

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОТ АВТОРОВ.....	3
СПИСОК АВТОРОВ.....	9

Глава 1

ХИРУРГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ И БИОМЕХАНИКА КОЛЕННОГО СУСТАВА

Фомин Н.Ф., Гиркало М.В., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н.

1.1. Хирургическая анатомия коленного сустава	11
1.2. Биомеханика коленного сустава	23

Глава 2

ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАЦИЕНТА С ПАТОЛОГИЕЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Куляба Т.А. Корнилов Н.Н., Иржанский А.А.

2.1. Клиническое обследование	31
2.2. Клиническая оценка функции коленного сустава с использованием балльных шкал.....	37
2.3. Лучевая диагностика.....	39
2.4. Лабораторная диагностика	55
2.5. Диагностическая артроскопия	56

Глава 3

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНДОПРОТЕЗОВ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Корнилов Н.Н., Куляба Т.А., Хофманн З.

3.1. История артропластики коленного сустава	57
3.2. Материалы, используемые при изготовлении эндопротезов коленного сустава.....	59
3.3. Классификация и конструктивные особенности эндопротезов коленного сустава.....	62
3.4. Взгляды профессора З. Хофманна на исторические аспекты, технические особенности и принципы выбора имплантата при первичном эндопротезировании коленного сустава	73

Глава 4

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Куляба Т.А., Корнилов Н.Н.

4.1. Выбор хирургического доступа и определение возможных путей его расширения	107
4.2. Пути компенсации функциональной недостаточности или анатомической несостоятельности разгибательного аппарата	108
4.3. Выбор предполагаемой степени связанности компонентов эндопротеза	109
4.4. Рентгенологическое планирование	109
4.5. Выбор метода обезболивания	118

Глава 5

ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ТОТАЛЬНОМУ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЮ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Хофманн З.

5.1. Показания к тотальному эндопротезированию коленного сустава.....	119
5.2. Противопоказания к тотальному эндопротезированию коленного сустава.....	121
5.3. Выбор пациента для первичного тотального эндопротезирования коленного сустава: за и против операции	122

Глава 6

ХИРУРГИЧЕСКИЕ ДОСТУПЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ТОТАЛЬНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Корнилов Н.Н., Куляба Т.А.

6.1. Стандартные хирургические доступы	125
6.2. Расширенные хирургические доступы.....	135
6.3. Возможности использования мало- и менее инвазивных доступов при тотальном эндопротезировании коленного сустава	138

Глава 7

ТОТАЛЬНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Тихилов Р.М., Сараев А.В., Филь А.С., Черный А.А.

7.1. Философия тотального эндопротезирования коленного сустава.....	142
7.2. Техника эндопротезирования коленного сустава при первоначальном формировании разгибательного промежутка (extension gap first technique)	149
7.3. Техника эндопротезирования коленного сустава при первоначальном формировании сгибательного промежутка (flexion gap first technique)	168
7.4. Техника эндопротезирования коленного сустава при независимой резекции мышечков бедренной кости и опиле плато большеберцовой кости с последующей балансировкой суставных промежутков — техника измерительных резекций (measured resection technique)	174
7.5. Техника фиксации компонентов эндопротеза с использованием костного цемента	180
7.6. Бедренно-надколенниковое сочленение при тотальном эндопротезировании коленного сустава.....	183
7.7. Особенности тотального эндопротезирования с использованием менее инвазивной методики оперативного вмешательства	187
7.8. Протокол послеоперационного ведения пациентов	190

Глава 8

ИМПЛАНТАЦИЯ РЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Черный А.А.

8.1. Показания к имплантации ревизионных систем при первичном эндопротезировании коленного сустава	198
8.2. Хирургическая техника имплантации ревизионных систем при первичном эндопротезировании коленного сустава	199
8.3. Имплантация металлических втулок/конусов при первичном эндопротезировании коленного сустава, возможности аддитивных технологий с 3D-реконструкцией	207
8.4. Хирургическая техника костной аллопластики при обширных дефектах метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей и имплантации ревизионных систем при первичном эндопротезировании коленного сустава	219
8.5. Клинические результаты использования ревизионных систем эндопротезирования коленного сустава	223

Глава 9

СЛОЖНЫЕ СЛУЧАИ ПЕРВИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

*Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Тихилов Р.М., Бовкис Г.Ю.,
Кроитор И.И., Кочергин П.Г.*

9.1. Принципы коррекции варусной деформации при тотальном эндопротезировании коленного сустава	225
9.2. Принципы коррекции вальгусной деформации при тотальном эндопротезировании коленного сустава	229
9.3. Принципы устранения фиксированной сгибательной контрактуры при тотальном эндопротезировании коленного сустава	234
9.4. Принципы устранения фиксированной разгибательной контрактуры при тотальном эндопротезировании коленного сустава	235
9.5. Эндопротезирование при анкилозе коленного сустава	236
9.6. Особенности эндопротезирования при внесуставных деформациях и контрактурах нижней конечности	238
9.7. Принципы замещения костных дефектов при первичном эндопротезировании коленного сустава	243
9.8. Особенности эндопротезирования коленного сустава у пациентов с ревматологическими заболеваниями	250
9.9. Эндопротезирование коленного сустава после корригирующих околосуставных остеотомий	254
9.10. Эндопротезирование коленного сустава после несросшихся и неправильно сросшихся переломов метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей	259
9.11. Тотальное эндопротезирование при рекурвации, или переразгибании, в коленном суставе	271
9.12. Эндопротезирование коленного сустава после ранее перенесенной инфекции	275

Глава 10

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ НАВИГАЦИИ ПРИ ТОТАЛЬНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Корнилов Н.Н., Петухов А.И., Игнатенко В.Л., Куляба Т.А.

10.1. Концепция компьютерной навигации при эндопротезировании	281
10.2. Планирование процедуры	282
10.3. Расположение камеры	286
10.4. Установка датчиков	287
10.5. Процедура регистрации	288
10.6. Определение степени деформации и контрактуры коленного сустава	295
10.7. Планирование размера и положения бедренного компонента эндопротеза	295
10.8. Навигация резекций бедренной кости	297
10.9. Планирование и навигация резекции большеберцовой кости	299
10.10. Оценка симметричности сгибательного и разгибательного промежутков и пробная сборка эндопротеза	301
10.11. Анализ амплитуды движений в коленном суставе	302
10.12. Особенности использования натяжителя «sensor-tensor» для достижения баланса мягких тканей	303
10.13. Отчет о проведенных манипуляциях	306
10.14. Результаты применения систем компьютерной навигации при эндопротезировании коленного сустава	307

Глава 11

ОСЛОЖНЕНИЯ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Тихилов Р.М., Корячкин В.А.,
Захарян Н.Г., Бовкис Г.Ю.

11.1. Структура осложнений и их причины	314
11.2. Дифференциальная диагностика осложнений	316
11.3. Лечение осложнений.....	338

Глава 12

ЛЕЧЕНИЕ ИНФЕКЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Соломин Л.Н., Тихилов Р.М., Артюх В.А., Божкова С.А.,
Корчагин К.Л., Иванов П.П., Преображенский П.М., Щепкина Е.А.

12.1. Факторы риска и профилактика развития инфекционных осложнений при эндопротезировании коленного сустава	393
12.2. Классификация инфекционных осложнений	397
12.3. Особенности патогенеза перипротезной инфекции.....	400
12.4. Лечение инфекционных осложнений.....	403
12.5. «Операции отчаяния»: резекционная артропластика, артродезирование, ампутация	427

Глава 13

ОДНОМЫШЕЛКОВОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Корнилов Н.Н., Чугаев Д.В., Куляба Т.А., Филь А.С., Банцер С.А.

13.1. Показания и противопоказания к применению одномышечкового эндопротезирования внутреннего отдела коленного сустава	458
13.2. Особенности диагностики дегенеративно-дистрофических заболеваний коленного сустава перед одномышечковым эндопротезированием коленного сустава.....	460
13.3. Техника хирургического вмешательства.....	462
13.4. Одномышечковое эндопротезирование латерального отдела коленного сустава	479
13.5. Анализ опубликованных результатов парциального эндопротезирования коленного сустава	483

Глава 14

ПАРЦИАЛЬНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ПАТЕЛЛОФЕМОРАЛЬНОГО ОТДЕЛА КОЛЕННОГО СУСТАВА

Чугаев Д.В., Корнилов Н.Н., Куляба Т.А.

14.1. Современные взгляды на эндопротезирование пателлофemorального сустава	488
14.2. История развития и дизайна имплантатов, используемых при изолированном эндопротезировании пателлофemorального сустава	489
14.3. Показания и противопоказания к эндопротезированию пателлофemorального отдела коленного сустава. Особенности предоперационного обследования и планирования	493
14.4. Хирургическая техника пателлофemorального эндопротезирования на примере имплантата резекционного типа	502
14.5. Результаты и причины неудовлетворительных исходов пателлофemorального эндопротезирования	507
14.6. Перспективные направления развития эндопротезирования пателлофemorального отдела коленного сустава	509

Глава 15

ТОТАЛЬНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ПРИ ОПУХОЛЯХ КОСТЕЙ, ФОРМИРУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

Григорьев П.В., Михайлов И.М., Куляба Т.А.

15.1. Показания и противопоказания к онкологическому эндопротезированию коленного сустава	512
15.2. Хирургическая техника эндопротезирования коленного сустава при опухолевом поражении дистального отдела бедренной и проксимального отдела большеберцовой костей	513
15.3. Современные системы онкологических мегапротезов и результаты их клинического применения при тотальном эндопротезировании коленного сустава	522
15.4. Опыт эндопротезирования коленного сустава клиники НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена при онкологических поражениях бедренной и большеберцовой костей	525

Глава 16

СТРУКТУРА ОПЕРАЦИЙ ПЕРВИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА В НМИЦ ТО им. Р.Р. ВРЕДЕНА В ПЕРИОД С 2011 ПО 2019 год

Филь А.С., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н., Банцер С.А.

16.1. Общая характеристика пациентов, перенесших эндопротезирование коленного сустава	531
16.2. Анализ структуры операций первичного эндопротезирования коленного сустава в НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена	535
ЛИТЕРАТУРА	555
ПРИЛОЖЕНИЯ	572

ТОТАЛЬНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Т.А. Куляба, Н.Н. Корнилов, Р.М. Тихилов,
А.В. Сараев, А.С. Филь, А.А. Черный

Тотальное эндопротезирование коленного сустава подразумевает использование имплантата, позволяющего заместить на искусственные все сочленяющиеся поверхности как бедренно-большеберцового, так и бедренно-надколенникового суставов. Однако следует отметить, что в ходе первичной артропластики эндопротезирование суставной поверхности надколенника не является обязательным.

7.1. Философия тотального эндопротезирования коленного сустава

Для реализации основных задач тотального эндопротезирования коленного сустава — купирования болевого синдрома и нормализации функции нижней конечности — необходимо добиться восстановления:

- нормальной оси конечности, т. е. исправить фронтальную деформацию;
- полной амплитуды движений, т. е. устранить контрактуру;
- стабильности сустава как в бедренно-большеберцовом, так и в бедренно-надколенниковом сочленениях.

Хирургическое воздействие при этом оказывается как на мягкотканые (капсула, связки, сухожилия и мышцы), так и на костные (надколенник, мыщелки бедренной и большеберцовой костей) образования, формирующие коленный сустав, причем манипуляции на них осуществляются попеременно на протяжении всей операции.

Для достижения оптимального и наиболее стойкого функционального результата эндопротезирования коленного сустава должны быть соблюдены три условия.

1. Формирование симметричных сгибательного и разгибательного промежутков. Разгибательный промежуток — это расстояние между опилами дистального отдела мыщелков бедренной кости и плато большеберцовой кости при полном разгибании сустава. Сгибательный промежуток — расстояние между опилами задних отделов мыщелков бедренной кости и плато большеберцовой кости при сгибании коленного сустава под прямым углом. Опил плато большеберцовой кости является ключевым, так как в равной степени влияет на размер как разгибательного, так и сгибательного промежутков. После выполнения костных опилов и релиза мягких тканей промежутки должны быть симметричны, т.е. одного размера и прямоугольной формы.

2. Сохранение нормальной высоты суставной линии. Суставная линия — это условная линия, проходящая через плоскость контакта бедренной и большеберцовой костей или бедренного и большеберцового компонентов (рис. 7.1).



Рис. 7.1. Положение суставной линии

Для определения ее правильного расположения наиболее часто используют следующие анатомические ориентиры:

- 1,0–1,4 см дистальнее нижнего полюса надколенника;
- 2,5 см дистальнее наружного надмыщелка бедренной кости;
- 3 см дистальнее внутреннего надмыщелка бедренной кости;
- 1,5–2,0 см проксимальнее вершины головки малоберцовой кости;
- 3 см проксимальнее вершины бугристости большеберцовой кости.

T. Luysckx с соавторами (2014) на основе математических расчетов, выполненных на большом количестве рентгенограмм всей конечности, предложили наиболее точные, на их взгляд, анатомические ориентиры для оценки правильности расположения суставной линии:

- 15,1 мм от головки малоберцовой кости;
- 27,7 мм от медиального надмыщелка и 27,1 мм от латерального надмыщелка бедренной кости;
- 44,6 мм от приводящего бугорка бедренной кости;
- так называемый «коэффициент приводящего бугорка» — расстояние от приводящего бугорка до суставной линии, разделенное на высоту суставной поверхности бедренной кости, которое в норме равняется 0,52.

Боковые статические стабилизирующие структуры (медиальная большеберцовая и латеральная связка, латеральная малоберцовая коллатеральная связка и поднадколенно-большеберцовый тракт) обладают изометричностью, в результате чего при любом угле сгибания коленного сустава определенная их часть сохраняет свой тонус. Изометричность реализуется только при условии соблюдения определенного расстояния от точек фиксации стабилизирующих структур до плоскости, в которой происходит движение. Поэтому при изменении высоты суставной линии в первую очередь нарушается стабильность сустава при средних углах сгибания — возникает т.н. midflexion instability.

При изменении уровня суставной линии изменяется распределение векторов сил, возникающих при сокращении четырехглавой мышцы бедра, что отрицательно сказывается на эффективности работы разгиба-

тельного аппарата и четырехглавой мышцы бедра, приводя к ухудшению функции нижней конечности. Кроме этого, при низком положении надколенника во время сгибания его нижний полюс может упираться в край вкладыша, ограничивая дальнейшее сгибание и вызывая износ полиэтилена — так называемый импинджмент надколенника (рис. 7.2).



Рис. 7.2. Импинджмент нижнего полюса надколенника

3. Скольжение надколенника по центру бедренной борозды без перекоса/подвывиха. На траекторию скольжения надколенника по бедренной борозде оказывают влияние ротационное положение бедренного и большеберцового компонентов, а также сбалансированность ретинакулюма надколенника. Сохраняющийся после эндопротезирования перекос или подвывих надколенника приводит к ограничению сгибания либо ощущению неустойчивости коленного сустава.

На первом этапе операции — хирургическом доступе — воздействие оказывается на мягкие ткани. Начальный релиз включает резекцию внутреннего и наружного менисков, ПКС, участков жирового тела, ограничивающих обзор синовиальной оболочки. Следует избегать полной резекции жирового тела, так как это существенно ухудшает кровоснабжение надколенника и его связки, снижает местный иммунитет и может привести к рубцовому укорочению связки надколенника и формированию *patella baja* (его низкого положения). Синовиальная оболочка всегда иссекается вокруг надколенника, а если она воспалена, то и в области верхнего заворота и боковых карманов. При этом надкостницу метаэпифиза бедренной кости следует обязательно оставлять интактной, чтобы не нарушать его кровоснабжение.

Мобилизации подлежат жировое тело от передней поверхности большеберцовой кости для облегчения вывиха надколенника и размещения головки большеберцового резектора, а также капсула сустава вдоль края плато большеберцовой кости до середины соответствующего мыщелка и не более чем на 1 см дистально.

Дальнейший (окончательный) релиз мягких тканей проводится только при необходимости, на этапе баланса сгибательного и разгибательного промежутков в соответствии с принципами коррекции фронтальных деформаций и контрактур, освещенными ниже, в соответствующей главе.

Успешность эндопротезирования коленного сустава обеспечивается корректной резекцией костей, балансом мягких тканей, надежной фиксацией и правильным осевым позиционированием компонентов эндопротеза. Правильность осевого расположения бедренного и большеберцового компонентов эндопротеза во фронтальной плоскости в последние годы становится все более дискутабельной.

Становление и развитие эндопротезирования коленного сустава основывалось на теории механического выравнивания оси конечности (mechanical alignment), обоснованной J. Insall с соавторами (1985), которую мы, как и подавляющее большинство ортопедов, считаем «золотым стандартом», безусловно, ее придерживаемся и в дальнейшем в своей монографии при описании хирургической техники имплантации искусственного коленного сустава будем на ней основываться. В соответствии с теорией механического выравнивания при выполнении костных резекций во фронтальной плоскости дистальный опил бедренной кости выполняется под углом 4–7° относительно анатомической оси и перпендикулярен механической оси бедренной кости. Проксимальный опил плато большеберцовой кости перпендикулярен ее механической оси, а ось конечности после операции должна проходить через центр тазобедренного, коленного и голеностопного суставов. Наружная ротация бедренного компонента предусматривает формирование прямоугольного сгибательного промежутка. Мягкотканый релиз выполняется для выравнивания оси конечности и стабилизации сустава, а суставная линия перпендикулярна

механической оси (параллельна полу в статическом положении).

D. Hungerford и K. Krackow (1985) предложили теорию анатомического выравнивания оси конечности (anatomical alignment). В соответствии с ней восстановление механической оси конечности, перпендикулярной суставной линии во фронтальной плоскости, приводит к конфликту параартикулярных мягких тканей с имплантированным суставом, что ведет к неудовлетворенности пациентов результатом операции. Во время переноса веса тела на одну ногу (ходьба, бег) ось тела проходит через центр таза и голеностопного сустава. Соответственно, она смещена кнутри от центра коленного сустава, при этом суставная линия параллельна поверхности земли. Это подтверждается тем, что LDFA (латеральный дистальный феморальный угол) составляет 87–88°, а MPFA (медиальный проксимальный тибиаальный угол) — 87°. Авторы данной теории предложили выполнять дистальный опил бедренной кости под углом 7–11° вальгусного отклонения от механической оси, а большеберцовой кости — под углом 2–3° варусного наклона. В сагиттальной плоскости необходимо восстановить естественный наклон большеберцового плато кзади и разместить бедренный компонент с незначительным сгибанием. В аксиальной плоскости наружная ротация бедренного компонента не нужна. Это позволяет сформировать суставную поверхность, параллельную земной поверхности при ходьбе и беге, не менять натяжение коллатеральных связок и уменьшить дисбаланс и конфликт мягких тканей с искусственным суставом, приблизив их взаимодействие к естественному.

Несмотря на значительные достижения в эндопротезировании коленного сустава за последние десятилетия, количество пациентов, неудовлетворенных результатами артропластики, превышает 20% (в сравнении с 5–9% после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава). При этом клинические и рентгенологические причины дисфункции искусственного сустава у них отсутствуют (Lavand'homme P., Thienpont E., 2015; Beswick A.D. et al., 2012). Это способствовало становлению и развитию других теорий выравнивания при эндопротезировании коленного сустава.

Стремление воссоздать «почти нормальный» коленный сустав (каким он был до заболевания) и, соответственно, улучшить функциональные результаты эндопротезирования привели к созданию теории кинематического выравнивания сустава (kinematical alignment) (Howell S.M. et al., 2013). Целью кинематического выравнивания, по мнению авторов теории, является восстановление первоначальной оси конечности (до развития гонартроза) путем воссоздания оси ротации, вокруг которой сгибается и разгибается голень. Используя предоперационное 3D-моделирование предартрозного состояния сустава, на основе данных МРТ осуществляется индивидуализация пространственного расположения компонентов. Виртуально программа подбирает оптимальное расположение бедренного компонента в соответствии с реконструированным, а положение большеберцового компонента устанавливается перпендикулярно оси сгибания-разгибания бедренного, что кинематически связывает их. Для проведения опилов изготавливаются индивидуальные резекторные блоки. Авторы данной методики заявляют о бесполезности использования традиционных анатомических и инструментальных ориентиров при определении положения компонентов эндопротеза.

Четвертой теорией является так называемое конституциональное выравнивание (constitutional alignment) (Bellemans J. et al., 2012), целью которого является сохранение фронтальной деформации, сформировавшейся у пациента к моменту завершения роста костей. В подтверждение ее правомерности L. Vanlommel с соавторами (2013) приводят результаты тотального эндопротезирования коленного сустава у 172 пациентов с варусной деформацией через 5–9 лет: наилучшие клинические и функциональные исходы были достигнуты в подгруппе с остаточной деформацией 3–6° (по сравнению с деформацией 0–3° и более 6°). Разницы в выживаемости имплантированных суставов не выявлено.

Мнения о влиянии оси конечности после эндопротезирования коленного сустава на выживаемость имплантатов и функциональные исходы операции остаются противоречивыми. Это подтверждается большим числом публикаций с различными результатами наблюдений.

R.S. Jeffery с соавторами (1991): через 8 лет после тотального эндопротезирования при нейтральной оси конечности частота асептического расшатывания составила 3%, а при варусном или вальгусном отклонении более 3° — 24%.

M.A. Ritter с соавторами (1994): остаточная варусная деформация достоверно ассоциируется с более частым расшатыванием.

M.E. Berend с соавторами (2004): частота асептического расшатывания увеличивается, если большеберцовый компонент установлен в положении варусного отклонения более 3,9°.

D.M. Fang с соавторами (2009): самая высокая 20-летняя выживаемость наблюдается при нейтральной оси конечности (99%), при варусном отклонении — 95%, при вальгусном — 97% (6070 наблюдений).

P.F. Choong с соавторами (2009) и L.M. Longstaff (2009): у пациентов с отклонением оси на 3° от нейтральной наблюдаются лучшие функциональные исходы.

G.L. Bonney с соавторами (2011): после 501 операции тотального эндопротезирования коленного сустава в период с 1987 по 1997 г. статистически значимой разницы в выживаемости имплантатов у пациентов с отклонением оси до 3° и более 3° не отмечено.

S. Parratte с соавторами (2010): результаты 398 тотальных эндопротезирований коленного сустава с 1985 по 1990 г. не выявили значимого влияния отклонения оси конечности более 3° после операции на 15-летнюю выживаемость имплантатов.

M.A. Ritter с соавторами (2011): 6070 ТЭКС с минимальным 2-летним сроком наблюдения позволили установить, что частота ревизий возрастает при наличии следующих факторов:

- вальгизация бедренного компонента более 8°,
- варусное положение большеберцового компонента,
- анатомическое положение одного из компонентов компенсируется неправильной ориентацией другого;
- варус конечности в целом не увеличивает частоту неудовлетворительных результатов.

Стремление ортопедов к достижению оптимального расположения компонентов имплантата и улучшению функциональных результатов артропластики привело к воз-

никновению таких направлений в эндопротезировании, как использование индивидуально изготавливаемого инструментария и роботизированной хирургии.

Методика использования индивидуально изготавливаемого инструментария впервые была описана М.А. Hafez с соавторами (2006) и заключалась в том, что данные КТ и МРТ обследований коленного сустава направлялись в производственную компанию, где инженеры на их основе в течение 4–6 недель изготавливали индивидуальные резекторные блоки для выполнения опилов бедренной и большеберцовой костей. В настоящее время доступны две различные хирургические системы: индивидуальные резекторные блоки для выполнения опилов и блоки, позиционирующие спицы, к которым фиксируются стандартные резекторные блоки. Основными перспективными преимуществами индивидуально изготавливаемого инструментария, по мнению его разработчиков, являются оптимальное позиционирование компонентов во фронтальной, сагиттальной и аксиальной плоскостях, сокращение длительности операции и уменьшение кровопотери, меньшая потребность в хирургическом инструментарии и улучшение результатов операции.

Мы располагаем опытом использования индивидуально изготавливаемых блоков, позиционирующих спицы, к которым фиксируются стандартные резекторные блоки, или позволяющих выполнять дистальную резекцию бедренной и проксимальную резекцию большеберцовой костей через имеющиеся в блоках металлизированные прорези. Индивидуальные блоки изготавливаются из

пластика на основе МРТ-изображения оперируемого коленного сустава. В них закладывается угол наклона соответственно выбранной системе эндопротезирования и угол отклонения будущего опилов от анатомической и механической осей нижней конечности, а для оптимальной корректности расположения блока на кости моделируются «ножки» с учетом индивидуальной анатомии, толщины хрящевой поверхности и наличия костных разрастаний с целью исключения неверной ориентации и адекватной установки блоков интраоперационно (рис. 7.3).

С учетом указанных анатомических особенностей пораженных патологическим процессом метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей блок прочно прилегает к основным костным ориентирам и позволяет правильно провести пины, к которым в последующем фиксируются стандартные резекторные блоки для выполнения дистального бедренного и проксимального большеберцового опилов, помещенные на пины. Те же индивидуально изготовленные пластиковые блоки, содержащие металлические прорези, можно использовать для выполнения дистального и проксимального опилов бедренной и большеберцовой костей после адаптации блока к резецируемому метаэпифизу и фиксации его пинами. Применение индивидуальных блоков позволяет выполнить максимально корректные резекции костей во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Для подтверждения этого на этапе внедрения данного инструментария мы использовали оптический навигационный контроль правильности выполнения опилов (рис. 7.4).

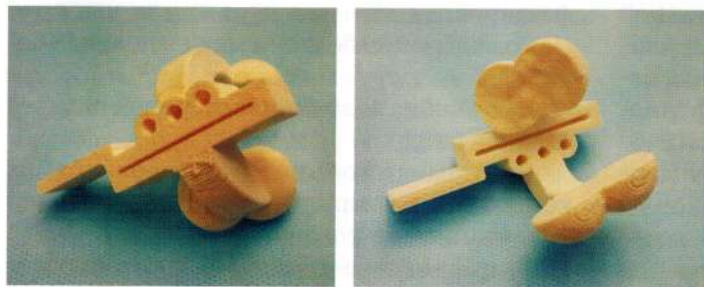


Рис 7.3. Индивидуально изготовленные блоки для выполнения дистального опилов бедренной кости и проксимального опилов большеберцовой кости

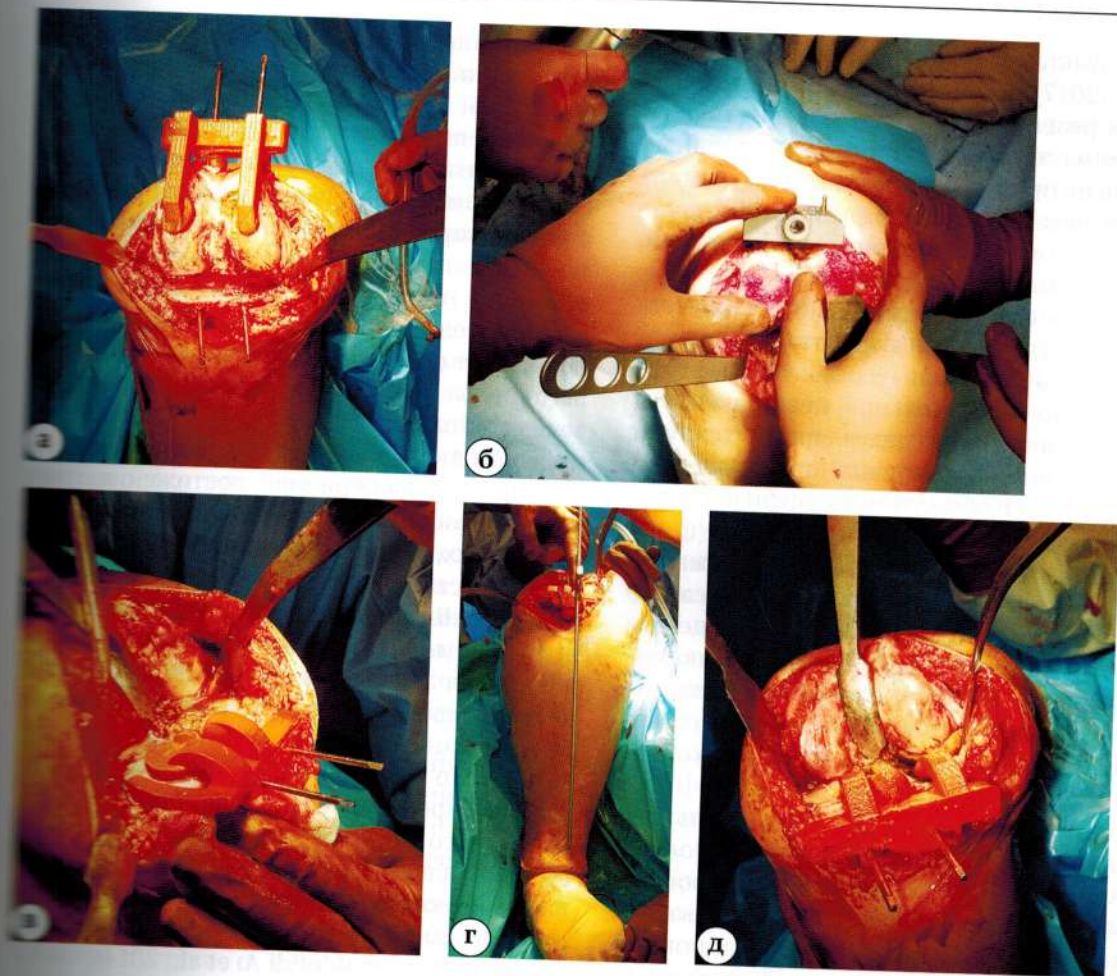


Рис. 7.4. Использование индивидуальных направляющих блоков для дистальной резекции бедренной кости или проксимальной резекции большеберцовой кости:
 а — индивидуальный направляющий блок фиксирован пинами к бедренной кости, дистальную резекцию можно провести через имеющуюся в блоке прорезь;
 б — на пины помещен стандартный резекторный блок, через который выполнен дистальный опил бедренной кости;
 в — индивидуальный направляющий блок фиксирован пинами к большеберцовой кости;
 г — экстрамедуллярный контроль ориентации блока;
 д — опил плато большеберцовой кости можно провести через прорезь в блоке или поместив на пины стандартный резекторный блок через прорезь в нем

Окончательные опиления бедренной кости и завершающая обработка большеберцовой кости осуществляются по стандартным методикам с использованием традиционных костных ориентиров и обычного хирургического инструментария. Далее осуществляется балансировка сгибательного и разгибательного промежутков по общепринятым методам релизов контрагированных структур. Е. Thiépont с соавторами (2014), сравнив результаты применения индивидуального инструментария с традиционными мето-

диками, не выявили превосходства первой в рамках общего позиционирования во фронтальной плоскости. Длительность хирургического вмешательства снижалась за счет уменьшения числа хирургических этапов и количества необходимого инструментария, но выраженность этого эффекта зависела от уже наработанной эффективности рабочего процесса с применением стандартного инструментария. При краткосрочных и среднесрочных наблюдениях клинические результаты не отличались.

ТОТАЛЬНОЕ ЭНДОТЕЗИРОВАНИЕ ПРИ ОПУХОЛЯХ КОСТЕЙ, ФОРМИРУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ СУСТАВ

15

П.В. Григорьев, И.М. Микайлов, Т.А. Куляба

Развитие и становление эндопротезирования коленного сустава во второй половине прошлого века привело к тому, что при опухолевых поражениях костей, формирующих коленный сустав, на смену калечащей ампутации пришли органосохраняющие методики лечения. Широкое распространение органосохраняющих хирургических операций стало возможным благодаря внедрению мультидисциплинарного онкологического и ортопедического подходов и широкому использованию современных возможностей комплексного лечения пациентов с опухолями костей (Ruggieri P. et al., 2010). К настоящему времени в отечественной и мировой практике накоплен значительный опыт применения онкологических эндопротезов имплантируемых после резекции концов костей, образующих коленный сустав, а также опубликованы результаты имплантации наиболее распространенных современных систем эндопротезирования. Сформулированы и основные проблемы онкоэндопротезирования: стабильная в долгосрочной перспективе фиксация имплантатов, реконструкция разгибательного аппарата при проксимальных резекциях большеберцовой кости, существенное число инфекционных осложнений и асептической несостоятельности компонентов эндопротеза и др.

Замещение костного дефекта после удаления опухоли и потери значительного по протяженности участка дистального отдела бедренной или проксимального отдела большеберцовой кости для восстановления опороспособности конечности и функции коленного сустава осуществлялось с применением различных реконструктивных методик: массивных структурных аллотрансплантатов,

аллотрансплантатов с шарнирными эндопротезами, удлиняющего артродеза, мегаэндопротезов (Borggreve V. et al., 2004).

Еще в 1930 г. Р. Р. Вреденом была предложена операция вываривания резецированного дистального отдела бедренной или проксимального большеберцовой костей, пораженных опухолью, с последующей их пересадкой и фиксацией на прежнем месте (Вреден Р.Р., 1934). В современных условиях эта операция приобретает новый интерес в связи с появлением современных методов девитализации тканей и возможностей остеосинтеза (рис. 15.1).

В последние десятилетия основным методом замещения дефектов бедренной и большеберцовой костей, образующихся после их резекций по поводу опухолевых поражений, является эндопротезирование. На смену петлевым эндопротезам, допускающим только сгибание-разгибание голени и имплантированным с массивными костными аллотрансплантатами или моделированным по форме резецированного отдела кости костным цементом, пришли эндопротезы с шарнирным механизмом, обеспечивающим ротационные движения голени, улучшая тем самым биомеханику сустава и снижая стрессорные нагрузки в зоне фиксации «эндопротез-цемент-кость». Дальнейшее развитие онкологических эндопротезов проходило по пути создания модульных конструкций, обеспечивающих в зависимости от сложившейся ситуации интраоперационный переход к использованию различных по характеристикам ножек, удлиняющих модульных вставок для восстановления длины конечности и стабилизации сустава, полиэтиленовых вкладышей различной высоты.



Рис. 15.1. Схема операции аутокластического замещения дистального отдела бедренной кости по Р.Р. Вредену (Вреден Р.Р., 1934)

Основными достоинствами модульных онкологических систем являются относительная простота использования, надежная первичная стабильная фиксация компонентов, возможность ранней осевой нагрузки на конечность, сравнительно быстрое восстановление функции сустава и хороший косметический результат (Ahlmann E.R. et al., 2006; Pala E. et al., 2014). Несмотря на современные достижения биомеханики, трибологии, металловедения и др., онкологическим эндопротезам присуща существенно большая частота асептической несостоятельности и инфекционных осложнений в сравнении с шарнирными конструкциями, используемыми при первичном и ревизионном эндопротезировании коленного сустава, не пораженного онкологическим заболеванием (Jeys L.M. et al., 2005; Henderson E.R. et al., 2014). Решающими факторами развития этих осложнений являются большая длительность и травматичность операции, обширные резекции костей и мягких тканей, замещаемых искусственными материалами, иммуносупрессия вследствие химио- или лучевой терапии, общее состояние пациента (Turcotte R.E., 2007).

15.1. Показания и противопоказания к онкологическому эндопротезированию коленного сустава

Показаниями для тотального эндопротезирования коленного сустава онкологическими протезами являются следующие заболевания бедренной и большеберцовой костей:

- саркома;

- метастатические поражения при опухолях других органов;

- доброкачественные опухоли, агрессивные по отношению к костной ткани после неудачных попыток реконструктивно-пластических операций или при неэффективности терапии блокаторами остеорезорбции.

При наличии указанной патологии в первую очередь следует рассматривать возможность выполнения органосохраняющих операций. Главным условием операбельности пациентов с диагнозом «саркома кости» является радикальность и абластичность удаления опухоли, то есть возможность выполнить резекцию кости, отступив 3–5 см от предполагаемого края опухоли при отсутствии распространения опухоли в костномозговом канале остающейся части кости, что гарантирует отсутствие местного рецидива (Алиев М.Д., 2010; Алиев М.Д., Сушенцов Е.А., 2012). Размер первичного опухолевого очага и степень распространения внекостного компонента не могут рассматриваться как самостоятельные независимые критерии при решении вопроса о выборе метода лечения между эндопротезированием и калечащей операцией. При этом контроль за протеканием онкологического процесса, а также проведение специального комплексного лечения пациента осуществляется исключительно в ЛПУ онкологического профиля, тогда как хирургический этап (эндопротезирование, костная пластика, артродез) может быть выполнен в условиях травматолого-ортопедического отделения, обладающего соответствующей практической и правовой базой.

Отдельной нозологической единицей, при которой показано эндопротезирование коленного сустава онкологическим эндопротезом, является гигантоклеточная опухоль. Необходимо подчеркнуть, что на сегодняшний день избежать эндопротезирования при данной патологии удается все чаще. Причиной этого является повышение эффективности консервативного лечения и костно-пластических операций, обусловленное появлением в арсенале онкологов и ортопедов блокатора остеорезорбции — препарата «Деносумаб» (Pageau S.C., 2009). «Деносумаб» — это полностью человеческие моноклональные антитела для лечения остеопороза, медикаментозно-индуцированной потери костной массы, костных метастазов и гигантоклеточных опухолей костей (McClung M.R., 2006). Он был разработан американской биотехнологической компанией «Amgen» и в 2010 г. получил одобрение FDA — вначале для использования у женщин в постменопаузе с риском развития остеопороза под торговым названием «Prolia», а затем для профилактики поражений скелета у пациентов с костными метастазами от солидных опухолей (tumor solidus — плотная, не содержащая кистозных полостей опухоль) под названием «Xgeva».

В специализированных онкологических центрах в настоящее время операции с сохранением конечности удается выполнить 80% больных. При невозможности выполнения органосохраняющих операций ставят показания к выполнению радикальных калечащих операций — ампутации или экзартикуляции конечности. Такими показаниями являются:

- обширное первично-множественное распространение опухоли;
- вовлечение в опухолевый процесс магистрального сосудисто-нервного пучка, делающее проведение реконструктивно-пластического этапа операции технически невозможным;
- прогрессирование опухолевого поражения на фоне предоперационной химиотерапии;
- отказ пациента от органосохраняющей операции;
- наличие жизненных показаний к экстренной операции — распад опухоли, кровотечение.

15.2. Хирургическая техника эндопротезирования коленного сустава при опухолевом поражении дистального отдела бедренной и проксимального отдела большеберцовой костей

15.2.1. Эндопротезирование коленного сустава онкологическими эндопротезами при опухолевом поражении дистального отдела бедренной кости

Дистальный отдел бедренной кости поражается значительно чаще, чем проксимальный отдел большеберцовой. При выборе хирургического доступа необходимо учитывать расположение послеоперационного рубца от предыдущей биопсии (руководствуясь онкологическими принципами, он должен быть иссечен в пределах здоровых тканей) и расположение магистральных или патологически сформированных сосудов, участвующих в кровоснабжении опухоли. Точная их топография при необходимости определяется при предварительном выполнении компьютерной томографии с контрастным исследованием сосудов (ангиографией).

«Золотым стандартом» для таких операций являются варианты медиального доступа — передне-медиальный классический, передне-медиальный с сохранением внутренней широкой мышцы бедра (*subvastus*) и передне-медиальный с расслоением внутренней широкой мышцы бедра (*midvastus*). Медиальные доступы практически вытеснили латеральные, так как наряду с качественной визуализацией дистального отдела бедренной кости, они предоставляют возможность ревизии сосудисто-нервного пучка, что немаловажно при выделении мягкотканного компонента опухоли, распространяющейся на задние отделы. Латеральные доступы применяются только при необходимости иссечения латерально расположенного послеоперационного рубца после биопсии или предыдущего реконструктивно-пластического вмешательства.

Выделение опухоли начинают с формирования слоев мягких тканей с учетом локального распространения новообразования и принципа абластики. При необходимости выполняют перевязку сосудов, входящих в опухоль и исходящих из нее. В большинстве случаев выполняют расширенную синов-

эктомии с оставлением синовиальной оболочки и элементов связочного аппарата коленного сустава на удаляемом сегменте бедренной кости. После разобщения метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей и окончательного абластичного выделения патологически измененного дистального отдела бедренной кости производят контрольные замеры уровня резекции бедренной кости согласно плану оперативного вмешательства. Далее выполняют остеотомию бедренной кости с ревизией, а при необходимости — с экспресс-биопсией тканей опи́ла. Подборку модулей, позволяющих восстановить длину конечности, осуществляют при предоперационном планировании и перед установкой эндопротеза, следуя таблицам, приведенным в руководстве по имплантации конкретной модели эндопротеза. Рассверливание костномозгового канала бедренной кости выполняют в строгом соответствии с прилагаемыми к эндопротезу и инструментарию рекомендациями. Их несоблюдение может повлиять на интеграцию кости с интрамедуллярной ножкой эндопротеза при press-fit фиксации или создать условия для разрушения цементной мантии при цементной фиксации ножки. Для имплантации большеберцового компонента используют интрамедуллярную технику. При резекции большеберцово-

го плато особое внимание уделяют высоте опи́ла суставной поверхности, поскольку она определяет уровень суставной линии и высоту стояния надколенника, а в дальнейшем — функциональные возможности оперированного сустава.

Имплантировав примерочные компоненты эндопротеза, оценивают длину конечности, амплитуду движений в суставе, высоту расположения и правильность скольжения надколенника в борозде бедренного компонента. По показаниям вносят необходимые коррективы, используя примерочные модульные компоненты (различной высоты вставки для выравнивания длины конечности, полистиленовые вкладыши для оптимизации расположения надколенника). После тщательного промывания полости сустава растворами антисептиков поочередно устанавливают большеберцовый и бедренный компоненты методом press-fit или с использованием костного цемента. Устанавливают дренаж, послойно ушивают рану (рис.15.2).

Пациентам после резекции дистального отдела бедренной кости и эндопротезирования коленного сустава показана ранняя интенсивная реабилитация с постепенным увеличением амплитуды сгибания в суставе. Ходьба с опорой на костыли и дозированной нагрузкой конечности обычно продолжается в течение 6–8 недель после операции.

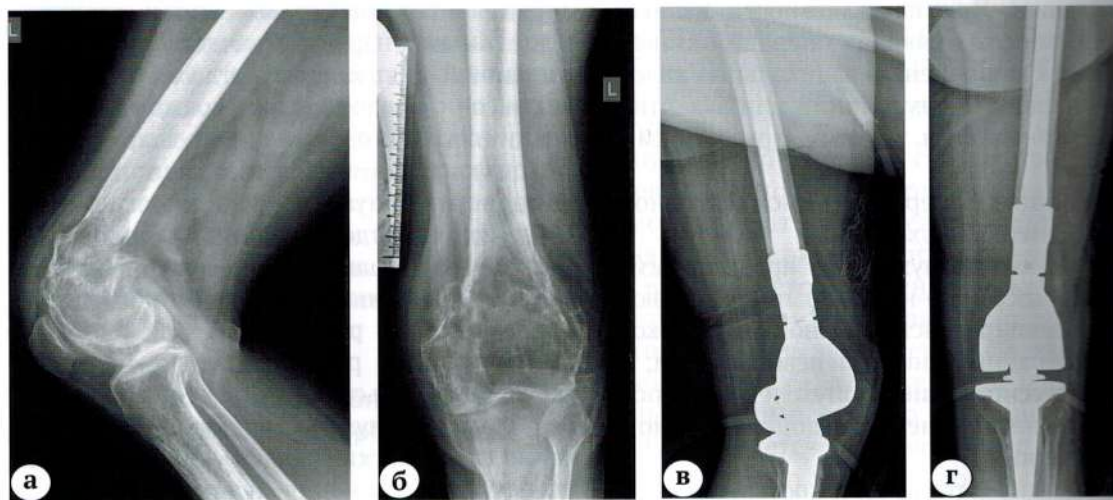


Рис. 15.2 (а, б, в, г). Эндопротезирование коленного сустава после удаления ГКО дистального отдела бедренной кости:

а, б — предоперационные рентгенограммы (боковая и прямая проекции);
в, г — рентгенограммы бедра и коленного сустава после эндопротезирования (боковая и прямая проекции)



Рис. 15.2 (д, е). Эндопротезирование коленного сустава после удаления ГКО дистального отдела бедренной кости: д, е — рентгенограммы голени и коленного сустава после эндопротезирования (боковая и прямая проекции)

15.2.2. Эндопротезирование коленного сустава онкологическими мегапротезами при опухолевом поражении проксимального отдела большеберцовой кости

Поражения опухолевым процессом проксимального отдела большеберцовой кости наблюдаются значительно реже, чем дистального отдела бедренной кости. Эндопротезирование коленного сустава выполняется из передне-внутреннего доступа, обеспечивающего достаточную визуализацию и свободу действий хирурга.

Сложность удаления опухолевого очага данной локализации обусловлена тесным прилеганием кровеносных сосудов к задней поверхности голени, а также необходимостью восстановления разгибательного аппарата коленного сустава. Ряд авторов настоятельно рекомендуют сочетать резекцию проксимального отдела большеберцовой кости с проксимальным отделом малоберцовой кости. Этот хирургический прием позволяет более качественно укрыть эндопротез мягкими тканями (Нисиченко Д.В., 2010).

Выделение опухоли, как и на бедре, начинают с формирования слоев мягких тканей с учетом локального распространения новообразования и принципа абластики. Выполняют перевязку сосудов, входящих в опухоль и исходящих из нее, синовэктомию с оставлением синовиальной оболочки и элементов связочного аппарата коленного сустава на удаляемом сегменте большеберцовой кости. После разобщения метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей

и окончательного абластичного выделения патологически измененного проксимального отдела большеберцовой кости производят контрольные замеры уровня резекции большеберцовой кости, и в соответствии с планом оперативного вмешательства выполняют остеотомию с оценкой тканей опила. Рассверливают костномозговой канал большеберцовой кости, затем выполняют необходимые манипуляции на бедренной кости: рассверливание костномозгового канала; дистальные, передне-задние и косые опилы; резекцию кости под бокс бедренного компонента. На основе предоперационного планирования осуществляют подборку необходимых модулей, имплантируют примерочные компоненты эндопротеза, оценивают длину конечности, амплитуду движений в суставе. По показаниям вносят необходимые коррективы, используя примерочные модульные компоненты. После тщательного промывания полости сустава растворами антисептиков поочередно устанавливают большеберцовый и бедренный компоненты методом press-fit или с использованием костного цемента (рис. 15.3).

Завершающий этап операции при имплантации мегапротезов после резекции опухолей проксимального отдела большеберцовой кости существенно сложнее, чем при эндопротезировании после резекции опухолей дистального отдела бедренной кости — функциональные результаты менее благоприятные, а количество послеоперационных осложнений максимальное. В большинстве случаев осложнения связаны с недостатком мягких тканей для адекватного укрытия большеберцового компонента и техническими сложностями реконструкции разгибательного механизма. В клинической практике применяются различные методы

фиксации разгибательного аппарата коленного сустава к эндопротезу:

- прямая фиксация связки надколенника к мегапротезу с помощью винтов, швов, петель, механических зажимов;

- биологическая аугментация места фиксации с использованием гидроксиапатитного покрытия мегапротеза или аутологичной костной пластики в зоне контакта сухожилия с имплантатом;

- синтетические материалы;
- транспозиция малоберцовой кости;
- лоскуты икроножной мышцы;
- различные комбинированные методики (Campanacci M. et al., 2016).

Прямое прикрепление разгибательного механизма к мегапротезу обеспечивает изначальную механическую стабильность, необходимую для неосложненного заживления раны и рубцевания с последующим восстанов-

лением разгибания голени. Искусственные связки и синтетические материалы часто приводят к синовиту, увеличивая количество инфекционных осложнений. Со временем фиксация ослабевает, и связка надколенника удлиняется, приводя к дефициту активности разгибания. Использование медиальных или латеральных лоскутов икроножной мышцы на питающей сосудистой ножке обеспечило достаточное для заживления ран кровоснабжение проксимального отдела голени и биологическую реконструкцию разгибательного аппарата, что снизило количество инфекционных осложнений. В настоящее время медиальный икроножный лоскут на сосудистой ножке является методом выбора как для реконструкции разгибательного аппарата, так и для создания адекватного укрытия эндопротеза, существенно снижая частоту инфекционных осложнений (рис. 15.4).



Рис. 15.3. Эндопротезирование коленного сустава после удаления аневризмальной костной кисты с патологическим переломом проксимального отдела большеберцовой кости:
а, б — предоперационные рентгенограммы (прямая и боковая проекции);
в, г — рентгенограммы бедра и коленного сустава после эндопротезирования (прямая и боковая проекции);
д, е — рентгенограммы голени и коленного сустава после эндопротезирования (прямая и боковая проекции)