

Янг Ли

5.1. Прикладная анатомия кисти на уровне ладони

Анатомически сосуды, нервы, мышцы и сухожилия на уровне запястья и ладони расположены в нескольких слоях. Тонкие веточки нервов и коммуникантные сосуды имеют особенно сложную топографию. Именно поэтому технически сложная реплантация при отчленении на уровне ладони не гарантирует приживание и функциональное восстановление, в отличие от реплантации отчлененного крупного сегмента конечности или пальца. Ключом к обеспечению приживания и максимально возможного функционального восстановления реплантированной части кисти является хорошее знание анатомии на уровне запястья и ладони.

5.1.1. Классификация отчленения на уровне запястья и пястных костей

Границами отчленения на уровне запястья и пястных костей являются проксимально плоскость лучезапястного сустава и дистально уровень деления общепальцевых ладонных артерий на собственные пальцевые артерии. Китайские ученые и исследователи разных стран провели многочисленные клинические и микрохирургические изыскания, посвященные реплантации отчлененных сегментов в пределах вышеуказанных границ, но не достигли единого мнения в отношении классификации этих отчленений. В целом существуют две классификации. По одной из них выделяют запястно-пястный тип, средне-пястный тип и запястно-фаланговый тип в зависимости от анатомии сосудов этой зоны. По другой — все отчленения этой зоны делят на пять типов, добавляя к вышеперечисленным трем типам смешанный тип и отчленение от раздавливания с учетом особенностей травмы. Учитывая общую анатомию кисти и общепринятую практику, описанную в литературе, мы делим все отчлене-

ния на уровне запястья и ладони на три группы: группа проксимального уровня пястных костей (запястно-пястный отдел), группа по уровню середины пястных костей и группа дистального уровня пястных костей (пястно-фаланговый уровень). Далее приводится описание анатомических структур на этих трех уровнях.

5.1.2. Особенности анатомии области запястья и ладони

5.1.2.1. Проксимальный уровень пястных костей (запястно-пястный отдел)

Этот отдел соответствует запястью или находится проксимальнее глубокой ладонной дуги. Начало мышц возвышения большого пальца и мизинца находится вне этого отдела. Сухожилия поверхностного сгибателя пальцев кисти, сухожилия глубокого сгибателя пальцев кисти, сухожилие длинного сгибателя большого пальца и срединный нерв расположены в карпальном канале. Локтевой нерв и локтевая артерия проходят в локтевом карпальном канале. Сухожилия длинных разгибателей пальцев расположены с тыльной стороны запястья. Сухожилия сгибателей запястья и сухожилия разгибателей запястья (лучевых и локтевых) видны на дорсальной и ладонной сторонах. Срединный и локтевые нервы являются нервными стволами. Лучевая и локтевая артерии и их основные ветви расположены на тыльной и ладонной поверхности на этом уровне. Тыльные поверхностные вены собраны в венозные стволы, которые можно разделить на лучевую и локтевую группы. Лучевая группа в среднем включает в себя 2,0 (1–4) ветви, а локтевая группа имеет 3,0 (2–5) ветви. Они, соответственно, расположены на тыльно-лучевой стороне II пястной кости и тыльно-локтевой стороне III пястной кости. Общая площадь поперечного сечения локтевой группы на 15,6% больше, чем лучевой группы (рис. 5.1).

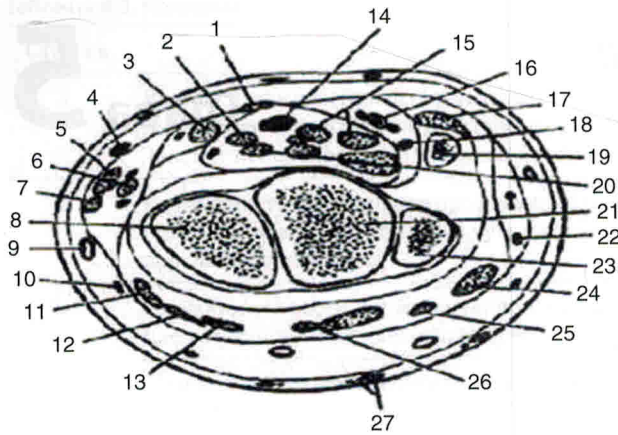


Рис. 5.1. Основные структуры на уровне проксимального отдела пястных костей: 1 — длинная ладонная мышца; 2 — сухожилие длинного сгибателя большого пальца; 3 — сухожилие лучевого сгибателя запястья; 4 — лучевой нерв, поверхностная ветвь; поверхностная ветвь лучевого нерва; 5 — длинная отводящая I палец мышца; 6 — лучевая артерия и вена; 7 — короткий разгибатель большого пальца; 8 — ладьевидная кость; 9 — головная вена; 10 — тыльная ветвь лучевого нерва; 11 — длинный лучевой разгибатель запястья; 12 — сухожилие длинного разгибателя большого пальца; 13 — короткий лучевой разгибатель запястья; 14 — срединный нерв; 15 — поверхностный сгибатель пальцев кисти; 16 — локтевая артерия и вена; 17 — локтевой сгибатель запястья; 18 — локтевой нерв; 19 — гороховидная кость; 20 — глубокий сгибатель пальцев кисти; 21 — полулунная кость; 22 — тыльная ветвь локтевого нерва; 23 — трехгранная кость; 24 — сухожилие локтевого разгибателя запястья; 25 — сухожилие разгибателя мизинца; 26 — сухожилие разгибателя; 27 — поверхностная вена и кожный нерв

5.1.2.2. Средне-пястный отдел

Этому отделу соответствует часть пястных костей между глубокой ладонной дугой и поверхностной ладонной дугой. На лучевой и локтевой сторонах этого отдела расположены возвышения большого пальца и мизинца. По ладонной поверхности на уровне этого отдела расположены собственные мышцы кисти (межкостные и червеобразные) и сухожилия поверхностных и глубоких сгибателей. Сухожилия разгибателей пальцев расположены по тылу. Срединный нерв, локтевой нерв и лучевой нерв делятся на мышечные ветви, общие ладонные пальцевые нервы и возвратный нерв. Артериальная сеть состоит из большого количества ветвей, расположенных в поверхностном и глубоком слое на ладони и по тыльной поверхности. В поверхностном слое на этом уровне расположена поверхностная ладонная дуга, которая проходит в средней его трети. От дуги отходят три ладонные общепальцевые артерии и собственная артерия V пальца. В глубоком слое на этом уровне расположены глубокая ладонная дуга и ладонные пястные арте-

рии, отходящие от дуги. Глубокая ладонная дуга расположена в проксимальной трети этого отдела, где также расположены сосуды к I пальцу. По тыльной поверхности кисти на этом уровне расположена первая тыльная пястная артерия. Поверхностная вена на тыльной стороне кисти в среднем имеет 8,9 ветви (4–13 ветвей). У 83,3% людей венозная дуга расположена на тыльной стороне кисти.

5.1.2.3. Дистальный пястный отдел

Этот отдел расположен за дистальной ладонной складкой. Сухожилия поверхностных и глубоких сгибателей пальцев кисти расположены в синовиальной оболочке. Сухожилия разгибателей пальцев начинают расширяться и образуют тыльный апоневроз. Артерии расположены в двух слоях. Все ладонные общие пальцевые артерии и ладонные общие пальцевые нервы расположены проксимальнее этой области, в промежутке от второго до четвертого межпальцевого пространства (рис. 5.2). Они делятся на ладонные пальцевые сосуды и нервы в дистальной части этого отдела. Ладонный пальцевый сосуд и лучевой пальцевый нерв указательного пальца и локтевой нерв мизинца расположены по лучевой и локтевой поверхности соответствующих пястных костей. Поверхностные вены тыльной поверхности кисти расположены по ходу соответствующих межпястных промежутков. В среднем насчитывается 10,3 ветви поверхностных вен (8–15 ветвей), и их внутренний диаметр в среднем составляет 1,2 мм (0,4–2,0 мм).

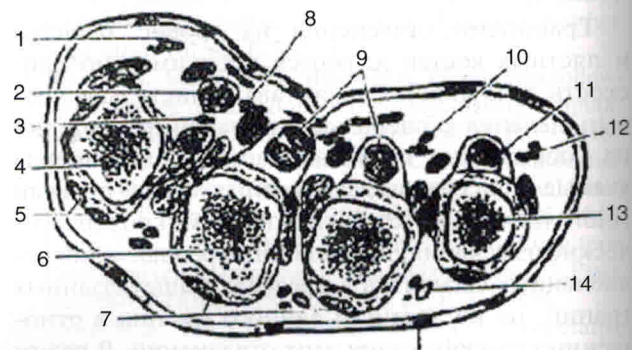


Рис. 5.2. Основные структуры на уровне дистального отдела пястных костей: 1 — ладонный пальцевый сосуд и нерв; 2 — сухожилия сгибателей II пальца; 3 — просвет кровеносного сосуда ладони; 4 — II пястная кость; 5 — сухожилие разгибателя; 6 — III пястная кость; 7 — сухожилие разгибателя; 8 — ладонный кровеносный сосуд и нерв; 9 — поверхностный сгибатель пальцев кисти; 10 — ладонный кровеносный сосуд; 11 — глубокий сгибатель пальцев кисти; 12 — ладонный пальцевый сосуд и нерв мизинца; 13 — V пястная кость; 14 — тыльный кровеносный сосуд и нерв пальца

5.2. Типы отчленений на уровне ладони и особенности реплантации

5.2.1. Классификация по анатомической локализации ладонных артерий

- Тип I. Отчленение на уровне проксимальной части ладони: отчленение проксимальнее глубокой ладонной дуги или на уровне дуги.
- Тип II. Отчленение на уровне середины пястных костей: отчленение между поверхностной и глубокой ладонными дугами или отчленение на уровне поверхностной дуги.
- Тип III. Отчленение на уровне дистальной части пястных костей: отчленение дистальнее поверхностной ладонной дуги.
- Тип IV. Смешанное отчленение, при котором плоскость повреждения проходит косо или на нескольких уровнях, включая два или три типа.

5.2.2. Анатомическая классификация

- Тип I. Отчленение за пределами ладони: отчленение дистальнее пястно-фаланговых суставов.
- Тип II. Отчленение по середине ладони, при котором плоскость повреждения проходит через пястные кости и в большинстве случаев проксимальнее пястно-фаланговых суставов. Поскольку ладонные пястные артерии и поверхностная ладонная дуга часто повреждаются в этой зоне, где также проходят несколько ветвей общих пальцевых нервов и мышечные ветви срединного и локтевого нервов, очень сложно выполнить восстановление поврежденных структур.
- Тип III. Отчленение на уровне основания пястных костей, при котором плоскость повреждения располагается близко к запястно-пястному суставу, где собираются структуры карпального канала. Поскольку локтевая и лучевая артерии имеют большой диаметр, а нервы еще не разделены на ветви, восстановить их не трудно, но зачастую после операции образуются спайки.
- Тип IV. Смешанное отчленение, при котором плоскость повреждения проходит косо. Поскольку отчленение данного типа является более сложным, чем вышеуказанные типы, требуется маневренное выполнение реплантации с учетом различных плоскостей повреждения.
- Тип V. Отчленение с размождением, при котором повреждение кисти является разруши-

тельным и массивным. Отчленение сегмента кисти сочетается с обширными дефектами тканей, оскольчатый переломом или вывихом костей запястья и пястных костей, а также повреждением сосудов, которые трудно восстановить. Поскольку ортотопическая реплантация *in situ* невозможна, реплантация с изменением места фиксации сегмента, при которой дистальные отчлененные сегменты реплантируют на запястье, пястные кости или предплечье, может помочь частично восстановить функцию кисти.

5.2.3. Классификация по виду отчленения

- Тип I. Поперечное отчленение, при котором плоскость повреждения проходит в поперечном или слегка косом направлении.
- Тип II. Косое отчленение, при котором плоскость повреждения имеет значительную косину (более 20°) и пересекает более двух зон.
- Тип III. Отчленение с продольным расщеплением, при котором кисть расщепляется между двумя пястными костями. Пересекаются не только дистальная, средняя и проксимальная части кисти, но зачастую и предплечье, где преимущественно расположены нервы и сосуды.
- Тип IV. Циркулярное отчленение, при котором плоскость повреждения циркулярная и обычно захватывает все части кисти. Поскольку кости, сосуды, нервы и сухожилия повреждаются на двух уровнях, требуется одновременное их восстановление во время реплантации, операция очень сложна.
- Тип V. Отчленение с размождением кисти, при котором кисть частично или полностью разрушена вследствие сильного удара или раздавливания. Реплантировать поврежденный сегмент невозможно, но можно выполнить гетеротопическую реплантацию блока пальцев.

В клинической практике можно использовать простую и практичную классификацию, объединяющую вышеуказанные типы в один. Например, полное поперечное отчленение дистального отдела кисти (пястно-фаланговое отчленение), неполное косое отчленение на уровне запястно-пястного отдела кисти, отчленение с размождением на уровне среднего отдела кисти.

5.2.4. Особенности реплантации отчлененной на уровне ладони кисти

Ключом к успешной реплантации отчлененной части кисти является восстановление или реконструкция поврежденных сосудов. Клинические наблюдения показывают, что надлежащее крово-

снабжение способствует функциональному восстановлению нервов, мышц и сухожилий и улучшает трофику реплантированного сегмента. Тщательное восстановление нервов, сухожилий, мышц, костей и суставов обуславливает функциональное восстановление реплантированной кисти. Поскольку восстановление нервов является первоочередным условием восстановления функции кисти, следует приложить все усилия для максимально возможного восстановления как чувствительных, так и двигательных нервов.

5.2.4.1. Восстановление сосудов на каждом из уровней

Уровень проксимального отдела пястных костей

Лучевая и локтевая артерии часто повреждаются на этом уровне и требуют обязательного восстановления. Дефекты сосудов можно заместить свободными венозными трансплантатами. Не существует единого мнения в отношении того, какой именно сосуд — лучевая или локтевая артерия — играет главную роль в кровоснабжении кисти. С.К. Чжан (Zhang S.X.) считает, что восстановление лучевой артерии является более значимым в связи с ее расположением и прохождением, площадью поперечного сечения и преимущественным кровоснабжением этой области. Однако Э.Д. Ксу (Xu E.D.) считает восстановление локтевой артерии более важным, поскольку эта артерия является доминирующим сосудом в кровоснабжении кисти. Они утверждают, что поверхностная ладонная дуга, от которой отходят все общие пальцевые артерии и собственные пальцевые ладонные артерии, кровоснабжает три с половиной пальца с локтевой стороны или даже все пальцы. Локтевая артерия обеспечивает 87,4% кровоснабжения кисти. Кроме лучевой и локтевой артерий, поверхностная ладонная ветвь лучевой артерии, срединная артерия, передняя межкостная артерия и задняя межкостная артерия могут служить доминирующими сосудами для кровоснабжения кисти у некоторых пациентов, при условии, что они являются достаточно крупными. Таким образом, следует попытаться их восстановить, помимо лучевой и локтевой артерии. Поверхностная вена на тыле запястья, которая делится на головную и основную вены, в этой зоне имеет большой калибр. Обычно также присутствуют две или три крупные поверхностные вены между головной и основной венами. Все эти вены следует восстанавливать.

Средне-пястный отдел

Поверхностная и глубокая ладонные дуги и их ветви часто повреждаются на этом уровне. Поверхностная ладонная дуга зачастую разрушается,

что приводит к ее дефекту. Поскольку каждая магистральная артерия имеет свою зону кровоснабжения, необходимо тщательно оценить дистальное и проксимальное повреждение сосудов перед восстановлением эффективного кровоснабжения. По мнению Ю.К. Чжуан (Zhuang Y.Q.) и Ю. Ван (Wang Y.), для пластики поврежденной поверхностной ладонной дуги можно использовать тыльную венозную дугу стопы. В сущности говоря, кровоснабжение большого и указательного пальцев кисти можно восстановить путем анастомозирования лучевой артерии и глубокой ладонной дуги, а кровоснабжение среднего и безымянного пальцев и мизинца можно восстановить путем анастомозирования локтевой артерии с поверхностной ладонной дугой и ладонной общепальцевой артерией. В этом отделе имеется от 4 до 13 тыльных поверхностных вен, 83,3% которых образуют венозную дугу. Следует выбрать от четырех до шести крупных поверхностных вен для восстановления.

Дистальный пястный отдел

При отчленении на этом уровне может быть повреждена проксимальная часть общей ладонной пальцевой артерии и ладонной собственной пальцевой артерии. В случае повреждения общих пальцевых артерий следует восстанавливать собственную пальцевую артерию с лучевой стороны II пальца и собственную пальцевую артерию с локтевой стороны V пальца, помимо восстановления трех общепальцевых ладонных артерий. Y-образный венозный трансплантат применяют в качестве вставки для пластики общей ладонной пальцевой артерии и собственной ладонной пальцевой артерии. В случае повреждения собственной ладонной пальцевой артерии ее следует восстановить. Вены в межпястных промежутках должны быть обязательно восстановлены.

5.2.4.2. Восстановление нервов на каждом уровне

Уровень, соответствующий дистальному отделу пястных костей

Так как нервы на этом уровне представляют собой ствол, то при повреждении их легко восстановить.

1. Срединный нерв расположен поверхностно на уровне карпального канала между сухожилием лучевого сгибателя запястья и сухожилием длинной ладонной мышцы. Он проходит в ладонь карпальной связкой и делится на медиальную и латеральную ветви на уровне дистального края удерживателя сгибателей. Из латеральной ветви формируется возвратная ветвь срединного нерва

(ветвь к мышцам возвышения мизинца). Следует отметить, что, помимо ствола срединного нерва, необходимо восстанавливать латеральную его ветвь.

2. Локтевой нерв находится с лучевой стороны гороховидной кости и проникает на ладонь через локтевой запястный канал, образованный удерживателем сгибателей и запястно-пястными латеральными связками. Он делится на поверхностную и глубокую ветви на уровне крючка крючковидной кости. На этом уровне могут повреждаться ствол локтевого нерва, а также поверхностная и глубокая ветви локтевого нерва у места их начала.
3. Поверхностный лучевой нерв делится на медиальную и латеральную ветви на расстоянии 3,5–6,5 см от дистального отдела шиловидного отростка лучевой кости. В среднем диаметр медиальной ветви составляет 2,1 мм, а латеральной ветви — 1,3 мм. Ветви можно обнаружить в промежутке между I и II пястными костями.
4. Тыльная ветвь локтевого нерва выходит на тыльную поверхность кисти на уровне шиловидного отростка локтевой кости и делится на медиальную и латеральную ветви. Их диаметр в среднем составляет 1,1 и 2,0 мм соответственно. Их можно обнаружить на уровне верхушки шиловидного отростка локтевой кости.

Средне-пястный отдел

В данном отделе находятся многочисленные ветви нервов. Каждая из них иннервирует соответствующую мышцу и обеспечивает чувствительность определенного участка кисти. Двигательные нервы восстановить сложно, так как они очень тонкие. Возвратная ветвь срединного нерва, двигательная ветвь локтевого нерва, общепальцевые ладонные нервы и собственно пальцевые ладонные нервы лучевой части указательного пальца и локтевой части мизинца подлежат обязательному восстановлению. Поверхностная ветвь лучевого нерва и дорсальная ветвь локтевого нерва могут иметь рассыпной тип, но их можно найти в пространстве между пястными костями на тыле кисти.

Дистальный пястный отдел

На этом уровне восстановление нервов выполняется так же, как при реплантации пальцев. Общие ладонные пальцевые нервы и собственные ладонные пальцевые нервы каждого пальца должны быть обязательно восстановлены. Кроме того, следует восстанавливать тыльные пальцевые нервы I и V пальцев.

5.3. Показания к реплантации кисти при отчленении на уровне ладони

Прогресс в области хирургической оптики, микроинструментов и микрохирургической техники позволяет постоянно повышать показатель выживаемости после реплантации ампутированной части кисти. Большие успехи достигнуты в выполнении очень сложных реплантаций фрагментов кисти после тяжелой травмы на уровне ладони, которые позволили добиться успешной функциональной реабилитации кисти и пальцев. Только благодаря накоплению знаний и совершенствованию техники реплантации показания к реплантации отчлененной части кисти расширяются. Чтобы реплантировать отчлененный фрагмент кисти и обеспечить максимальную пользу этого вмешательства для пациента, нам следует определить возможность выполнения реплантации путем комплексной оценки травмы, общего состояния пациента, технических условий и имеющегося оснащения.

5.3.1. Общее состояние

Поскольку травматическое отчленение фрагмента кисти на уровне ладони обычно является результатом взрыва, раздавливания, автомобильной аварии и удара, за исключением чисто резаной травмы, обычно оно сопровождается травматическим шоком и повреждением внутренних органов грудной клетки и брюшной полости, даже головного мозга. Таким образом, крайне важно немедленно оценить общее состояние пациента, чтобы определить наличие любого сочетанного повреждения и степень его тяжести. Смертельно опасными повреждениями следует заниматься в первую очередь, а отчлененный сегмент можно временно поместить в криоконсервацию, пока общее состояние пациента не улучшится в достаточной степени для выполнения реплантации. В качестве альтернативы, в то время как пациента оперируют по поводу сопутствующего повреждения, можно выполнить подготовку отчлененного сегмента к реплантации. Как только общее состояние пациента улучшится и позволит провести операцию, сразу же выполняют реплантацию. Следует помнить о том, что выполнение реплантации без правильной оценки общего состояния пациента с большой степенью вероятности ухудшит течение сопутствующих повреждений или даже поставит его/ее жизнь под угрозу.

5.3.2. Возраст

1. Поскольку большинство пострадавших с отчленением кисти — молодые люди, они

обычно очень хотят иметь хороший внешний вид и функцию реплантированного сегмента, что позволило бы им вернуться к нормальной общественной деятельности и работе. Что касается пациентов более старшего возраста, очень важно определять наличие у них дегенеративного заболевания или гиподисфункции органов, а также установить, смогут ли они перенести длительную операцию, постельный режим и иммобилизацию после операции, а также послеоперационный прием антикоагулянтов и спазмолитиков. Если общее состояние пациента позволяет и сам пациент имеет сильное желание, можно выполнять реплантацию отчлененной кисти.

2. Так как дети обладают сильной способностью к самостоятельному восстановлению сухожилий, нервов и костей, а также высокой степенью физиологической адаптации и пластичностью, результат реплантации у них чаще всего отличный. Именно поэтому любая ткань, которую можно реплантировать, должна быть реплантирована, чтобы обеспечить максимальное сохранение сегмента и восстановление функции кисти. Следует всегда помнить о том, что любое физическое увечье или недееспособность оказывают негативное влияние в течение всей жизни и являются причиной психологической травмы.

5.3.3. Временные границы для реплантации

Временной предел для реплантации подразумевает максимальный временной интервал между моментом травмы, приведшей к отчленению части кисти, и восстановлением кровообращения, в течение которого реплантация может быть успешной. Отчлененная кисть переносит аноксию и ишемию лучше, чем крупный сегмент конечности, но чем продолжительнее ишемия, тем более серьезные вторичные изменения имеют место (например, аноксические и ишемические поражения ткани и ишемически-реперфузионное повреждение). Когда вторичные повреждения достигают определенного уровня, происходят необратимые патологические изменения в тканях, которые негативно влияют на приживление реплантированной части кисти.

Лимит времени для реплантации отчлененной части кисти меняется в зависимости от времени года и температуры окружающей среды, поскольку переносимость аноксии и ишемии тканями зависит от температуры. Временной предел сокращается в жаркое время года, когда высокая темпера-

тура ускоряет дегенерацию и некроз ткани отчлененной части кисти. В холодное время года или во время криоконсервации ткани отчлененного сегмента кисти в условиях *in vitro* имеют гораздо больший временной предел, так как процесс дегенерации и некроз развиваются медленнее. Клиническая практика показала, что при нормальной температуре временной предел должен составлять менее 24 ч. Технические усовершенствования в части криоконсервации могут позволить дополнительно продлить временной предел для реплантации отчлененной части кисти.

5.3.4. Состояние отчлененного фрагмента кисти

5.3.4.1. Целостность

Отчлененная часть кисти должна иметь определенную степень целостности, гарантирующую приживление и функциональное восстановление после успешной реплантации. Отчленение на любом уровне с резаным механизмом травмы при повреждении структур в одной плоскости является показанием к реплантации. Размозжение кисти или пальцев в результате взрыва, полностью деформированная или разрушенная кисть или пальцы вследствие раздавливания являются противопоказаниями к реплантации. В некоторых случаях травмированная часть кисти или пальцы сохраняют целостность формы, но реплантация невозможна, поскольку взрывной характер травмы привел к повреждению подкожной венозной сети, капиллярного русла и пальцевых артерий. В такой ситуации сложно добиться успешного результата. Пальцы с незначительными признаками раздавливания и единичными кровоизлияниями подкожными, но при сохранении проходимости артерий и вен можно попытаться реплантировать. Дефекты кожи на отчлененной части кисти можно закрыть местными тканями или выполнить пластику свободным кожным трансплантатом.

Тем не менее некоторые даже целые отчлененные части кисти проблематичны с точки зрения возможности реплантации, так как они были погружены в изотонический раствор натрия хлорида, 75% спиртовой раствор, раствор бензалкония бромид[®], декстрозы (Глюкозы[♦]) или в воду с тающим льдом при транспортировке в больницу так долго, что произошел отек или дегидратация тканей и пропитывающий раствор попал в просвет кровеносных сосудов и тканевое пространство. В таком случае, учитывая повреждение эндотелия сосудов различной степени, реплантированный сегмент вряд ли приживется. Реплантация может быть успешной при недлительном времени пребывания в растворе и несильном повреждении тканей.

5.3.4.2. Восстановление функции

Прогнозируемая приживаемость реплантированной части кисти важна, однако куда более значимым является функциональное восстановление. Если функция после реплантации части кисти не восстановится или реплантированный сегмент будет мешать нормальной функции кисти, реплантация не показана.

5.4. Ключевые аспекты реплантации фрагмента кисти (блока пальцев)

5.4.1. Тщательная хирургическая обработка

Тщательная санация является обязательным условием успешной реплантации. Иногда хирургическую обработку не выполняют достаточно тщательно образом, поскольку в клинике сложно определить границы некротизированных тканей, перенесших контузию, и всегда существуют опасения того, что избыточное удаление тканей навредит функциональному восстановлению кисти. Крайне важно выполнять комплексную оценку повреждений по цвету и плотности мягких тканей, кожи и подкожной клетчатки. При резаном характере повреждения достаточно выполнить резекцию кожных краев на 1–2 мм и укоротить кости на 0,5–1 см. В случае травмы циркулярной пилой резекция мягких тканей должна превышать 3–4 мм, а костной ткани — чуть больше. При контузионном или тракционном повреждении кисти должны быть полностью удалены некротизированные ткани, а объем резекции костной ткани определяется степенью тяжести контузии. В случаях тракционного повреждения нервов на протяжении или отрыва сухожилий проксимальнее уровня повреждения следует обязательно пальпировать предплечье. При выполнении хирургической обработки следует идентифицировать и маркировать тканевые структуры для последующего их восстановления. Хирургическую обработку кровеносных сосудов и нервов следует выполнять под микроскопом, поскольку в кажущихся нормальными при макроскопическом наблюдении сосудах при осмотре под большим увеличением могут быть выявлены изменения эндотелия или его отслойка от сосудистой стенки. После хирургической обработки сосуды под микроскопом должны выглядеть нормальными.

5.4.2. Вмешательства на костях и суставах

При отчленении на уровне запястья возможно чуть большее укорочение, что позволит выполнить соединение сосудов и мягких тканей без пластики. Однако следует сохранять пястно-фаланговые суставы там, где это возможно, чтобы восстановить функцию схвата и упростить вторичную артропластику или трансплантацию, если это потребуется. Поскольку запястно-пястный сустав большого пальца является ключевым суставом для функции, его следует по возможности сохранять. При травме на уровне запястно-пястных суставов фиксацию следует выполнять спицами Киршнера, проводя их через I пястную кость, запястье и лучевую кость, придавая первому пальцу положение отведения, а также фиксировать II и V пястные кости, при этом кистевой сустав должен быть зафиксирован в положении тыльного сгибания под углом 25–30°. При повреждении на уровне средней части кисти остеосинтез пястных костей следует выполнять спицами Киршнера, которые вводят как можно дистальнее в дистальный отломок с тыльной поверхности кисти и проводят в проксимальный отломок и запястно-пястные суставы.

5.4.3. Сосудистый анастомоз — ключ к успешной реплантации

На уровне ладони анастомозировать артерии несложно (рис. 5.3). При реплантации отчлененной на уровне середины ладони кисти анатомия сосудов в ладони может быть различной, например в виде замкнутых глубокой и поверхностной дуг, образованных лучевой и локтевой артериями, в виде незамкнутых дуг или разветвленного типа. В случае повреждения поверхностной ладонной дуги и наличия двух проксимальных концов и нескольких дистальных концов общепальцевых артерий и собственных пальцевых артерий анастомозы могут быть выполнены по-разному. В общем и целом анастомоз с лучевой артерией может обеспечить кровоснабжение I и II пальцев; анастомоз с локтевой артерией может гарантировать сохранение жизнеспособности III, IV и V пальцев; анастомоз общепальцевой артерии может обеспечить кровоснабжение двух смежных пальцев; анастомоз собственнопальцевой артерии также может сохранить соседние пальцы за счет обильного коллатерального кровообращения в межпальцевом промежутке. Реплантация блока пальцев, отчлененных на разных уровнях, обычно приводит к проблеме несоответствия диаметра сосудов, как при анастомозе лучевой или локтевой артерии с общей пальцевой артерией или при анастомозе общей пальцевой артерии с пальцевой артерией. Эту про-

блему можно решить, сделав диаметр примерно одинаковым на обоих концах; меньший диаметр можно расширить за счет введения во внешнюю оболочку 3% папаверина или путем формирования косога среза сосуда или М-образного рассечения его стенки. Обратите внимание, что во время наложения анастомоза внутренняя оболочка сосуда должна быть вывернута, швы следует накладывать равномерно, не допуская сужения просвета сосуда. Анастомозированная артерия должна быть слегка натянута, не перекручена, не должно быть кровотечения из анастомоза. Если во время операции вновь происходит нарушение артериального кровоснабжения, это означает, что хирургическая обработка была выполнена недостаточно, при наложении анастомоза были допущены погрешности, в просвет попали волокна от марлевых салфеток или часть внешней оболочки, либо возник ангиоспазм. Если в такой ситуации спазмолитические средства не помогают, участок ар-

терии с анастомозом следует резецировать и снова сшить сосуд. Количество швов определяется диаметром сосуда. На локтевую или лучевую артерию в запястно-пястной части следует накладывать 12 швов атравматической нейлоновой нитью 10-0 или 11-0, на общую пальцевую артерию — 8–10 швов, а на пальцевую артерию — 6–8 швов. Для венозного анастомоза требуется меньше швов, при наложении которых следует чуть больше отступать от края. При реплантиции целой кисти, отчлененной на запястно-пястном уровне, или блока пальцев на уровне середины ладони, следует контролировать кровоснабжение I пальца после запуска кровотока. В случае недостаточного кровоснабжения большого пальца следует анастомозировать артерию I пальца после введения в нее зонда. При реплантиции блока пальцев достаточно анастомозировать только тыльные вены для гарантии венозного оттока, то есть анастомоз глубоких вен не требуется.

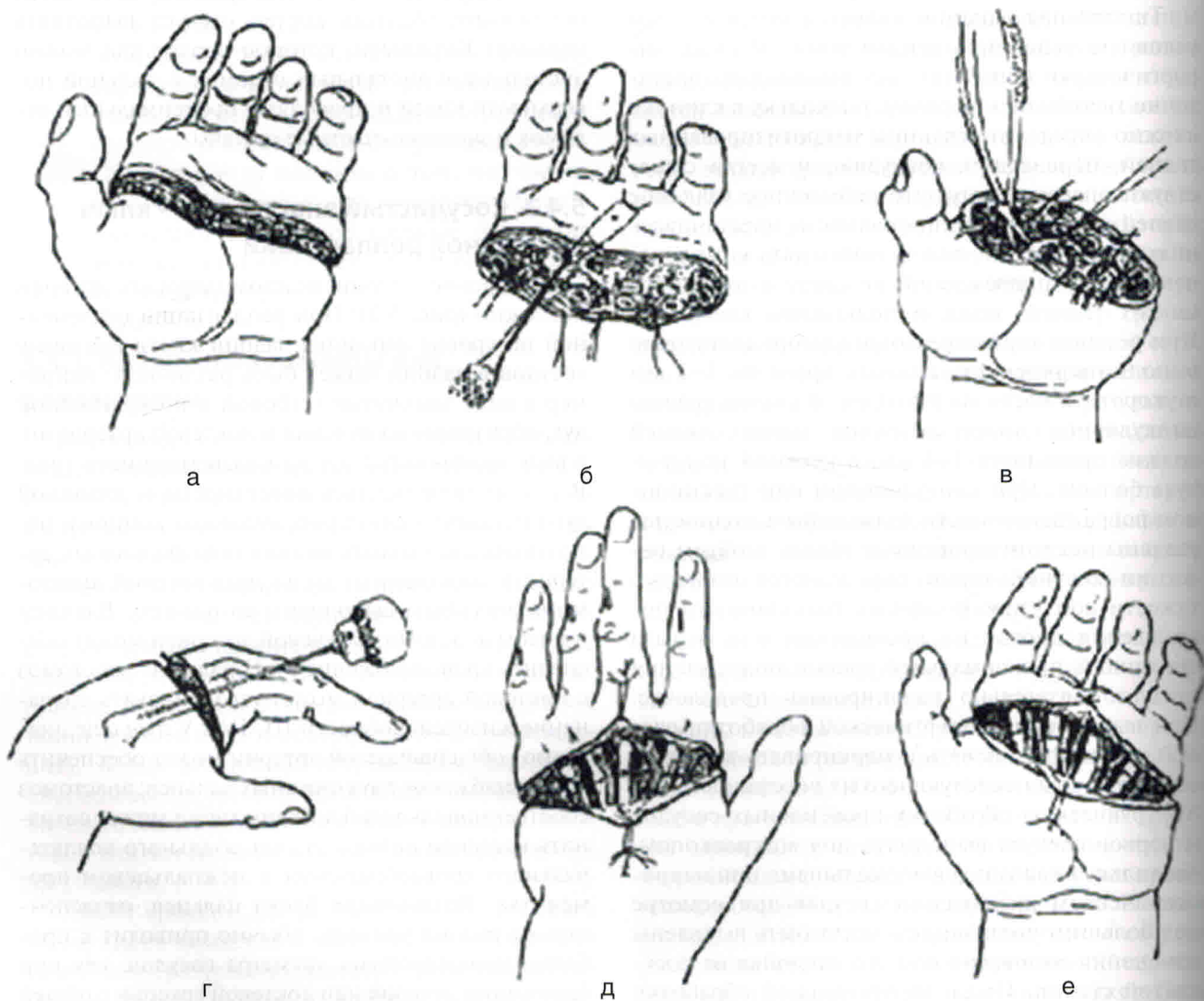


Рис. 5.3. Последовательность восстановления структур до наложения анастомозов на сосуды при реплантиции блока пальцев (а-е)

5.4.4. Вмешательство на нервах

Необходимо пытаться восстанавливать все чувствительные и двигательные нервы кисти. На уровне ладони важно восстановить тенарную возвратную ветвь срединного нерва и каждый собственный пальцевый нерв. При повреждении ветвей локтевого нерва следует разделить проксимальный его конец на пучки и сшить их периневральным швом с соответствующими чувствительными и двигательными дистальными концами. Дефекты нерва могут быть замещены невральными трансплантатами, взятыми внутри ствола.

5.4.5. Восстановление сухожилий

Сухожилия длинного сгибателя и разгибателя большого пальца следует восстанавливать первично. Сухожилия разгибателей пальцев сшивают до выполнения анастомоза дорсальных вен кисти. После резекции дистального конца сухожилия поверхностного сгибателя пальца проксимальный конец сухожилия поверхностного сгибателя или сухожилие глубокого сгибателя пальца можно сшить с дистальным концом сухожилия глубокого сгибателя пальца. Рассекают поперечную ладонную связку запястья, а также резецируют часть фиброзного влагалища на уровне пястно-фалангового сустава. При условии прочного шва первичное восстановление поврежденных сухожилий на уровне пястно-фалангового сустава или близко к нему дает хорошие результаты. Рубцевание и адгезия тканей после реплантации на уровне ладони существенно затрудняют разделение тканей во время выполнения вторичного вмешательства, поэтому можно случайно повредить кровеносные сосуды и нервы, поставив под угрозу приживление реплантированных пальцев. Следовательно, сухожилия сгибателей пальцев следует восстанавливать первично.

5.4.6. Кожный покров

С целью первичного ушивания раны следует регионально укоротить кости, что позволит наложить швы на кожу без натяжения для защиты глубоких тканей. Если после хирургической обработки сформировался слишком большой дефект кожи, может быть выполнена пластика свободным кровоснабжаемым лоскутом, или для закрытия раневого дефекта может быть использован свободный кожный трансплантат, чтобы избежать некроза или инфекции и создать условия для вторичных восстановительных вмешательств.

5.4.7. Наблюдение и послеоперационное ведение

Выполнение реплантации — это лишь полдела. Для достижения успешных результатов важную роль также играют послеоперационное наблюдение и лечение. Несмотря на то что реплантация пальцев или блока пальцев не оказывает существенного влияния на общее состояние пациента, тщательное послеоперационное наблюдение и лечение являются незаменимыми. Следует отметить, что состояние пальцев зачастую меняется после реплантации.

5.4.7.1. Антибиотики

После реплантации отчлененного пальца или части кисти обычно используют антибиотики для предотвращения инфекции. Профилактически предпочитают использовать пенициллин и стрептомицин из-за их безопасности и эффективности. Только в случае развития инфекции подбираются эффективные антибиотики широкого спектра действия с учетом чувствительности микрофлоры. Традиционно применяют следующую схему: пенициллин в дозе 800 000 единиц внутривенно каждые 8 ч; стрептомицин по 0,5 г внутримышечно 2 раза в сутки.

5.4.7.2. Антикоагулянты и спазмолитики

После реплантации отчлененного пальца или фрагмента кисти обычно используют антикоагулянты и спазмолитики, преимущественно по следующей схеме: папаверин по 30 мг внутримышечно каждые 6 ч; толазолин по 25 мг внутримышечно каждые 8 ч; низкомолекулярный декстран в дозе 500 мл внутривенно 2 раза в сутки. Вышеуказанные средства также можно комбинировать с другими препаратами, например ацетилсалициловой кислотой (Аспирином*) (0,25 г 3 раза в сутки). Как правило, введение препаратов прекращают через неделю.

5.4.7.3. Наблюдение за кровообращением

Наблюдение за кровообращением играет очень важную роль после реплантации пальца или части кисти, так как случаются нарушения кровообращения. Постоянное наблюдение и своевременное лечение обеспечивают успешное сохранение реплантированного пальца. В течение первых 3 дней после реплантации следует ежедневно контролировать состояние кровоснабжения реплантированного пальца, оценивая его цвет, температуру, капиллярный ответ на пальцевое прижатие и кровоточивость из прокола. Если реплантированный палец красного цвета, температура кожи близка к температуре здорового пальца или ниже менее чем на 2 °С, капиллярный ответ на пальцевое при-

жание в норме, из прокола выделяется алая кровь — все это указывает на хорошее кровоснабжение. Если реплантированный палец бледный или имеет синюшный оттенок, его температура более чем на 3 °С ниже температуры здорового пальца, кровоточивость из прокола отсутствует или выделяется темная кровь, необходимо определить причину этих изменений, является ли это следствием артериальной недостаточности или нарушения венозного оттока. Какой бы ни была причина, требуется своевременное лечение. Поскольку сложно дифференцировать вазоспазм от тромбоза по клиническим признакам, нарушение кровообращения следует лечить сначала как вазоспазм путем внутримышечной инъекции 30 мг папаверина и 25 мг толазолина либо внутривенного вливания 30 мг папаверина. Если через 1 ч не наблюдается никакой реакции, следует безотлагательно приступить к ревизионному вмешательству.

5.4.7.4. перевязка

В течение 1 нед после реплантации пальца или части кисти предпочтительно менять повязку каждый день для своевременного выявления отека, гематомы, инфекции или сдавления реплантированного пальца запекшейся кровью или высохшей марлевой салфеткой. Марлю, внутренний слой которой прилип к запекшейся крови, нельзя удалять с применением силы. Следует смачивать реплантированный палец теплым раствором хлоргексидина 1:2000 в течение 2–3 мин, пока марля не размокнет и ее будет легко удалить. Если никаких изменений не выявлено, реплантированный палец можно укрыть стерильной повязкой после промывания теплым раствором хлоргексидина 1:2000. Поврежденный палец не следует обрабатывать холодным этанолом, йодом или изотоническим раствором натрия хлорида, так как охлаждение может спровоцировать вазоспазм. Ниже представлен случай реплантации блока пальцев у ребенка (рис. 5.4).

5.5. Функциональное восстановление

Отчленение на уровне ладони даже при условии успешной реплантации однозначно приводит к ограничению амплитуды движений пальцев, что зачастую осложняет повседневную жизнь и работу пациента. Однако своевременная и надлежащая реабилитация будет крайне полезна поврежденной кисти. В противном случае ненадлежащее выполнение упражнений реплантированной кистью после операции из страха боли приводит лишь к тугоподвижности и бесполезности кисти.

5.5.1. Упражнения для разработки активных и пассивных движений

Надлежащее выполнение упражнений, направленных на восстановление активных и пассивных движений, является самым простым и эффективным способом восстановления функции кисти. Упражнения способны улучшить кровоснабжение и трофику, увеличить амплитуду движений суставов, повысить мышечную силу и координировать движения поврежденной кисти. Активные упражнения играют главную роль, а пассивные — вспомогательную. Следует поощрять самостоятельное выполнение упражнений пациентом, после того как он/она будет проинформирован(а) о значимости упражнений для кисти. Кроме того, следует регулярно контролировать результаты реабилитации на тот случай, если активные и пассивные функциональные упражнения прекращаются из-за страха боли или небрежности или не выполняются своевременно, настойчиво и надлежащим образом.

5.5.2. Сокращение периода иммобилизации

Фиксирующую повязку снимают через 3 нед после операции. Можно начать пассивные упражнения с малой амплитудой движений в смежных суставах. Поскольку отломки соединены достаточно прочной фиброзной мозолью до наступления костного сращения, раннее прекращение внешней иммобилизации не может привести к смещению костных фрагментов. Спицы обычно удаляют через 4 нед после операции для облегчения выполнения упражнений свободной кистью. Сначала начинают выполнять пассивные упражнения на сгибание и разгибание суставов пальцев. Когда достигается желаемая амплитуда движений суставов, переходят к активным упражнениям. По мере постепенного расширения амплитуды движений и более частого выполнения упражнений станут видны положительные результаты.

5.5.3. Реабилитационные упражнения

Не следует выполнять активные и пассивные упражнения с пустой кистью. Простые объекты и инструменты могут помочь повысить эффект реабилитации. Например, удерживание дощечки шириной примерно 6 см может помочь контролировать суставы большого и других пальцев. Упражнения на разгибание, сгибание, отведение, приведение и координацию пальцев можно выполнять путем вращения металлического шарика или грецкого ореха. Разминание пластилина



Рис. 5.4. Реплантация блока пальцев у ребенка: ладонный вид дистального конца отчлененной кисти (а); тыльный вид дистального конца отчлененной кисти (б); культя травмированной конечности (в); первый день после реплантации (г); через 3 нед после реплантации (д)

удерживание или захватывание резинового шарика, конуса, клавиатуры или шестерни служат эффективными способами тренировки реплантационных пальцев. Помимо активных упражнений, важно в максимально возможной степени пользоваться реплантационным пальцем в обычной повседневной жизни, чтобы способствовать его реабилитации. Например, чиркать спичкой, застегивать и расстегивать пуговицы, шнуровать обувь, застегивать ремень, писать, стирать одежду и т.д.

5.5.4. Физиотерапия

На раннем, среднем и позднем этапах лечения можно применять адъювантную физиотерапию с учетом степени восстановления. Например, применяют инфракрасные лучи, ультразвук и фонофорез, парафин и массаж. Если условия позволяют, можно в индивидуальном порядке изготовить шину для облегчения реабилитации, например шину для одного или нескольких пальцев в положении сгибания или разгибания, шину для

Цзин Ли, Лэй Ши, Чунь Чжан, Цзяньли Ван и Гуанджун Лю

21.1. Микрохирургия при остеопатии и опухолях кости

Цзин Ли и Лэй Ши

21.1.1. Обзор

Удаление опухоли или резекция пораженной части кости является наиболее распространенным методом лечения остеопатии и опухолей кости. Однако большой дефект кости после удаления опухоли в плане реконструкции представляет сложность для хирургов. Внедрение искусственных металлических протезов — большое достижение в области реконструкции крупных дефектов кости. Благодаря таким преимуществам, как простота операции, достижение стабильности сразу после операции, надежная функциональная реабилитация, редкое развитие осложнений на раннем этапе, протезирование служит важным способом реконструкции для сохранения конечности при остеопатии и злокачественных опухолях кости. Однако в последние годы отмечается тенденция к снижению клинического использования этого метода. Главная причина заключается в том, что существенно возросла частота случаев отторжения искусственных протезов в связи с поздними осложнениями (такими как расшатывание, инфекция, перелом и пр.). (Показатель 10-летней выживаемости протезов составляет примерно 63%.) Таким образом, биологическая реконструкция постепенно становится преобладающим методом лечения сегментарных дефектов кости, обусловленных остеопатией или опухолью кости.

Биологическая реконструкция включает в себя трансплантацию аутогенной и аллогенной кости. Ее результаты в некоторой степени противоположны результатам протезирования. Она является более сложной в исполнении и приводит к развитию большего числа осложнений на раннем этапе, однако через 3–5 лет почти никакие осложнения

не возникают. Поэтому ее эффективность долгосрочная.

Общими особенностями всех способов биологической реконструкции являются интеграция, адаптация, регенерация и замена костной структуры при помощи собственных ресурсов пациента. Состояние реципиентного ложа (включая кровоснабжение и мягкотканый покров) крайне важно для всех операций. Таким образом, для биологической реконструкции необходимо учитывать два аспекта:

- 1) состояние мягких тканей реципиентной области после резекции опухоли;
- 2) возраст пациента (более высокая способность к регенерации отмечается у молодых пациентов).

Трансплантация васкуляризованной кости является важным микрохирургическим методом биологической реконструкции пострезекционных сегментарных дефектов кости в онкоортопедии. Используют кровоснабжаемые трансплантаты подвздошной, малоберцовой костей, ребра, латерального края лопатки, каждый из которых имеет свои показания, преимущества и недостатки. Чаще всего для замещения дефектов костей, сформировавшихся после резекции опухоли, используют васкуляризованный малоберцовый трансплантат.

21.1.2. Применение васкуляризованной малоберцовой кости в органосохраняющей реконструкции конечности после резекции опухоли

21.1.2.1. Краткий обзор

В 1884 г. Хан (Hahn) описал первый случай трансплантации васкуляризованной малоберцовой кости при псевдоартрозе большеберцовой кости. В 1911 г. Уолтер (Walter) описал процедуру свободной трансплантации не васкуляризован-

ной малоберцовой кости. В 1973 г. Уэба (Ueba) провел первую операцию по замещению костных дефектов после удаления нейрофибросаркомы свободным васкуляризованным малоберцовым трансплантатом, но описал ее в литературе лишь 9 лет спустя [1]. Поэтому Тейлора (Taylor) считают первым хирургом, заявившим о свободной трансплантации васкуляризованной малоберцовой кости и применившим ее с целью замещения костного дефекта [2]. Трансплантация васкуляризованного лоскута малоберцовой кости служит важным методом замещения сегментарных дефектов кости длиной более 6 см. С тех пор как в 1983 г. Йошимура (Yoshimura) [3] выполнил свободную пересадку кровоснабжаемого сложного комплекса тканей, включающего фрагмент малоберцовой кости и кожи голени, этот трансплантат постепенно стали применять для замещения сегментарных пострезекционных костных дефектов, при злокачественных опухолях костей, и другой патологии. Замещение больших пострезекционных дефектов кости после радикального удаления опухоли васкуляризованным малоберцовым трансплантатом имеет два преимущества.

1. Трансплантация аутогенной кости.

После реконструкции путем трансплантации васкуляризованной малоберцовой кости можно сразу же восстановить кровообращение кости, и при этом избежать замещения ползучим трансплантатом [4], которое свойственно пластике не васкуляризованной костью, и реакции отторжения [5], которая может возникать при замещении дефекта аллотрансплантатом. Процесс консолидации пересаженной кости с реципиентной почти идентичен сращению обычного перелома. Васкуляризованный малоберцовый трансплантат срастается с реципиентной костью в течение 2–12 мес в 71–100% случаев. Даже в случае замедленной консолидации или несращения правильно подобранное лечение позволяет повысить этот показатель до 90–100%.

2. Способность к биологическому ремоделированию.

Поскольку в васкуляризованном трансплантате малоберцовой кости сохраняется эндостальное и периостальное кровообращение, биологическое поведение пересаженной кости эквивалентно здоровой живой кости, в частности способно к ремоделированию [6]. В ответ на нагрузку трансплантат утолщается [7] (рис. 21.1). Поскольку при пересадке эпифиза сохраняется кровообращение хрящевой пластинки, она не только служит суставной поверхностью, способной к ремоделированию, но и обеспечивает возмож-

ность продольного роста у растущих детей [8]. Это особенно важно для сохранения длины конечности и ремоделирования при органосохраняющей операции по поводу злокачественной опухоли у детей.

21.1.2.2. Анатомические основы трансплантации малоберцового тканевого лоскута

1. Кровоснабжение диафиза малоберцовой кости [9].

Кровоснабжение диафиза малоберцовой кости в основном обеспечивается малоберцовой питающей артерией и малоберцовой дугообразной артерией. Малоберцовая артерия, кровоснабжающая диафизарную часть малоберцовой кости, начинается от подколенной, задней большеберцовой или передней большеберцовой артерии и сопровождается двумя венами. От задней большеберцовой артерии она отходит на 6,6 см ниже головки малоберцовой кости, идет сверху вниз внутри камбаловидной, задней большеберцовой мышцы и длинного сгибателя большого пальца стопы и, наконец, заканчивается как латеральная артерия пятки. Малоберцовый сосудистый пучок находится между малоберцовой костью (спереди и латерально), задней большеберцовой мышцей (спереди и медиально) и длинным сгибателем большого пальца стопы (сзади). Как правило, имеется одна питающая артерия, в некоторых случаях — 2–3. Зачастую она входит в кость на уровне середины диафиза и проникает в костномозговую полость, после чего делится на восходящую и нисходящую ветви (именно поэтому для трансплантации часто выбирают среднюю треть диафиза малоберцовой кости) и кровоснабжает 1/2–2/3 кортикального слоя. Дугообразные артерии представляют собой сегментарные кольцевидные кровеносные сосуды, отходящие от малоберцовой артерии. Они огибают малоберцовую кость и проходят через мышцы к надкостнице и 1/3 наружного кортикального слоя. Число дугообразных артерий варьирует, в среднем бывает девять. В средней части диафиза они расположены горизонтально, а в нижней части — по спирали. Внутри они расположены на расстоянии 1 см от малоберцовой кости, а по переднелатеральной поверхности — лишь в 0,3 см от малоберцовой кости. От малоберцовой артерии отходит несколько перегородочных кожных и мышечно-кожных ветвей, обеспечивающих кровоснабже-

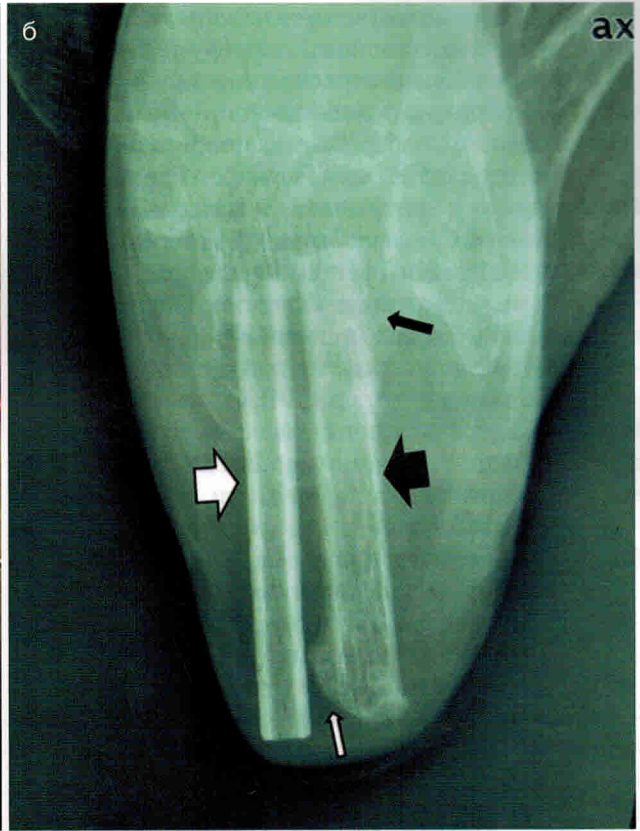
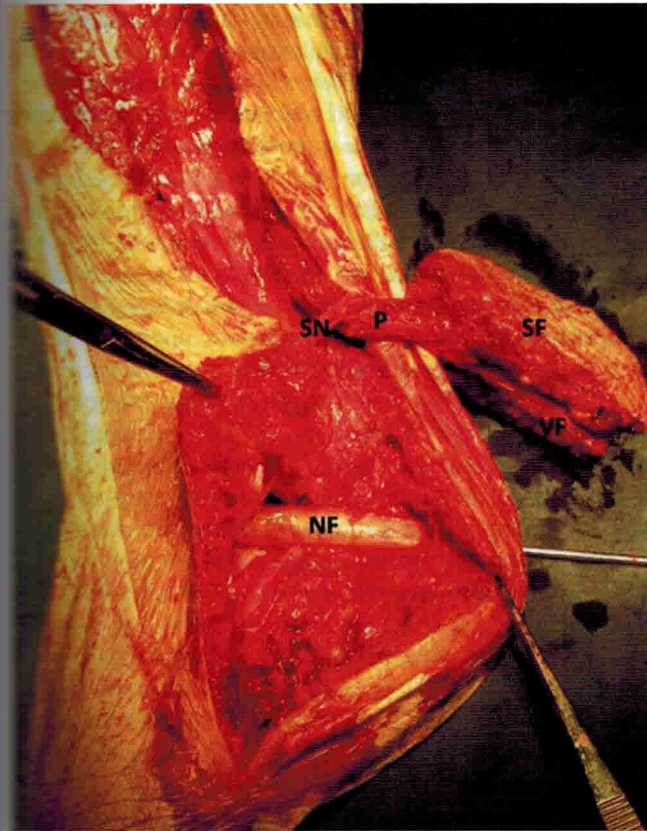


Рис. 21.1. Транспозиция малоберцового лоскута: невакуляризованную малоберцовую кость зафиксировали спицей Киршнера; васкуляризованный малоберцовый кожный лоскут подготовили для ретроградной транспозиции и разместили параллельно с невакуляризованной малоберцовой костью для реконструкции пяточной кости (а). P — сосудистая ножка; SN — суральный нерв; SF — кожный лоскут; N — васкуляризованный костный лоскут. Через год после операции на рентгеновских снимках видна реакция различных сегментов одной малоберцовой кости на стрессорное воздействие: васкуляризованная малоберцовая кость (показана толстой *черной стрелкой*) существенно толще, чем невакуляризованная малоберцовая кость (показана толстой *белой стрелкой*) (б). Проксимальный отдел васкуляризованной малоберцовой кости хорошо контактирует с местом соединения с таранной костью (показано тонкой *черной стрелкой*), и ремоделирование соответствующей невакуляризованной малоберцовой кости отсутствует

ние кожи латеральной поверхности голени в проекции малоберцовой кости. Перегородочные кожные ветви проходят через заднюю межмышечную перегородку к коже, а мышечно-кожные ветви сначала проходят сквозь длинный сгибатель большого пальца стопы, заднюю большеберцовую или камбаловидную мышцы, а затем проникают в заднюю межмышечную перегородку голени. Все кожные ветви проходят между малоберцовой мышцей и камбаловидной мышцей. Кожные ветви, которых насчитывается 3–6, сегментарно распределены вдоль диафиза малоберцовой кости. Малоберцовый костный трансплантат может быть взят с участком кожи голени на кожных ветвях малоберцовой артерии, который можно использовать для укрытия кости или замещения дефекта мягких тканей в реципиентной зоне (рис. 21.2).

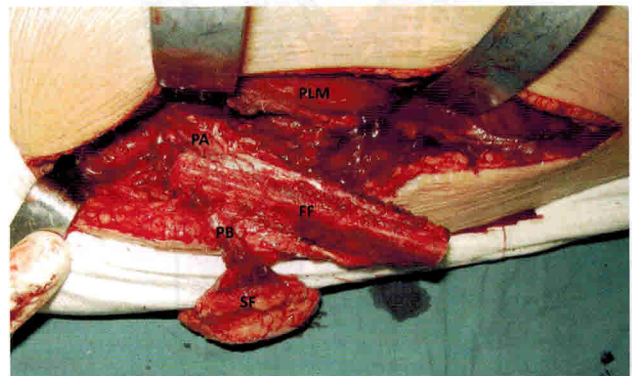


Рис. 21.2. После полного высвобождения малоберцового кожно-костного лоскута ослабляют жгут перед тем, как пересечь питающую ножку, что обеспечивает хорошую кровоточивость мышечной муфты, медуллярной полости и кожного лоскута. PLM — длинная малоберцовая мышца; PA — малоберцовая артерия; PB — кожная ветвь малоберцовой артерии; FF — малоберцовый костный лоскут; SF — малоберцовый кожный лоскут

Некоторые ветви нижней части малоберцовой артерии анастомозируют с ветвями задней большеберцовой артерии. На уровне дистального края межкостной мембраны ветви малоберцовой артерии проходят на переднюю ее поверхность и анастомозируют с латеральной лодыжечной ветвью передней большеберцовой артерии и предплюсневыми ветвями тыльной артерии стопы. Существуют анастомозы с ветвями задней большеберцовой артерии и ветвями латеральной лодыжечной артерии, а также пяточными ветвями. Эти анастомозы являются анатомической основой для реконструкции пяточной кости и дистального отдела большеберцовой кости малоберцовым трансплантатом на дистальной сосудистой ножке (с ретроградным кровотоком).

2. Анатомические характеристики кровоснабжения эпифиза малоберцовой кости.

До момента закрытия эпифизарной зоны кровоснабжение эпифиза и диафиза малоберцовой кости обеспечивается различными

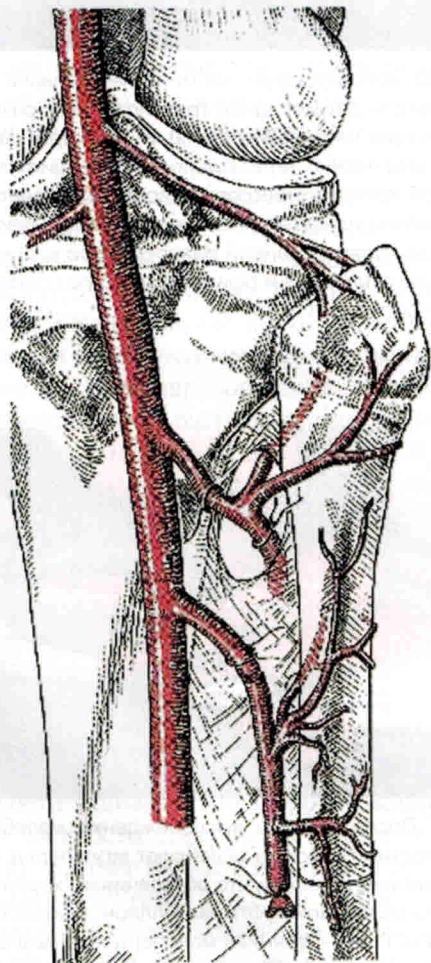


Рис. 21.3. Схематическое изображение кровоснабжения головки малоберцовой кости

питающими артериями. Исследования кровоснабжения эпифиза малоберцовой кости проводятся с 1980-х гг. [10]. Пластинка роста служит границей, по отношению к которой кровоснабжение малоберцовой кости можно разделить на две части. Малоберцовая артерия может питать зону гипертрофии и зону кальцификации пластинки роста. Кровоснабжение может вызывать кальцификацию и гибель клеток в гипертрофической зоне. В случае нарушения кровоснабжения клетки в гипертрофической зоне не погибают, что приводит к быстрому росту эпифиза в продольном направлении. Кровоснабжение эпифиза и пластинки роста (клетки в зародышевой и пролиферативной зонах) обеспечивается двумя источниками, одним из которых является латеральная нижняя коленная артерия. Она отходит от подколенного сосуда и делится на переднюю и заднюю ветви, обеспечивающие кровоснабжение эпифиза. Передние ветви — тоньше, задние ветви — толще. Вторым источником является артерия шейки малоберцовой кости (в основном берет начало от задних ветвей передней большеберцовой артерии, в некоторых случаях — от подколенного сосуда, исходящая от передней большеберцовой артерии на уровне выхода из межкостной мембраны, а также от возвратной ветви передней большеберцовой артерии, после того как та проходит через межкостную мембрану). Одновременное повреждение обеих систем кровоснабжения приводит к остановке роста эпифиза. Анастомозы между латеральной нижней коленной артерией, артерией шейки малоберцовой кости и возвратной ветвью передней большеберцовой артерии могут обеспечить кровоснабжение проксимального отдела эпифиза из одного из этих сосудов и гарантировать его выживание при трансплантации эпифиза малоберцовой кости (рис. 21.3).

При пересадке эпифиза зачастую требуется использовать часть диафиза малоберцовой кости. Возможны два варианта кровоснабжения при трансплантации проксимального отдела малоберцовой кости. Одним из них является анастомоз двух наборов кровеносных сосудов (латеральная нижняя коленная артерия обеспечивает кровоснабжение эпифиза и проксимальной части ростковой зоны, а малоберцовая артерия обеспечивает кровоснабжение для дистальной ростковой зоны и диафиза) [11–13]. Анатомическое исследование, проведенное Тейлором и Боннелом (Bonnell), показало

вает, что кровоснабжение эпифиза и проксимальной части диафиза малоберцовой кости можно обеспечить за счет эпифизарных ветвей возвратной передней большеберцовой артерии, а кровоснабжение проксимальной 1/2–2/3 диафиза малоберцовой кости — надкостнично-мышечными ветвями (рис. 21.4) [14]. Исследование, проведенное Рестрепо (Restrepo), показывает, что передняя большеберцовая артерия может анастомозировать с малоберцовой артерией и нисходящей ветвью латеральной коленной артерии, прежде чем она проходит через межкостную мембрану (в 80% случаев). Таким образом, единственный анастомоз с передним большеберцовым сосудом может обеспечить кровоснабжение трансплантата проксимального эпифиза и диафиза малоберцовой кости.

21.1.2.3. Клиническое применение

I. Показания.

Свободную трансплантацию малоберцовой кости зачастую используют с целью замещения больших сегментарных дефектов длинных трубчатых костей [15], особенно когда требуется транзитный промежуточный фрагмент. [16]. Также ее можно применять для артродеза плеча, колена и голени [17]. Малоберцовый трансплантат может быть пересажен как единичный костный фрагмент или как сдвоенный. Пересадку малоберцовой кости в виде одного костного фрагмента, как правило, применяют для замещения дефектов длинных костей, диаметр которых аналогичен поперечным размерам малоберцовой кости, например лучевой, локтевой, плюсневой, плечевой костей (от срединной до нижней части), срединной части большеберцовой кости и пр. Ее также можно применять для реконструкции бедренной кости у детей, так как у них высока способность к ремоделированию. Сдвоенный трансплантат в основном используют для замещения дефектов бедренной и большеберцовой костей, поперечные размеры которых существенно отличаются от таковых малоберцовой кости и которым придется выдерживать большие нагрузки [18].

II. Резекция и фиксация проксимального свободного малоберцового лоскута.

1. Разрез начинается от передней поверхности головки и проходит вдоль переднего края малоберцовой кости, заканчиваясь на 5 см выше уровня голеностопного сустава.
2. Разрез выполняют до глубокой фасции. Далее рассекают глубокую фасцию вдоль ма-

лоберцовых мышц и отводят фасциальный листок кзади. Длинную и короткую малоберцовые мышцы отводят вперед и острожно ищут кожные перфорантные ветви между камбаловидной мышцей и малоберцовой костью. Положение кожного лоскута планируют в соответствии с локализацией кожных перфорант.

3. Затем отслаивают малоберцовые мышцы от малоберцовой кости и при этом оставляют мышечную муфту около 3 мм для защиты дугообразной артерии. Малоберцовые мышцы отводят кпереди для обнажения передней поверхности межкостной мембраны. Длинный разгибатель большого пальца и длинный разгибатель пальцев стопы отделяют от поверхности малоберцовой кости для обнажения межкостной мембраны.
4. По намеченному уровню остеотомии малоберцовой кости надсекают надкостницу и отслаивают ее. Выполняют остеотомию малоберцовой кости на обоих концах трансплантата. Рассекают межкостную мембрану, открывая доступ в задний мышечный футляр. Сначала выполняют разрез 1 см на уровне дистальной остеотомии, далее отделяют длинный сгибатель большого пальца стопы для обнажения

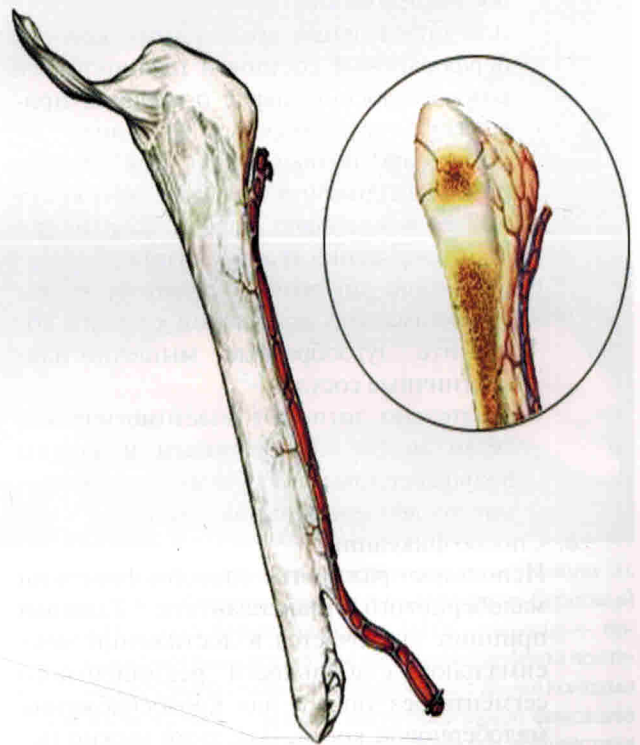


Рис. 21.4. Схематическое изображение эпифиза малоберцовой кости с ретроградным кровоснабжением из передней большеберцовой артерии

малоберцовых сосудов и лигируют их. Выполняют разрез по заднему краю лоскута, включая глубокую фасцию. Лоскут поднимают, стараясь сохранить целостность кожных перфорантных сосудов и не допустить избыточного натяжения.

5. Далее выполняют диссекцию вдоль малоберцовых сосудов в проксимальном направлении, оставляя мышечную муфту малоберцовой кости (в основном длинного сгибателя большого пальца стопы), и открывают большеберцовый сосудисто-нервный пучок, оберегая при этом дугообразные артерии, отходящие от малоберцовых сосудов. Аккуратно лигируют анастомотические ветви между малоберцовым сосудом и задним большеберцовым сосудом. Малоберцовый сосуд выделяют до уровня отхождения от задней большеберцовой артерии.

6. Ослабляют жгут и контролируют кровоснабжение трансплантата по кровоточивости из костномозгового канала и мышечной муфты. Затем перевязывают и пересекают малоберцовый сосуд и забирают трансплантат.

7. Ключевые аспекты операции.

◇ Чтобы убедиться в наличии малоберцовых сосудов, перед операцией проводят рентгенографическое или ультразвуковое исследование.

◇ Для определения локализации кожных перфорантных сосудов и планирования кожного лоскута перед операцией проводят ультразвуковое исследование.

◇ Включение питающих сосудов срединной части диафиза малоберцовой кости играет важнейшую роль в сохранении кровоснабжения трансплантата.

◇ Операцию проводят аккуратно, чтобы в максимально возможной степени сохранить дугообразные мышечно-надкостничные сосуды.

◇ Тщательно лигируют анастомотические ветви между малоберцовым и задним большеберцовым сосудами во избежание послеоперационной гематомы.

8. Способ фиксации.

Используют различные способы фиксации малоберцового трансплантата. Главный принцип заключается в достижении максимальной стабильности реципиентного сегмента без ущерба для кровоснабжения малоберцовой кости. Для этого можно использовать наружный фиксатор, интрамедуллярный стержень и мостовидную пластину с блокирующимися винтами.

Типичным примером является замещение дефектов костей и мягких тканей предплющью свободным малоберцовым лоскутом (рис. 21.5).

9. Восстановление кровообращения.

Как правило, малоберцовая артерия сопровождается двумя венами; по возможности следует зашивать все сосуды. В случае плохого состояния сосудов в реципиентной зоне удовлетворительного венозного вливания можно добиться наложением одного венозного анастомоза с веной большого пальца.

III. Осложнения и их профилактика.

1. Несращение кости.

При использовании васкуляризованного малоберцового трансплантата для замещения сегментарных дефектов костей частота случаев несращения кости составляет примерно 10–29% [19], причем на нижней конечности эти показатели выше (14–31%), чем на верхней (9–26%). Это может быть в некоторой степени связано с надежностью кровоснабжения трансплантата, методом фиксации использованного костного лоскута и пр. [20]. При интрамедуллярной фиксации частота случаев несращения кости выше, чем при использовании внешней фиксации. Предположительно, это связано с кровоснабжением кортикальной кости. Через 1 нед после операции эмиссионная КТ может во многом выявить состояние кровоснабжения трансплантированной кости. Частота случаев несращения кровоснабжаемого трансплантата малоберцовой кости значительно выше, чем кровоснабжаемого. Одномоментное использование костной пластики губчатым костным трансплантатом может снизить частоту случаев несращения [21]. Поэтому следует уделять внимание следующим четырем аспектам.

◇ Тщательное восстановление стабильного кровообращения трансплантата малоберцовой кости [22].

◇ Используемый способ фиксации трансплантата не должен нарушать кровоснабжение пересаженной кости, обеспечивая адекватную стабильность и создавая условия для ранней мобилизации конечности.

◇ Зона контакта трансплантата с реципиентной костью должна быть тщательно обработана. Внедрение трансплантата в костномозговой канал или ступенчатое соединение способно увеличить площадь контакта между трансплантатом

малоберцовой кости и реципиентной костью, что способствует хорошему сращению кости. В случае риска замедленной консолидации можно рассмотреть возможность трансплантации губчатой аутокости в место соединения.

- ◊ Если в раннем послеоперационном периоде возникли осложнения, приведшие к утрате кровоснабжения трансплантата, требуется продлить время наружной фиксации и усилить ее стабильность.

2. Стрессовый перелом.

В связи с такими факторами, как разница в диаметре, послеоперационное ремоделирование и т.д., перелом является частым осложнением трансплантации малоберцовой кости. Когда малоберцовую кость используют для реконструкции плечевой кости, частота переломов составляет примерно 12–50%. Если малоберцовым трансплантатом замещают дефект лучевой, локтевой и плюсневой костей (диаметр схож с диа-

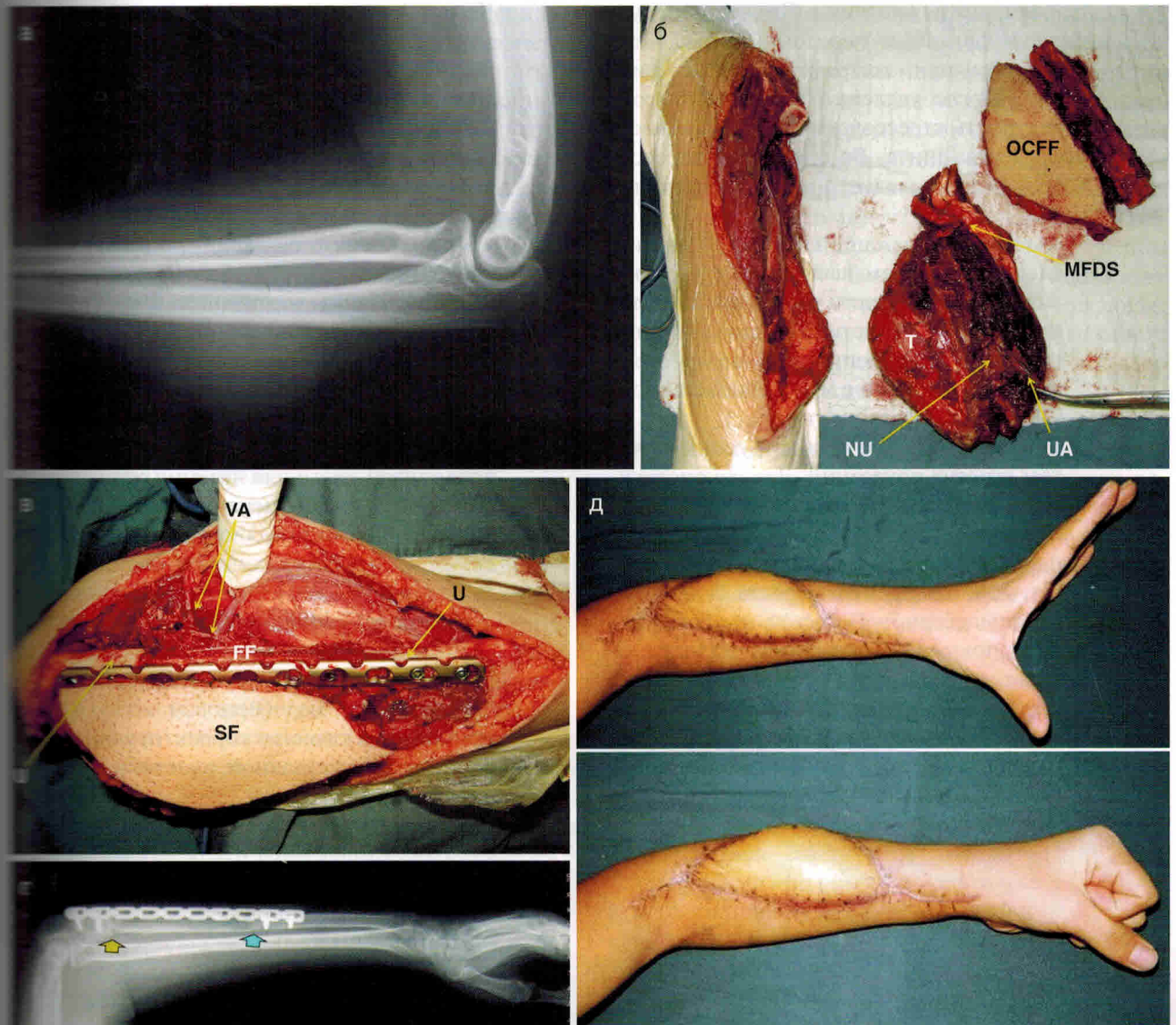


Рис. 21.5. Рентгенограмма рабдомиосаркомы предплечья в боковой проекции показывает мягкотканную тень опухоли (а). В данном случае локтевая кость и локтевые сосуды были поражены опухолью. Опухоль удалена и выделен малоберцовый лоскут по размеру дефекта (б): Т — опухоль; UA — локтевая артерия; OCFF — малоберцовый лоскут; MFDS — мышца — поверхностный сгибатель пальцев; NU — локтевой нерв. Малоберцовый кожно-костный лоскут для замещения дефекта локтевой кости, мягких тканей и локтевых сосудов (в). Два конца малоберцовых сосудов были анастомозированы с двумя концами локтевых сосудов (сквозная техника). После внедрения малоберцовой кости в дефект локтевой кости производят фиксацию пластиной. Следует обращать внимание на небольшой размер винта на малоберцовой кости во избежание его воздействия на кровообращение кости: FF — лоскут малоберцовой кости; U — локтевая кость; SF — кожный лоскут; VA — сосудистый анастомоз. Через 8 нед после операции дистальное соединение (синяя стрелка) срастается; проксимальное соединение (желтая стрелка) близко к клиническому заживлению (г). Внешний вид и функция через 8 нед после операции (д)

метром малоберцовой кости), переломы происходят редко. При использовании малоберцовой кости для реконструкции нижней конечности переломы случаются значительно чаще, чем при реконструкции верхней конечности, и их частота достигает 60–100%. Несмотря на то что в большинстве случаев переломы можно лечить консервативно, в некоторых случаях все же требуется ревизионная операция. Метод фиксации также служит фактором, обуславливающим стрессовый перелом трансплантата после операции. При интрамедуллярной фиксации переломы встречаются реже, чем при экстрамедуллярной фиксации. После удаления пластины высока вероятность стрессового перелома в месте проведения винта. Во избежание стрессового перелома следует принять следующие меры.

- ◇ Выбрать надлежащий метод фиксации. Мы рекомендуем выполнять фиксацию малоберцовой кости мостовидной блокирующей пластиной для усиления фиксации и недопущения воздействия на кровообращение малоберцовой кости и биомеханику сегмента.
 - ◇ Подобрать способ реконструкции с учетом строгих показаний. Для реконструкции лучевой и локтевой костей, а также плечевой кости у детей используют одиночный малоберцовый трансплантат. Для замещения дефекта бедренной и большеберцовой костей мы рекомендуем применять сдвоенный малоберцовый трансплантат или комбинированную пластику (малоберцовый трансплантат в сочетании с аллокостью или с удаленным фрагментом кости с опухолью после инактивации в качестве каркаса или матрицы для остеогенеза).
 - ◇ Проводить регулярное обследование. В случае обнаружения признаков микроперелома требуется немедленно усилить стабильность (например, добавить наружную фиксацию) для снижения стрессовой нагрузки.
 - ◇ Внутреннюю фиксацию не следует удалять или не удалять слишком рано. Если же ее извлечение необходимо, необходимо обеспечить надлежащую защиту.
3. Инфекция.
- Большинство клинических исследований указывают на отсутствие какой-либо связи между инфекцией и локализацией дефекта. Исследование, проведенное в клинике

Майо (Mayo) на примере серии наблюдений, показало, что на верхней конечности инфекционные осложнения встречались чаще, чем на нижней конечности, что, по их предположениям, было связано с плохим состоянием мягких тканей после резекции опухоли. Таким образом, реконструированный участок кости необходимо укрывать кровоснабжаемым комплексом тканей для снижения риска инфекции.

- IV. Несращение и перелом кости после пластики большим костным аллотрансплантатом.
- Чанг (Chang) и Вебер (Weber) первыми применили васкуляризованную малоберцовую кость в рамках ревизионной операции в связи с отсутствием сращения реципиентной кости и аллотрансплантата. Они описывали, что в пяти из шести случаев удалось добиться сращения после первой операции, а в одном — пришлось выполнять пересадку кровоснабжаемого малоберцового трансплантата дважды [23]. Баэ (Baе) применил трансплантацию малоберцовой кости в рамках ревизионной операции в связи с переломом и несращением аллотрансплантата семи из восьми оперированных пациентов удалось вылечить [24]. Фридрих (Friedrich) применил пересадку васкуляризованной малоберцовой кости для лечения осложнений, возникших после операции с применением крупного костного аллотрансплантата (несращение по месту контакта реципиентной и аллокости, перелом аллотрансплантата и инфекция) у 33 пациентов. Во всех случаях сращение наступило в среднем за 7,7 мес [25]. Таким образом, трансплантацию васкуляризованной малоберцовой кости можно применять в качестве корректирующей операции после неудачной пластики костным аллотрансплантатом.
- V. Сохранение стопы.
- Саркома стопы является редкостью. Среди всех случаев саркомы на долю стопы приходится менее 2%. Метастазы и опухоль костного мозга также редки. Наиболее распространенными первичными злокачественными опухолями стопы являются остеосаркома, саркома Юинга и синовиальная саркома. Основным методом лечения первичной злокачественной опухоли стопы — ампутация конечности на уровне голени. Однако, согласно клиническим данным последнего десятилетия, если существует возможность выполнить радикальную резекцию сегмента в пределах здоровых тканей, а реконструкция обеспечит возможность переносить физиологическую нагрузку, можно выполнить

органосохраняющую операцию, позволяющую добиться излечения от опухоли и сохранить функцию стопы в определенных случаях [26]. Типичным примером является замещение дефекта заднего отдела стопы васкуляризованным малоберцовым трансплантатом, ротированным на дистальной сосудистой ножке [27] (рис. 21.6).

1. Органосохраняющая операция при злокачественной опухоли стопы.

◇ Хирургический край.

На стопе имеется множество сложных суставов, тесно связанных друг с другом. Кортикальная кость в середине заднего отдела стопы тонкая и имеет богатую сеть сосудов и нервов. Злокачественная опухоль стопы склонна проникать через кортикальный слой кости и прорастать в окружающие ткани. Синовиальная саркома мягких тканей стопы на начальных стадиях протекает бессимптомно и часто поражает многочисленные суставы через синовиальный слой. Предоперационное МРТ-исследование играет важнейшую роль в диагностике опухоли и планировании операции. Если планируется операция с сохранением конечности, то должна быть выполнена радикальная резекция в пределах здоровых тканей.

◇ Характеристики мягких тканей.

Кость тесно связана с мягкими тканями. При выполнении резекции опухоли часто требуется удалить некоторое количество мягких тканей, чтобы обеспечить радикальность вмешательства. Если опухоль поражает область тарзального канала, требуется удаление медиального и латерального подошвенных нервов и кровеносных сосудов либо боль-

шей части мягких тканей подошвы. После операции подошвенная часть стопы утрачивает чувствительность. Это является относительным противопоказанием к сохранению конечности.

◇ Биомеханические характеристики.

Наличие трех нагружаемых зон является важной биомеханической характеристикой стопы. Поскольку ампутация пальца стопы по поводу опухоли в малой степени влияет на функцию, реконструкция не требуется. Органосохраняющая операция в основном направлена на восстановление опорной функции конечности. Таким образом, планирование операции должно быть нацелено на реконструкцию нагружаемых зон и среднего отдела стопы. Если требуется удаление двух или более нагружаемых зон и среднего отдела стопы, то потребуются сложная реконструкция, и после нее функция стопы не будет восстановлена полностью. Именно поэтому такая ситуация является относительным противопоказанием к сохранению конечности.

◇ Выбор метода реконструкции.

Для реконструкции стопы могут быть использованы следующими методы: протезирование, пластика костным аллотрансплантатом, свободным кровоснабжаемым трансплантатом из крыла подвздошной кости, васкуляризованным малоберцовым трансплантатом и пр. Малауэр (Malawer) описал свой опыт реконструкции стопы после удаления пяточной кости по поводу опухоли с использованием индивидуально изготовленного протеза. Реконструкция с использованием только аллогенной кости имеет



Рис. 21.6. Массив мягких тканей, включающий злокачественную опухоль пяточной кости (а). Предоперационный рентгеновский снимок (б)

такие недостатки, как риск инфекции, резорбция трансплантата в отдаленном периоде, невозможность одновременного замещения дефекта мягких тканей. Поскольку биологическая реконструкция, особенно трансплантация васкуляризованной аутогенной кости, позволяет одновременно выполнять пластику костных и мягких тканей, ее широко применяют в клинической практике.

- ◇ Васкуляризованная малоберцовая кость имеет следующие преимущества в качестве материала для реконструкции стопы:
 - под действием нагрузки живая кость может утолщаться;
 - поскольку головка малоберцовой кости похожа на головку плюсневой кости, она является идеальным материалом для реконструкции нагружаемой зоны переднего отдела стопы;

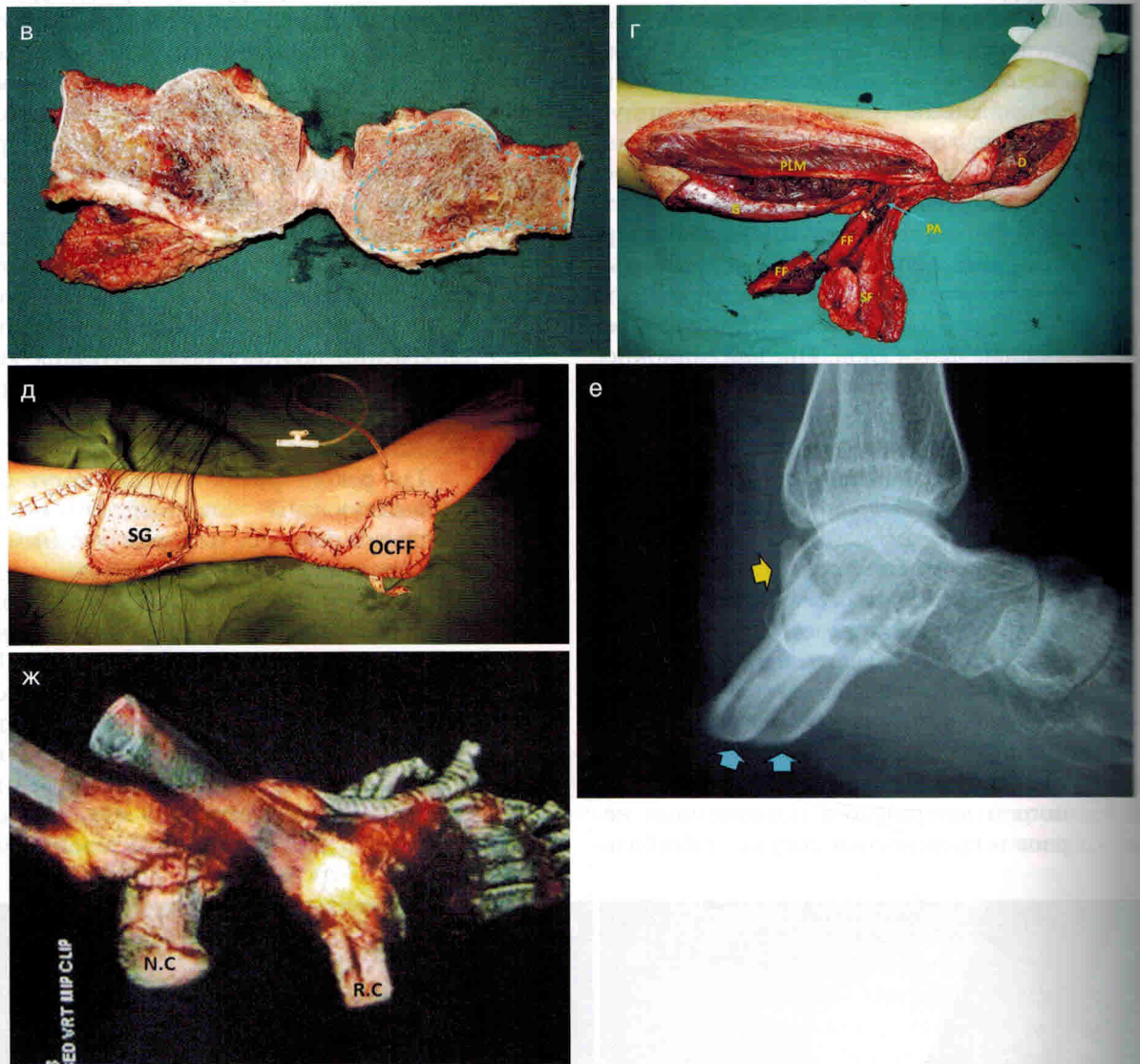


Рис. 16.6. Окончание. Сагиттальный срез опухолей пятки после тотальной резекции: опухоль диффузно прорастает в пяточную кость, но не проникает в таранно-пяточный сустав и пяточно-кубовидный сустав (в). Синей линией на рисунке показан объем опухоли в кости. Была выполнена транспозиция малоберцового лоскута на дистальной питающей ножке в область дефекта после резекции опухоли (г): G — икроножная мышца; PLM — длинная малоберцовая мышца, FF — малоберцовый лоскут; SF — малоберцовый кожный лоскут; PA — дистальная ножка из малоберцовых сосудов; D — дефект после резекции опухоли. Внешний вид после реконструкции (д). Малоберцовый кожный лоскут используют для пластики пяточной области, а донорский участок закрывают свободным кожным лоскутом: OCFF — малоберцовый лоскут; SG — донорская область, закрытая кожным трансплантатом. Несущая нагрузку область становится гладкой (синяя стрелка), и образуется мозоль (желтая стрелка) позади участка сращения таранной кости (ж): N.C — нормальная пяточная кость; R.C — реконструированная пяточная кость. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография реконструированной пяточной кости показывает, что две несущих нагрузку конца малоберцовой кости срослись, и реконструированная пяточная кость хорошо кровоснабжается (в). После нагрузки в обеих малоберцовых костях происходит «пяточная оссификация»