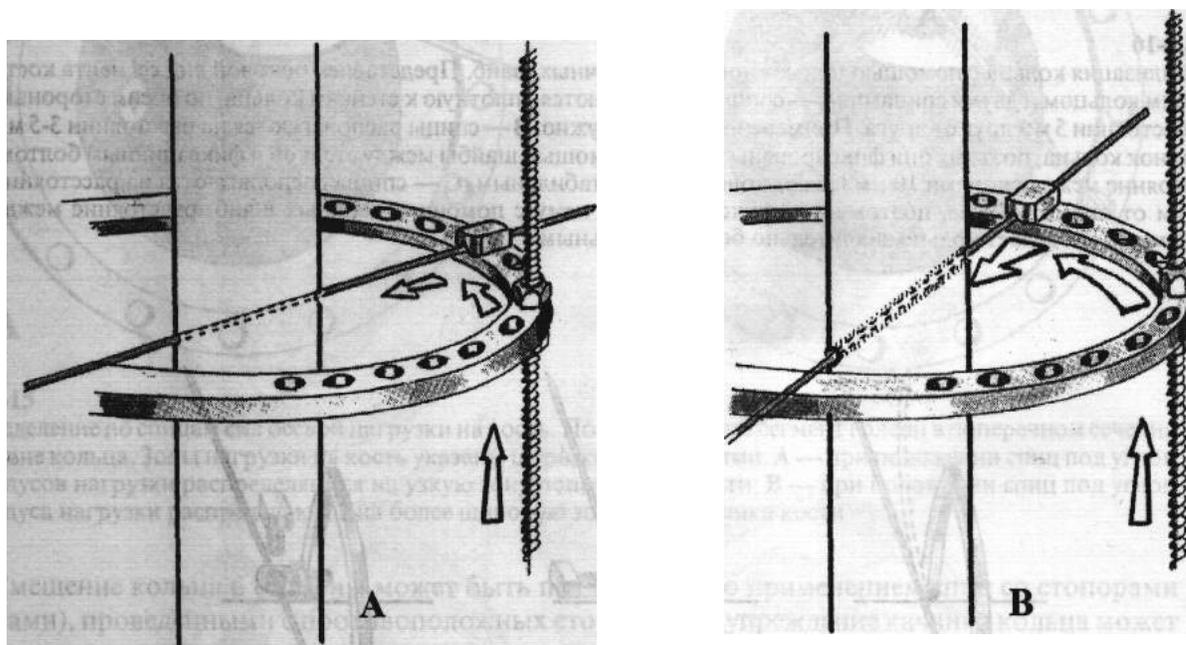


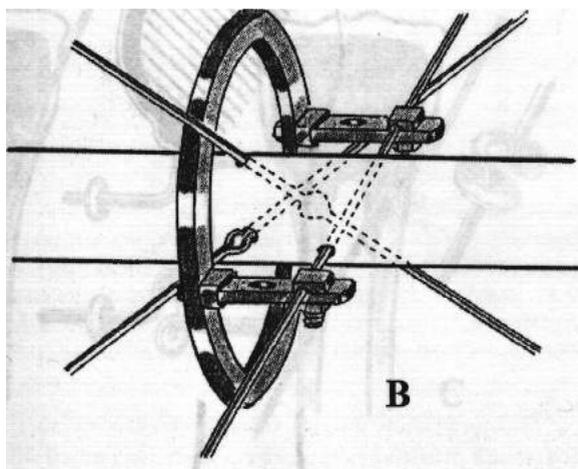
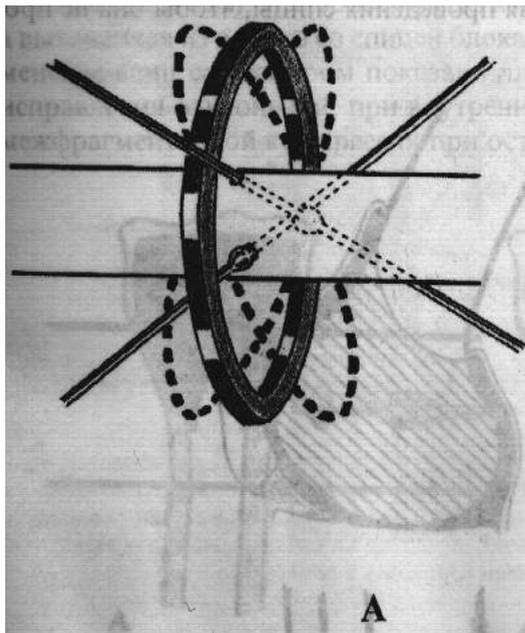
Рис. 4-18

Распределение сил осевой нагрузки на кость в зависимости от расположения спицы по отношению к соединяющему стержню. Показана секция рамы с одним кольцом и одной спицей, стрелками указано направление распределения сил осевой нагрузки. А—при близком расположении спицы к стержню на кость падает меньшая часть осевой нагрузки. В—при далеком расположении спицы от стержня на кость падает большая часть осевой нагрузки (показана штриховкой вокруг спицы)

## РАСПОЛОЖЕНИЕ СПИЦ В СТОРОНЕ ОТ КОЛЬЦА

Более надежная стабилизация кольца может быть достигнута фиксацией несколькими спицами, проведенными в разных поперечных плоскостях, чем тем же числом спиц, проведенных в одной плоскости. Если большой угол между спицами не может быть достигнут из-за анатомии

ческих особенностей сегмента, проведение третьей спицы в стороне от кольца повысит его стабильность. Эта дополнительная спица называется «сторонней» и фиксируется к кольцу с помощью дополнительных деталей аппарата, таких как кронштейны или шайбы. Дополнительным преимуществом такой спицы является то, что она может быть проведена в направлении, отличающемся от двух спиц кольца. Таким образом, это кольцо имеет не только многоплоскостную, но и многонаправленную фиксацию. В некоторых случаях две «сторонних» спицы могут фиксировать одно кольцо с обеих его сторон (Рис. 4-19).



**Рис. 4-19**

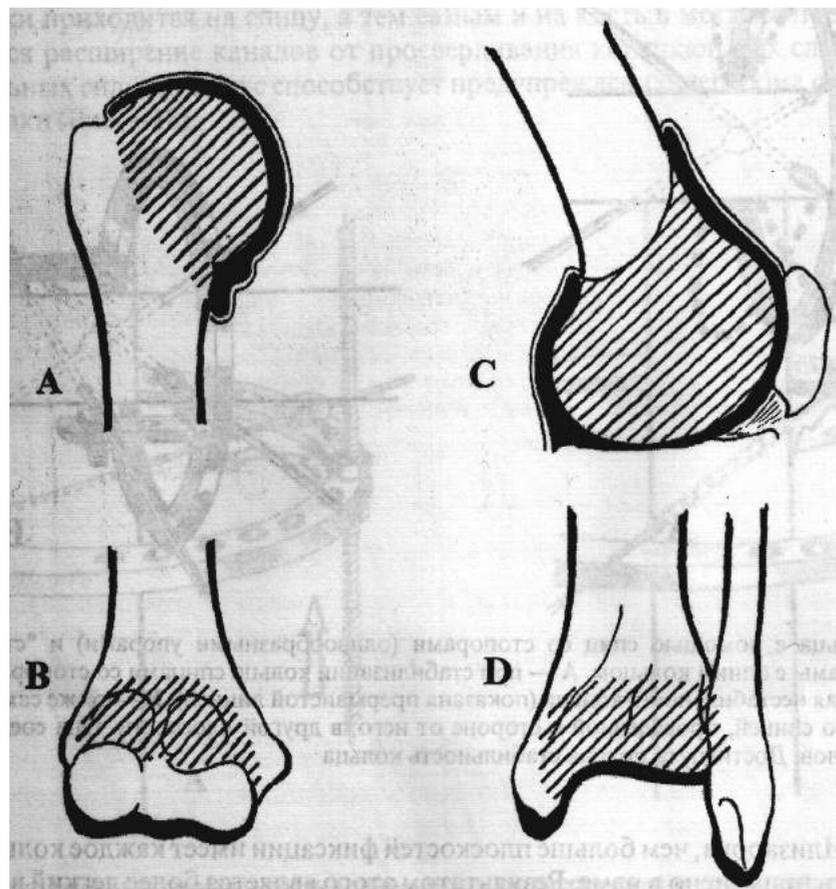
Стабилизация кольца с помощью спиц со стопорами (единообразными упорами) и «сторонней» спицы. Показана секция рамы с одним кольцом. А — при стабилизации кольца спицами со стопорами с двух сторон остается качательная нестабильность кольца (показана прерывистой линией). В — то же самое кольцо дополнительно укреплено спицей, проведенной в стороне от него, в другой плоскости. Она соединена с ним при помощи кронштейнов. Достигнута полная стабильность кольца

По мнению Илизарова, чем больше плоскостей фиксации имеет каждое кольцо, тем меньше колец может быть применено в раме. Результатом этого является более легкий вес рамы. Тем не менее, у «сторонней» спицы есть один существенный недостаток: поскольку она фиксирована к Кольцу через дополнительные детали, она не может быть натянута с такой же силой, как основные спицы. В результате ее напряжение слабее, и она не рекомендуется для применения с дистракционно-компрессионным подвижным кольцом. При перемещении этого кольца «сторонняя» спица приводит к дополнительному прорезыванию кожи, возникновению боли и образованию рубцов. И она иногда способна провоцировать поверхностное воспаление кожи.

## РАССТОЯНИЕ СПИЦ ОТ СУСТАВОВ И НАПРАВЛЕНИЕ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ ВБЛИЗИ СУСТАВОВ

При расположении кольца вблизи сустава фиксирующие спицы должны проводиться на расстоянии, позволяющем сохранять объем движений в нем. Для этого должны учитываться три важные анатомические и биомеханические условия:

1. Суставная капсула находится на некотором расстоянии от суставной щели, например, в коленном и плечевом суставах она расположена в 4-5 см от этой щели. Эта анатомическая специфика должна учитываться при выборе уровня проведения спицы, чтобы она не проходила внутрисуставно (Рис. 4-20).



**Рис. 4-20**

Расположение суставных сумок вокруг костей (показаны штрихами и сплошной черной линией), которое необходимо учитывать при проведении спиц вблизи суставов. А — сумка плечевого сустава; В — сумка локтевого сустава; С — сумка коленного сустава; D — сумка голеностопного сустава

2. Вблизи суставов находятся костные углубления с проходящими в них сухожилиями. Необходимо избегать проведения спиц через сухожилия, особенно спиц со стопорами: они могут вызвать временную или постоянную контрактуру сустава.
3. Спицы вблизи сустава должны проводиться при наибольшем растяжении мышц (Рис. 4-10). Это предупреждает возникновение боли и создает условия для большей свободы движений в суставе.

## СПИЦЫ С ОГРАНИЧИТЕЛЯМИ (СТОПОРАМИ) — ОЛИВООБРАЗНЫМИ УПОРАМИ

Вначале Илизаров вручную сгибал обычную спицу Киршнера, образуя на ней Z-образный изгиб для упора к кортикальному слою кости. Но этот тип ограничителя был несовершенен: он прорезал кожу и не выдерживал сильного натяжения спицы. Эти проблемы дали Илизарову идею сделать на спице шарообразную напайку с диаметром в два раза больше диаметра спицы. Это удачное нововведение, в свою очередь, привело к расширению показаний для его использования (Рис. 4-21). Наиболее эффективный вариант стопора — это не шарообразная напайка, а выточенная из одного со спицей блока нержавеющей стали оливовидное расширение. Применение спиц со стопором показано для стабилизации кости, для устранения смещений, для исправления отклонений, при внутреннем перемещении фрагмента (см главу 8, Рис. 8-2), для межфрагментарной компрессии при остеопорозе.

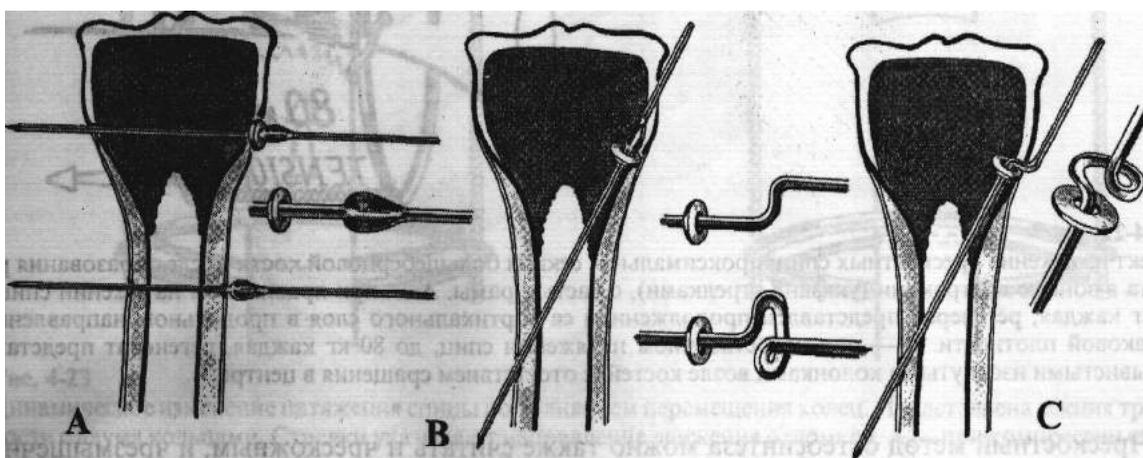


Рис. 4-21

Применение спиц с ограничителями (стопорами) — единообразными упорами. Представлено продольное сечение проксимального конца большеберцовой кости. А — спицы с оливовидным стопором, выточенным из одного блока. При проведении в зоне губчатой кости перед стопором рекомендуется применять шайбу, при упоре стопора в кортикальную кость применение шайбы необязательно. В и С — на спицах сделаны различного вида фигурные изгибы в качестве стопора, их рекомендуется применять с шайбами

## НАТЯЖЕНИЕ ЧРЕСКОСТНЫХ СПИЦ

### Общие положения

Обязательным правилом является, чтобы каждая спица, фиксированная к кольцу, была как следует натянута. Только натянутые спицы могут выдержать силы нагрузки и выполнить задачу поддержки рамы в течение длительного курса лечения. Особенности костного сращения и образования регенерата зависят от силы напряжения спиц (Рис. 4-22).

Натяжение спиц создает необходимый баланс между жесткостью рамы и необходимой минимальной пружинной податливости силам наружного воздействия.

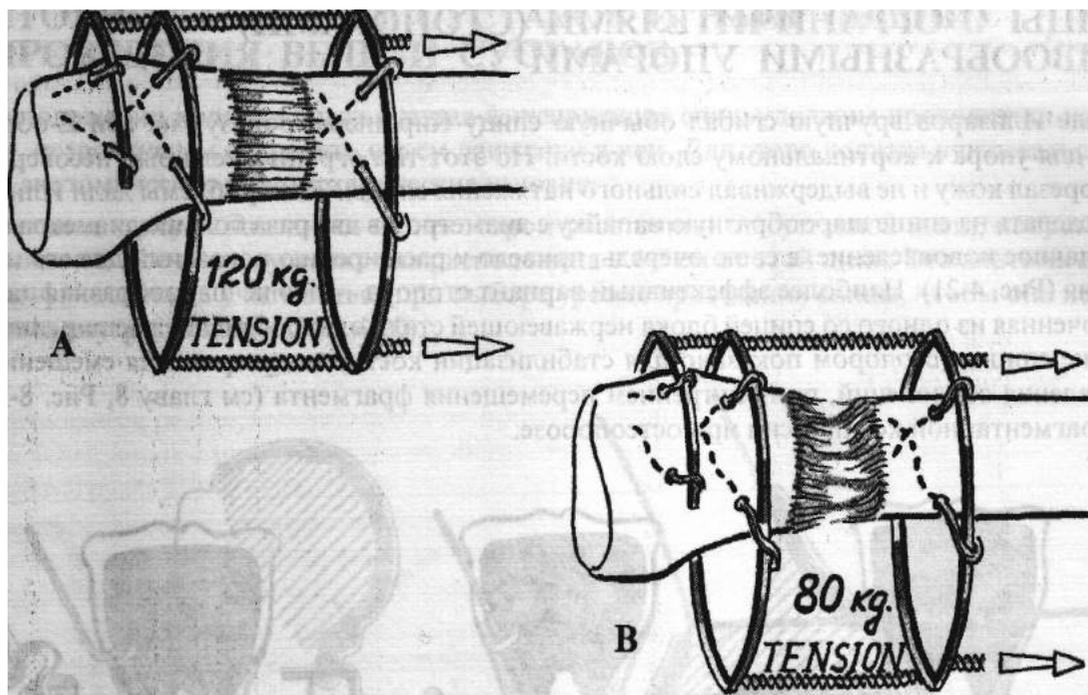


Рис. 4-22 ов

Эффект натяжения чрескостных спиц; проксимальная секция большеберцовой кости после образования регенерата в зоне ее дистракции (указана стрелками), с частью рамы. А — при правильном натяжении спиц, до 120 кг каждая, регенерат представлен продолжением ее кортикального слоя в продольном направлении и одинаковой плотности. В — при недостаточном натяжении спиц, до 80 кг каждая, регенерат представлен прерывистыми изогнутыми колонками возле костей, с отсутствием сращения в центре

Чрескостный метод остеосинтеза можно также считать и чрескожным, и чрезмышечным, поскольку спица проникает в мягкие ткани насквозь. Любые движения между наружной, выступающей, частью спицы и кожей способны вызвать ее раздражение и боль. Натяжение спицы уменьшает эти явления и предупреждает возникновение инфекции по ходу ее канала в тканях.

Расчет силы, с которой спица натягивается, определяется несколькими факторами: 1) особенностью конструкции рамы на уровне спицы (полукольцо или целое кольцо, «сторонняя» спица или спица на кольце); 2) местным состоянием кости (остеопорозная или обычной плотности); 3) весом пациента (взрослый или ребенок); 4) функциональной нагрузкой спицы (на неподвижном стабилизирующем кольце или на компрессионно-дистракционном кольце). При разных условиях применяемая сила натяжения находится в пределах от 50 до 130 кг.

Рекомендуемая сила натяжения:

1. Для спицы на полукольце — 50-70 кг
2. Для «сторонней» спицы, в зависимости от размера кронштейна, к которому она крепится, — 50-80 кг (чем выше кронштейн, тем меньше допустимое натяжение)
3. Для одной спицы на полном кольце — 90-100 кг
4. Для двух-трех спиц на одном кольце (у ребенка) — до 110 кг на каждую спицу
5. Для двух-трех спиц на одном кольце (у взрослого) — 120-130 кг на каждую спицу
6. Для спицы со стопором — 80-100 кг в зависимости от плотности кости
7. Для спицы со стопором при межфрагментарной поперечной компрессии — 30-50 кг в зависимости от плотности кости

Начальная сила натяжения спицы непостоянна во время длительной фиксации. Она может возрасти или уменьшиться под влиянием перемещения колец или в результате ослабления кортикальных слоев кости под давлением спицы. Клиническим проявлением уменьшения силы натяжения является возникновение боли и раздражение кожи вокруг спицы. Клиническим проявлением и рентгенологическим признаком увеличения натяжения является заметная выгнутость спиц при компрессии и их вогнутость при дистракции (Рис. 4-23).

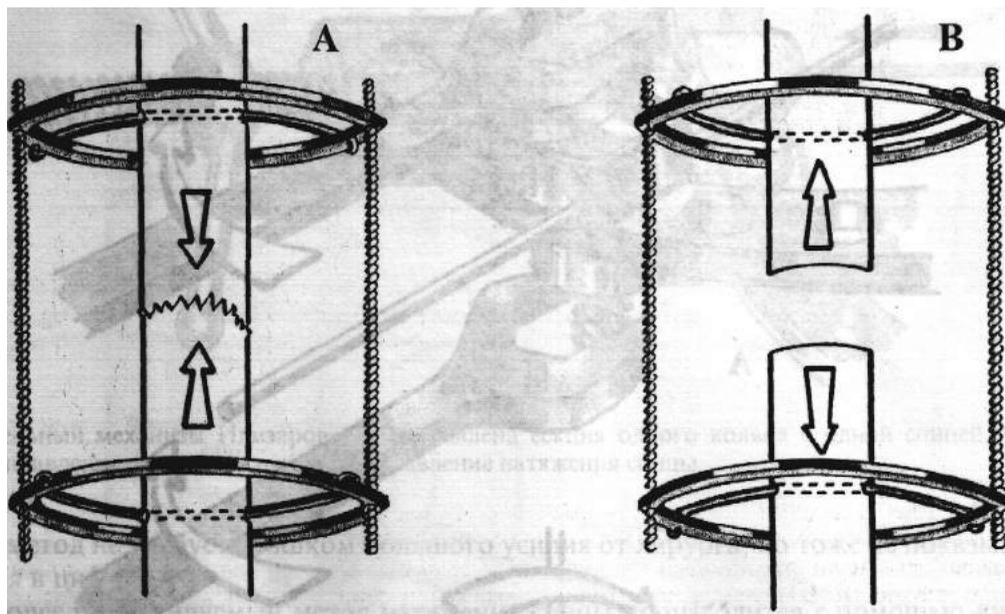


Рис. 4-23

Динамическое изменение натяжения спицы под влиянием перемещения колец. Представлена секция трубчатой кости с двумя кольцами. Стрелки указывают направление движения отломков. А — при компрессии отломков спицы натягиваются и выгибаются кнаружи. В — при дистракции отломков спицы натягиваются и выгибаются выгнутой стороной кнутри

## Техника натяжения спиц

Правильно натянутая тонкая чрескостная спица приобретает жесткость, почти равную жесткости толстого (4-6 мм) штифта. Правильное натяжение спиц обеспечивает прочность фиксации и твердость всей рамы. Натяжение спиц является гарантией того, что они способны выдержать громадные силы дистракции и компрессии в течение длинного курса лечения. Есть несколько ключевых моментов для правильного натяжения спиц:

1. Натяжение каждой спицы должно производиться непосредственно сразу после ее проведения через кость.
2. Натяжение производится при прочной фиксации одного конца спицы к кольцу, и оно всегда направлено в сторону, противоположную фиксированному концу спицы.
3. Натяжение спицы со стопором производится в сторону, противоположную положению стопора (оливы).

Имеется несколько различных способов натяжения спицы.

Так называемый русский ручной метод натяжения спицы был предложен Илизаровым в самом начале изобретения аппарата и до сих пор иногда применяется в России.

Он состоит в натяжении спицы посредством тугого поворота головки фиксационного болта гаечным ключом на одну четвертую — половину полного оборота, с одновременным удерживанием гайки на месте с помощью второго ключа (Рис. 4-24). Этот метод требует значительного физического усилия от хирурга, и его недостаток в том, что измерить силу натяжения в цифрах при нем невозможно.

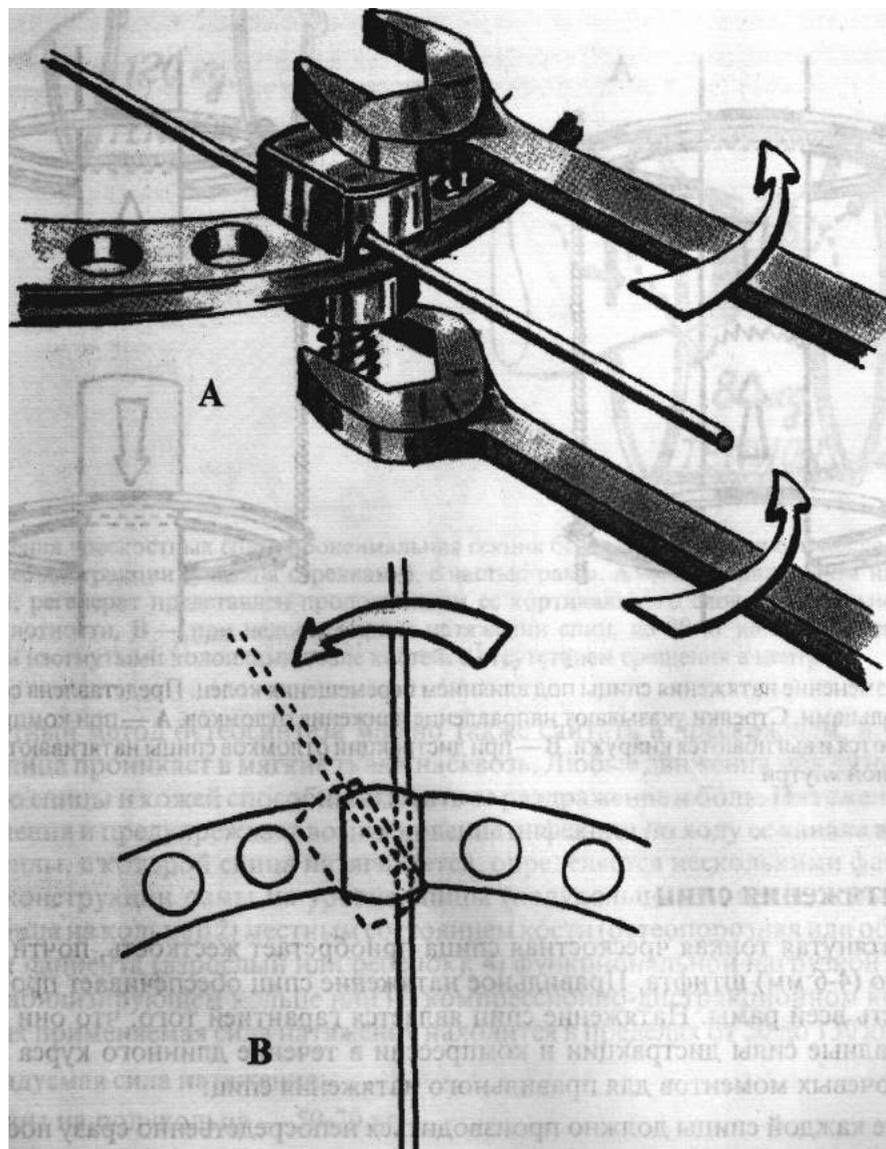


Рис. 4-24

Способ натяжения спицы с помощью двух гаечных ключей — "русский способ". Показана секция рамы, стрелками указано направление поворота. А — общий вид захвата головки болта и гайки ключами, спица затянута в прорези болта; поворот осуществляется одновременно обоими ключами. В — схема поворота болта и гайки, вид сверху

Поэтому Илизаровым был изобретен механический натягиватель спицы. Спица фиксируется болтом к подвижной части П-образного упорного устройства и натягивается с помощью поворотов ручки, подобно вытягиванию пробки из горлышка бутылки (Рис. 4-25).

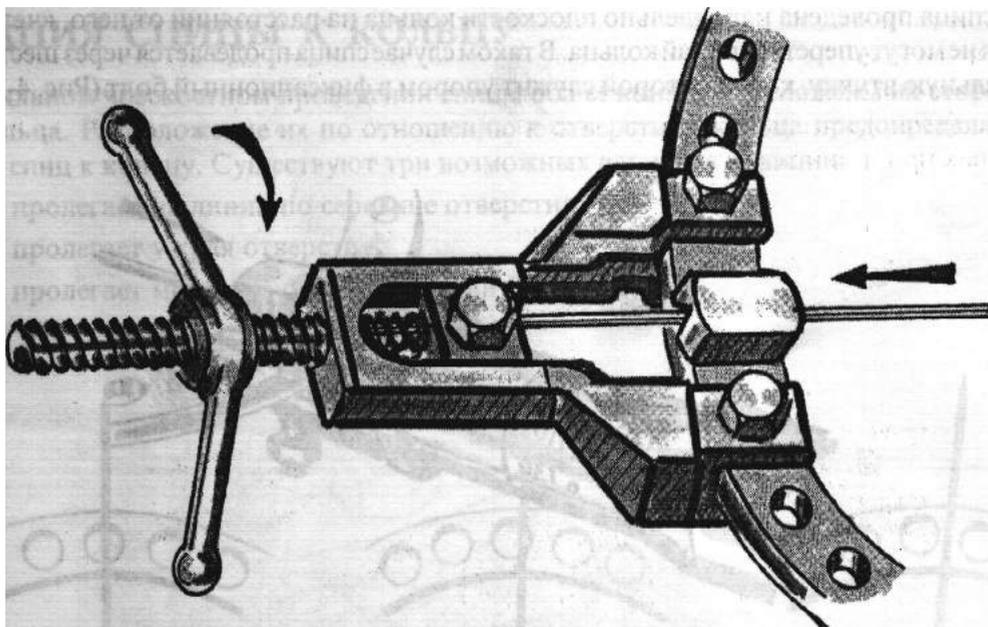


Рис. 4-25  
Натягивательный механизм Илизарова. Представлена секция одного кольца с одной спицей. Стрелками указано направление поворотов ручки и направление натяжения спицы

Этот метод не требует слишком большого усилия от хирурга, но тоже не показывает силы натяжения в цифрах.

Наиболее рекомендуемый метод натяжения спицы производится с помощью динамометрического натягивателя спиц (Рис. 4-26). Несколько типов таких инструментов были предложены в Италии и Франции и впоследствии одобрены Илизаровым.

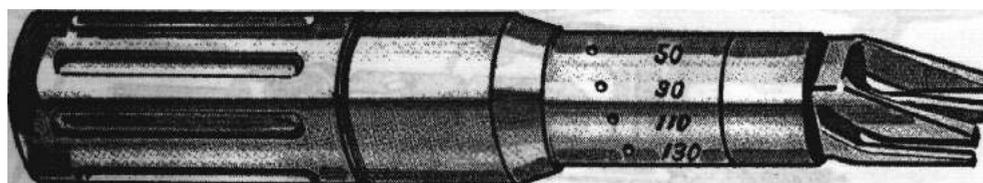
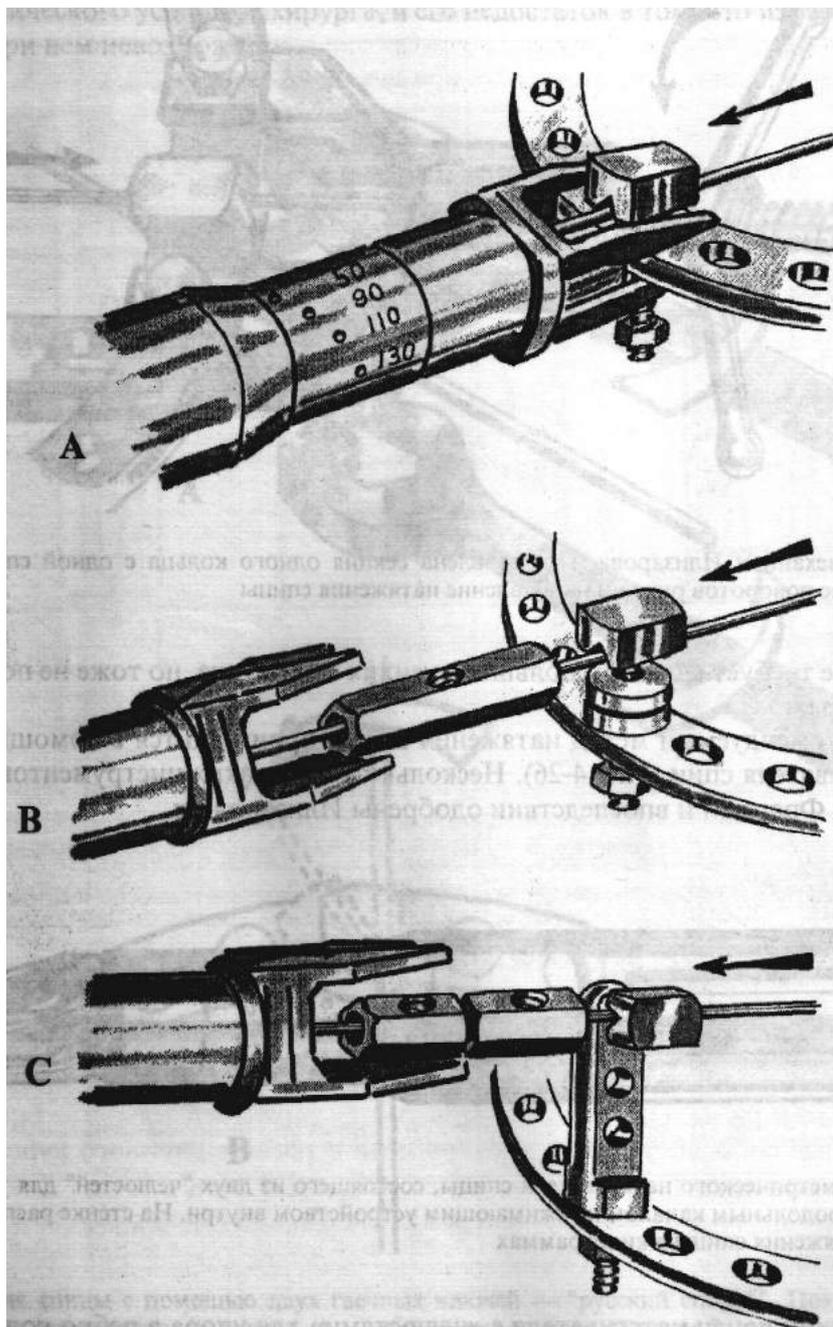


Рис. 4-26  
Общий вид динамометрического натягивателя спицы, состоящего из двух "челюстей" для упора в кольцо и двух цилиндров с продольным каналом и зажимающим устройством внутри. На стенке расположена шкала с указанием силы натяжения спицы в килограммах

Цилиндрический конец натягивателя с «челюстями» для упора в ребро кольца имеет продольный канал для вставления спицы. Нефиксированный к кольцу конец спицы вводится в этот канал и закрепляется в нем. Натягиватель упирается «челюстями» в кольцо. Поворотами другого конца с пазами-выемками для удобного захвата рукой хирурга производится натягивание, сила которого измеряется по точкам с цифрами от 50 до 130 кг (Рис. 4-27 А). Для балансируемого натяжения двух спиц на одном кольце рекомендуется одновременно применять два таких натягивателя.

Если спица проведена параллельно плоскости кольца на расстоянии от него, «челюсти» натягивателя не могут упереться в край кольца. В таком случае спица продевается через шестигранную соединительную втулку, конец которой служит упором в фиксационный болт (Рис. 4-27 В, С),



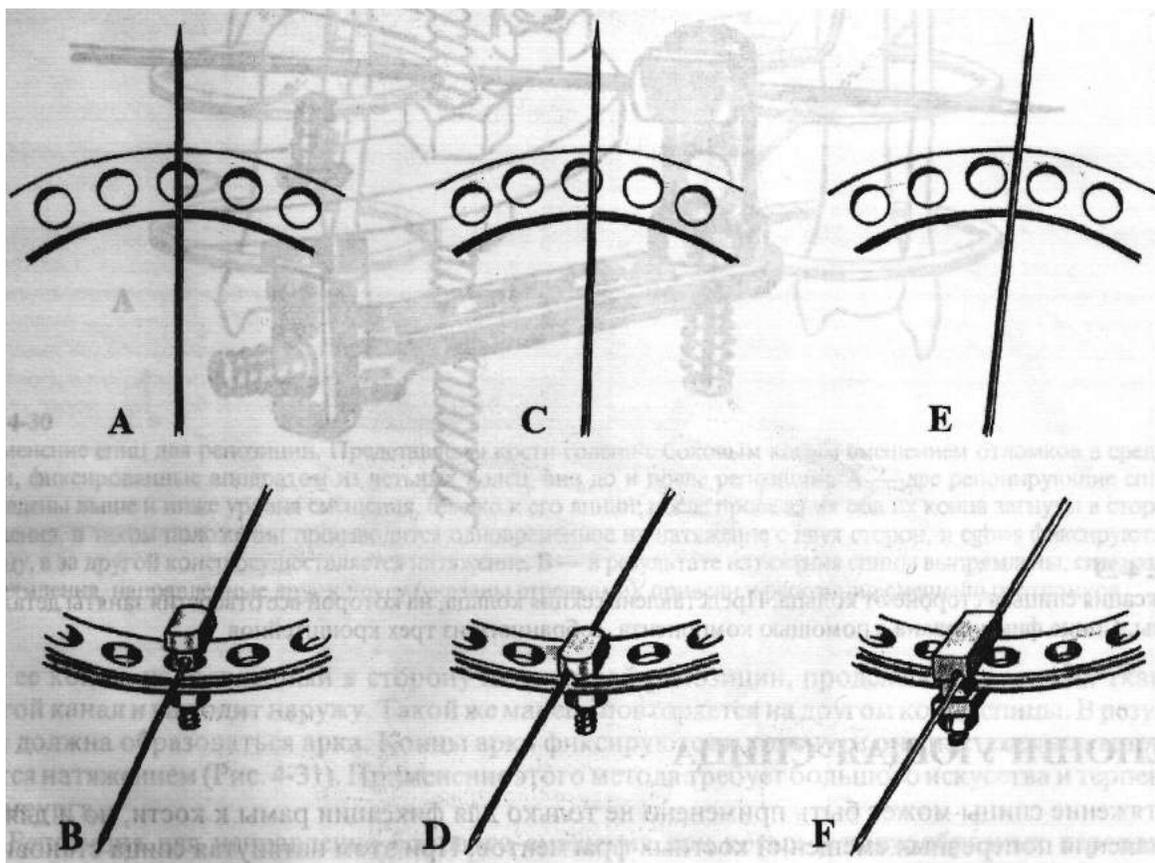
**Рис. 4-27**

Натяжение спицы с помощью динамометрического натягивателя. Представлена секция одного кольца с одной спицей, стрелками указано направление натяжения. А — натяжение спицы, прилегающей к стенке кольца, «челюсти» натягивателя служат для упора. В и С — натяжение спицы, расположенной на расстоянии от стенки кольца; упор в край кольца «челюстями» натягивателя невозможен, поэтому для упора в качестве прокладок применяются шестигранные втулки

## ФИКСАЦИЯ СПИЦЫ К КОЛЬЦУ

При правильном чрескостном проведении спицы оба ее конца расположены на стороне одной стенки кольца. Расположение их по отношению к отверстиям кольца предопределяет способ фиксации спиц к кольцу. Существуют три возможных варианта позиции:

1. спица пролегает на линии по середине отверстия;
2. спица пролегает у края отверстия;
3. спица пролегает между двумя отверстиями (Рис. 4-28).



**Рис. 4-28**

Фиксация спицы к кольцу. Представлена секция кольца с одной спицей в двух видах: верхний ряд — вид сверху, нижний ряд — вид сбоку. А и В — позиция спицы на середине отверстия кольца; для фиксации применяется болт со сквозным отверстием в шейке. С и D — позиция спицы у края отверстия кольца; для фиксации применяется болт с продольным пазом подголовкой. Е и F — позиция спицы между отверстиями; для фиксации применяется разъемный зажим

**Практический совет:** спица никогда не должна подгоняться в «удобную» для кольца сторону и должна оставаться строго прямой; если невозможно изменить позицию кольца, то следует фиксировать спицу в том месте, где она пролегает. Для этого применяются фиксационный болт с отверстием под головкой по средней линии или болт с продольным пазом на одной стороне головки, или разъемный спице-зажим (см. также Рис. 2-32).

Необходимо стараться избегать фиксации спицы близко к соединению двух полуколец, хотя иногда это может оказаться единственным возможным вариантом. В редких случаях фиксация спицы должна быть произведена в стороне от кольца. Для этого помогает компонент, собранный из трех кронштейнов разной длины (Рис. 4-29).

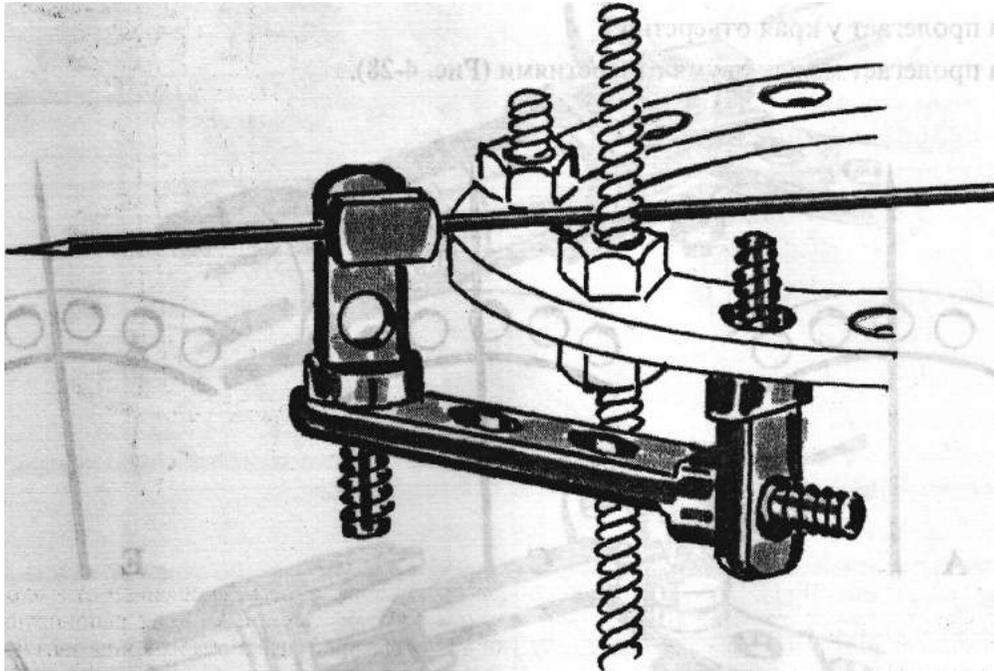


Рис. 4-29

Фиксация спицы в стороне от кольца. Представлена секция кольца, на которой все отверстия заняты деталями рамы. Спица фиксирована с помощью компонента, собранного из трех кронштейнов

## РЕПОНИРУЮЩАЯ СПИЦА

Натяжение спицы может быть применено не только для фиксации рамы к кости, но и для исправления поперечных смещений костных фрагментов. При этом натянутая спица становится как бы инструментом для репозиции. Технически это выполняется так: прямая спица проводится через отломок с боковым смещением, а затем оба ее выстоящих конца сгибаются аркой в сторону, противоположную смещению/Один конец фиксируется на кольце, а другой постепенно натягивается. Две такие спицы, проведенные через поперечно или косо смещенные отломки, способны произвести репозицию как свежего, так и несросшегося перелома (Рис. 4-30). Это единственное исключение из правила никогда не сгибать спицу.

Метод такой репозиции может провоцировать сильную боль и даже вызвать некроз мягких тканей, на которые оказывается давление согнутых частей спицы. Во избежание этого Илизаров предложил одну из многих своих удачных «находок». Спица проводится через кость на уровне с наименьшим массивом мягких тканей. Один ее конец, выстоящий над кожей, сгибается под углом приблизительно 30 градусов. После этого спица вручную осторожно протягивается в обратном направлении. Когда согнутый конец сравняется с кортикальной стенкой, легкими ударами молотком по противоположному концу спицы опять продвигается вперед. При этом согну-

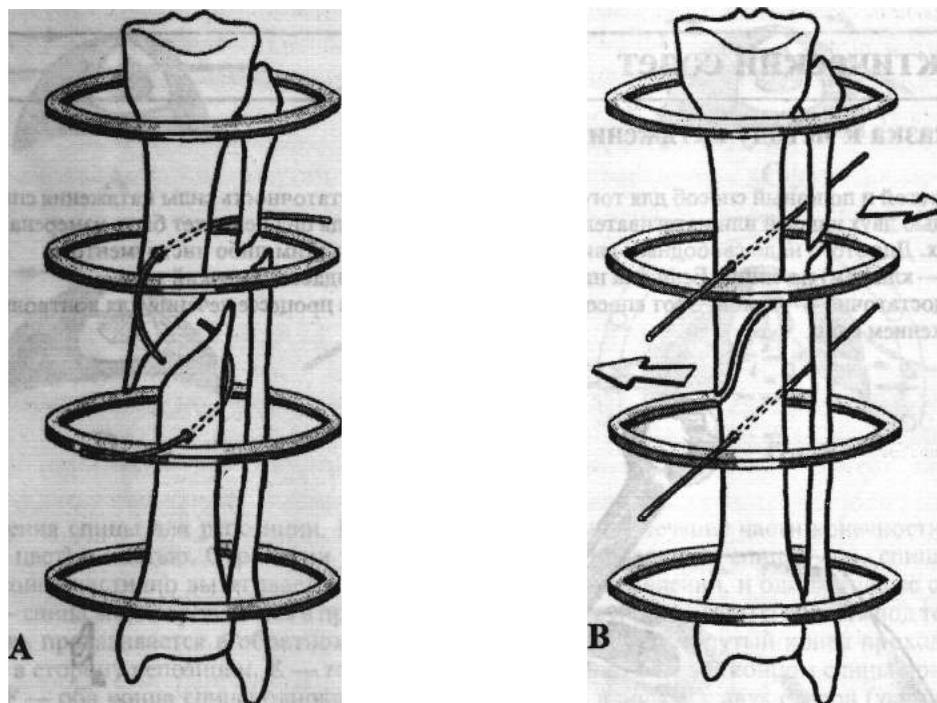


Рис. 4-30

Применение спиц для репозиции. Представлены кости голени с боковым косым смещением отломков в средней трети, фиксированные аппаратом из четырех колец, вид до и после репозиции. А — две репонирующие спицы проведены выше и ниже уровня смещения, близко к его линии; после проведения оба их конца загнуты в сторону смещения, в таком положении производится одновременное их натяжение с двух сторон, и спицы фиксируются к кольцу, а за другой конец осуществляется натяжение. В — в результате натяжения спицы выпрямлены, силы этого выпрямления, направленные друг к другу (указаны стрелками), привели к репозиции смещенных отломков

тый ее конец, направленный в сторону намеченной репозиции, проделывает в мягких тканях другой канал и выходит наружу. Такой же маневр повторяется на другом конце спицы. В результате должна образоваться арка. Концы арки фиксируются к кольцу, и она постепенно выпрямляется натяжением (Рис. 4-31). Применение этого метода требует большого искусства и терпения от хирурга.

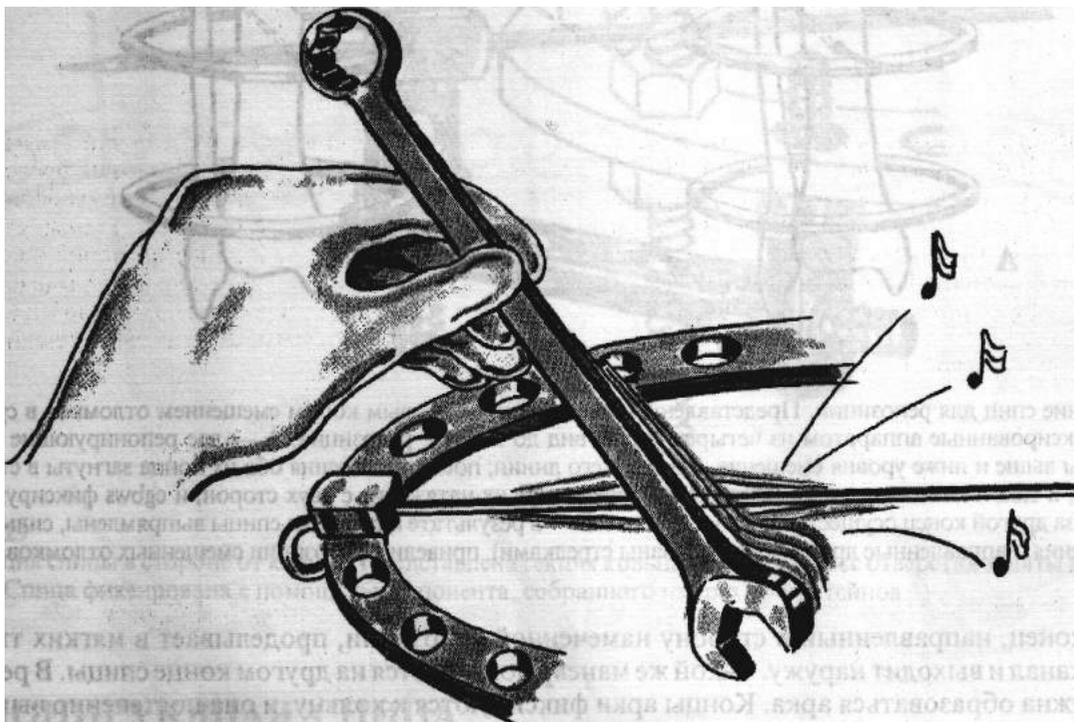
Репозиция для исправления бокового смещения при косых и винтообразных переломах может быть проще и менее травматично достигнута методом встречного перемещения фрагментов спицами со стопорами (оливообразными упорами). Две такие спицы проводятся через отломки в противоположных направлениях выше и ниже линии перелома, а затем применяется одновременное их натяжение (Рис. 4-32). Для большей площади приложения силы целесообразно перед стопорами накладывать прокладочные шайбы малого размера с отверстием диаметром 2-3 мм (из набора инструментов АО).

Если репозиция не может быть достигнута сразу на операционном столе, следует продолжить ее с применением дистракционных устройств, натягивающих спицы.

## Практический совет

### Подсказка к методу натяжения спицы

Есть простой и полезный способ для того, чтобы проверить достаточность силы натяжения спицы с помощью двух ключей или натягивателя старого образца, когда она не может быть измерена в цифрах. Для этого надо свободным движением легко ударить каким-либо инструментом (лучше — ключом) по спице. Если она натянута достаточно, раздастся высокий звук, если недостаточно — глухой. Этот способ можно применять и в процессе лечения для контроля за натяжением спиц.



## МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО НАТЯЖЕНИЯ СПИЦ В ПРОЦЕССЕ ЛЕЧЕНИЯ

За время многомесячного лечения с длительным напряжением спиц всегда есть вероятность ослабления их натяжения. Это явление возникает или в результате усталости металла, или в результате расширения спицевых каналов в кортикальной кости под воздействием постоянного давления от нагрузок. Если спицы ослабли, их необходимо вновь натянуть. Обычно ослабевшая спица вызывает боль и раздражение кожи. Убедиться в ее ослабленности помогает глухой звук при осторожных постукиваниях по ней. Динамическое натяжение производится двумя гаечными ключами (см. Рис. 4-24), но в данном случае необходимо одновременно осторожно

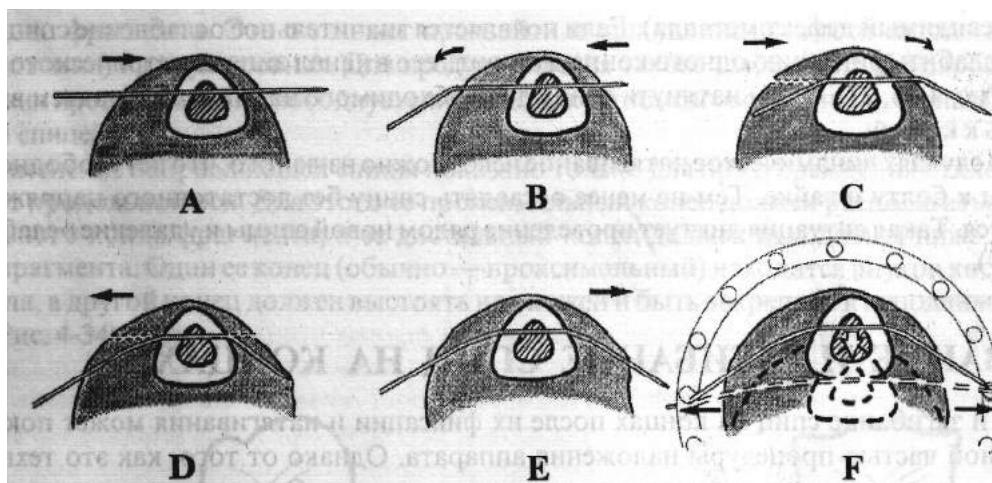


Рис. 4,31

Техника проведения спицы для репозиции. Представлено поперечное сечение части конечности с мягкими тканями (серый цвет) и костью. Стрелками указано направление проведения спицы. А — спица проведена насквозь. В — спица частично вытягивается руками в обратном направлении, и один конец ее сгибается на 30 градусов. С — спица вновь проводится в прежнем направлении, другой ее конец сгибается под тем же углом. D — спица вновь протягивается в обратном направлении, при этом ее согнутый конец проходит в новом направлении — в сторону репозиции. Е — то же самое происходит со вторым концом спицы при еще одном проведении ее. Г — оба конца спицы одновременно натягиваются в кольцо с двух сторон (указано черными стрелками), и под влиянием перемещения спицы внутри кости происходит ее перемещение в сторону смещения (указано белой стрелкой и прерывистой линией)

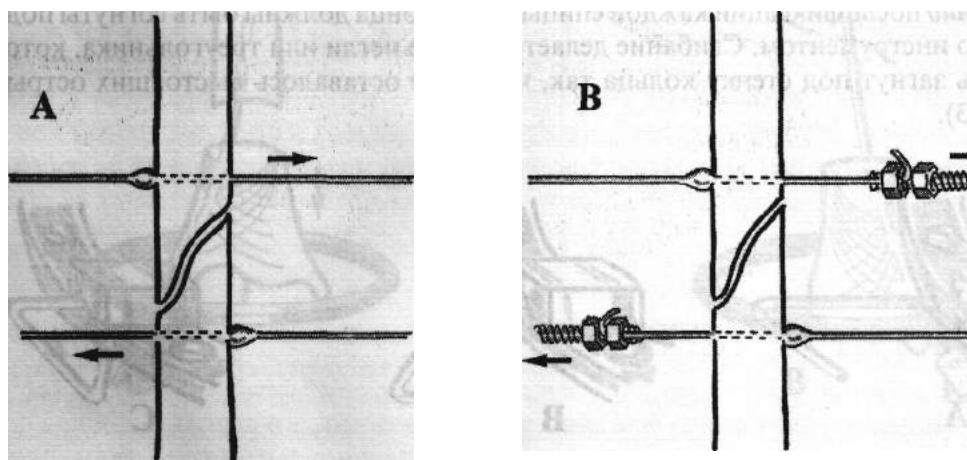


Рис. 4-32

Репозиция перелома с помощью "встречно-боковых" спиц со стопорами (оливообразными упорами). Представлена секция трубчатой кости с косым (винтообразным) переломом, стрелками указано направление тянущих сил. А — одномоментная репозиция, после чего спицы фиксируются к кольцу, В — постепенная репозиция с помощью дистракционных устройств

поворачивать головку болта вместе с закрепляющей гайкой. После этого следует проверить звук ударов по спице — появилось ли повышение тона?

Динамическое натягивание нескольких спиц может быть болезненно, поэтому его следует проводить под неглубоким обезболиванием. Для натягивания одной спицы бывает достаточно местной анестезии вокруг нее. Иногда, если ее перетянуть, спица может лопнуть под нагрузкой

(возможен невидимый дефект металла). Если появляется значительное ослабление спицы, целесообразно ослабить фиксацию одного конца, вставить его в капал динамометрического натягивателя (см. Рис. 4-26,27), снова натянуть спицу до необходимого напряжения, а затем вновь зафиксировать к кольцу.

В редких случаях динамическое натягивание невозможно из-за того, что нет свободного подхода ключом к болту и гайке. Тем не менее оставлять спицу без достаточного напряжения не рекомендуется. Такая ситуация диктует проведение рядом новой спицы и удаление ослабленной (см. Рис. 4-29).

## СКУСЫВАНИЕ И ЗАГИБАНИЕ СПИЦ НА КОНЦАХ

Скусывание и загибание спиц на концах после их фиксации и натягивания может показаться незначительной частью процедуры наложения аппарата. Однако от того, как это технически произведено, может зависеть целостность кожи рук хирурга. Острые ничем не прикрытые концы спиц, которые выстоят за краями колец, могут серьезно ранить кожу рук во время самой операции и после нее при любой манипуляции по удлинению или репозиции. В наше время широкого распространения гепатита и СПИДа возможны серьезные и даже жизненно опасные осложнения в результате этих повреждений. Поэтому скусывание и загибание концов спиц должно быть произведено согласно следующим правилам:

1. Для защиты рук хирурга от повреждений острый конец проведенной спицы должен быть скушен *немедленно* после ее проведения, еще до фиксации и натяжения.
2. Оба конца спицы, каждый 5-6 см длиной, должны быть оставлены свободными за пределами кольца для того, чтобы их можно было вставить и затянуть в натягивающий механизм.
3. *Немедленно* после фиксации каждой спицы оба ее конца должны быть согнуты подходящим для этого инструментом. Сгибание делается в виде петли или треугольника, который должен быть загнут под стенку кольца так, чтобы не оставалось выстоящих острых концов (Рис. 4-33).

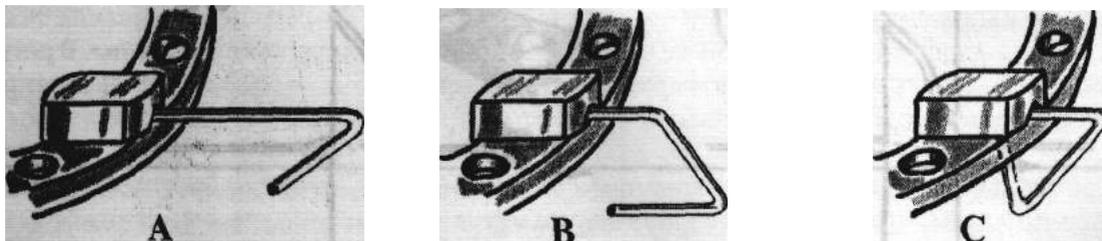


Рис. 4-33

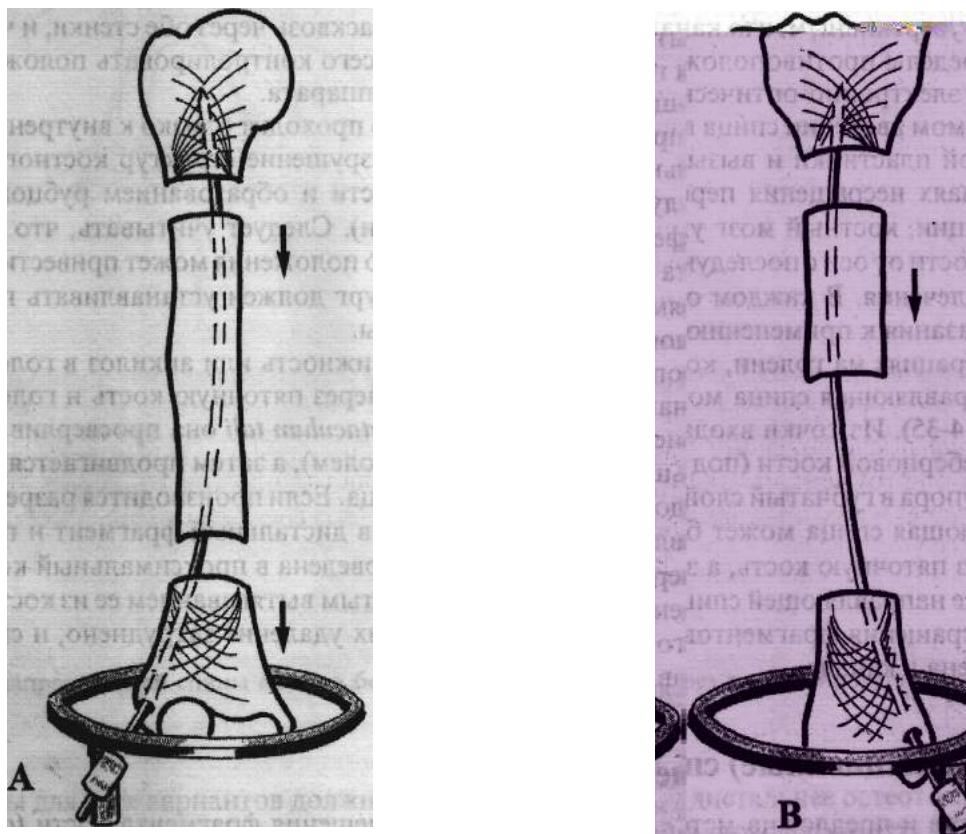
Техника загибания концов спицы после завершения фиксации. Представлена секция кольца с одной спицей. А—первым движением выступающая за край кольца часть спицы 4-5 см длиной сгибается под острым углом на конце; В — вторым движением производится сгибание ближе к краю кольца; С — третьим движением спица полностью загибается под стенку кольца так, чтобы ее острый конец не мог поранить руки хирурга и кожу пациента

## НАПРАВЛЯЮЩАЯ СПИЦА

При перемещении костного фрагмента для замещения дефекта кости при сросшихся переломах (см. подробное описание в 8-й главе) почти всегда есть вероятность отклонения свободно пере-

мещаемого фрагмента. Это же может произойти и при удлинении кости методом остеотомии (кортикотомии) на двух уровнях. Для предупреждения такого отклонения Илизаров в 1960-ых г. предложил проводить одну свободную спицу вдоль костномозгового канала. Он назвал ее направляющей спицей.

Применение направляющей спицы показано только для предупреждения отклонения фрагмента от продольной оси. Для этого ее проксимальный конец должен располагаться выше проксимального конца фрагмента, а ее дистальный конец должен находиться ниже дистального конца фрагмента. Один ее конец (обычно—проксимальный) находится внутри костномозгового канала, а другой конец должен выстоять над кожей и быть закреплен к неподвижному кольцу рамы (Рис. 4-34).



**Рис. 4-34**

Проведение и фиксация направляющей спицы, стрелками указано направление перемещения фрагмента кости. А — спица проведена в канал плечевой кости и фиксирована к неподвижному дистальному кольцу. В — спица проведена в канал большеберцовой кости и фиксирована к неподвижному дистальному кольцу (другие кольца рамы не показаны для упрощения рисунка)

Выбор участка введения направляющей спицы в костномозговой канал зависит от направления distraction. Поэтому эту спицу удобнее внедрять дистальнее уровня несращения или остеотомии и проводить в проксимальном направлении. Для этого делается разрез кожи длиной 1 см над наиболее выступающей под кожей частью кости (например, мышелок или надмышелок). Спица просверливается в косом направлении в канал кости медленными оборотами дрели. Выполнить это чрезвычайно трудно, потому что спица имеет тенденцию соскальзывать с кости и может ранить близлежащие мягкотканые структуры.

**Практический совет:** при проведении спицы сверление должно быть сразу остановлено, как только хирург убедится, что спица прошла в костномозговой канал. Вводимая сверлением спица всегда слегка согнута, внутри канала она образует собой арку, которая при оборотах дрели способна полностью разрушить внутренние структуры костного мозга. После разъединения с дрелью спица должна проводиться в канал слабыми ударами молотка вдоль ее оси. Чтобы быть уверенным, что спица стоит в канале кости, необходимо сделать контрольные рентгенограммы в двух проекциях. Далее спица проводится до ее упора в губчатую кость на другом конце.

Более безопасно просверлить узким сверлом канал в косом направлении на одной стенке кости. Сверление следует остановить при вхождении конца сверла в костномозговой канал. При этом надо учитывать структуру кости на этом участке, потому что губчатая зона находится на некотором расстоянии от мыщелков. Сверло вынимается и замещается концом спицы, которая проводится через просверленный канал путем легких постукиваний молотком вдоль ее оси. Важно быть уверенным, что канал не был просверлен насквозь через обе стенки, и что спица не вышла за пределы противоположной стенки. Вернее всего контролировать положение спицы при помощи электронно-оптического рентгеновского аппарата.

При прямом введении спицы внутри канала обычно проходит близко к внутренней стороне кортикальной пластинки и вызывает минимальное разрушение структур костного мозга (во многих случаях несращения перелома с дефектом кости и образованием рубцов, особенно после инфекции, костный мозг уже частично разрушен). Следует учитывать, что отклонение фрагмента кости от оси с последующим исправлением его положения может привести к большим трудностям лечения. В каждом отдельном случае хирург должен устанавливать показания и противопоказания к применению направляющей спицы.

При операциях на голени, когда имеется тугоподвижность или анкилоз в голеностопном суставе, направляющая спица может быть проведена через пяточную кость и голеностопный сустав (Рис. 4-35). Из точки входа латерально от *sustentaculum tali* она просверливается до канала большеберцовой кости (под рентгеновским контролем), а затем продвигается с помощью молотка до упора в губчатый слой проксимального конца. Если производится разрез на голени, то направляющая спица может быть сначала введена в дистальный фрагмент и просверлена наружу через пяточную кость, а затем ретроградно проведена в проксимальный конец.

Удаление направляющей спицы производится простым вытягиванием ее из кости после достигнутого сращения фрагментов. В некоторых случаях удаление затруднено, и спица может быть оставлена в канале.

## Тянущие (тракционные) спицы

Разработав и предложив метод внутреннего перемещения фрагмента кости (см. Главу 8, Рис. 8-2), Илизаров применил спицу еще для одного практического использования—как соединяющее звено между перемещаемым фрагментом и дистракционным устройством. Для балансировки сил тяги необходимы две спицы по обеим сторонам фрагмента. Если применяется лишь одна тракционная спица, ее необходимо сочетать с введением направляющей спицы внутрь канала кости, чтобы предупредить отклонение фрагмента в сторону.

Три варианта спиц применяются для тракции, все они имеют стопоры на конце:

1. спица с концом, загнутым в форме крючка-стопора;
2. спица с оливообразным выточенным стопором;
3. спица со стопором в форме Z-образного изгиба.

Каждая имеет свои показания для применения и свой метод проведения (Рис. 4-36).

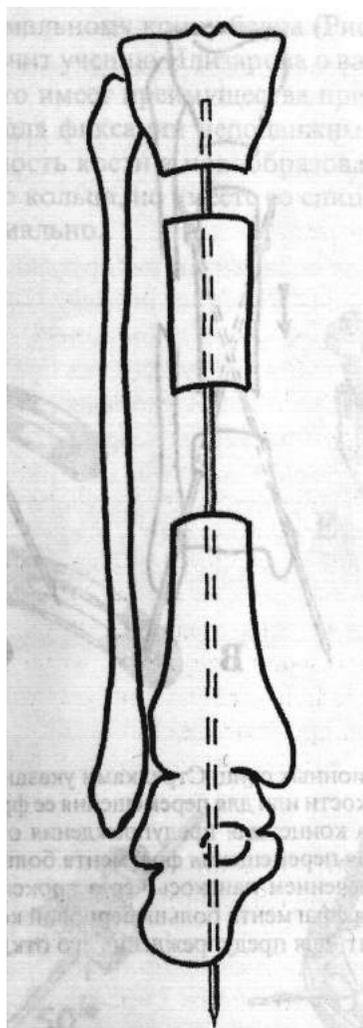


Рис. 4-35  
Проведение направляющей спицы в канал большеберцовой кости через анкилозированный голеностопный сустав

Стопоры для всех вариантов должны быть расположены дистальнее остеотомии (кортикотомии) и предпочтительно на проксимальном конце перемещаемого фрагмента.

Проведение тракционных спиц должно предшествовать остеотомии, чтобы предотвратить возможное смещение фрагмента и повреждение костного мозга. Проведение тракционных спиц возможно тремя путями:

1. Путем косо́го просверливания через обе стороны кортикальной стенки. Это может быть произведено под контролем зрения при открытой операционной ране. Конец спицы при этом выводится насквозь через кожу на другом уровне. Две такие спицы как бы перекрещиваются с двух сторон под прямым углом.
2. Путем косо́го просверливания одной стороны кортикальной стенки, дальнейшего проведения спицы вдоль канала кости ударами молотка с выходом конца спицы через кожу наружу, дистальнее конца фрагмента. Две такие спицы как бы перекрещиваются с двух сторон под острым углом.

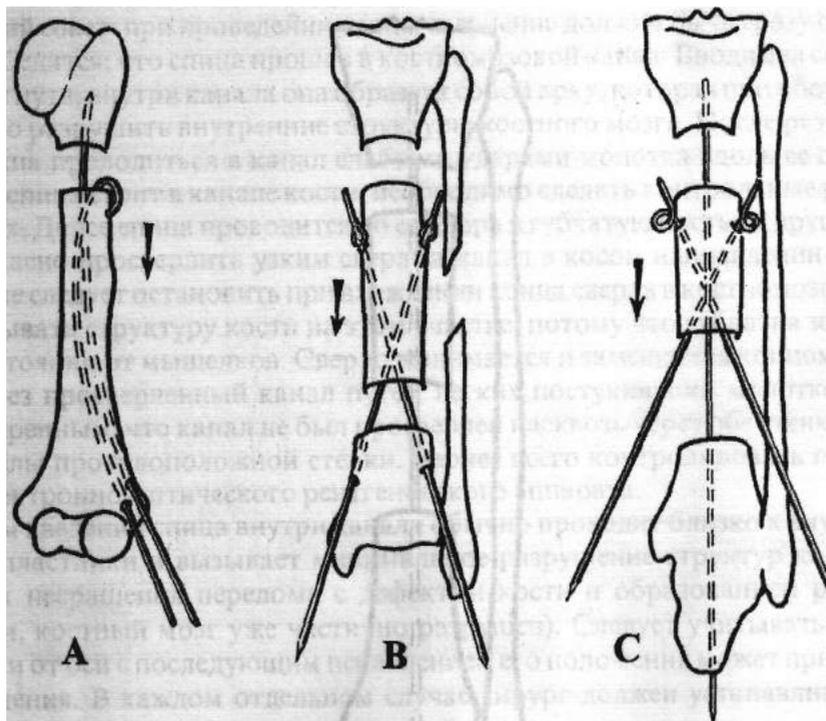


Рис. 4-36

Варианты проведения трех видов тракционных спиц. Стрелками указано направление перемещения фрагментов кости. А — при удлинении плечевой кости или для перемещения ее фрагмента применена одна тракционная спица со сформированным крючком на конце; для предупреждения отклонения фрагмента параллельно ей проведена направляющая спица. В — для перемещения фрагмента большеберцовой кости две спицы с оливкообразными упорами проведены с пересечением наискось через проксимальный и дистальный фрагменты и выведены наружу. С — для перемещения фрагмента большеберцовой кости две спицы с упорами в виде петли проведены наискось через этот фрагмент, для предупреждения его отклонения дополнительно к ним в канал кости проведена направляющая спица

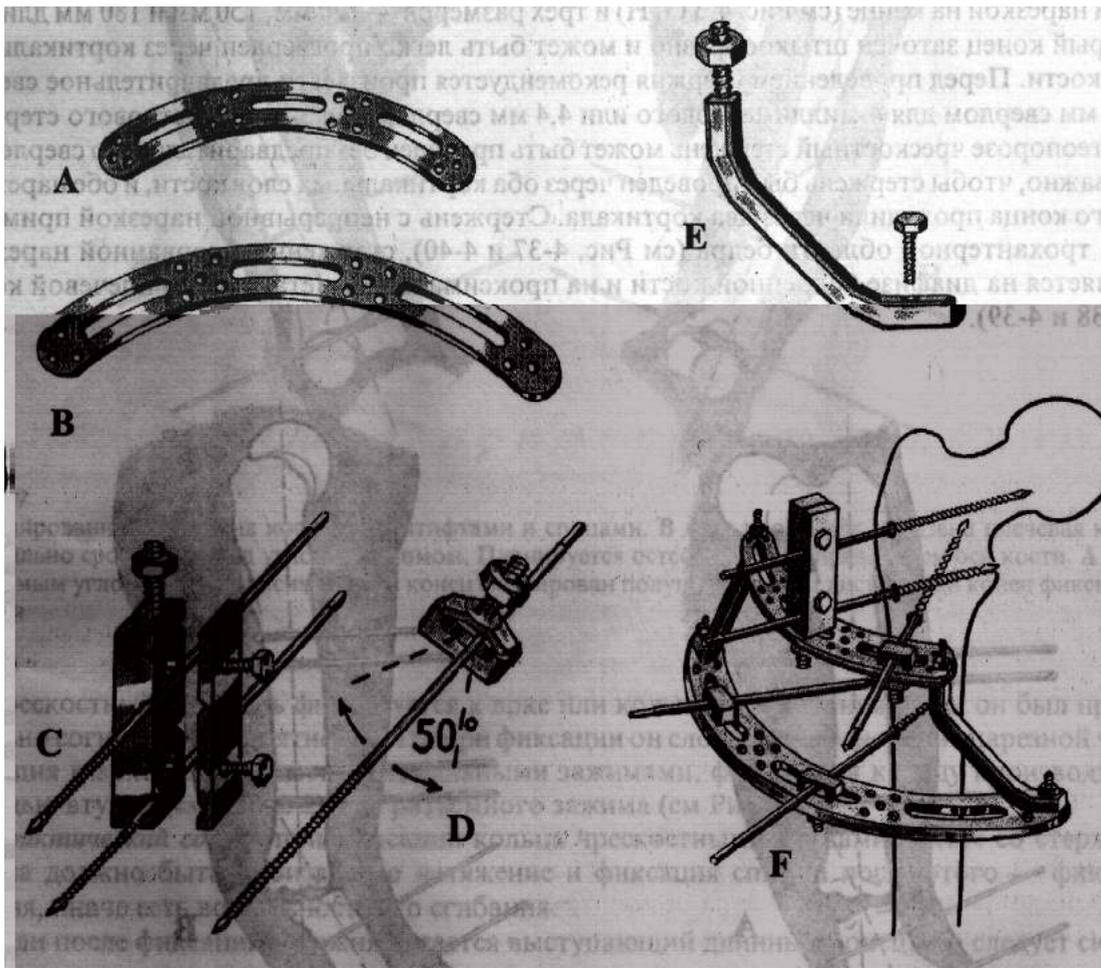
3. Путем косо просверливания на уровне намеченной остеотомии, дальнейшего проведения по каналу кости молотком, с дистальным выходом наружу. Проксимальный конец спицы изгибается коротким крючком-стопором. Он плотно надевается на кортикальную стенку кости. Если возможно, проводятся две такие спицы по обеим сторонам. Если проведение второй спицы невозможно, тогда дополнительно в канал кости вводится направляющая спица и проводится проксимальнее загнутого крючка-стопора. После этого производится остеотомия (кортикотомия).

Дистальные концы этих спиц скрепляются с тракционным устройством, которое закреплено на неподвижном дистальном кольце рамы. Удаление тракционной спицы возможно только ретроградным путем — в проксимальном направлении.

## **ФИКСАЦИЯ АППАРАТА ЧРЕСКОСТНЫМИ СТЕРЖНЯМИ С НАРЕЗКОЙ НА КОНЦЕ**

Чрескостные стержни с нарезкой, диаметром 4 мм и 5 мм, применяемые вместо чрескостных спиц, были предложены итальянскими ортопедами для применения их в новом компоненте

рамы для фиксации его к проксимальному концу бедра (Рис. 4-37). Хотя применение жестких чрескостных стержней противоречит учению Илизарова о важной роли напряженных спиц для образования регенерата кости, это имеет преимущества при определенных показаниях. Чрескостные стержни, применяемые для фиксации неподвижных опорных колец и дуг (арок), не влияют отрицательно на способность кости к новообразованию регенерата. Если они применяются для фиксации подвижного кольца, но вместе со спицами, то их отрицательное влияние на образование регенерата минимально.



**Рис. 4-37**

Детали и общий вид итальянского компонента рамы для фиксации проксимального конца бедра. А и В — два размера арок 90 градусов с прорезями и отверстиями, С — фиксатор множественных чрескостных стержней, состоящий из двух частей, D — фиксатор одного чрескостного стержня (показаны возможные в пределах 50 градусов изменения в направлении стержня). Е — косой поддерживающий соединитель арок и колец. F — компонент в сборе фиксирован к проксимальной части бедра

Основные показания для применения чрескостных стержней:

1. Анатомические условия уровня конечности, при которых сосуды и нервы могут быть повреждены чрескостной спицей.
2. Когда невозможно применение кольца, и оно должно быть заменено дугой (аркой).
3. Когда желательна дополнительная фиксация кольца после того, как кольцо уже фиксировано спицами.

Применяются чрескостные стержни двух типов: с прерванной нарезкой на конце и с непрерывной нарезкой наконце (см Рис. 4-3Г, Н) и трех размеров—120 мм, 150 мм и 180 мм длиной. Их острый конец заточен штыкообразно и может быть легко просверлен через кортикальную стенку кости. Перед проведением стержня рекомендуется произвести предварительное сверление 3,2 мм сверлом для 4-миллиметрового или 4,4 мм сверлом для 5-миллиметрового стержня. При остеопорозе чрескостный стержень может быть проведен без предварительного сверления. Очень важно, чтобы стержень был проведен через оба кортикальных слоя кости, и обе нарезные части его конца проходили через два кортикала. Стержень с непрерывной нарезкой применяется на трохантерной области бедра (см Рис. 4-37 и 4-40), стержень с прерванной нарезкой применяется на диафизе бедренной кости и на проксимальном метаэпифизе плечевой кости (Рис. 4-38 и 4-39).

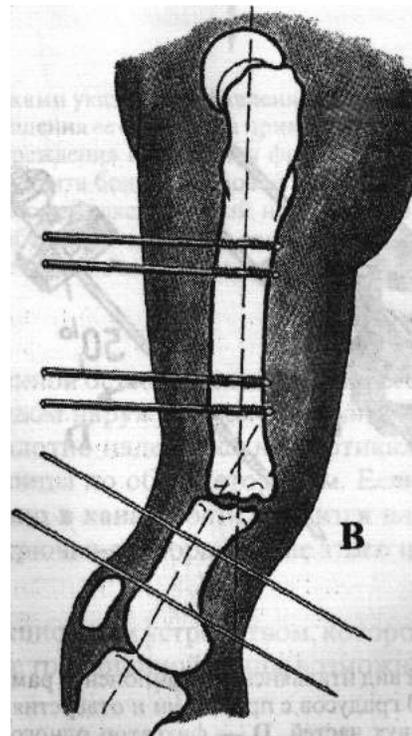
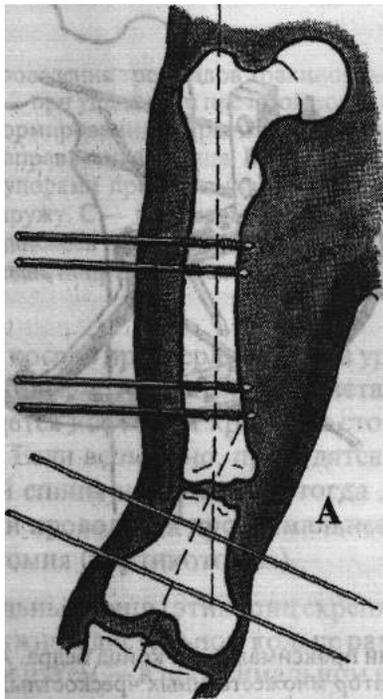


Рис. 4-38

Комбинированная фиксация кости чрескостными стержнями и спицами. В двух проекциях показана бедренная кость с несросшимся переломом со смещением. Планируется исправление угла с последующей компрессией отломков А и В—под прямым углом к оси. Проксимальный неподвижный фрагмент фиксирован стержнями, а дистальный подвижный фрагмент фиксирован спицами

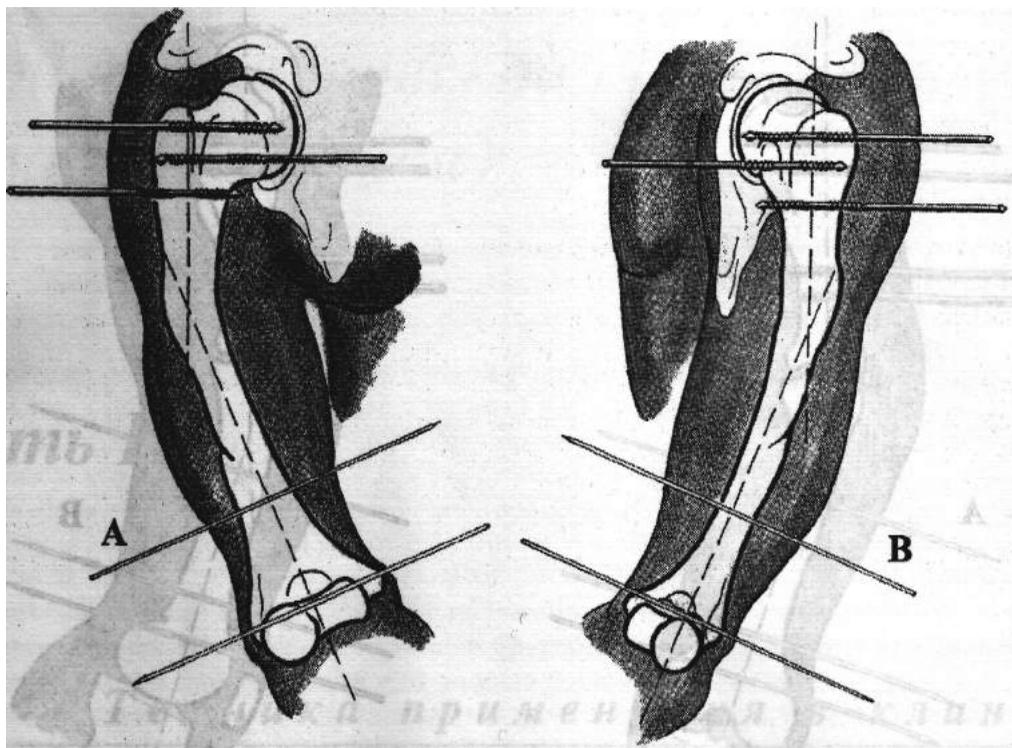


Рис. 4-39

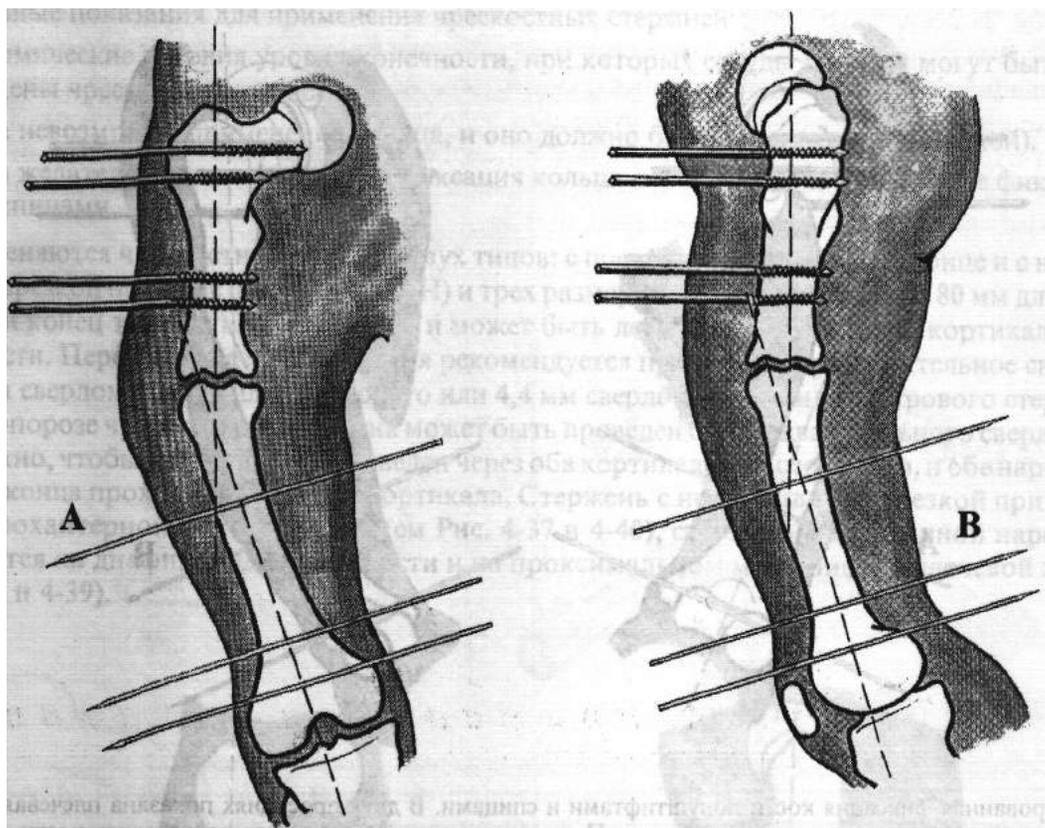
Комбинированная фиксация кости полуштифтами и спицами. В двух проекциях показана плечевая кость с неправильно сросшимся под углом переломом. Планируется остеотомия с исправлением оси кости. А и В — под прямым углом к оси, проксимальный конец фиксирован полуштифтами, а дистальный конец фиксирован спицами

Чрескостный стержень фиксируется к арке или кольцу без сгибания. Если он был предварительно согнут, есть вероятность, что при фиксации он сломается у основания нарезной части. Фиксация к арке производится специальными зажимами, фиксация к кольцу производится с помощью втулки (см Рис. 2-2) или разъемного зажима (см Рис. 2-32)

**Практический совет:** при фиксации кольца чрескостными спицами вместе со стержнями сначала должно быть произведено натяжение и фиксация спиц, а после этого — фиксация стержня, иначе есть возможность его сгибания.

Если после фиксации стержня остается выступающий длинный конец, его следует скусить мощными кусачками, пока пациент еще под наркозом, потому что это вызывает сильную боль.

**Практический совет:** фиксация чрескостными стержнями подвижного кольца рамы не рекомендуется, так как они вызывают грубое прорезывание кожи и оставляют рубцы. Удаление стержней производится вывинчиванием их из кости после разбора рамы. Для этого лучше пользоваться ручной дрелью в обратном направлении. Вывинчивание должно производиться без рывков и насилия, потому что после длительной нагрузки стержни имеют тенденцию ломаться у начала нарезной части. В таких случаях удалить их из кости очень сложно, и приходится стержни оставлять в кости.



**Рис. 4-40**

Комбинированная фиксация чрескостными стержнями и спицами. В двух проекциях показана бедренная кость с ложным суставом и с деформацией под углом. Планируется исправление угла и динамическая компрессия-дистракция ложного сустава "аккордеонным" методом. А и В — под прямым углом к продольной оси проксимальный фрагмент фиксирован стержнями, а дистальный фрагмент фиксирован спицами

# Часть II

*Техника применения в клинике*



# **Метод илизаровской кортикотомии (компактотомии)**

После монтажа рамы аппарата и устойчивой фиксации его к кости следующей стадией операции является рассечение кости (остеотомия) для ее дистракции и исправления. В конце 1960-ых гг. Илизаров модифицировал общепринятый метод остеотомии. Клинические наблюдения привели его к убеждению, что для образования полностью васкуляризованного костного регенерата необходимо наиболее полное возможное сохранение сосудистой сети на участке пересечения кости. Минимальная операционная травма кости и окружающих мягких тканей с сохранением их костеобразующих элементов оптимизирует биологические условия, необходимые для образования новой кости. Точный механизм образования остеобластов и остеокластов остается до сих пор не раскрытой тайной природы, но известно, что рост кости зависит от периостального слоя снаружи кости и от эндостального слоя внутри нее.

Илизаровская модификация остеотомии СОСТОИТЕ в рассечении только кортикального слоя с максимальным сохранением периоста и костного мозга. Поэтому он назвал это **кортикотомия**, или **компактотомия**. Илизаровское открытие этого метода имеет интересную историю. Он думал над этим много лет и производил различные эксперименты по рассечению кости. Но желаемых результатов это не приносило. Илизаров продолжал производить Z-образную остеотомию как наиболее подходящую. В одном случае, делая попытку удлинить короткую ампутационную культю голени у инвалида Отечественной войны, он обнаружил, что кость имела чрезвычайно плохое кровоснабжение. Не имея достаточной длины для Z-образного рассечения и не ожидая от такой кости хорошего образования регенерата, Илизаров сделал маленький разрез мягких тканей и рассечение надкостницы на 5 миллиметров. После этого узким остеотомом он сумел осторожно рассечь только кортикальный слой кости, обойдя окружавшие мягкие ткани и не внедряясь в костномозговой канал. К его большому удивлению, на месте рассечения с последующим удлинением развился полноценный регенерат. Острая и быстрая хватка наблюдателя-эмпирика помогли Илизарову сделать из этого наблюдения правильные выводы и разработать метод кортикотомии.

## **АНАТОМИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ**

Известно, что рост кости в ширину зависит от окружающей ее надкостницы, а от функции эндостальных структур зависит чередование фаз костеобразования и резорбции кости. В процессе сращения перелома новые пластинки гаверсовых каналов откладываются циркулярными слоями. После рассечения кортикального слоя он перестраивается посредством образования новых клеток в надкостнице, в эндосте и на поверхности гаверсовых каналов. Путем постепенного медленного растягивания кости на месте ее рассечения образуются миллиарды новых клеток. Наблюдения Илизарова подтверждают закон Вольфа (1892 г.) о трансформации кости, утверждающего, что форма следует функции. При удлинении кости для образования коллаген-

новых волокон вдоль направления механической тяги первым и главнейшим условием является максимально возможное сохранение циркуляции крови в зоне рассечения кости. В обычных условиях две трети кровоснабжения кости исходят от внутренней питающей артерии костного мозга. Она дает обильную сеть периферических артериолярных ветвей и капилляров, которые проникают в фолькмановские и гаверсовы каналы. Артерии надкостницы при этом обеспечивают одну треть объема кровоснабжения кости. Однако в случаях переломов или рассечения кости происходит перерыв или облитерация костного мозга, и возникает полное или частичное нарушение функции питающей артерии. При этом происходит компенсаторное разрастание надкостничных артерий, и они берут на себя функцию основного источника кровоснабжения для кортикальной кости (Рис. 5-1). Это дает основание считать, что сохранение обоих источников кровоснабжения кости — периостального и эндостального — является необходимым условием для оптимальных анатомических и физиологических условий образования новой кости после рассечения и растяжения ее. Хирургу следует помнить, что поскольку удлинение кости вызывает более быстрый рост костной ткани, чем происходит обычный процесс костеобразования и резорбции, в зоне растяжения идет ускоренный процесс метаболизма тканей. Умело проведенное рассечение кости имеет решающее значение для успеха всего лечения.

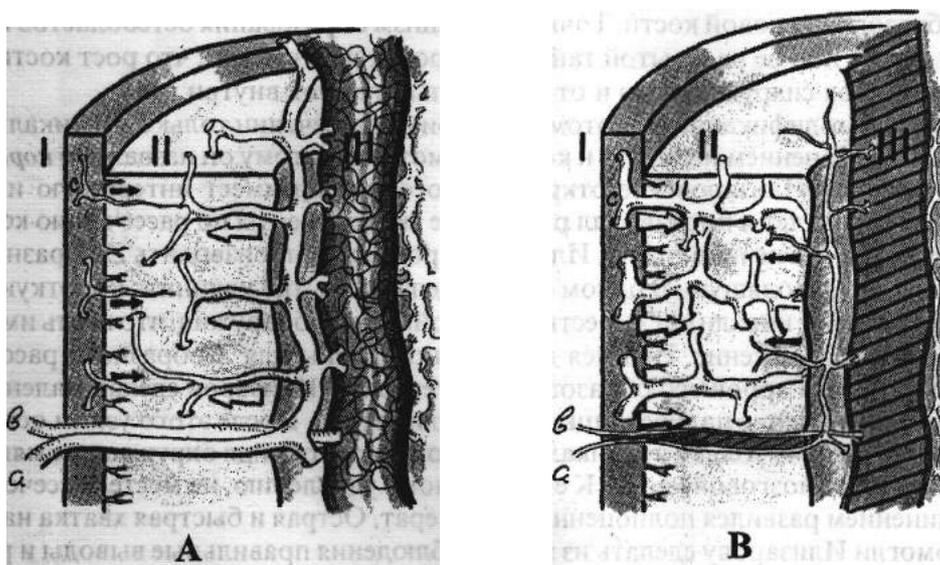


Рис. 5-1

Схематическое изображения кровоснабжения кости. Представлен сегмент средней трети трубчатой кости в продольном и поперечном сечении. I — надкостница; II — кортикальный слой; III — костный мозг; а — питающая артерия; в — сопровождающая ее коммуникантная вена, с — артериолы надкостницы; белые стрелки указывают основное направление тока артериальной крови; черные стрелки указывают направление дополнительного тока крови; А — до повреждения костного мозга при обычных условиях до двух третей кровоснабжения кортикального слоя происходит из питающей артерии костного мозга, а остальное снабжение происходит из артериол надкостницы. В — после облитерации костного мозга (заштрихован) и питающей артерии в результате повреждения или инфекции основное снабжение кортикального слоя кровью происходит в обратном направлении — от компенсаторно увеличенных артерий надкостницы; лишь незначительная часть крови поступает от уменьшенных в результате облитерации ветвей питающей артерии

Илизаровский метод рассечения кости имеет три основные цели:

1. Создать механические условия (полную по окружности щель рассечения кортикального слоя), необходимую для растяжения кости — ее дистракции.

2. Предохранить новые костеобразующие клетки, развивающиеся в процессе растяжения и откладывающиеся вдоль линий параллельно оси механической тяги.
3. Создать на протяжении кости зону увеличенной циркуляции крови, необходимой для увеличения метаболической трансформации новообразующихся местных тканей.  
Для осуществления этих целей Илизаров предложил свою сложную и очень элегантную операцию — *кортикотомию*.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ КОРТИКОТОМИИ

Каждый опытный хирург производит операции с небольшими отклонениями от инструкций, учебников, в соответствии со своим опытом. Мы предлагаем здесь описание кортикотомии с теми небольшими модификациями, с какими мы ее производим.

Хирург должен приступать к рассечению кости только после наложения и фиксации рамы аппарата, убедившись, что рассечение кости не приведет к ее смещению (Рис. 5-2).

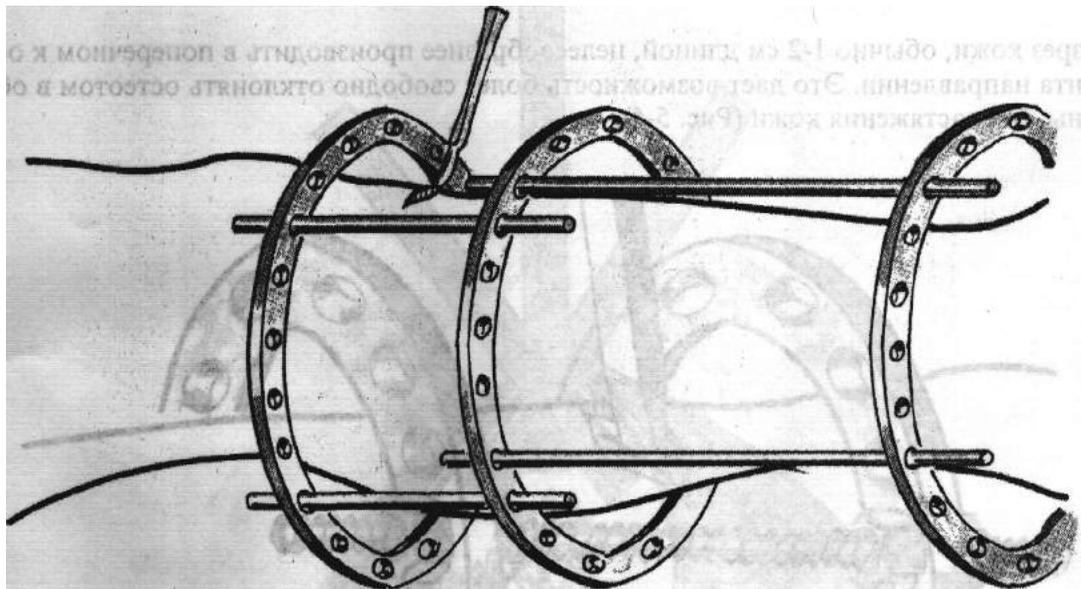
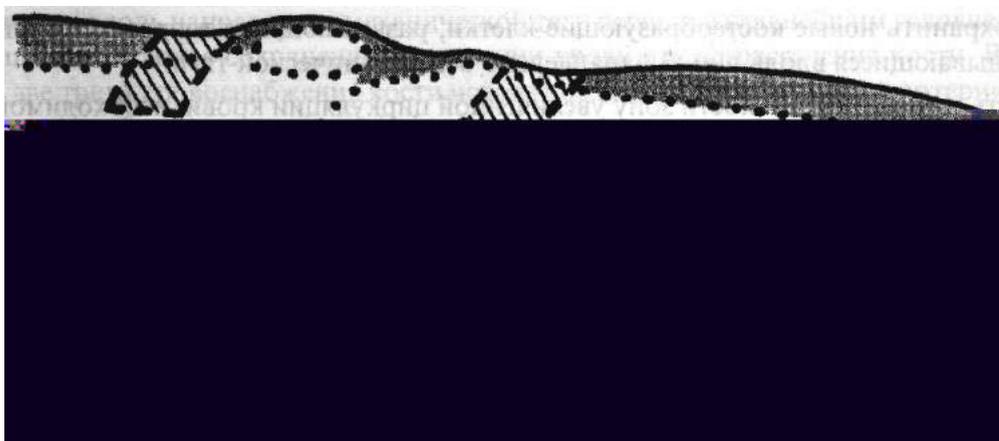


Рис. 5-2

Кортикотомия производится только после наложения рамы и ее фиксации к костям. Рама из трех колец наложена на голень. Разрез кожи производится по передней поверхности зоны проксимального метаэпифиза

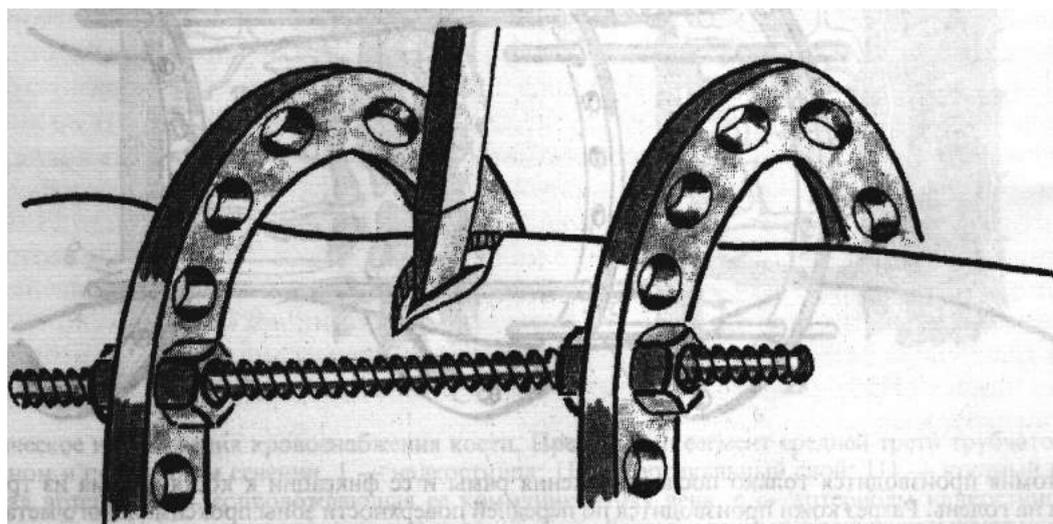
1. Следует учитывать, что в отличие от других операций, кортикотомия производится без визуального контроля, через маленький разрез кожи и на значительной глубине. При этом хирург должен уметь чувствовать ткань через сталь инструмента, определяя ее плотность по интенсивности сопротивления острию остеотома, а также по звуку этого сопротивления при проведении остеотома ударами молотка.
2. Разрез кожи производится на участке, где кость покрыта минимальным слоем мягких тканей. Это помогает контролировать направление остеотома (Рис. 5-3).



**Рис. 5-3**

Разрез кожи для кортикотомии производится на участках прилегания кости близко к коже или на стороне с наименьшим слоем мягких тканей. Схематическое изображение верхней трети голени и нижней трети бедра. Заштрихованные квадраты указывают наиболее подходящие участки для кортикотомии большеберцовой и бедренной костей

3. Разрез кожи, обычно 1-2 см длиной, целесообразнее производить в поперечном к оси сегмента направлении. Это дает возможность более свободно отклонять остеотом в обе стороны, без растяжения кожи (Рис. 5-4).

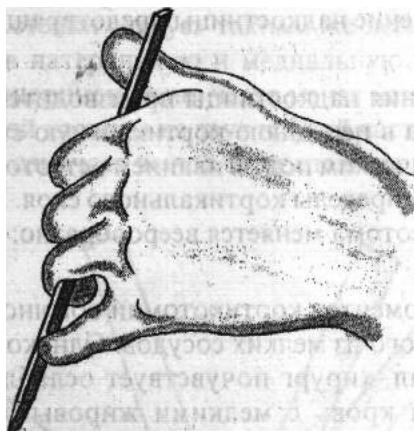


**Рис. 5-4**

Начало кортикотомии. Представлена секция сегмента конечности с видом части двух колец рамы аппарата. Между кольцами произведен поперечно направленный разрез кожи 1-1,5 см; надкостница рассекается также в поперечном направлении, без отсепаровывания ее от кортикального слоя

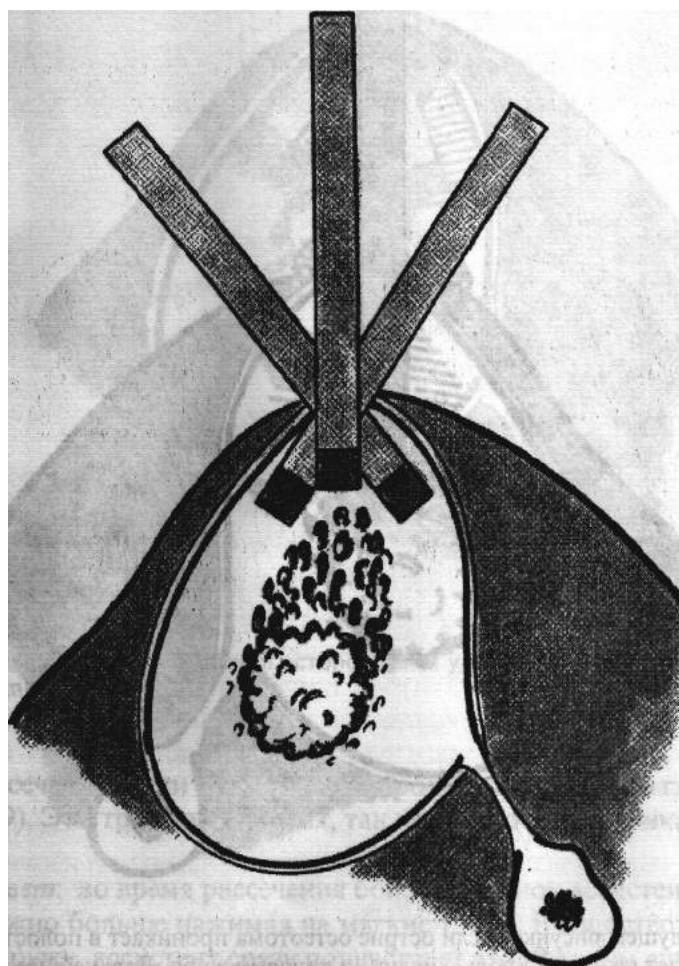
4. Надкостница рассекается узким и обязательно очень острым остеотомом 0,5-0,7 см шириной (Рис. 5-5). Рассечение надкостницы также проводится в поперечном направлении, с минимальной для нее травмой — одним ударом остеотома или одним движением скальпеля.

**Практический совет:** ни в коем случае не следует производить фигурное рассечение и отделение надкостницы от подлежащего кортикального слоя (что ошибочно рекомендуется в не-



**Рис. 5-5**

Для производства кортикотомии рекомендуется пользоваться узким остеотомом 0,5-0,7 см шириной



**Рис. 5-6**

Начало кортикотомии. Схематическое изображение поперечного сечения голени. Осторожными ударами легкого молотка (лучше деревянного) остеотом внедрен в переднюю стенку большеберцовой кости в веерообразном направлении

которых руководствах). Сохранение надкостницы предотвращает гипопластическое образование регенерата.

5. После поперечного рассечения надкостницы производится в том же направлении прямое внедрение узкого остеотома в переднюю кортикальную стенку. Это достигается легкими ударами молотка, с периодическим подтягиванием остеотома. Важно чувствовать, что острие остеотома не выходит за пределы кортикального слоя. После внедрения приблизительно на 1 см направление остеотома меняется веерообразно: поочередно вправо и влево, без его подтягивания (Рис. 5-6).
6. Во время этих начальных моментов кортикотомии обычно не должно быть кровотечения, за исключением минимального из мелких сосудов. Однако если острие остеотома проникнет в костномозговой канал, хирург почувствует ослабление сопротивления тканей, и может появиться венозная кровь с мелкими жировыми каплями из костного мозга (Рис. 5-7). Дальнейшее проникновение в канал необходимо остановить.

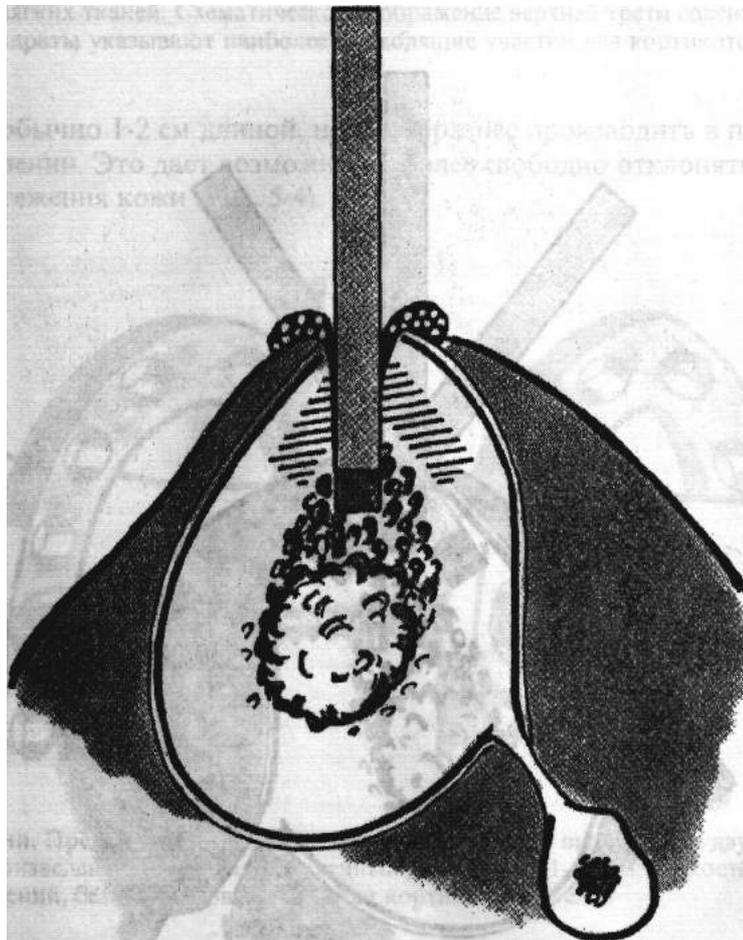


Рис. 5-7

Та же схема, что на предыдущем рисунке. Если острие остеотома проникает в полость костного мозга, через щель кортикотомии вытекает венозная кровь с мелкими каплями жира. Дальнейшее продвижение остеотома следует остановить

После рассечения передней стенки следует такими же легкими ударами молотка продолжать внедрение остеотома в латеральную и медиальную стенки компактной кости. Обе стенки следует рассекать пропорционально, часто меняя направление инструмента (Рис. 5-8). При изменении звука высокой частоты на звук низкой частоты необходимо останавливать проникновение, так как это означает выход за пределы компактной кости.

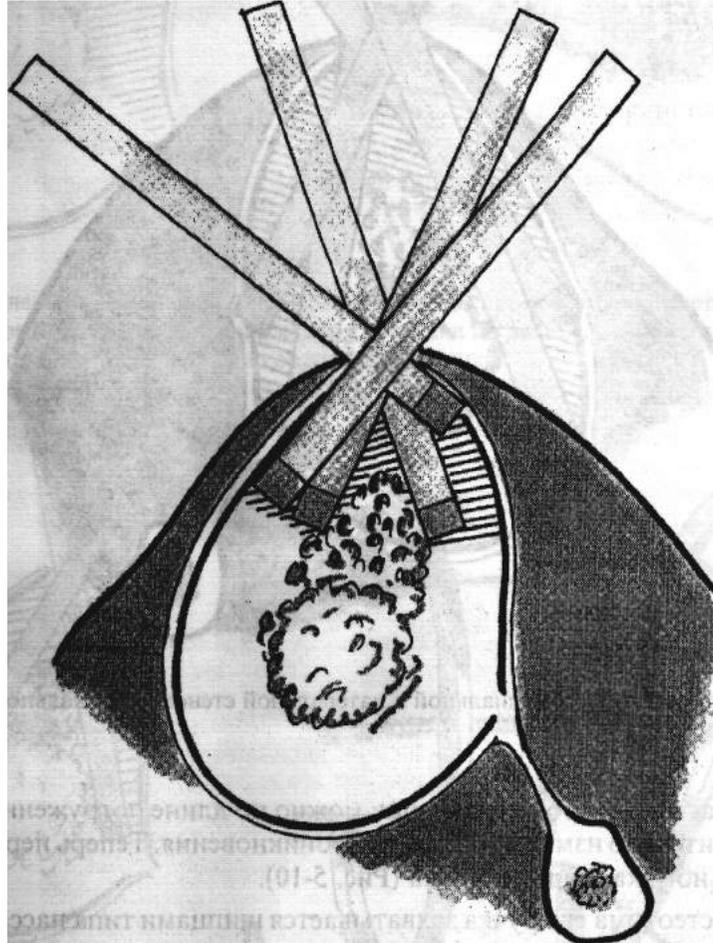


Рис. 5-8

Та же схема. После рассечения передней стенки осторожными ударами молотка остеотом поочередно проводится латерально и медиально

8. Поочередное рассечение кости с двух сторон продолжается на всю глубину, до задней стенки кости (Рис. 5-9). Это требует терпения, так как остеотом проникает в компактный слой медленно.

**Практический совет:** во время рассечения боковых стенок ассистент может держать пальцы над ними» как можно больше нажимая на мягкие ткани. Если остеотом выйдет за пределы компактного слоя наружу, ассистент сразу почувствует это. В таком случае следует изменить направление остеотома. Если возникает массивное кровотечение из канала или снаружи, его следует остановить пальцевым прижатием на 10-15 минут. Практика показывает, что нерационально расширять разрез для осмотра и лигирования.

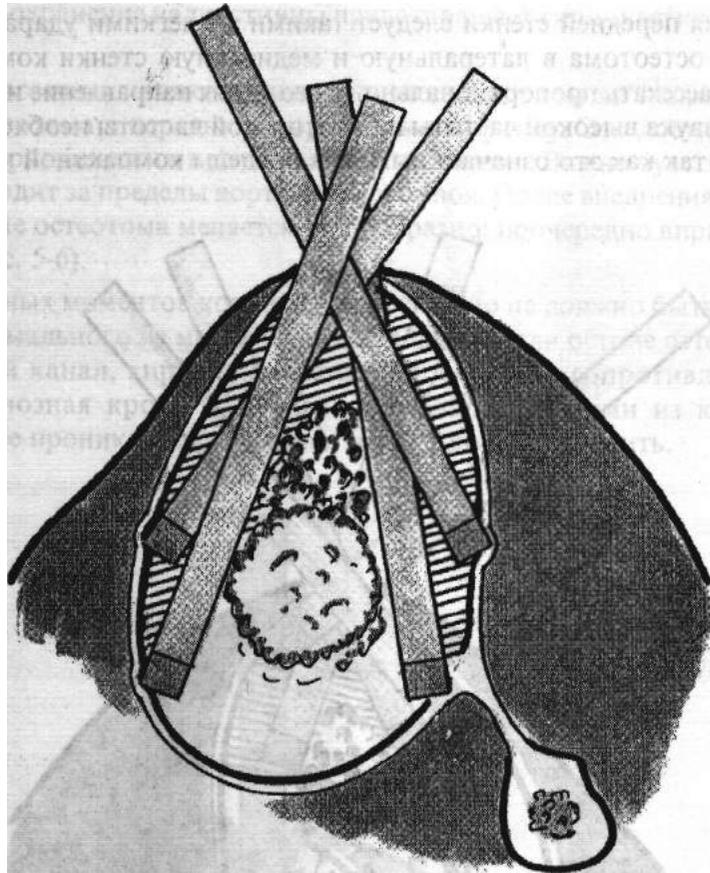


Рис. 5-9

Та же схема. Поочередное рассечение медиальной и латеральной стенок кортикального слоя производится в глубину до задней стенки

9. После полного рассечения боковых стенок можно по длине погруженной в кость части остеотома приблизительно измерить глубину проникновения. Теперь нерассеченной остается лишь относительно узкая задняя стенка (Рис. 5-10).
10. Без вынимания остеотома его ручка захватывается щипцами типа пассатижей и осторожно поворачивается на 90 градусов сначала с одной стороны, затем тот же маневр производится на другой стороне. Как правило, в результате предыдущего рассечения в компактном слое имеются микротрещины, уходящие глубже проникновения остеотома. Под влиянием расширения щели кортикотомии поворотами остеотома по микротрещинам задней стенки происходит ее перелом с характерным звуком сухого щелчка. На этом производство кортикотомии заканчивается (Рис. 5-11).
11. Чтобы упростить технику кортикотомии, мы пользуемся предложенными нами (В. Голяховский) специальными кортикотомами двух типов: прямым и изогнутым. Преимущества кортикотомов в том, что они позволяют рассекать компактный слой кости без проникновения в канал и без повреждения надкостницы (Рис. 5-12). Техника операции при этом, в основном, та же самая. Разница только в том, что рассечение кости начинают прямым кортикотомом, а заканчивают изогнутым. Он может проводиться глубже, чем обычный остеотом, поэтому момент надлома задней стенки упрощается. Иногда это даже происходит без насильственного поворота остеотома.

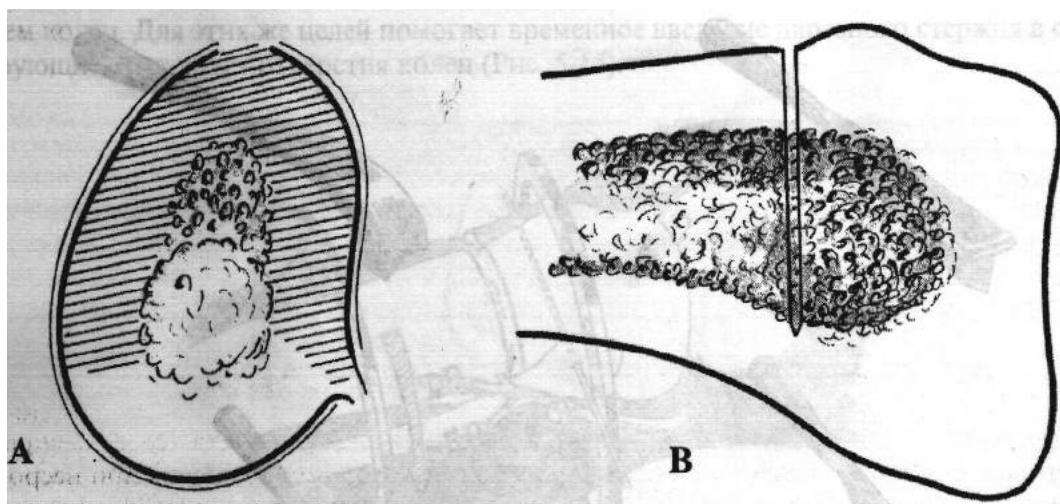


Рис. 5-101

Схематически представлены поперечный (А) и боковой (В) виды проксимального метаэпифиза большеберцовой кости в процессе кортикотомии. Зона рассечения показана штриховыми линиями и представлена в виде щели. Нерассеченной остается только задняя кортикальная стенка

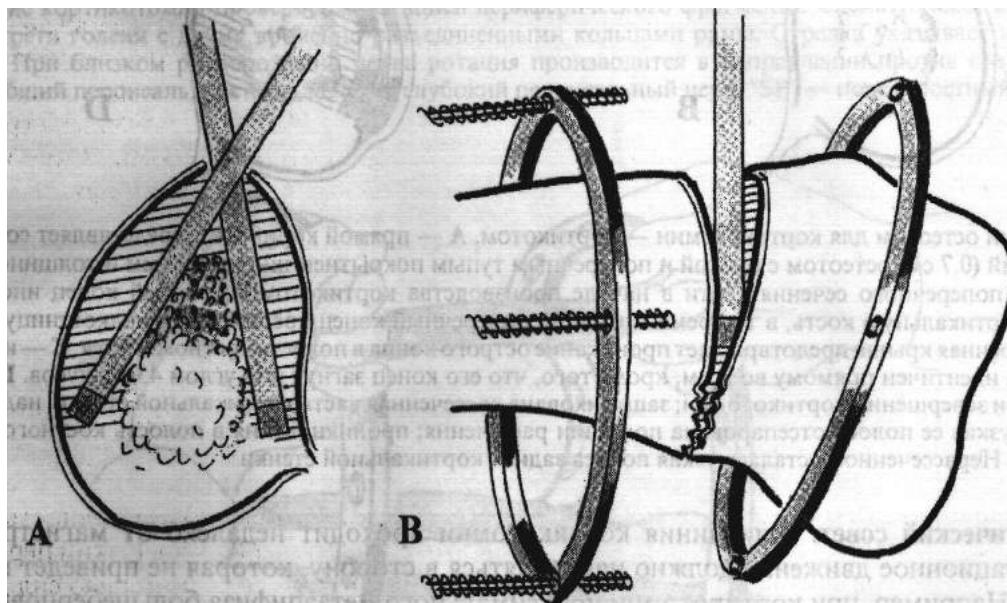


Рис. 5-11

Схема завершающего момента кортикотомии. А — поперечное сечение с двумя остеотомами, проведенными до конца рассечения кости. В — боковой вид той же кости с временно разъединенными кольцами рамы; с помощью пассатжей остеотом повернут на 90 градусов, в результате образовалась трещина задней кортикальной стенки

12. Чтобы убедиться в завершенности кортикотомии по всей окружности, необходимо осторожно ротировать периферический фрагмент по отношению к центральному. Для этого следует извлечь остеотом и разъединить два соседних кольца — выше и ниже кортикотомии. Возможность свободной ротации на 10-15 градусов означает, что рассечение кортикального слоя произведено по всей окружности. Если надкостница осталась неповрежденной, при этом будет ощущаться некоторое упругое сопротивление.

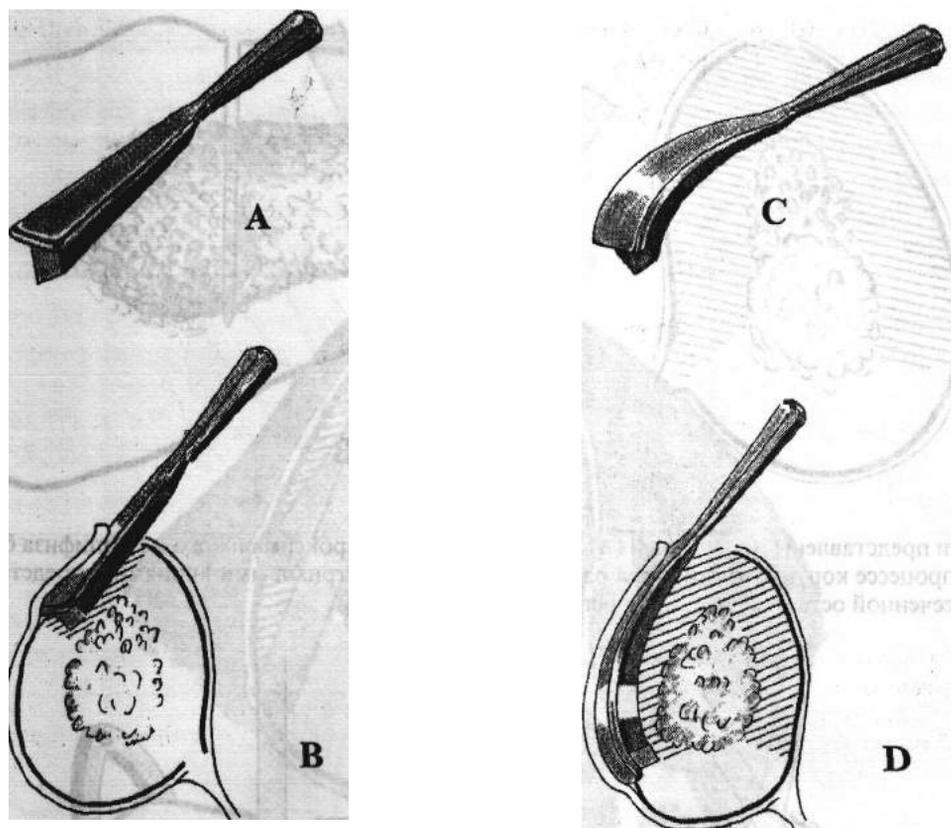


Рис. 5-12

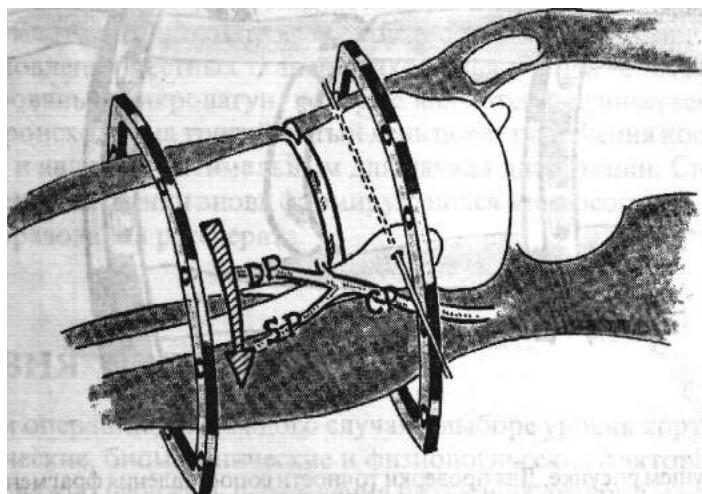
Специальный остеотом для кортикотомии — кортикотом. А — прямой кортикотом представляет собой Т-образный узкий (0,7 см) остеотом с ручкой и поперечным тупым покрытием шириной 5 мм и толщиной 1,5 мм. В — схема поперечного сечения кости в начале производства кортикотомии; острый конец инструмента рассекает кортикальную кость, в то время как тупой поперечный конец предохраняет надкостницу от рассечения; поперечная крыша предотвращает проникание острого конца в полость костного мозга. С — изогнутый кортикотом идентичен прямому во всем, кроме того, что его конец загнут под углом 45 градусов. D — та же схема, но при завершении кортикотомии; заштрихована рассеченная часть кортикальной стенки; надкостница сохранена, узкая ее полоса отсепарована по линии рассечения; проникновения в полость костного мозга не произошло. Нерассеченной осталась узкая полоса задней кортикальной стенки

**Практический совет:** если линия кортикотомии проходит недалеко от магистрального нерва, ротационное движение должно направляться в сторону, которая не приведет к его натяжению. Например, при кортикотомии проксимального метаэпифиза большеберцовой кости необходимо ротировать голень только кнаружи (Рис. 5-13).

Это возможно лишь после остеотомии малой берцовой кости, которая всегда должна предшествовать кортикотомии.

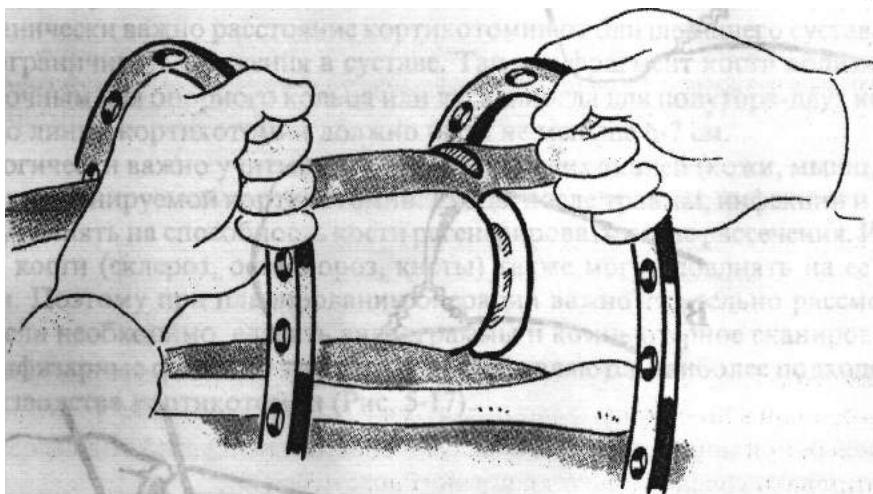
13. Временное разъединение колец и ротация могут привести к смещению фрагментов. Даже кратковременное смещение способно повредить важные для регенерации структуры эндоста. Чтобы это предотвратить, хирург обязан твердо удерживать кольца на одном уровне, пока ассистент не соединит их вновь с трех сторон (Рис. 5-14).
14. **Практический совет:** чтобы избежать ошибки в сопоставлении фрагментов при повторном соединении колец, мы рекомендуем контролировать положение их рассеченных краев концом пальца, вставленным в разрез кожи для кортикотомии. Ориентируясь на ощущение щели кортикотомии, ассистент помогает хирургу коррелировать их сопоставление движе-

нием колец. Для этих же целей помогает временное введение нарезного стержня в соответствующие друг другу отверстия колец (Рис. 5-15).



**Рис. 5-13**

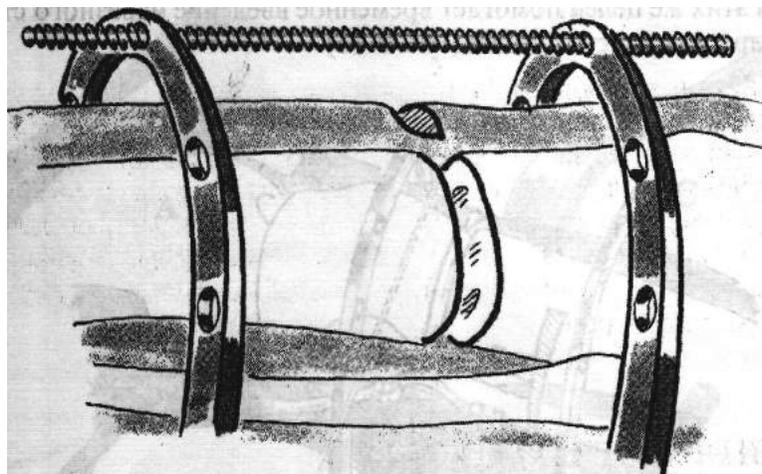
Завершение кортикотомии проверяется ротацией периферического фрагмента. Схематическое изображение верхней трети голени с двумя временно разъединенными кольцами рамы. Стрелка указывает направление ротации. При близком расположении нерва ротация производится в направлении против его натяжения. "CP" — общий перонеальный нерв, "DP" — глубокий перонеальный нерв, "SP" — поверхностный перонеальный нерв



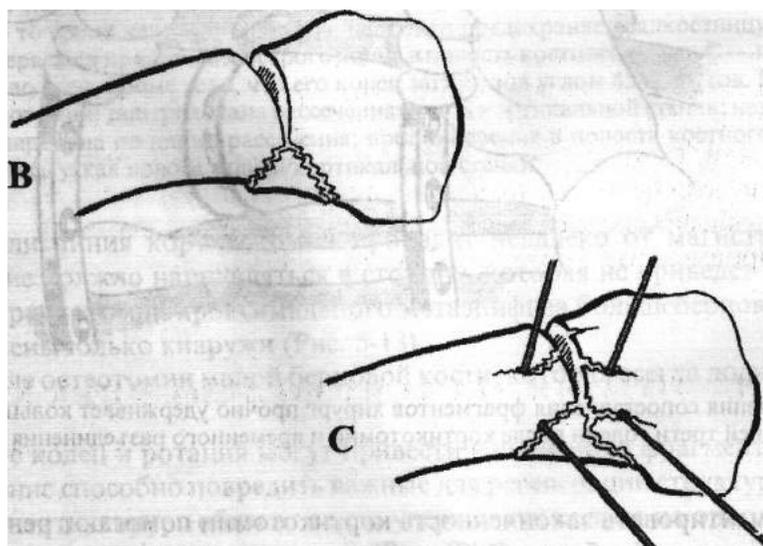
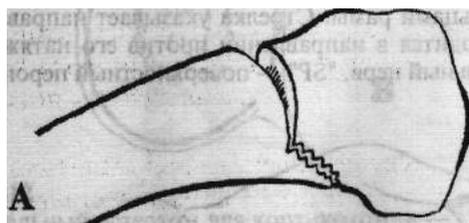
**Рис. 5-14**

Для сохранения сопоставления фрагментов хирург прочно удерживает кольца рамы. Схематическое изображение верхней трети голени после кортикотомии и временного разъединения колец

15. Документировать законченность кортикотомии помогают рентгенограммы в двух проекциях — прямой и боковой. Они же показывают прохождение щели рассечения кости. Трещина задней стенки иногда может отклоняться от линии рассечения остеотомом в косом направлении, в виде клина, или проходить в разных направлениях. Само по себе это может не влиять на последующую регенеративную способность кости, но важно убедиться, что чрескостные спицы не проходят через эти трещины (Рис. 5-16).

**Рис.5-15**

Тот же вид, что на предыдущем рисунке. Для проверки точности сопоставления фрагментов в соответствующие друг другу отверстия колец вставлен нарезной стержень

**Рис. 5-16**

Варианты расположения рассечения кости после кортикотомии. Три одинаковых схематических вида верхней трети большеберцовой кости. А— косое или винтообразное расположение линии перелома задней стенки; В — клинообразное расположение линии перелома задней стенки; С — оскольчатый перелом кости по линии кортикотомии, трещины кости, проходящие через каналы близлежащих спиц

16. Кожа операционной раны зашивается двумя-тремя 3-0 нейлоновыми швами (они могут быть оставлены надолго).
17. После завершения операции рекомендуется тут же, на операционном столе, произвести дистракцию фрагментов на 2-3 мм по всей окружности кортикотомии. Эта щель способствует началу восстановления местных тканей. Находящаяся в ней гематома необходима для возникновения кровяных микролагунов, которые являются предшественниками новых микрососудов. Это происходит на третий-пятый день после рассечения кости. Срок 3-5 дней после кортикотомии и является оптимальным для начала дистракции. Силы натяжения создают стресс напряжения на стенки вновь формирующихся микрососудов, которые обеспечивают условия для образования регенерата.

## **ВЫБОР УРОВНЯ КОРТИКОТОМИИ**

При планировании операции для каждого случая в выборе уровня кортикотомии должны учитываться анатомические, биомеханические и физиологические факторы.

Анатомически важно избежать пересечения питающих артерий и сопровождающих их вен. Входной канал для них обычно находится в средней части трубчатой кости. Поэтому следует избегать рассечения ее в средней части. Анатомическая структура строения сегмента кости также важна в выборе уровня для ее рассечения. Наиболее целесообразно рассечение ее на участке относительно тонкого кортикального слоя. Он располагается в зоне перехода костно-мозгового канала в губчатую кость. На этом уровне также очень мала вероятность повреждения питающих сосудов.

Биомеханически важно расстояние кортикотомии от близлежащего сустава: кортикотомия не должна ограничивать движения в суставе. Так как фрагмент кости вблизи сустава должен быть достаточным для опорного кольца или дуги, иногда для полутора-двух колец, расстояние от сустава до линии кортикотомии должно быть не меньше 6-7 см.

Физиологически важно учитывать состояние мягких тканей (кожи, мышц, связок, фасции) вблизи уровня планируемой кортикотомии. Рубцы после травмы, инфекции и прежних вмешательств могут влиять на способность кости регенерировать после рассечения. Изменения структуры самой кости (склероз, остеопороз, кисты) также могут повлиять на ее регенеративные способности. Поэтому при планировании операции важно тщательно рассмотреть рентгенограммы и, если необходимо, сделать ангиограммы и компьютерное сканирование кости.

Метаэпифизарные сегменты трубчатых костей являются наиболее подходящими сегментами для производства кортикотомии (Рис. 5-17).

## **КОРТИКОТОМИЯ НА ОДНОМ ИЛИ ДВУХ УРОВНЯХ**

В зависимости от задачи лечения в каждом конкретном случае кортикотомия может быть произведена на одном или двух уровнях той же самой кости. Одновременное рассечение кости и дистракция на двух уровнях может сократить длительность лечения.

Как правило, кортикотомия на одном уровне показана:

1. для удлинения до 5 см;
2. для перемещения фрагмента кости на 5-7 см;

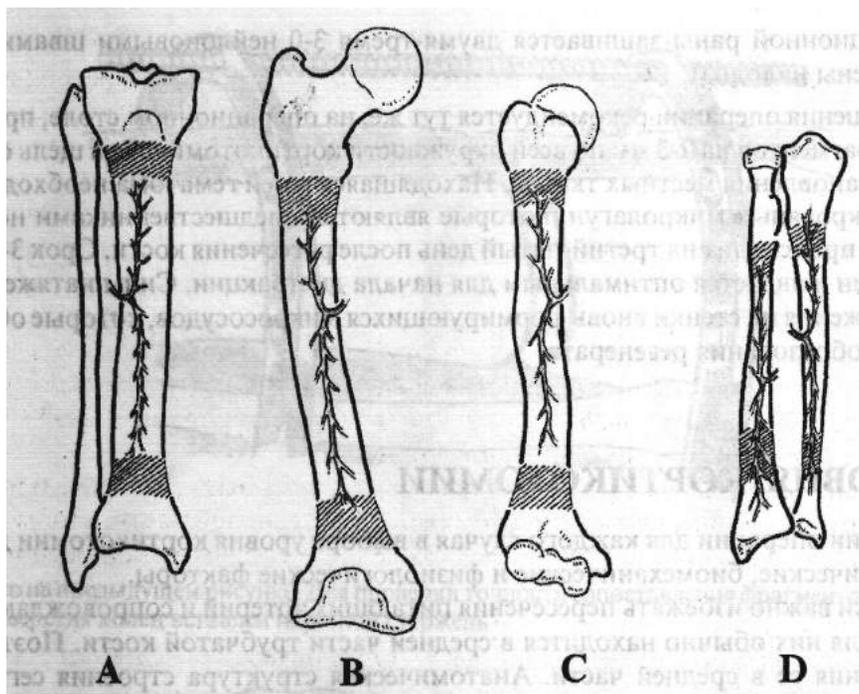


Рис. 5-17

Наиболее целесообразные зоны для кортикотомии (отмечены штриховыми линиями) в метаэпифизах трубчатых костей. Показана проекция прохождения питающей артерии. А — на большеберцовой кости; В — на бедренной кости; С — на плечевой кости; D — на костях предплечья

3. с целью улучшения местной циркуляции крови на конечности, когда удлинение не показано, но кортикотомия может способствовать улучшению регенерации кости (например, при ложных суставах или несросшихся переломах, когда применяется метод компрессии, но необходимо дополнительно стимулировать возможность сращения);
4. для одномоментного или постепенного исправления деформации кости.

Как правило, кортикотомия на двух уровнях показана:

1. для удлинения кости на 10-12 см и больше;
2. для перемещения одного или двух фрагментов кости путем сближения их на 10-15 см;
3. для одновременного удлинения на одном уровне и исправления деформации на другом уровне;
4. для стимуляции остеогенеза при метаболических заболеваниях кости (например, при болезни Педжета, несовершенном остеогенезе или болезни Олье).

## РАССЕЧЕНИЕ ЛУЧЕВОЙ КОСТИ И РЕЗЕКЦИЯ МАЛОЙ БЕРЦОВОЙ КОСТИ

Если кортикотомия должна быть произведена на сегменте конечности с двумя костями (для удлинения или исправления деформации предплечья или голени), предварительное рассечение второй кости обязательно. На предплечье деформация локтевой кости зачастую сочетается с недоразвитием или дефектом радиального луча, как, например, при врожденном ложном сус-

таве лучевой кости, лучевой косоруконости или деформации типа Маделунга. Уровень рассечения второй кости всегда должен выбираться с учетом межкостной перегородки (*membrana interossea*): чем длиннее ее участок между двумя рассечениями костей, тем большая сила должна быть приложена для выравнивания костей в процессе удлинения или исправления (Рис. 5-18 В).

Большинство илизаровских операций производится на нижней конечности. Остеотомия малоберцовой кости всегда должна предшествовать кортикотомии большеберцовой кости, без этого невозможно проверить завершенность рассечения ротацией. При резекции малоберцовой кости следует избегать близости к проксимальному и дистальному сочленениям ее с большеберцовой костью, а также рассчитать длину оставляемой мощной межкостной фиброзной перегородки. Это очень крепкая структура, к которой частично прикрепляются передняя и задняя мышцы голени. Она удерживает обе кости параллельно друг другу, что следует поддерживать при удлинении. Малая берцовая кость как бы является природной шиной для большеберцовой. Это имеет практическое значение при удлинении.

**Практический совет;** малая берцовая кость всегда должна быть рассечена или частично резецирована на другом уровне, чем кортикотомия большеберцовой кости, чтобы предупредить отклонение ее при удлинении. Рекомендуемый уровень рассечения малой берцовой кости — в ее средней трети. Существенно лучше производить рассечение в косом направлении: снаружи кнутри и сверху вниз. Для избежания быстрого сращения и уменьшения сопротивления межкостной перегородки силам растяжения всегда лучше производить резекцию сегмента на протяжении 0,5-1 см (Рис. 5-18 А).

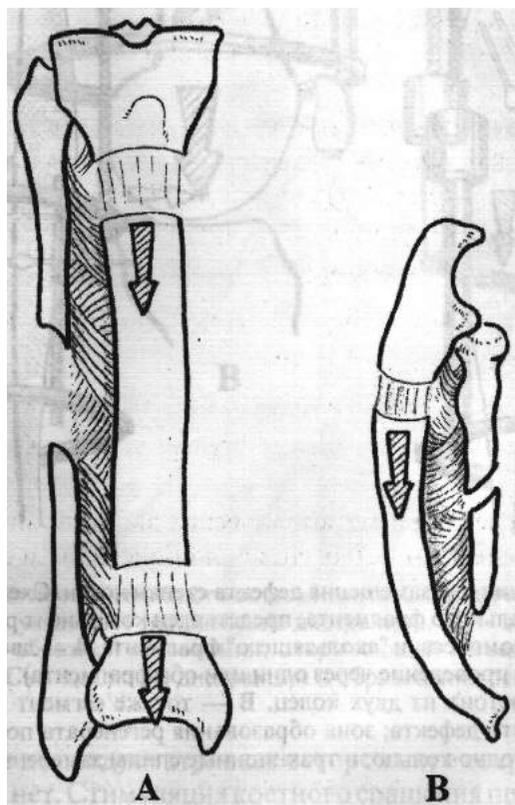


Рис. 5-18

Схематическое изображение наиболее целесообразного уровня остеотомии в сегментах конечностей с двумя костями. Стрелки указывают направление дистракции. А — при кортикотомии большеберцовой кости на одном или двух уровнях рекомендуется остеотомия или резекция малоберцовой кости в средней трети; В — на предплечье при кортикотомии локтевой кости рекомендуется остеотомия лучевой кости в средней трети

## КОРТИКОТОМИЯ ДЛЯ ЧАСТИЧНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ КОСТНОГО ДЕФЕКТА

Это еще одна элегантная операция, предложенная Илизаровым. Для закрытия местными тканями частичного дефекта стенки трубчатой кости он предложил косую кортикотомию и постепенное перемещение фрагмента стенки. В сочетании с методом компрессии это позволяет одновременно стимулировать сращение кости и образовывать регенерат на стороне кортикотомии.

Над дефектом стенки кости, в косом направлении и через оба фрагмента, проводятся две тракционные спицы со стопорами. Их направление соответствует направлению планируемого перемещения фрагмента. Выведенные наружу свободные концы спиц закрепляются в дистракционных устройствах, фиксированных на неподвижном кольце. Рассчитывается величина участка, необходимого для закрытия дефекта. Кость осторожно рассекается по косой линии. Одновременно с компрессией основных отломков производится постепенное перемещение отсеченного фрагмента. По завершении перемещения направление тракционных спиц меняется: две первые косо проведенные спицы замещаются одна за другой поперечно проведенными спицами (Рис. 5-19).

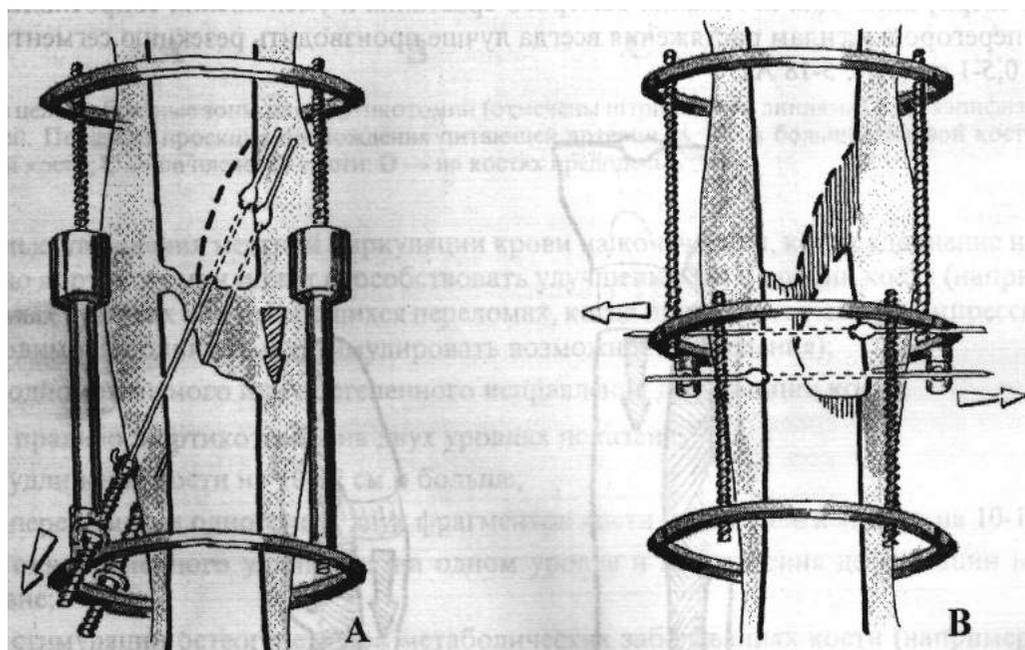
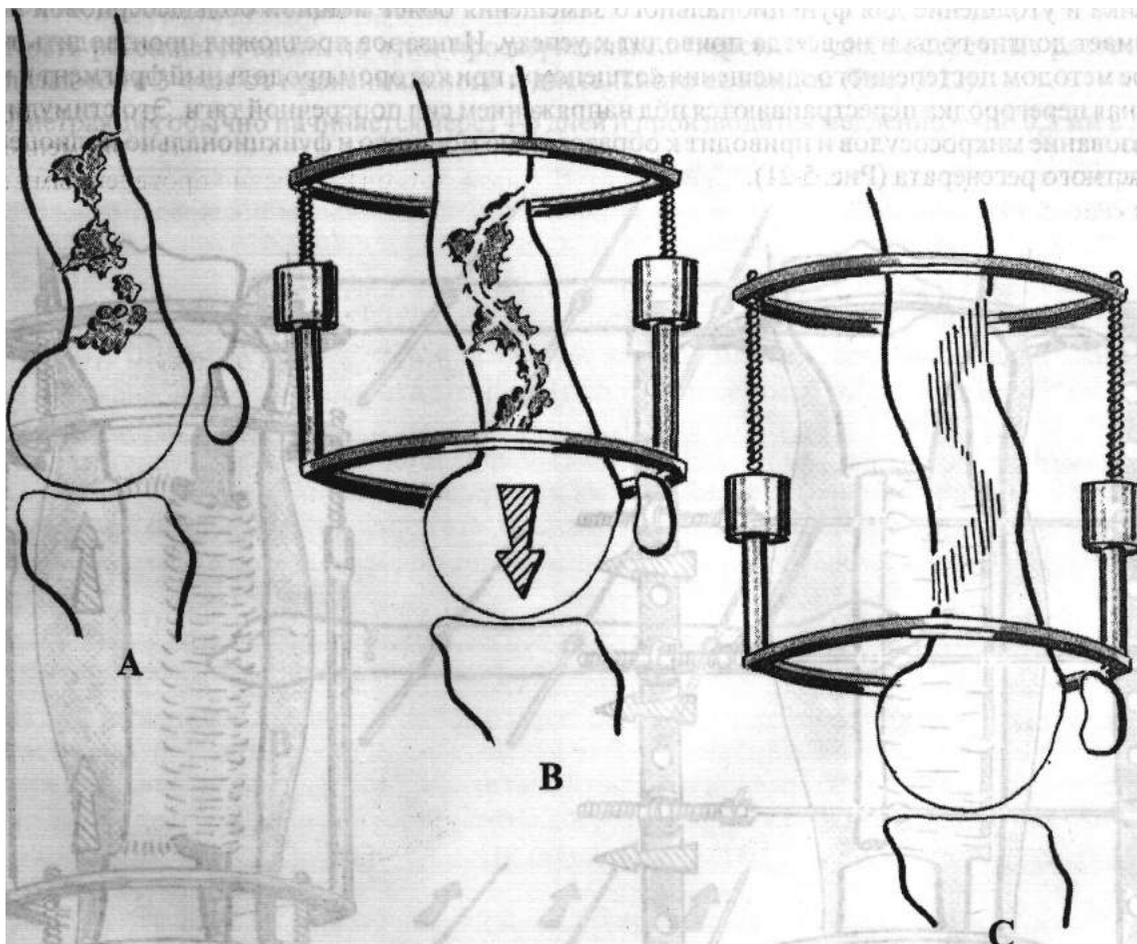


Рис. 5-19

Метод "скользящей" кортикотомии для замещения дефекта стенки кости. Схематическое изображение сегмента кости с дефектом стенки дистального фрагмента; представлен компонент рамы аппарата; стрелки указывают направление перемещения и компрессии "скользящего" фрагмента. А—две спицы со стопорами проведены в косом направлении (возможно проведение через один или оба фрагмента). Линия рассечения кости указана пунктиром; компонент рамы состоит из двух колец. В — тот же сегмент конечности после перемещения "скользящего" фрагмента на место дефекта; зона образования регенерата показана штриховыми линиями; в компонент рамы добавлено еще одно кольцо, и тракционные спицы заменены на компрессионные

## S-ОБРАЗНАЯ ОСТЕОТОМИЯ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ГНОЙНОГО ОСТЕОМИЕЛИТА

Для лечения гнойного остеомиелита в активной стадии Илизаров предложил метод «скользящего» рассечения и перемещения кости. Линия рассечения проходит через несколько полостей, становясь фигурной, чаще всего в виде латинской буквы S. Поскольку обычно в зоне воспаления имеется много изолированных полостей разной величины, остеотом должен быть направлен так, чтобы открыть их все (Рис. 5-20).



**Рис. 5-20**

Метод S-образной остеотомии для лечения гнойного остеомиелита. Схематическое изображение нижней трети бедра с зоной полостей; стрелка указывает направление дистракции. А — вид до лечения. В — пунктирная двойная линия указывает ход S-образной остеотомии, открывающей и соединяющей все полости; показан компонент рамы из двух колец. С — вид после дистракции и образования регенерата кости на месте бывших полостей

Это глубокое рассечение не предусматривает осторожного сохранения сосудов, потому что обычно в зоне воспаления их нет. Стимуляция костного сращения происходит за счет динамического изменения местного метаболизма. В результате вскрытия полостей и последующего «скользящего» перемещения фрагментов сама кость и окружающие ткани начинают перестраиваться, появляются новые микрососуды, и на месте гнойного процесса возникает регенерация костной ткани.

## ОСТЕОТОМИЯ ДЛЯ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И УТОЛЩЕНИЯ КОСТИ

Илизаров первым открыл, что если применить растяжение в поперечном направлении, то новообразование костной ткани следует направлению сил. На этом основании он предложил метод поперечного замещения массивного дефекта большеберцовой кости продольным «отщепом» малой берцовой кости.

Свободное перемещение малой берцовой кости, при котором она используется как трансплантат, известно давно. Она способна срастись с концами большеберцовой кости, но перестройка и утолщение для функционального замещения более мощной большеберцовой кости занимает долгие годы и не всегда приводит к успеху. Илизаров предложил производить то же самое методом постепенного замещения «отщепом», при котором продольный фрагмент и межкостная перегородка перестраиваются под напряжением сил поперечной тяги. Это стимулирует образование микрососудов и приводит к образованию мощного и функционально полноценного костного регенерата (Рис. 5-21).

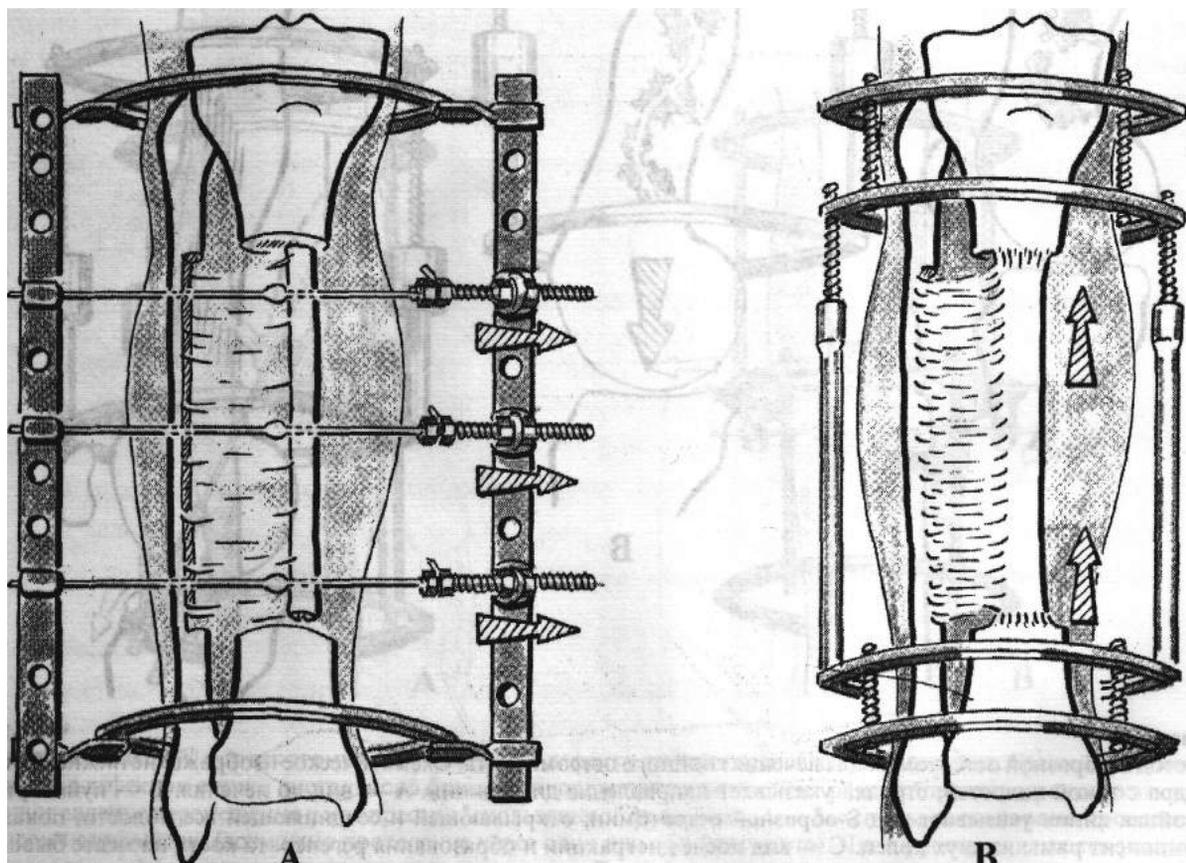


Рис. 5-21

Метод продольной остеотомии с поперечным перемещением фрагмента. Стрелки указывают направление перемещения и компрессии. А — схема голени с большим дефектом диафиза большеберцовой кости после резекции; рама аппарата для поперечного перемещения фрагмента малой берцовой кости; три спицы со стопорами фиксированы к дистракционным устройствам. В — та же голень после завершения перемещения, рама аппарата заменена на другую для компрессии перемещенного фрагмента; показано образование мощного регенерата кости на стороне перемещения продольного «отщеп» и межкостной перегородки

Метод поперечного расширения малой и большеберцовой кости также может быть использован для косметического утолщения тонкой голени и при лечении облитерирующего эндартериита (болезни Бергера).

Метод продольного расщепления малой берцовой кости состоит в следующем:

1. Три или четыре коротких (1 см длиной) периостальных разреза производятся по одной прямой линии на латеральной поверхности кости.
2. Через эти надрезы в направлении будущей тяги проводятся спицы со стопорами.
3. По одной прямой линии через кость по всем длиннику просверливается много отверстий тотчас позади прохождения спиц.
4. Кость рассекается вдоль по этим просверленным отверстиям, два поперечные рассечения делаются в 3-4 см от проксимального и дистального ее концов (Рис. 5-22).

Дистракция обычно начинается через 4-5 дней и производится медленно — по 0,5 мм в день.

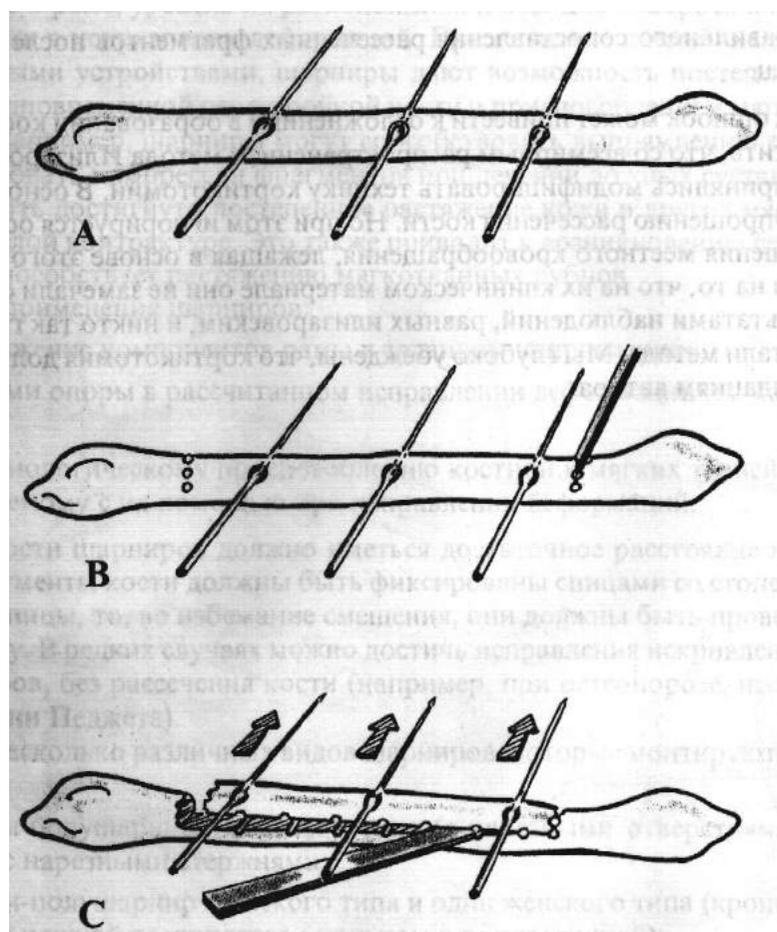


Рис. 5-22

Метод продольной остеотомии малой берцовой кости. А — проведены три спицы со стопорами; В — узким сверлом просверливаются отверстия для линии рассечения; С — "отщеп" кости отделяется остеотомом по линии просверленных отверстий. Стрелки указывают направление поперечной дистракции

***Типичные ошибки при кортикотомии:***

1. слишком большой разрез кожи;
2. ненужное отделение надкостницы на стороне рассечения кости и вокруг нее;
3. применение слишком широкого остеотома;
4. неправильный выбор уровня для кортикотомии;
5. слишком сильные удары молотком, не рассекающие, а ломающие кортикальный слой;
6. прямое пересечение костного мозга долотом;
7. проникновение щели рассечения кости в близлежащий канал чрескостной спицы;
8. повреждение близлежащих магистральных сосудов и мягких тканей остеотомом, вышедшим наружу за пределы кортикального слоя;
9. преждевременно произведенный поворот остеотома пассатижами, до максимального рассечения боковых стенок кортикального слоя;
10. нарушение правильного сопоставления рассеченных фрагментов после временного разъединения колец.

Любая из этих ошибок может привести к осложнениям в образовании костного регенерата.

Следует отметить, что со всемирным распространением метода Илизарова многие ортопеды разных стран принялись модифицировать технику кортикотомии. В основном эти модификации сводятся к упрощению рассечения кости. Но при этом игнорируется основная идея предотвращения нарушения местного кровообращения, лежащая в основе этого метода. Модификаторы ссылаются на то, что на их клиническом материале они не замечали существенной разницы между результатами наблюдений, равных илизаровским, и никто так глубоко и серьезно не продумывал детали метода. Мы глубоко убеждены, что кортикотомия должна производиться строго по рекомендациям автора.

## ***Илизаровские шарниры***

Илизаровский аппарат • — это многоцелевой, легко приспособляемый для различных целей наружный фиксатор. В отличие от других фиксаторов, он может быть применен для лечения практически любого вида деформаций конечностей. Это достигается применением шарниров между кольцами, которые помогают установить и закрепить кольца под углом друг к другу, соответствующим данной деформации. В последующем лечении шарниры используются как опорные (ротационные) компоненты для исправления оси конечности.

Число шарниров в раме, уровень их расположения и позиция поворота к оси являются решающими факторами в исправлении деформаций. Применяемые в комбинации с distractionно-компрессионными устройствами, шарниры дают возможность постепенного исправления деформаций с одновременной перестройкой кости и приспособлением мягких тканей к новому положению. Например, шарниры могут способствовать выпрямлению сегмента и одновременно способствовать компрессии фрагментов при лечении ложных суставов. С помощью шарниров может быть достигнуто постепенное растяжение кожи и других мягких тканей, например, при застарелой контрактуре. Это также приводит к возникновению сети новых кровеносных сосудов и способствует растяжению мягкотканых рубцов.

Преимущества применения шарниров:

1. направляют движение компонентов рамы в заданном направлении;
2. являются точками опоры в рассчитанном исправлении деформаций и в коррекции смещений;
3. способствуют биологическому приспособлению костной и мягких тканей к новому положению, достигаемому с их помощью при исправлении деформаций.

Для эффективности шарниров должно иметься достаточное расстояние между кольцами на их уровне, и фрагменты кости должны быть фиксированы спицами со стоперами. Если применяются гладкие спицы, то, во избежание смещения, они должны быть проведены перпендикулярно друг к другу. В редких случаях можно достичь исправления искривления кости только с помощью шарниров, без рассечения кости (например, при остеопорозе, несовершенном остеогенезе или болезни Педжета).

Применяются несколько различных видов шарниров, которые монтируются из деталей набора (Рис. 6-1):

1. два кронштейна-полушарнира женского типа (с нарезными отверстиями), соединенные между собой и с нарезными стержнями;
2. один кронштейн-полушарнир мужского типа и один женского типа (кронштейн мужского типа с нарезной ножкой соединяется с кольцом или пластинкой);
3. два кронштейна с нарезными ножками (мужского типа), соединенные между собой;
4. два кронштейна с нарезным отверстием (женского типа), соединенные между собой и с нарезными стержнями;
5. один кронштейн с ножкой и другой кронштейн с отверстием;



**Рис. 6-1**

Виды илизаровских шарниров. А — два малых кронштейна-полушарнира женского типа (с нарезным отверстием у основания); В — один малый кронштейн-полушарнир мужского типа (с нарезным выступом у основания), соединенный с полушарниром женского типа; С—два кронштейна мужского типа; D—два кронштейна женского типа; Е — один кронштейн женского типа и один кронштейн мужского типа; F — две опорные балки или компенсационные пластинки; С — одна балка и один кронштейн; H — комбинированный двухосевой шарнир

6. две компенсаторные пластинки или балки, соединенные между собой;
7. компенсаторная пластинка, соединенная с кронштейном любого типа;
8. комбинация из трех полушарниров для создания двухосевого шарнира.

Подробности устройства и монтажа этих шарниров описаны в главах 1, 2 и 3. Общим в их конфигурации является болт 16 мм длиной, служащий для соединения и являющийся их осью. Болт фиксируется или специальной гайкой с нейлоновой прокладкой-стопором, или двумя полугайками, запирающими друг друга затягиванием. Они обеспечивают необходимый зазор, приблизительно 2 мм, между полушарнирами.

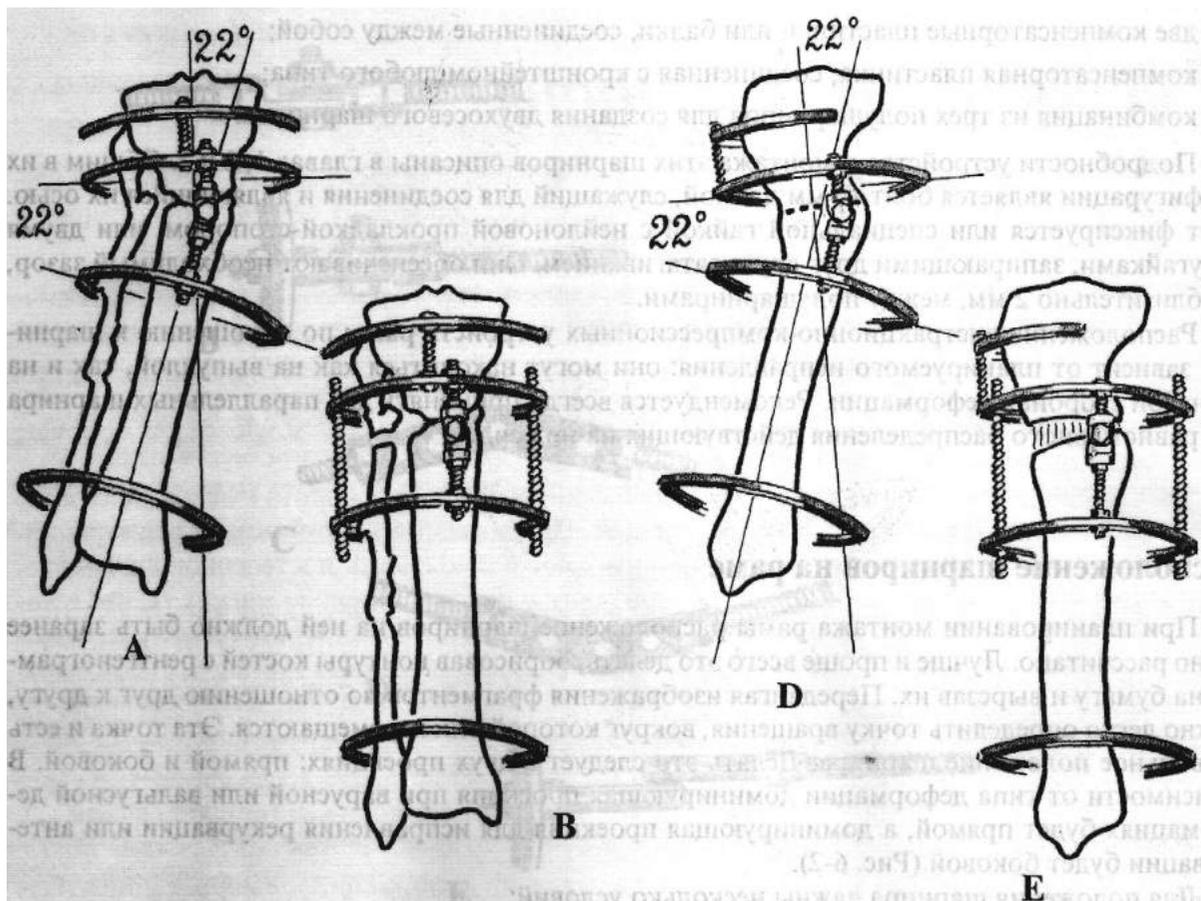
Расположение дистракционно-компрессионных устройств рамы по отношению к шарнирам зависит от планируемого исправления: они могут находиться как на выпуклой, так и на вогнутой сторонах деформации. Рекомендуется всегда применять два параллельных шарнира для равномерного распределения действующих на них сил.

## Расположение шарниров на раме

При планировании монтажа рамы расположение шарниров на ней должно быть заранее точно рассчитано. Лучше и проще всего это делать, обрисовав контуры костей с рентгенограммы на бумагу и вырезав их. Передвигая изображения фрагментов по отношению друг к другу, можно легко определить точку вращения, вокруг которой они перемещаются. Эта точка и есть правильное положение шарнира. Делать это следует в двух проекциях: прямой и боковой. В зависимости от типа деформации доминирующая проекция при варусной или вальгусной деформациях будет прямой, а доминирующая проекция для исправления рекурвации или антекурвации будет боковой (Рис. 6-2).

Для положения шарнира важны несколько условий:

1. Два кольца, между которыми шарнир располагается, должны быть строго перпендикулярны к оси фрагментов кости, к которым они фиксированы; в зависимости от цели коррекции эти кольца или должны быть параллельны друг другу вначале, чтобы потом принять положение под углом, или быть в положении под углом вначале, чтобы потом принять параллельное положение.
2. Для стабильности рамы необходимы два шарнира, расположенные на противоположных ее сторонах (Рис. 6-3).
3. Ось вращения шарнира должна располагаться на одной горизонтали с вершиной деформации (или сустава, если шарниры служат для движений в нем) (Рис. 6-4).
4. Чрезвычайно важно, чтобы ось расположения двух шарниров по бокам полностью соответствовала оси движений для исправления деформации (или движений в суставе) — (Рис. 6-5).
5. При расположении шарниров на вогнутой стороне деформации, шарниры, при исправлении деформации, создают компрессию фрагментов; при расположении их на выпуклой стороне деформации они производят дистракцию фрагментов (Рис. 6-6).
6. В зависимости от их положения, шарниры могут быть применены для исправления различных типов деформаций: в виде открытого клина, дистракции в комбинации с выпрямлением, компрессии в комбинации с исправлением оси, для деротации и для перемещения по оси (Рис. 6-7).



**Рис. 6-2**

Расположение шарниров на руке, показан один шарнир, второй скрыт изображением кости. Схематическое изображение костей голени с наложенной рамой из 3,5 колец. Виды до и после исправления деформации с помощью шарниров. А — прямая проекция несросшегося перелома большеберцовой кости с вальгусной деформацией 22 градуса; кольцо, дистальное к несращению, находится под углом 22 градуса к проксимальному; ось шарнира расположена на линии несращения и тотчас медиально к продольной оси кости. В — после выпрямления кости кольца стоят параллельно друг другу. С — боковая проекция неправильно сросшегося перелома с рекурвацией 22 градуса; кольцо, дистальное к зоне сращения, находится под углом 22 градуса к проксимальному; ось шарнира расположена на линии деформации и немного позади продольной оси кости; пунктирная линия указывает уровень остеотомии. D — после выпрямления кольца стоят параллельно друг другу, вертикальными линиями показана зона образования регенерата

**Практический совет:** если между смещенными под углом фрагментами кости имеется щель, то важно сначала исправить ось сегмента, а после этого приступить к лечению методом компрессии или компрессии-дистракции (аккордеонный метод). Это предотвращает «соскальзывание» фрагментов — их смещение по длине; а также растяжением подготавливают кожу и рубцы мягких тканей для трансформации, стимулируя в них новообразование сосудов.

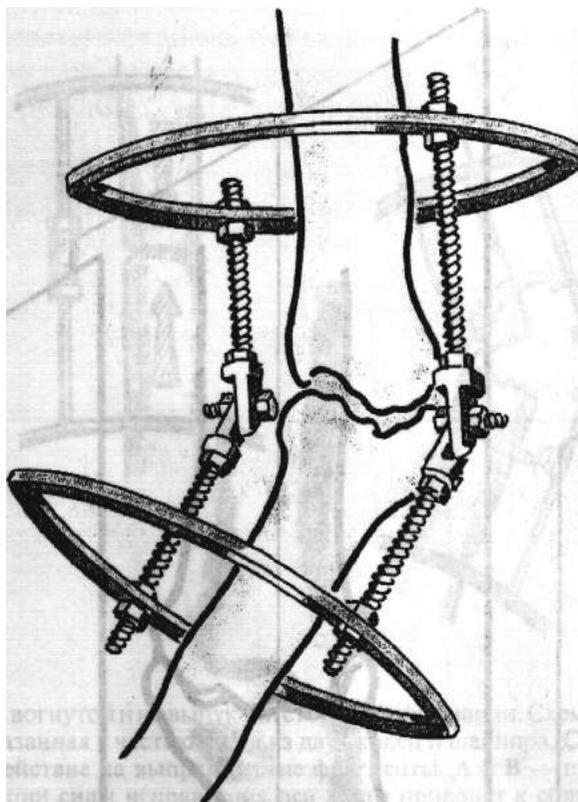


Рис. 6-3

Вид ложного сустава кости с компонентом рамы. Для рационального распределения сил исправления деформации два шарнира расположены параллельно друг другу на обеих сторонах искривления кости

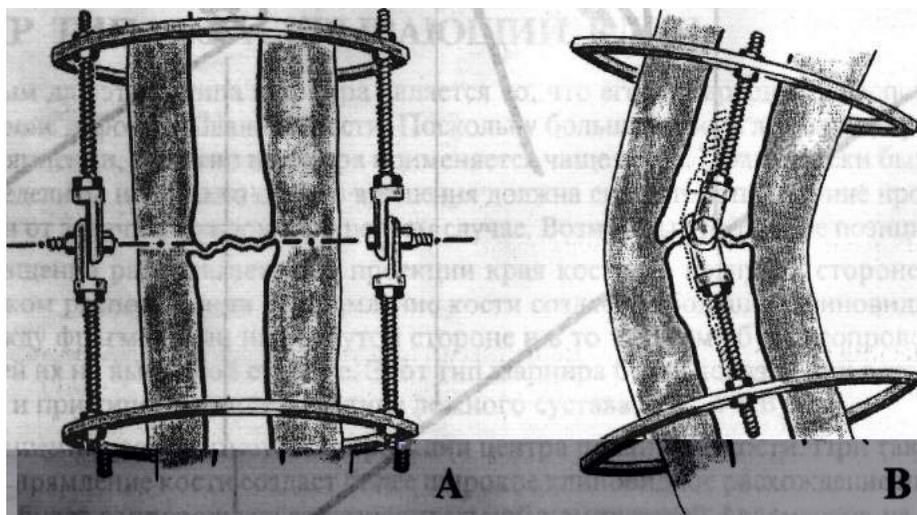
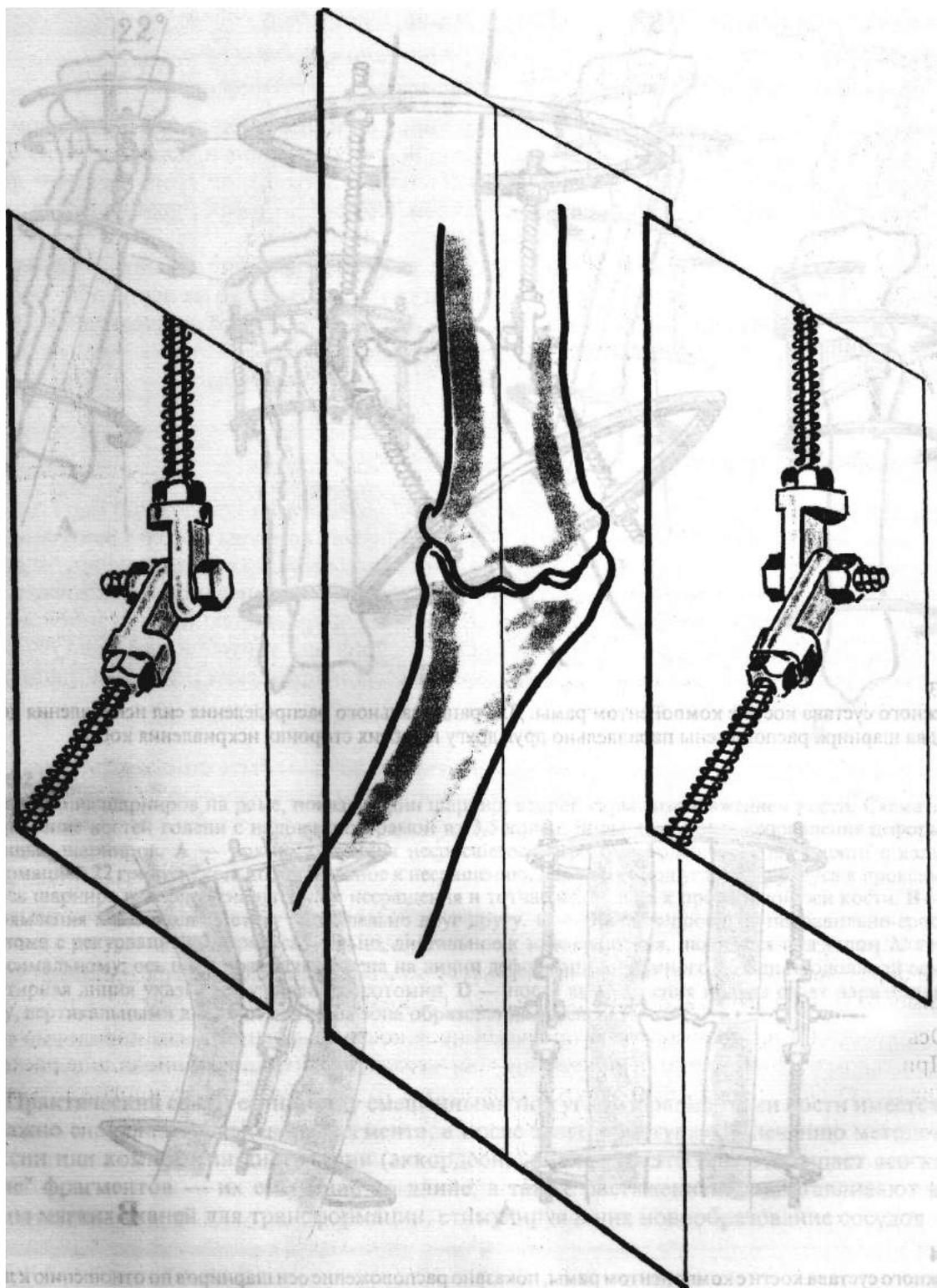


Рис. 64

Вид ложного сустава кости с компонентом рамы, показано расположение оси шарниров по отношению к линии деформации. А — прямая проекция; ось вращения параллельных шарниров находится на линии центра несращения. В — боковая проекция, показано то же самое; параллельный шарнир показан пунктирной линией



**Рис. 6-5**

Тот же вид, что на **Рис. 6-4**. Рамы-параллелепипеды показывают, что расположение осей обоих шарниров соответствует оси движений для исправления деформации

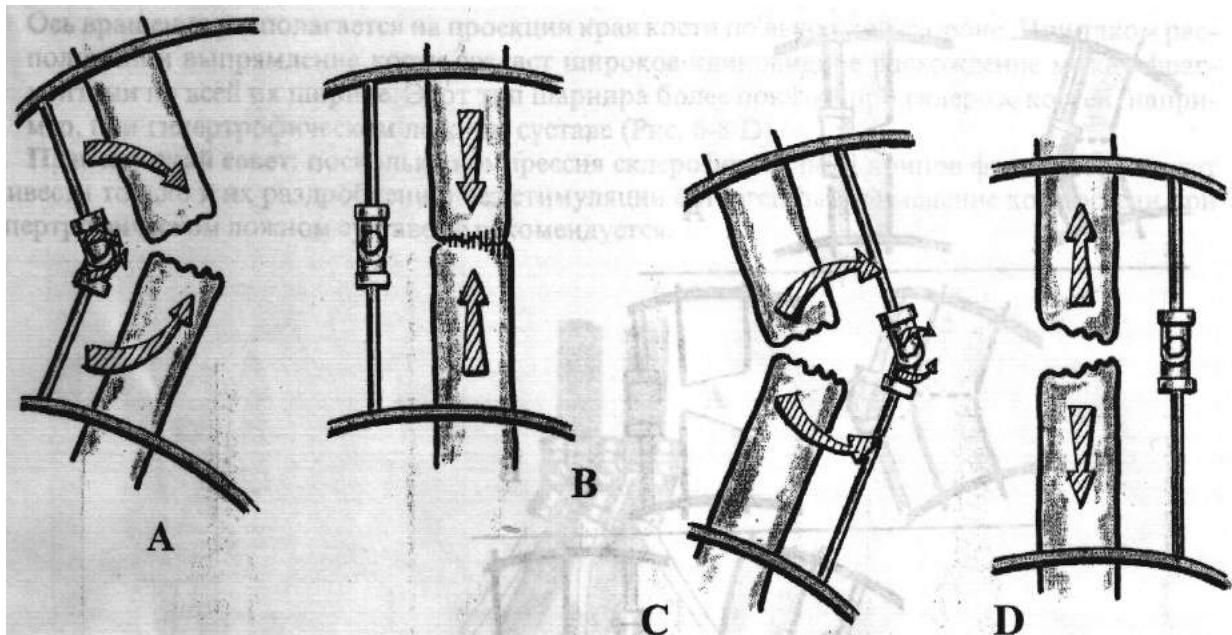


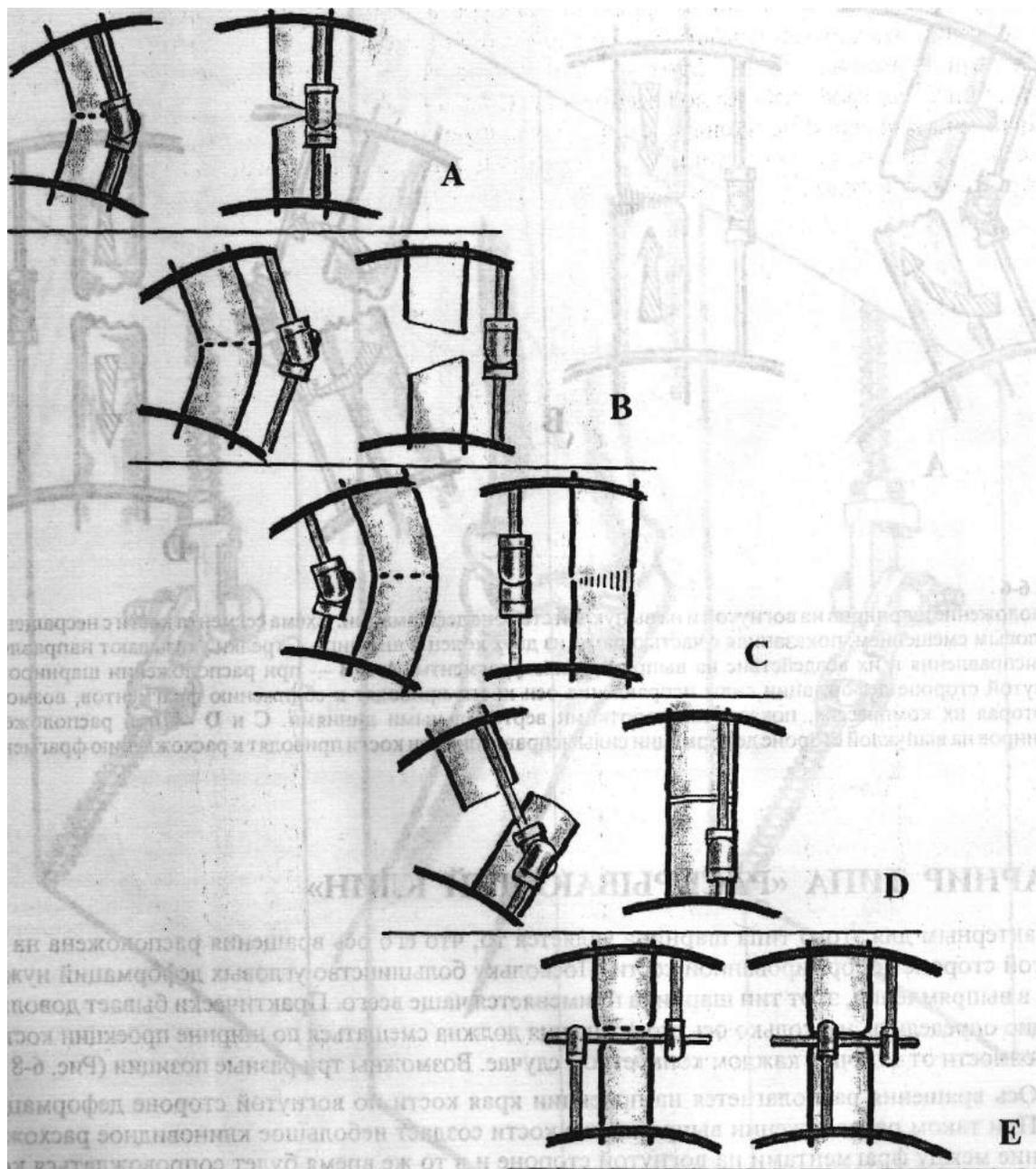
Рис. 6-6

Расположение шарниров на вогнутой и на выпуклой стороне деформации. Схема сегмента кости с несращением и угловым смещением, показанная с частью рамы из двух колец и шарнира. Стрелки указывают направление сил исправления и их воздействие на выпрямленные фрагменты. А и В — при расположении шарниров на вогнутой стороне деформации силы исправления оси кости приводят к сближению фрагментов, возможна некоторая их компрессия, показанная короткими вертикальными линиями. С и D — при расположении шарниров на выпуклой стороне деформации силы исправления оси кости приводят к расхождению фрагментов

## ШАРНИР ТИПА «РАСКРЫВАЮЩИЙ КЛИН»

Характерным для этого типа шарнира является то, что его ось вращения расположена на вогнутой стороне деформированной кости. Поскольку большинство угловых деформаций нуждается в выпрямлении, этот тип шарнира применяется чаще всего. Практически бывает довольно трудно определить, насколько ось его вращения должна смещаться по ширине проекции кости в зависимости от задачи в каждом конкретном случае. Возможны три разные позиции (Рис. 6-8 А):

1. Ось вращения располагается на проекции края кости по вогнутой стороне деформации. При таком расположении выпрямление кости создаст небольшое клиновидное расхождение между фрагментами на вогнутой стороне и в то же время будет сопровождаться компрессией их на выпуклой стороне. Этот тип шарнира более показан при остеопорозе фрагментов и при гипопластическом типе ложного сустава (Рис. 6-8 В).
2. Ось вращения располагается на проекции центра по ширине кости. При таком расположении выпрямление кости создаст более широкое клиновидное расхождение на вогнутой стороне и будет сопровождаться незначительной компрессией фрагментов на выпуклой стороне. Этот тип шарнира более показан при обычной структуре кости, при нормопластическом несросшемся переломе и ложном суставе (Рис. 6-8 С).



**Рис. 6-7**

Схематическое изображение различных типов деформаций кости и их исправление с помощью вариантов расположения шарниров. Показан сегмент кости с частью рамы. Пунктирные линии указывают направление остеотомии, короткие вертикальные линии указывают зону образования регенерата. А — расположение шарниров на выпуклой стороне деформации приводит к исправлению типа "раскрывающий клин"; В — расположение шарниров за пределами выпуклой стороны деформации приводит к исправлению с дистракцией фрагментов; С — расположение шарниров за пределами вогнутой стороны деформации приводит к исправлению с компрессией фрагментов; D — расположение шарниров на другом уровне от линии деформации приводит к исправлению поперечного и углового смещения с компрессией отломков; E — деротация дистального фрагмента производится с помощью деротационных устройств

3. Ось вращения располагается на проекции края кости по выпуклой стороне. При таком расположении выпрямление кости создаст широкое клиновидное расхождение между фрагментами по всей их ширине. Этот тип шарнира более показан при склерозе костей, например, при гипертрофическом ложном суставе (Рис. 6-8 D).

**Практический совет:** поскольку компрессия склерозированных концов фрагментов может привести только к их раздроблению без стимуляции остеогенеза, применение компрессии при гипертрофическом ложном суставе не рекомендуется.

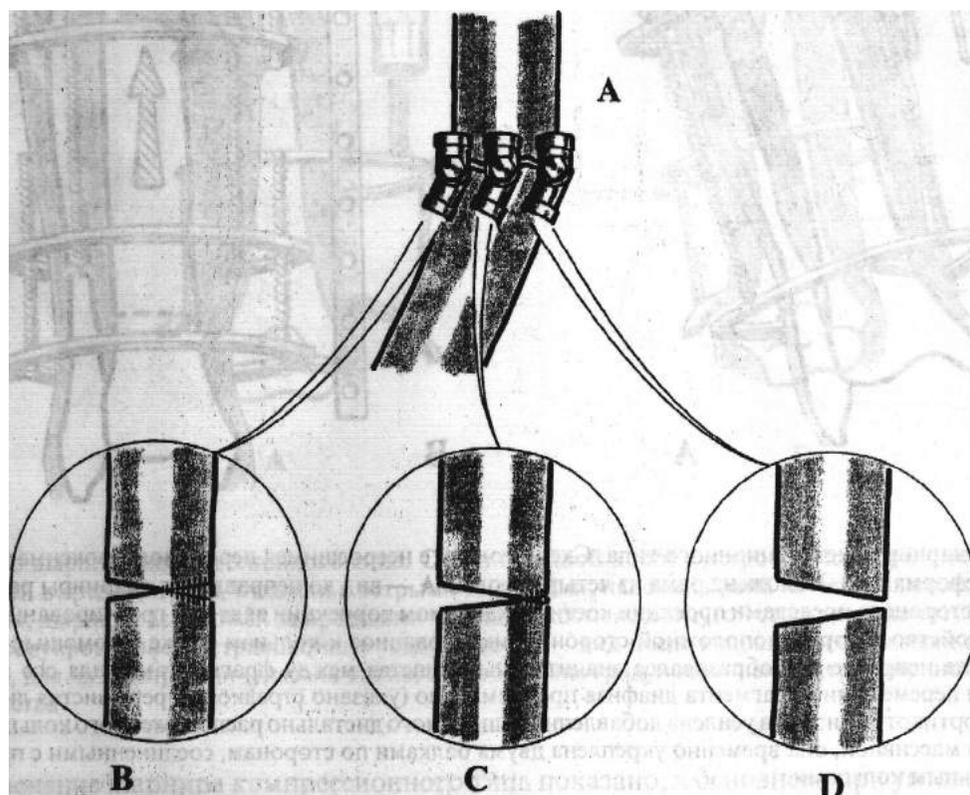


Рис. 6-8

Варианты расположения шарниров типа "раскрывающий клин". Схема сегмента кости с угловым смещением до и после исправления его. Объяснение в тексте

## ШАРНИР ДИСТРАКЦИОННОГО ТИПА

Характерным для этого типа шарнира является то, что ось его вращения расположена на выпуклой стороне деформации, за пределами проекции ширины кости. Выпрямление деформации с его помощью приводит к широкому расхождению отломков, напоминающему их дистракцию (Рис. 6-9). Дистракционные возможности этого типа шарнира и величина расхождения зависит от расстояния, на которое шарнир выходит за пределы проекции кости: чем больше это расстояние, тем более широко раскрывается щель между фрагментами. Естественно, должен быть лимит для такого раскрытия, иначе оно приведет к искривлению в противоположную сторону.

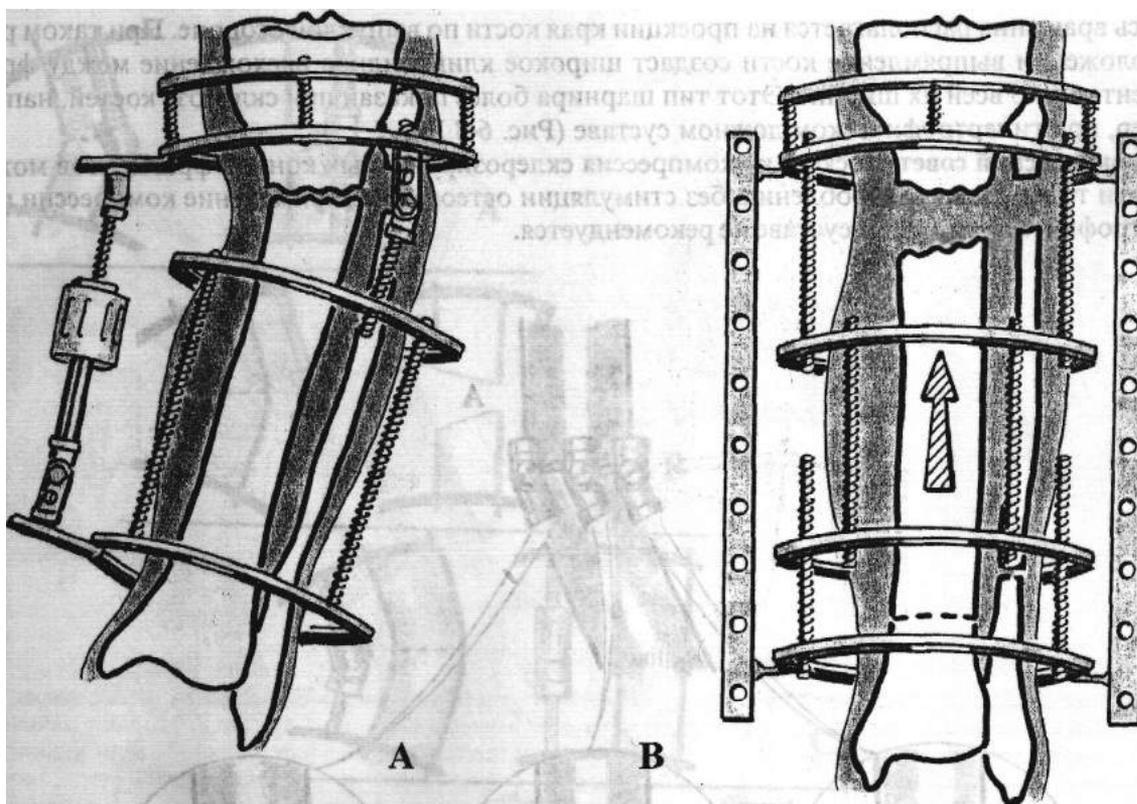


Рис. 6-9

Применение шарнира дистракционного типа. Схема голени с несросшимся переломом проксимальной части и варусной деформацией. Наложена рама из четырех колец. А — вид до исправления, шарниры расположены на выпуклой стороне за пределами проекции кости, механизмом коррекции является градуированное дистракционное устройство на противоположной стороне, фиксированное к кольцам также с помощью шарниров; В — вид после исправления, образовался значительный диастаз между фрагментами, для его заполнения производится перемещение фрагмента диафиза проксимально (указано стрелкой), прерывистая линия указывает линию кортикотомии; рама усилена добавлением еще одного дистально расположенного кольца; поскольку рама стала массивной, она временно укреплена двумя балками по сторонам, соединенными с проксимальным и дистальным кольцами

Применение шарнира дистракционного типа показано, в основном, при угловой деформации, сочетающейся с укорочением кости. При такой комбинации после исправления деформации и создания щели между фрагментами для ликвидации несращения рекомендуется заполнение этой щели перемещающимся свободным фрагментом (Рис. 6-9 В).

## ШАРНИР КОМПРЕССИОННОГО ТИПА

Характерным для этого типа шарнира является то, что ось его вращения расположена на вогнутой стороне деформации, за пределами проекции ширины кости. Выпрямление деформации с его помощью приводит к приближению фрагментов, но, как правило, не приводит к их полному контакту. Компрессионные возможности этого типа шарнира зависят от расстояния, на которое шарнир выходит за пределы проекции кости: чем больше это расстояние, тем сильнее сила компрессии. Естественно, должен быть лимит для такой силы (Рис. 6-10).

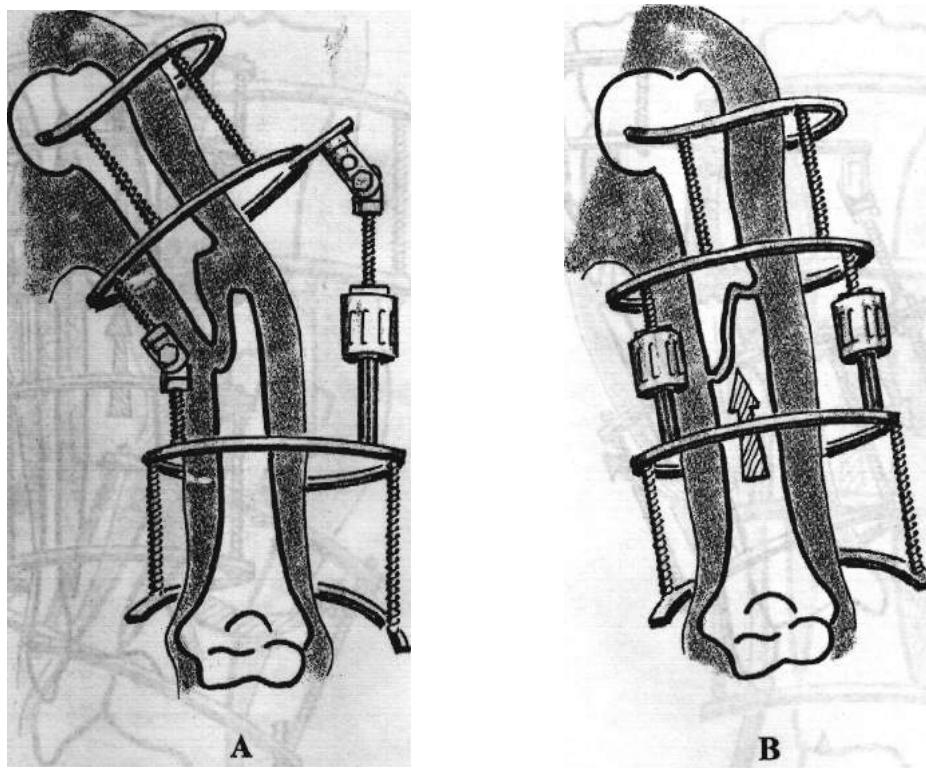


Рис. 6-10

Применение шарнира компрессионного типа. Схема плечевой кости с несросшимся переломом и варусной деформацией в средней трети, отломки с острыми выступами; наложена рама из четырех колец. А — вид до исправления, шарнир расположен за пределами проекции кости по вогнутой стороне; механизмом коррекции является градуированное дистракционное устройство. В — вид после исправления, отломки в правильном положении, для их компрессии (указана стрелкой) добавлены градуированные дистракционно-компрессионные устройства

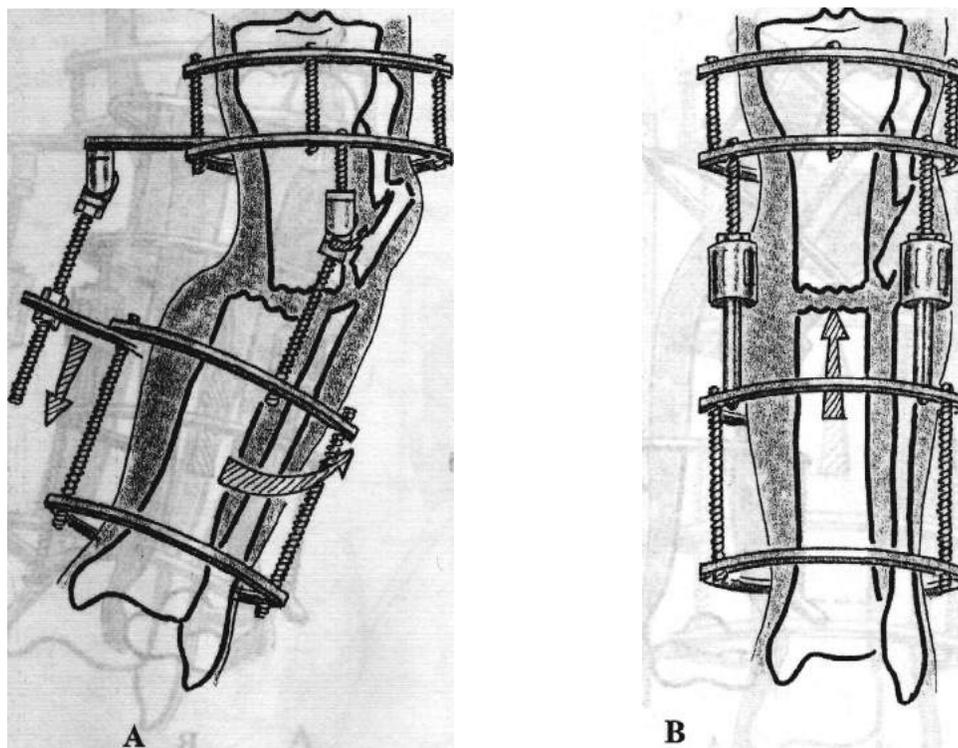
Применение шарнира компрессионного типа показано, в основном, при угловой деформации, сочетающейся с дефектом костной ткани. Наиболее подходящей ситуацией для его применения является остеопороз концов фрагментов, которые имеют заостренную форму выступов в виде «сосулек». Шарнир приближает концы фрагментов друг к другу и создает силы компрессии между ними.

## ШАРНИР ПЕРЕМЕЩАЮЩЕГО ТИПА

Характерным для этого типа шарнира является то, что ось его вращения расположена на другом уровне от уровня деформации. Этот шарнир применяется для одновременного исправления углового искривления и поперечного смещения.

Возможны два варианта исправления такой комбинированной деформации:

1. Если дистальный фрагмент смещен в вогнутую сторону, то ось вращения этого шарнира должна размещаться на вогнутой стороне *выше* уровня деформации и находиться рядом с *проксимальным* фрагментом (Рис. 6-11).



**Рис. 6-11**

Вариант применения шарнира перемещающего типа. Схема голени с псращенным переломом обеих костей в средней трети, с поперечным смещением в вогнутую сторону и с варусной деформацией. Наложена рама из четырех колец; шарнир расположен на выпуклой стороне выше уровня деформации. Стрелки указывают направление коррекции и компрессии. А — вид до исправления, В — вид после исправления, отломки в правильном положении, но недостаточно приближены друг к другу. Производится дополнительная их компрессия

2. Если дистальный фрагмент смещен в выпуклую сторону, то ось вращения этого шарнира должна размещаться на вогнутой стороне *ниже* уровня деформации и находиться рядом с *дистальным* фрагментом (Рис. 6-12).

В обоих вариантах, чем больше поперечное смещение фрагментов, тем шарнир должен быть размещен дальше от вогнутого края проекции кости.

Выпрямление оси с помощью этого шарнира приводит к сопоставлению фрагментов, но не сближает их друг с другом, потому что он является вариантом типа «раскрывающего клин» шарнира. Его преимущество состоит в том, что он помогает сделать репозицию сложной комбинированной деформации бескровно. После ее исправления для целей сращения кости шарнир должен быть заменен компрессионно-дистракционным механизмом, как это показано на Рис. 6-11 и 6-12.

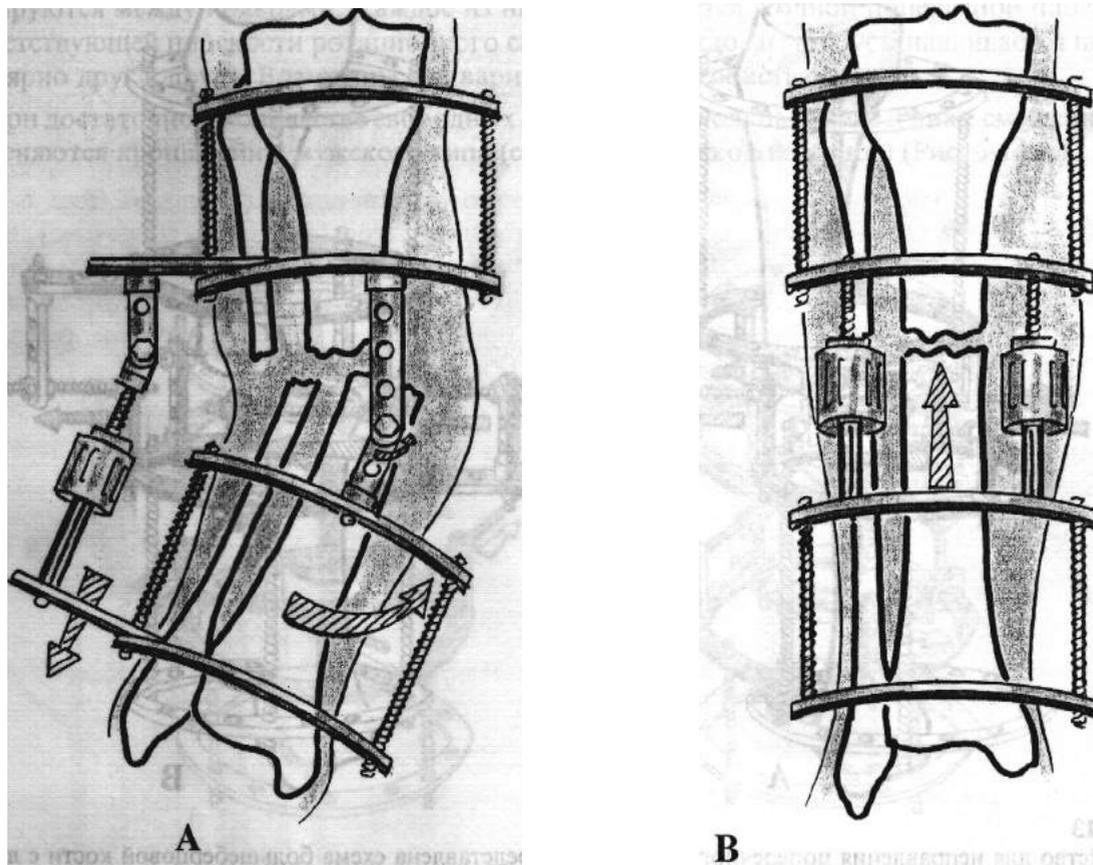


Рис. 6-12

Вариант применения шарнира перемещающего типа. Та же схема, что на рис 6-11, но с поперечным смещением отломков в выпуклую сторону. Поэтому шарнир расположен ниже уровня смещения. А — вид до исправления; В — вид после исправления

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПРАВЛЕНИЯ ПОПЕРЕЧНОГО СМЕЩЕНИЯ

При поперечном смещении без углового искривления нет необходимости в применении шарниров; Для его исправления применяется перемещающее устройство, смонтированное из кронштейнов и нарезных стержней. Четыре компонента из этих деталей размещаются между кольцами на уровне смещения и создают полную стабильность рамы. Горизонтально расположенные стержни должны проходить точно по линии смещения и быть строго параллельны друг другу и кольцам рамы. Возможны два варианта этого устройства:

1. Если рама аппарата состоит из двух компонентов с разными центральными продольными осями, перемещающее устройство монтируется в пределах дистального компонента. Задача Перемещения сводится к тому, чтобы привести дистальный компонент с находящимся в нем фрагментом к одной оси с проксимальным (Рис. 6-13 А). Это идентично ручной репозиции при свежем переломе, с той разницей, что перемещающее устройство применяется при ложных суставах, когда между фрагментами имеется много рубцовых тканей.

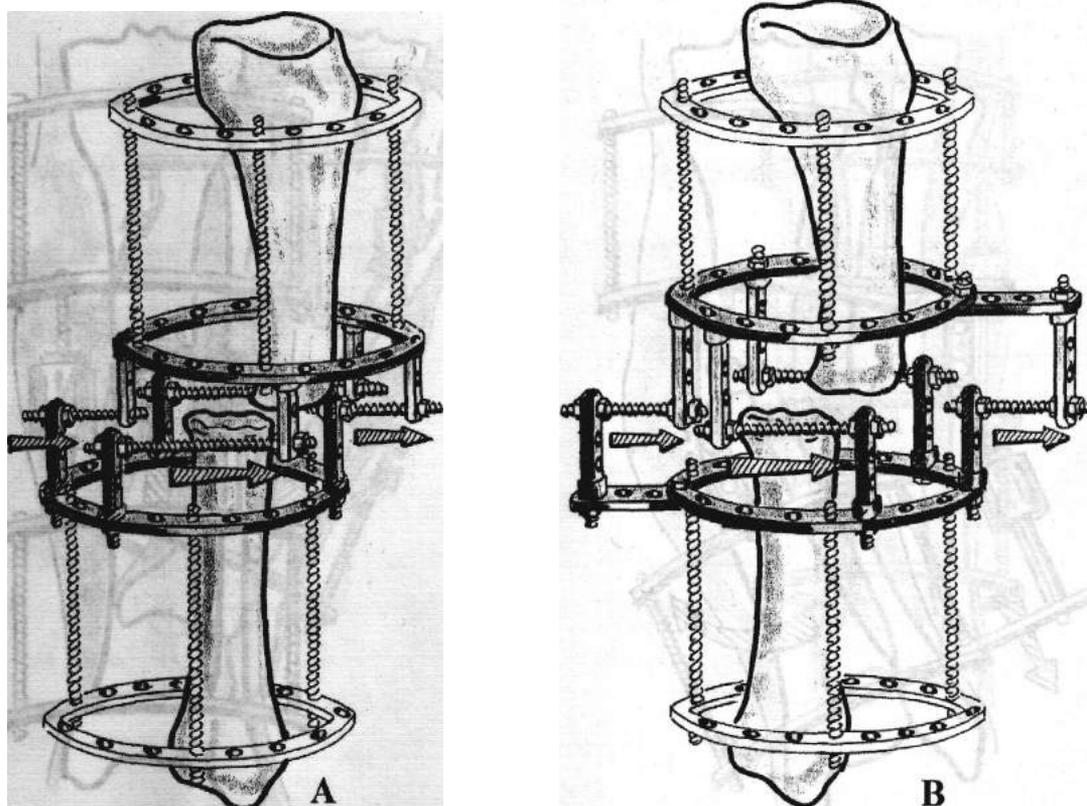


Рис. 6-13

Устройство для исправления поперечного смещения. Представлена схема большеберцовой кости с ложным суставом и полным поперечным смещением кзади. Наложена рама из четырех колец, между проксимальным и дистальным компонентами рамы установлены четыре устройства. Стрелки указывают направление коррекции. А — вариант исправления, когда проксимальный и дистальный компоненты рамы имеют несовпадающие центральные оси. В — вариант исправления, когда оба компонента рамы имеют одну центральную ось. Объяснение в тексте

2. Если рама аппарата имеет одну центральную продольную ось, то переднее и заднее перемещающиеся устройства монтируются вне пределов рамы. Задача перемещения сводится к тому, чтобы сместить весь дистальный компонент с находящимся в нем фрагментом (Рис. 6-13 В). Это также идентично ручной репозиции.

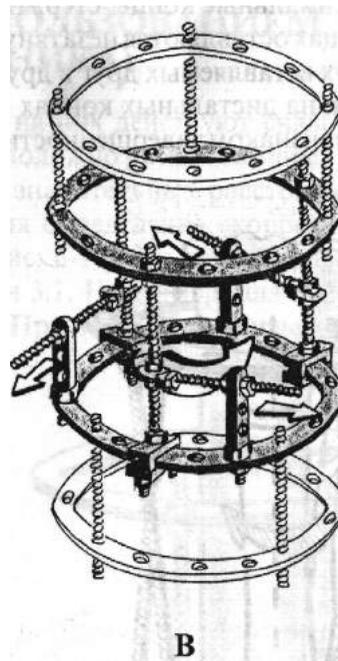
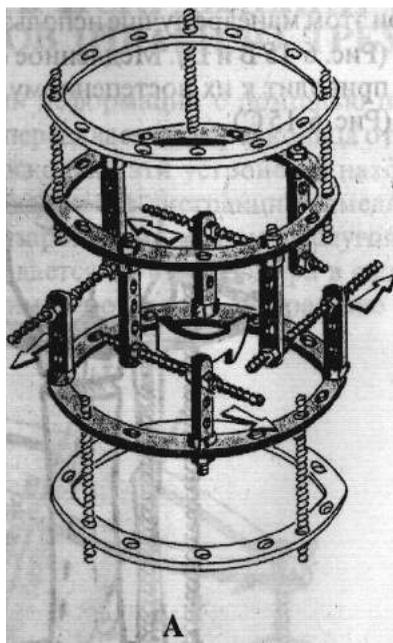
Исправление поперечного смещения должно предшествовать всем другим видам коррекции и произведено как можно раньше. При нем происходит частичное сдавление сосудов и нервов, что может отразиться на способности тканей к образованию регенерата.

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПРАВЛЕНИЯ РОТАЦИОННОГО СМЕЩЕНИЯ

При ротационном смещении без углового искривления нет необходимости в применении шарниров. Для его исправления применяется деротирующее устройство, смонтированное из кронштейнов и нарезных стержней. Оно во многом идентично устройству для исправления поперечного смещения, с той разницей, что силы движения действуют не в одном направлении, а по

окружности кольца, дистального к уровню ротации. Четыре (иногда три) таких компонента монтируются между кольцами. Каждое из них располагается в одной поперечной плоскости, соответствующей плоскости ротационного смещения. Каждое из них устанавливается перпендикулярно друг к другу. Возможны два варианта этого устройства:

1. При достаточном количестве свободных отверстий на кольцах выше и ниже смещения применяются кронштейны мужского типа (с нарезной ножкой на конце) (Рис, 6-14 А).



**Рис. 6-14**

Устройство для деротации. Представлена рама из четырех колец, между проксимальным и дистальным компонентами установлены устройства. Прямые стрелки указывают направление перемещения устройств, изогнутые стрелки указывают направление деротации. А — вариант устройств, устанавливаемых при наличии свободных отверстий на кольцах. В — вариант устройств, устанавливаемых между занятыми отверстиями на кольцах. Объяснение в тексте

2. При недостатке свободных отверстий на кольцах вместо кронштейнов применяются съемные зажимы спиц с вмонтированным коротким нарезным стержнем. В зависимости от угла деротации они могут быть затянуты или расслаблены на кольце.

Как правило, деротация не бывает больше 15-20 градусов, до 10 градусов зажимы могут скользить по кольцу, и затягивать их не следует (Рис. 6-14 В).

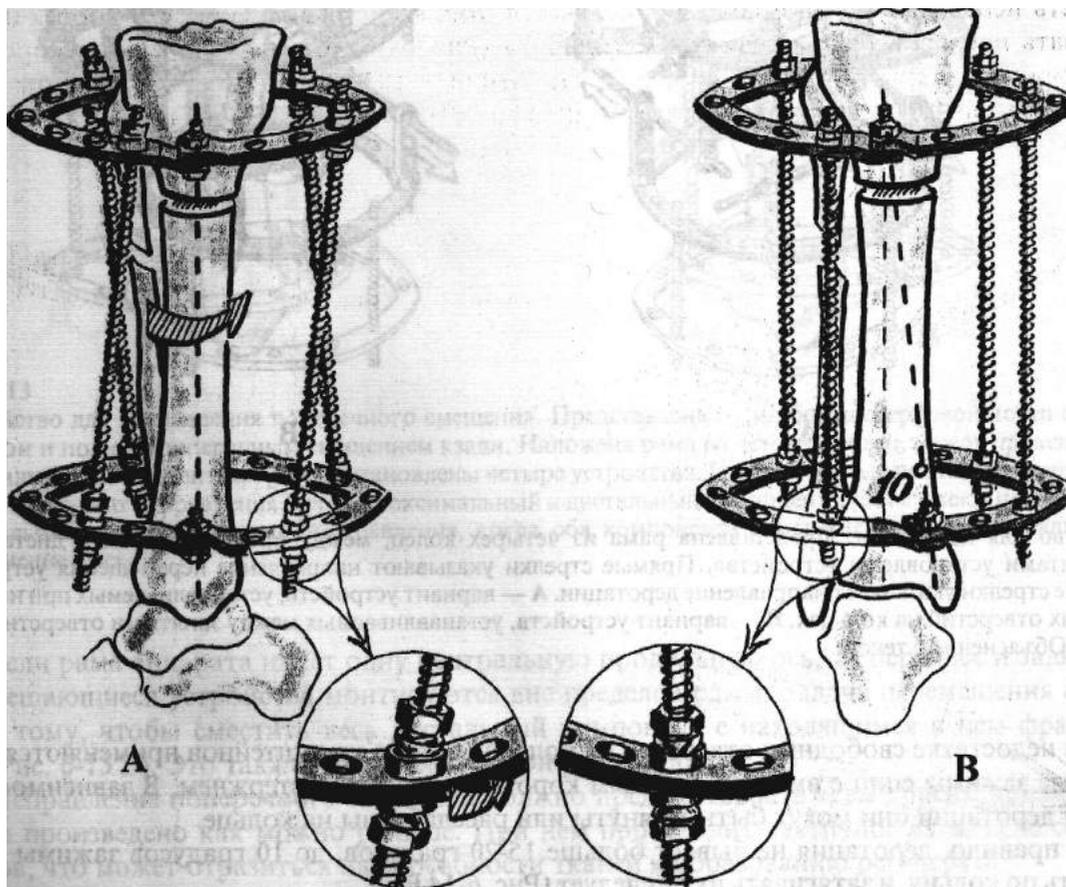
Деротация с помощью этих устройств производится постепенно, с той же скоростью, что и дистракция. Она должна проводиться только после дистракции, когда уже есть уверенность в образовании начальной стадии регенерата между фрагментами, видимая на рентгенограммах как облачность однородной плотности.

Если есть необходимость в более быстрой деротации, то вместо монтажа устройства следует пользоваться деротационным маневром.

## ДЕРОТАЦИОННЫЙ МАНЕВР

Этот маневр является альтернативным к устройству методом деротации и может применяться лишь для незначительного угла деротации — менее 10 градусов. К нему следует приступать, когда все необходимые до этого коррекции завершены (удлинение, исправление углового и поперечного смещения), и хирург уверен, что окружающие местные ткани находятся в хорошем состоянии.

Деротационный маневр производится с помощью четырех нарезных стержней, введенных в отверстия колец под углом в сторону, противоположную намеченной деротации (Рис. 6-15 А). При этом проксимальные концы стержней прочно фиксированы к кольцу, тогда как гайки на дистальных концах оставляются незатянутыми. При этом маневре лучше использовать конические гайки из двух вставляемых друг в друга частей (Рис. 6-15 В и D). Медленное одновременное затягивание гаек на дистальных концах стержней приводит к их постепенному выпрямлению. Это и является признаком завершения маневра (Рис. 6-15 С).



**Рис. 6-15**

Схема применения деротационного маневра. Представлена большеберцовая кость в положении ротации кнаружи. В проксимальной части произведена кортикотомия, на малой берцовой, близко к уровню кортикотомии, произведена остеотомия. Два кольца рамы соединены четырьмя нарезными стержнями. Стрелка указывает направление деротации на 10 градусов. А — вид до начала исправления. В — положение незатянутых двойных конических гаек на кольце. С — вид после исправления. D — конические гайки затянуты. Объяснение в тексте

*Практический совет:* для уверенности в том, что при этом маневре не произойдет хотя бы частичная потеря удлинения, рекомендуется временно применить дополнительный стержень, соединенный с кольцами посредством коротких компенсационных пластинок. Стержень ставится в вертикальном Положении до начала маневра и туго затягивается в отверстиях пластинок, но сами пластинки скреплены с кольцами незатянутыми болтами. Во время деротационного поворота этот стержень помогает удерживать достигнутое удлинение без изменений.

## СКОРОСТЬ ИСПРАВЛЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШАРНИРОВ (ПРАВИЛО ТРЕУГОЛЬНИКА)

Для коррекции деформаций с помощью шарниров на них действуют силы дистракции (или компрессии), передаваемые через кольца от противоположно расположенных дистракционных устройств. Поскольку эти устройства находятся на значительных расстояниях от шарниров, скорость передаваемой дистракции замедляется. Для определения скорости коррекции надо следовать илизаровскому правилу треугольника (Рис. 6-16). По этому правилу скорость дистракции передается на ось шарнира в соотношении 3:1. Например, для исправления угла на 1 мм необходимо произвести дистракцию на 3 мм. При этом надо учитывать, что на мягкие

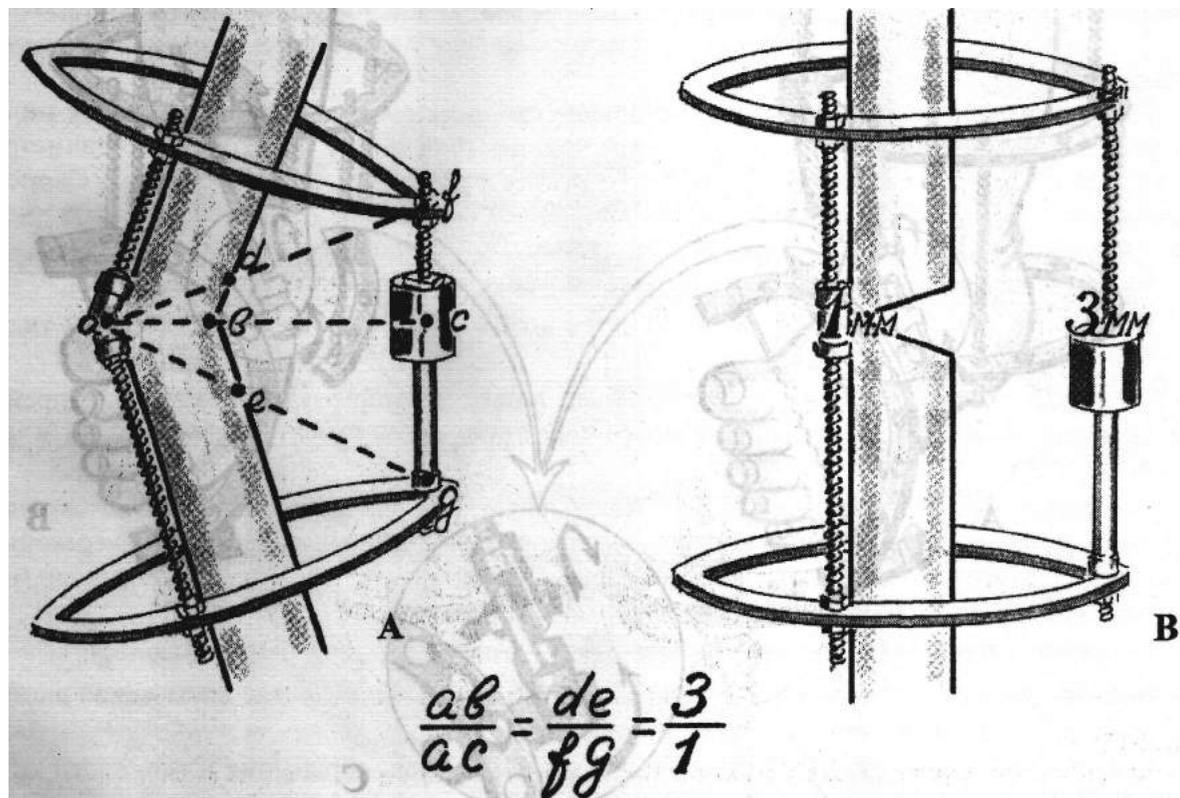


Рис. 6-16

Схема для вычисления скорости исправления деформации шарнирами. Представлен сегмент кости с угловой деформацией и двумя кольцами рамы, с шарниром и механизмом для дистракции противоположной стороны. А — вид до исправления; буквы а, f, g обозначают точки фиксации между осью шарнира и механизмом и образуют треугольник. В — скорость исправления высчитывается по соотношению линии b-c с линией a-b, что равняется 3:1, то есть 3 мм дистракции на механизме производят 1 мм расхождения угла на оси шарнира, что равняется приблизительно 1 градусу

ткани сегмента конечности эта скорость передается в соотношении приблизительно 3:2. Поскольку многие деформации сопровождаются образованием на коже массивных рубцов, скорость должна быть установлена в каждом индивидуальном случае.

Скорость деротации также подчиняется этому правилу, поскольку деротационное устройство также образует треугольник с вершиной в центре оси кости. Однако скорость исправления поперечного смещения передается в соотношении 1:1, и поэтому 1 мм перемещения на устройстве соответствует 1 мм перемещения фрагмента.

## ДВУХОСЕВОЙ ШАРНИР

Двухосевой шарнир — это одно устройство, которое позволяет производить вращение одновременно в двух плоскостях (см. Рис. 2-28). Он может быть использован для одновременного исправления двух видов деформаций. Например, он может быть применен для коррекции рекурвации или антекурвации, сочетающейся с угловым смещением. Однако возможности такого шарнира ограничены тем, что distractionное устройство не может производить одновремен-

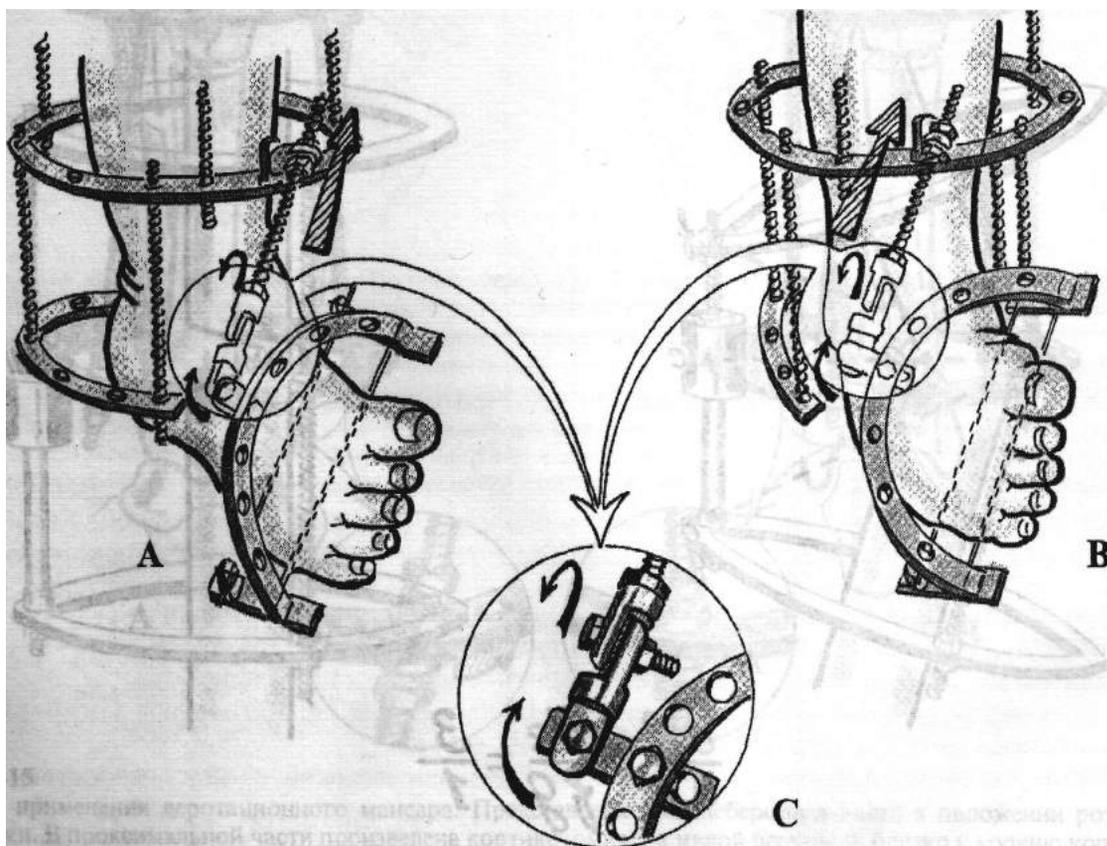


Рис. 6-17

Схема применения двухосевого шарнира. Представлена стопа ребенка с косолапостью. Для одновременного исправления приведения с варусной деформацией и эквинусного положения стопы применен двухосевой шарнир. Черные стрелки указывают направление сил исправления переднего отдела стопы с применением шарнира; прямые заштрихованные стрелки указывают направление исправления эквинуса. А — вид стопы в боковой позиции. В — вид стопы в прямой позиции. С — увеличенное изображение шарнира. Объяснение в тексте

ное движение в двух разных направлениях. К тому же обе оси вращения в таком шарнире находятся на расстоянии друг от друга (Рис. 6-17).

В зависимости от клинической картины, дистракционные силы вначале должны действовать на шарнир, исправляющий основную деформацию. После достижения этого ось шарниров и местоположение дистракционных устройств могут быть заменены для исправления второй деформации.

В больших рамах сам вес аппарата способен дестабилизировать вторую ось шарнира. Поэтому он чаще применяется в небольших рамах, как, например, для стопы или кисти. При этом следует применять больше соединителей колец, чтобы избежать нежелательной неустойчивости второй оси шарнира.

# Общие принципы илизаровского метода

## МЕТОД РАСТЯЖЕНИЯ КОСТИ — ДИСТРАКЦИЯ

Метод distraction применяется, в основном, для удлинения костей, а также для исправления их деформаций, для перемещения сегмента кости, для стимуляции сращения при несросшихся переломах и ложных суставах, для исправления контрактур суставов и как стимулятор новообразования сосудов для усиления местного кровообращения при сосудистых заболеваниях типа эндартериита.

Механические силы движения колец при distraction достигаются путем поворотов гаек на стенках колец или путем поворота телескопических distractionных устройств. Через кольца эти силы передаются на напряженные чрескостные спицы и непосредственно на кость.

Для достижения эффективности distraction важны три параметра: *скорость, ритм, распределение* по поперечнику кости.

Илизаров первым доказал, что оптимальная скорость distraction равна одному миллиметру в сутки, а оптимальный ритм ее равен четырем поворотам по четверть миллиметра в сутки (четверть витка на нарезном стержне), произведенным с интервалом 6 часов. Скорость и ритм distraction не являются неизменными и могут иногда регулироваться — быть увеличены или уменьшены, в зависимости от общих и местных условий тканей.

Основными показаниями для увеличения скорости и ритма distraction являются:

1. Молодой возраст пациентов, обычно детей до 12-14 лет, у которых метаболизм тканей более активен.
2. Случаи, когда контрольные рентгенограммы в процессе distraction показывают преждевременно возникающую кальцификацию регенерата; это также чаще бывает у детей, в частности, при ахондроплазии.
3. Случаи, когда рентгенограммы показывают, что кортикотомия не была полностью завершена, но оставшийся нерассеченный участок кортикальной стенки узок (узкий переходный мостик), и хирург считает более целесообразным "разорвать" его с помощью сил distraction, чем делать повторную операцию кортикотомии.

Основными показателями для замедления скорости и ритма distraction являются:

1. Возникновение сильной боли в области distraction, особенно после достижения расхождения фрагментов на 3-4 см и более.
2. Клинические показатели недостаточности местного кровообращения и неврологических расстройств.
3. Случаи, когда контрольные рентгенограммы в процессе distraction показывают замедленное образование регенерата и его недостаточную кальцификацию.
4. В случаях выраженного местного или общего остеопороза.

В любом случае увеличение скорости дистракции не должно превышать 1,5 мм в сутки (исключительно редко до 2 мм) и должно производиться по 1/4 мм шесть (или, соответственно, восемь) раз в сутки. При этом необходимо делать контрольные рентгеновские снимки каждые 10-14 дней, чтобы следить за эффектом ускорения.

В любом случае замедление скорости дистракции не должно быть меньше 0,5 мм с сутки и производиться по 1/4 мм два раза. При этом также необходимо чаще контролировать образование регенерата, чтобы не произошло преждевременного сращения еще до завершения удлинения или исправление деформации кости.

В редких случаях может возникнуть необходимость в полной остановке дистракции на 2-3 суток (например, при нарушениях нервной трофики конечности) или даже в обратном направлении, то есть в режиме компрессии (см. метод компрессии в этой главе). После нормализации состояния тканей дистракция должна быть продолжена.

Движущие силы дистракции должны быть равномерно (симметрично) распределены по окружности поперечного сечения перемещаемого фрагмента кости. Симметричность распределения достигается количеством и позицией чрескостных спиц, фиксированных к кольцу. При равномерном распределении этих сил они легче преодолевают сопутствующее перемещению кости сопротивление растягиваемых мягких тканей. Это же помогает избегать девиации (отклонения) фрагмента в процессе его перемещения.

Учитывая, что в среднем на одном уровне проводятся две спицы под углом от 60 до 90 градусов между ними, оптимальное распределение сил дистракции создается четырьмя точками прохождения спиц через кортикальный слой, при 90 градусах их пересечения (Рис. 7-1).

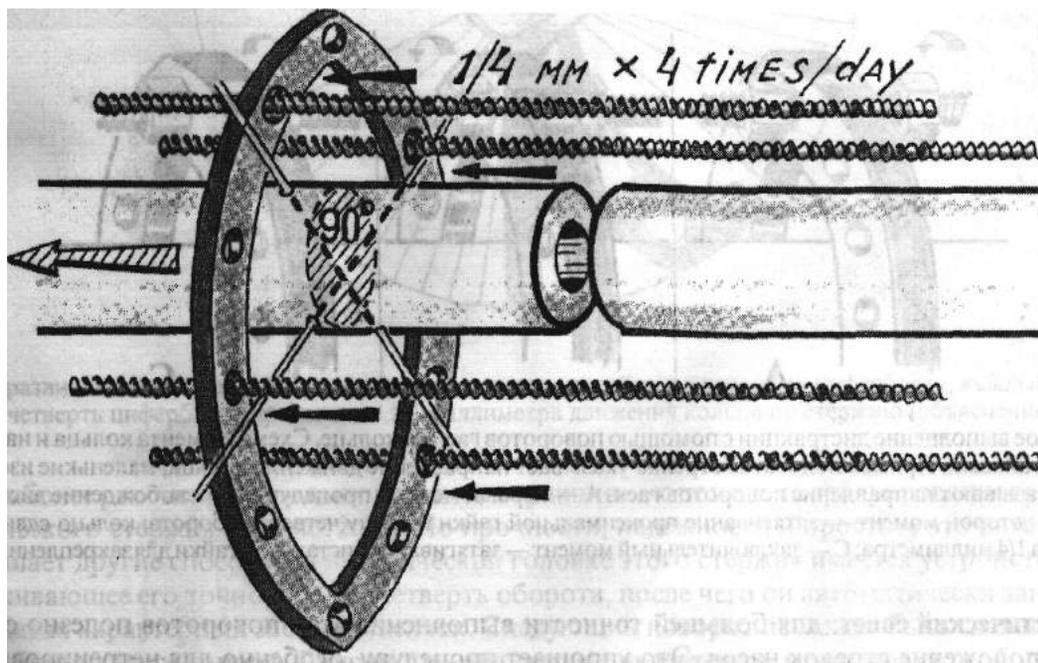


Рис. 7-1

Схематическое изображение трех оптимальных параметров метода дистракции. Представлен сегмент трубчатой кости, на котором двумя спицами фиксировано кольцо. Проксимальное кольцо произведено рассечение кости — кортикотомия. Большая полосатая стрелка указывает направление дистракции. Маленькие черные стрелки указывают направление перемещения кольца по четырем стержням. Оптимальная скорость равняется 1 мм в сутки; оптимальный ритм равняется 4 продвижениям по 1/4 мм; оптимальным параметром распределения сил дистракции являются четыре точки входа и выхода спиц через кортикальную стенку, расположенные под углом 90 градусов друг к другу

Илизаров не рекомендует применять силы distraction к кольцу, которое фиксировано к кости чрескостными стержнями. Эти стержни не создают микродвижений вибрации, способствующих образованию регенерата (см. Рис. 4-1). Кроме того, они оставляют после себя грубые рубцы на коже.

## Техническое выполнение distraction

Возможны три варианта выполнения distraction:

1. С помощью гаек, поворачиваемых гаечными ключами (см. Рис. 2-7). При этом рекомендуется действовать двумя ключами одновременно: при поворотах одной гайки одним ключом вторая фиксируется другим ключом. Это производится на кольце, ближайшем к кортикотомии, дистальнее ее. Одна и та же процедура повторяется для четырех пар гаек, фиксирующих к этому кольцу четыре нарезные стержня. Вначале плавным движением ключа, без рывка, приблизительно наполоборота ослабляется гайка у стенки кольца, расположенной дистальнее от области distraction. Этим создается щель между кольцом и гайкой, необходимая для дистального передвижения кольца. Тотчас после этого противоположная гайка затягивается ровно на одну четверть оборота. При этом она сдвигает кольцо дистально на одну четверть миллиметра. Оставляя ключ на этой гайке, первая гайка опять плавно затягивается к кольцу (Рис. 7-2).

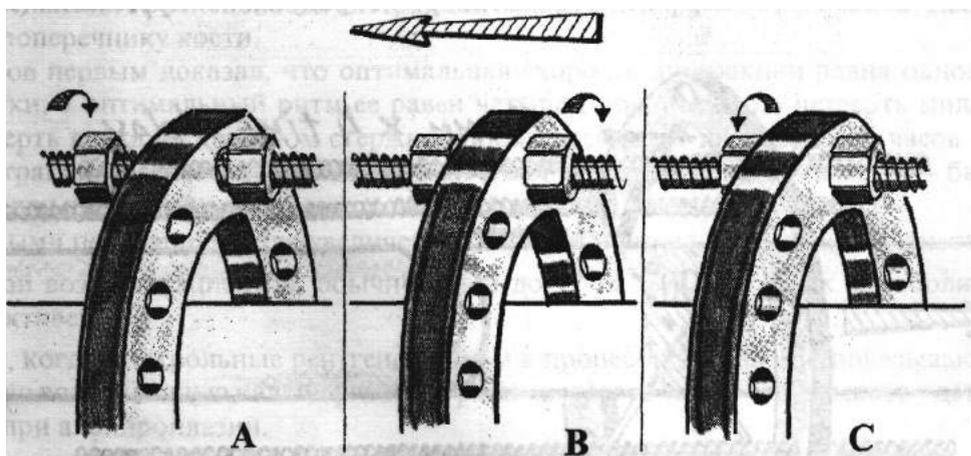


Рис. 7-2

Техническое выполнение distraction с помощью поворотов гаек на кольце. Схема сегмента кольца и нарезного стержня с гайками. Прямая полосатая стрелка указывает направление движения кольца, маленькие изогнутые стрелки указывают направление поворотов гаек. А — первый момент процедуры — освобождение дистальной гайки; В — второй момент — затягивание проксимальной гайки на одну четверть оборота; кольцо сдвинуто по стержню на 1/4 миллиметра; С — заключительный момент — затягивание дистальной гайки для закрепления кольца

**Практический совет:** для большей точности выполнения этих поворотов полезно ставить ключи в положение стрелок часов. Это упрощает процедуру, особенно для нетренированного персонала или для самого пациента, когда его обучают делать это самостоятельно. Представляя себе циферблат часов, можно легко понять, что повороты ключа от 12 часов до 3 часов, от 3 до 6, от 6 до 9 и от 9 до 12 составляют одну четвертую часть полного оборота, каждый раз производя distraction на 1/4 мм (Рис. 7-3). Другим путем упрощения может служить покрытие краской (например, лаком для маникюра) одной из соответствующих граней каждой гайки. При этом легче контролировать повороты на четверть оборота.

Еще проще применять для этого комбинированную четырехгранную гайку (см. Рис. 2-8), если она имеется в наборе.

Поскольку длинные стержни относительно легко прогибаются под большой нагрузкой, такая техника дистракции рекомендуется при относительно коротких — 7-10 см — стержнях (см Рис. 2-15). Большой диаметр стержней увеличивает устойчивость рамы к сгибанию и создает возможность для удлинения рамы без ее расширения дополнительными деталями.

При этой технике вначале необходимо ослабить затягивающий болт на утолщенной головке трубки, затем повернуть гайку на одну четверть оборота в сторону дистальнее от области дистракции. После этого болт на головке должен быть опять затянут (Рис. 7-4). Этот способ проще и точнее первого, но фиксация болта к гладкой стенке стержня не всегда надежна.

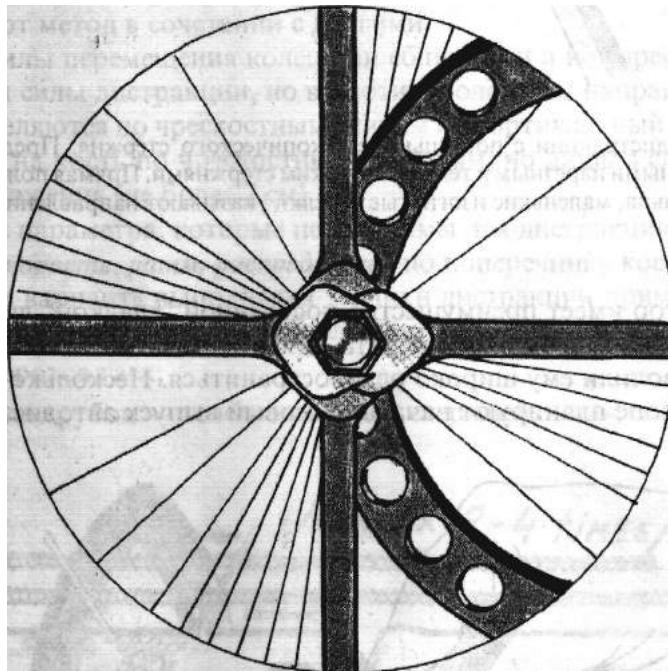


Рис. 7-3

Четыре различных положения ключа при полном повороте гайки по часовому циферблату, каждый поворот на одну четверть циферблата производит 1/4 миллиметра движения кольца по стержню (объяснение в тексте)

3. Наиболее рекомендуемое выполнение дистракции — с помощью градуированного телескопического стержня (см Рис. 2-16). По прочности, надежности и простоте это намного превышает другие способы. В механической головке этого стержня имеется устройство, поворачивающее его точно на одну четверть оборота, после чего он автоматически запирается, издавая характерный звонкий щелчок/Следующий поворот не может быть сделан без расслабления этого запора. Другим преимуществом является то, что головка свободно поворачивается пальцами. В редких случаях следует применять гаечный ключ №19 (Рис. 7-5).
4. В 1980-ых г. Илизаров изобрел и внедрил в практику автоматический дистракционный механизм с программным устройством, работающий на батарейках. Этот механизм производит один миллиметр удлинения путем 64 микродвижений в день. По сути, это постоянно работающий мотор. Четыре такие устройства соединяются с четырьмя стержнями, а электрические батареи закрепляются на поясе пациента.

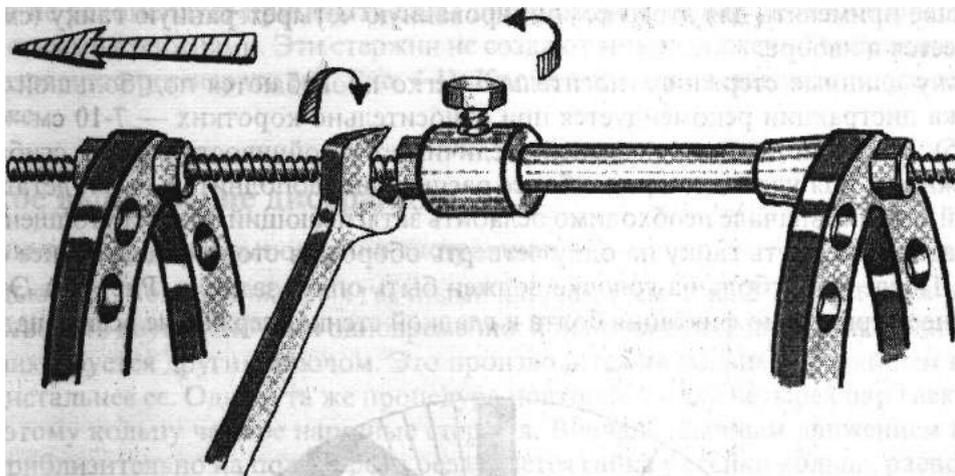


Рис. 7-4

Техническое выполнение distraction с помощью телескопического стержня. Представлена секция рамы с двумя кольцами, соединенными нарезным и телескопическим стержнями. Прямая полосатая стрелка указывает направление движения кольца, маленькие изогнутые стрелки указывают направление поворотов гаек. Объяснение в тексте

Этот автодистрактор имеет преимущество постоянной "гладкой" distraction, что благотворно сказывается на образовании регенерата. Сложность его изготовления и высокая стоимость пока что не позволили ему широко распространиться. Несколько промышленных компаний в Америке и Европе планируют начать массовый выпуск автодистракторов.

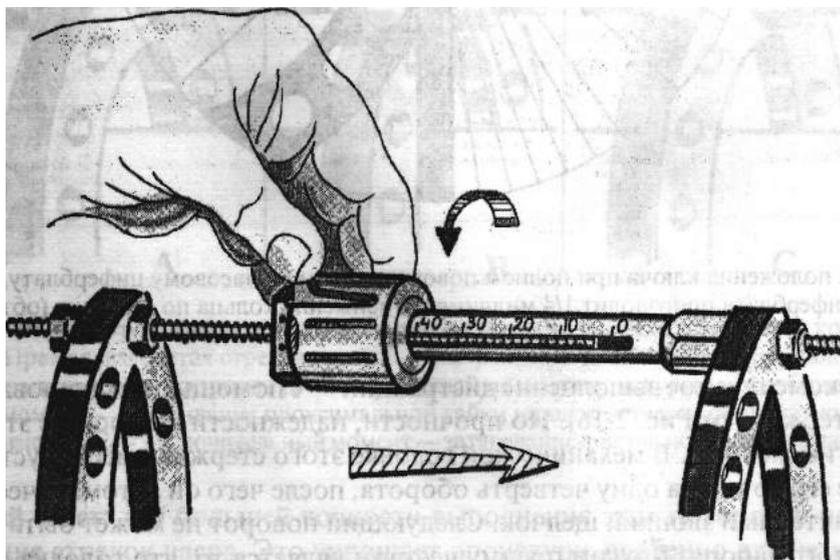


Рис. 7-5

Техническое выполнение distraction с помощью градуированного телескопического стержня. Тот же вид, что на предыдущем рисунке. Прямая полосатая стрелка указывает направление движения кольца, маленькая изогнутая стрелка указывает направление поворотов механической головки. Объяснение в тексте

## МЕТОД СБЛИЖЕНИЯ КОСТНЫХ ФРАГМЕНТОВ И КОМПРЕССИИ

### Общие положения

Сближение фрагментов применяется, главным образом, для лечения свежих и несросшихся переломов и для исправления деформаций. Сближение часто переводится в компрессию, то есть в сжатие фрагментов. Такое усиление сближения применяется при несросшихся переломах и ложных суставах, для исправления деформаций костей, при перемещении сегмента кости и при артродезированиях. Илизаров обосновал применение distraction во многих случаях, при которых раньше применялась компрессия. Он не был сторонником чрезмерного сжатия фрагментов, но применял этот метод в сочетании с другими.

Механические силы перемещения колец при сближении и компрессии фрагментов применяются так же, как и силы distraction, но в противоположном направлении. Они передаются на кольца и распределяются по чрескостным спицам на кортикальный слой кости. Компрессия может передаваться на кость по чрескостным стержням, но лишь в случае артродезирования или небольшого сближения (не более 2 см).

Те же самые три параметра, которые необходимы для distraction, определяют эффективность компрессии: *скорость, ритм, распределение* по поперечнику кости (Рис. 7-6).

Те же самые три варианта выполнения техники distraction применяются для целей компрессии, только в противоположном направлении:

1. с помощью поворотов гаек;
2. с помощью полых трубок — телескопических стержней;

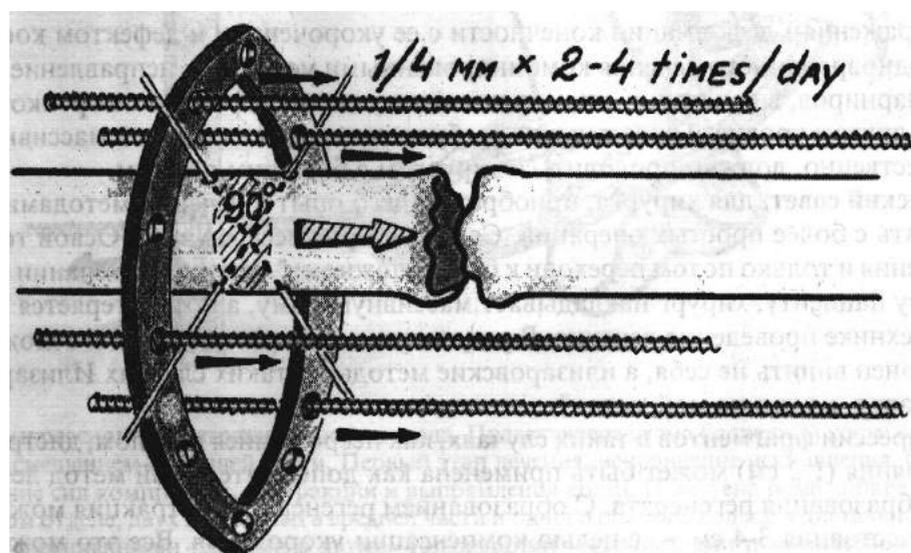


Рис. 7-6

Схематическое изображение трех оптимальных параметров метода компрессии. Представлен сегмент трубчатой кости с несросшимся переломом и одним кольцом, фиксированным двумя спицами, проведенными под углом 90 гр друг к другу. Длинная полосатая стрелка указывает направление компрессии, маленькие черные стрелки указывают направление движения кольца по четырем стержням. Оптимальная скорость 1 мм в сутки, оптимальный ритм перемещения кольца равняется четырем продвижениям по 1/4 мм; оптимальным параметром распределения сил компрессии являются четыре точки входа и выхода спиц через кортикальную стенку, расположенные под углом 90 гр друг к другу

3. с помощью градуированного телескопического стержня;
4. с помощью автоматического distractionного механизма на батарейках.

В отличие от метода distraction, показания для ускорения скорости и ритма при сближении и компрессии фрагментов очень редки. Однако при этом методе чаще возникают показания для замедления процедуры.

Основным показанием для ускорения сближения может быть наличие свежеего дефекта кости после ее резекции (например, по поводу остеомиелита) величиной сегмента — с 3-5 см и больше. При этом скорость сближения может быть увеличена до 1,5-2 мм в сутки, с ритмом 0,5 мм каждые 6-8 часов. Однако необходимость такого укорочения конечности возникает исключительно редко.

**Практический совет:** никогда не следует производить одномоментное сближение фрагментов на операционном столе, если образовавшийся дефект превышает 2 см.

Учитывая, что такая резекция производится лишь на измененных тканях с многими рубцами, при одномоментном сближении может легко произойти сдавление магистрального сосуда или нерва.

Основными показаниями для замедления сближения и компрессии фрагментов является возникновение местной боли нарастающей интенсивности и клинические признаки нарушения сосудистой или нервной трофики дистального сегмента конечности.

**Практический совет:** при полном сближении фрагментов кости скорость и ритм компрессии должны быть замедлены до 0,5-0,25 мм в сутки, для того, чтобы в плохо васкуляризованных рубцовых и хрящеподобных тканях создавались более благоприятные условия для образования регенерата (неогенеза тканей).

### **Метод комбинированной distraction-компрессии (аккордеонный метод)**

В случаях выраженной деформации конечности с ее укорочением и дефектом кости показано применение одновременного лечения комбинированными методами: исправление деформации с помощью шарниров, в сочетании с компрессией на участке дефекта и с кортикотомией и distraction на другом уровне. Такое лечение требует монтировки сложной массивной рамы аппарата и, естественно, должно проводиться хирургом с большим опытом.

**Практический совет:** для хирурга, приобретающего опыт в лечении методами Илизарова, важно начинать с более простых операций. Сам Илизаров всегда учил: "Освой технику более простого лечения и только потом переходи к более сложному". Иногда, в желании эффективнее помочь своему пациенту, хирург накладывает массивную раму, а потом теряется в последовательности и технике проведения лечения. В результате возникают ошибки и осложнения, в которых он склонен винить не себя, а илизаровские методы. В таких случаях Илизаров говорил: "Это мой аппарат, но это не мой метод".

При компрессии фрагментов в таких случаях, как несросшийся перелом, distraction на короткие расстояния (1-2 см) может быть применена как дополнительный метод лечения — для стимуляции образования регенерата. С образованием регенерата distraction может быть продолжена до расстояния 3-4 см — с целью компенсации укорочения. Все это может быть осуществлено без разреза тканей, путем наложения рамы аппарата и последующих манипуляций закрытыми методами. Поэтому Илизаров называл их "бескровными методами".

Это определение отражает саму суть методов компрессии и distraction. Во многих случаях гипертрофических и нормотрофических ложных суставов и несросшихся переломов поочередное применение компрессии и distraction ("аккордеонный метод" растяжения и сближения) способен пробуждать скрытые в рубцах источники остеогенеза. Рекомендуемая техника "аккордеонного метода" после сближения фрагментов:

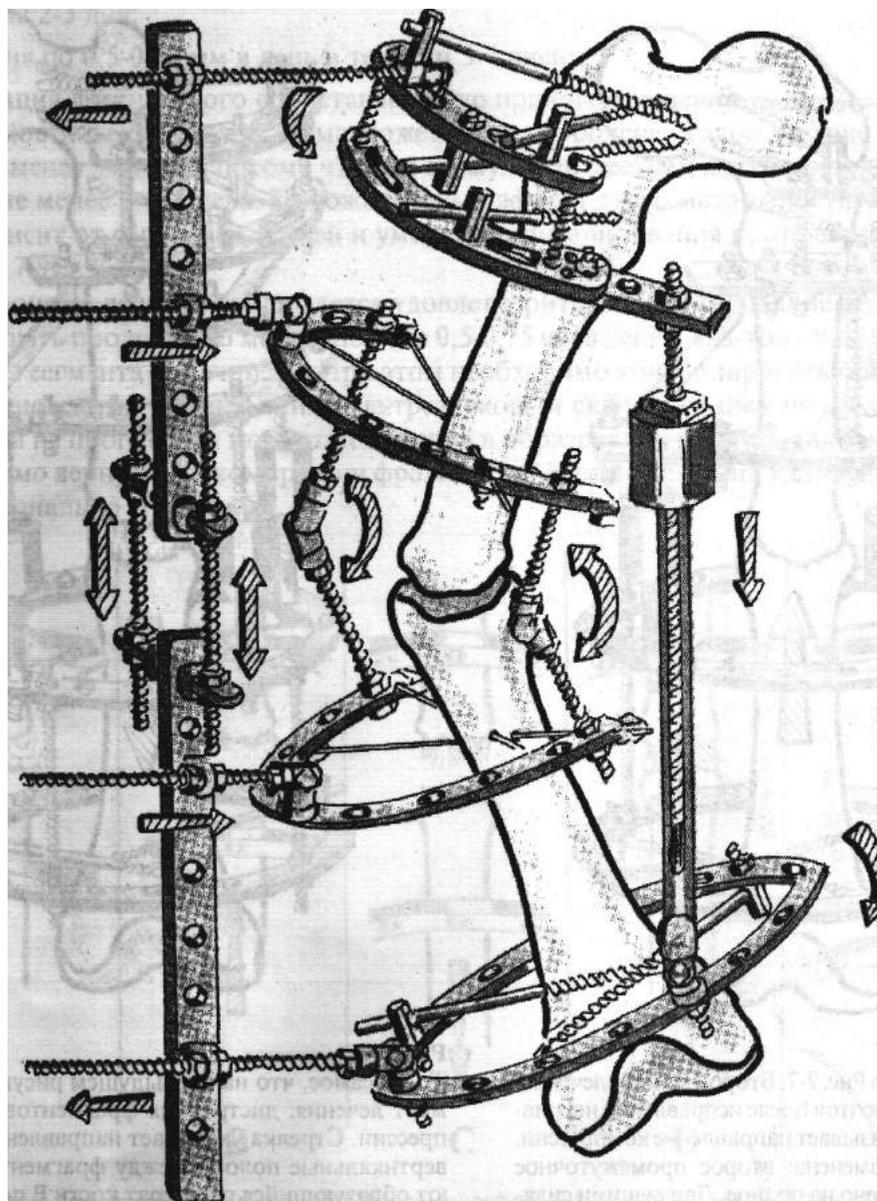


Рис. 7-7

Применение компрессионно-дистракционного метода. Представлена схема бедренной кости с ложным суставом и угловым смещением в средней трети. Первый этап лечения: исправление искривления. Стрелки указывают направление сил компрессии, дистракции и выпрямления кости. Наложена рама аппарата из двух арок в проксимальном отделе, двух полуколец в средней части и одного полного кольца в дистальном отделе. Рама усилена двумя соединенными балками с двумя "толкающими" устройствами и множеством шарниров для балансируемого исправления искривления с применением всех компонентов. Оси двух основных шарниров расположены на линии искривления. Движущим моментом исправления являются два длинных градуированных телескопических стержня (второй должен располагаться по задней стороне и не показан на рисунке, чтобы не усложнять изображение). Обратите внимание, что проксимальные арки и дистальное кольцо фиксированы чрескостными стержнями с частичной нарезкой. На дистальном кольце это уменьшает риск контрактуры в коленном суставе и применимо для короткой дистракции

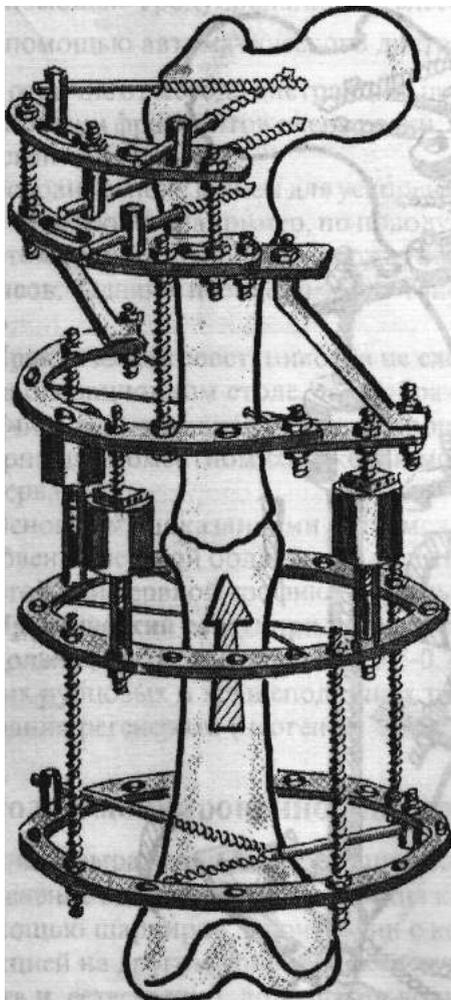


Рис. 7-8

То же самое, что на Рис. 7-7. Второй момент лечения: компрессия фрагментов после исправления искривления. Стрелка указывает направление компрессии. Рама аппарата изменена: второе промежуточное полукольцо заменено на полное. Движущими силами компрессии являются три коротких градуированных телескопических стержня

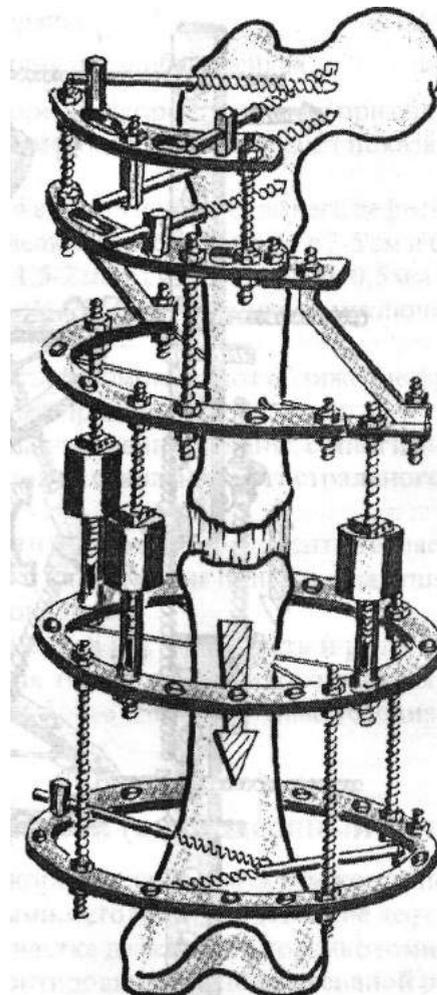


Рис. 7-9

То же самое, что на предыдущем рисунке. Третий момент лечения: дистракция фрагментов после их компрессии. Стрелка указывает направление дистракции, вертикальные полосы между фрагментами обозначают образующийся регенерат кости. В подобном случае необходимо применение поочередной компрессии-дистракции — "аккордеонный метод"

1. медленная компрессия (по 0,5 мм в день) в течение 7-10 дней;
2. перерыв в перемещении фрагмента на 3-5 дней (в зависимости от возраста пациента и состояния мягких тканей);
3. дистракция по 0,5-0,75 мм в день в течении 5-7 дней;
4. перерыв на 2-3 дня;
5. компрессии по 0,5 мм в течение 5-7 дней;
6. перерыв на 3-4 дня;
7. дистракция по 0,5-0,75 мм в день в течение 3-4 дней;

8. перерыв на 2-3 дня;
9. компрессия по 0,5-0,75 мм в день в течении 3-4 дней;
10. стабилизация достигнутого сопоставления до полного сращения.

В зависимости от случая эта схема может быть укорочена. Такое лечение рекомендуется повторять не менее двух раз, потому что для стимуляции местной метаболической активности необходимо не менее 3-4 недель. Положительный эффект этого метода достигается не во всех случаях и зависит от состояния тканей и умелости маневрирования компрессией-дистракцией (Рис. 7-7, 7-8, 7-9).

Если в процессе лечения наблюдается удовлетворительное образование регенерата, то лечение может быть продолжено медленной (по 0,5-0,75 мм в день в два-три приема) дистракцией для удлинения сегмента конечности. При этом необходимо контролировать образование регенерата рентгеновскими снимками или ультразвуковым сканированием не реже одного раза в неделю, чтобы не пропустить момент истощения в образовании регенерата. Если это произойдет, необходимо вернуться к компрессии фрагментов. Рассчитывать на удлинение более чем на 3-4 см нерационально (Рис. 7-10).

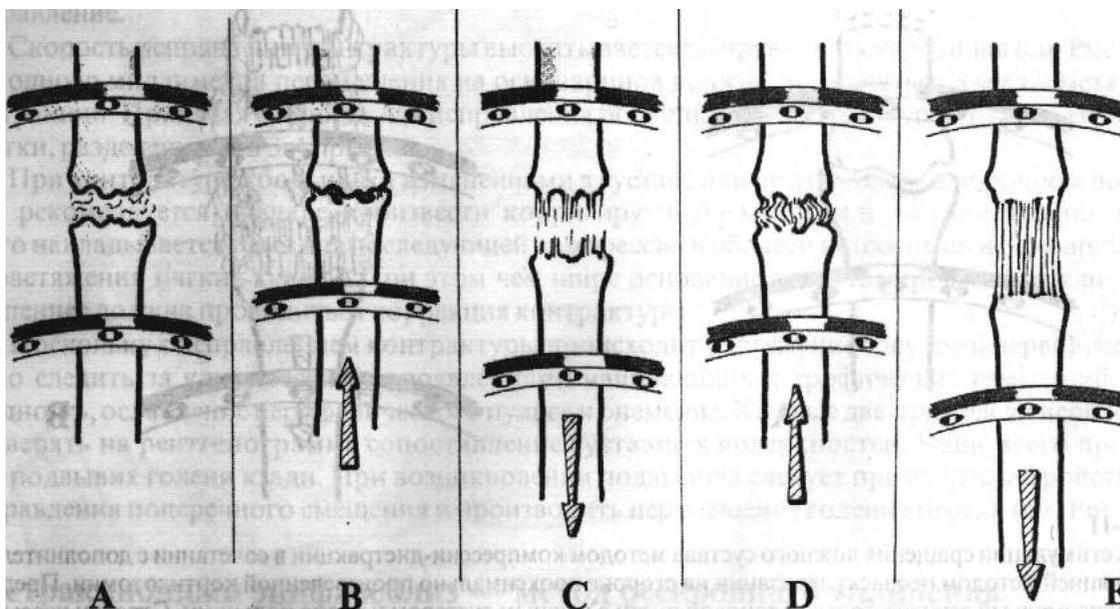


Рис. 7-10

Схема применения поочередного дистракционно-компрессионного метода ("аккордеонный метод") с последующим удлинением кости. Стрелки указывают направление сил перемещения дистального фрагмента. Показан сегмент кости с ложным суставом и двумя кольцами аппарата. А — вид перед началом лечения, между фрагментами показаны рубцовые ткани; В — после компрессии, рубцовые ткани разрушены сдавленней; С — начало дистракции, видны столбцы образования регенерата с перерывом в средней части; D — повторное сближение фрагментов для стимуляции сращения; E — дистракция с целью удлинения, показано образование столбцов кальцификации регенерата

### Дистракционный метод для стимуляции сращения на другом уровне

Дистракционные силы способны производить то, что Илизаров называет "стресс напряжением" — растяжением тканей стимулировать их скрытые ресурсы по образованию новой васкулярной сети. Сеть новых сосудов развивается дистально от уровня кортикотомии и растяжения.

Это наблюдение привело Илизарова к идее дополнительного стимулирования несращения или ложного сустава, используя способность растяжения вызывать неоваскуляризацию. В случаях несращения перелома без потери в длине конечности, проксимальнее и близко к нему (2-4 см) производится кортикотомия с последующей медленной дистракцией всего на 1-1,5 см. Одновременно с этим производится компрессия или компрессия-дистракция несращения. Новообразованная сосудистая сеть распространяется от уровня кортикотомии до уровня несращения и способствует образованию регенерата (Рис. 7-11).

**Практический совет:** местное усиление кровообращения при дистракции иногда способно вызвать временное повышение артериального давления крови, которое должно измеряться и регулироваться во время лечения.

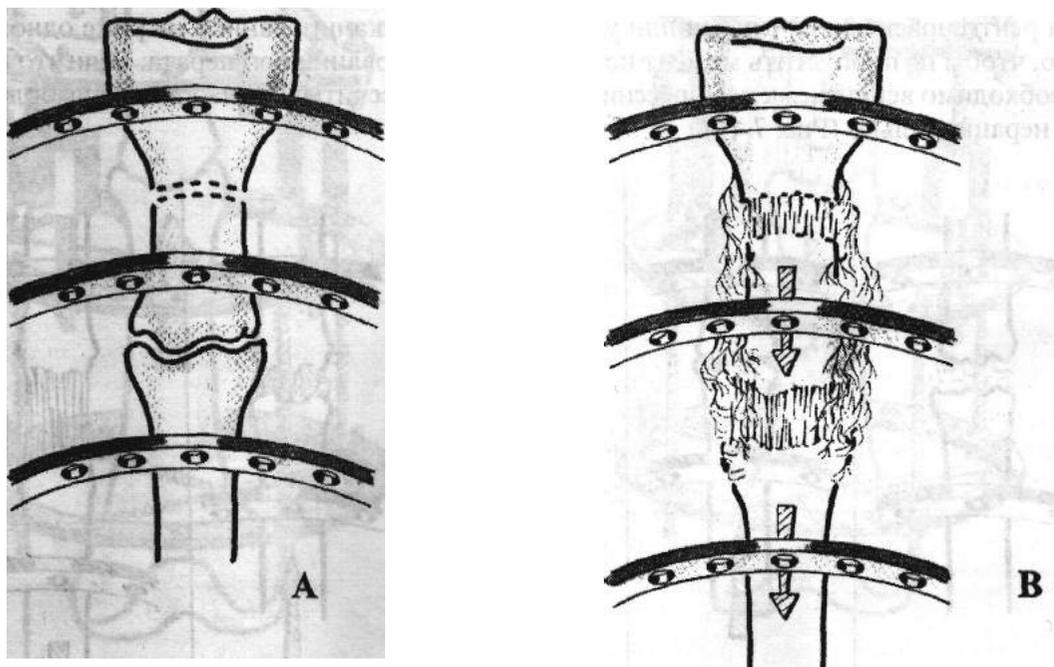


Рис. 7-11

Схема стимуляции сращения ложного сустава методом компрессии-дистракции в сочетании с дополнительной стимуляцией методом неоваскуляризации на стороне проксимально произведенной кортикотомии. Представлен проксимальный сегмент большеберцовой кости с ложным суставом и тремя кольцами. Стрелки указывают направление дистракции, пунктирная линия указывает уровень кортикотомии. А — вид до начала лечения; В — вид после компрессии-дистракции на стороне ложного сустава и дополнительной дистракции на уровне кортикотомии. Сеть новообразованных сосудов представлена извилистыми линиями по бокам; показано, что сеть новых сосудов распространяется от линии кортикотомии до зоны ложного сустава

## ИСПРАВЛЕНИЕ КОНТРАКТУР В СУСТАВАХ

Методы дистракции и компрессии применяются для лечения контрактур суставов независимо от их этиологии: приобретенной или врожденной. Техническое выполнение варьирует в зависимости от того, что превалирует в данном конкретном случае: контрактура околосуставных мягких тканей или внутрисуставные изменения.

В большинстве случаев дистракция должна вызвать вначале диастаз (расхождение) суставных поверхностей, а затем направить силы коррекции на трубчатые кости и окружающие мягкие ткани. Дистракционные силы всегда располагаются по вогнутой стороне контрактуры, а компрессионные силы располагаются по выпуклой ее стороне. В некоторых случаях, особенно на нижних конечностях, силы дистракции должны быть усилены силами компрессии на противоположной им стороне. Ось шарниров должна располагаться строго по линии суставной щели, иначе может произойти подвывих в суставе.

Для увеличения рычагов исправления рекомендуется применять раму из двух колец (или полуколец) на каждом сегменте выше и ниже сустава. Это также предотвращает смещение кости внутри колец. Выбор между полными кольцами и полукольцами зависит от конечности: полукольца удобнее применять на нижней конечности, потому что с ними пациенту удобнее находиться в кровати (Рис. 7-12). Полные кольца удобнее на верхней конечности. И кольца, и полукольца должны фиксироваться строго перпендикулярно к оси кости.

При проведении спиц необходимо учитывать, что с исправлением угла контрактуры они могут прорезать кожу и мягкие ткани. Поэтому при вколе и выколе кожа должна быть смещена пальцами в сторону сустава. Это особенно важно делать на бедре, где имеется большой массив мягких тканей. При контрактурах в обоих коленных суставах рекомендуется одновременное их исправление.

Скорость исправления контрактуры высчитывается по правилу треугольника (см. Рис. 6-16): для одного миллиметра перемещения на оси шарнира должно применяться 3 мм на механизме дистракции. Принятая скорость для исправления большинства контрактур — от 1 до 3 градусов в сутки, разделенные на 3-4 приема.

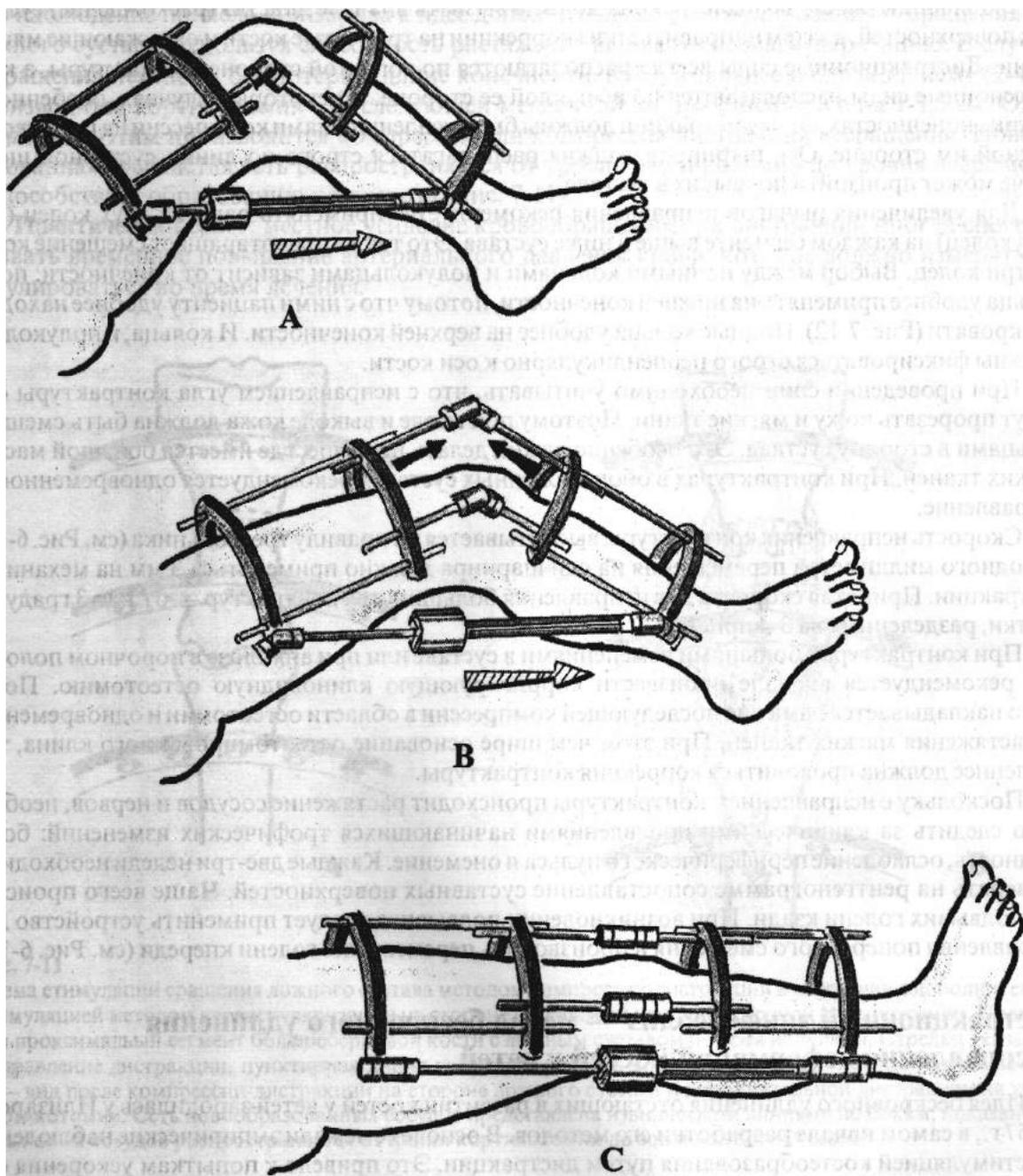
При контрактуре с большими изменениями в суставе или при анкилозе в порочном положении рекомендуется вначале произвести корригирующую клиновидную остеотомию. После этого накладывается рама для последующей компрессии в области остеотомии и одновременного растяжения мягких тканей. При этом чем шире основание остеотомированного клина, тем медленнее должна проводиться коррекция контрактуры.

Поскольку с исправлением контрактуры происходит растяжение сосудов и нервов, необходимо следить за клиническими проявлениями начинающихся трофических изменений: боль, бледность, ослабление периферического пульса и онемение. Каждые две-три недели необходимо проверять на рентгенограмме сопоставление суставных поверхностей. Чаще всего происходит подвывих голени кзади. При возникновении подвывиха следует применить устройство для исправления поперечного смещения и производить перемещение голени кпереди (см. Рис. 6-13).

### **Дистракционный эпифизеолиз — метод бескровного удлинения и исправления деформаций костей у детей**

Идея бескровного удлинения отстающих в развитии костей у детей зародилась у Илизарова в 1957 г., в самом начале разработки его методов. В основе ее лежали эмпирические наблюдения над стимуляцией костеобразования путем дистракции. Это привело к попыткам ускорения образования кости в самой зоне роста путем ее растяжения. Однако первые клинические неудачи заставили его прервать эти попытки: вместо постепенного плавного растяжения слоев ростковой зоны на 3-7 день после начала дистракции неожиданно наступал разрыв соединения эпифиза с метаэпифизом. Это сопровождалось сильным и продолжительным болевым синдромом от эффекта "отдачи", подобного сотрясанию тетивы лука после вылета стрелы. И, фактически, это приводило к нарушению или остановке функции зоны роста.

Понадобилось почти двадцать лет упорной работы над усовершенствованием аппарата и углубленного изучения биологических основ регенерации кости, чтобы осуществить эту идею.



**Рис. 7-12**

Схема исправления контрактуры сустава. Показан латеральный вид нижней конечности с контрактурой в коленном суставе почти 90 градусов. Наложена рама из двух компонентов: два полукольца *ia* на каждом сегменте, соединенные шарнирами, ось которых расположена по центру движений в суставе на проекции мышечков бедра (второй шарнир располагается на медиальной стороне). Мотором distraction являются длинные градуированные телескопические стержни с двух сторон (второй скрыт за ногой). Белые полосатые стрелки указывают направление distraction, черные стрелки указывают направление компрессии. А — вид ноги до начала исправления; В — тот же вид в процессе лечения; поскольку в такой большой раме два шарнира недостаточны для удержания правильного соотношения в суставе, для их усиления и для профилактики подвывиха добавлен третий шарнир по передней поверхности, его ось расположена на одной вертикальной линии с двумя другими; во избежание растяжения в суставе на этот шарнир действуют силы компрессии; С — тот же вид перед концом лечения

С 1970-х г. Илизаров первым в мире стал производить успешные "бескровные операции" удлинения и исправления костей у детей.

В зоне роста все непросто: благодаря сложности ее строения и высокой чувствительности к малейшим повреждениям для дозированной и целенаправленной ее дистракции необходимо установить режим чрезвычайно плавного растяжения. Для этого, прежде всего, надо рационально установить абсолютно точный уровень проведения спиц. И, поскольку это делается в непосредственной близости к суставной поверхности, важно, чтобы спицы не проникли в полость сустава (Рис. 7-13 С).

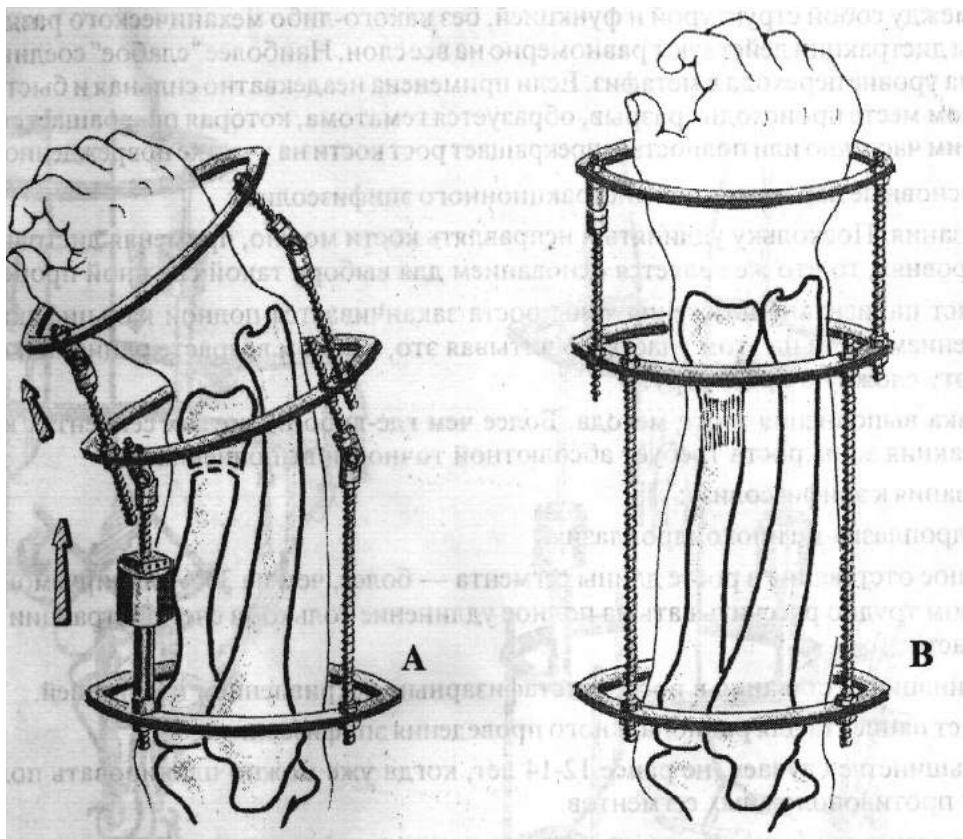


Рис. 7-13

Схематическое изображение зоны роста дистального эпифиза бедренной и проксимального эпифиза большеберцовой костей и схема ее гистологических слоев. Сплошной черной линией показана капсула коленного сустава. Полосатой линией показана хрящевая поверхность костей, костное спонгиозное вещество показано наличием лагун, зона роста показана извилистыми вертикальными линиями, зона метафиза показана полосатыми треугольниками. Стрелками указано проведение чрескостных спиц через зону вторичного центра окостенения. А — боковой вид коленного сустава, в каждый из эпифизов проведено по две спицы через зоны вторичного центра окостенения. В — прямой вид, проведены те же спицы, показано, что в обеих проекциях они не проникают в полость сустава; одна спица с латеральной стороны проведена через головку малой берцовой кости. С — схема гистологических слоев: а — суставной хрящ, в — вторичный центр эпифизарной окостенения, с—резервная зона, d—зона пролиферации, e—гипертрофическая зона, f— метаэпифиз. Объяснения в тексте

Непосредственно под суставным хрящом (а) расположен довольно узкий слой вторичного центра окостенения (в), к которому прилегают три хрящеподобных слоя. Резервная зона (с) с функцией продукции межклеточного вещества и редкими клетками (хондроцитами), содержащими жиры и другие элементы; зона пролиферации (d) с функцией активного продуцирования

хондроцитов и межклеточного вещества, от которой начинается рост вертикальными столбцами; и гипертрофическая зона (е) с функцией подготовки межклеточного вещества к кальцификации; эта зона, в свою очередь, состоит из трех слоев: слоя созревания хондроцитов, слоя дегенерации хондроцитов и слоя предварительной кальцификации межклеточного вещества. По периферии зоны роста расположены клиновидные оссифицирующие желобки Ранвье, способствующие разрастанию в ширину, которые окружены поддерживающими фиброзными кольцами Лякрса.

Зона роста заканчивается переходом в зону метаэпифиза (f), состоящую из слоев первичной и вторичной спонгиозы; ее функция состоит в снабжении кальцифицирующегося вещества сосудами, в формировании непосредственно кости и в ее реконструкции. Все слои последовательно связаны между собой структурой и функцией, без какого-либо механического разделения. Поэтому силы distraction действуют равномерно на все слои. Наиболее "слабое" соединение их происходит на уровне перехода в метафиз. Если применена неадекватно сильная и быстрая distraction, на этом месте происходит разрыв, образуется гематома, которая превращается в рубцовую ткань и этим частично или полностью прекращает рост кости на участке поврежденного эпифиза.

Три основных параметра для distractionного эпифизеолиза:

1. Показания. Поскольку удлинить и исправлять кости можно, применяя distraction на других уровнях, то что же является основанием для выбора такой сложной процедуры?
2. Возраст пациента. Растяжения зоны роста заканчивается полной кальцификацией и прекращением роста на этом участке. Учитывая это, в каком возрасте рациональнее производить эту сложную процедуру?
3. Техника выполнения этого метода. Более чем где-либо на других сегментах конечностей, distraction зоны роста требует абсолютной точности выполнения.

Показания к эпифизеолизу:

1. Ахондроплазия и гипохондроплазия.
2. Большое отставание в росте длины сегмента — более, чем на 30% планируемой длины, при котором трудно рассчитывать на полное удлинение только за счет distraction в диафизарной части.
3. Комбинация отставания в росте с метафизарным искривлением и ротацией.

Возраст пациента для рационального проведения эпифизеолиза:

1. В большинстве случаев, не ранее 12-14 лет, когда уже можно планировать полный рост и длину противоположных сегментов.
2. Выбор возраста с учетом того, чтобы укорочение и деформация не сказались отрицательно на других сегментах и на позвоночнике, но не ранее 7-8 лет.

Техника выполнения distractionного эпифизеолиза (Рис. 7-13, А, В):

1. Проксимальное опорное кольцо устанавливается непосредственно над зоной роста, на уровне ядра вторичного эпифизарного окостенения.
2. Тонкие спицы (1,5 мм диаметром) проводятся перекрестно с малой скоростью сверления (лучше ручной дрелью) через ядро окостенения под контролем электронно-оптического преобразователя (или другого способа визуализации); их длинные наружные концы сгибаются в сторону диафиза и укрепляются *без натяжения* в distractionных устройствах ниже кольца, на уровне не менее половины длины планируемой distraction; это так называемые "тормозящие спицы".
3. Подвижное distractionное кольцо с фиксированными спицами устанавливается не ближе, чем на уровне середины диафиза, с тем, чтобы источник сил distraction не находился слишком близко к зоне роста, и сама эта сила была "смягчена" расстоянием.

4. Дистракция по 0,25 мм два раза в сутки начинается на 3-5 день, в зависимости от возраста: чем младше пациент, тем раньше начало дистракции.
5. Параллельно с дистракцией производится на такую же величину ослабление натяжения спиц в дистракционных устройствах; этим "торможением" создаются условия для адаптации слоев зоны роста к постепенному растяжению.
6. Под клиническим (нарастание боли) и рентгенологическим контролем каждые первые 3-5 дней скорость дистракции может быть увеличена или уменьшена. При этом скорость "торможения" постепенно уменьшается, т. е. производится через раз после продвижений дистракции.

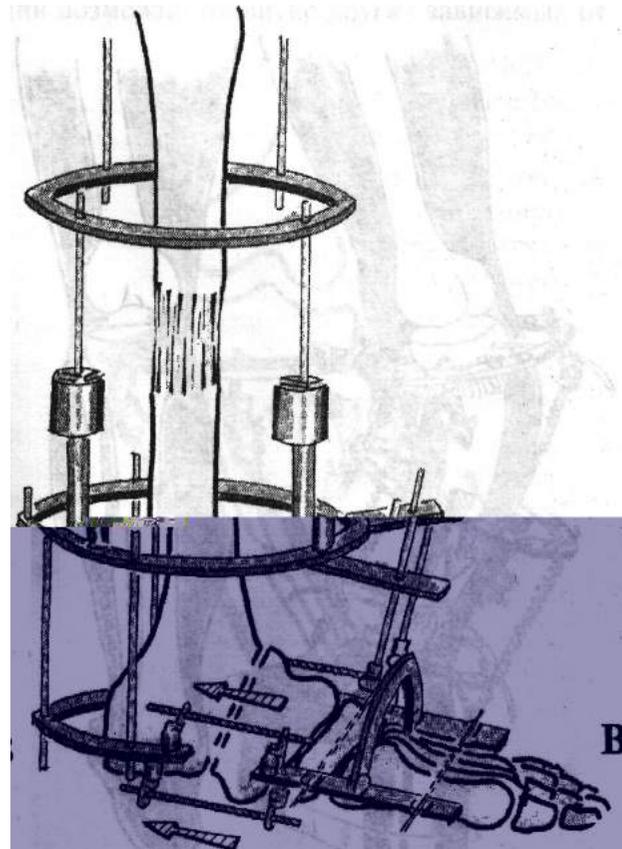
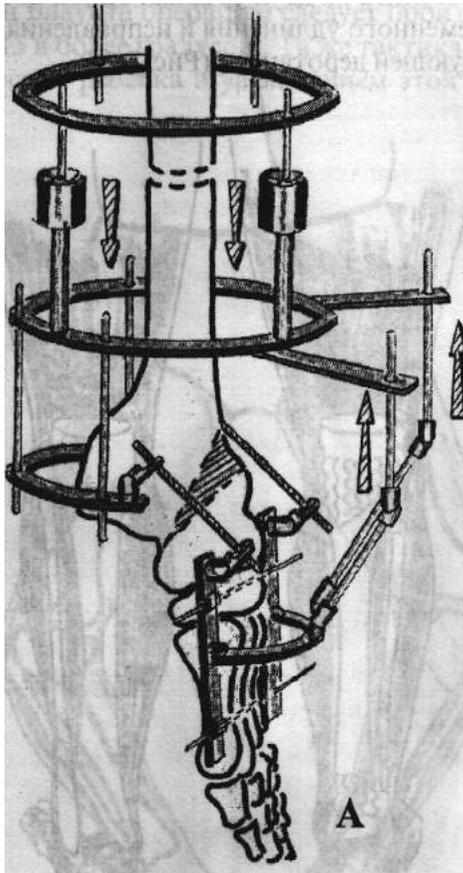


Рис. 7-14

Схематическое изображение метода эпифизеолиза. Представлен проксимальный сегмент костей голени с частью рамы из двух колец. Полосатыми линиями показан вторичный центр эпифизарной оссификации, через который проведены две спицы. Двойными вертикальными спиральными линиями показана зона роста. Большая полосатая стрелка указывает направление дистракции, черные стрелки указывают направление ослабления спиц. А — вид до начала дистракции; проксимальное опорное кольцо находится на уровне зоны роста, но фиксированные к нему спицы-ограничители дистракции не натянуты, а согнуты в сторону диафиза и фиксированы в дистракционных устройствах на наружной стороне рамы. Таким образом, зона роста располагается между проксимальными и дистальными к ней спицами. В то время как дистальное кольцо со спицами направляет силы растяжения, создается торможение этих сил путем расслабления дистракционных устройств. Это создает необходимую плавность растяжения зоны роста. В — вид после окончания эпифизеолиза: произошло удлинение зон роста большеберцовой и малой берцовой костей. После окончания дистракции спицы фиксируются к проксимальному кольцу и натягиваются на период ее оссификации

7. При удлинении на 2-3 см "торможение" спицами прекращается, и каждый из их концов один за другим высвобождается из дистракционных устройств и фиксируется к проксимальному опорному кольцу с половинной силой натяжения — от 40 до 50 кг; это необходимо сделать, чтобы предотвратить качание мягкого регенерата до его кальцификации.
8. Дальнейшее растяжение зоны роста может производиться со средней скоростью 1 мм в сутки и позволяет довести его до 7-10 см (в зависимости от возраста и показаний). Период фиксации достигнутого растяжения обычно короче, чем при дистракции в диафизарной части.

Как видно из всего сказанного: в зоне роста все непросто.

Илизаров предложил метод дистракционного эпифизеолиза на двух уровнях одной кости, метод клиновидного растяжения зоны роста для одновременного удлинения и исправления угловой деформации и комбинацию эпифизеолиза с последующей деротацией (Рис. 7-15).

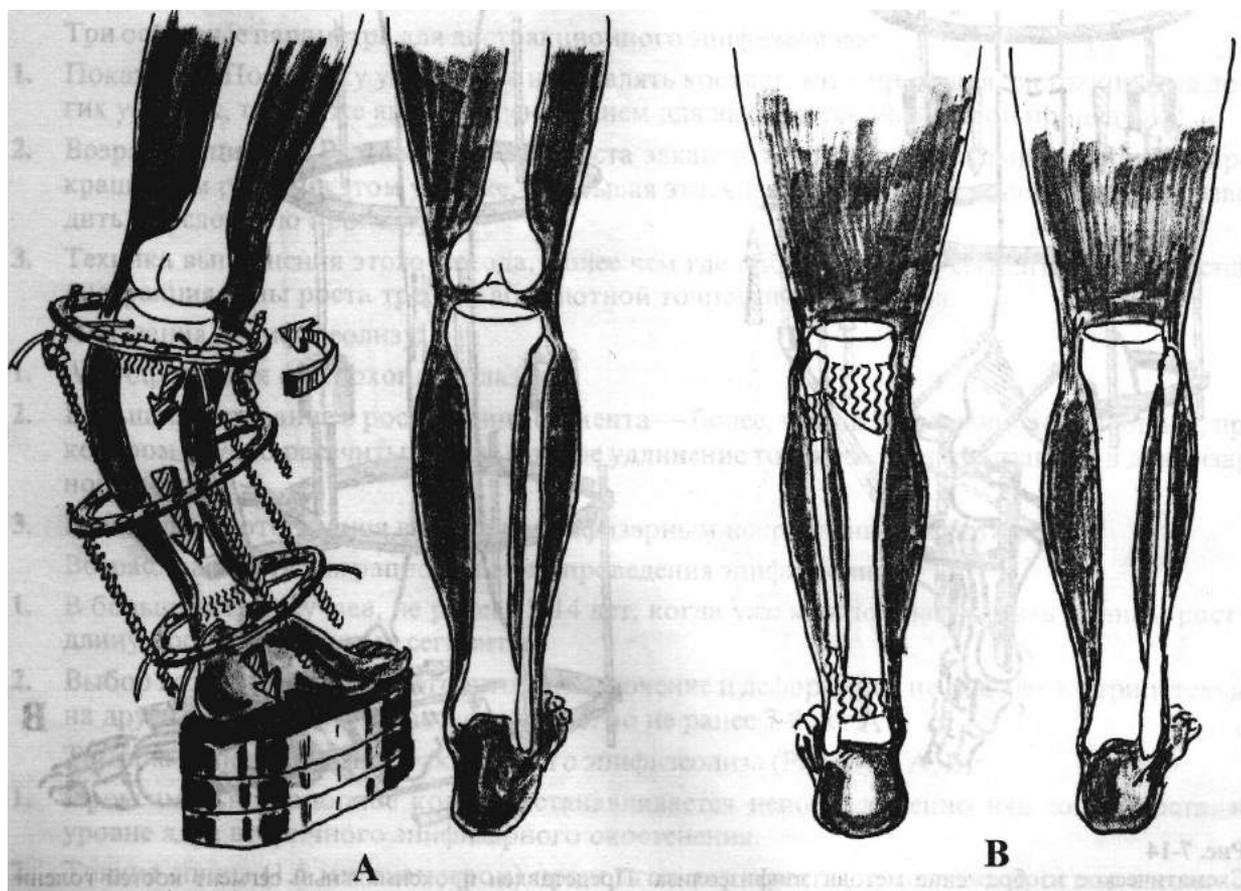


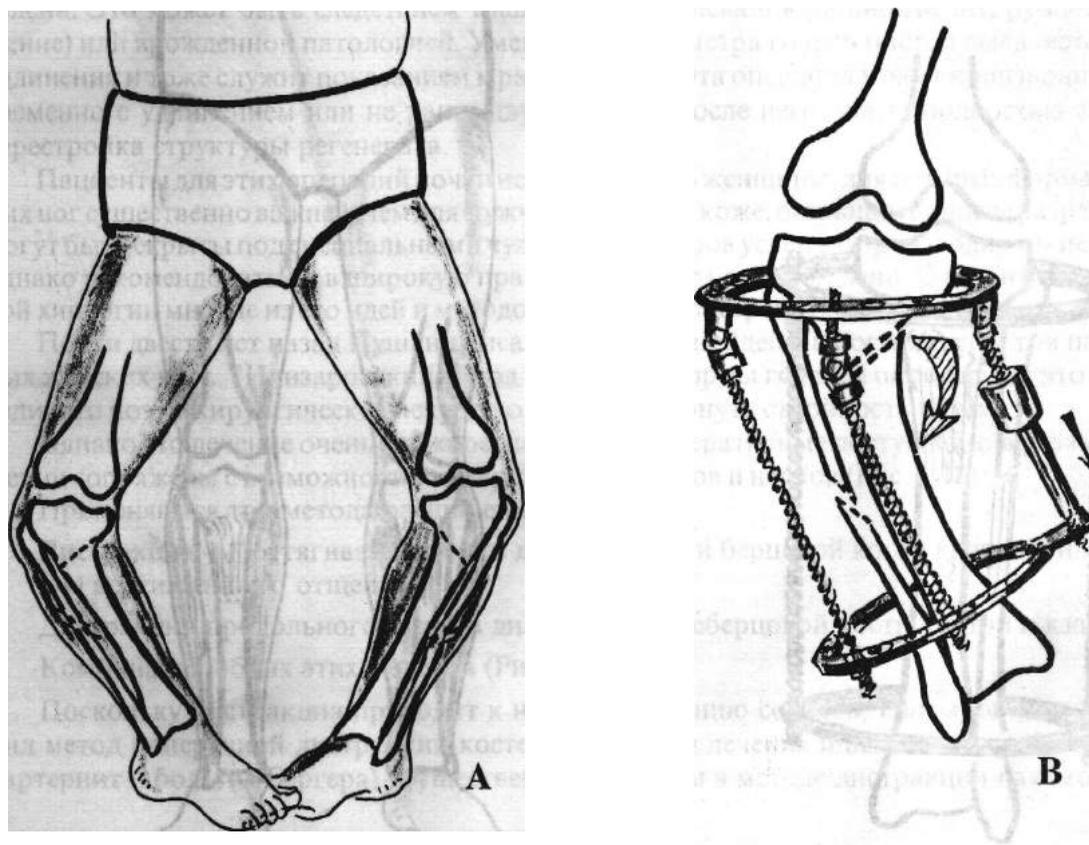
Рис. 7-15

Схематическое изображение комбинированного исправления укорочения, варусной деформации и внутренней ротации голени бескровным пути: эпифизеолиз на двух уровнях; на проксимальном уровне методом клиновидной дистракции и последующей деротации, на дистальном уровне за счет тяги за ядро окостенения. Зоны роста представлены волнистыми вертикальными линиями. Стрелки указывают направления дистракции и деротации. А — вид обеих ног сзади; левая голень представлена с деформациями трех видов — укорочением, варусным искривлением и внутренней ротацией; наложена рама из трех колец с "тормозящими" спицами. В — тот же вид после завершения лечения, зоны роста представлены полностью окостеневшими. Эта схема представляет действительный случай лечения 6-летней девочки Илизаровым в 1977 году

Кроме этого, он предложил применять его при врожденном ложном суставе голени, при активном остеомиелите и для коррекции формы сегмента при анкилозированных в порочном положении суставах. Эти операции делаются исключительно редко.

## ИСПРАВЛЕНИЕ ВАРУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГОЛЕНЕЙ (БОЛЕЗНЬ БЛАУНТА)

Дистракция с одновременной коррекцией варусной деформации в проксимальном метаэпифизе голени показана в раннем возрасте и может быть произведена начиная с 3-4 лет. При болезни Блаунта операцию следует производить при 3-й-4-й стадии деформации (угол искривления 15 и более градусов). Та же тактика рекомендуется при рахите и при фиброзной дисплазии. С ростом ребенка и увеличением этой деформации возможно развитие других зависимых от



**Рис. 7-16**

Схематическое изображение исправления двусторонней варусной деформации голеней (болезнь Блаунта), комбинированной с укорочением и внутренней ротацией. Прерывистыми линиями показано направление кортикотомии, стрелки указывают направление дистракции. А — передний вид голеней до лечения, варусное искривление 45 градусов — шестая (последняя) стадия деформации. В — представлена схема монтажа рамы аппарата для лечения одной из голеней; поскольку пациент — маленький ребенок, наложена рама из двух колец; два шарнира установлены на уровне кортикотомии по выпуклой стороне проекции кости (второй не виден на рисунке); мотором дистракции служит один градуированный телескопический стержень, расположенный по вогнутой стороне голени. Вначале планируется произвести дистракцию по типу открытого клина, после чего произвести дистракцию удлинения, а затем исправить ротационную деформацию маневрами деротации. Проводится одновременное двустороннее идентичное лечение

нее нарушений скелета: гипертрофия наружного мыщелка бедра, гипотрофия внутреннего мыщелка большеберцовой кости, уплощение вертлужной впадины, гиперлордоз поясничного отдела позвоночника.

Естественно, в таком возрасте преждевременно применять эпифизеолиз, и его следует применять в возрасте 12-14 лет, если будет необходимость в дальнейшем удлинении. Однако при очень большом угле искривления эпифизеолиз может быть показан начиная с возраста 7 лет.

Ранняя кортикотомия с дистракцией и коррекцией угловой деформации производится на одном уровне — ниже проксимального метаэпифиза большеберцовой кости — и сопровождается остеотомией малой берцовой кости в средней трети (Рис. 7-16). Исправление варусной деформации производится с помощью шарнира на выгнутой стороне кости — исправление типа открытого клина. По достижении этого шарнир заменяется на прямые стержни, и начинается продольная дистракция. Если имеется ротационная деформация (чаще всего — кнутри), то в

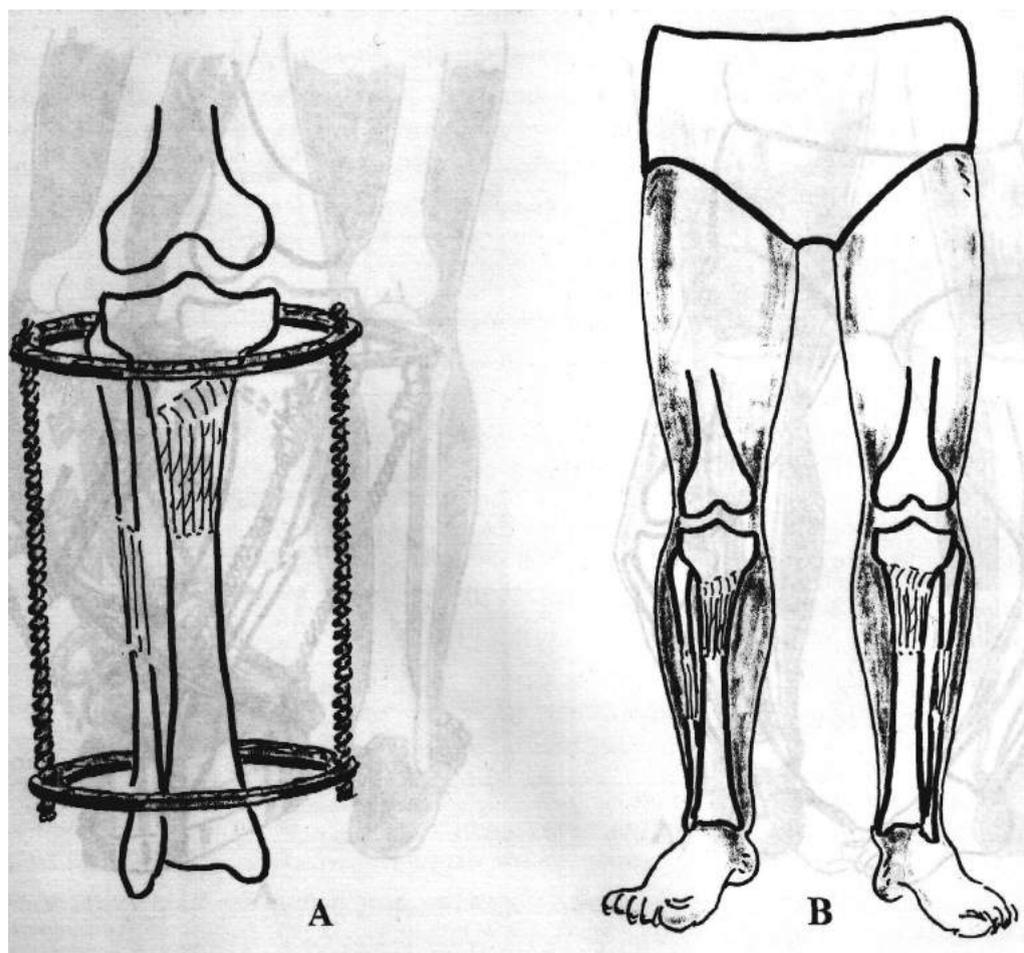


Рис. 7-17

Продолжение Рис. 7-16. А — тот же вид, что на предыдущем рисунке — после исправления деформаций; шарниры и градуированный телескопический стержень рамы заменены четырьмя нарезными стержнями (показаны два) на период фиксации; полосатые линии показывают уровень образования регенерата кости и направление столбцов оссификации. В дальнейшем под влиянием осевой нагрузки должна произойти перестройка столбцов кальцификации на прямые вертикальные. В — передний вид голени после лечения. Эта схема представляет действительный случай лечения 7-летней девочки Илизаровым в 1978 году

процессе удлинения производится два-три раза маневр деротации (см. Рис. 6-15), или монтируется деротационное устройство (см. Рис. 6-14). Такой последовательностью вариантов метода distraction удается полностью исправить даже тяжелую деформацию голени (Рис. 7-17).

## **ИСПРАВЛЕНИЕ ФОРМЫ ГОЛЕНИ МЕТОДОМ ПОПЕРЕЧНОЙ ДИСТРАКЦИИ**

В экспериментальных и клинических наблюдениях Илизаров доказал, что открытый им закон растяжения тканей напряжением действует не только при distraction в продольном, но и в поперечном и любом другом заданных направлениях. Образование регенерата костной ткани при этом происходит параллельно силам distraction (см. Рис. 5-21). Этот феномен он использовал в клинической практике для операции расширения голени.

Показанием для этого является функциональная и косметическая неполноценность формы голени. Это может быть следствием травмы или заболевания (полиомиелит, рубцовое утоньшение) или врожденной патологией. Уменьшение диаметра голени иногда выявляется после ее удлинения и тоже служит показанием к расширению. Эта операция может производиться одновременно с удлинением или не ранее двух-трех лет после него, когда полностью закончится перестройка структуры регенерата.

Пациенты для этих операций почти исключительно женщины, для которых форма их открытых ног существенно важнее, чем для мужчин. Рубцы на коже, остающиеся после разрезов и спиц, могут быть скрыты под специальными чулками. Илизаров успешно производил такие операции, однако рекомендовать их в широкую практику пока не целесообразно. С развитием пластической хирургии многие из его идей и методов будут распространяться и развиваться.

Почти двести лет назад Пушкин писал: "...Едва ль найдешь в России целой три пары стройных женских ног..." Илизаровский метод изменения формы голени опровергает это замечание великого поэта: хирургическое искусство способно вернуть стройность ногам.

Однако это лечение очень сложное, потому что оперативные доступы к диафизам на протяжении сопряжены с возможностью повреждения сосудов и нервов (Рис. 7-18).

Применяются три метода расширения голени:

1. Distraction — "оттягивание" части диафиза малой берцовой кости снаруж или distraction вертикального отщеп ее.
2. Distraction продольного отщеп диафиза большеберцовой кости кнутри и кзади.
3. Комбинация обоих этих методов (Рис. 7-19).

Поскольку distraction приводит к новообразованию сосудов, Илизаров успешно применил метод поперечной distraction костей голени для лечения ишемических заболеваний (эн-дартериит и болезнь Бергера). Существенной разницы в методе distraction для этого нет.

## **Исправление контрактуры сустава в сочетании с деформацией**

В большинстве случаев врожденных дефектов костей или приобретенном их недоразвитии эта патология сопровождается подвывихом в близлежащем суставе и сочетается с контрактурой и ограничением подвижности в нем. Например, контрактура лучезапястного сустава при укорочении лучевой кости и искривлении локтевой кости (деформация Маделунга) или контрактура голеностопного сустава при косолапости и недоразвитии малой берцовой кости.

В таких случаях на первом этапе лечения показано исправление деформации кости, ее удлинение путем эпифизолиза у детей или кортикотомии с последующей distraction (у взрос-

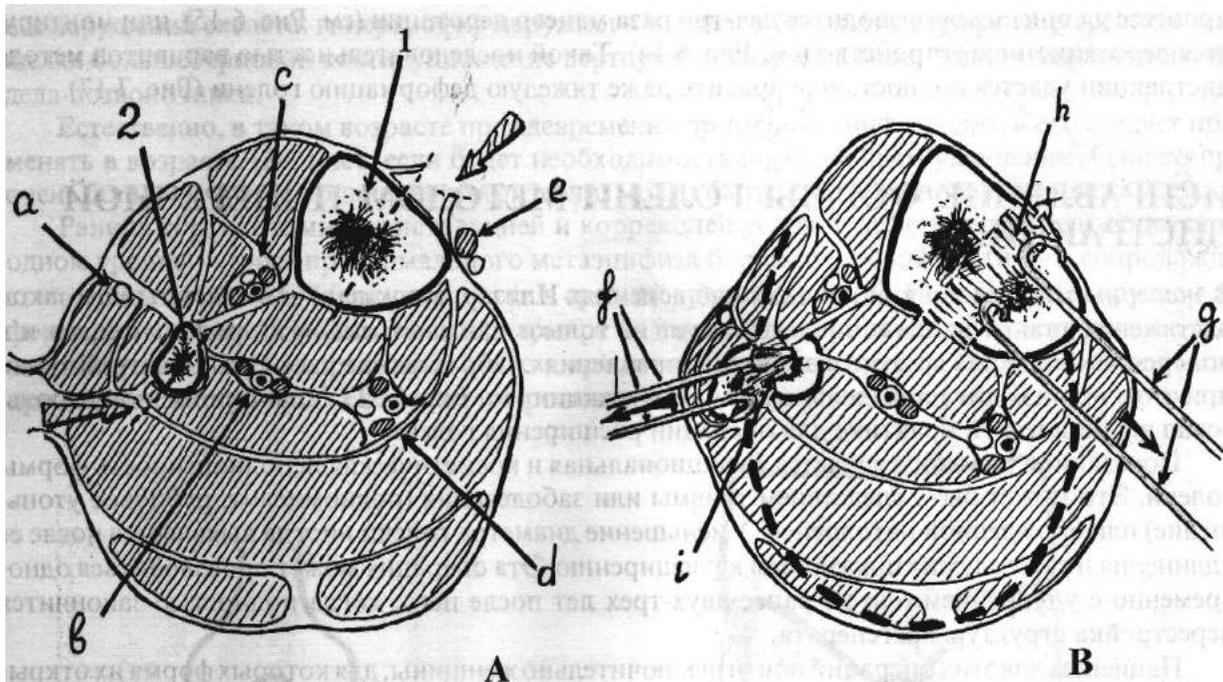


Рис. 7-18

Схемы поперечного сечения голени в средней трети (окружено фасцией, без подкожного жирового слоя и кожи вокруг). Для производства операции по расширению формы голени необходим рациональный оперативный доступ без повреждения сосудов и нервов. На этих схемах представлено расположение сосудов и нервов и наиболее щадящий подход для продольного рассечения обеих костей голени. Участки с косыми полосами обозначают мышцы, белые разделительные полосы — межмышечные перегородки, круг с черным центром — артерия, полосатый круг — вена, полый круг — нерв. Малые прерывистые линии показывают сторону продольного рассечения костей. Белые полосатые стрелки указывают сторону разреза для доступа к кости, черные стрелки указывают направление distraction. А — вид нормально развитой голени. 1 — большеберцовая кость; 2 — малая берцовая кость; а — поверхностный перонеальный нерв; б — перонеальная артерия и вены; с — передняя тиббиальная артерия с венами и глубокий перонеальный нерв; d — задняя тиббиальная артерия с венами и тиббиальный нерв; e — большая подкожная вена и подкожный нерв. Доступ к малой берцовой кости должен проводиться тотчас позади ее задненаружного угла, это помогает избежать повреждения поверхностного перонеального нерва. Доступ к большеберцовой кости проводится тотчас у ее медиального закругления. В — вид истонченной голени на том же уровне после distraction обеих костей в поперечном направлении. Толстая прерывистая линия показывает объем сегмента до операции. Обе кости продольно рассечены, и через их отщепы проведены тонкие distractionные спицы с загнутыми крючком концами или оливообразным стопором, f — спицы для distraction отщепы малой берцовой кости. Возможны два варианта ее distraction — с продольным рассечением в средней части или с поперечным рассечением в проксимальной и дистальной частях. Показана одна спица с загнутым в виде крючка концом, вторая с оливообразным стопором, i — образующийся на месте distraction регенерат костной ткани, g — спицы для distraction отщепы большеберцовой кости. Просверливать толстую кортикальную стенку рассеченной части проще гладкими спицами, концы которых загибаются в виде крючков. Надо учитывать, что полное удаление спиц после достигнутого расширения невозможно, поэтому следует оставлять внутри как можно меньше металла, h — образующийся на месте distraction регенерат костной ткани. При сравнении достигнутой формы сегмента с формой нормально развитой голени видно, что они почти одинаковы

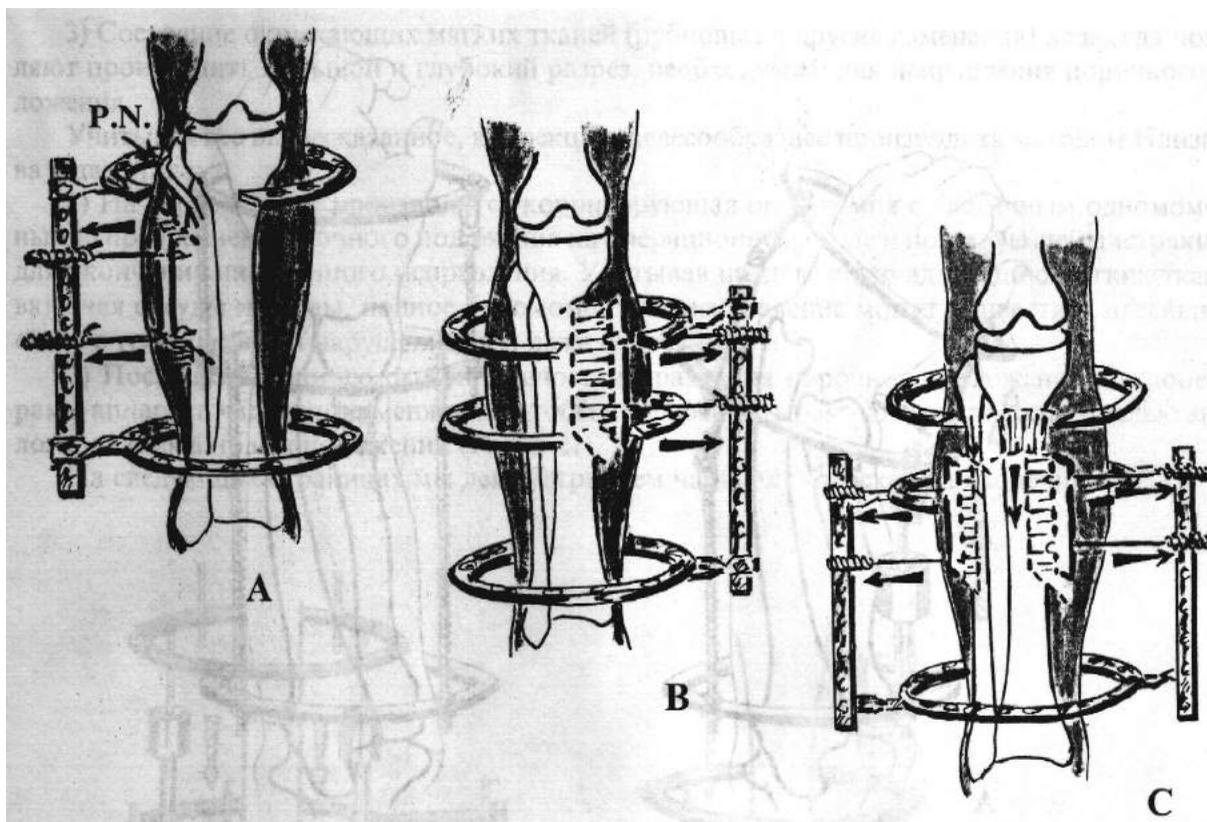


Рис. 7-19

Схематическое изображение операций изменения формы голени поперечной дистракцией вертикальных "отщепов". Представлен передний вид голени с рамами аппарата, смонтированными для расширения голени. Все рамы имеют боковое усиление длинными балками с фиксированными на них дистракционными устройствами. Прерванными линиями показаны стороны остеотомии и кортикотомии костей. Стрелки указывают направление дистракции. Поперечные короткие линии указывают образование регенератов кости. А — метод расширения наружной стороны голени дистракцией полного фрагмента средней части малой берцовой кости. Буквы Р. N. указывают "перонеальный нерв", линия проксимальной остеотомии находится сразу под его расположением. В — метод расширения внутренней стороны голени вертикальным отщепом большеберцовой кости. С — метод удлинения костей голени, комбинированный с одновременной дистракцией вертикальных отщепов обеих костей для расширения формы голени. На всех трех рисунках представлена достигнутая поперечной дистракцией нормальная форма голени

лых). Для этого рама аппарата монтируется на сегменте конечности таким образом, чтобы вначале она служила целям исправления деформации кости. К ней с помощью стержней с вмонтированными шарнирами присоединяется дополнительный компонент из одного или двух колец, фиксированный к дистальному отделу (кость или стопа) (Рис. 7-20).

Дополнительный компонент выполняет тройную функцию: 1) во время выпрямления и удлинения сегмента он поддерживает кисть или стопу; 2) поддерживая постоянное расстояние между дистальным концом удлиняемой кости и суставом, он позволяет избегать болезненного ее сближения с противостоящей костью; 3) после выпрямления кости с его помощью исправляются подвывих и контрактура в суставе.

Во время этого лечения необходимо постоянно контролировать состояние сосудистой и нервной трофики на периферии сегмента.

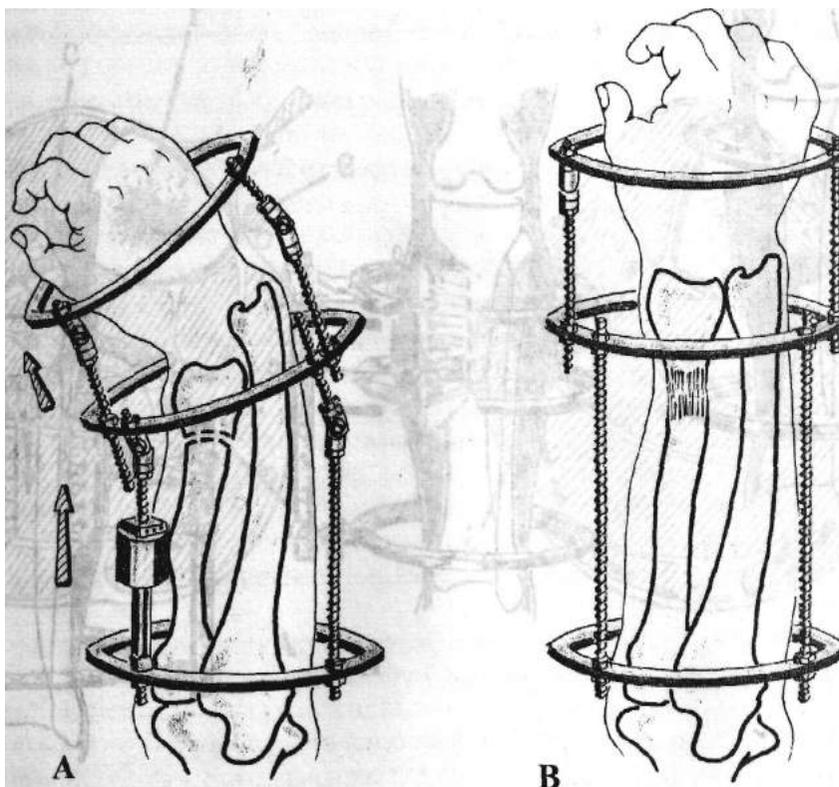


Рис. 7-20

Схема исправления контрактуры сустава, сочетающейся с деформацией кости. Представлен дорзальный вид предплечья и кисти, лучевая кость укорочена, локтевая кость искривлена в варусном направлении, образовался подвывих и контрактура в лучезапястном суставе (деформация типа Маделунга). Наложена рама из двух колец на предплечье и дополнительный компонент из одного кольца на кисть. Мотором distraction является один градуированный телескопический стержень (для предплечья ребенка достаточного одного источника силы). Стрелки указывают направление distraction, прерывистой линией показан уровень кортикотомии. А — вид до начала лечения, шарниры служат для исправления деформации; В — вид после исправления деформации и контрактуры, вертикальные полосы на лучевой кости обозначают зону образования и кальцификации регенерата. Шарниры удалены и заменены на стержни на весь период обездвиживания для созревания новообразованной кости

### **Исправление порочного положения сегментов после анкилозирования в неправильном положении**

Для функционального и косметического исправления анкилозированных в порочном положении суставов или заросший метод лечения эффективнее всех других.

Три фактора должны учитываться при проведении этого лечения:

- 1) Степень тяжести функциональной и косметической деформации.
- 2) Возможность производства одномоментной коррекции путем остеотомии с фиксацией винтами или фигурными пластинками. Это лечение имеет два недостатка: для устранения тяжелой деформации необходимо производить массивную клиновидную остеотомию, при которой образуется "избыток" окружающих мягких тканей; с помощью винтов и пластинок не всегда удается создать достаточную для нового анкилозирования компрессию.

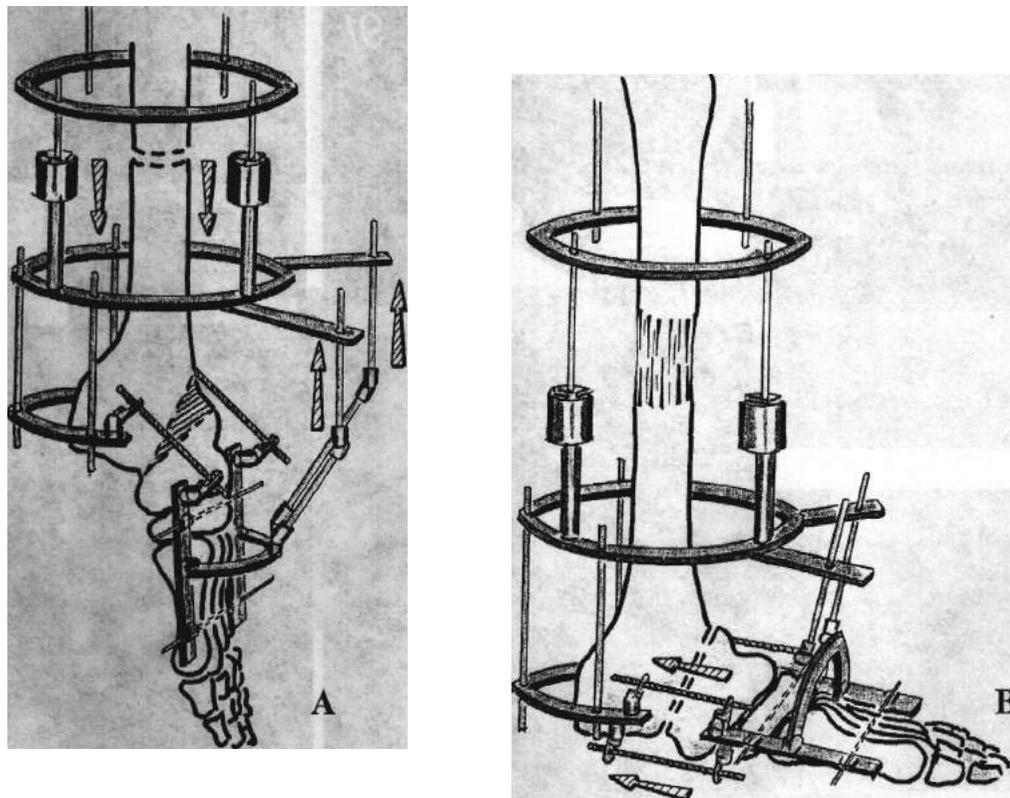
3) Состояние окружающих мягких тканей (рубцовые и другие изменения) не всегда позволяют производить большой и глубокий разрез, необходимый для исправления порочного положения.

Учитывая все вышесказанное, коррекцию целесообразнее производить методом Илизарова в два этапа:

1) На первом этапе производится корригирующая остеотомия с частичным одномоментным исправлением порочного положения на операционном столе и последующей дистракцией для окончания намеченного исправления. Учитывая предстоящую адаптацию мягких тканей, включая сосуды и нервы, полное одномоментное исправление может привести к массивному отеку с трофическими нарушениями и даже некрозом.

2) После постепенного окончательного исправления порочного положения компоненты рамы аппарата частично заменяются, чтобы приспособить раму для компрессии с целью анкилозирования в новом положении (Рис. 7-21).

На следующих страницах мы демонстрируем наши клинические наблюдения.



**Рис. 7-21**

Схема исправления порочного положения сегмента после анкилозирования в неправильном положении. Представлен сегмент голени и стопа с анкилозом в голеностопном, таранно-пяточном и Шопаровом суставах в положении эквинуса до 180 градусов. Показан частичный вид рамы аппарата, состоящего из колец на голени и дополнительного компонента на стопе. Стрелки указывают направления дистракции, исправления эквинуса и компрессии, прерывистые линии указывают уровень кортикотомии и остеотомии, заштрихованная часть показывает клиновидную резекцию на месте анкилоза. А — вид перед началом лечения; В — вид после исправления деформации и удлинения большеберцовой кости (вертикальные полосы представляют зону образования регенерата)

## КЛИНИЧЕСКИЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ К ГЛАВЕ 7

Рисунки с 7-22 по 7-31 иллюстрируют наши клинические наблюдения, в которых применялся метод distraction и компрессии по Илизарову.

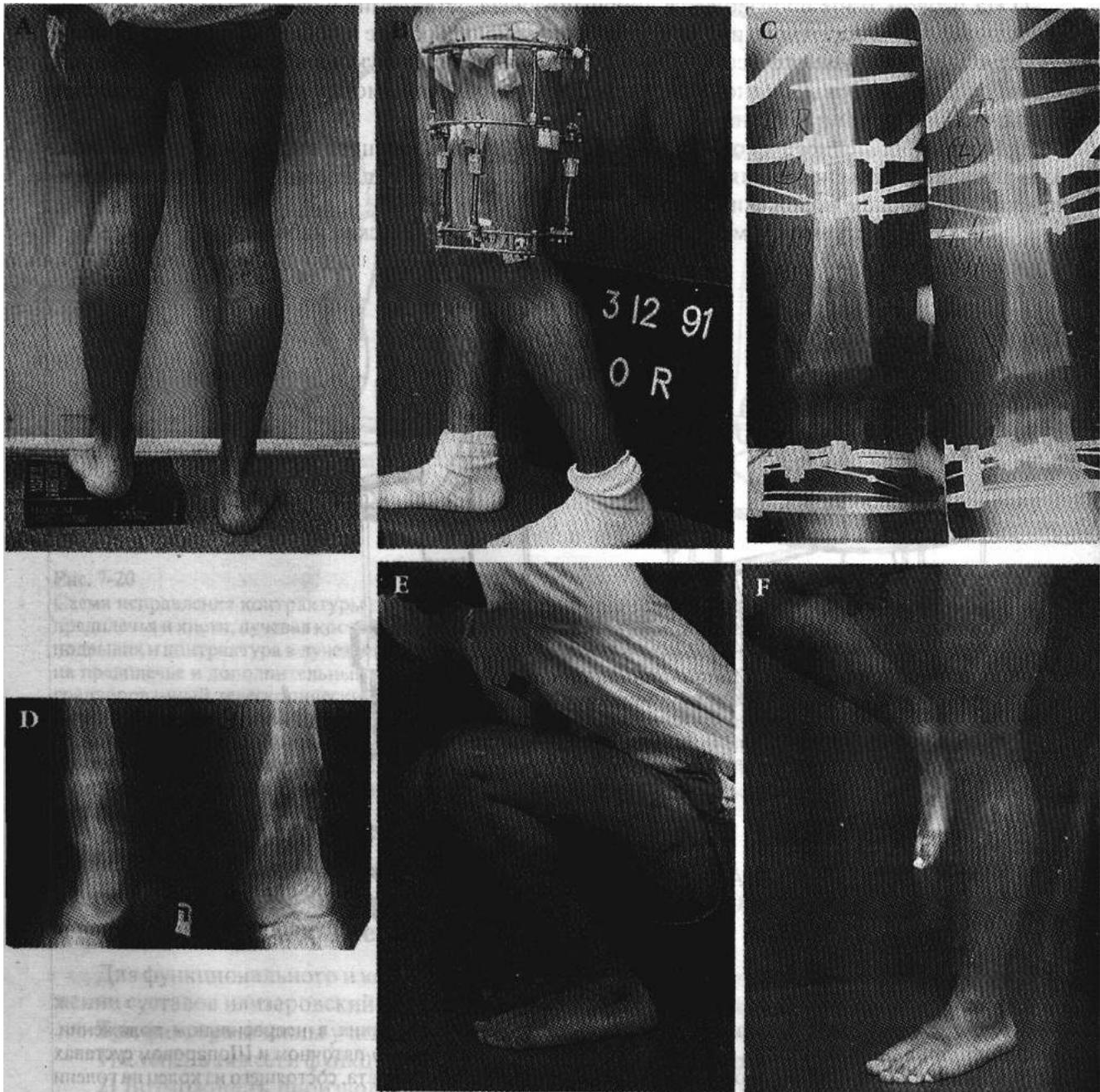
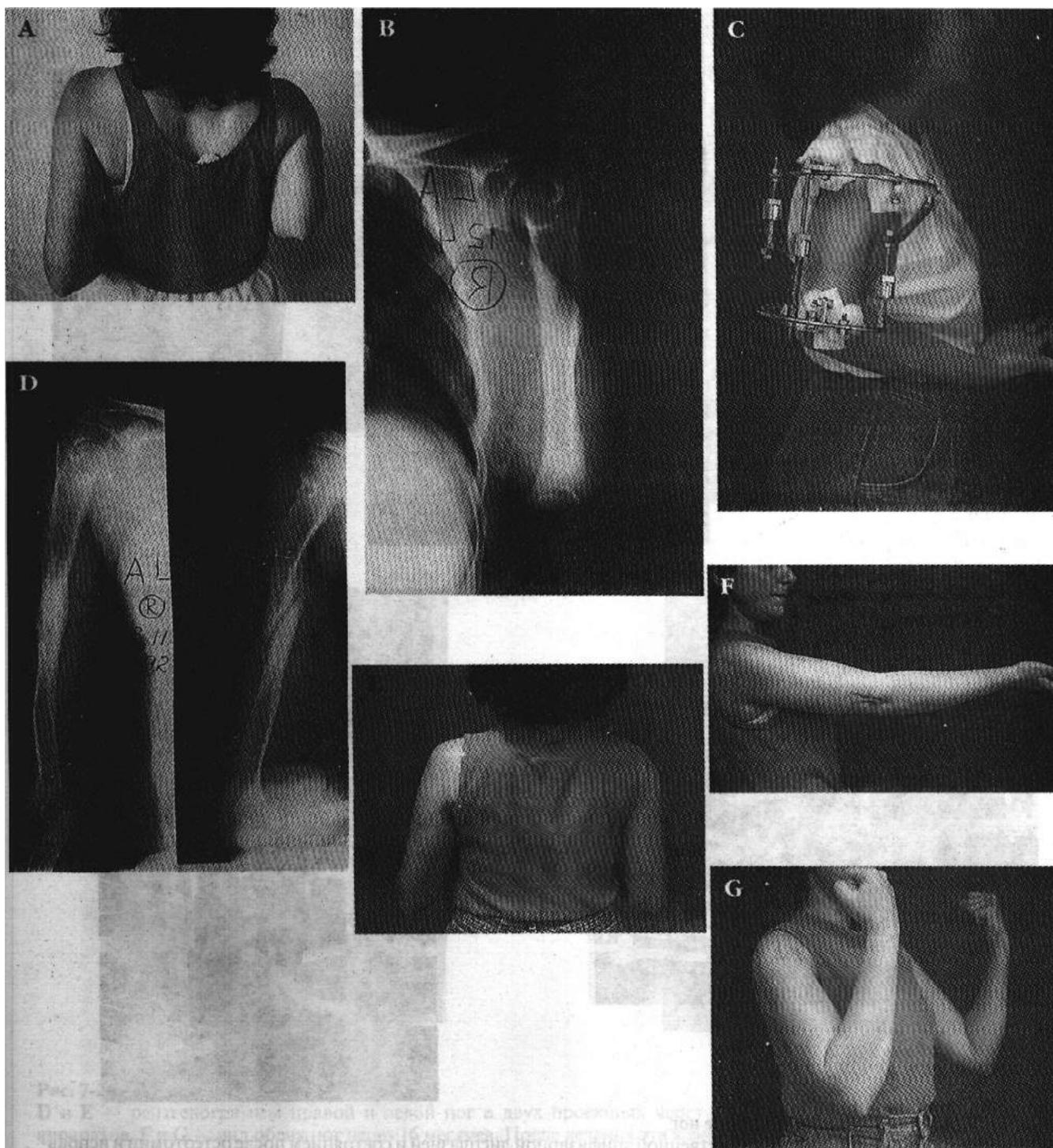


Рис. 7-20  
Слева исправление клинорасщели  
предплюсны и стопы, лучевая кость  
подвздошная и дистальная часть  
плечевой кости и дологие ступни

Для функционального и  
жизни сустава и меропольский  
линейный и меропольский  
клетчатый и меропольский  
клетчатый и меропольский

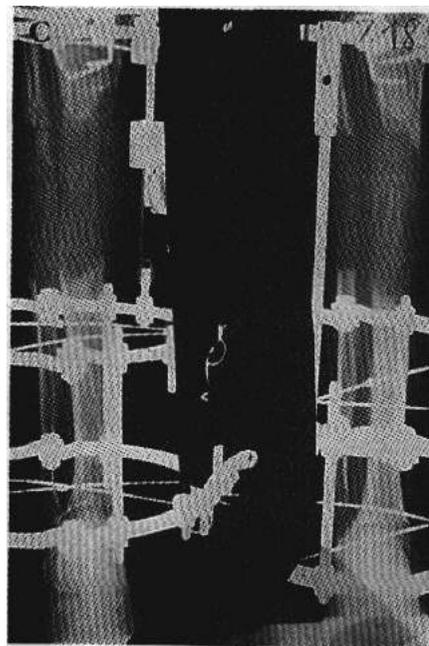
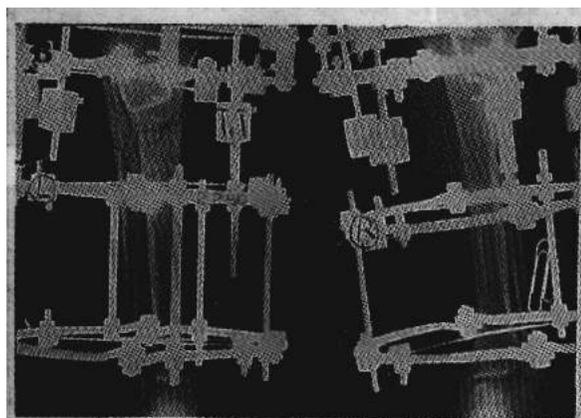
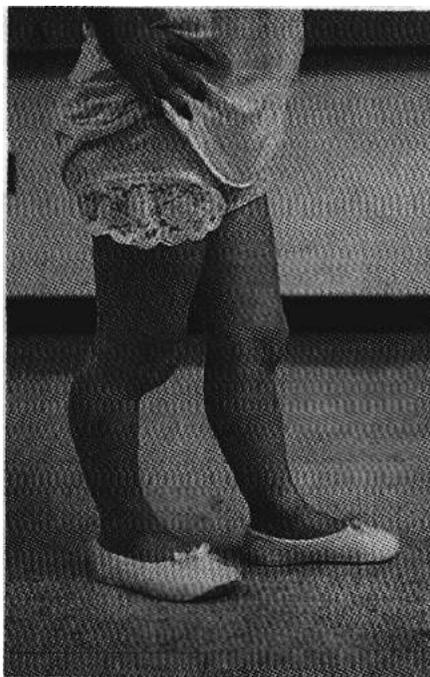
### Рис. 7-22. Удлинение бедра

Четырнадцатилетний мальчик с укорочением левого бедра на 5 см в результате болезни Олье (легкая форма). А — вид обеих ног перед лечением. В — вид левого бедра с рамой аппарата через 14 дней после операции. С — боковая и прямая рентгенограммы бедра через 40 дней после кортикотомии и удлинения на 3 см. D — боковая и прямая рентгенограммы дистальной части бедра через 3 месяца после 5 см удлинения, видно образование кальцифицированного регенерата (в этом случае происходило ускорение образования регенерата), E и F — вид и функциональные возможности ноги через 18 месяцев после лечения



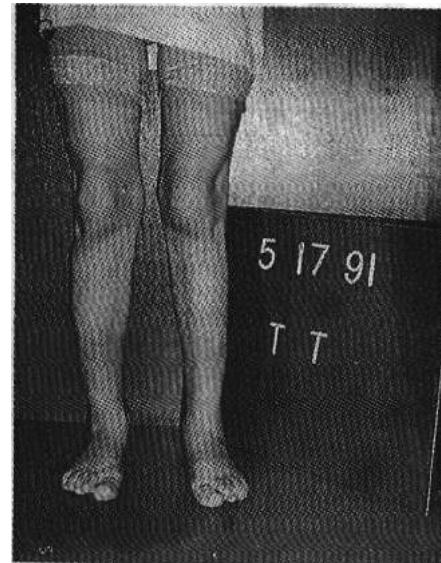
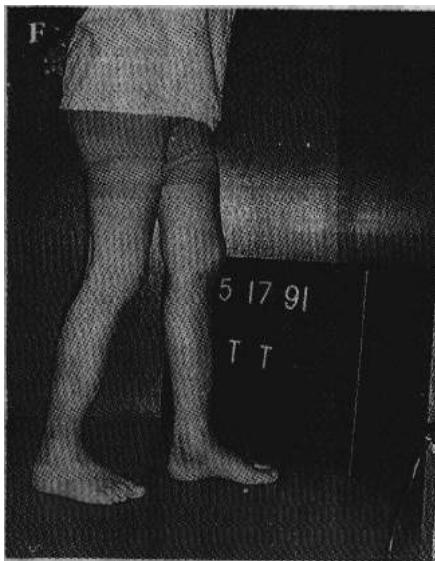
**Рис. 7-23. Удлинение плеча**

Тридцатилетняя женщина с укорочением правого плеча на 9 см после инфекции, перенесенной в трехмесячном возрасте. А — сравнительный вид обоих плеч сзади. В — прямая рентгенограмма правого плеча до лечения. С — вид больной с рамой аппарата через 15 месяцев после операции (в этом случае происходило замедление образования регенерата). D — боковая и прямая рентгенограммы плеча через два года после удлинения на 9 см; виден сросшийся косой перелом нагрузки в зоне регенерата. Е, F, G — вид и функциональные возможности правого плеча через 2 года



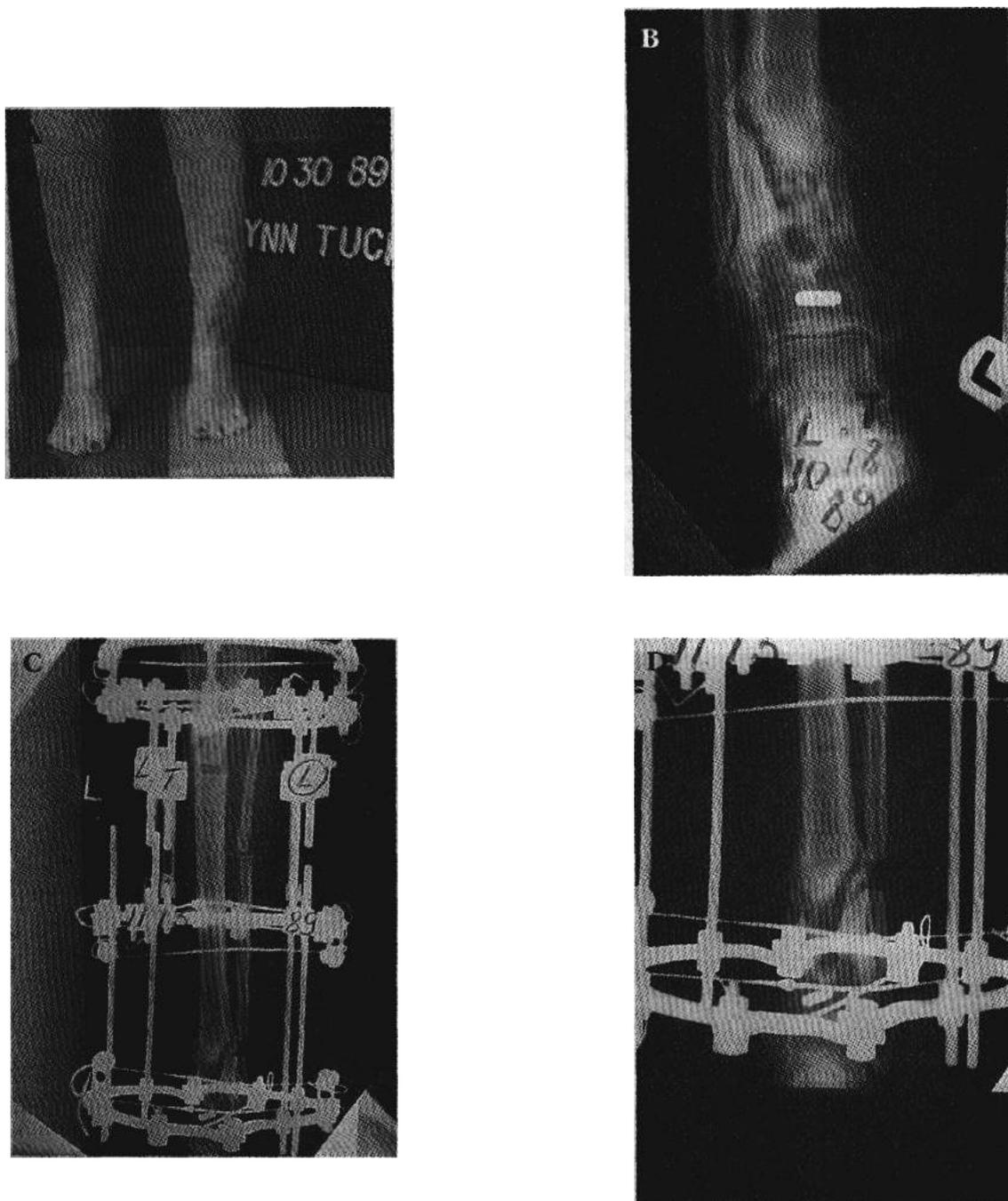
**Рис. 7-24, Двухстороннее удлинение ног**

Двадцатилетняя женщина с множественной эпифизарной дисплазией и состоянием после остеотомии и исправления двухсторонней варусной деформации с применением металлических скобок (произведено в другой больнице). Укорочение обеих ног, которое мешало ей работать секретарем и приносило моральные страдания. А — вид обеих ног до операции. В — рентгенограммы обеих ног в передней проекции сразу после операции; видны линии проксимальных кортикотомий большеберцовых и остеотомии малых берцовых костей и рамы аппаратов из трех с половиной колец; металлические скобки оставлены. С — рентгенограммы в той же позе ии через 6 месяцев, видно образование регенератов на месте рассечения и удлинения костей на 12 см (в процессе удлинения образовался эквинус обеих стоп, и была сделана пластика с удлинением ахилловых сухожилий)



**Рис. 7-24.** (продолжение)

D и E — рентгенограммы правой и левой ног в двух проекциях через 10 месяцев, сразу после удаления аппаратов. F и G — вид обеих ног через 16 месяцев. После лечения эта женщина получила работу секретаря и вышла замуж



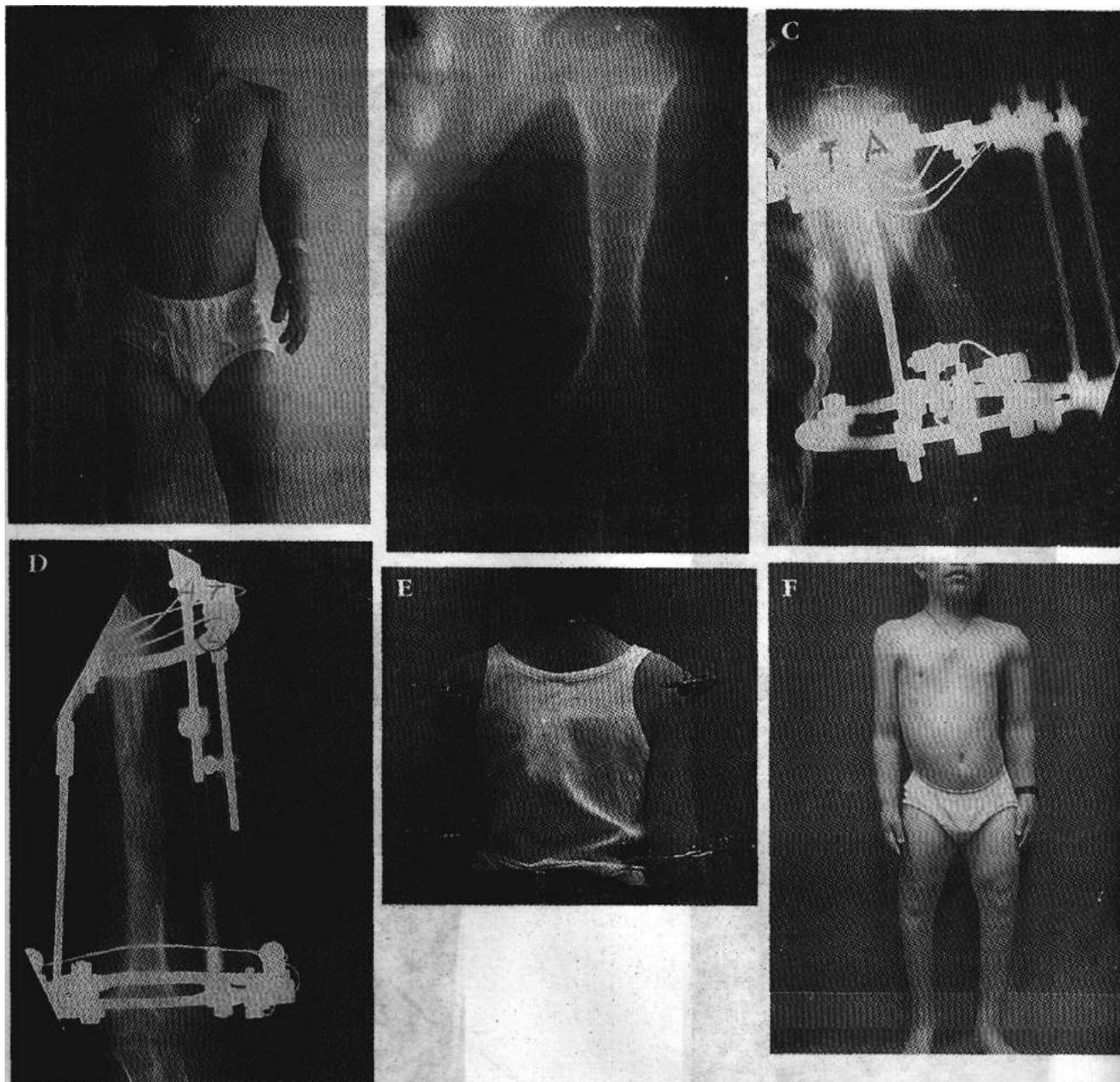
**Рис. 7-25. Лечение несросшегося перелома нижней трети левой большеберцовой кости закрытым методом компрессии-дистракции со стимуляцией васкуляризации с помощью проксимальной кортикотомии**

Тридцатисемилетняя женщина с инфицированным иссросшимся переломом левой большеберцовой кости, с укорочением на 2 см и с варусной деформацией, состояние после неудачного открытого остеосинтеза пластиной с винтами и удалением их (сделано в другой больнице). Свищи над раной закрылись под влиянием лечения антибиотиками два месяца назад. Жалобы на хромоту, постоянные боли и деформацию. А — вид обеих ног до лечения. В — рентгенограмма нижней трети голени в прямой проекции, видна извилистая линия несращения, варусная деформация и оставленный в кости сломанный винт. С — рентгенограмма голени в прямой проекции сразу после операции наложения рамы аппарата из трех с половиной колец, проксимальной кортикотомии большеберцовой кости, остеотомии малой берцовой кости в средней трети и резекции ее в нижней трети. Разрез над зоной несращения не производился. Д — рентгенограмма в той же проекции через 15 дней после операции и начала компрессии, видно дугообразное натяжение спиц; лечение проводилось 4 месяца



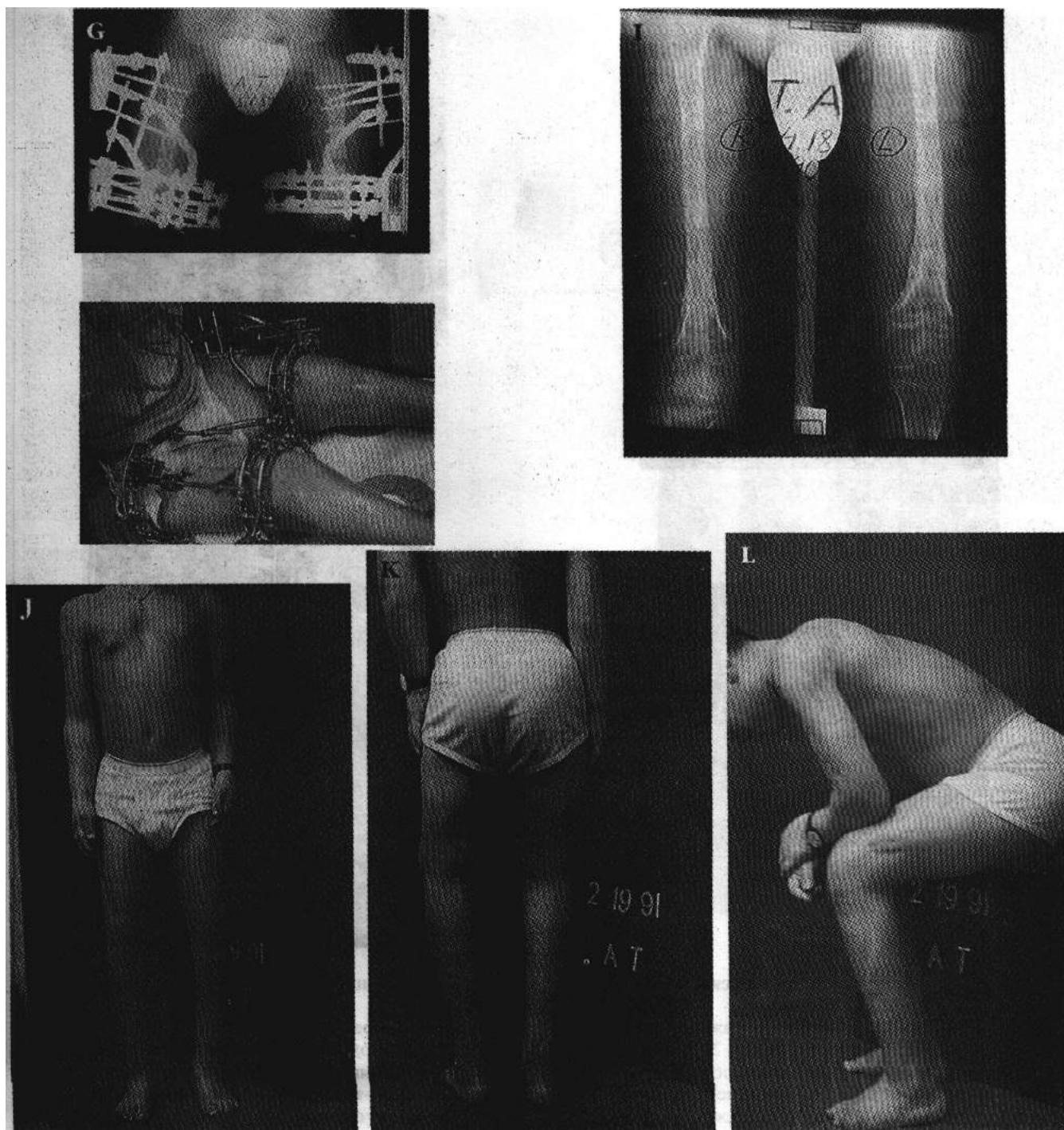
Рис. 7-25. (продолжение)

Е — боковая и прямая проекции рентгенограмм голени через 16 месяцев после операции и 12 месяцев после удаления аппарата, видно сращение в нижней трети и образование регенерата в верхней трети большеберцовой кости. F — тот же вид в нижней трети в увеличенном виде. G и H — вид и функциональные возможности ноги через 16 месяцев



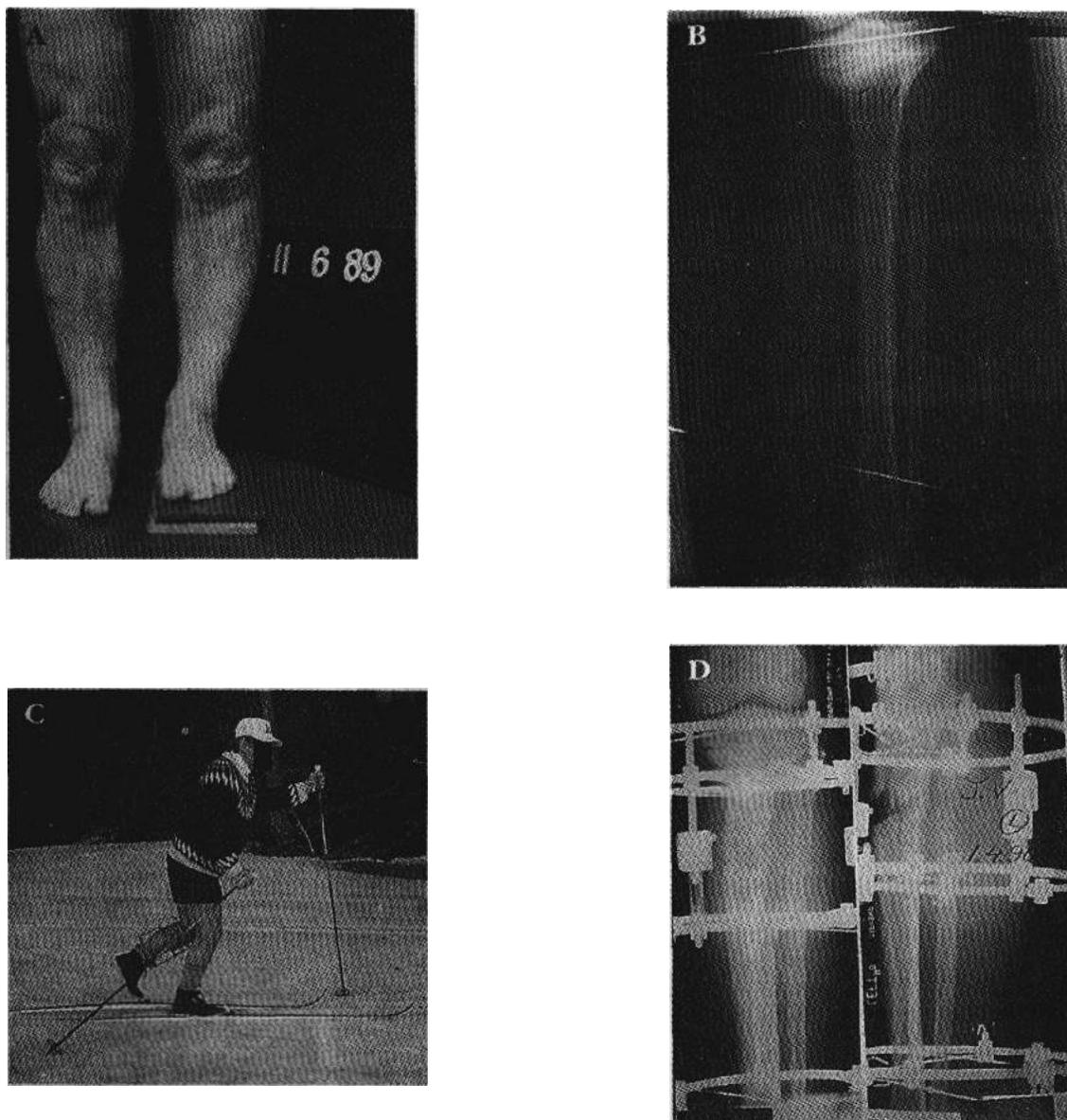
**Рис. 7-26. Удлинение обеих голени, бедер и плеч**

Тринадцатилетний мальчик с выраженной ахондроплазией, укорочением всех сегментов конечностей и сколиозом. Было произведено одномоментное удлинение обеих голени на 8 см, и через год произведено одномоментное удлинение обоих плеч, а еще через год произведено одномоментное удлинение обоих бедер. А — вид пациента перед удлинением плеч. В — рентгенограмма левого плеча в прямой проекции до операции. С — тот же вид через 6 недель, видно дугообразное натяжение спиц, в результате distraction достигнуто удлинение на 3,5 см, и образовалось преждевременное сращение в зоне кортикотомии: ритм и скорость удлинения оказались недостаточными; была произведена повторная кортикотомия, ритм distraction был ускорен. D - - тот же вид через 8 месяцев после первой кортикотомии и 6 месяцев после повторной, достигнуто удлинение на 16 см. E — вид обоих плеч сзади после удлинения на 16см, момент снятия аппаратов на амбулаторном приеме. F....общий вид пациента после удлинения обеих голени и плеч



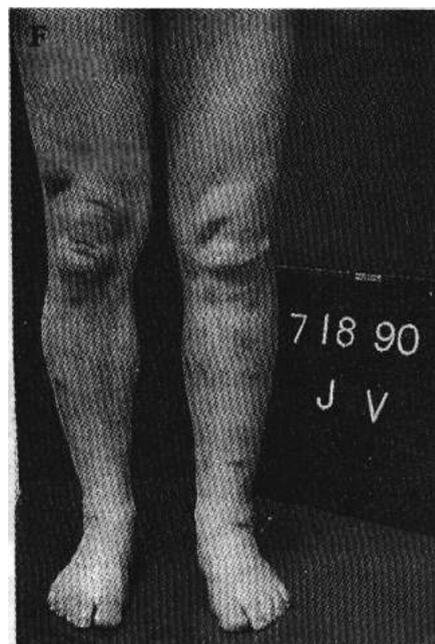
**Рис. 7-26. (продолжение)**

G — рентгенограмма обеих бедер в передне-задней проекции сразу после одномоментной операции наложения рам аппаратов и кортикотомии обеих бедер. H — общий вид бедер пациента в процессе одновременного удлинения. I — рентгенограммы обеих бедер в передне-задней проекции через 8 месяцев после операции и полтора месяца после удаления аппаратов, достигнуто удлинение каждого бедра на 12 см. J, K и L — общий вид пациента и функциональные возможности суставов через полтора года после окончания всех трех удлинений на одноименных сегментах конечностей. Общий рост увеличен более чем на 20 см



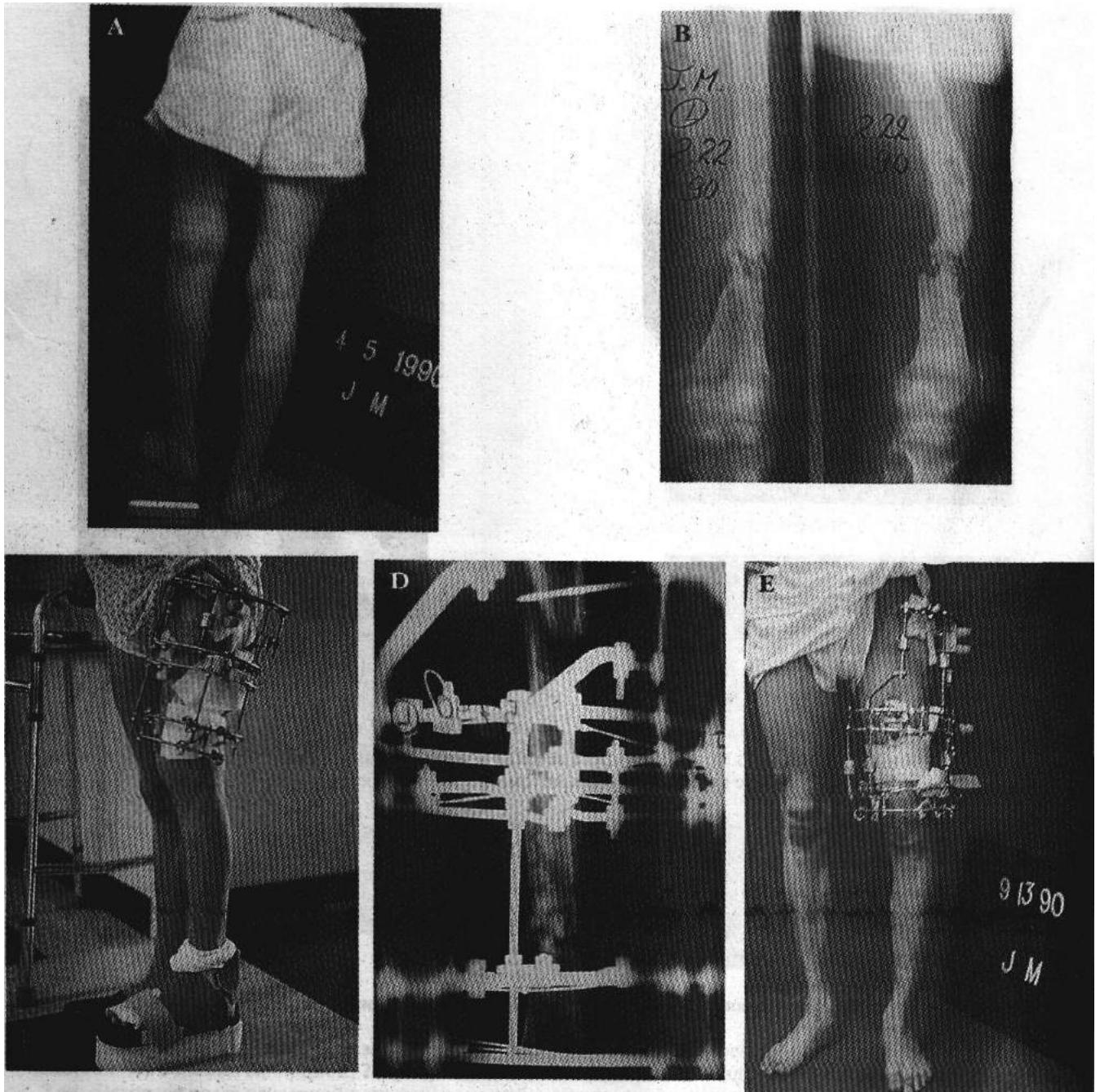
**Рис. 7-27. Заживление несросшегося перелома метафиза голени с исправлением парусной деформации и укорочением на 3 см**

Пятидесятидвухлетний пилот гражданской авиации с несросшимся переломом метафиза левой голени, с постоянным болевым синдромом, 23 градусов варусной деформацией и под углом 23 градуса укорочением на 3 см; состояние после неудачной попытки открытой репозиции и фиксации пластиной (в другой больнице). А — вид голеней перед началом лечения. В — рентгенограмма в передне-задней проекции на операционном столе, после проведения ориентировочных спиц для монтажа аппарата; с целью гиперкоррекции варусной деформации проксимальная и дистальные спицы проведены под углом 30 градусов друг к другу, что является ориентиром для колец, к которым будут фиксированы эти спицы; произведена кортикотомия большеберцовой кости на 5 см ниже уровня несращения и остеотомия малой берцовой кости на 3 см ниже уровня кортикотомии: в зоне несращения производилась *закрытая* компрессия между кольцом и проксимальным полукольцом; в зоне кортикотомии производилась дистракция с клином, открытым кнутри, для удлинения и исправления варусной деформации. С — активность пациента через две недели после операции. Д — рентгенограммы голени в передней и боковой проекции через 2 месяца после операции; видно начало сращения в метаэпифизе. исправление оси голени и начало образования регенерата кости на месте дистракции



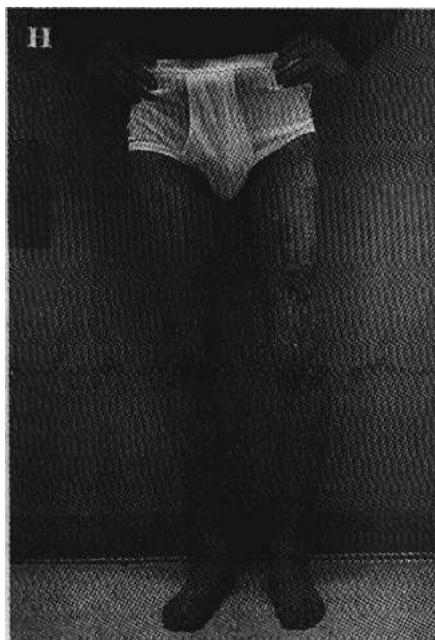
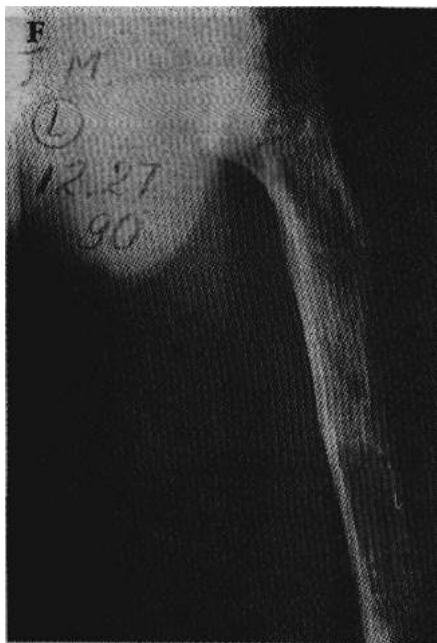
**Рис. 7-27. (продолжение)**

В — рентгенограммы голени через 8,5 месяцев после лечения и через 2 месяца после удаления аппарата, видно сращение на месте дефектов после перелома и кортикотомии. F — вид обеих ног через 8,5 месяцев. Пациент вернулся к работе пилотом



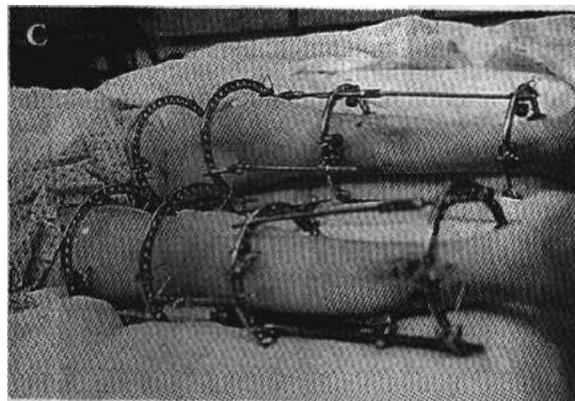
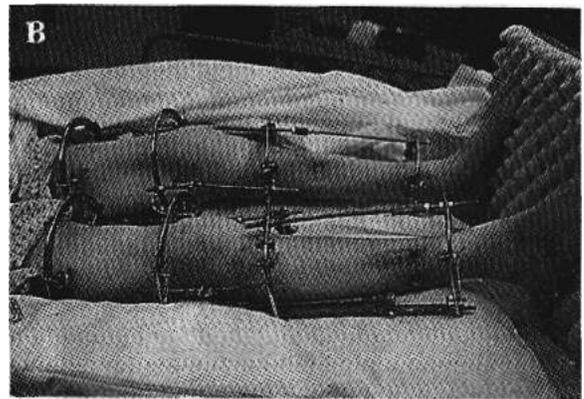
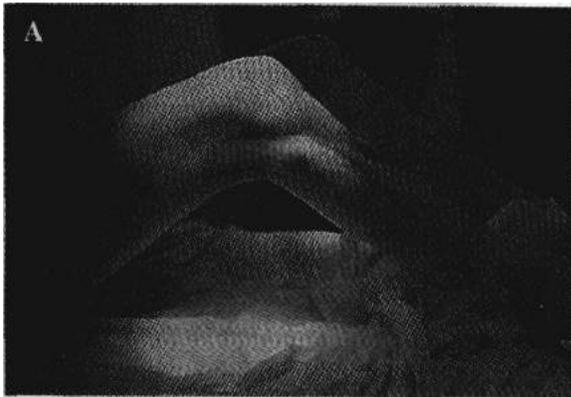
**Рис. 7-28. Заживление инфицированного ложного сустава бедра с остеомиелитом и активным свищом методом компрессии и с одновременной дистракцией для удлинения**

Восемнадцатилетний перуанский юноша, получивший перелом левого бедра за два года до поступления в наш институт. После перелома был произведен остеосинтез пластинкой на винтах, образовалось несращение со смещением и переломом пластинки. Она была удалена и заменена на иптрамедуллярный штифт. Возникла инфекция с остеомиелитом и свищами. Иптрамедуллярный штифт был удален. После этого пациент поступил в наш институт с активным свищом. А — вид обеих ног пациента сзади. Левая нога укорочена на 5 см; в средней трети бедра имеется болезненная патологическая подвижность. В — рентгенограммы бедра в прямой и боковой проекциях перед началом лечения. С — вид ног пациента через неделю после операции. Была наложена рама аппарата из 3,5 колец и одной дуги; дуга фиксирована чрескостными стержнями с нарезкой к вертельной области; произведена кортикотомия в верхней трети бедра на 3 см ниже малого вертела; произведена хирургическая обработка участка несращения с частичной резекцией острых выступающих краев отломков (всего резецировано 2 см) и начата компрессия ложного сустава и дистракция на уровне кортикотомии. D — рентгенограмма бедра в передней проекции через 1,5 месяца после операции. E — вид ног через 5 месяцев, 7 см укорочения устранены путем дистракции, образуется сращение ложного сустава



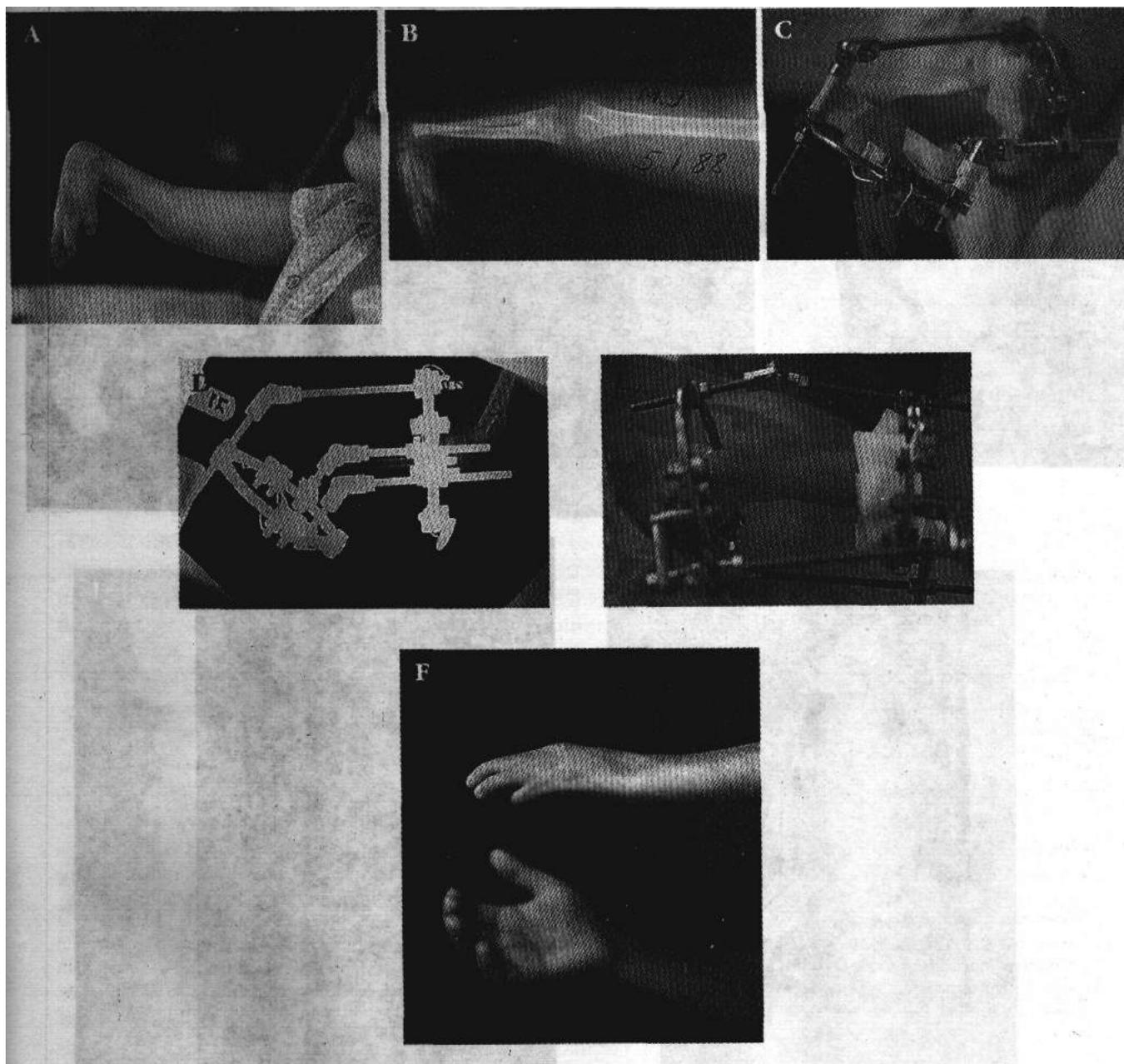
**Рис. 7-28. (продолжение)**

Ф и Г — рентгенограммы бедра в прямой проекции через 8,5 месяцев после операции; в верхней трети видно образование оссифицированного регенерата 7 см длиной на месте дистракции; в нижней трети видно полное сращение в зоне бывшего инфицированного ложного сустава. Н — вид ног через год после операции; пациент был обследован через 3 года, функция суставов восстановилась, свищи не открывались, хромоты не было



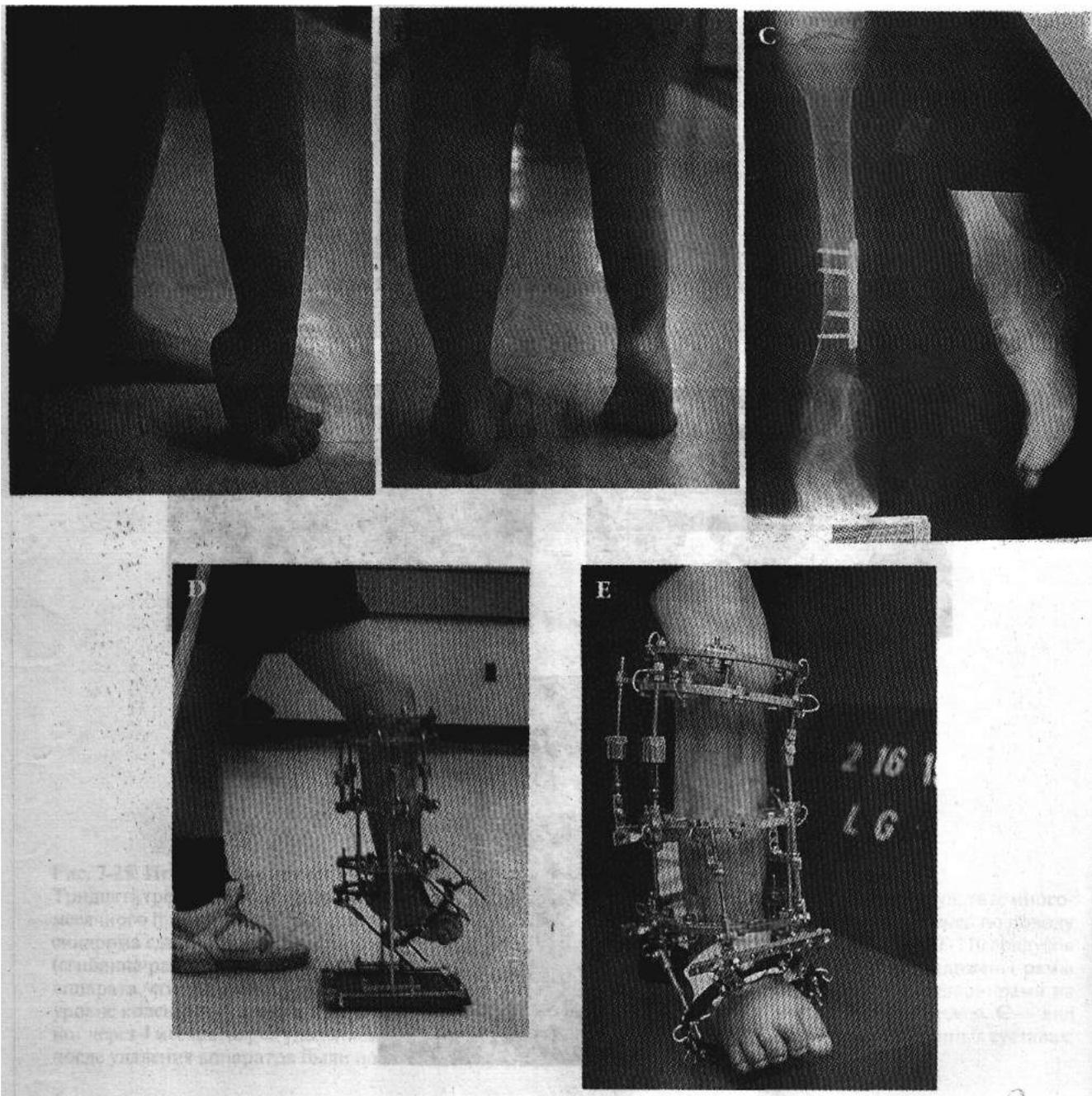
**Рис. 7-29. Исправление двухсторонней сгибательной контрактуры коленных суставов**

Тридцатитрехлетняя пациентка со сгибательной контрактурой в обоих коленных суставах в результате многомесячного пребывания в постели после тяжелой черепно-мозговой травмы и декомпрессии голени по поводу синдрома сдавления (лечение было проведено в другой больнице); объем движения в суставах 70 - 110 градусов (сгибание-разгибание), А — вид ног до начала лечения; одновременно на обе ноги были наложены рамы аппарата, состоящие из двух компонентов соединенных полуколец — для бедра и голени, с шарнирами на уровне коленных суставов, и начата дистракция по задней поверхности. В — вид ног через 2 месяца. С — вид ног через 4 месяца, перед удалением аппаратов; достигнуто разгибание 180 и 175 градусов в коленных суставах; после удаления аппаратов были наложены протезы с шарнирами на уровне колен



**Рис. 7-30. Исправление врожденной контрактуры лучезапястного сустава**

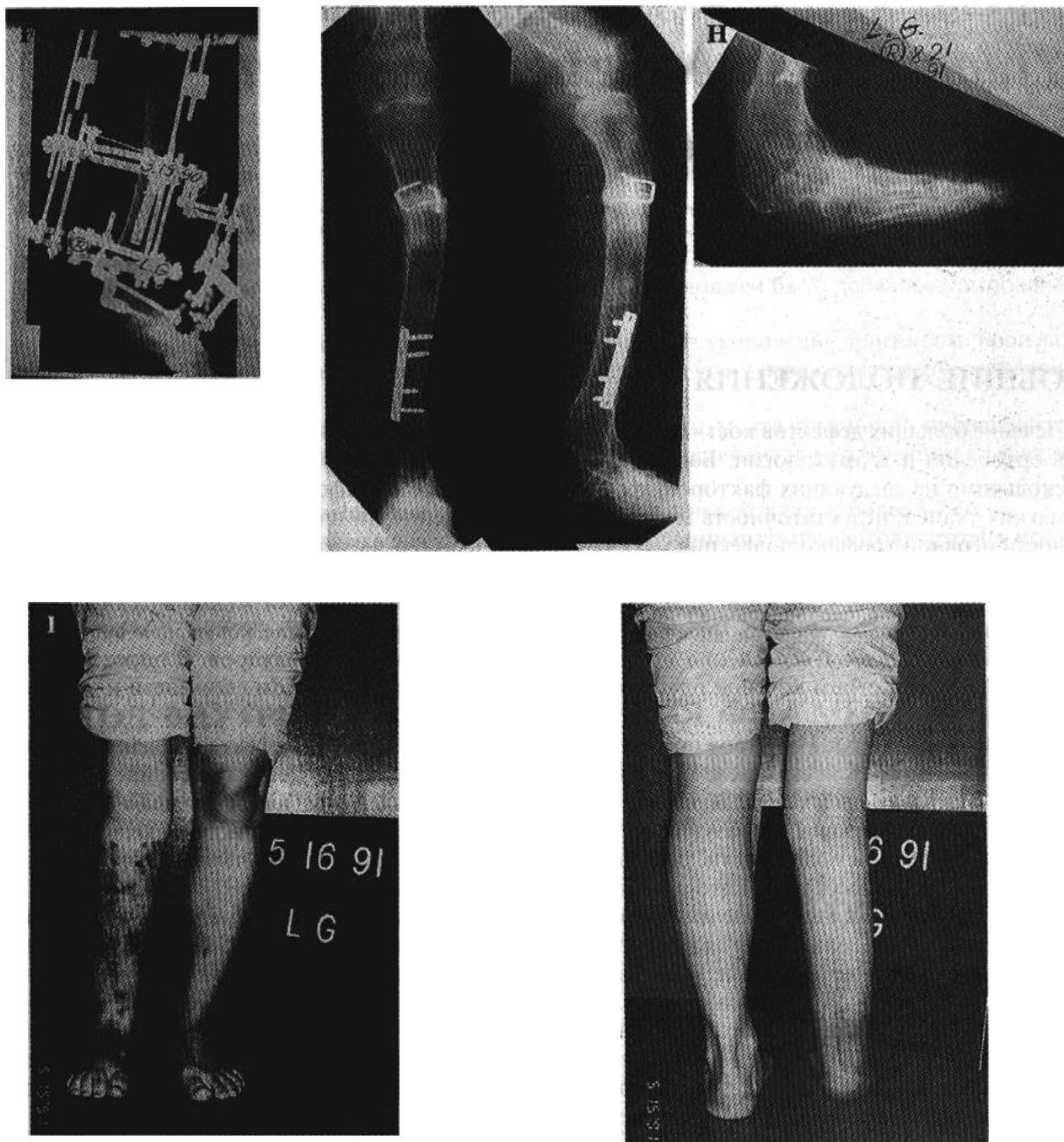
Семилетний мальчик с врожденным заболеванием — синдромом Полларда (недоразвитие и контрактура предплечья и кисти) на правой руке (левая развита нормально), с тяжелой степенью сгибательной контрактуры. А — вид руки до лечения. В — рентгенограмма в боковой проекции до лечения. С — вид руки с наложенной рамой аппарата; разрезы и удлинения сухожилий не производились; наложена рама из двух колец с тремя соединяющими стержнями и тремя шарнирами на уровне лучезапястного сустава. D — рентгенограмма в боковой проекции через 1,5 месяца. E — вид руки через 2 месяца, исправление контрактуры почти закончено, два шарнира на раме заменены на прямые стержни. F — вид обеих кистей через 1,5 года после исправления контрактуры, достигнута устойчивая позиция кисти в выпрямленном положении



**Рис. 7-31. Удлинение голени и исправление анкилоза голеностопного сустава в порочном положении**

Двадцатилетняя женщина с врожденной правосторонней косолапостью и врожденным отсутствием малой берцовой кости на той же ноге, сопровождающимися укорочением голени на 8 см и анкилозом стопы под углом 170 градусов подошвенного сгибания. Пациентка перенесла в раннем детстве серию неудачных операций на стопе, в результате чего развился анкилоз, а в последующем перенесла неудачную попытку одномоментного удлинения голени пластинкой на винтах. Пластика не была удалена.

Это лечение проводилось в другой больнице. А и В — вид ног до начала лечения, пациентка ходит, опираясь на пальцы правой стопы. С — рентгенограммы в прямой и боковой позиции до лечения; кроме описанных деформаций, видна тяжелая степень остеопороза голени. D — вид ноги через 2 недели после операции; была наложена рама аппарата из 3,5 колец на голень и из 1,5 кольца на стопу; сделана кортикотомия большеберцовой кости в верхней трети для дистракции и сделана клиновидная резекция голеностопного сустава для последующей постепенной коррекции положения стопы с помощью шарниров; плоская платформа добавлена к раме аппарата для того, чтобы пациентке было удобно давать осевую нагрузку на ногу. E — вид ноги через 2,5 месяца с достигнутым удлинением и коррекцией положения стопы; для исправления возникшего бокового отклонения стопы в раму вмонтирована пластина и шарниры



**Рис. 7-31. (продолжение)**

F—боковая рентгенограмма голени в процессе лечения, видно, что регенерат на месте distraction развивается замедленно. G и H — прямой и боковой вид ноги на рентгенограммах через 8,5 месяцев, с целью укрепления регенерата на месте distraction фрагменты сое/и-шены металлическими скобками, произошло полное исправление анкилозированного голеностопного сустава. I и J — вид ног через 15,5 месяцев после операции

# *Перемещение сегмента кости при больших дефектах и при тяжелой инфекции костей*

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Лечение больших дефектов кости (4-5 см и больше) является одной из самых сложных проблем в ортопедии и травматологии. Большинство таких дефектов сопровождаются одним или несколькими из следующих факторов: укорочение конечности, деформация конечности, рубцы мягких тканей, недостаточность местного кровообращения, та или иная степень недостаточности нервной трофики, инфекция мягких тканей или остеомиелит.

Во всем мире для замещения дефектов кости применяется метод свободной трансплантации. При этом для фиксации трансплантата пользуются массивными металлическими конструкциями. Однако в очень многих случаях свободный трансплантат кости не в состоянии прижиться и перестроиться именно из-за наличия указанных выше факторов. В определенной степени это касается и костной пластики на сосудистой ножке с учетом сложности и травматичное™ операции.

В начале 1970-х г. Илизаров предложил новый метод замещения дефекта медленным перемещением сегмента кости после кортикотомии путем дистракции. Дефект заполняется фрагментом той же кости и укрепляется на новом месте компрессией или "аккордеонным" методом компрессии-дистракции. Образующийся при этом новый дефект в области дистракции заполняется регенератом новой кости. При этом весь сегмент конечности испытывает эффект новообразования микрососудов, которые улучшают трофику тканей.

Метод перемещения сегмента кости освобождает от необходимости наличия свободных трансплантатов и делает возможным одновременное восстановление целостности кости, ликвидацию укорочения и деформации, улучшение состояния окружающих мягких тканей, улучшение сосудистой и нервной трофики и, как следствие этого, возможность ликвидации местной инфекции, включая остеомиелит. Этот метод является большим достижением в лечении травматических дефектов и дефектов после резекций по поводу опухолей и остеомиелита, он широко распространился во многих странах мира. Первая илизаровская операция в Америке была произведена д-ром Фрэнкелем в 1986 г. именно этим методом.

Три вида перемещения костного сегмента различаются по технике выполнения:

1. Путем передвижения чрескостными спицами, фиксированными снаружи — наружное перемещение.
2. Путем передвижения спицами, фиксированными изнутри — внутреннее перемещение.
3. Комбинацией этих методов — комбинированное перемещение.

## **МЕТОД НАРУЖНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ФРАГМЕНТА КОСТИ**

Показанием для этого метода являются небольшие дефекты кости (от 3 до 5 см) или большие дефекты, сопровождающиеся укорочением и деформацией конечности. При этом методе чрескостные спицы проводятся поперечно и фиксируются к подвижному кольцу. Силы distraction действуют на перемещаемый фрагмент снаружи — от этого кольца. В зависимости от величины укорочения сегмента конечности возможно производить кортикотомию на одном уровне или на двух уровнях.

При большом укорочении distraction производится одновременно на двух уровнях и в одном направлении, но с разной скоростью: distraction на дистальном уровне производится вдвое медленнее, чем на проксимальном. К раме аппарата должен быть добавлен компонент для фиксации стопы (Рис. 8-1 А).

В случаях относительно небольшого дефекта (3-7 см) без укорочения конечности производится кортикотомия на одном уровне, и фрагмент кости медленно перемещается до соединения с противоположным концом (Рис. 8-1 В).

При больших дефектах (7-8 и более см) без укорочения сегмента конечности производится кортикотомия на двух уровнях, и distraction фрагментов проводится во встречном направлении (Рис. 8-1 С).

Метод наружного перемещения наиболее эффективен при дефектах не более 5-7 см.

Рама аппарата из 3-4 колец монтируется из двух соединенных компонентов, которые могут перемещаться по вертикали независимо друг от друга. Это позволяет при необходимости вмонтировать между ними шарниры для исправления угловой деформации или устройства для исправления ротационной и других деформаций.

## **МЕТОД ВНУТРЕННЕГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ФРАГМЕНТА КОСТИ**

Показанием для этого метода являются большие дефекты (10 и более см) кости, но без деформации конечности (когда сохранена вторая кость сегмента) или с легко исправимой деформацией и без необходимости большого удлинения сегмента. При этом методе чрескостные спицы проводятся в косом направлении и фиксируются одним концом к фрагменту кости, а другим — к distractionному устройству (см. Рис. 2-10) на неподвижном кольце. Силы distraction действуют на перемещаемый фрагмент изнутри — не от кольца, а от точек фиксации к кости. В зависимости от величины дефекта возможно производить кортикотомию на одном или на двух уровнях (Рис. 8-2).

Рама аппарата для этого метода отличается от рамы при наружном перемещении: компоненты и кольца ее полностью неподвижны и соединены друг с другом длинными балками, и в ней используется меньше колец. Для исправления угловых и других деформаций эта рама непригодна, потому что в нее не могут быть вмонтированы шарниры и другие корректирующие устройства. Для внутреннего перемещения применяются два типа чрескостных спиц: с оливобразными стопорами (упорами) и со стопорами в виде крючка (см. Рис. 4-21 и 4-36).

В случаях особо больших костных дефектов (12-15 см и больше) перемещение фрагментов от двух противоположных сторон кортикотомии проводится навстречу друг другу до полного их соединения. Поскольку относительно короткие фрагменты должны перемещаться на значительные расстояния, для избежания их отклонения рационально применять направляющую спицу (см. Рис. 4-36 А и С).

В случаях, когда необходимо удлинение сегмента с большим дефектом, distraction дистального фрагмента проводится одновременно с перемещением проксимального, но скорости этих движений должны быть в отношении 2:1 — удлинение вдвое медленнее, чем перемещение. К раме аппарата должен быть добавлен компонент для фиксации стопы.

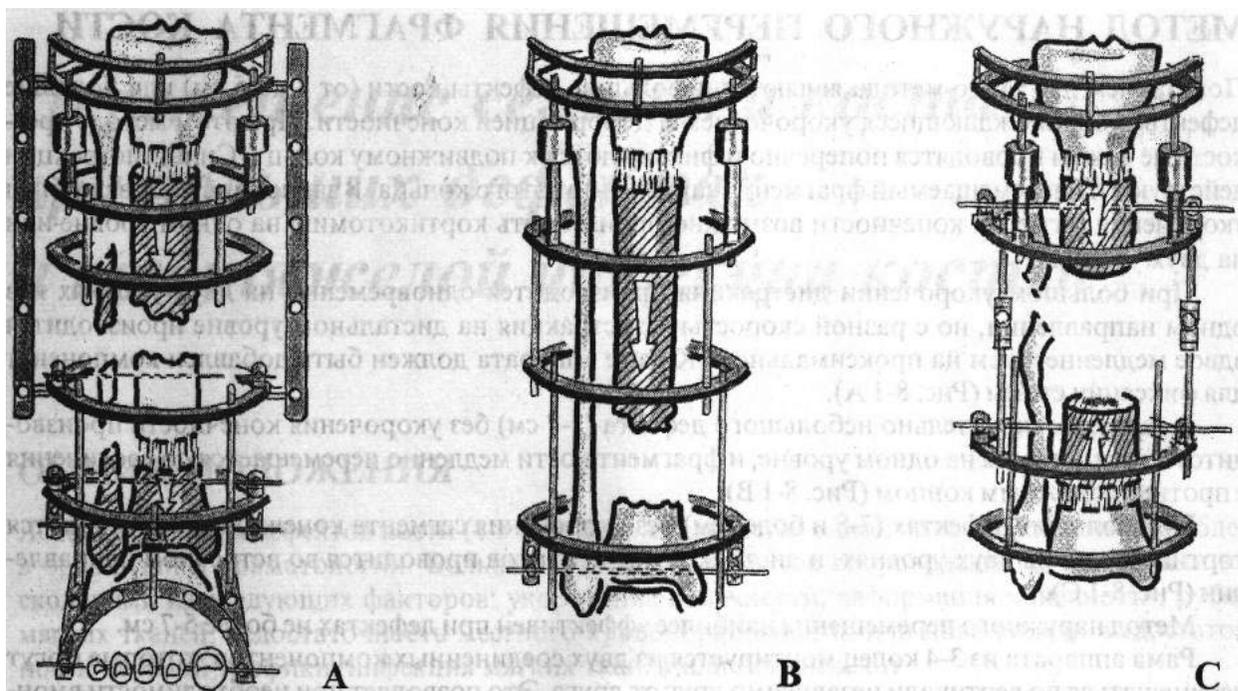


Рис. 8-1

Схематическое изображение трех вариантов наружного перемещения сегмента кости. Представлена голень с разной величины дефектами костей, с наложенной рамой аппарата. Перемещаемые фрагменты отмечены косыми линиями, кортикотомия показана прерывистыми линиями, образующийся регенерат кости показан вертикальными линиями-колонками, стрелки указывают направление дистракции. А — при значительном дефекте (7 см и более) с укорочением ноги произведена кортикотомия большеберцовой кости и остеотомия малоберцовой кости на двух уровнях, наложена рама из 5,5 колец и с компонентом для стопы; из-за большой величины рамы ее основная часть усилена двумя балками; большой перемещаемый фрагмент для профилактики отклонения фиксирован спицами двух колец; дистракция на проксимальном уровне производится вдвое быстрее дистракции на дистальном уровне. В — при дефекте 5 см и менее без укорочения сегмента конечности произведена одна кортикотомия, большой перемещаемый фрагмент для профилактики отклонения фиксирован спицами двух колец; фиксация короткого дистального фрагмента усилена дополнительной спицей вне плоскости кольца. С — при значительном дефекте большой берцовой кости (7 и более см), но без укорочения сегмента конечности (сохранена вторая кость), произведена кортикотомия па двух уровнях, и фрагменты перемещаются навстречу друг другу; резекция малоберцовой кости произведена для коррекции деформации голени, которая показана шарнирами между двумя компонентами рамы

В случаях значительного дефекта без укорочения сегмента (при сохраненной второй кости) рационально проводить тянущие спицы под очень острым углом к оси, чтобы они прошли через перемещаемый и через дистальный фрагменты (см Рис. 4-36 В).

Это помогает избежать отклонения перемещаемого фрагмента.

## МЕТОД КОМБИНИРОВАННОГО НАРУЖНО-ВНУТРЕННЕГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ФРАГМЕНТА КОСТИ

Показанием для этого метода является наличие значительного дефекта (15 см и более), сопровождающееся деформацией сегмента конечности в комбинации с наличием рубцов внутри мягких тканей и на коже, а также нарушением циркуляции крови (например, сохранена лишь одна артерия из двух основных) и нервной трофики. При таких условиях трудно рассчитывать, что

одно только внутреннее или одно наружное перемещение создадут условия для замещения дефекта и образования регенерата. Выбор уровня для наружного или внутреннего перемещения зависит от величины фрагмента и области с большим образованием рубцов: наружное перемещение показано для фрагмента большей величины, а внутреннее — для области с рубцами (Рис. 8-3).

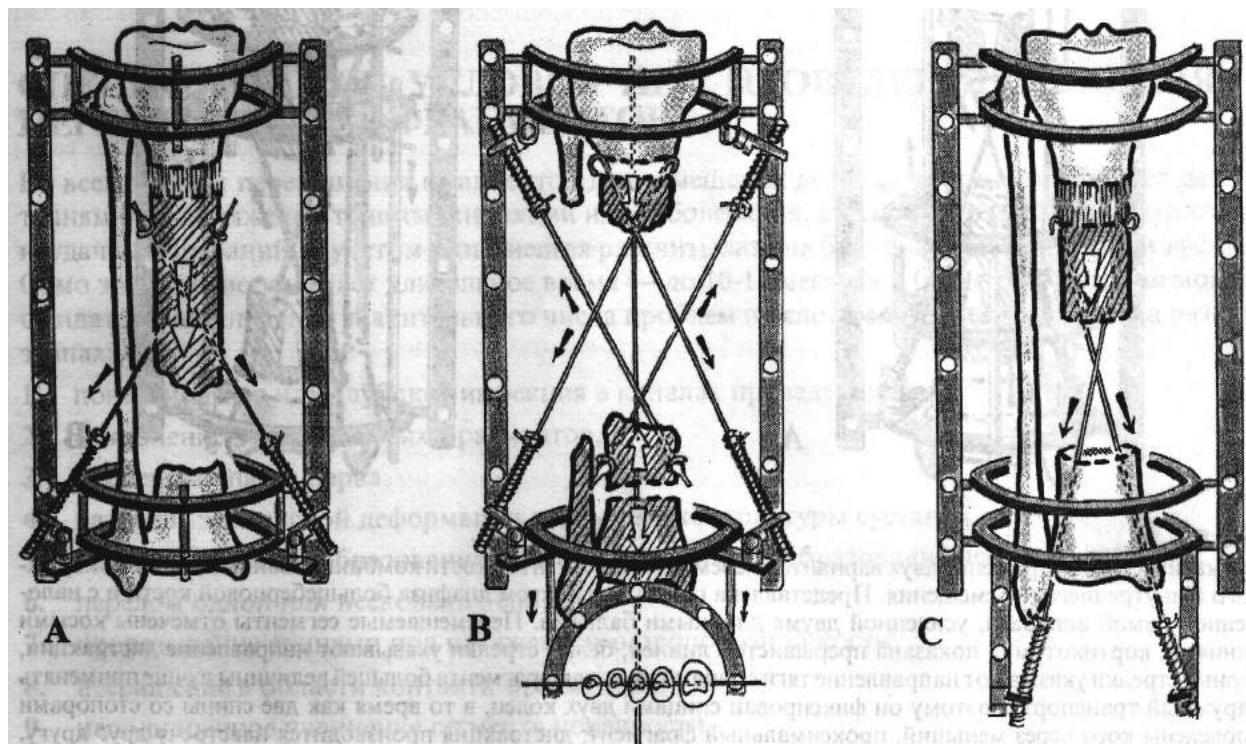


Рис. 8-2

Схематическое изображение трех вариантов внутреннего перемещения сегмента кости. Представлена голень с различной величины дефектом костей и наложенной рамой аппарата; все рамы усилены двумя длинными балками. Перемещаемые фрагменты отмечены косыми линиями, кортикотомия отмечена прерывистыми линиями, образующий регенерат кости показан вертикальными линиями-колонками, белые стрелки указывают направление дистракции, маленькие черные стрелки указывают направления тяги спицами. А — при дефекте кости 5-7 см без укорочения голени дистракция осуществляется двумя косо проведенными спицами со стопорами, две суммируемые тянущие силы преобразуются в одну силу дистракции. В — при дефекте 12-15 см и более произведена кортикотомия проксимального и дистального фрагментов, и дистракция осуществляется сближением двух коротких сегментов навстречу друг другу; проксимальные спицы имеют стопоры в виде загнутых на концах крючков, дистальные спицы имеют оливообразные стопоры; для профилактики отклонения перемещаемых фрагментов через костномозговой канал проведена направляющая спица, которая выведена через стопу; дистальный фрагмент короткий, для его устойчивости рама дополнительно усилена компонентом для стопы. С — при значительном дефекте (после резекции большей части диафиза по поводу остеомиелита или опухоли) без укорочения конечности произведена кортикотомия в проксимальной части, и фрагмент перемещается двумя спицами с крючками-стопорами, которые проведены под острым углом к оси через дистальный фрагмент с выходом на уровне лодыжек; благодаря этому спицы исполняют двойную функцию — как направители силы дистракции и как направители для профилактики отклонения фрагмента; такое проведение спиц возможно только ретроградно, под визуальным контролем, через широкий разрез кожи над зоной резекции кости

Если необходимо удлинение сегмента конечности, то к раме аппарата должен быть добавлен компонент для фиксации стопы.

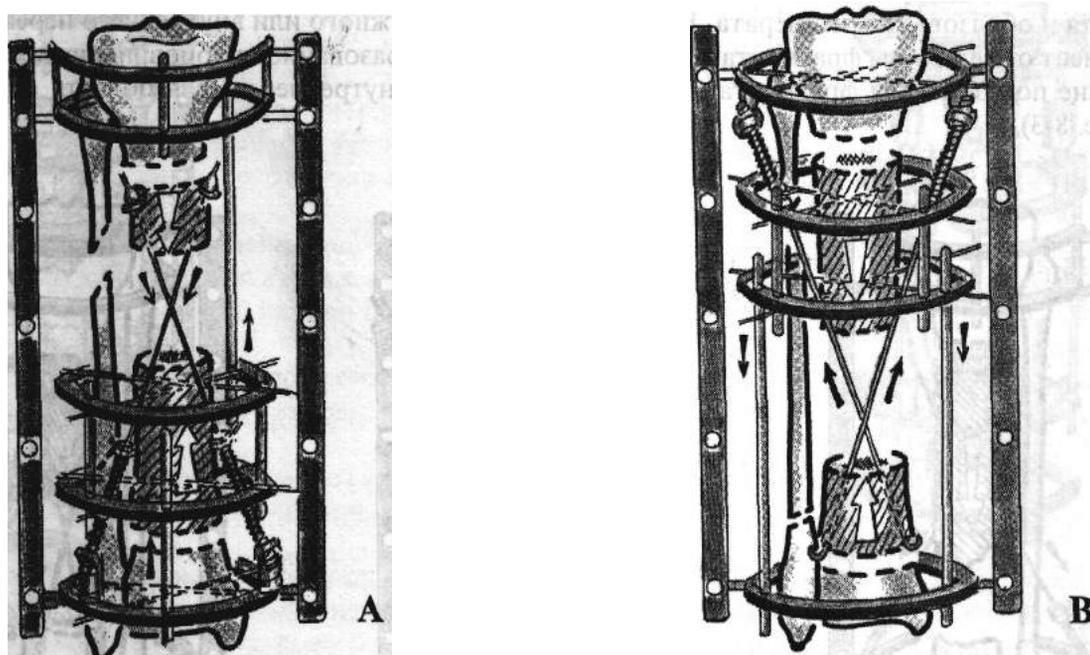


Рис. 8-3

Схематическое изображение двух вариантов перемещения сегментов кости комбинированным методом наружного и внутреннего перемещения. Представлена голень с дефектом диафиза большеберцовой кости и с наложенной рамой аппарата, усиленной двумя длинными балками. Перемещаемые сегменты отмечены косыми линиями, кортикотомия показана прерывистой линией, белые стрелки указывают направление дистракции, черные стрелки указывают направление тяги спицами. А—для фрагмента большей величины лучше при МСИ шть наружный транспорт, поэтому он фиксирован спицами двух колец, в то время как две спицы со стопорами проведены косо через меньший, проксимальный фрагмент; дистракция производится навстречу друг другу. В — тот же метод, но в данном случае большой фрагмент расположен проксимально, а меньший фрагмент расположен дистально

## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЕГМЕНТА КОСТИ

Основное преимущество наружного метода перемещения заключается в том, что для хирурга он проще в выполнении и в том, что он может быть применен одновременно для заполнения дефекта кости и для ее удлинения. Другим его преимуществом является возможность как дистракции, так и компрессии — без изменения рамы и спиц. При сближении перемещаемого фрагмента с противоположным ему этот метод позволяет развивать компрессию большой силы. Его основной недостаток в том, что он не дает хороших результатов при дефектах значительной величины (7-8 см и больше). Дистракционный процесс при нем довольно сложен и оставляет много кожных рубцов, потому что на двух уровнях для этого применяется много чрескостных спиц (по крайней мере, четыре).

Основное преимущество метода внутреннего перемещения заключается в том, что он дает лучшие результаты замещения значительных дефектов кости и не оставляет много кожных рубцов. Производить дистракцию при этом значительно проще: применяется меньше спиц. Основ-

ной его недостаток в том, что в выполнении он сложнее для хирурга и в том, что он не всегда может быть применен, если требуется удлинение кости. Кроме того, рама и фиксация спиц для этого метода перемещения не позволяют производить компрессию фрагментов: при сближении их в раму должны быть смонтированы дополнительные кольца, и косо проведенные тянущие спицы должны быть заменены на поперечно проведенные. Фактически, в каждом случае внутреннее перемещение должно быть завершено изменением на наружное.

## **СПЕЦИФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ ФРАГМЕНТОВ**

Во всех случаях перемещения фрагментов для замещения дефекта кости хирург имеет дело с тканями после тяжелой травмы, инфекции или заболевания, а зачастую и после многократных неудачных операций. С учетом этого нельзя рассчитывать на быстрый положительный эффект. Само это лечение занимает длительное время — до 10-12 месяцев и более. За это время можно ожидать возникновения значительного числа проблем и осложнений, возникающих на разных этапах:

1. поверхностная или глубокая инфекция в каналах проведения спиц,
2. отклонение перемещаемых фрагментов,
3. временный парез нерва,
4. развитие эквинусной деформации стопы или контрактуры суставов,
5. гипопластическое образование регенерата кости или образование псевдокисты,
6. перелом одной или нескольких спиц,
7. прорезывание спицами под натяжением остеопорозной кости,
8. несращение в области контакта фрагментов,
9. неполноценное удлинение сегмента конечности.
10. возникновение перелома регенерата кости под напряжением (стресс-перелом).

Большинство этих проблем и осложнений могут быть исправлены и ликвидированы в процессе лечения. Основным в этом является регулирование скорости и ритма дистракции и компрессии, которые должны быть индивидуально подобраны. Рано замеченные проблемы помогают избегать осложнений. Например, при начале возникновения эквинусного положения стопы необходимо замедлить скорость удлинения и добавить к раме компонент для стопы.

Наиболее серьезным осложнением является несращение на месте контакта перемещаемого фрагмента с противоположным. В таких случаях мы делали операцию интрамедуллярного остеосинтеза. По нашему мнению, это не противоречит учению Илизарова: после того, как уже было достигнуто удлинение и образование регенерата, интрамедуллярный штифт создает лишь укрепление достигнутого.

## **БИОМЕХАНИКА ИЛИЗАРОВСКОГО АППАРАТА В ОТНОШЕНИИ КОНСТРУКЦИИ РАМЫ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ДИСТРАКЦИЕЙ БОЛЬШИХ ДЕФЕКТОВ КОСТИ И ПО ОТНОШЕНИЮ К АНАТОМИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ**

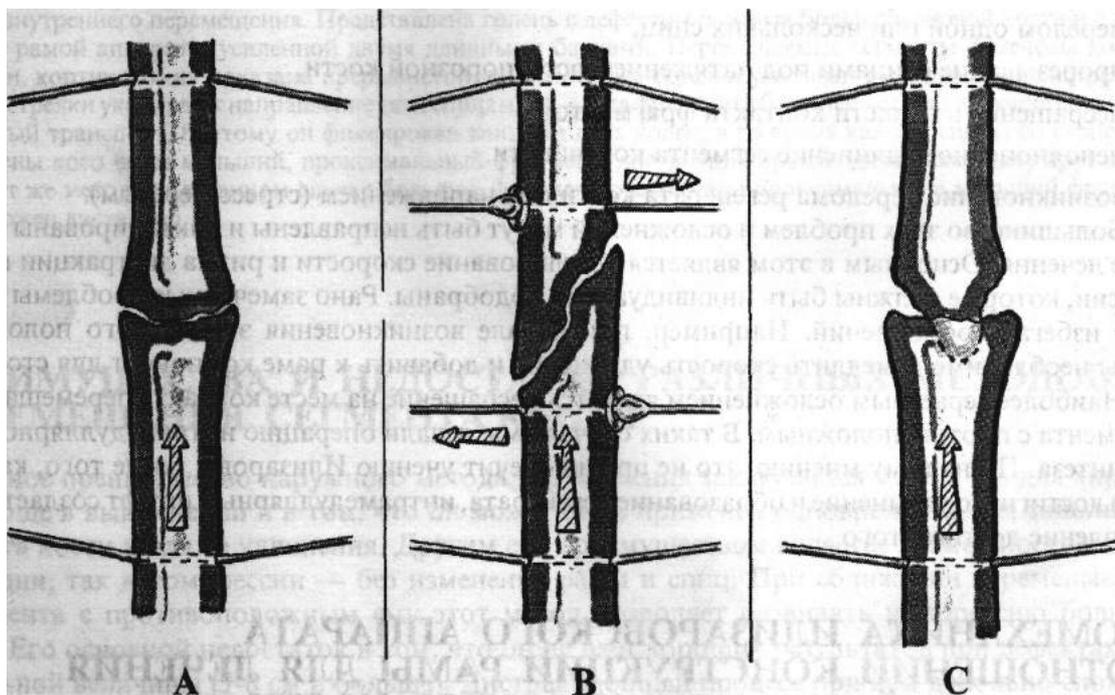
Разнообразные факторы контролируют устойчивость рамы аппарата во время лечения дефектов кости методом дистракции. Эти факторы придают всей конструкции прочность на сгиба-

ние, скручивание и осевую нагрузку. Часть этих факторов зависит от выбора деталей их скрепления при монтировании рамы. Другая часть факторов зависит от хирургического мастерства: величина разрезов, расчет уровней кортикотомии, точность в проведении спиц, выбор режима дистракции и т. д.

Илизаровский аппарат и последующие циркулярные фиксаторы имеют ряд преимуществ перед одноплановыми и двухплановыми фиксаторами. Циркулярные фиксаторы более изотропичны в механических свойствах и более приспособлены к созданию разных конфигураций для сложных исправлений костей. Для наружного фиксатора любой системы важны два взаимозависимых свойства: устойчивость и прочность. Устойчивость — это способность фиксатора в течение лечения сохраняться в необходимой конфигурации; прочность — это мера его механической реакции на нагрузки. И то, и другое сказывается на результатах лечения. Все вместе эти факторы называются **наружные стабилизирующие факторы**.

Анатомические факторы могут быть контролируемыми или неконтролируемыми хирургом. Они называются **внутренними стабилизирующими факторами** и важны для стабилизации фрагментов кости.

Первый из них — это механическая конфигурация концов фрагментов. После контакта фрагментов в результате дистракции стабильность их значительно увеличивается, если соприкасаются две параллельные поверхности (Рис. 8-4 А). Контакт двух косых поверхностей не обеспечивает стабильности, а поэтому должен быть зафиксирован встречными спицами со стопорами (упорными площадками) (Рис. 8-4 В). Неправильность формы концов фрагментов может позволить внедрение одного из них в другой, как, например, погружение острого конца в костномоз-



**Рис. 8-4**

Схема трех различных видов механической конфигурации концов фрагментов и их сопоставления. Представлена секция кости со спицами в напряжении для компрессии, стрелки указывают направление сил компрессии. А — при параллельных поверхностях фрагментов. В — при косых поверхностях фрагментов. С — при одной острой и одной плоской поверхности фрагментов. Объяснение в тексте

говой канал противоположного фрагмента (Рис. 8-4 С). Зона контакта концов фрагментов влияет на достигнутую стабильность.

Второй фактор — это эластичность тканей между концами фрагментов, которая может препятствовать контакту концов или привести к смещению их, что помешает их сращению. В таком случае рекомендуется иссечение этих тканей с минимальной резекцией концов фрагмен-

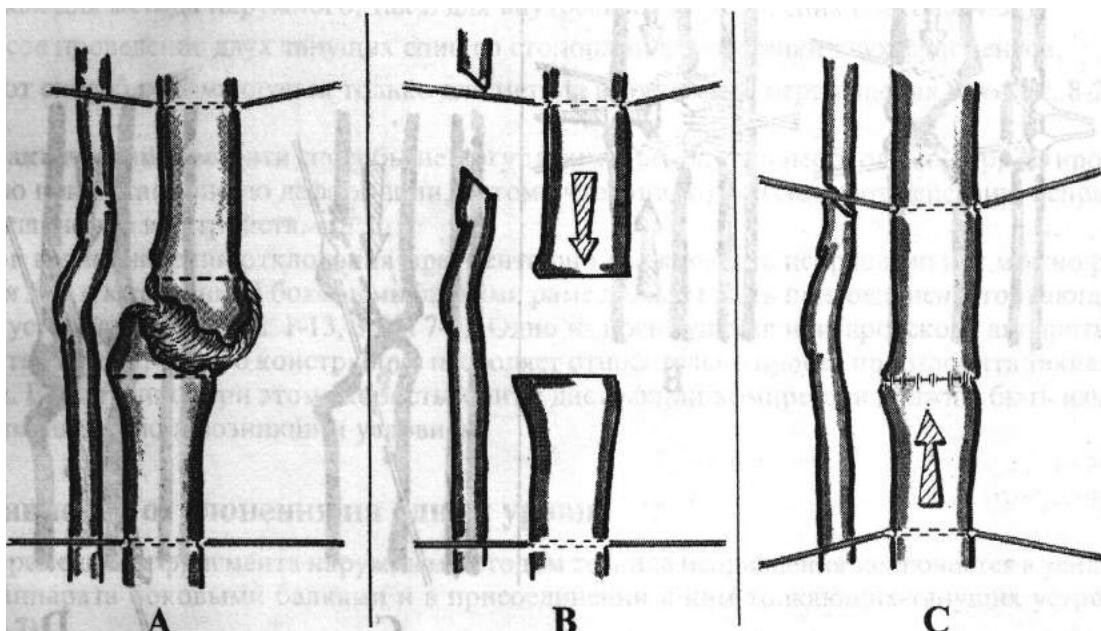


Рис. 8-5

Схема тактики лечения дистракцией-компрессией при наличии образования рубцовых тканей между концами фрагментов кости. Представлена секция кости со спицами. Прерывистой линией показана зона резекции концов кости вместе с рубцами, стрелками указано направление компрессии. А — вид в начале лечения. В — вид после резекции. С — вид после компрессии. Объяснения в тексте

тов. Это должно производиться после окончания перемещения фрагмента, когда все другие факторы подготовлены для сращения (Рис. 8-5).

Третий фактор — это неполноценность концов фрагментов, которая выявляется наличием дефекта кости даже при полном соприкосновении. Илизаровские методы помогают обойтись в таком варианте без свободного трансплантата. Вместо этого Илизаров предложил перемещение сегмента соседней кости (Рис. 8-6).

Четвертый фактор — это состояние мягких тканей, окружающих перемещаемые фрагменты. Слишком быстрое исправление деформации может отрицательно сказаться на сосудах и нервах и вызвать боль или даже ишемические явления. Надо всегда следовать золотому принципу илизаровских методов: *все должно делаться постепенно*.

Задача хирурга умело оценить все факторы в каждом конкретном случае и использовать все возможные контролируемые данные для монтажа подходящей рамы аппарата.

## МЕТОД ИСПРАВЛЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЯ ПЕРЕМЕЩАЕМОГО ФРАГМЕНТА КОСТИ

При перемещении в тканях на значительное расстояние фрагмент кости подвергается механическому влиянию многих факторов:

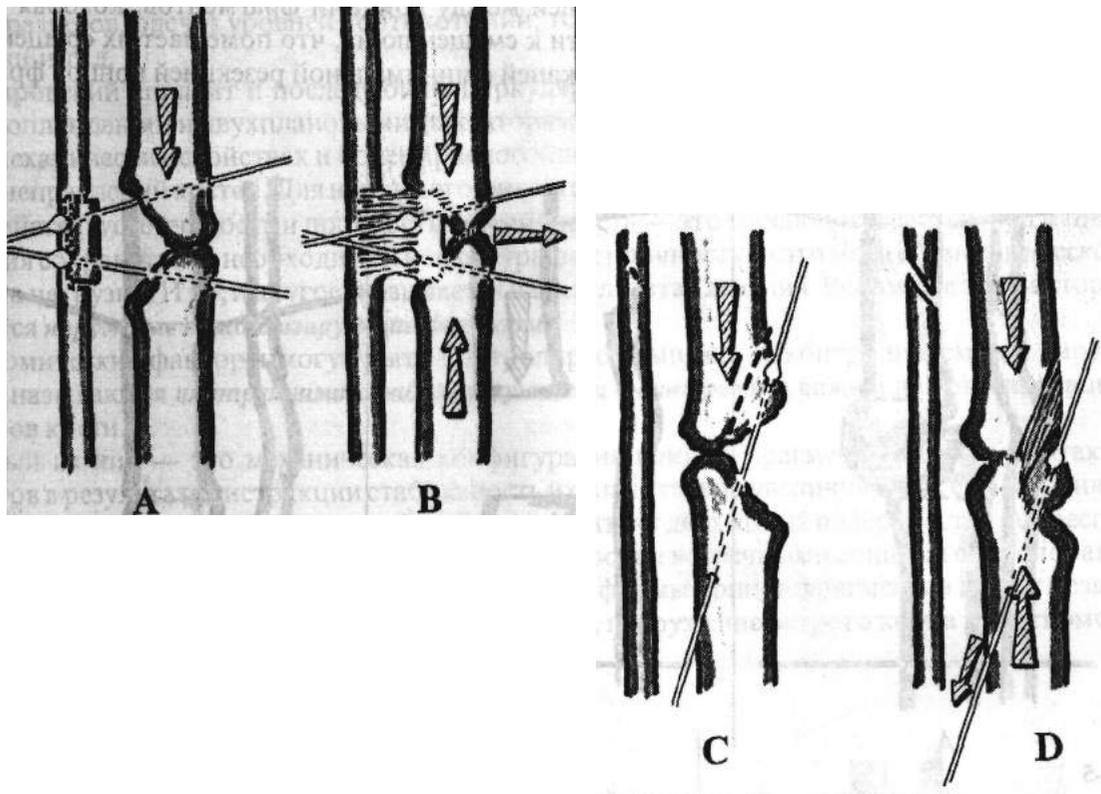


Рис. 8-6

Схема тактики лечения при неполноценности концов сопоставленных фрагментов костей. Представлена секция обеих костей голени с двумя вариантами дефекта — на наружной и внутренней поверхности большеберцовой кости. Стрелки указывают направление сил компрессии и дистракции. А — при дефекте на наружной поверхности произведена продольная остеотомия малой берцовой кости по уровню дефекта, и в поперечном направлении проведены две спицы со стопорами (оливообразными упорами). В — компрессия спицами помогает заполнить дефект и совместно с компрессией по оси кости приводит к полному сращению. С — при дефекте на внутренней поверхности большеберцовой кости спица со стопором проведена под острым углом через оба фрагмента, после чего произведена косая фигурная остеотомия большеберцовой и остеотомия малой берцовой костей (для возможности усиления компрессии). D — тягой спицы совместно с компрессией дефект кости заполнен, и произошло сращение отломков

1. Неполная кортикотомия у основания перемещаемого фрагмента (заднюю стенку кости не всегда удастся рассечь полностью).
2. Неравномерное распределение сил дистракции, возникающее в результате неправильного проведения спиц.
3. Силы натяжения мышц, прикрепляющихся к перемещаемому фрагменту.
4. Задерживающие силы сопротивления окружающих рубцовых тканей.
5. Ошибки в техническом выполнении дистракции (зачастую производимой самим пациентом).

В зависимости от действия этих сил и факторов при перемещении фрагмента может возникнуть его отклонение. Это способно вызвать деформацию и вызвать несращение.

Три наиболее верных способа предотвратить отклонение фрагмента:

1. Фиксация перемещаемого фрагмента на двух уровнях. Это возможно лишь для фрагментов относительно большой величины (6-7 см и больше) и рекомендуется только для метода наружного перемещения.
2. Проведение направляющей спицы через костномозговой канал. Этот способ рекомендуется как для метода наружного, так и для внутреннего перемещения (см. Рис. 4-35).
3. Косое проведение двух тянущих спиц со стопорами через стенки двух фрагментов. Этот способ рекомендуется только для метода внутреннего перемещения (см. Рис. 8-2 С и 4-36 В).

**Практический совет:** эти способы не могут применяться, если необходимо корректировать угловую или ротационную деформации, потому что спицы препятствуют действию исправляющих шарниров и устройств.

При возникновении отклонения фрагмента оно должно быть исправлено как можно раньше. Для этого к усиленной боковыми балками раме должны быть присоединены толкающе-тянущие устройства (см. Рис. 1-13, 3-6 и 7-7). Одно из преимуществ илизаровского аппарата как раз состоит в том, что его конструкция позволяет относительно просто производить такие коррекции. Естественно, при этом скорость и ритм дистракции-компрессии должны быть изменены применительно к возникшим условиям.

## Исправление отклонения на одном уровне

При перемещении фрагмента наружным методом техника исправления заключается в усилении рамы аппарата боковыми балками и в присоединении к ним толкающих-тянущих устройств (Рис. 8-7).

По крайней мере, две балки должны быть фиксированы по бокам к проксимальному и дистальному кольцам рамы. Одна из балок должна располагаться точно напротив стороны, в которую отклоняется фрагмент. Толкающе-тянущее устройство присоединяется к этой балке на уровне наиболее отклоненного конца фрагмента и фиксируется к ближайшему кольцу.

**Практический совет:** в зависимости от угла отклонения и величины фрагмента могут быть применены одно или два устройства. При этом один из них действует притяжением одного конца фрагмента, а второй действует толканием противоположного конца.

При перемещении фрагмента внутренним методом транспорта отклонение его на одном уровне корректируется регулированием скорости и ритма дистракции двумя спицами. Спица, располагающаяся на стороне, в которую отклоняется фрагмент, натягивается большей скоростью, чем противоположная. Иногда это не помогает, особенно если дистракция осуществляется всего одной спицей со стопором. В таком случае рекомендуется провести дополнительную поперечную корригирующую спицу со стопором и постепенно привести отклонившийся конец в правильное положение. После окончания коррекции концы поперечной спицы должны фиксироваться к дистракционным устройствам, и перемещение фрагмента должно быть продолжено (Рис. 8-8).

**Практический совет:** этот способ имеет то дополнительное преимущество, что после соприкосновения фрагментов поперечная спица помогает производить их компрессию.

## Исправление отклонения на двух уровнях

Технически это производится так же, как исправление на одном уровне отклонения. Разница состоит в том, что вместе с каждым толкающе-тянущим устройством на уровне каждого от-

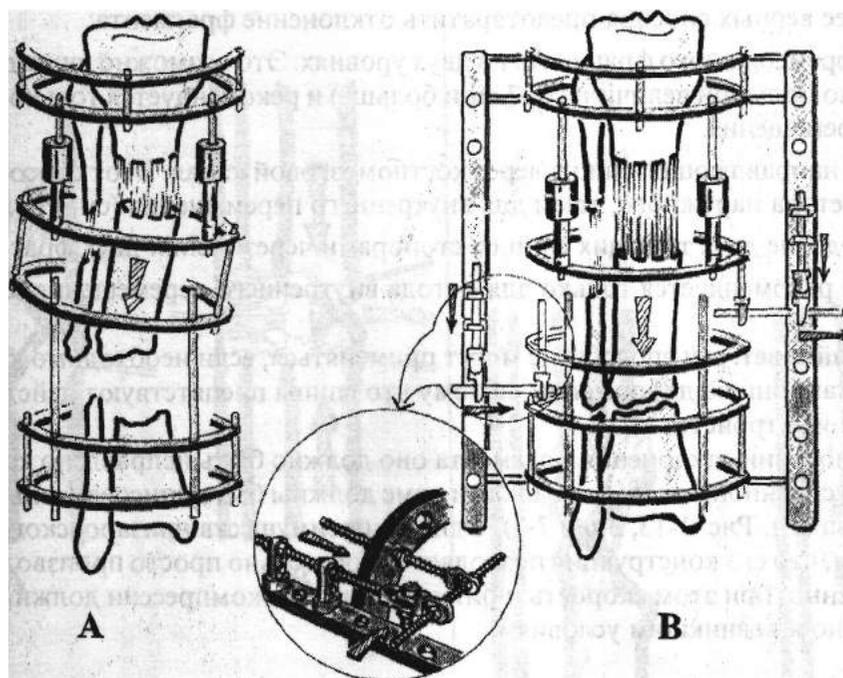


Рис. 8-7

Схема техники коррекции отклонения перемещаемого сегмента кости при методе наружного перемещения. Представлена голень с дефектом обеих костей и наложенной рамой аппарата из 5,5 колец. Прерывистая линия показывает кортикотомию; прямыми вертикальными колонками показано образование регенерата кости; стрелки указывают направление дистракции и коррекции. А — вид при начале отклонения перемещаемого сегмента. В — Тот же вид после окончания дистракции и коррекции отклонения, рама усилена двумя балками, к которым с двух сторон фиксированы корригирующие устройства. С — устройство для коррекции отклонения и одновременного продолжения дистракции

клонения проводится поперечная спица со стопором. Чем больше степень отклонения, тем медленнее должна проводиться дистракция. Основанием для этого является то, что изменение направления дистракции приводит к изменению в направлении микростолбцов регенерата кости. Это может замедлить его созревание. Принимая во внимание, что во всех случаях перемещения костного фрагмента имеются несколько факторов, способствующих изменению метаболизма местных тканей, любая коррекция должна производиться только постепенно.

### **КОМБИНИРОВАНИЕ ДИСТРАКЦИИ С ИСПРАВЛЕНИЕМ НЕСООТВЕТСТВИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ФРАГМЕНТА И С РОТАЦИОННОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ**

Для выработки плана и порядка исправления сложных деформаций, сочетающихся с дефектом кости, хирург должен учитывать все влияющие на местный метаболизм факторы. Формирующиеся под влиянием дистракции микроколонки костного регенерата должны созреть, прежде чем они смогут выдержать влияние сил деротации.

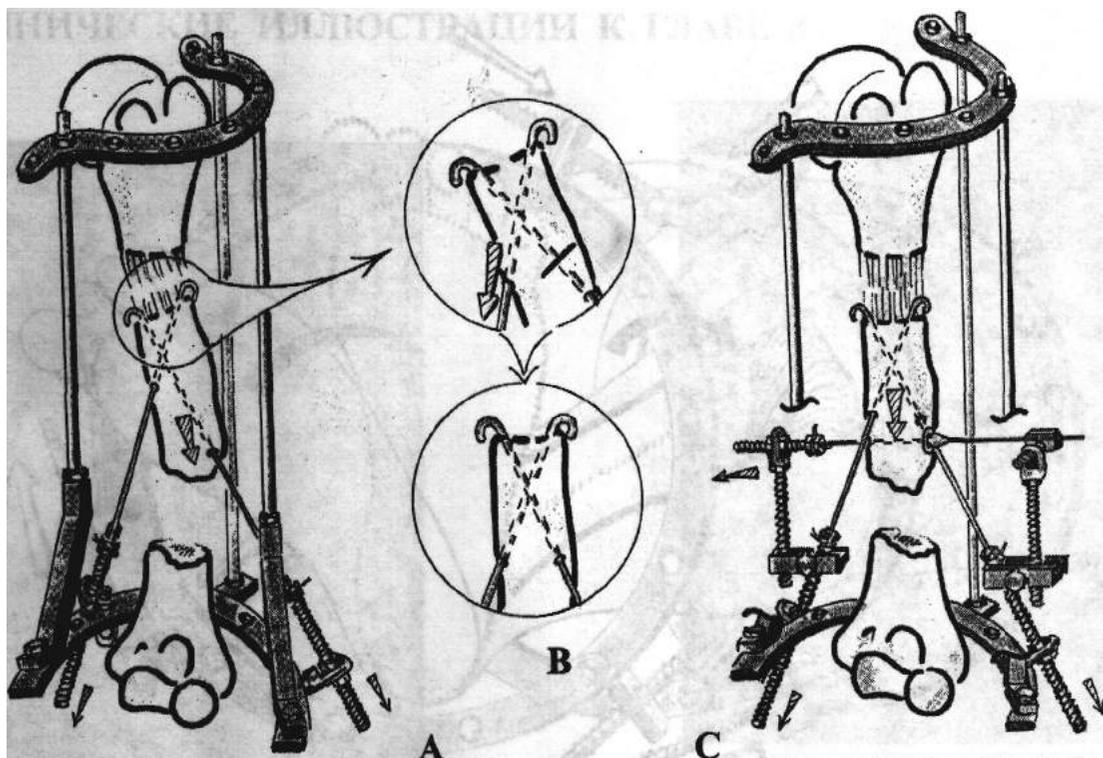


Рис. 8-8

Схема техники коррекции отклонения перемещаемого сегмента кости при методе внутреннего перемещения. Представлено плечо с дефектом кости и с рамой аппарата из двух полуколец. Прерывистой линией показана кортикотомия; вертикальными колонками показано образование костного регенерата, стрелки указывают направление сил дистракции и коррекции. А — вид при начале отклонения. В — показано, что для коррекции продолжается дистракция спицей на стороне, в которую произошло отклонение, в то время как дистракция противоположной спицей временно остановлена — произошло исправление. С — вид конструкции; когда исправление отклонения не удается, проводится поперечная спица со стопором, которая исправляет девиацию фрагмента; одновременно продолжается дистракция

Поэтому рекомендуемая последовательность коррекции состоит в:

1. Дистракции фрагмента
2. Исправлении отклонения фрагмента
3. Приведении фрагмента до намеченного уровня контакта
4. Стабилизации в достигнутом положении не менее, чем на две недели
5. Проведении деротации с малой скоростью с помощью деротационных устройств (Рис. 8-9).

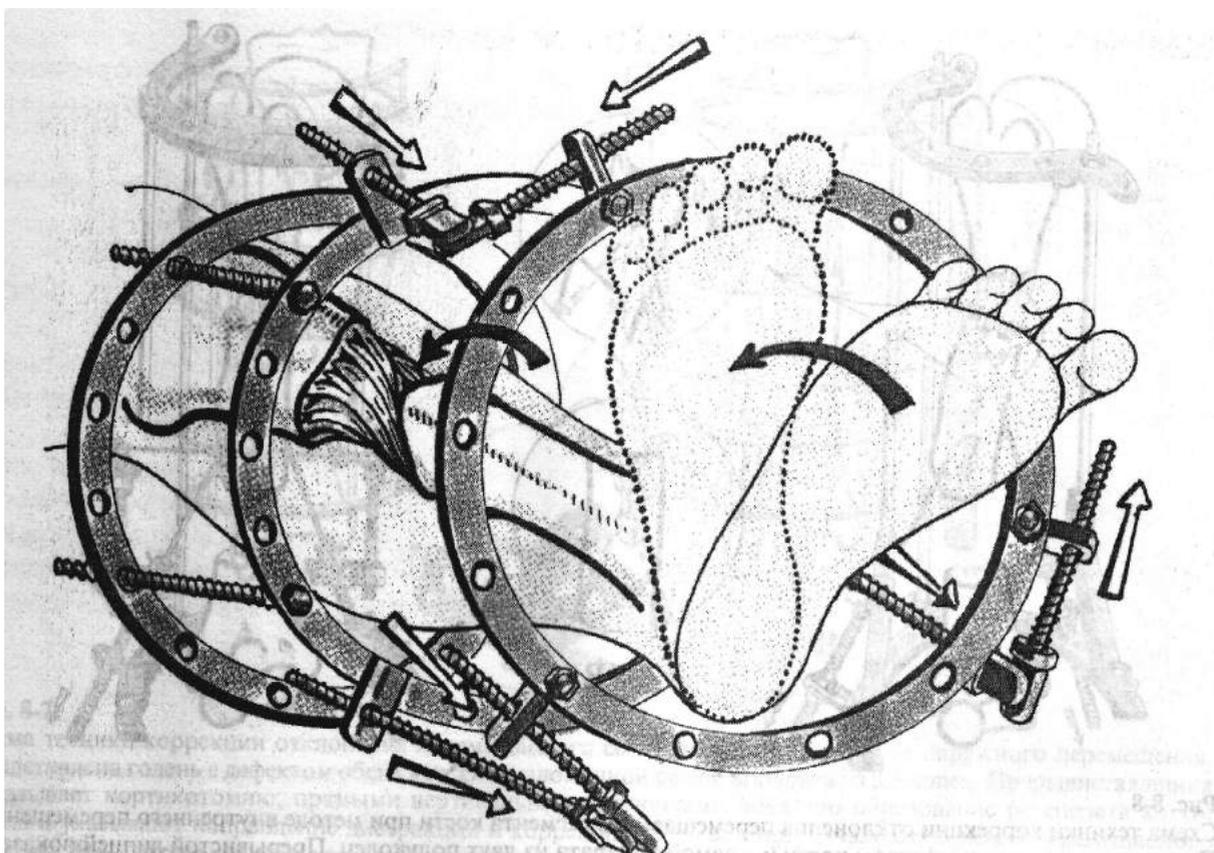
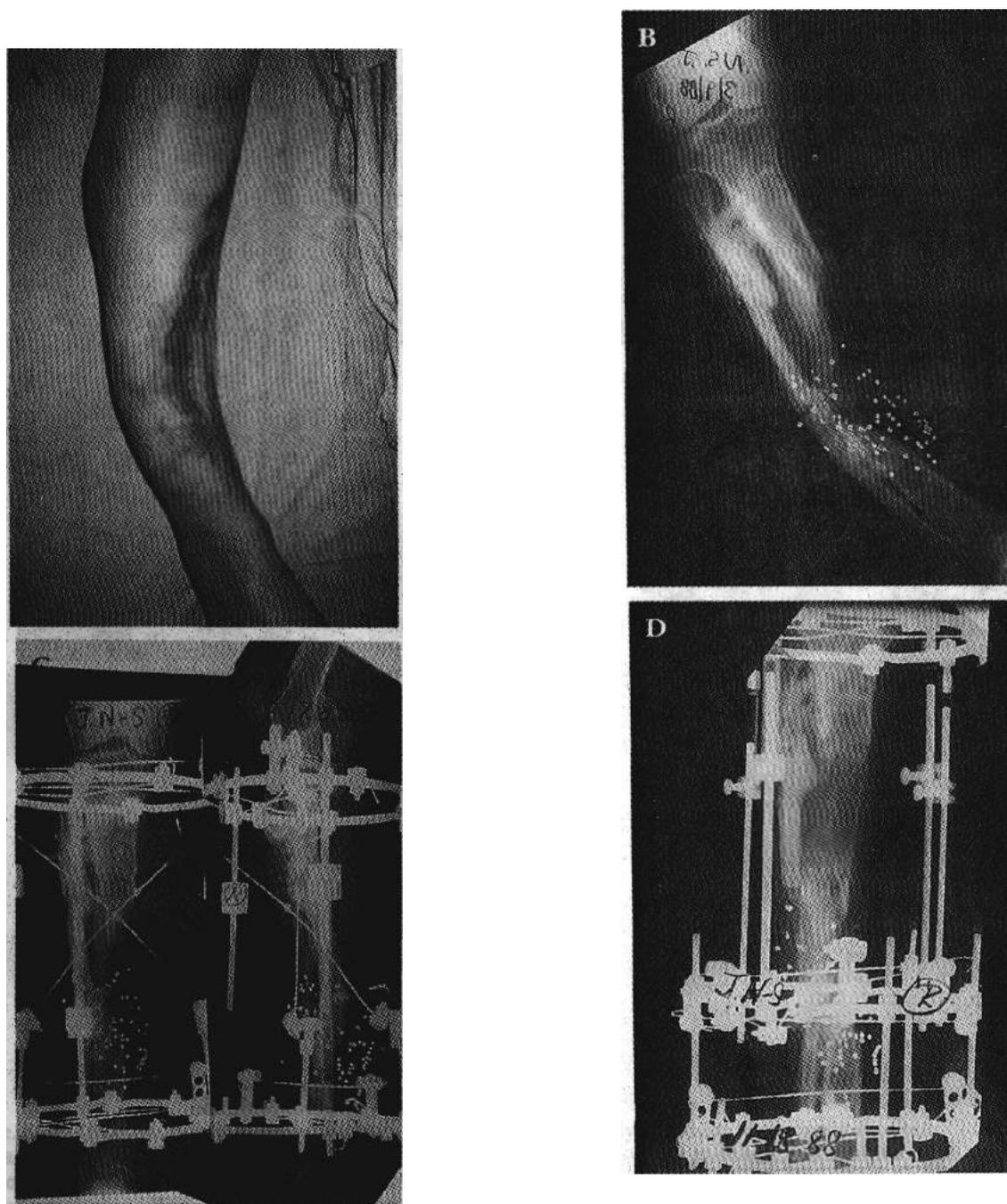


Рис. 8-9

Схематическое изображение комбинированной техники distraction и деротации. Представлена голень со стопой и с наложенной рамой аппарата из трех колец. Черные стрелки указывают направление деротации стопы и регенерата кости, белые стрелки указывают направление движения стержней в деротационных устройствах одновременно с поддержкой distraction

## КЛИНИЧЕСКИЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ К ГЛАВЕ 8

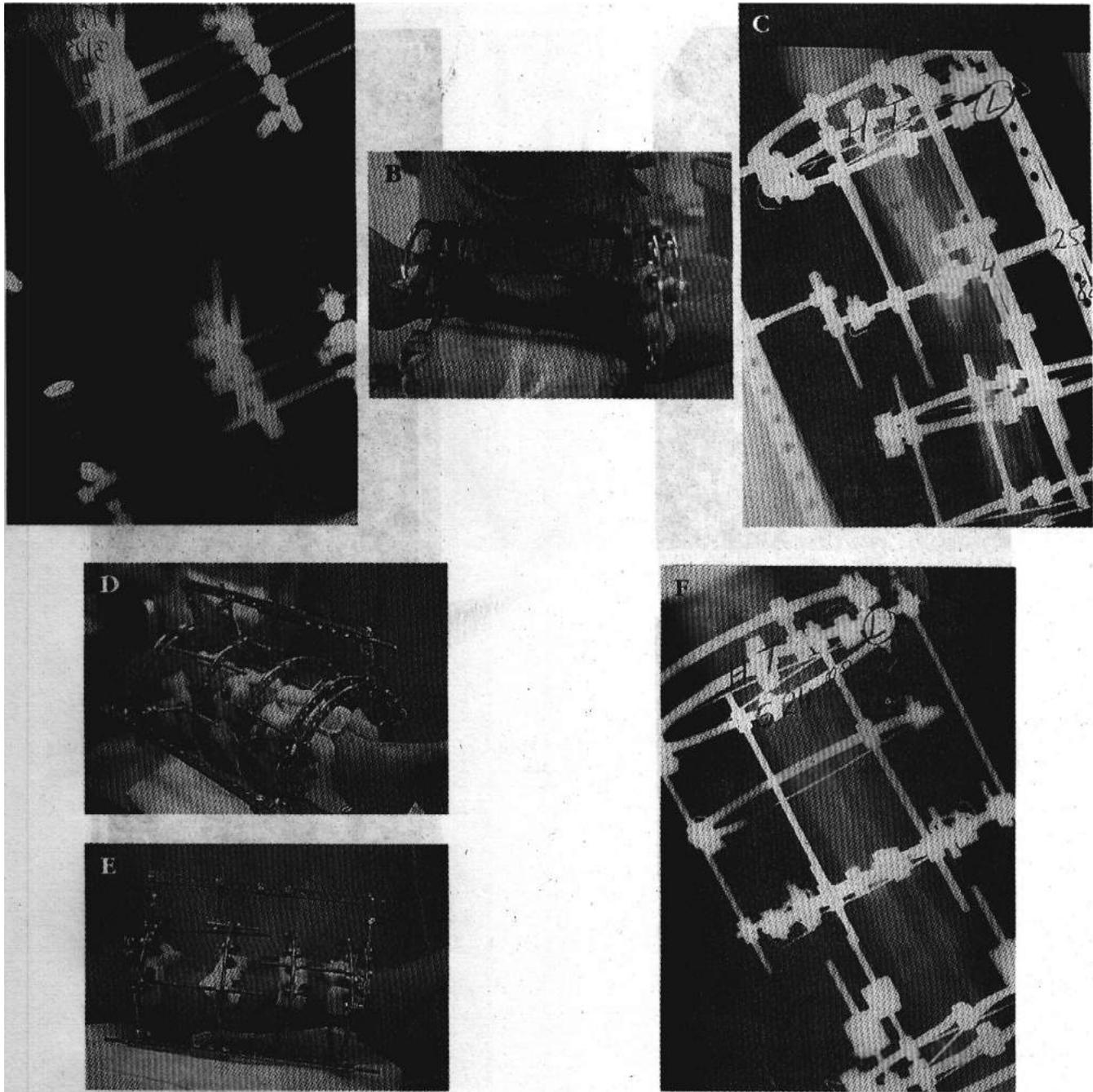
**Рис.8-10**

Перемещение внутренним методом при дефекте большеберцовой кости после огнестрельного ранения, остеомиелита, глубоких рубцов, укорочения ноги, варусной деформации и после двенадцати неудачных операций в других больницах. Двадцатисемилетний мужчина поступил через 5 лет после травмы. Л — вид правой голени до лечения, нога укорочена на 3 см; функционирует только одна задняя тиббиальная артерия, имеется парез нервов, патологическая подвижность; свищи зажили 6 месяцев назад. В — передняя проекция рентгенограммы голени, видны дробинки и дефект большеберцовой кости 8 см, варусная деформация, состояние после попыток межберцового синостоза. С — передняя и боковая проекции на рентгенограмме голени сразу после операции, наложена рама аппарата из двух колец, две спицы со стопорами проведены в косом направлении, произведена проксимальная кортикотомия. D — рентгенограмма в передней проекции через 8 месяцев; рама аппарата модифицирована для компрессии косых концов фрагментов бок-в-бок, виден костный регенерат 7 см



**Рис. 8-10. (продолжение)**

ЕиF—рентгенограммы в передней и боковой проекциях через 19 месяцев, видно полное сращение фрагментов и полная перестройка регенерата на месте distraction. G и H — вид ног пациента через 2 года, полноценная опорная функция и функция суставов, осталось укорочение на 1 см. При проверке через 7 лет — полное сохранение функции, небольшие боли при нагрузке



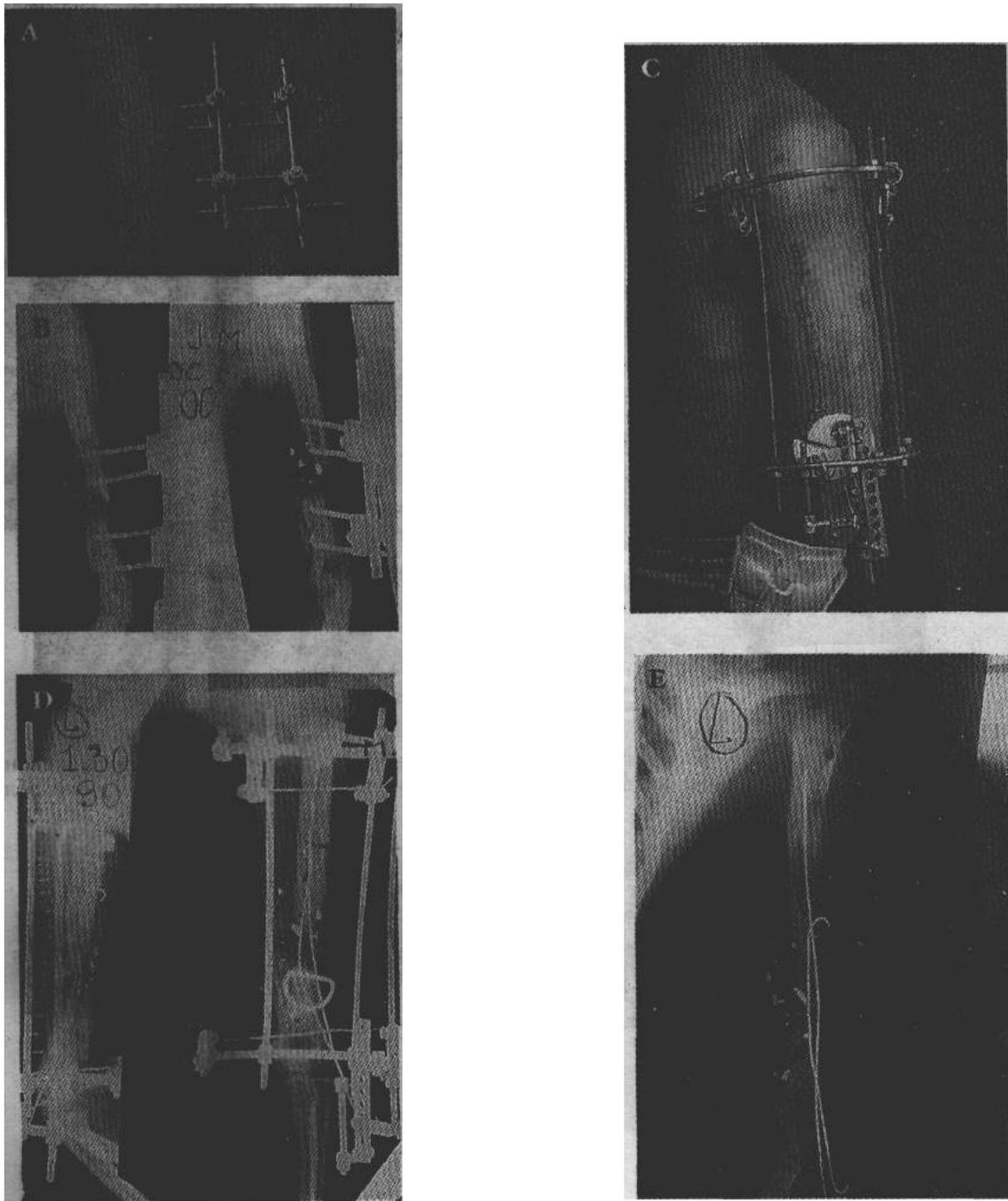
**Рис. 8-11. Перемещение фрагментов большеберцовой кости на двух уровнях наружным методом**

Двадцатичетырехлетний мужчина получил открытый перелом левой голени с раздроблением 6 см диафиза б/берцовой кости в средней и нижней трети, повреждение передней тибиальной артерии, дефект мягких тканей и травму головы. В больнице по месту жительства была предложена немедленная ампутация голени, от которой родственники пациента отказались. Были удалены фрагменты раздробленной кости, наложен двухплановый стержневой аппарат с шестью чрескостными стержнями и произведено закрытие раны кожно-мышечным лоскутом. Возникла недостаточность кровообращения, и пациент был срочно переведен в наш институт. А — рентгенограмма голени в передней проекции при поступлении. В — на операционном столе во время замещения стержневого аппарата рамой аппарата Илизарова; произведены две кортикотомии б/берцовой кости на проксимальном и дистальном уровнях, наложена рама из шести колец, усиленная боковыми балками. С — рентгенограмма в передней проекции после операции; перемещение дистального фрагмента происходило успешно, но перемещение проксимального фрагмента пришлось прекратить, так как это вызывало ухудшение кровообращения (предположительно, происходило натяжение единственной сохраненной задней артерии). D и E — два вида ноги через 3 месяца, кровообращение нормализовалось. F — рентгенограмма голени в передней проекции через 3 месяца, образовался дистальный регенерат 4 см и сращение на месте проксимальной кортикотомии; балки рамы сняты.



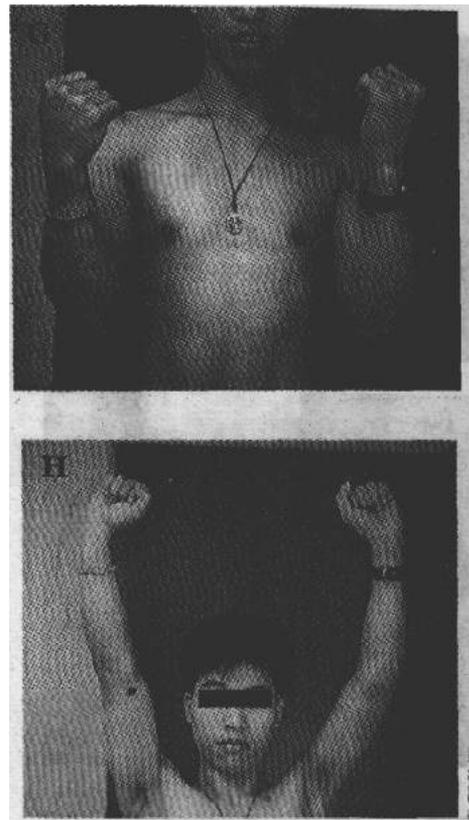
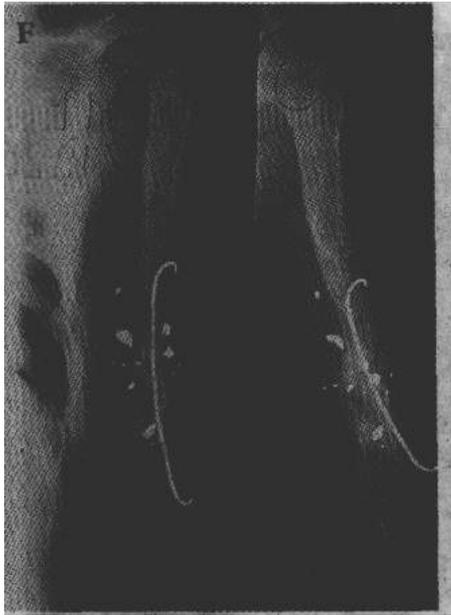
**Рис. 8-11. (продолжение)**

G — рентгенограмма голени в боковой поверхности через 16 месяцев; пациент начал ходить с тросточкой, но возникла боль; видно, что регенерат кости полностью перестроился, но контакт фрагментов не создал консолидации. H — рентгенограмма среднего сегмента голени в двух проекциях через 20 месяцев после наложения аппарата и через 3,5 месяца после закрытого интрамедуллярного остеосинтеза, видна полная консолидация на участке контакта перемещенного фрагмента с противоположным. I, J — вид ног пациента через 2 года; осталось укорочение 1 см; при проверке через 8 лет: работает юристом, ходит без тросточки, болей нет



**Рис. 8-12. Перемещение фрагмента плечевой кости внутренним методом**

Восемнадцатилетний мужчина получил огнестрельный перелом левого плеча с раздроблением кости в нижней трети и парезом лучевого нерва. В больнице при поступлении были удалены отломки костей, произведена ревизия нерва и наложен стержневой аппарат с четырьмя стержнями. Пациент поступил в наш институт через 4 недели. А — вид левого плеча при поступлении. В — рентгенограммы левого плеча в двух проекциях при поступлении: виден дефект кости 4 см и осколки металла. С — вид плеча после удаления стержневого аппарата и наложения рамы аппарата Илизарова из двух колец с добавлением дистракционного устройства. Произведена проксимальная кортикотомия, ревизия лучевого нерва (обнаружено истончение с впаиванием в рубцы), в костномозговой канал введена направляющая спица и одна спица с загнутым крючком для дистракции. Д — рентгенограммы плеча в двух проекциях после операции. Е — рентгенограмма плеча в прямой проекции через 4 месяца, рама аппарата снята, видно образование регенерата кости в проксимальной части и сращение перемещенного фрагмента с противоположным



**Рис. 8-12. (продолжение)**

F — рентгенограмма плеча в двух проекциях через 7 месяцев, направляющая спица удалена, дистракционная спица оставлена, чтобы избежать дополнительного разреза. G и H — вид через 2 года после операции, полное восстановление функции руки и кисти

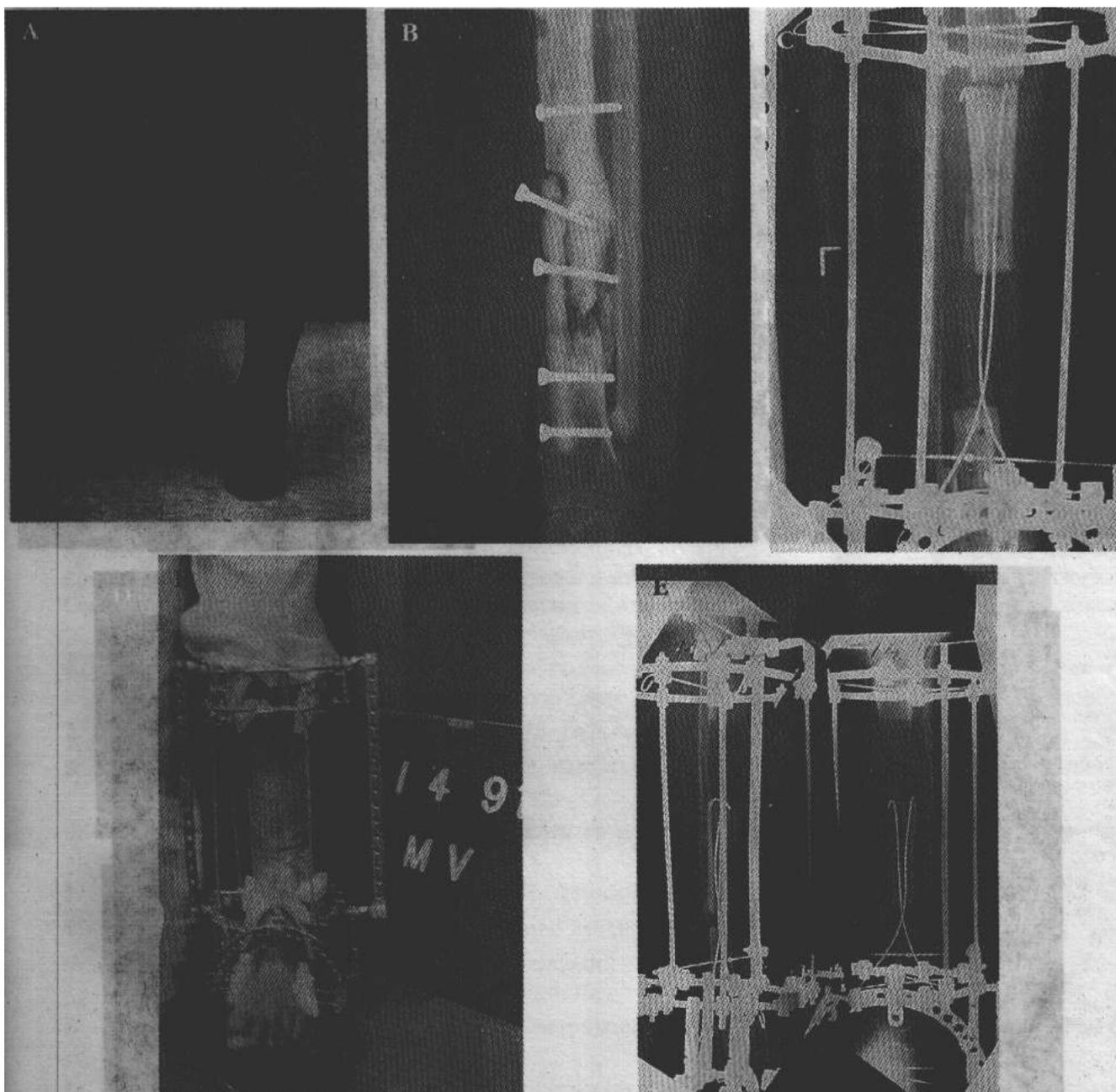
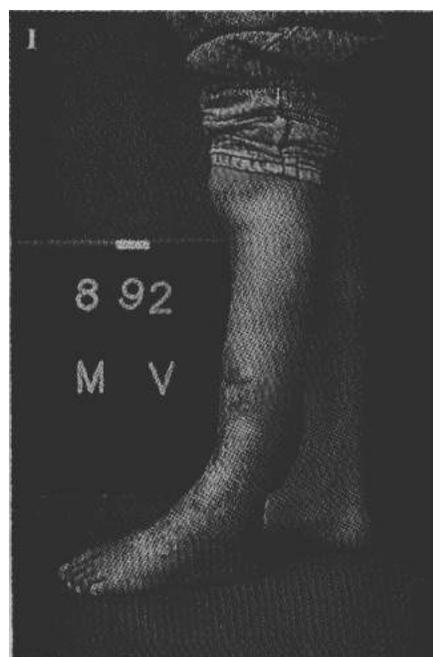
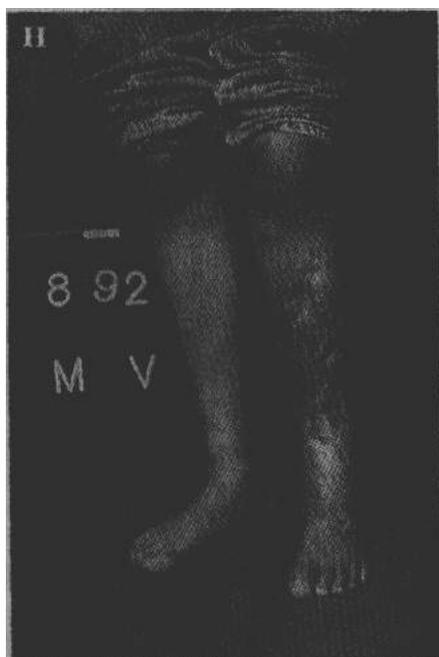


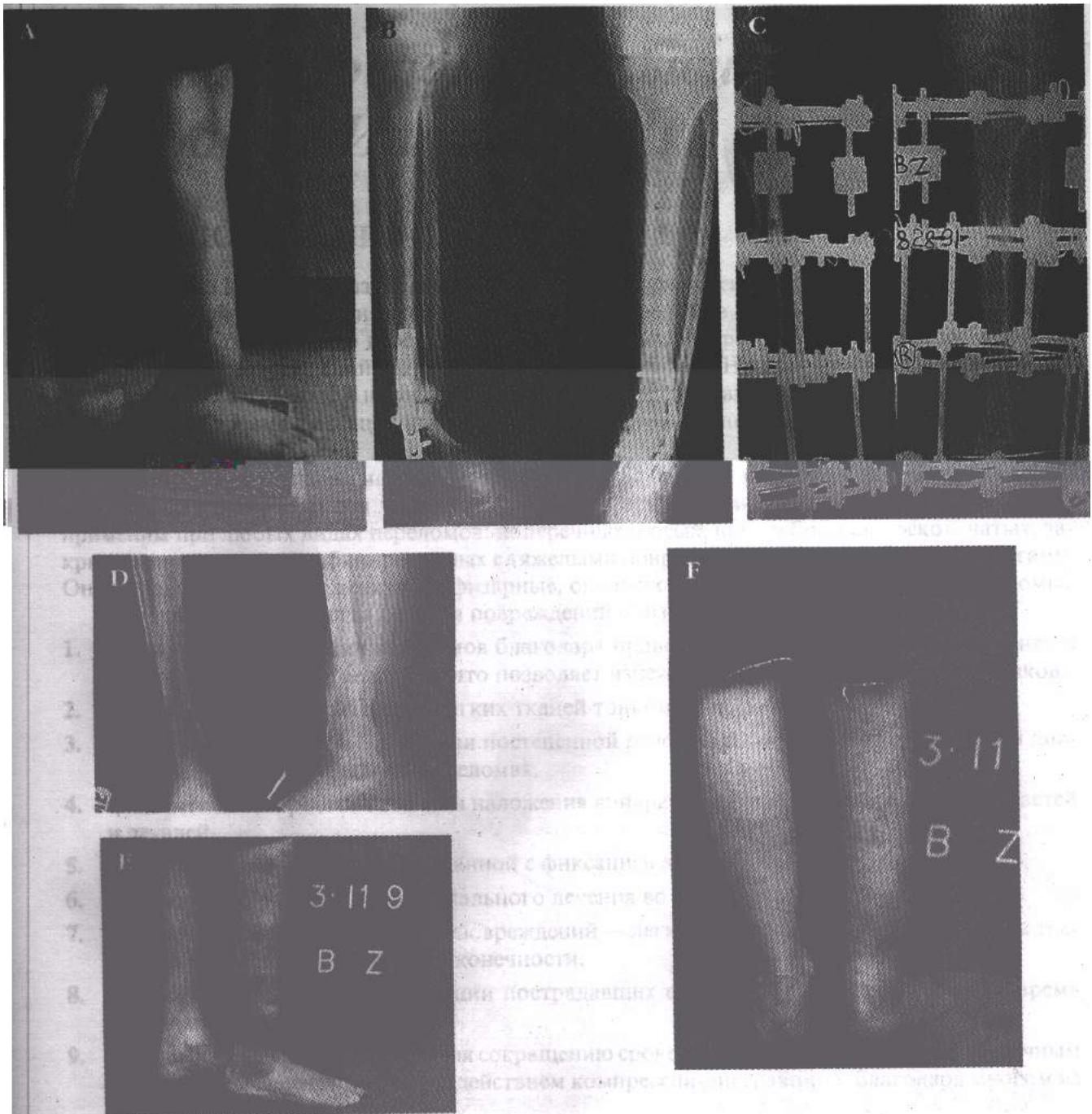
Рис. 8-13. Перемещение фрагмента голени внутренним методом

Двадцатипятилетний мужчина поступил через 2 года после перелома левой голени и неудачных попыток хирургических операций в других больницах, развился остеомиелит, при поступлении имеются функционирующие свищи, укорочение 3 см, варусная деформация и эквинусное положение стопы. А — вид ног сзади при поступлении (справа был взят кожный трансплантат). В — рентгенограмма голени в боковой проекции при поступлении: картина остеомиелитических изменений на протяжении 10 см, металлические винты после последней операции костной пластики свободным трансплантатом. С — рентгенограмма голени в прямой проекции после операции: произведена резекция сегмента голени 12 см данной (образовался дефект 15 см), проксимальная кортикотомия, введены две тянущие спицы с загнутыми крючками-стопорами, спицы проведены через костномозговой канал перемещаемого сегмента и через дистальный фрагмент, с выходом наружу (под лодыжками, наложена рама аппарата из 2,5 колец, усиленная боковыми балками и с добавлением компонента для стопы. D — вид ноги после операции. E — рентгенограммы голени в прямой и боковой проекциях через 6 месяцев, перемещение сегмента почти закончено, но регенерат на месте distraction отсутствует: образовалась псевдокиста



**Рис. 8-13. (продолжение)**

F — рентгенограмма голени в прямой проекции через два месяца после второй операции: наложение другой рамы из 5,5 колец, хирургическая обработка кисты с внедрением в дефект б/берцовой кости аутогтрансплантатов из крыла подвздошной кости и усилением этой зоны фрагментами м/берцовой кости, перемещенными в поперечном направлении. G — рентгенограммы голени в двух проекциях через один год после второй операции, видно полное восстановление кости. H и I — вид ног через 2,5 года после операции. Контрольный осмотр через 6 лет показал вполне удовлетворительную функцию и отсутствие болей



**Рис. 8-14. Перемещение сегмента голени наружным методом**

Сорокатрехлетний мужчина поступил с укорочением правой ноги на 3 см и несращением перелома 30-летней давности в нижней трети б/берцовой кости, после многочисленных операций в разных больницах. Пациент болен СПИДом. А — вид ноги до лечения. В — рентгенограммы голени в двух проекциях, видна угловая и варусная деформация и пластинка с винтами. С — рентгенограммы голени в двух проекциях после операции: с большими предосторожностями, без участия молодых докторов, произведено удаление пластинки с винтами, наложение рамы аппарата из четырех колец, кортикотомия в проксимальной части; для профилактики отклонения сегмента перемещение в дистальном направлении проводилось с помощью фиксации спицами двух колец. D — рентгенограммы нижней трети голени в двух проекциях через 6,5 месяцев, видно полное сращение перемещенного сегмента с противоположным. E и F — вид ноги после операции: полное восстановление функции



# *Лечение переломов и вывихов методами Илизарова*

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Первоначально Илизаров разрабатывал свой аппарат для лечения травмы. Его идея была добиться надежной репозиции и устойчивой фиксации переломов. В России и в странах бывшего Советского Союза это было и осталось одним из самых распространенных методов лечения многообразных повреждений мирного и военного времени. На всех этапах лечения это во многом заменило тяжелые и недостаточно гигиеничные гипсовые повязки. При тяжелой комбинированной травме фиксация циркулярным аппаратом не заменима никакими другими методами.

Илизаровский аппарат может быть применен для лечения переломов, вызванных нагрузкой любого вида: сгибанием, растяжением, сдавлением, скручиванием и их комбинацией. Он применим при любых видах переломов: поперечных, косых, винтообразных, оскольчатых, закрытых и открытых, комбинированных с тяжелыми повреждениями мягких тканей и ожогами. Он одинаково позволяет лечить диафизарные, околоуставные и внутрисуставные переломы.

Основные преимущества лечения повреждений илизаровским аппаратом:

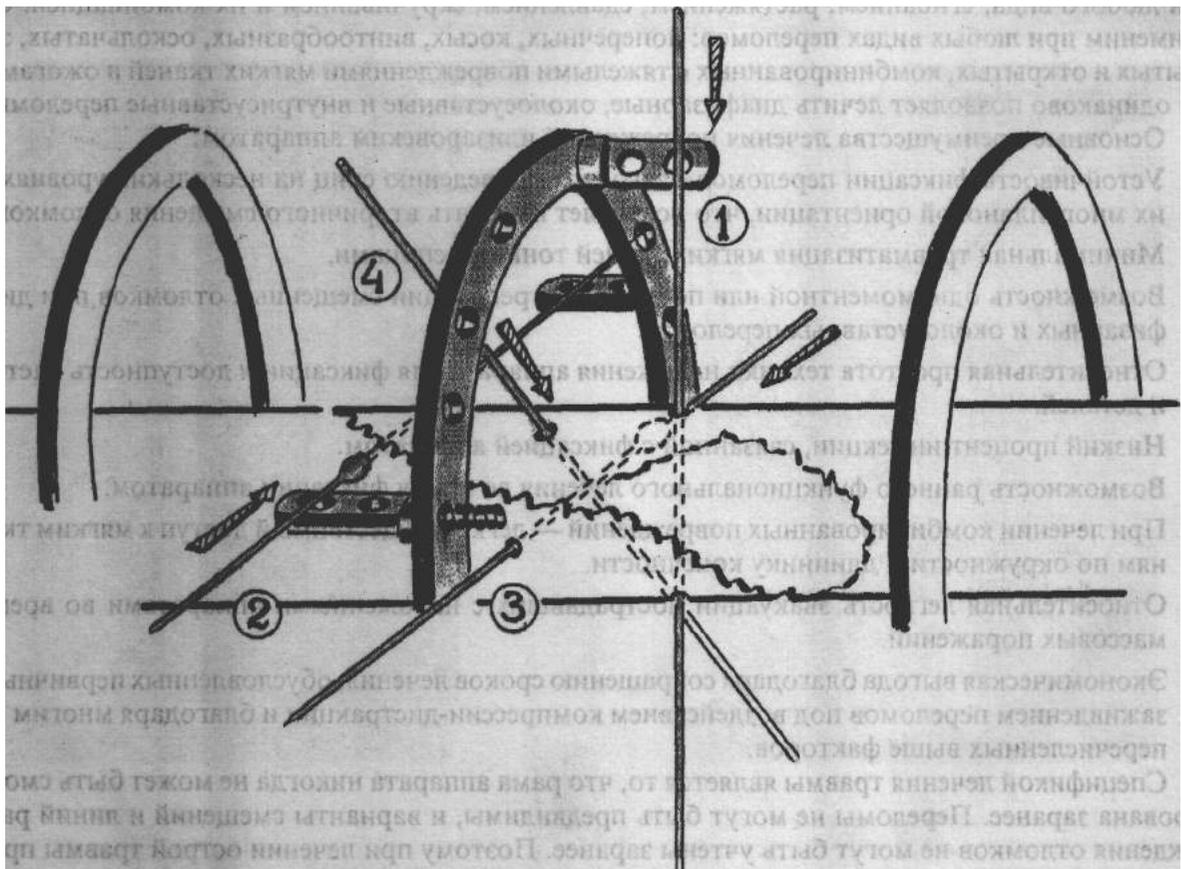
1. Устойчивость фиксации переломов благодаря проведению спиц на нескольких уровнях и их многоплановой ориентации, что позволяет избежать вторичного смещения отломков.
2. Минимальная травматизация мягких тканей тонкими спицами.
3. Возможность одномоментной или постепенной репозиции смещенных отломков при диафизарных и околоуставных переломах.
4. Относительная простота техники наложения аппарата для фиксации и доступность частей и деталей.
5. Низкий процент инфекции, связанной с фиксацией аппаратом.
6. Возможность раннего функционального лечения во время фиксации аппаратом.
7. При лечении комбинированных повреждений — легко осуществимый доступ к мягким тканям по окружности и длиннику конечности.
8. Относительная легкость эвакуации пострадавших с наложенными аппаратами во время массовых поражений.
9. Экономическая выгода благодаря сокращению сроков лечения, обусловленных первичным заживлением переломов под воздействием компрессии-дистракции и благодаря многим из перечисленных выше факторов.

Спецификой лечения травмы является то, что рама аппарата никогда не может быть смонтирована заранее. Переломы не могут быть предвидимы, и варианты смещений и линий расхождения отломков не могут быть учтены заранее. Поэтому при лечении острой травмы приходится производить монтировку рамы аппарата прямо на операционном столе, проводя спицу за спицей и кольцо за кольцом (см. Рис. 3-2).

Другой спецификой является временное применение скелетного вытяжения во время наложения рамы аппарата. Вытяжение помогает, по крайней мере — частично, произвести репозицию смещения и удерживать кость в одном положении во время монтировки. Это облегчает работу хирурга по проведению чрескостных спиц на разных уровнях и в разных направлениях. При этом следует контролировать состояние периферической пульсации на уровнях проведения спиц и пользоваться правилом проводить спицы на 1,5-2 см в стороне от определяемой пульсирующей артерии (см. Рис. 4-5). Если из-за отека тканей или их повреждения невозможно прощупать пульсацию артерии, следует применять доплеровское исследование для определения локализации артерии при прослушивании шума пульсации,

## БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ДЛЯ НАЛОЖЕНИЯ ИЛИЗАРОВСКОГО АППАРАТА ПРИ ТРАВМЕ

Специфические условия при лечении переломов должны быть учтены в биомеханике проведения спиц и в монтировке рамы:



**Рис. 9-1**

Схематическое изображение многоплоскостного проведения чрескостных спиц при спиральном переломе. Представлена кость с линией перелома и секция рамы аппарата из трех колец. Стрелки указывают направление спиц, цифры указывают порядок проведения спиц. Первая спица проведена для немедленной репозиции и фиксации перелома, другие спицы проведены для дополнительной стабилизации репозиции и фиксации

1. Уровень и сторона проведения чрескостных спиц должны быть выбраны в соответствии с уровнем и видом перелома.
2. Каждый фрагмент должен быть фиксирован спицами на двух уровнях или, если фрагмент для этого мал, необходимо проведение дополнительной спицы вне плана кольца (см. Рис. 4-19).
3. Многоплановое проведение спиц в разных направлениях способствует стабилизации отломков, при этом следует проводить спицы со стоперами с двух противоположных сторон (Рис. 9-1),
4. Проведение спиц со стоперами должно проводиться по илизаровскому правилу больших пальцев: хирург должен представить себе положение кистей его рук для ручного исправления смещения отломков — стоперы должны располагаться на той стороне, где помещаются большие пальцы (Рис. 9-2).

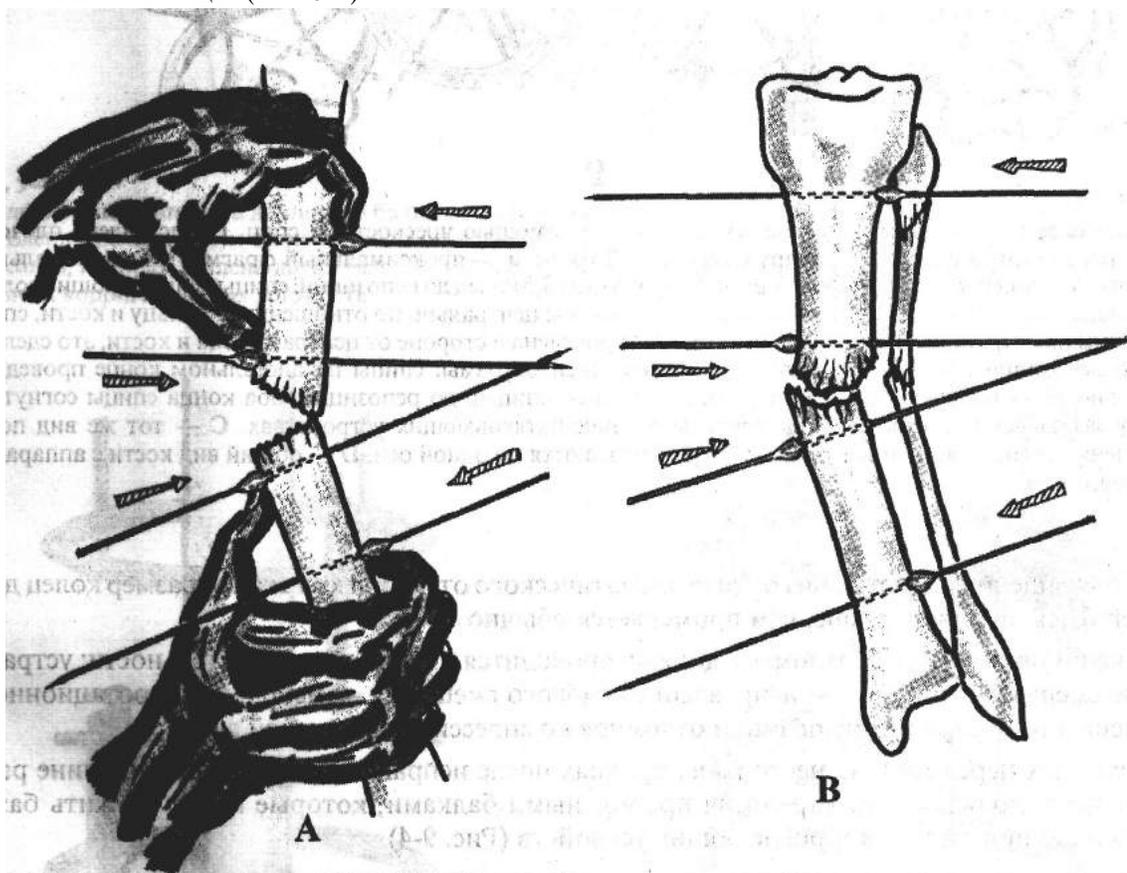


Рис. 9-2

"Правило больших пальцев" при репозиции углового смещения по Илизарову. Это правило помогает определить — скакой стороны должны находиться стопорные концы толкающих и тянущих спиц. Стрелки указывают на направление проведения спиц со стоперами. А — хирург мысленно прилагает свои руки к сломанной кости для исправления искривления. Толкающие спицы должны располагаться на стороне его больших пальцев. В — представлены Кости голени с переломом и угловым смещением. Толкающие и тянущие спицы со стоперами приведены на разных уровнях в Противоположном направлении, согласно правилу больших пальцев

5. Для репозиции смещенных отломков некоторые из спиц могут проводиться вне центра кольца — с 'тЮСледующим исправлением положения кости путем натяжения этой спицы (Рис. 9-3).

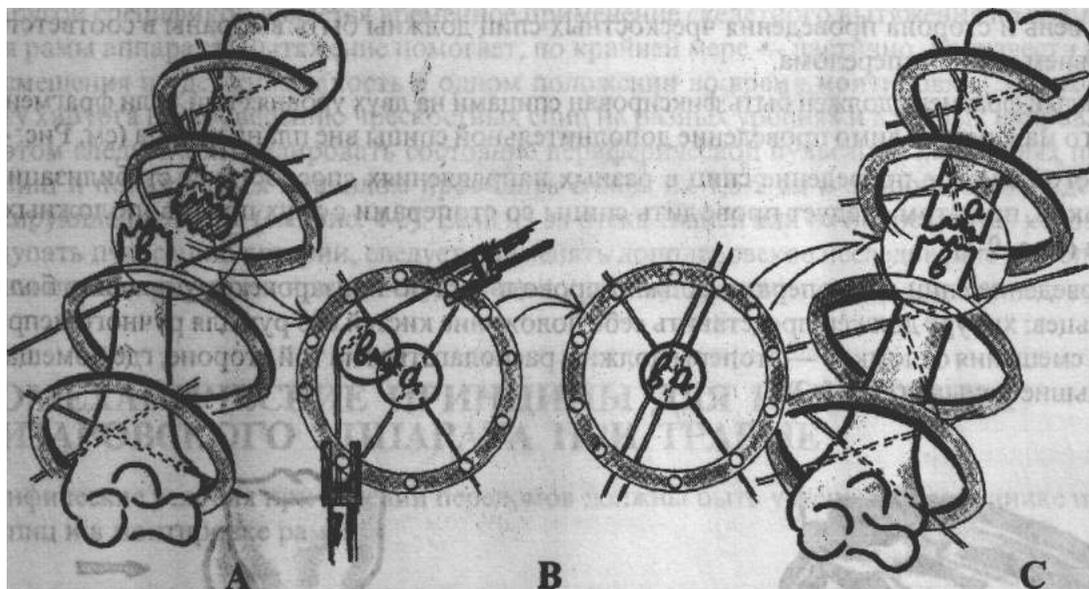


Рис. 9-3

Схематическое изображение исправления смещения с помощью чрескостных спиц. Представлена плечевая кость с переломом и смещением кнаружи в средней трети, а — проксимальный фрагмент, в — дистальный фрагмент. А—вид кости с наложенной рамой аппарата из 3,5 колец до репозиции; спицы, фиксирующие кольца проксимального компонента на фрагменте "а", проведены центрально по отношению к кольцу и кости, спица на проксимальном конце Детального отломка "в" проведена в стороне от центра кольца и кости, это сделано с целью репозиции перелома при соединении компонентов рамы; спицы на дистальном конце проведены центрально. В — поперечный срез на уровне кольца со спицей, до репозиции, оба конца спицы согнуты в сторону исправления смещения и закреплены в спице-натягивающих устройствах. С — тот же вид после исправления смещения, фрагменты "а" и "в" располагаются по одной оси. D — общий вид кости с аппаратом после репозиции

6. В предвидений нарастающего посттравматического отека мягких тканей размер колец должен быть на один больше, чем применяется обычно.
7. Репозиция смещенных отломков должна проводиться в такой последовательности: устранение смещения по длине — исправление углового смещения — исправление ротационного смещения — укрепление позиции отломков компрессией небольшой силы.
8. В случаях переломов на нескольких уровнях после исправления смещения по длине рама аппарата должна быть укреплена продольными балками, которые могут служить базой для дополнительных корригирующих устройств (Рис. 9-4).
9. В случаях косых или спиральных линий переломов рекомендуется репозиция отломков устройством для бокового перемещения с закреплением их спицами со встречными стоперами (Рис. 9-5).

Основы методов и, Техники лечения для переломов те же самые, что были показаны нами влредыдущих главах для лечения заболеваний и деформаций костей. Принципиальная разница заключается только в том, что при переломах почти никогда не следует применять метод distraction. Исключением является умеренное постепенное растяжение отломков на короткое время для репозиции щ? длине. Учитывая, что в зоне перелома всегда имеется гематома и хотя бы частичное повреждение мягких тканей, distraction не только не поможет образованию регенерата, но может ослабить регенераторные способности.

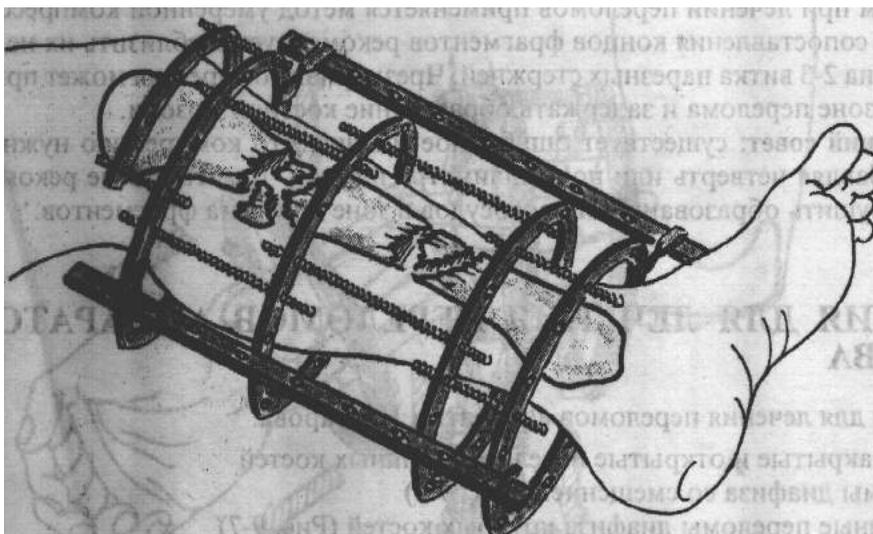


Рис. 9-4

Усиление рамы аппарата длинными балками при сегментарном переломе на нескольких уровнях. Представлена голень с оскольчатый сегментарным переломом большеберцовой кости, с наложенной рамой аппарата из 4,5 колец, которая усилена двумя балками. Эти балки могут служить базой для закрепления на них дополнительных корригирующих устройств

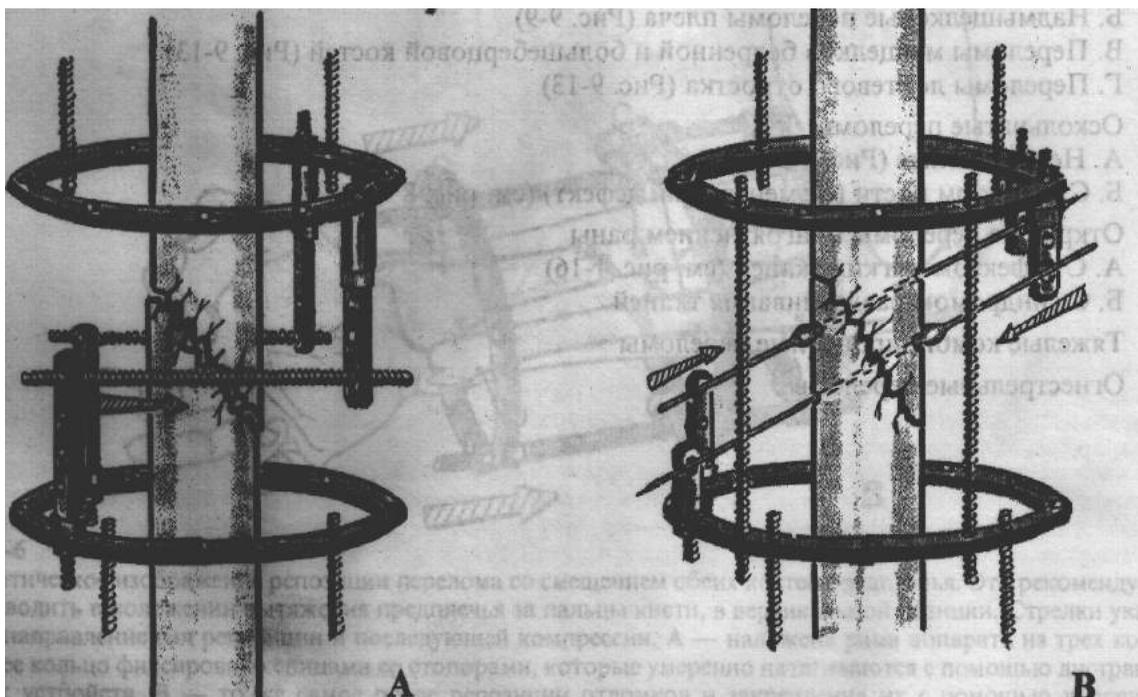


Рис. 9-5

Метод фиксации репонированного косого перелома. Представлена кость с репонированным косым переломом и секция рамы аппарата. Стрелки указывают направление репозиции и проведения скрепляющих спиц со стопорами. А — смещенный косой перелом репонирован с помощью перемещающих устройств между кольцами. В — для фиксации репонированного перелома две спицы со стопорами проведены перпендикулярно к линии перелома навстречу друг другу и фиксированы с натяжением к кронштейнам на кольцах

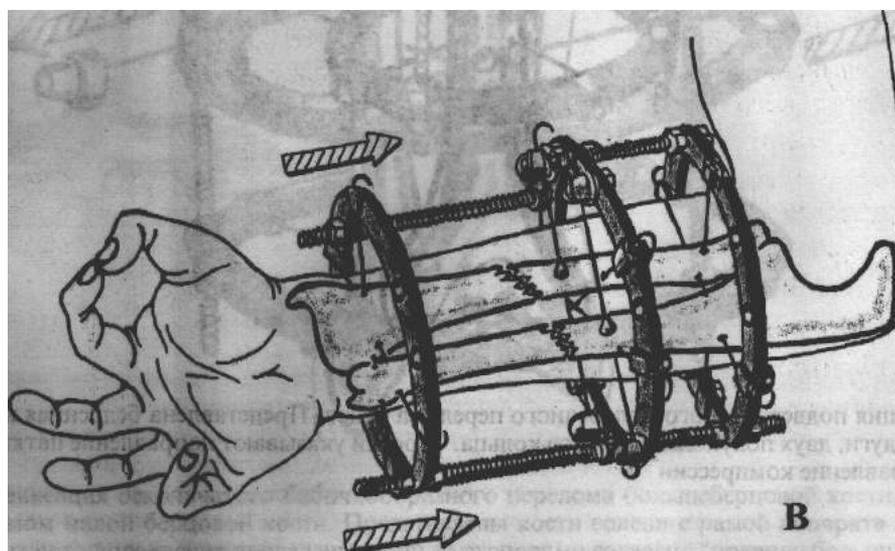
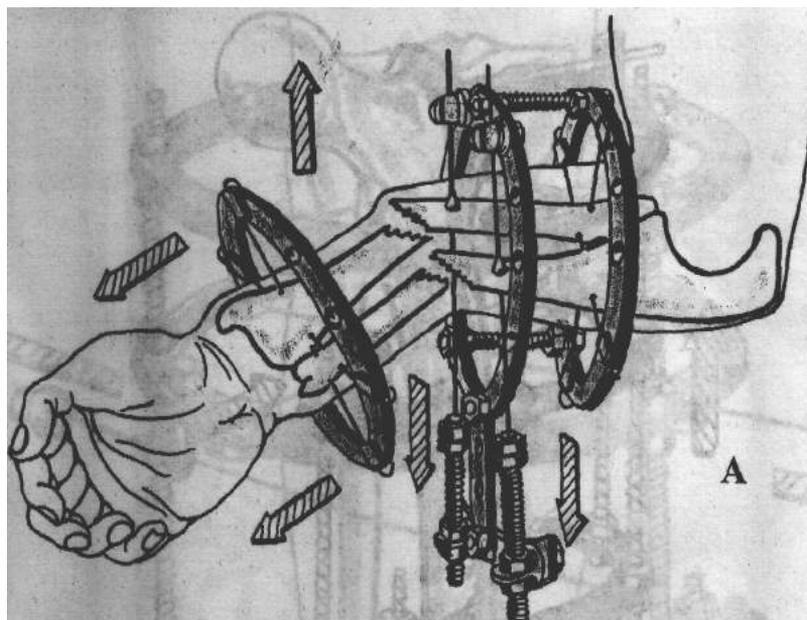
В основном при лечении переломов применяется метод умеренной компрессии отломков: после полного сопоставления концов фрагментов рекомендуется сблизить их не более, чем на 2-3 мм, то есть на 2-3 витка нарезных стержней. Чрезмерная компрессия может привести к местной ишемии в зоне перелома и задержать образование костной мозоли.

**Практический совет:** существует ошибочное мнение, что компрессию нужно постепенно усиливать, добавляя четверть или полмиллиметра в сутки. Делать это не рекомендуется, так как можно нарушить образование микрососудов в зоне контакта фрагментов.

## **ПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ АППАРАТОМ ИЛИЗАРОВА**

Показания для лечения переломов аппаратом Илизарова:

1. Сложные закрытые и открытые переломы длинных костей
  - А. Переломы диафиза со смещением (Рис. 9-6)
  - Б. Поперечные переломы диафиза крупных костей (Рис. 9-7)
  - В. Спиральные переломы диафиза (см. Рис. 9-1)
  - Г. Бабочкообразные переломы диафиза (Рис. 9-8)
  - Д. Сегментарные переломы диафиза (см. Рис. 9-4)
  - Е. Околосуставные переломы (Рис. 9-9 и 9-10)
2. Внутрисуставные переломы
  - А. Переломо-вывихи (Рис. 9-11 и Рис. 9-14)
  - Б. Надмыщелковые переломы плеча (Рис. 9-9)
  - В. Переломы мыщелков бедренной и большеберцовой костей (Рис. 9-13)
  - Г. Переломы локтевого отростка (Рис. 9-13)
3. Оскольчатые переломы
  - А. Нестабильные (Рис. 9-3 и 9-4)
  - Б. С дефектом кости (сегментарный дефект) (см. рис. 8 -8)
4. Открытые переломы с загрязнением раны
  - А. С дефектом мягких тканей (см. рис. 1-16)
  - Б. С синдромом раздавливания тканей
5. Тяжелые комбинированные переломы
6. Огнестрельные переломы



**Рис. 9-6**

Схематическое изображение репозиции перелома со смещением обеих костей предплечья. Это рекомендуется производить в положении вытяжения предплечья за пальцы кисти, в вертикальной позиции. Стрелки указывают направление сил репозиции и последующей компрессии. А — наложена рама аппарата из трех колец, среднее кольцо фиксировано спицами со стопорами, которые умеренно натягиваются с помощью дистракционных устройств. В — то же самое после репозиции отломков и закрепления их с помощью умеренной компрессии

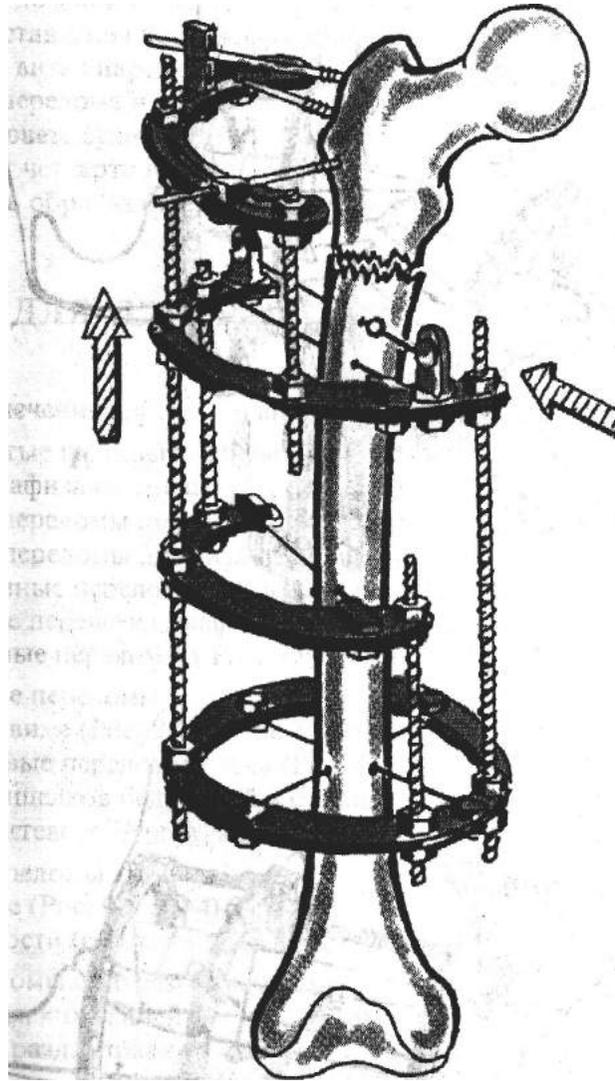
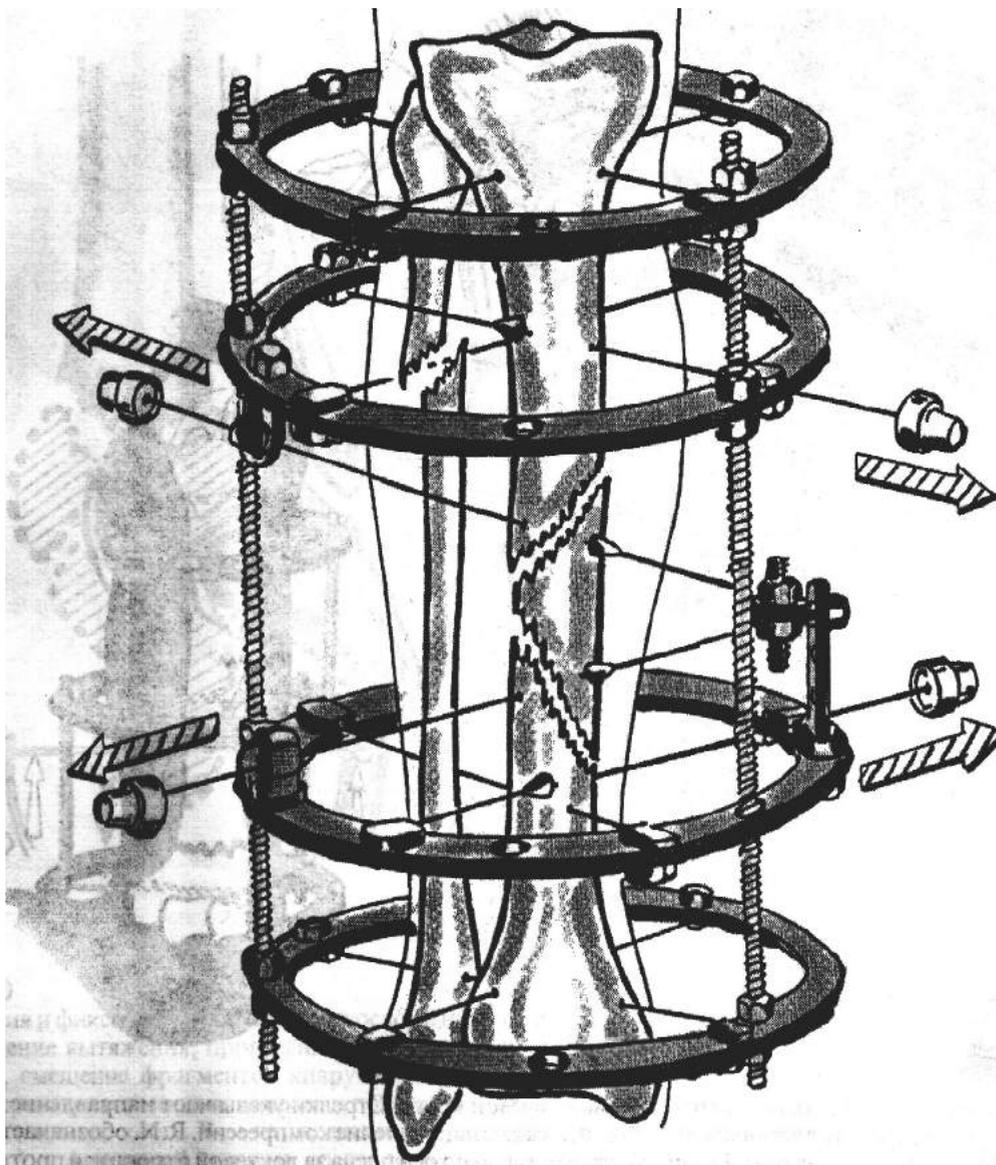


Рис. 9-7

Репозиция и фиксация подвертельного поперечного перелома бедра. Представлена бедренная кость с рамой аппарата из одной дуги, двух полуколец и одного кольца. Стрелки указывают направление натяжения спиц со стопором и направление компрессии



**Рис. 9-8**  
Репозиция и фиксация оскольчатого бабочкообразного перелома большеберцовой кости, сочетающегося с косым переломом малой берцовой кости. Представлены кости голени с рамой аппарата из четырех колец. Стрелки указывают направление проведения спиц со стопорами согласно "правилу больших пальцев"

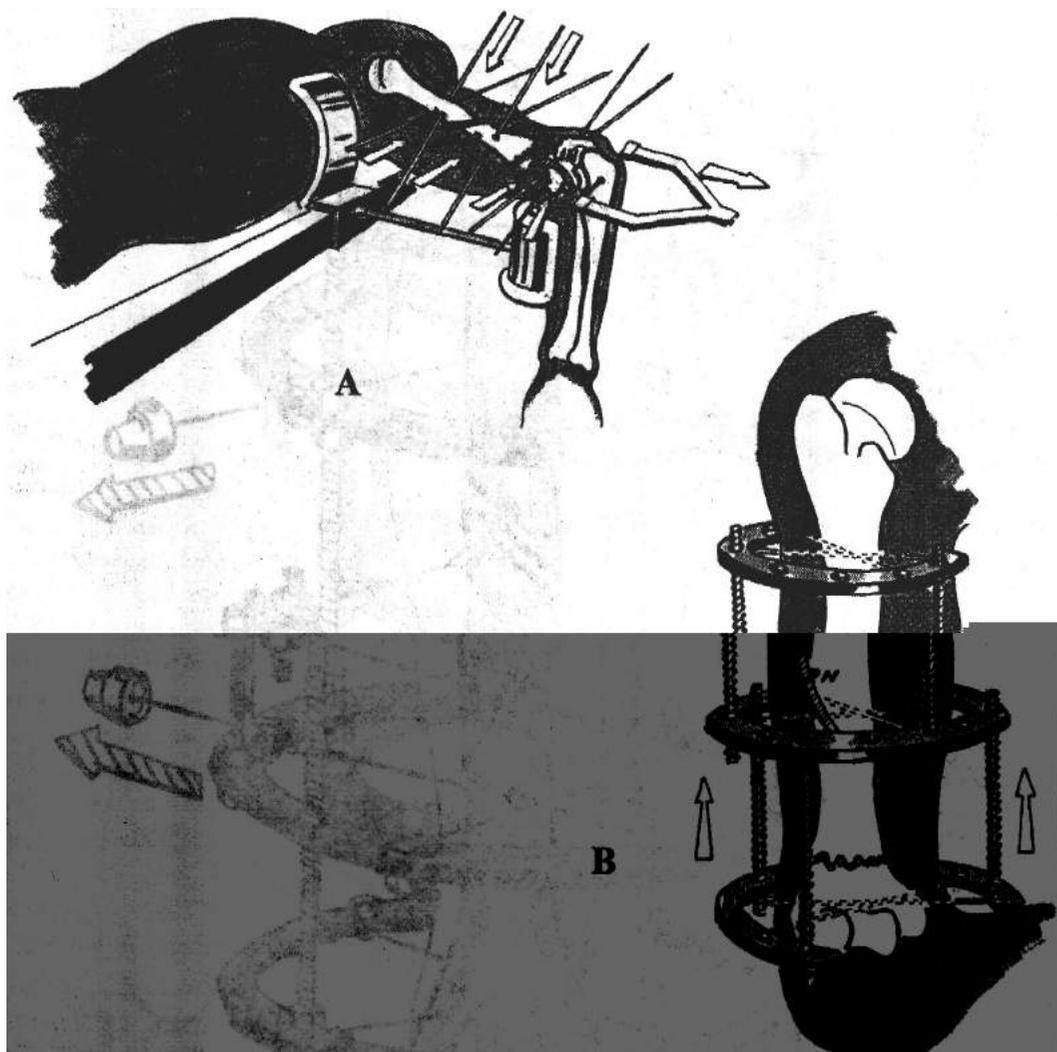


Рис. 9

Репозиция и фиксация надмышелкового перелома плечевой кости. Стрелки указывают направление проведения чрескостных спиц и тяги для сопоставления оси, а также направление компрессии. R.N. обозначает лучевой нерв. А — техника репозиции на операционном столе с тягой по оси плеча за локтевой отросток и противотягой фиксаторами-упорами. В — вид после репозиции, наложена рама из двух полуколец и одного кольца. **Практический совет:** важно провести спицы в стороне от лучевого и локтевого нервов; следует прощупать нерв и попытаться отвести его\* сторону нажатием пальцами через мягкие ткани; прокол спицы через кожу и мягкие ткани рекомендуется проводить под контролем реакции пальцев кисти больного: важно, чтобы в этот момент не происходило вздрагивание пальцев (для этого наркоз должен быть глубоким)

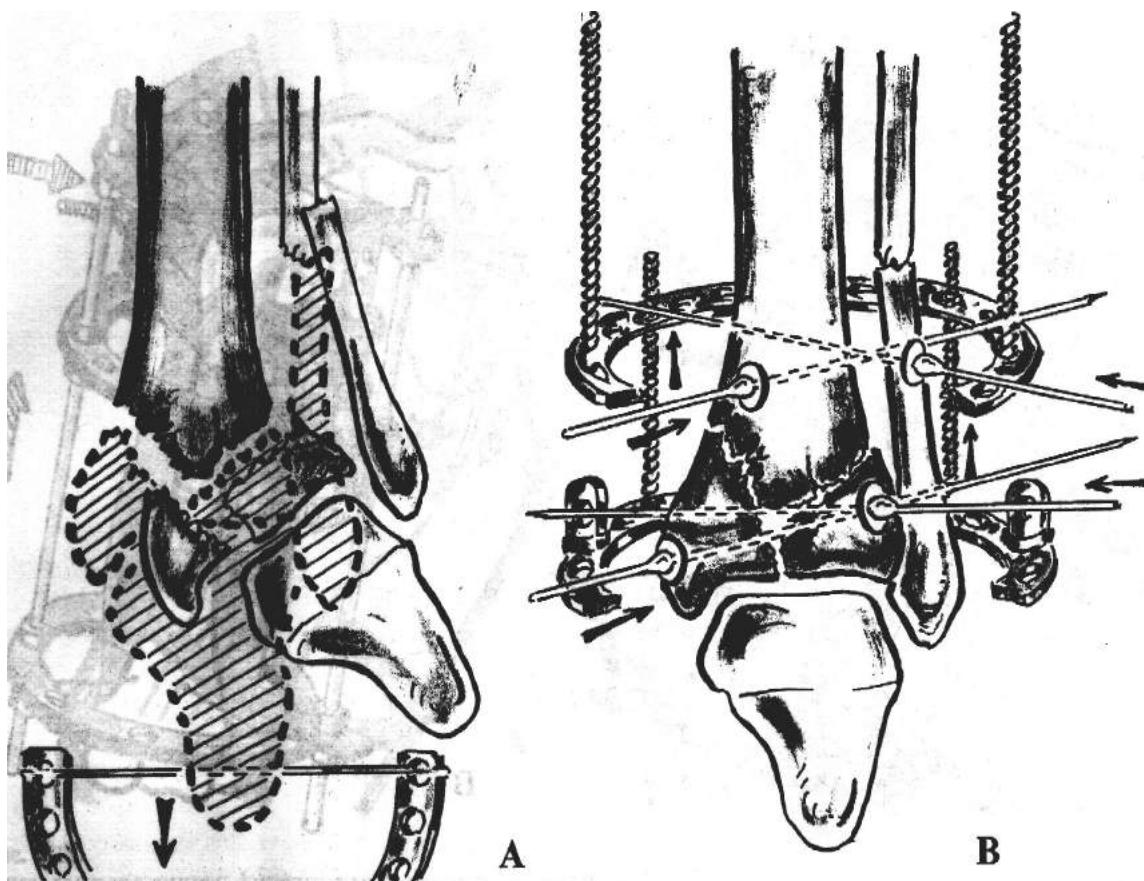
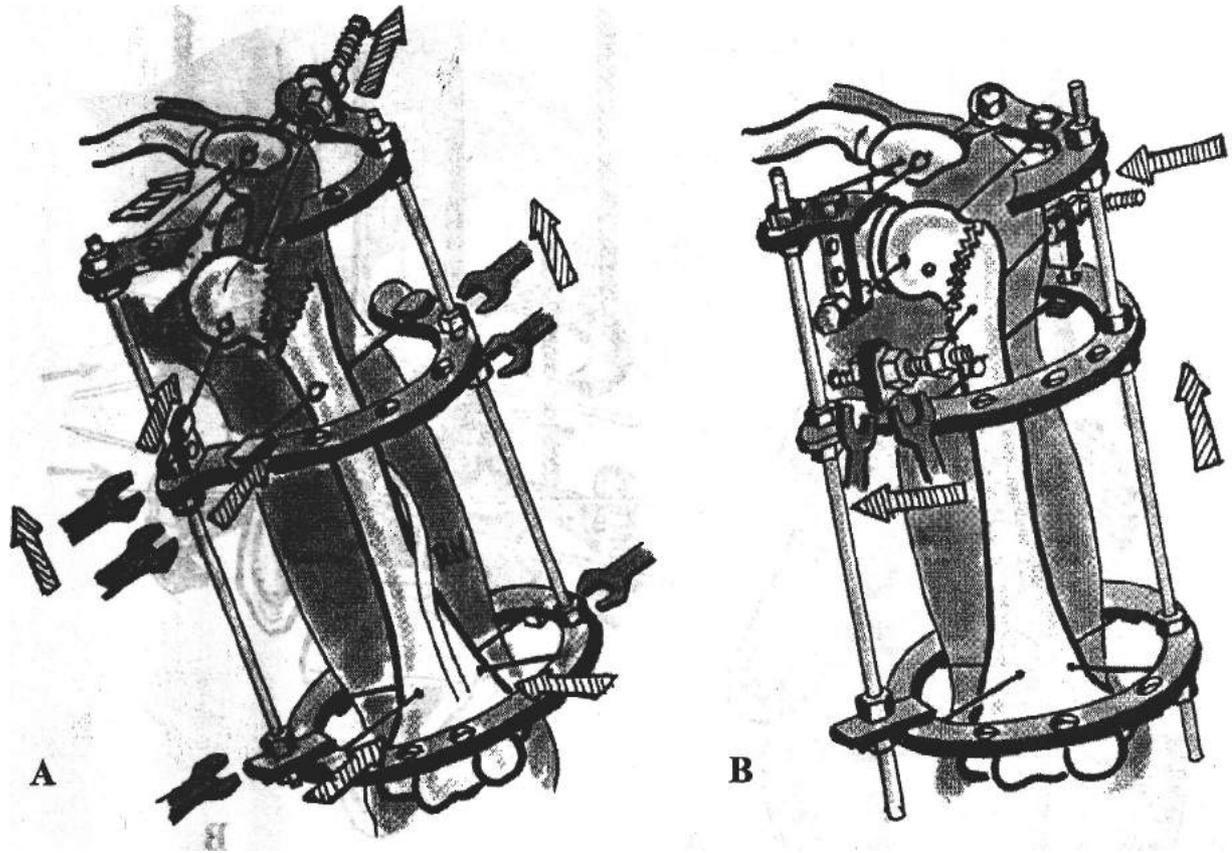


Рис.МО

Репозиция и фиксация оскольчатого перелома нижней трети голени (перелом типа пилон). Стрелки указывают направление вытяжения, проведения спиц со стопорами и последующей компрессии. А — передний вид до лечения, смещение фрагментов кнаружи с почти полным вывихом в голеностопном суставе; пунктирной линией с заштрихованными полосами показано исправление смещения под влиянием тяги скелетным вытяжением за пяточную кость. В —: тот же вид после репозиции и наложения рамы из трех колец (проксимальное не показано), с фиксацией спицами со стопорами; учитывая малую величину и ломкость фрагментов, перед стопорами поставлены прокладочные шайбы; для удобства изображения передняя часть двух дистальных колец не показана



**Рис. 9-11**

Закрытое постепенное вправление вывиха и репозиция перелома при переломо-вывихе плеча. Стрелки указывают направление репозиции, направление проведения спиц и тяги спицами со стопорами, а также компрессию; буквами RN обозначен лучевой нерв. А — передний вид плечевой кости с вывихом головки кпереди и переломом хирургической шейки со смещением; наложена рама из двух полуколец и одного (дистального) кольца; опорное проксимальное полукольцо с выгнутыми ножками (см. рис 1-15 и 1-17) закреплено двумя встречными спицами со стопорами к акромиальному отростку; через головку проведена спица со стопором, в направлении спереди назад и косо снизу вверх; вторая спица со стопором проведена близко к анатомической шейке в направлении спереди назад; постепенным натяжением обеих этих спиц производится вправление головки во впадину и перемещение диафиза кзади. В — тот же вид после вправления головки и репозиции смещения; для фиксации головки во впадине проведена другая гладкая спица в направлении, поперечном к оси кости, она фиксирована к полукольцу кронштейнами; для стабильности диафиза под анатомической шейкой проведена вторая спица, закрепленная к полукольцу кронштейнами

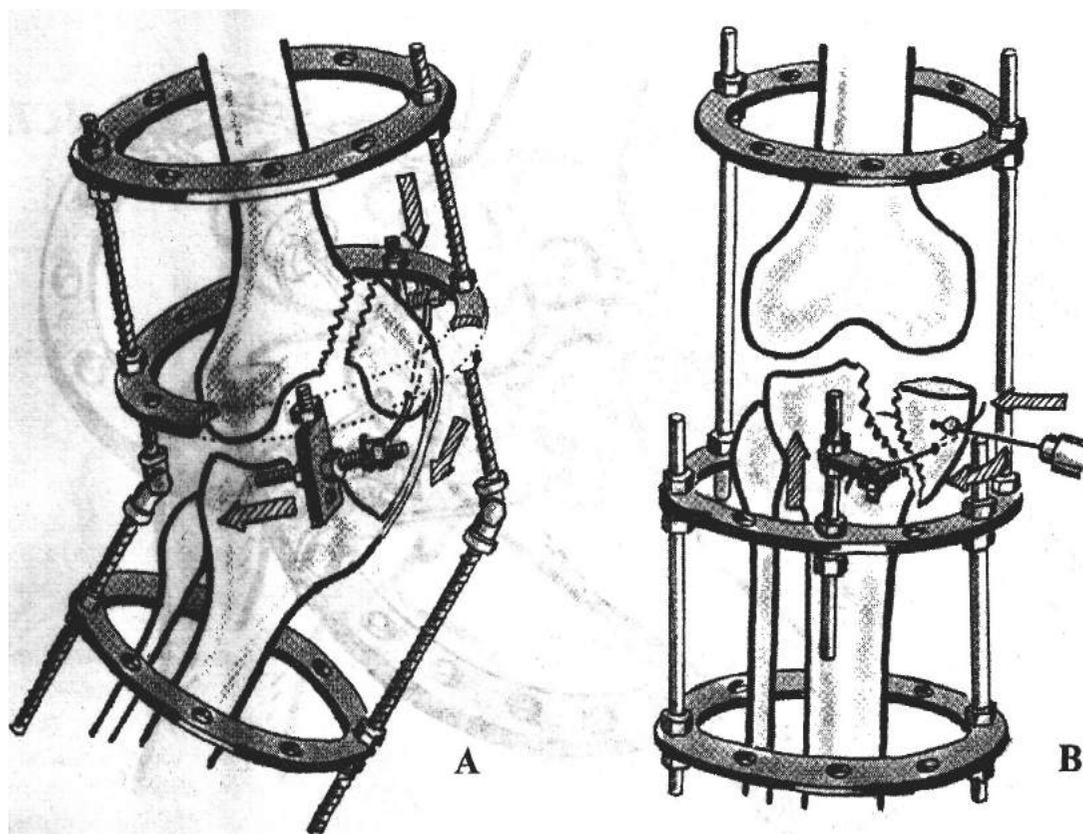
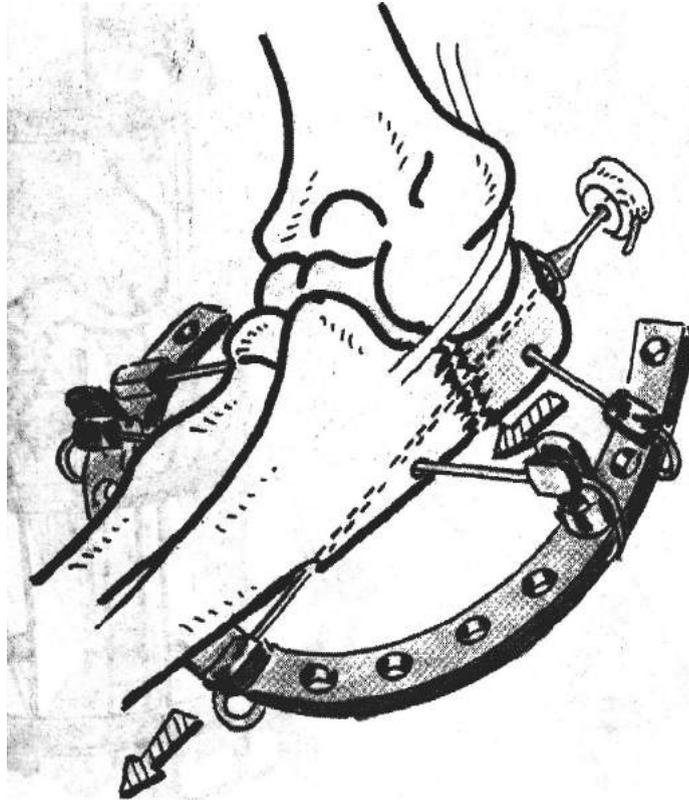


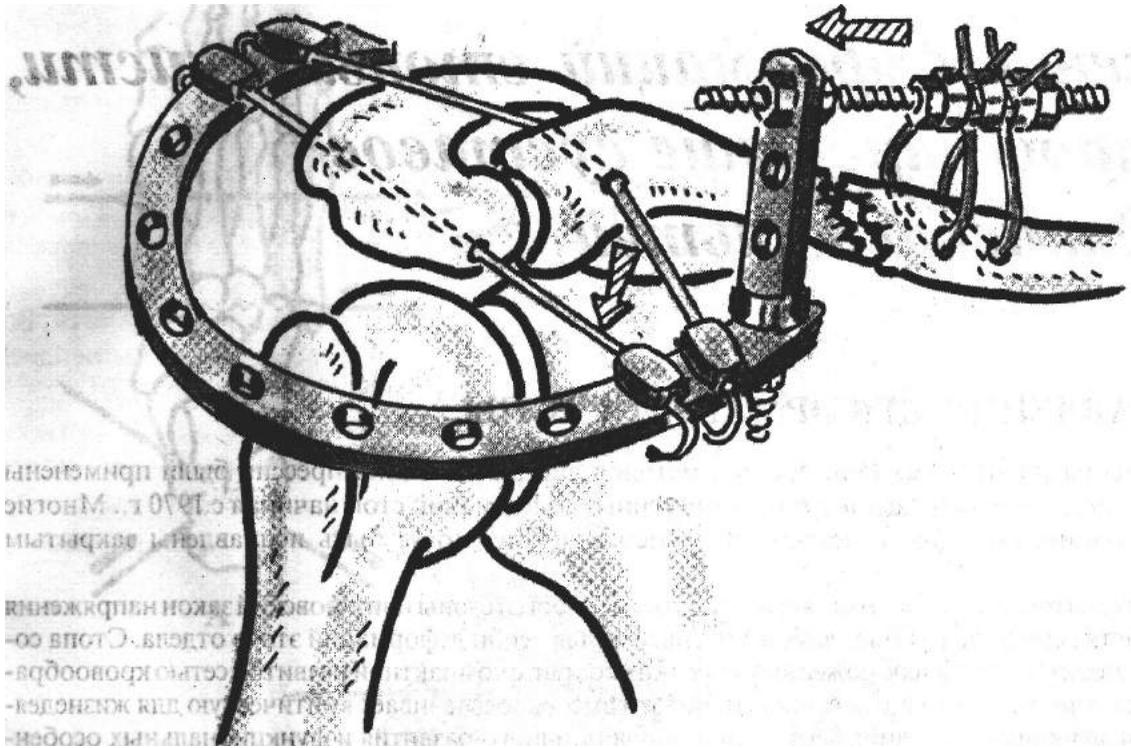
Рис. 9-12

Закрытая репозиция и фиксация мышелков бедренной и большеберцовой костей. Стрелки указывают направление проведения и <тяги спицами. А — передний вид коленного сустава с переломом внутреннего мышелка бедра со смещением, наложена рама аппарата из трех колец; через смещенный мышелок сзади вперед (через медиальную Юожку икроножной мышцы) проведена репонирующая спица (см. Рис. 4-31); ее концы загнуты кнаружи и закреплены в дастракционных устройствах; путем постепенного натяжения концов спица смещается кнаружи, производя «позицию отломка (для удобства изображения передняя стенка кольца не показана, и мышелки бедра и голени разведены); между бедренным компонентом и компонентом рамы на голени вмонтированы шарниры для функции коленного сустава. В — передний вид коленного сустава с переломом внутреннего мышелка большеберцовой кости со смещением; применен тот же самый метод репозиции мышелка с последующей фиксацией спицей со стопором



**Рис. 9-13**

Закрытая репозиция и фиксация перелома локтевого отростка. Стрелки показывают направление тяги спицами, буквами UN обозначен локтевой нерв. Через основание локтевого отростка и через его отломок поперечно коси локтевой кости проведены две параллельные друг другу спицы. Сближением их концов на обеих сторонах производится постепенная репозиция отломка; концы спиц закреплены в полукольце (или в 5/8 кольца, см. рис-1-15 и 1-16): В косом направлении через вершину отростка проведена спица со стопором и прокладочной шайбой, для фиксации репонированного отломка она натягивается к центру полукольца

**Рис 9-14**

Закрытая репозиция и фиксация перелома ключицы и вывиха ее акромиального конца. Передний вид плечевого и ключично-акромиального суставов с частью ключицы. Через акромиальный отросток и дистальный конец ключицы поперечно проведены две параллельные друг другу спицы. Путем их сближения производится репозиция с фиксацией к полукольцу. Через проксимальный фрагмент ключицы проведены две рядом расположенные спицы, концы которых загнуты и закреплены на коротком нарезном стержне с помощью прокладочных шайб. Для стабилизации перелома свободный конец стержня закреплен на кронштейне, фиксированном к полукольцу

# *Лечение деформаций стопы и кисти, артродезироеание суставов и удлинение культей*

## **ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ СТОПЫ**

Принципы разработанных Илизаровым методов distraction и компрессии были применены им для исправления врожденных и приобретенных деформаций стоп начиная с 1970 г.. Многие из деформаций, особенно в детском и раннем возрасте, могут быть исправлены закрытым путем.

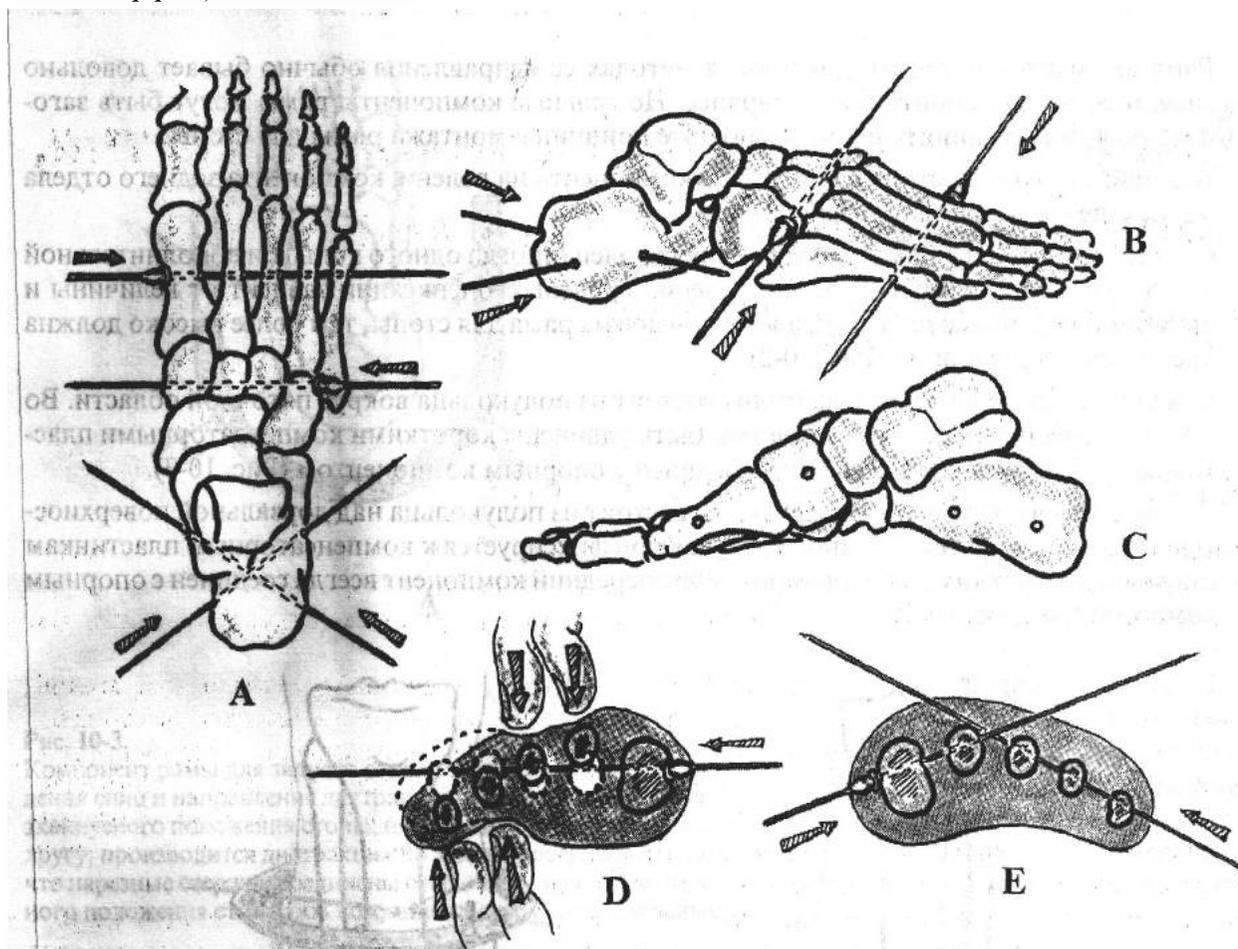
В силу анатомических и физиологических особенностей стопы илизаровский закон напряжения тканей растяжением даже более демонстративен при лечении деформаций этого отдела. Стопа состоит из многих близко расположенных коротких костей, с компактной развитой сетью кровообращения и с крепкими короткими связками. Все это вместе обеспечивает критическую для жизнедеятельности функцию удержания веса. В силу эволюционного развития и функциональных особенностей стопа легко приспосабливается к изменениям формы. Процесс образования и изменения формы зависит от воздействия прилагаемых сил, от рациональности монтажа рамы аппарата и от точности проведения чрескостных спиц. Неточность в проведении спиц и нерациональность в распределении сил distraction и компрессии могут пагубно отразиться на восстановлении стопы после закрытого или открытого лечения. Поэтому при лечении деформаций стопы хирург должен быть исключительно осторожен в проведении спиц и в приложении сил.

На стопе каждая спица должна быть правильно проведена с первой попытки. Множественные отверстия после многократных попыток проведения спиц провоцируют боль, оставляют гематому и способны ослабить структуру коротких костей. Это может привести к их перелому или прорезыванию спицей, а также может вызвать гипертензионный субфасциальный синдром. Все это нарушает заживление и приводит к замедлению образования регенерата.

Кроме двух артерий (тыльной и задней) с четко прощупываемым пульсом на тыле стопы и позади внутренней лодыжки, определить местонахождения других сосудов и нервов не представляется возможным. Учитывая это, спицы следует проводить медленно. Это также помогает избежать ожога костей и близко к ним расположенной кожи (Рис. 10-1).

Основные показания для закрытого лечения деформаций стопы:

1. Врожденная косолапость. Самый ранний срок для этого — четырех-пятилетний возраст (у Илизарова были пациенты двухлетнего возраста, но это нельзя рекомендовать в широкую практику).
2. Полая стопа.
3. Супинационная деформация (в комбинации с приведением или отведением переднего отдела).
4. Эквинусная деформация переднего и среднего отделов стопы в легкой форме.



Гис. 10-1

Рекомендуемые точки проведения и направление чрескостных спиц на стопе. Стрелки указывают направление. А — передний вид. В — латеральный вид. С — медиальный вид, D — метод проведения одной спицы через все пять плюсневых костей; представлено поперечное сечение стопы на уровне середины плюсневых костей, пунктирной линией показано изменение: положения костей и контура стопы при давлении на них пальцами с веру и снизу, E — метод приведения двух встречных спиц через середину плюсневых костей

Основные показания для открытого лечения деформаций стопы:

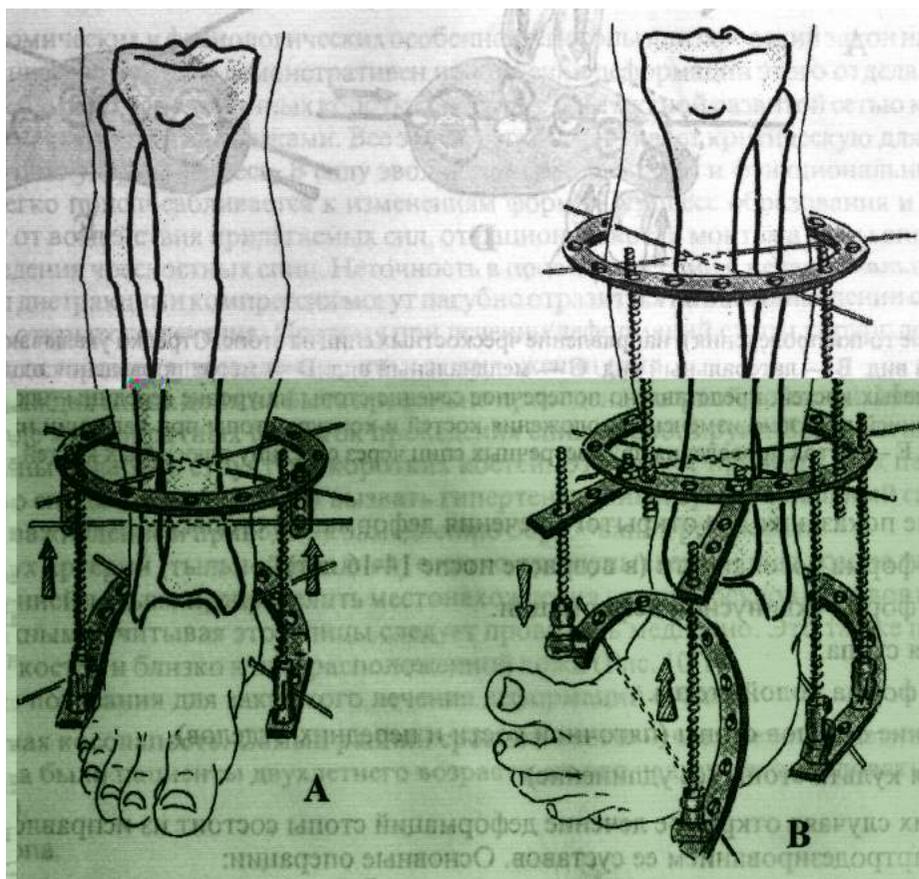
1. Тяжелая форма косолапости (в возрасте после 14-16 лет).
2. Тяжелая форма эквинусной деформации.
3. Пяточная стопа.
4. Тяжелая форма полостопы.
5. Укорочение отделов стопы (пяточной кости и передних отделов).
6. Короткая культя стопы (ее удлинение).

Во многих случаях открытое лечение деформаций стопы состоит из исправления формы в сочетании с артродезированием ее суставов. Основные операции:

1. Таранно-пяточный артродез.
2. Тройной артродез или тотальный артродез (голеностопного, таранно-пяточного, таранно-ладьевидного, пяточно-кубовидного и ладьевидно-кубовидного суставов).

Рама аппарата для стопы при многих методах ее исправления обычно бывает довольно сложная, и ее трудно смонтировать заранее. Но главные компоненты рамы могут быть заготовлены по разработанному плану. Основные принципы монтажа рамы для стопы:

1. Большинство рам состоит из опорного компонента на голени, компонента заднего отдела и компонента переднего отдела стопы.
2. Опорный компонент рамы состоит из двух колец (иногда одного кольца и дополнительной спицы на отлете) и фиксируется к голени. Уровень его фиксации зависит от величины и сложности компонента стопы: чем более сложна рама для стопы, тем более высоко должна крепиться опорная рама (Рис. 10-2).
3. Компонент для заднего отдела стопы состоит из полукольца вокруг пяточной области. Во многих случаях оба конца его должны быть удлинены короткими компенсаторными пластинками, и он всегда должен быть соединен с опорным компонентом (Рис. 10-3).
4. Компонент для переднего отдела стопы состоит из полукольца над дорзальной поверхностью плюсневых костей. Во многих случаях он фиксируется к компенсаторным пластинкам с помощью коротких полушарниров. Этот передний компонент всегда соединен с опорным компонентом (Рис. 10-4).



**Рис. 10-2**

Положение опорного компонента рамы при лечении деформаций стопы. Показан передний вид костей голени и стопы. Стрелки указывают направление компрессии и дистракции. А — при раме малых размеров на стопе опорный компонент состоит из одного кольца с добавочной спицей на отлете, фиксированного к нижней трети б/берцовой кости. В — при более сложной раме на стопе опорный компонент состоит из двух колец, фиксированных к нижней и средней трети б/берцовой кости

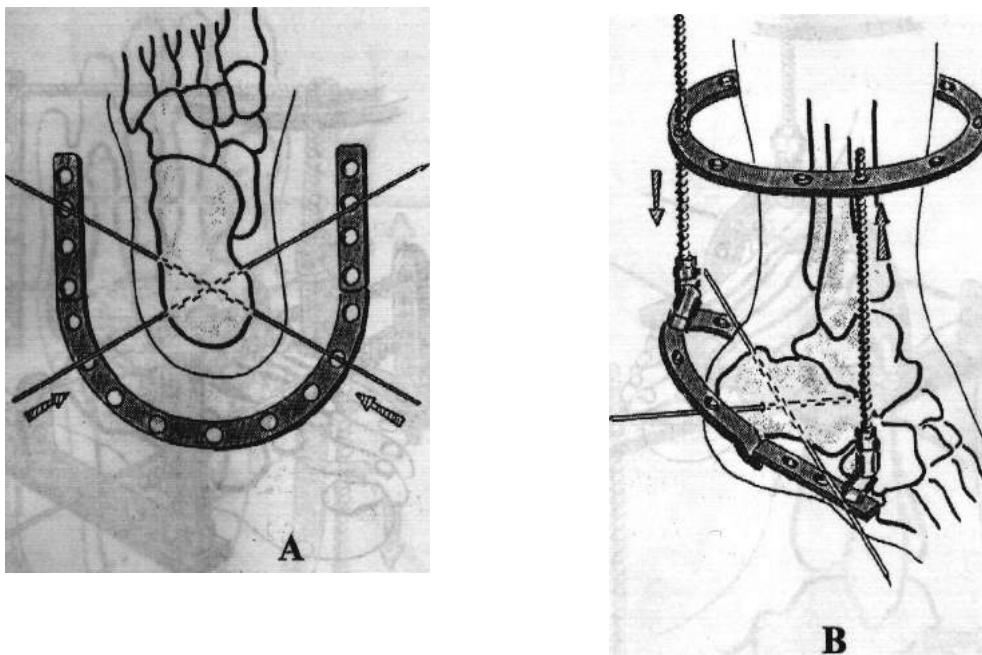
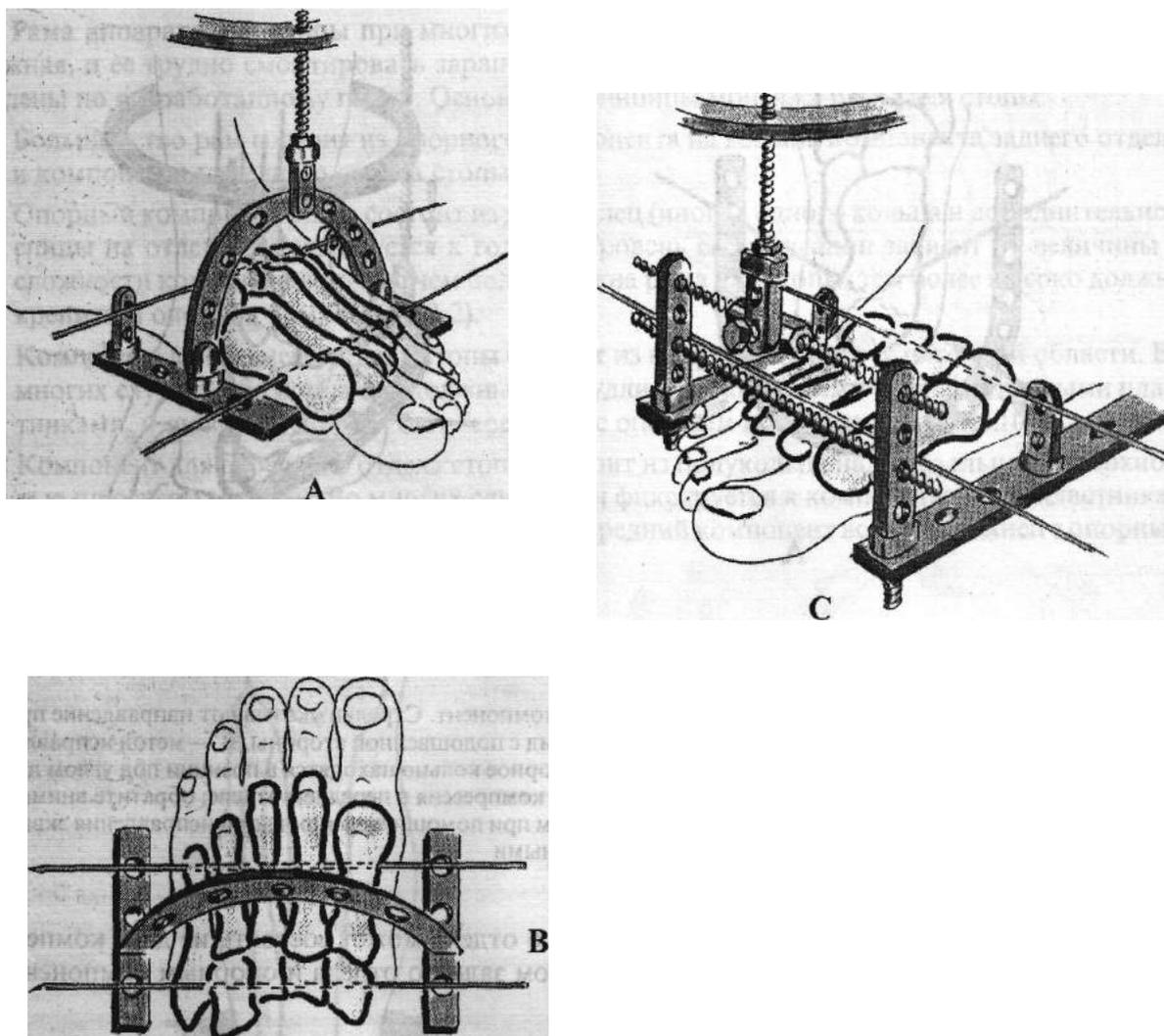


Рис. 10-3

Компонент рамы для заднего отдела стопы — пяточный компонент. Стрелки указывают направление проведения спиц и направление distraction-компрессии. А — вид с подошвенной стороны. В — метод исправления эквинусного положения стопы; пяточный компонент и опорное кольцо находятся в позиции под углом друг к другу; производится distraction по задней поверхности и компрессия в переднем отделе; обратите внимание, что нарезные стержни соединены с пяточным компонентом при помощи шарниров: при исправлении эквинусного положения стопы оба компонента станут параллельными

5. В отдельных случаях компонент для переднего отдела может состоять из двух компенсаторных пластинок, соединенных с компонентом заднего отдела и опорным компонентом (Рис. 10-5).
6. Компоненты переднего и заднего отделов стопы могут быть соединены или не соединены между собой, в зависимости от задачи лечения.
7. Соединение между компонентами переднего и заднего отделов стопы может быть подвижным (с помощью шарниров с двух сторон) (Рис. 10-6).
8. При монтаже рамы для стопы шарниры применяются чаще, чем в рамах для других сегментов. В некоторых случаях целесообразно применять двухосевые шарниры (см. Рис. 6-17) для одновременной коррекции двух типов деформаций.
9. Чрескостные спицы для стопы чаще всего должны быть тонкие — 1,5 мм диаметром, за исключением спиц, проводимых через пяточную кость взрослых пациентов, которые должны быть 1,8 мм диаметром.

Много вариантов рам аппарата для закрытого и открытого методов лечения деформаций стопы могут быть смонтированы с учетом этих основных принципов (Рис. 10-7, 10-8 и 10-9, см. также Рис. 7-14).



**Рис. 10-4**

Виды компонента рамы на переднем отделе стопы. А — боковой вид переднего отдела стопы с полукольцом, соединенным полушарниками с компенсаторными пластинками и с кольцом опорной рамы на голени. В — тот же вид спереди. С — вариант компонента из пластинок и кронштейнов, соединенных с опорным компонентом

## ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ КИСТИ

Хирургическое лечение кисти относится к разделу пластической хирургии. Благодаря размерам костей и суставов и благодаря физиологическим и функциональным особенностям кисти любые манипуляции на ней должны проводиться особенно точно и щадяще. Хирургу необходима специальная тренировка, и операции должны проводиться со специальными увеличительными очками.

Илизаровские принципы дистракции в применении к хирургии кисти во многих случаях заменили необходимость в костных и кожных трансплантатах. Это позволяет удлинить запяс-

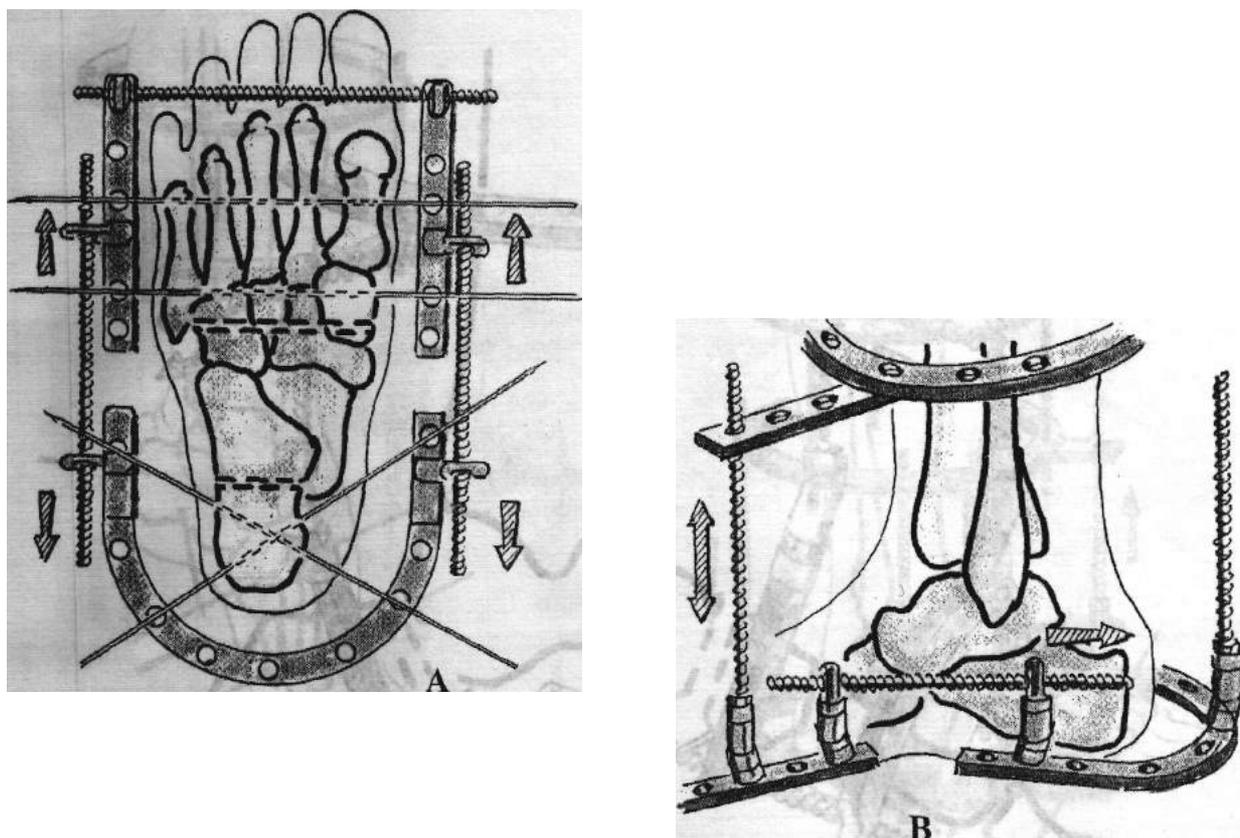


Рис. 10-5

Вариант рамы для удлинения стопы. Стрелки указывают направление дистракции, прерванные линии показывают участки остеотомии. А — подошвенный вид рамы, состоящей из пластинок, соединенных с пяточным компонентом. В — боковой вид, соединение с опорным компонентом

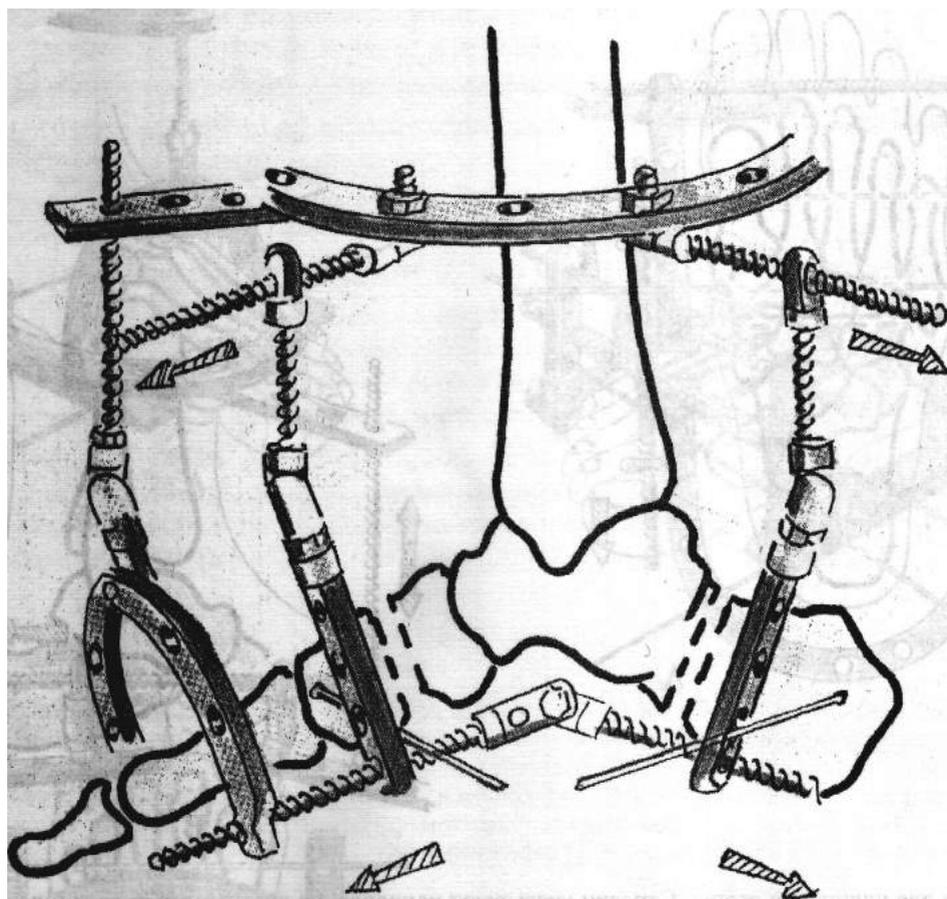
тье и пальцы без традиционных кожных лоскутов. Благодаря богатой сосудистой сети образование регенерационных тканей на кисти происходит быстрее и полноценнее, чем на других сегментах.

Для лечения травм и деформаций кисти Илизаров предложил особый набор аппарата, в котором все детали в четыре раза меньше деталей обычного набора. В нем нет колец, но имеются дуги. Короткие гладкие спицы и спицы со стопорами тоже тоньше обычных — 3/4 миллиметра диаметром. При монтаже рам для кисти большую роль приобретают прокладочные шайбы с пазами и без пазов. Детали этого набора могут соединяться с обычными, если есть необходимость в создании опорных компонентов на предплечье (см. Рис. 7-23).

Кортикотомия костей кисти производится через разрез 3-4 мм длиной и осуществляется остеотомом шириной 2 мм. Спицы проводятся специальной дрелью с малой скоростью сверления.

Основные показания для лечения кисти методами Илизарова:

1. Переломы пястных костей, в частности, внутрисуставной перелом основания первой пястной кости типа Бенетта.
2. Врожденное или приобретенное укорочение пястных костей.
3. Врожденное или приобретенное укорочение пальцев, включая первый палец.
4. Врожденная или приобретенная деформация пальцев.



**Рис. 10-6**

Вариант рамы для удлинения стопы. Стрелки указывают направление дистракции. В данном случае вместо пластинок применены нарезные стержни, соединенные кронштейнами с опорным компонентом, и соединенные между собой шарнирами. Такая облегченная рама применима для детей

5. Контрактура пястно-фаланговых суставов.
  6. Синдактилия.
  7. Отсутствие захвата кистью (для перемещения и создания первого пальца).
- Рамы аппарата для лечения кисти показаны на Рис. 10-10 и 10-11.

## МЕТОД КОМПРЕССИОННОГО АРТРОДЕЗА

Никакой другой метод сближения концов костей в суставе для их сращения не создает такой устойчивости и не дает такой силы сдвигания, как артродез методом компрессии, предложенный Илизаровым. Он может применяться для всех крупных и для многих мелких суставов.

Основные преимущества артродеза методом компрессии:

1. Минимальное хирургическое вмешательство для резекции суставных поверхностей.
2. Равномерность распределения сил компрессии по всей поверхности соприкосновения обработанных суставных концов.

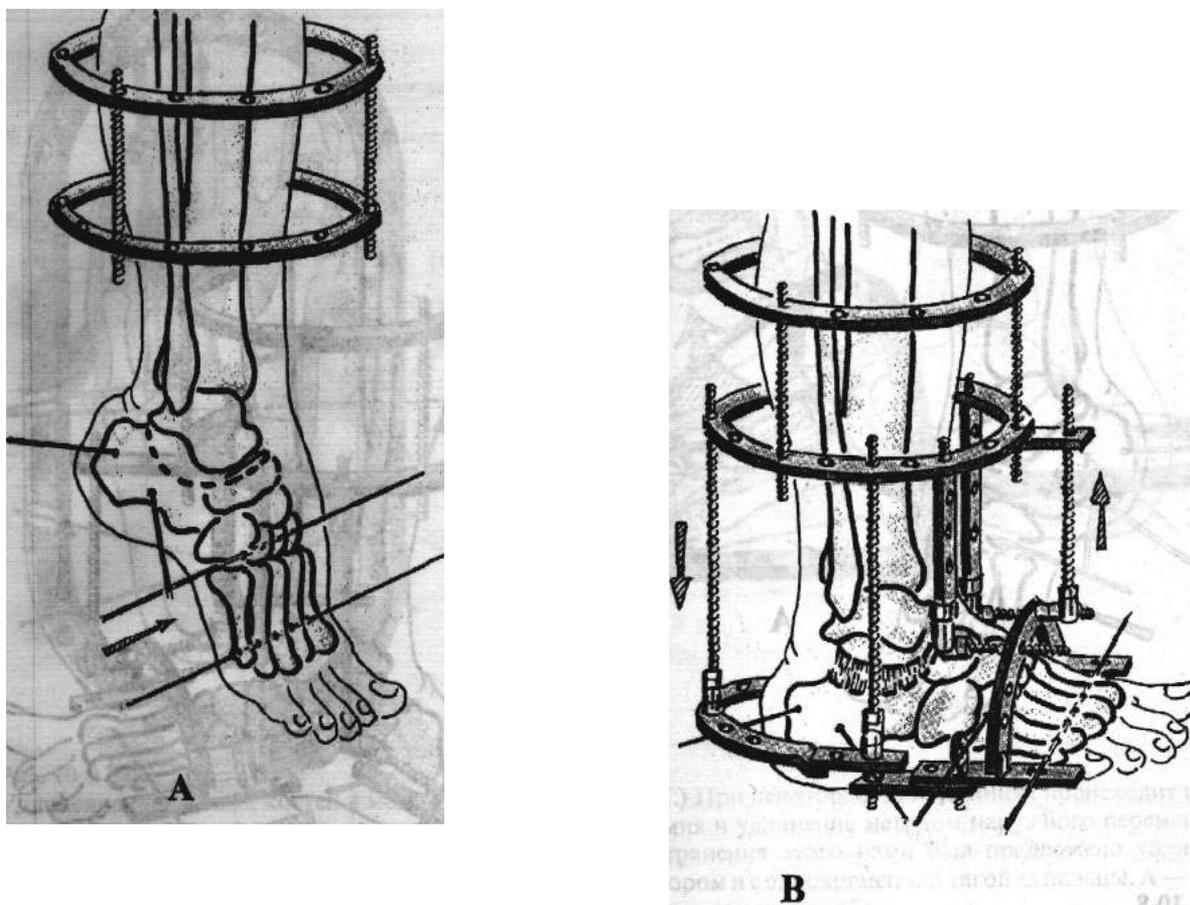
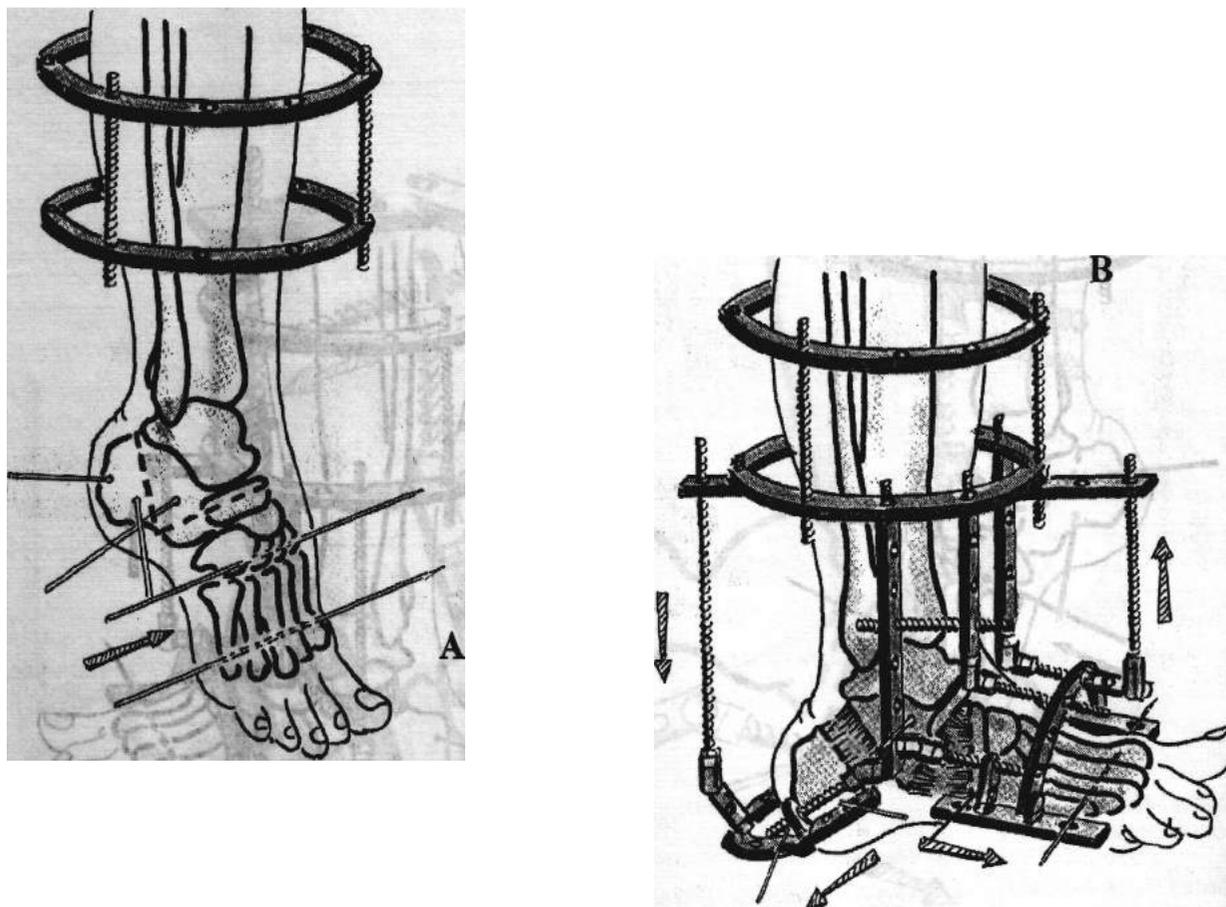


Рис. 10-7

Вариант метода исправления эквинусного положения стопы с остеотомией полуовальной формы. Представлен боковой вид голени и стопы в положении эквинусной деформации. Стрелки указывают направление проведения спиц и направление дистракции и компрессии, прерванная линия указывает положение и форму остеотомии. А — вид до исправления, наложен опорный компонент рамы. В — вид после исправления; постепенная дистракция заднего отдела привела к исправлению положения пяточной кости и к образованию костного регенерата (указан вертикальными колонками), а компрессия переднего отдела привела к сращению

3. Сохранение опорной функции нижней конечности на весь период лечения.
4. Сохранение функции других суставов верхней конечности на весь период лечения.
5. Доступ к кожной поверхности артродезируемого сустава.
6. Более короткие сроки сращения костей.
7. Возможность применения дистракции в зоне образующегося сращения для стимуляции регенерата кости и одновременного с артродезированием удлинения конечности (так называемый "удлиняющий артродез" по Илизарову).

Кроме этих преимуществ, при компрессионном артродезе не применяется внутренняя фиксация металлическими конструкциями, которые могут ломаться или способствовать провоцированию дремлющей инфекции, и которые необходимо в последующем удалять.



**Рис. 10-8**

Тот же вид, что на предыдущем рисунке. В этом случае произведена V-образная остеотомия. А — вид до исправления. В — вид после исправления. При остеотомии такой формы происходит большее растяжение фрагментов, которое ведет к образованию регенератов в переднем и заднем отделах стопы

Другим преимуществом компрессионного метода артродеза является возможность его проведения в стадии активного остеомиелита. Сразу после резекции разрушенных концов и вскрытия остеомиелитических полостей (см. Рис. 5-20) можно производить компрессию, которая способствует нормализации местного кровообращения и ликвидации воспаления.

Для устойчивой и равномерно распределяемой компрессии при артродезировании необходимо, чтобы рама аппарата была смонтирована из двух компонентов с соединяющим их компрессионными механизмами. Ими могут быть нарезные стержни с гайками (см. Рис. 2-7) или телескопические стержни (см. Рис. 7-5 и 7-6). Этих механизмов должно быть не менее трех (для коленного сустава — четыре), и они должны быть равномерно распределены по окружности.

**Практический совет:** для создания компрессии адекватной силы необходимо, чтобы расстояние между компонентами было относительно невелико: чем меньше это расстояние, тем легче создать адекватную по распределению и силе компрессию.

Технически, артродезирование проводится индивидуально и зависит от состояния местных тканей и возраста пациента. Не следует начинать с компрессии большой силы. Вначале достаточно простого полного сближения обработанных концов костей на 3-5 дней, чтобы на месте их соприкосновения образовались первичные сосудистые лакуны. После этого следует производить компрессию 2-3 раза в сутки по 1/4 мм в течение семи или десяти дней. После перерыва

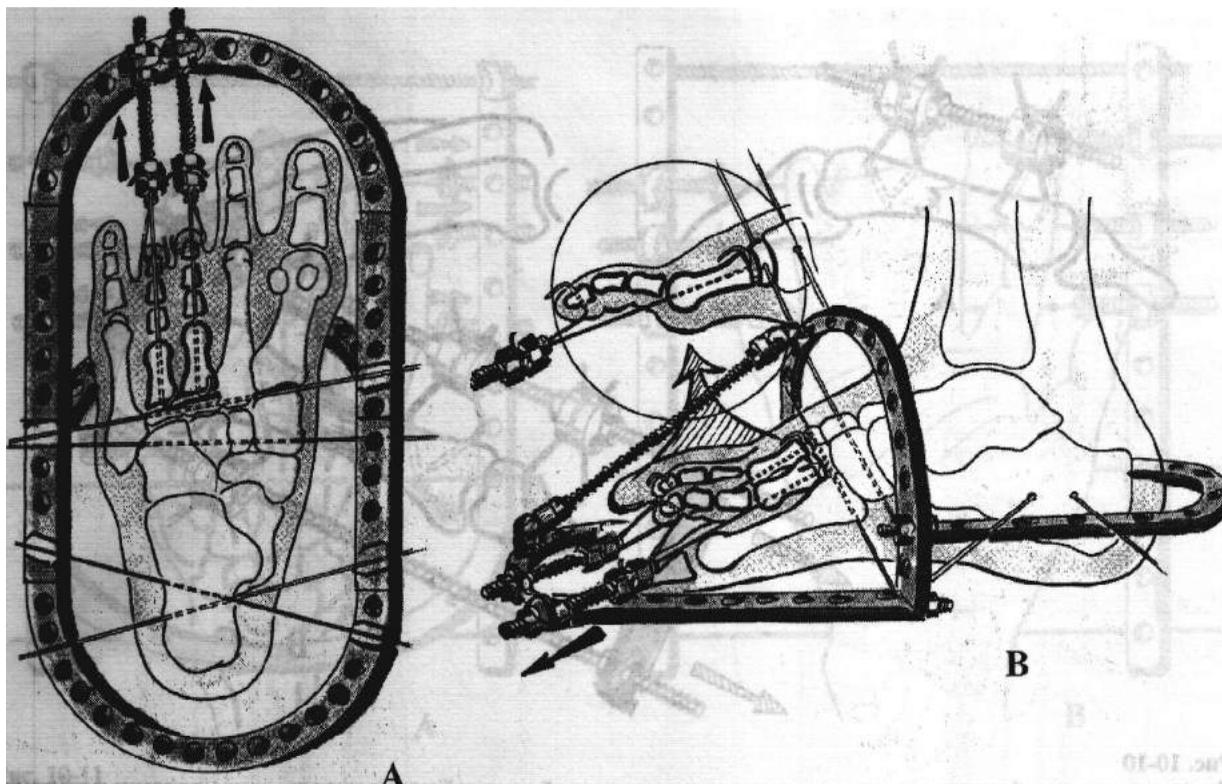


Рис. 10-9

Удлинение плюсневых костей в модификации автора (В. Г.) При некоторых заболеваниях происходит отставание в росте 3-й и 4-й плюсневых костей. Их кортикотомия и удлинение методом наружного перемещения приводят к контрактуре одноименных пальцев. Для устранения этого нами было предложено удлинение методом внутреннего перемещения спицей с крючком-стопором и с одновременной тягой за пальцы. А — стопа с наложенной рамой, вид с подошвенной стороны. В — то же самое, вид сбоку

в компрессии, еще через 7-10 дней, рекомендуется рентгенологически проконтролировать состояние сустава. Обычно следует продолжить компрессию по 1/2 мм в сутки еще несколько дней/Этого бывает достаточно для начала срастания. Сроки сращения колеблются от 2 до 4 месяцев.

Показанием к методу "удлиняющего артродеза" коленного сустава является укорочение ноги, которое усугубляется резекцией суставных поверхностей/Этим методом удастся достичь небольшого удлинения—на 2-3 см, но и оно может благотворно сказаться на функции (Рис. 10-12).

Для артродезирования голеностопного сустава применяются несколько различных методик и рам аппарата. Анатомической особенностью этого сустава является относительно длинная наружная лодыжка, которая мешает сращению, если ее не резецировать. Резецированную наружную лодыжку рекомендуется применять для укрепления и дополнительной стимуляции кобътного сращения (Рис. 10-13).

Илизаровские методы позволяют также производить артродез плечевого и тазобедренного суставов. В этих анатомических локализациях технически довольно трудно фиксировать опорный компонент рамы. Поэтому эти методы мы не описываем.

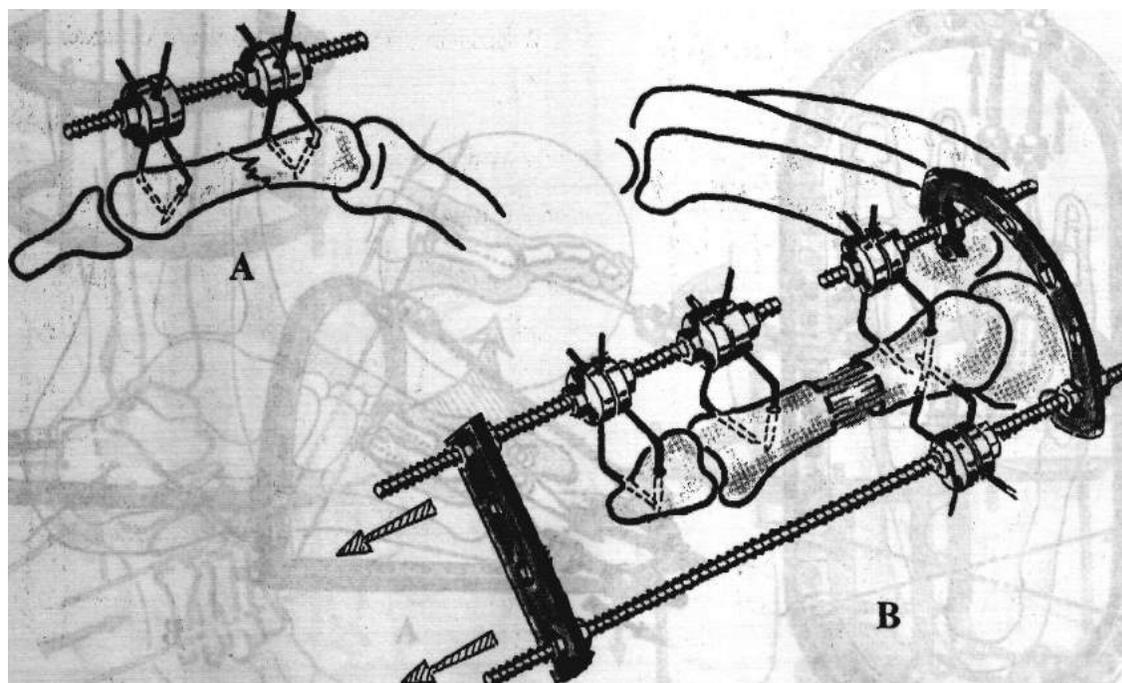


Рис. 10-10

Лечение перелома фаланги пальца кисти и удлинение первой пястной кости методами компрессии и дистракции. А — устройство для стабилизации и компрессии, спицы затянуты в прокладочных шайбах, скрепленных гайками на нарезном стержне. В — вид первой пястной кости с наложенной опорной рамой; дистракция производится с помощью пластинки на конце рамы; опорным компонентом является полукольцо с двумя стержнями, к которым фиксирован проксимальный фрагмент

## УДЛИНЕНИЕ КОРОТКОЙ КУЛЬТИ МЕТОДОМ ДИСТРАКЦИИ

Удлинение короткой культы голени инвалиду Отечественной войны было впервые произведено Илизаровым в 1964 г. Тогда он в первый раз произвел рассечение кортикальной кости, которое явилось прообразом кортикотомии. И тогда он впервые осторожно применил медленное растяжение фрагментов. Его первоначальной идеей было создать щель между фрагментами—для последующего заполнения трансплантатом кости. Так случилось, что Илизаров не наблюдал за пациентом 2-3 месяца. А когда сделал контрольный рентгеновский снимок, то, к удивлению обнаружил что, вместо щели образовался костный регенерат.

Это случайное открытие напоминает по своему характеру открытие пенициллина Флемингом в 1929 г. Он тоже оставил свои чашки Петри в лаборатории, а когда вспомнил, то обнаружил, что попавшая случайно плесень *Penicillium Notation* уничтожила колонии высеванных микробов. Это легло в основу открытия первого из антибиотиков. И та памятная операция тоже легла в основу разработки удлинения костей методом дистракции. Настоящий ученый замечает факты и делает из них выводы.

Показанием для удлинения короткой культы является невозможность пользования культей для ношения протеза или невозможность использовать культю для других функций (особенно на верхней конечности).

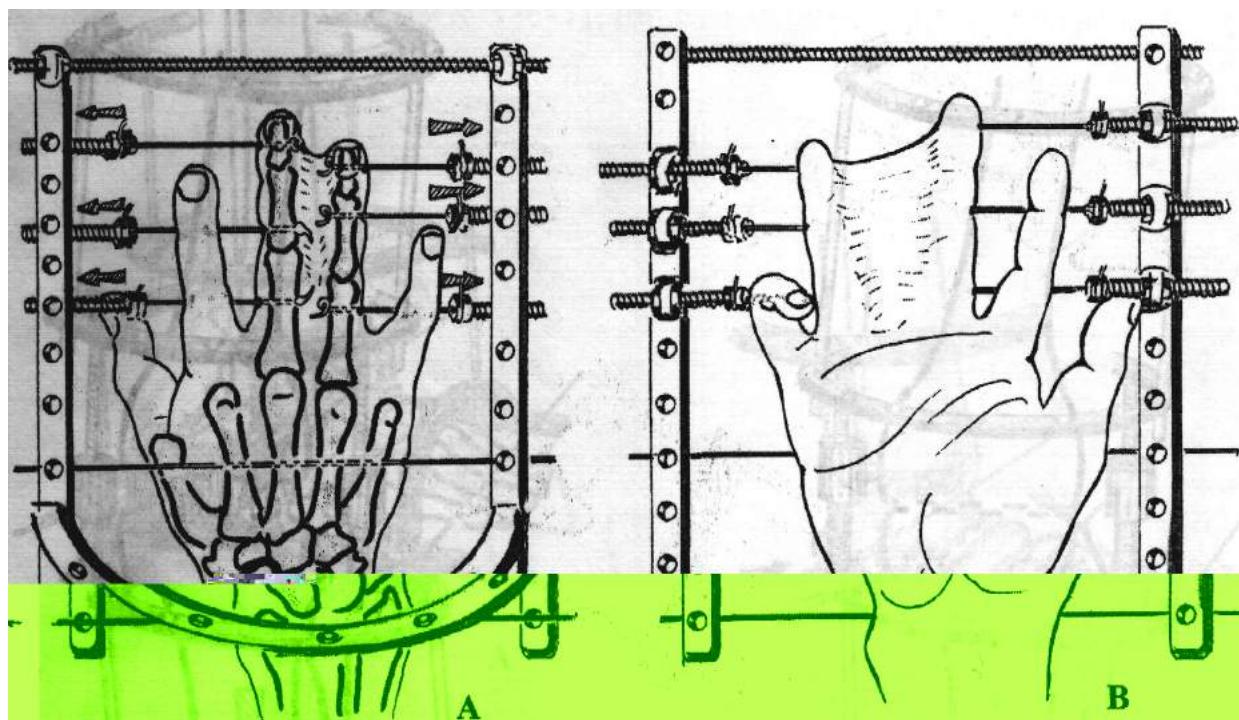


Рис. 10-11

Метод лечения синдактилии. Стрелки указывают направление растяжения. А — тыльный вид кисти с наложенной рамой аппарата и проведенными спицами со стопорами, до начала растяжения кожной перемычки. В — ладонный вид той же кисти после растяжения кожной перемычки

Многие из культи становятся короткими вследствие повторных операций, и многие из них имеют глубокие и болезненные рубцы. Преимуществом удлинения культи методом дистракции является улучшение местного кровообращения в ней, приводящее к размягчению рубцов и к улучшению состояния кожи.

Рама аппарата для удлинения короткой культи голени монтируется из двух колец. Рама аппарата для удлинения короткой культи бедра монтируется из арки (или двух арок) и одного кольца (Рис. 10-14).

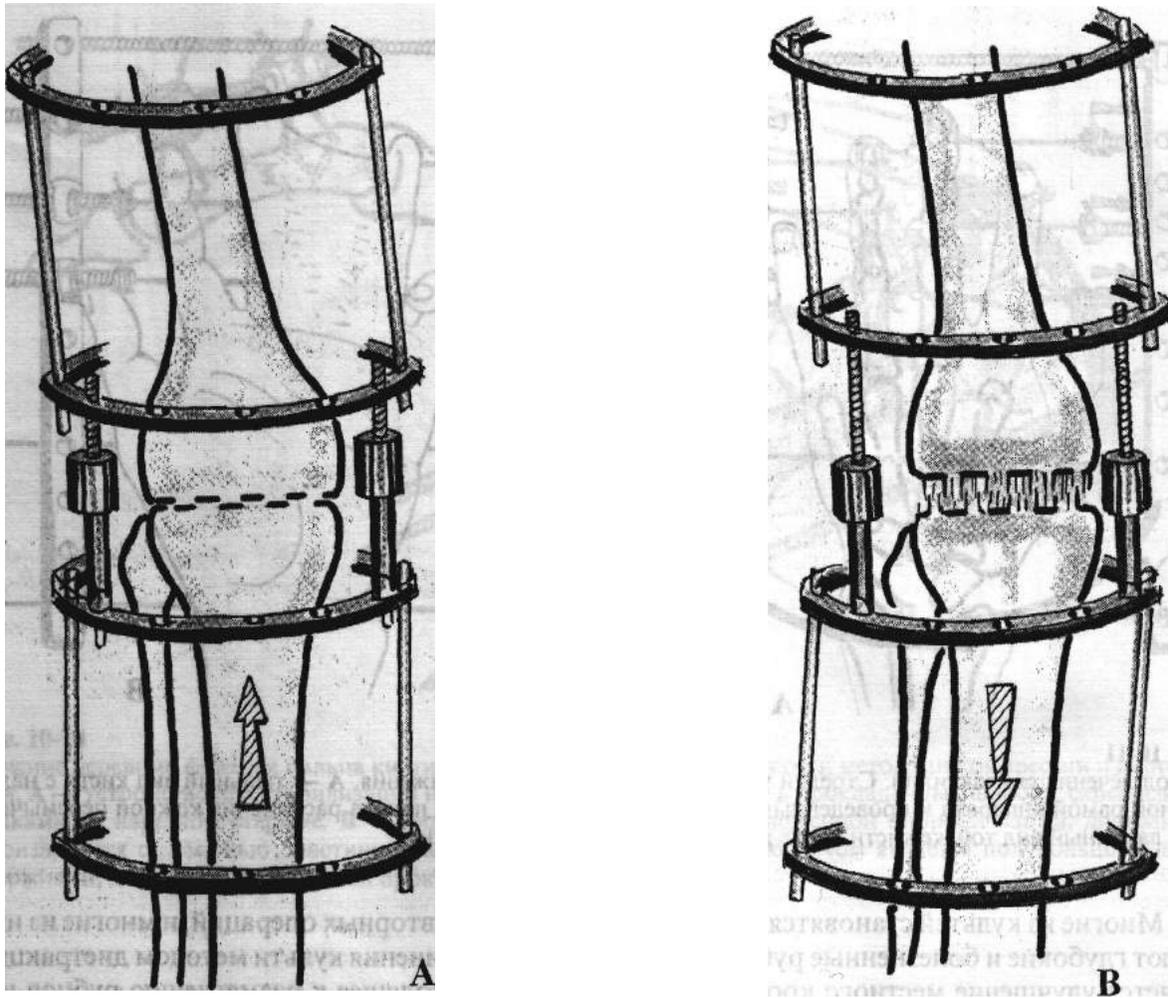


Рис. 10-12

Артродезирование коленного сустава методом компрессии. Схематическое изображение области коленного сустава, вид спереди, с наложенной рамой аппарата из двух соединенных компонентов. Стрелки указывают направление сил компрессии и дистракции. Прерывистая линия показывает зону резекции суставных поверхностей, вертикальные колонки обозначают образование регенерата. А — компрессия приводит к сращению. В — дистракция после компрессии приводит к образованию регенерата и удлинению в зоне сращения. Объяснение в тексте

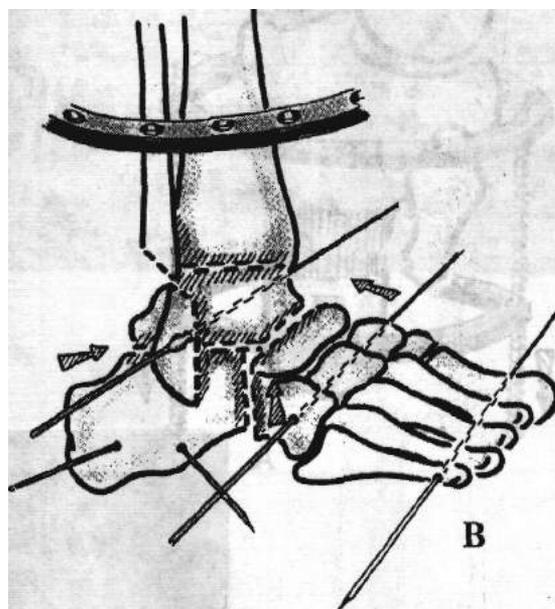
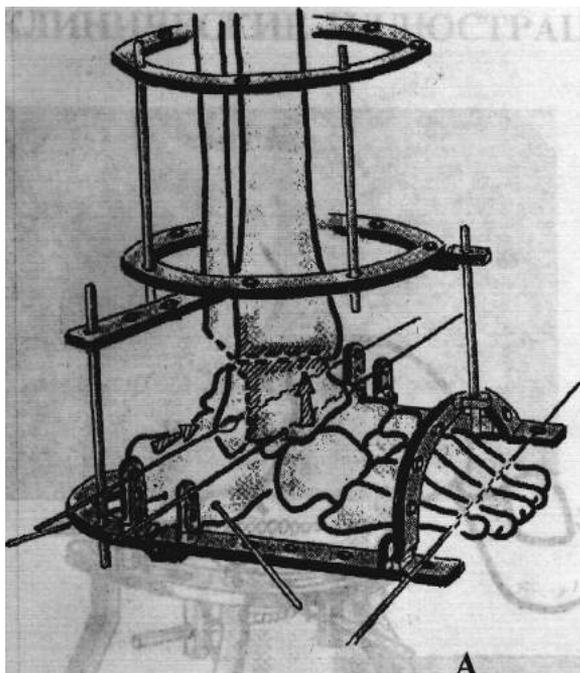
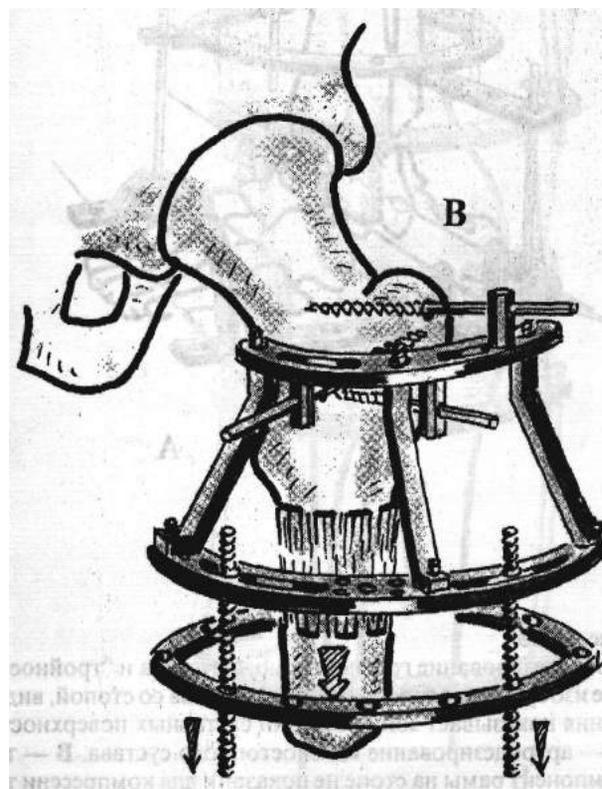
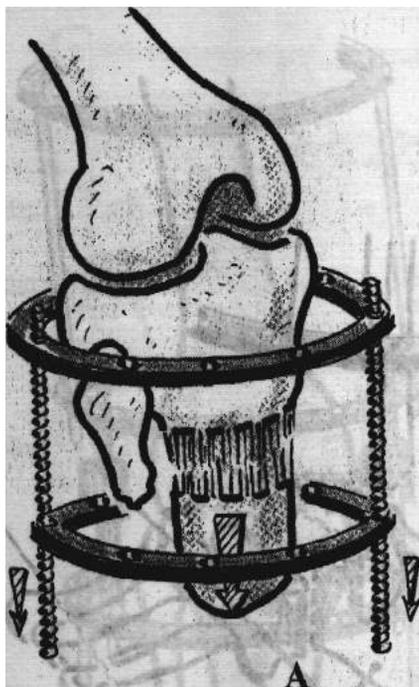


Рис. 10-13

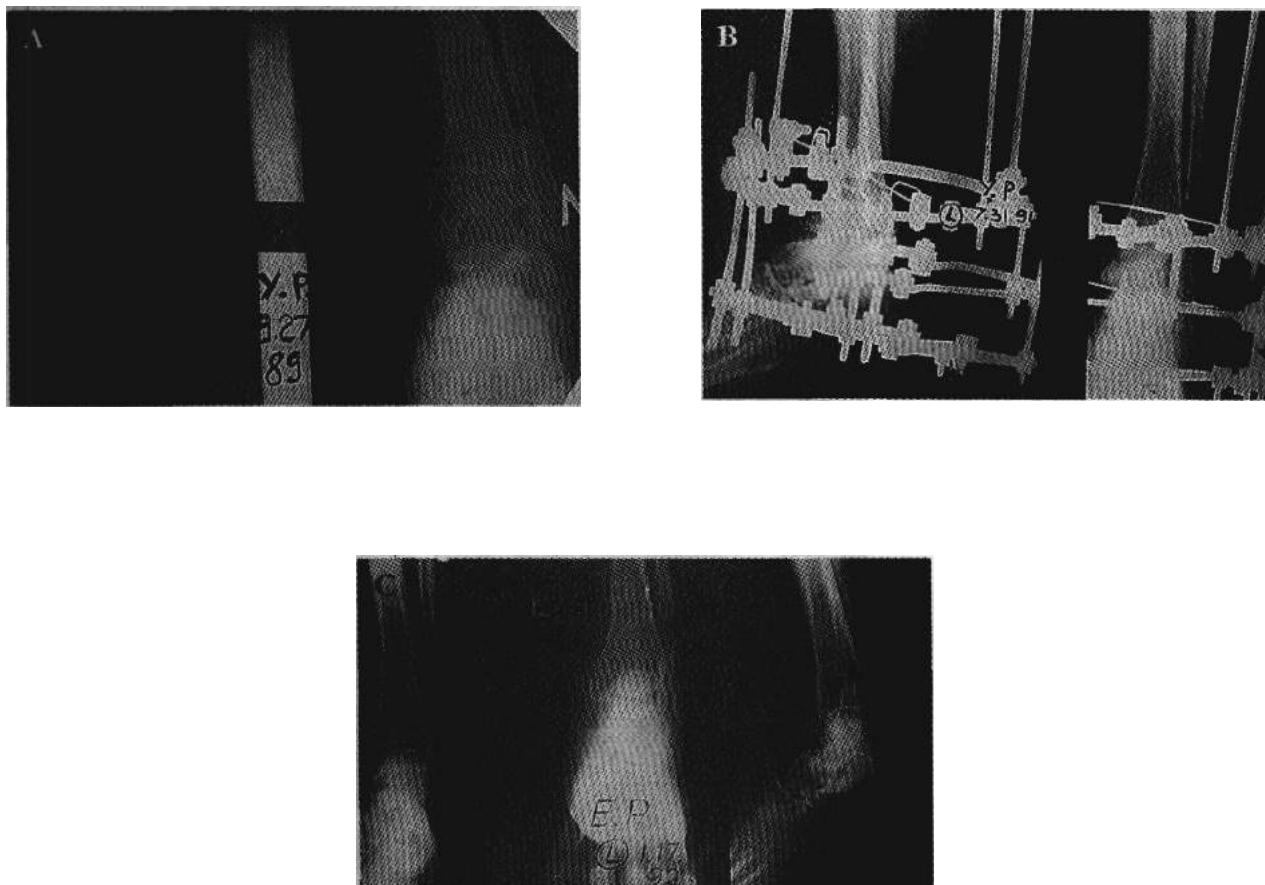
Артродезирование голеностопного сустава и "тройное артрoдезирование" методом компрессии. Схематическое изображение голеностопного сустава со стопой, вид снаружи, с наложенной рамой аппарата. Прерывистая линия показывает зону резекции суставных поверхностей. Стрелки указывают направление сил компрессии. А — артрoдезирование голеностопного сустава. В — тройное артрoдезирование (для удобства изображения компонент рамы на стопе не показан); для компрессии таранно-ладьевидного сустава проведена дополнительная спица через плюсневые кости. Объяснение в тексте



**Рис. 10-14**

Удлинение короткой культы методом дистракции. Представлено схематическое изображение костей культы голени и бедра с наложенными рамами аппарата. Прерывистая линия показывает участок кортикотомии, стрелки указывают направление дистракции, вертикальные колонки обозначают образование регенерата. А — удлинение культы голени. В — удлинение культы бедра. Объяснение в тексте

## КЛИНИЧЕСКИЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ К ГЛАВЕ 10



**рис. 10-15. Артродезирование голеностопного сустава**

Двадцатисемилетний мужчина с резкими болями, хромотой и вальгусной деформацией в левой голеностопном суставе через два года после перелома-вывиха, леченного консервативно в России. А — рентгенограмма Голеностопного сустава в двух проекциях, видно сужение щели сустава, склероз костей и сросшийся перелом шейки таранной кости. В — тот же вид на рентгенограммах после резекции суставных поверхностей и наружной лодыжки, наложена рама аппарата. С — рентгенограммы через год после артродезирования. Пациент ходит без палочки, жалоб на боли и хромоту нет

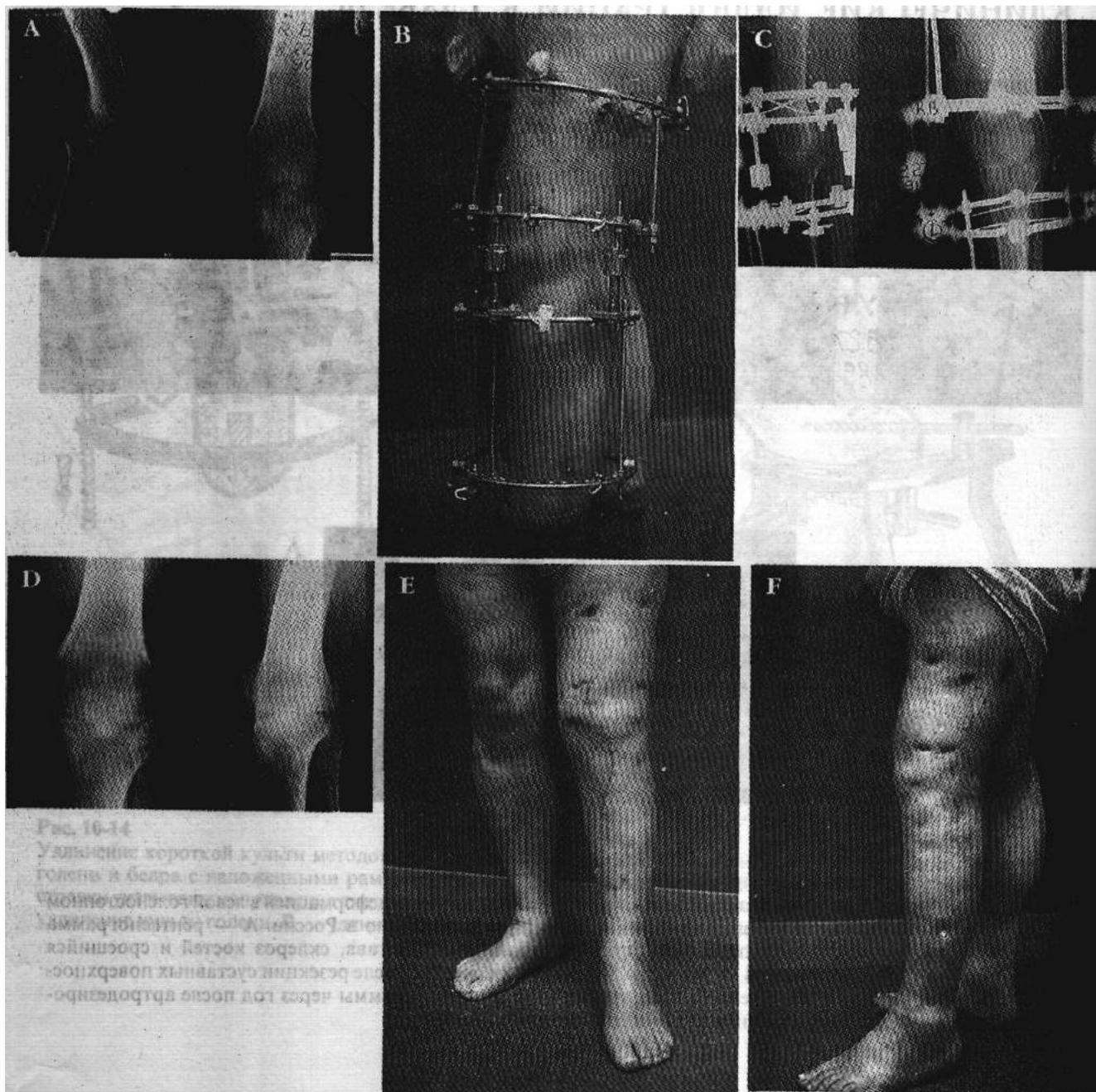
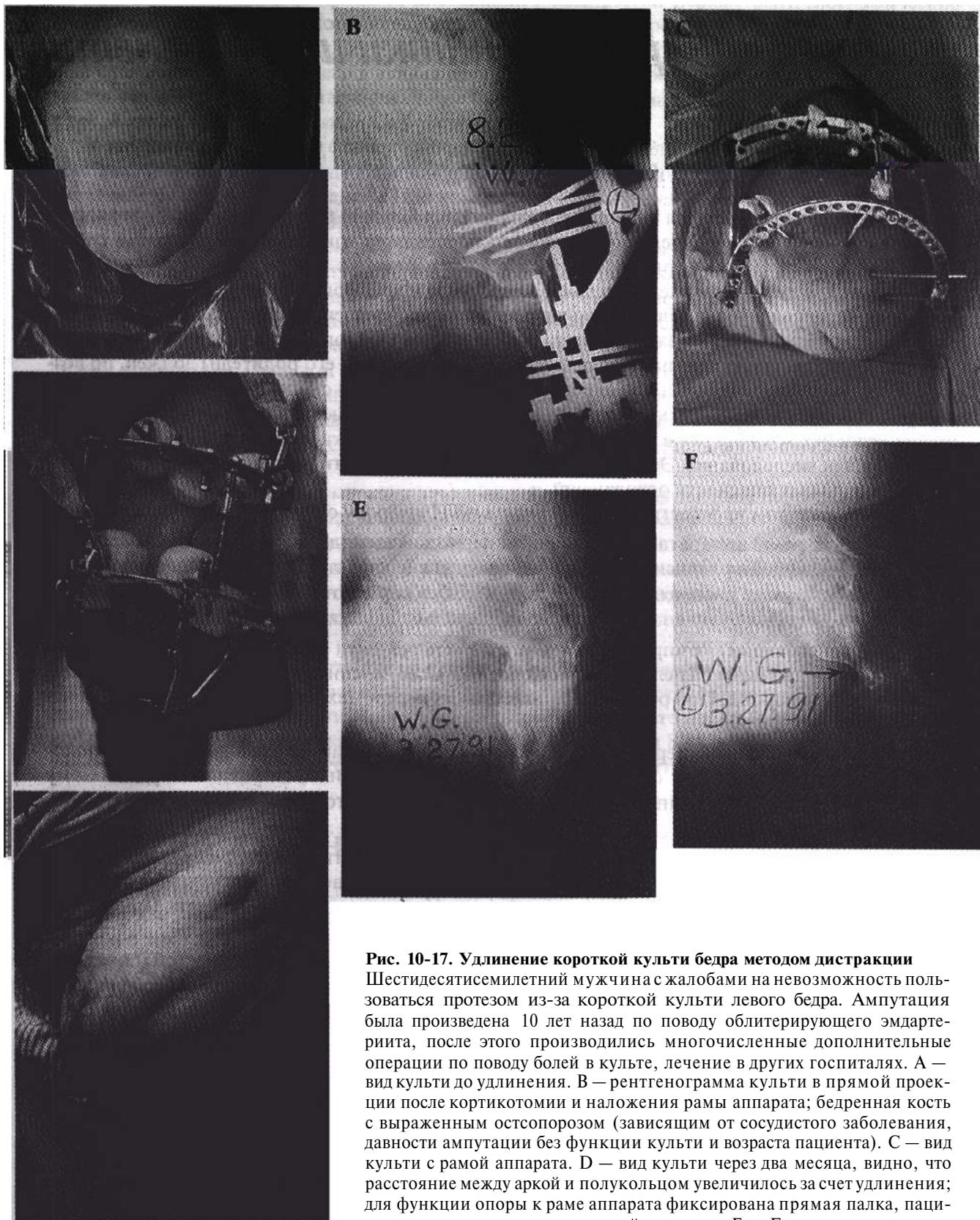


Рис. 10-14  
Удлинение голыной кости методом  
голеи в бедро с наложенными рам-  
ной аппаратурой. Видно костное  
сращение в области переломов  
голеи и бедренной кости, а также  
сращение в области переломов  
голеи и бедренной кости после операции

#### Рис. 10-16. Артродезирование коленного сустава методом компрессии

Пятидесятивосьмилетний мужчина с туберкулезом костей левой голени и вторично развившимся артрозо-артритом коленного сустава. А — рентгенограммы коленного сустава в двух проекциях. В — вид ноги с наложенной рамой аппарата, пациент продолжает ходить в период компрессии и период фиксации; было произведено одновременное открытие костных полостей с гноем в верхнем метаэпифизе б/берцовой кости (см Рис. 5-20) и наложение аппарата. С — рентгенограммы через 5 месяцев, видно сращение суставных поверхностей. D — рентгенограммы через 6 месяцев после удаления аппарата, E и F — вид ноги через гол после операции



**Рис. 10-17. Удлинение короткой культи бедра методом дистракции**

Шестидесятисемилетний мужчина с жалобами на невозможность пользоваться протезом из-за короткой культи левого бедра. Ампутация была произведена 10 лет назад по поводу облитерирующего эмдартериита, после этого производились многочисленные дополнительные операции по поводу болей в культе, лечение в других госпиталях. А — вид культи до удлинения. В — рентгенограмма культи в прямой проекции после кортикотомии и наложения рамы аппарата; бедренная кость с выраженным остопорозом (зависящим от сосудистого заболевания, давности ампутации без функции культи и возраста пациента). С — вид культи с рамой аппарата. D — вид культи через два месяца, видно, что расстояние между аркой и полукольцом увеличилось за счет удлинения; для функции опоры к раме аппарата фиксирована прямая палка, пациент продолжает ходить с опорой на раму. E и F — рентгенограммы культи в двух проекциях через 7 месяцев, стрелками отмечен образовавшийся регенерат 7 см длиной. G — вид культи через год после операции

# Снятие аппарата, ошибки и осложнения

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Илизаровские методы лечения чаще всего применяются в сложных случаях костной патологии, зачастую — как последнее средство после многочисленных попыток лечения другими способами. Кроме того, их часто применяют при сложных переломах.

И в том, и в другом случае это лечение длительное и требующее от хирурга и от пациента большого терпения. Перед наложением аппарата каждый пациент (или его родители) должен быть информирован о продолжительности лечения. Так как многомесячное пребывание в стационаре невозможно (за редким исключением), то пациент (или его родители) должен, по возможности, быть натренирован в уходе за кожей вокруг спиц и в самостоятельном проведении distraction / компрессии. Весь этот период хирург обязан наблюдать пациента в поликлинических условиях хотя бы раз в две-четыре недели и периодически назначать ему контрольное рентгеновское исследование. Это помогает наиболее благоприятному течению лечебного процесса и уменьшает опасность осложнений.

Лечение методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову состоит из следующих этапов:

1. Наложение рамы аппарата с последующим периодом выжидания от 3 до 5 дней.  
Период выжидания зависит от возраста пациента и характера патологии: чем пациент младше и чем меньше рассечение кости (например, без кортикотомии при свежем переломе), тем выжидание короче.
2. Период distraction / компрессии от одного до четырех-пяти месяцев. Продолжительность этого периода зависит от сложности патологии и цели лечения: чем больше удлинение, тем дольше этот период. При репонированных свежих переломах он равняется одной-двум неделям.
3. Период фиксации. Это период неподвижности костных фрагментов в достигнутом положении, когда происходит созревание регенерата. Как правило, он равняется удвоенному периоду distraction / компрессии. При свежих переломах этот период равняется четырем-шести неделям.
4. Период динамизации. За две-три недели до намеченного снятия рамы, при продолжающейся функциональной нагрузке, производится расслабление гаек на вертикальных стержнях на 2-3 мм с целью увеличения нагрузки непосредственно на регенерат кости. При свежих переломах этот период или вообще отсутствует, или равняется одной неделе.
5. Снятие аппарата с последующим периодом иммобилизации гипсовой лонгетой (повязкой) или протезом на две-четыре недели. Этот период зависит от индивидуальных особенностей регенерата кости и длительности лечения. При сросшихся свежих переломах это почти никогда не применяется. При больших удлинениях такая внешняя фиксация обычно рекомендуется. Следует учитывать состояние мягких тканей после их растяжения и последующего пребывания в стабильном положении. Временная иммобилизация не только дополнительно укрепляет регенерат кости, но и создает условия для адаптации мягких тканей к новым условиям после растяжения.

При обычном течении процесса дистракции / компрессии первые рентгенографические признаки образования костного регенерата появляются уже через 3-4 недели в виде облаковидной тени между фрагментами. Учитывая, что рентгенографические данные в среднем на 10-14 дней отстают от протекающего в тканях процесса, хирург должен в этом периоде скоординировать ритм и скорость дистракции. Более быстрое формирование регенерата наблюдается у детей, а также при ахондроплазии и болезни Олье.

У этих пациентов можно с самого начала устанавливать более быстрый режим дистракции (см. Рис. 7-1). Видимое в виде колонок дальнейшее формирование регенерата появляется на рентгенограммах через 6-8 недель. При компрессии к этому времени имеется явно видимый на концах фрагментов переход колонок сращения.

В этот период важно оценить качество новообразованного регенерата: идет ли равномерное развитие по всему диаметру кости или на его фоне имеются участки без тени регенерата. В первом варианте можно продолжать установленный режим дистракции, во втором случае дистракцию надо замедлить или даже остановить на 7-10 дней. Если при последующем контроле не выявится дальнейшее образование колонок, рекомендуется перевести режим дистракции в режим компрессии. Цель этого — стимулировать регенераторные способности. Однако, чтобы не повредить уже образовавшиеся колонки, компрессию следует проводить очень медленно и лишь на короткий период: два раза по 1/4 мм в сутки в течение 5-7 дней. После этого должна быть остановка на 3-5 дней с возобновлением медленной дистракции и рентгенографической проверкой еще через 7 дней.

Поскольку изображение металлических частей рамы аппарата может перекрывать зону образования регенерата, его следует оценить с помощью сонографического исследования или с помощью компьютерной томограммы.

**Практический совет:** при этих исследованиях можно временно разъединить кольца над зоной дистракции. Для гарантии удержания положения необходимо предварительно вставить между кольцами 2-3 укрепляющие распорки из рентгенопрозрачного материала (например, пластмассы или дерева).

Можно предположить, что сроки лечения методом компрессии короче, чем при дистракции. Но это не так. Компрессии обычно подвергаются концы остеопорозных фрагментов после длительно не срастающихся переломов и ложных суставов, часто после инфекции, окруженные рубцовыми тканями с измененной формой (см. Рис. 8-4, 8-5 и 8-6). К тому же компрессия на одном уровне часто сочетается с дистракцией на другом. Все это удлиняет сроки лечения.

## КРИТЕРИИ ДЛЯ СНЯТИЯ АППАРАТА

Только рентгенографически подтверждаемое сращение или образование регенерата при компрессии или дистракции может служить окончательным критерием для снятия аппарата. Имеются три типа проявления регенерации на рентгенограммах:

1. Нормотрофический тип регенерата. При компрессии он выглядит как сплошной участок кости между соприкасающимися поверхностями. При дистракции этот тип выявляется как равномерно образующийся по диаметру кости регенерат, который динамически виден во всех периодах лечения. При дистракции критерием для снятия аппарата является кальцификация кортикальных стенок регенерата и его реканализация. Стенки регенерата должны мало уступать по плотности стенкам растянутых фрагментов. При этом следует учитывать, что к концу длительного периода лечения сами концы фрагментов теряют часть кальция.

2. Гипертрофический тип регенерата. При компрессии и дистракции этот тип выявляется рано: уже к 20-му дню после операции заметна интенсивно кальцифицирующаяся широкая тень, превосходящая диаметр кости. Это нередко ведет к преждевременному сращению растягиваемых костей. В таком случае рекомендуется ускорить режим дистракции, а иногда приходится делать повторную кортикотомию рядом с первой. Это редкий тип образования регенерата, он чаще проявляется у детей раннего возраста и у пациентов с ахондроплазией. При нем сроки лечения сокращаются на 30-50%.
3. Гипотрофический тип регенерата. При компрессии и дистракции этот тип выявляется в виде едва заметной облаковидной тени к 30-му дню после операции. В последующем тень регенерата может занимать лишь часть диаметра фрагментов, при дистракции он выглядит как отдельные островки, которые очень медленно кальцифицируются. Гипотрофический тип образования регенерата задерживает сращение на 30-50% дольше обычного времени. Такой тип чаще выявляется при начальной недостаточной стабильности фрагментов и при массивном рубцовом окружении концов фрагментов. Гипотрофическая регенерация может зависеть и от повреждения внутренней питающей артерии или от обширного отслоения надкостницы при производстве кортикотомии. Снимать аппарат можно при условии образования регенерата не менее чем на 3/4 поперечника кости (Рис. 11-1).

Во всех случаях рекомендуется перед снятием аппарата сделать компьютерную томографию, которая дает изображение образования регенерата поперечными срезами.

Особенно важно это делать при гипотрофическом типе регенерата. Другим способом определения его развития является ультразвуковая сонография. Однако правильно интерпретировать ее могут лишь немногие специалисты.

При удовлетворительном рентгенологическом проявлении сращения за две-три недели до намеченного срока удаления аппарата рекомендуется ослабить гайки на одном конце всех вертикальных нарезных стержней (или у основания телескопических стержней). Этим создается зазор 2-3 мм с каждой стороны стенки кольца (Рис. 11-2). Пациент должен продолжать прежнюю функциональную активность: ходить с нагрузкой на ногу с аппаратом или активно действовать рукой с аппаратом. Это дает спицам определенную амплитуду колебания и динамизирует регенерат, улучшая в нем условия кровообращения. Илизаров называл это "воспитанием" регенерата.

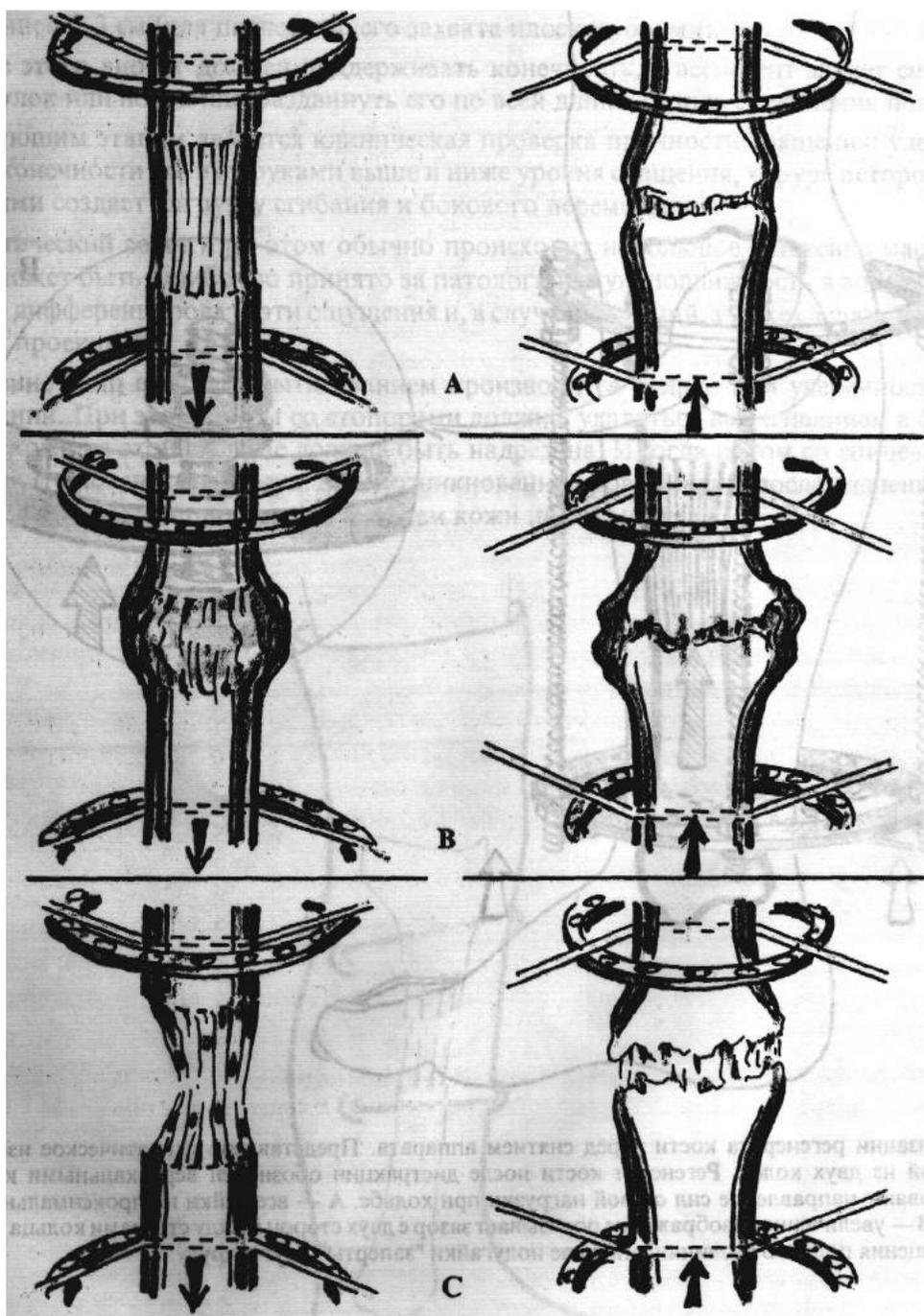
## ТЕХНИКА СНЯТИЯ АППАРАТА

Эта процедура должна производиться в операционной под наркозом или в перевязочной под местной анестезией. Выбор обезболивания зависит от нескольких факторов:

1. Массивность и сложность рамы аппарата: чем больше рама, тем больше имеется чрескостных спиц, а следовательно, тем сложнее обеспечить местную анестезию.
2. Уверенность или сомнения в полноценности образовавшегося регенерата, если имеются сомнения в качестве сращения, всегда следует снимать аппарат под наркозом, чтобы иметь возможность тут же наложить гипсовую повязку.
3. Наличие инфекции в участках проведения спиц. Если есть поверхностная или глубокая инфекция, необходимо сразу после удаления спиц произвести обработку спицевого канала ложкой Фолькмана под наркозом.
4. Все полуштифты с нарезными концами должны удаляться под наркозом.
5. Фактор психологической устойчивости пациента. Если после длительного периода лечения он слишком взволнован или если не в состоянии переносить даже слабую боль (неизбежную при местной анестезии), аппарат следует снимать под наркозом.

**ДИСТРАКЦИЯ**

**КОМПРЕССИЯ**



**Рис. 11-1**

Три типа образования костного регенерата. Представлено схематическое изображение кости с двумя кольцами на участке дистракции и компрессии с образованным регенератом. Левая вертикальная колонка — образование регенерата при дистракции. Правая вертикальная колонка — образование регенерата при компрессии. Стрелки указывают направление сил. А — нормотрофический тип регенерата. В — гипертрофический тип регенерата. С — гипотрофический тип регенерата

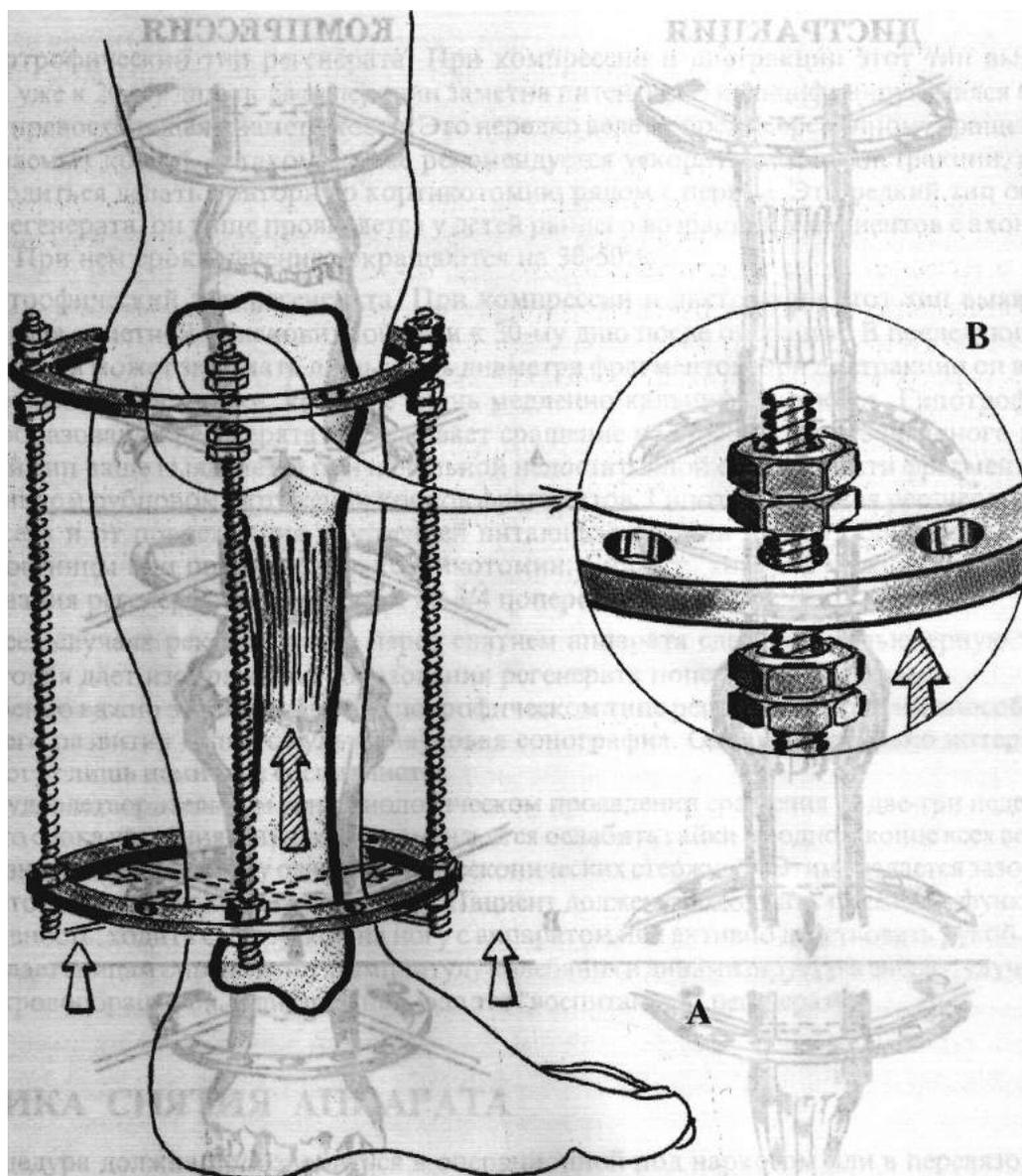


Рис. 11-2

Метод динамизации регенерата кости перед снятием аппарата. Представлено схематическое изображение голени с рамой из двух колец. Регенерат кости после дистракции обозначен вертикальными колонками. Стрелки указывают направление сил осевой нагрузки при ходьбе. А — все гайки на проксимальном кольце расслаблены. В — увеличенное изображение показывает зазор с двух сторон между стенками кольца и гайками; для предотвращения полного развинчивания две полугайки "заперты" друг к другу

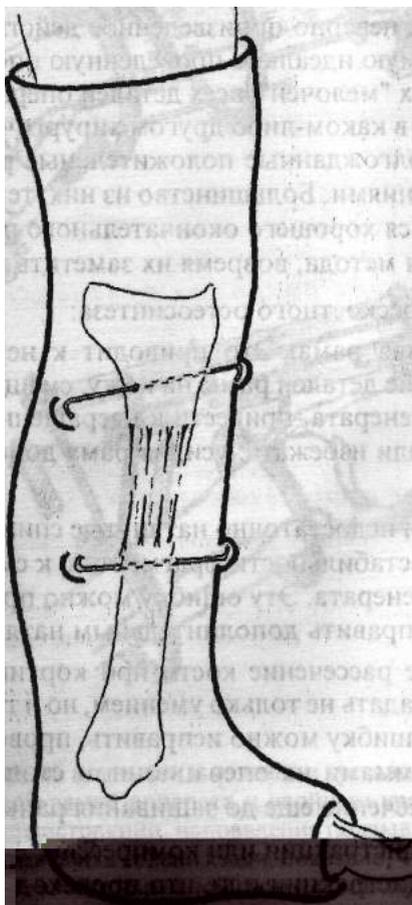
В самой процедуре снятия аппарата надо следовать следующим правилам:

1. Натяжение всех чрескостных спиц должно быть ослаблено *только развинчиванием гаек*. Так как спицы натянуты под напряжением 100 кг и более, простое их перекусывание кусачками, вызывает эффект отдачи, сопровождающийся болью, при этом возникает опасность повреждения регенерата в виде его микропереломов.

2. После ослабления всех спиц их выступающие над кожей концы должны быть скусаны, с оставлением 2-3 см (для последующего захвата плоскогубцами).
3. После этого хирург должен поддерживать конечность, а ассистент может снять аппарат как чулок или носок или раздвинуть его по всей длине, разняв соединения полуколец.
4. Следующим этапом является клиническая проверка прочности сращения: удерживая сегмент конечности обеими руками выше и ниже уровня сращения, хирург осторожными движениями создает нагрузку сгибания и бокового перемещения.

**Практический совет:** при этом обычно происходит небольшое движение массива мышц, которое может быть ошибочно принято за патологическую подвижность в зоне сращения; необходимо дифференцировать эти ощущения и, в случае сомнений, тут же сделать рентгенограммы в двух проекциях.

5. Удаление спиц простым вытягиванием производится только при уверенности в полном сращении. При этом спицы со стопорами должны удаляться вытягиванием в сторону стопора, кожа на этой стороне должна быть надрезана. Иногда рядом со спицевым каналом проходит кровеносный сосуд. При возникновении кровотечения после удаления спицы его следует остановить простым прижатием кожи на 3-5 минут.



**Рис. 11-3. Метод укрепления регенерата гипотрофического типа**

Представлена голень в высокой гипсовой повязке, слабый регенерат б/берцовой кости обозначен вертикальными колонками. Две спицы выше и ниже регенерата оставлены в кости, концы их загнуты и вмонтированы в гипсовую повязку

6. Если имеется слабость регенерата, рекомендуется оставить на месте две спицы — выше и ниже регенерата — и наложить циркулярную гипсовую повязку с замуровыванием в нее загнутых концов этих спиц (Рис. 11-3). Это создает относительную стабильность фрагментов и предотвращает их смещение.
7. Вопрос о временном наложении гипсовой повязки при удовлетворительном сращении решается в зависимости от длительности лечения и состояния мягких тканей. Учитывая, что мышцы и связки находились под постоянным растяжением, после лечения 3 и больше месяцев рационально наложить гипсовую повязку на срок 10-15 дней.

Окончательная кальцификация и перестройка регенерата происходит через 6-12 месяцев под влиянием нормальной функциональной нагрузки. В первые недели и месяцы после снятия аппарата регенерат может подвергаться деформациям или в нем образуются микропереломы. Поэтому пациент должен быть осмотрен хирургом не позже чем через 4-6 недель после снятия аппарата.

## **ОШИБКИ И ОСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ЧРЕСКОСТНОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ ПО МЕТОДУ ИЛИЗАРОВА**

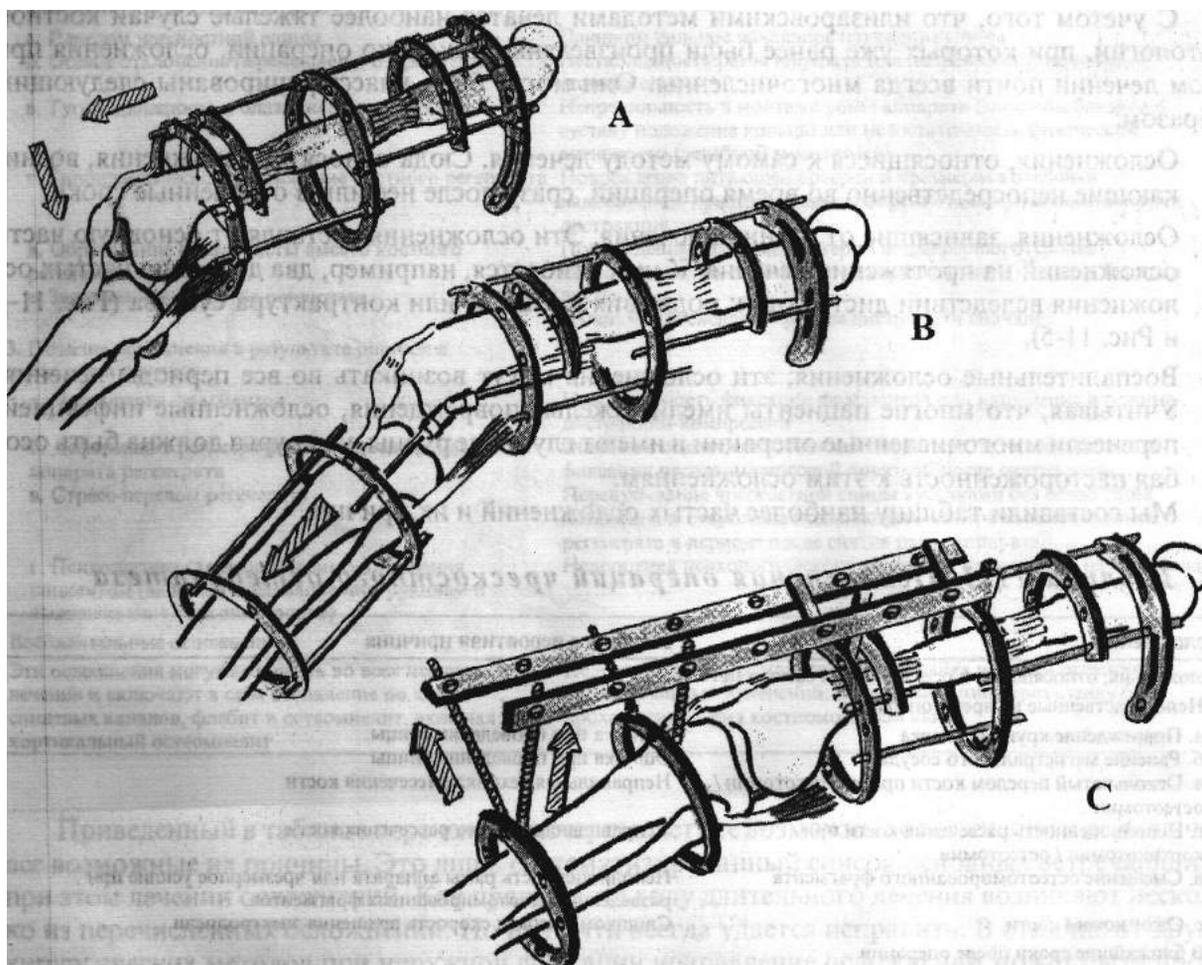
В хирургии нет мелочей: любое неверно произведенное действие — от разреза до зашивания раны — может свести на нет самую идеально проведенную операцию. Талант и опыт хирурга заключаются в предвидении всех "мелочей", всех деталей операции. В методе чрескостного остеосинтеза деталей больше, чем в каком-либо другом хирургическом методе. И хотя большинству пациентов он приносит долгожданные положительные результаты, но процесс лечения изобилует ошибками и осложнениями. Большинство из них, тем не менее, можно избежать или легко исправить. Чтобы добиться хорошего окончательного результата лечения, важно знать основные ошибки и осложнения метода, вовремя их заметить и суметь исправить.

Наиболее частые ошибки чрескостного остеосинтеза:

1. Неадекватно смонтированная рама. Это приводит к неустойчивости фрагментов, что может вызвать боль, давление деталей рамы на кожу, смещение фрагментов, задержку сращения или образования регенерата, привести к несращению. Эту опасность можно предвидеть при монтаже рамы или избежать, усилив раму дополнительными кольцами и другими частями.
2. Неправильно проведенные и недостаточно натянутые спицы. Это приводит к ранней боли (сразу после операции), к нестабильности фрагментов, к смещению всей рамы в сторону и к задержке образования регенерата. Эту ошибку можно предотвратить более точным расчетом проведения спиц и исправить дополнительным натяжением их.
3. Неадекватно произведенное рассечение кости при кортикотомии. Это довольно частая ошибка. Хирург должен обладать не только умением, но и терпением, чтобы суметь рассечь кортикальные стенки. Эту ошибку можно исправить, проверив полноценность рассечения контрольными рентгенограммами на операционном столе. Если осталась костная перемычка, надо завершить рассечение еще до зашивания раны.
4. Неверно выбранный режим distraction или компрессии. Эта ошибка приводит к преждевременному сращению при distraction или, что происходит чаще, — к задержке образования регенерата. При компрессии эта ошибка способна привести к перелому фрагмента при чрезмерной силе сдавления или к несращению — при недостаточности силы сдавления. Эту опасность можно предвидеть, если учесть возраст и состояние пациента и приспособить

бить скорость дистракции и компрессии к данному случаю. Иногда процесс дистракции / компрессии следует перевести на "аккордеонный" режим.

5. j Игнорирование правил профилактики инфекции кожи в местах проведения спиц. Инфекция — это осложнение, но отсутствие профилактики инфекции — это серьезная ошибка. Она приводит к отеку и другим проявлениям воспаления. Эту ошибку можно предотвратить ежедневной обработкой кожи в первые дни после операции. При возникновении воспаления его надо лечить по правилам лечения всех воспалений, а иногда из-за этого приходится удалять спицу.



**Рис. 11-4**

Осложнение дистракции бедра — задний подвывих в коленном суставе. Представлено схематическое изображение бедренной кости с наложенной рамой аппарата и двойным уровнем кортикотомии с дистракцией. Стрелки указывают направление сил дистракции, направление подвывиха голени и направление сил исправлений осложнения. А — вид после подвывиха голени кзади, показано, что подвывих произошел благодаря тяге задней группы мышц бедра — двухглавой с наружной стороны и полусухожильной и полуперепончатой — с наружной, напряжение которых не успевает за растяжением кости. В — для восстановления правильного положения голени и функции коленного сустава на голень наложена рама из двух колец и обе рамы скреплены шарнирами. Одновременно осуществляется растяжение в коленном суставе. С — метод растяжения с шарнирами не привел к устранению подвывиха голени; обе рамы скреплены длинными балками, и осуществляется тяга голени кпереди

6. Неправильно трактуемая картина сращения костей и игнорирование состояния мягких тканей. Эта ошибка может привести к слишком раннему снятию аппарата. Для более точной оценки состояния регенерата или сращения рекомендуется проконтролировать его компьютерной томографией.

Любая из этих ошибок вызывает трудности в лечении. Самый верный способ их предотвращения и исправления — это глубокий анализ патологии в каждом отдельном случае, сосредоточение внимания на деталях еще до того, как операция проведена. Для этого нужен опыт. Чем больше опыт хирурга, тем меньше у него ошибок в процессе лечения.

Однако этого нельзя сказать об осложнениях. Осложнения в хирургии неизбежны.

С учетом того, что илизаровскими методами лечатся наиболее тяжелые случаи костной патологии, при которых уже ранее были произведены несколько операций, осложнения при этом лечении почти всегда многочисленны. Они могут быть классифицированы следующим образом:

1. Осложнения, относящиеся к самому методу лечения. Сюда относятся осложнения, возникающие непосредственно во время операции, сразу после нее или в отдаленные сроки.
2. Осложнения, зависящие от техники лечения. Эти осложнения составляют основную часть осложнений на протяжении лечения. К ним относятся, например, два довольно частых осложнения вследствие distraction: подвывих в суставе или контрактура сустава (Рис. 11-4 и Рис. 11-5).
3. Воспалительные осложнения; эти осложнения могут возникать во все периоды лечения. Учитывая, что многие пациенты имели тяжелые повреждения, осложненные инфекцией, перенесли многочисленные операции и имеют глубокие рубцы, у хирурга должна быть особая настороженность к этим осложнениям.

Мы составили таблицу наиболее частых осложнений и их причин.

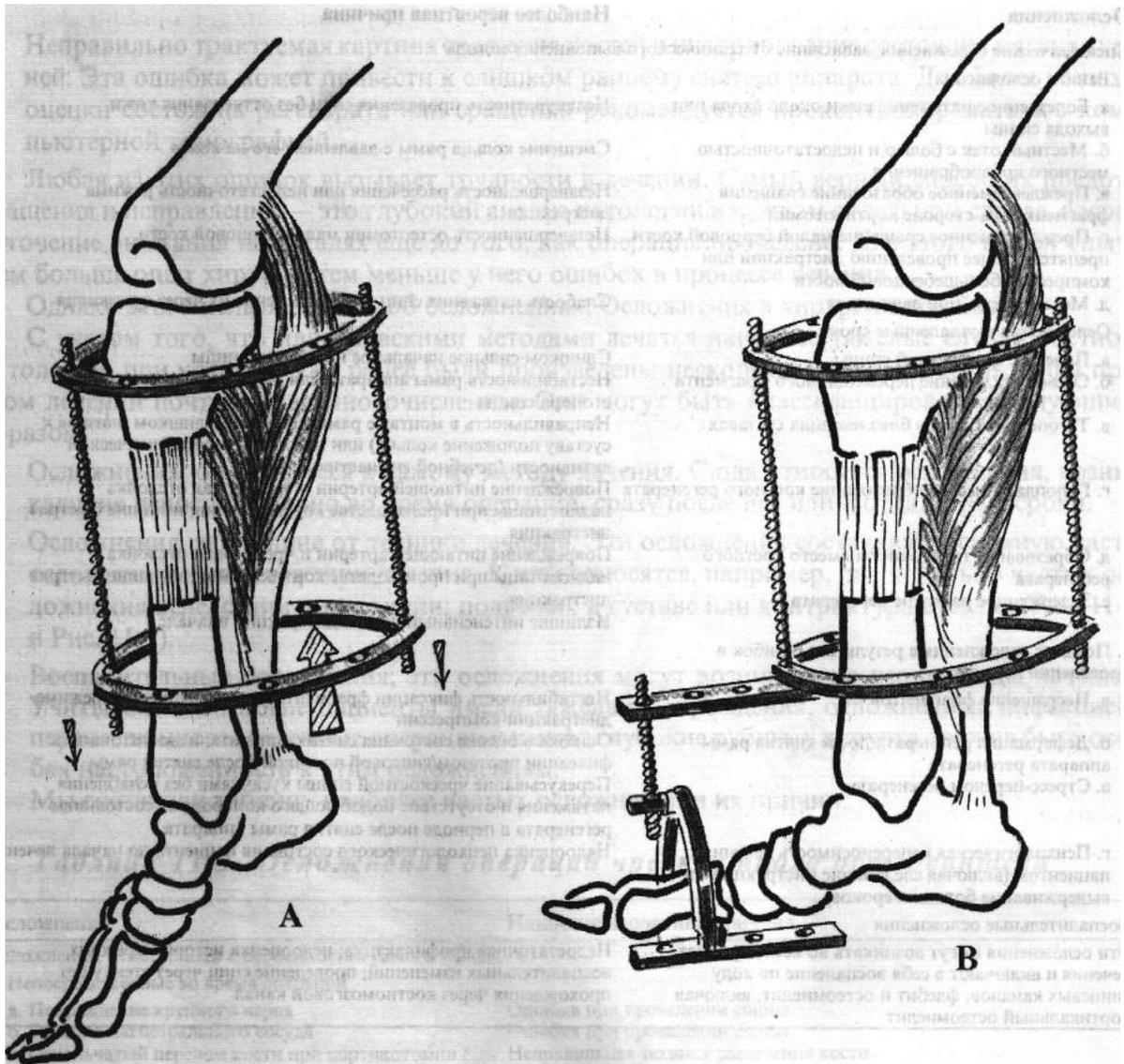
**Таблица 11-1. Осложнения операций чрезкостного остеосинтеза**

Осложнения	Наиболее вероятная причина
Осложнения, относящиеся к особенностям самого метода	
1. Непосредственные во время операции	
а. Повреждение крупного нерва	Ошибка при проведении спицы
б. Ранение магистрального сосуда	Ошибка при проведении спицы
в. Оскольчатый перелом кости при кортикотомии / остеотомии	Неправильная техника рассечения кости
г. Неполноценность рассечения кости при кортикотомии / остеотомии	Неправильная техника рассечения кости
д. Смещение остеотомированного фрагмента	Неполноценность рамы аппарата или чрезмерное усилие при разведении остеотомированных фрагментов
е. Ожог кожи / кости	Слишком высокая скорость вращения электродрели
2. В ближайшие сроки после операции	
а. Постоянный болевой синдром	
б. Синдром сдавления в фасциально-мышечном ложе (compartment syndrom)	Повреждение нерва или чрезмерная начальная distraction/компрессия остеотомированных фрагментов
в. Контрактура мышц	Гематома от незамеченного крупного сосуда или следствие оскольчатого перелома в момент остеотомии
г. Парез нерва	Несбалансированное distraction напряжением сгибателей и разгибателей; недостаточность физических упражнений
д. Развивающаяся недостаточность местного кровообращения	Следствие слишком быстрой distraction или компрессии
е. Нарастающий местный отек	Следствие слишком быстрой distraction или компрессии
ж. Повышение артериального давления	Лимфостаз или гематома вследствие неправильности distraction/компрессии
3. Подвывих в суставе	
	Усиление циркуляции вследствие distraction и новообразования сосудов
	Несбалансированность сил distraction при нагрузке на кость или мышцы или недостатки рамы аппарата

Осложнения	Наиболее вероятная причина
Специфические осложнения, зависящие от технического выполнения метода	
1. Ранние осложнения	
а. Болезненное натяжение кожи около входа или выхода спицы	Неаккуратность проведения спиц без оттягивания кожи
б. Местный отек с болью и недостаточностью местного кровообращения	Смещение кольца рамы с давлением его на кожу
в. Преждевременное образование сращения фрагментов на стороне кортикотомии	Незавершенность рассечения или недостаточность режима distraction
г. Преждевременное сращение малой берцовой кости, препятствующее проведению distraction или компрессии большеберцовой кости	Незавершенность остеотомии малой берцовой кости
д. Местная боль при движениях	Слабость натяжения спиц или проведение их через сухожилия
2. Осложнения в отдаленные сроки	
а. Перелом чрескостной спицы	Слишком сильное начальное натяжение спицы
б. Осевое отклонение перемещаемого фрагмента	Нестабильность рамы аппарата или неправильное положение стопора спицы
в. Тугоподвижность в близлежащих суставах	Неправильность в монтаже рамы аппарата (слишком близкое к суставу положение кольца) или недостаточность физической активности (лечебной гимнастики)
г. Гипопластическое образование костного регенерата	Повреждение питающей артерии и чрезмерная отслойка надкостницы при производстве кортикотомии; излишне быстрая distraction
д. Образование псевдокисты вместо костного регенерата	Повреждение питающей артерии и чрезмерная отслойка надкостницы при производстве кортикотомии; излишне быстрая distraction
е. Задержанное развитие регенерата	Излишне интенсивный режим distraction в начале
3. Поздние осложнения в результате ошибок в проведении лечения	
а. Несращение фрагментов	Нестабильность фиксации фрагментов или нарушения в режиме distraction-компрессии
б. Деформация регенерата после снятия рамы аппарата регенерата	Ошибка в оценке состояния снятия аппарата; недостаточность фиксации протезом/гипсовой повязкой после снятия рамы
в. Стресс-перелом регенерата	Перекусывание чрескостной спицы кусачками без ослабления натяжения и отсутствие подобающего контроля за состоянием регенерата в периоде после снятия рамы аппарата
г. Психологическая непереносимость лечения пациентом (включая следование инструкциям и выдерживание больших сроков)	Недооценка психологического состояния пациента до начала лечения
Воспалительные осложнения	
Эти осложнения могут возникать во всех периодах лечения и включают в себя воспаление по ходу спицевых каналов, флебит и остеомиелит, включая кортикальный остеомиелит	Недостаточная профилактика; недооценка истории прежних воспалительных изменений; проведение спиц через стенку без прохождения через костномозговой канал

Приведенный в таблице перечень не исчерпывает все возможные осложнения и не включает все возможные их причины. Это лишь систематизированный список основных встречающихся при этом лечении осложнений. Как правило, по ходу длительного лечения возникают несколько из перечисленных осложнений. Но их почти всегда удается исправить. В отличие от других хирургических методов при наружной фиксации исправление осложнений может быть произведено без разрезов и внедрения в ткани, а коррекцией аппаратом снаружи. Надо лишь вовремя заметить осложнение и уметь с ним справиться.

Илизарову много раз задавали вопрос: какие осложнения бывают при лечении его методами? На это он отвечал: делайте все правильно, и у вас не будет осложнений. Его ответ подразумевает глубокое знание деталей лечения. Это, конечно, идеал для любого специалиста. Авторы настоящего руководства надеются, что их книга поможет читателям — ортопедам и травматологам — приблизиться к такому идеалу.



**Рис. 11-5**

Осложнение дистракции голени — эквинусная деформация стопы. Представлено схематическое изображение голени с рамой аппарата из двух колец и зоной образования регенерата, обозначенной вертикальными колонками. Маленькими стрелками указано направление дистракции, большая стрелка указывает направление тяги икроножных мышц. А — произведено удлинение б/берцовой кости; показано, что эквинусное положение стопы возникло благодаря тяге задней группы мышц, которые не успевают следовать за удлинением кости. В — тот же вид после наложения компонента рамы на стопу для исправления эквинусного положения

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Способ чрескостного остеосинтеза был детально разработан и внедрен Илизаровым в практику ортопедии и травматологии в середине нашего века в России и к концу века получил распространение по всему миру. Он основан на открытом Илизаровым биологическом законе напряжения тканей растяжением. Это открытие и разработка способа являются большим дости-

жением в развитии науки. Они отличаются тем, что обычные механические принципы в них применяются с учетом биологических процессов, протекающих в тканях при заживлении.

Илизаровские методы лечения переломов и исправления деформаций опорно-двигательного аппарата имеют три основных преимущества:

1. Преимущество проведения хирургического лечения с минимальным внедрением инструментами в ткани пациента, то, что во всем мире называется MINIMALLY INVASIVE SURGERY (минимально инвазивная хирургия). При других способах производятся большие разрезы и повреждаются кортикальный слой и костный мозг. При лечении по Илизарову делаются минимальные разрезы, и все дальнейшие манипуляции в тканях производятся с помощью деталей аппарата вне тела пациента.
2. Преимущество биомеханической универсальности многоцелевого аппарата Илизарова, обеспечивающего стабильность фиксации костей и позволяющего динамически регулировать процесс сращения и новообразования кости, а также исправлять возможные осложнения по ходу лечения.
3. Преимущество сохранения функции оперируемой конечности в течение всего периода лечения: возможность максимальной нагрузки, активных движений в суставах, полноценность работы мышц и связок.

Кроме этих преимуществ, аппарат и методы Илизарова имеют почти неограниченные потенциальные возможности к совершенствованию. Теперь все больше применяются новые легкие и рентгенопрозрачные материалы для колец и других деталей. Внедрение компьютерной техники в практику хирургии помогает создавать модифицированные модели деталей аппарата. Новые варианты соединения этих деталей облегчают монтаж рамы аппарата, который выполняется с помощью компьютера.

Почти каждый год в экономически развитых странах производятся модели аппарата для чрескостного остеосинтеза со все новыми усовершенствованиями. Они могут называться по-разному, но основаны на илизаровских открытиях. Даже трудно предвидеть, как будет выглядеть этот аппарат через 30 или 50 лет, и какие новые возможности лечения откроются с его усовершенствованиями. Но можно предвидеть, что при всех усовершенствованиях в основе их будут лежать принципы, открытые великим российским хирургом-ортопедом Илизаровым.



# *Список литературы*

1. Bianchi Maiocchi A, Aronson, J (Editors): *Operative Principles of Ilizarov: Fracture Treatment, Non-union Osteomyelitis, Lengthening, Deformity Correction*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1991.
2. Fauro C, Merloz P: *Transfixation: Atlas of Anatomical Sections for the External Fixation of Limbs*. New York, Springer-Verlag.
3. Green S A: *Complications of External Skeletal Fixation*. Springfield, III, Charles C Thomas, 1981.
4. Green S A (editor): Basic Ilizarov techniques. *Tech Orthop* 5:4,1990.
5. Ilizarov G A: *Transosseous Osteosynthesis: Theoretical and Clinical Aspects of the Regeneration and Growth of Tissue*: New York, Springer-Verlag, 1991.
6. Ilizarov G A: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: 1: The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clin Orthop* 238:249-280, 1989.
7. Ilizarov G A: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: II: The influence of rate and frequency of distraction. *Clin Orthop* 239:263-284, 1990.
8. Lehman W (editor): *Operating Room Guide to Cross Sectional Anatomy of the Extremities and Pelvis*. New York, Raven Press, 1989.
9. Paley D: Current techniques of limb lengthening. *J Pediatr Orthop* 8:73-92; 1988.

Научное издание

В. Голяховский, В. Френкель

**РУКОВОДСТВО ПО ЧРЕСКОСТНОМУ ОСТЕОСИНТЕЗУ МЕТОДОМ ИЛИЗАРОВА**

Оформление обложки *В. Череховского*

Компьютерная верстка *Н. Лениной*

ЗАО «Издательство БИНОМ», 1999  
103473, Москва, Краснопролетарская, 16.  
Лицензия на издательскую деятельность ЛР № 065249 от 26 июня 1997 г.

Издательство «Невский Диалект», 1999  
Санкт-Петербург, 195220, Гражданский пр., 14.  
Лицензия на издательскую деятельность  
серия ЛР №065012 от 18.02.97 г.

Подписано в печать 03.09.99 г. Формат 84x108 Vi6.  
Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура Петербург.  
Тираж 2000 экз. Усл. п. л. 28,56. Заказ 410

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в типографии ИПО ПРОФИЗДАТ  
109044, Москва, Крутицкий вал, 18.

**Медицинскую литературу  
издательств "БИНОМ" и "Невский Диалект"  
можно приобрести по следующим адресам:**

г. Санкт-Петербург, ЗАО "Диалект"

194021, ул. Политехническая, д. 26

телефакс (812) 247-9301

e-mail: [tHal@Uialect.spb.ru](mailto:tHal@Uialect.spb.ru)



г. Москва, ЗАО "Познавательная книга"

109202, Перовское шоссе, д. 10

телефакс (095) 170-6674

e-mail: [poznkn@orc.ru](mailto:poznkn@orc.ru)



ЗАО "Издательство **БИНОМ**"

Фирменный магазин издательства

Розничная торговля по оптовым ценам

103475, Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16

Тел. (095) 973-9064

факс (095) 978-1631

e-mail: [binom.comp@g23.relcom.ru](mailto:binom.comp@g23.relcom.ru)



**Издательства "БИНОМ" и "Невский Диалект"**  
**планируют выпустить в 2000-2001 годах**  
**следующие книги, предназначенные для**  
**травматологов и ортопедов**

*Д. Браун* "Секреты ортопедии"

*Л. Хаклесс* "Секреты стопы  
и голеностопного сустава"

*М. Науде* "Секреты травмы"

ISBN 5-7989-0144-0



9 785798 901449