

# ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ



Подготовила студентка группы I.4.04в Бондаренко Т.А.  
Москва, 2022 г.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ



- **Эндопротезирование** (греческий «endon» внутри + «prosthesis» присоединение, прибавление) — замещение имплантатами (эндопротезами) элементов опорно-двигательного аппарата и частей внутренних органов, утративших свою функцию в результате травмы или заболевания. [БМЭ под редакцией Петровского 3-е издание, том 28]
- **Эндопротезирование** – реконструктивное хирургическое вмешательство, заключающееся в замещении патологически измененных сочленяющихся суставных поверхностей костей на искусственные для купирования болевого синдрома, восстановления подвижности и функции конечности. [лекция «Эндопротезирование тазобедренного сустава» кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии педиатрического факультета РНИМУ им. Пирогова]

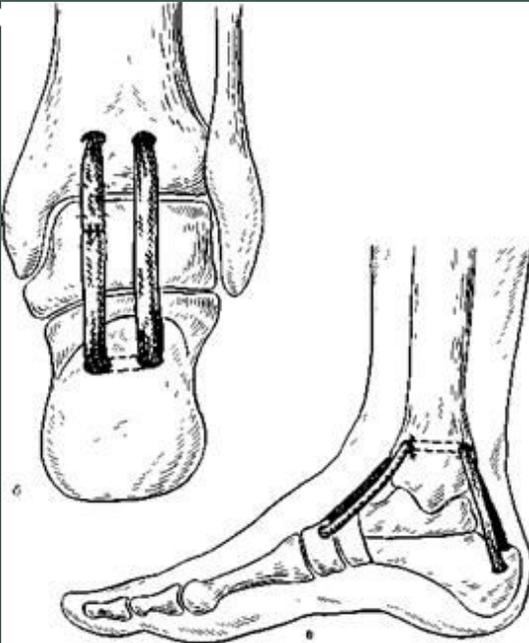
## АРТРОПЛАСТИКА – ТО ЖЕ САМОЕ?

- **Артропластику**, или создание подвижного безболезненного сустава, назначают при костных, фиброзных анкилозах, при выраженной контрактуре сустава и при различных заболеваниях суставов.
- В настоящее время под артропластикой суставов понимают тотальное эндопротезирование сустава или замену собственного сустава искусственным.
- Исключение составляет резекционная артропластика — создание подобия сустава благодаря удалению составляющих его элементов в случае их заболевания или разрушения, а также интерпозиционная артропластика —помещение между суставными поверхностями мягких тканей. Последний вариант применяют иногда в виде пластики мышечной тканью при лечении инфекционных заболеваний суставов и парапротезной инфекции.

# Эндопротезирование

Мягких тканей  
(связки и сухожилия)

из полимерных эластичных  
материалов



Твердых тканей  
(суставы и кости)

из металла, высокопрочных  
пластмасс, керамики и др.



## КРАТКО ПРО МЯГКИЕ ТКАНИ

- Для эндопротезирования связок и сухожилий применяют полимерный материал — полиэтилентерефталат (терелен, лавсан), который обладает высокой прочностью, не подвергается значительным изменениям в организме и не вызывает выраженной воспалительной реакции. Мелкоячеистые лавсановые ленты, в которые практически не прорастает соединительная ткань, используют для пластики сухожилий (кроме сухожилий кисти); в крупноячеистые лавсановые ленты хорошо прорастает соединительная ткань, и их используют для пластики связок. Прочность лавсановых лент, особенно мелкоячеистых, намного превосходит прочность замещаемых ими тканей; в условиях функционирования лавсановая лента хорошо сохраняет свои эластические свойства.
- Эндопротезирование связок и сухожилий выполняют главным образом при патологической подвижности сустава, связанной с повреждением связочного аппарата, а также при порочной установке сегмента конечности вследствие поражения мышц, например, у больных, перенесших полиомиелит или повреждение периферических нервов.

# ПОКАЗАНИЯ К ПЕРВИЧНОМУ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЮ СУСТАВОВ

**Техническая невозможность или неэффективность других восстановительных операций (в том числе с использованием аутопластики или аллопластики);**

- При идиопатическом и посттравматическом остеоартрозе, эндопротезирование показано людям после 40 лет.
- При асептическом некрозе головки бедренной кости, ревматических заболеваниях (ревматоидным полиартрите, СКВ, псориатическим полиартрите и т. п.), опухолевых поражениях показания к эндопротезированию ставятся независимо от возраста.
- Для лиц старше 60 лет эндопротезирование является операцией выбора.

## ПРИМЕРЫ ПОКАЗАНИЙ

- Деформирующий артроз;
- Ревматоидный артрит;
- Сгибательные и/или разгибательные контрактуры, вызывающие статико-динамические нарушения функции сустава;
- Болезнь Бехтерева (анкилозирующий спондилоартрит);
- Асептический некроз кости;
- Посттравматический артроз сустава (в частности – коксартроз);
- Перелом и ложный сустав шейки бедренной кости;
- Опухоли костной ткани;
- Врожденные аномалии развития, деформации суставов.

*не поддающиеся консервативному лечению!*

*на поздних стадиях!*



## АБСОЛЮТНЫЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

- тяжелые хронические заболевания сердечно-сосудистой системы (декомпенсированные пороки сердца, сердечная недостаточность 3 степени, сложные расстройства сердечного ритма и проводимости);
- органная недостаточность (легких, почек, печени и т.д.) 2-3 степени;
- воспалительный процесс в области сустава;
- несанированные очаги хронической инфекции;
- тромбофлебит в стадии обострения;
- недавно перенесенный сепсис;
- гемипарез на стороне планируемой операции;
- выраженная остеопения;
- психические или нейромышечные расстройства;
- техническая невозможность установки протеза;
- невозможность самостоятельного передвижения больного;

# ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ

- онкологические заболевания;
- иммунодефицитные/гиперреактивные состояния организма (например, полиаллергия);
- обострение или декомпенсация хронических соматических заболеваний;
- гормональная остеопатия;
- ожирение 2-3 степени;
- варикозное расширение вен нижних конечностей.

## ЧТО ВЛИЯЕТ НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ?

- аллергическая реакция на металлы;
- инфекции;
- тяжелые мышечные, нервные или сосудистые заболевания на оперируемой конечности;
- нарушение координации с частыми падениями;
- опухоли костей в области имплантации;
- нарушение обмена веществ;
- хронический алкоголизм и/или зависимость от наркотических веществ.

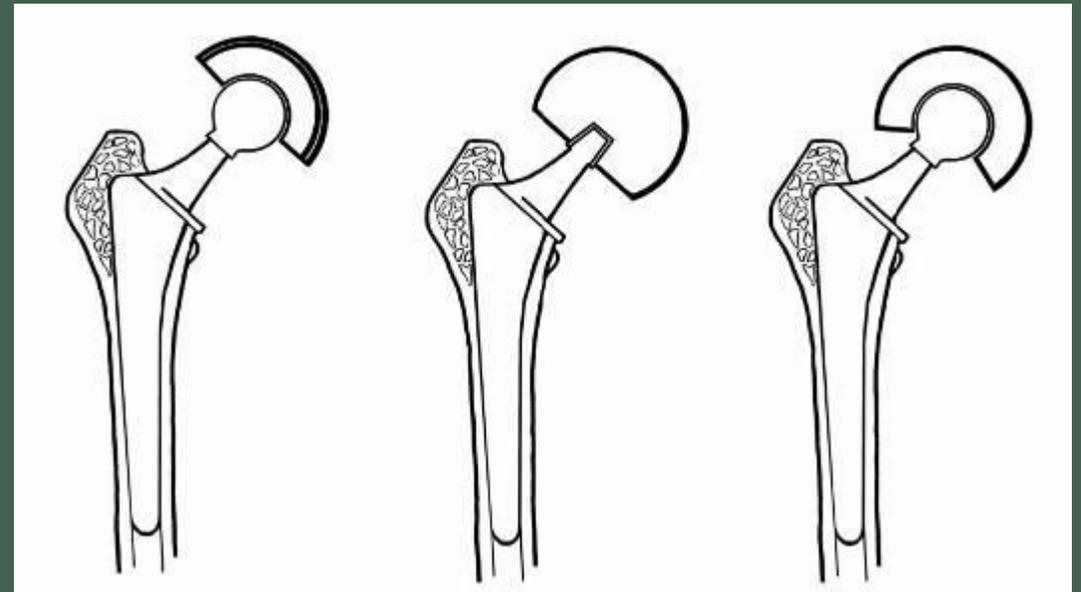
# ТРЕБОВАНИЯ К ЭНДОПРОТЕЗАМ

- Механическая прочность, износостойкость при относительно малом весе протеза;
- Биоинертность;
- Физиологичность строения;
- Возможность обеспечения высокой точности при изготовлении деталей эндопротеза;
- Возможность его прочного крепления к тканям воспринимающего ложа;
- Отсутствие необходимости в частом систематическом контроле и ревизии.



## ВИДЫ ЭНДОПРОТЕЗОВ

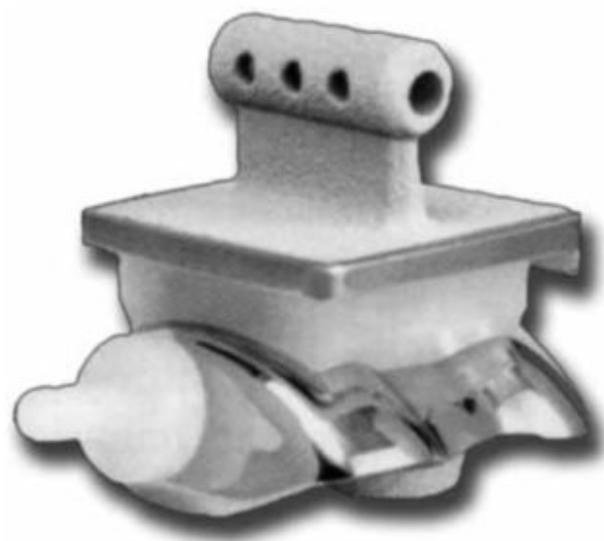
- Однополюсные, биполярные, тотальные
- Постоянный эндопротез и спейсер
- С напылением и без
- Резьбовые и забивающиеся
- Несвязанные, полусвязанные, связанные



а - тотальный эндопротез; б - однополюсный эндопротез;  
в - биполярный эндопротез.



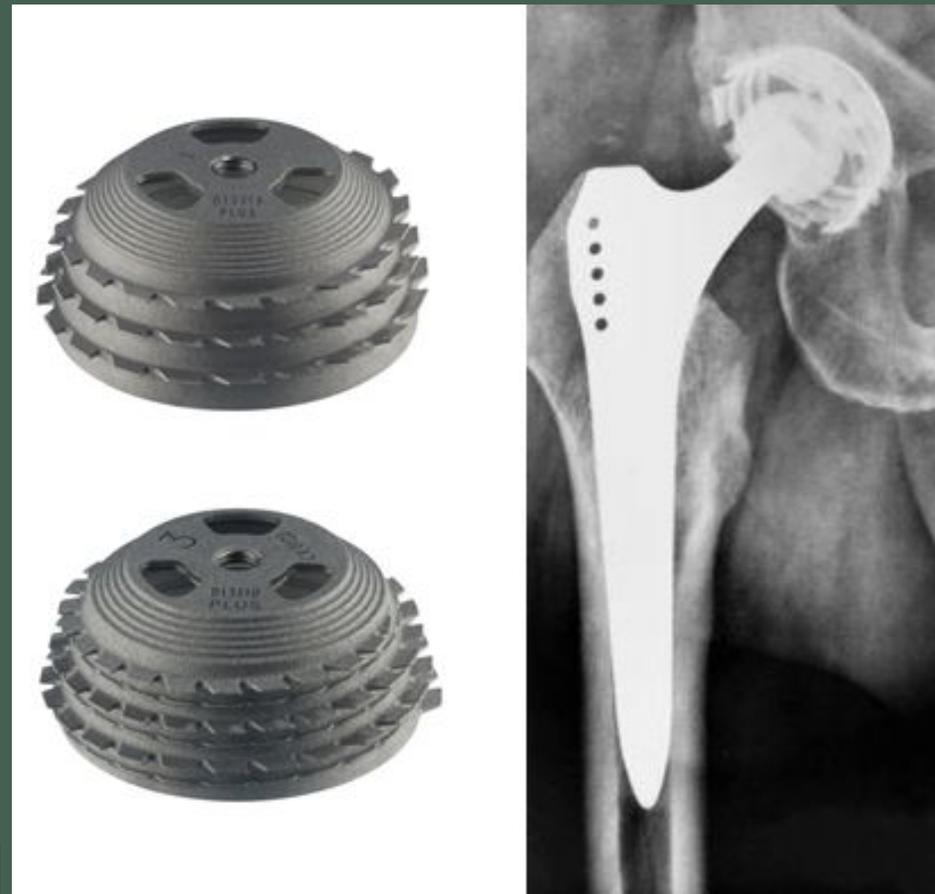
**Рис. 3.** Несвязанный трехкомпонентный эндопротез голеностопного сустава HINTEGRA



**Рис. 4.** Бесцементный трехкомпонентный эндопротез голеностопного сустава SALTO с возможностью установки полиэтиленового вкладыша для малоберцовой кости



**Рис. 5.** Трехкомпонентный бесцементный эндопротез голеностопного сустава S.T.A.R. (Waldemar Link)

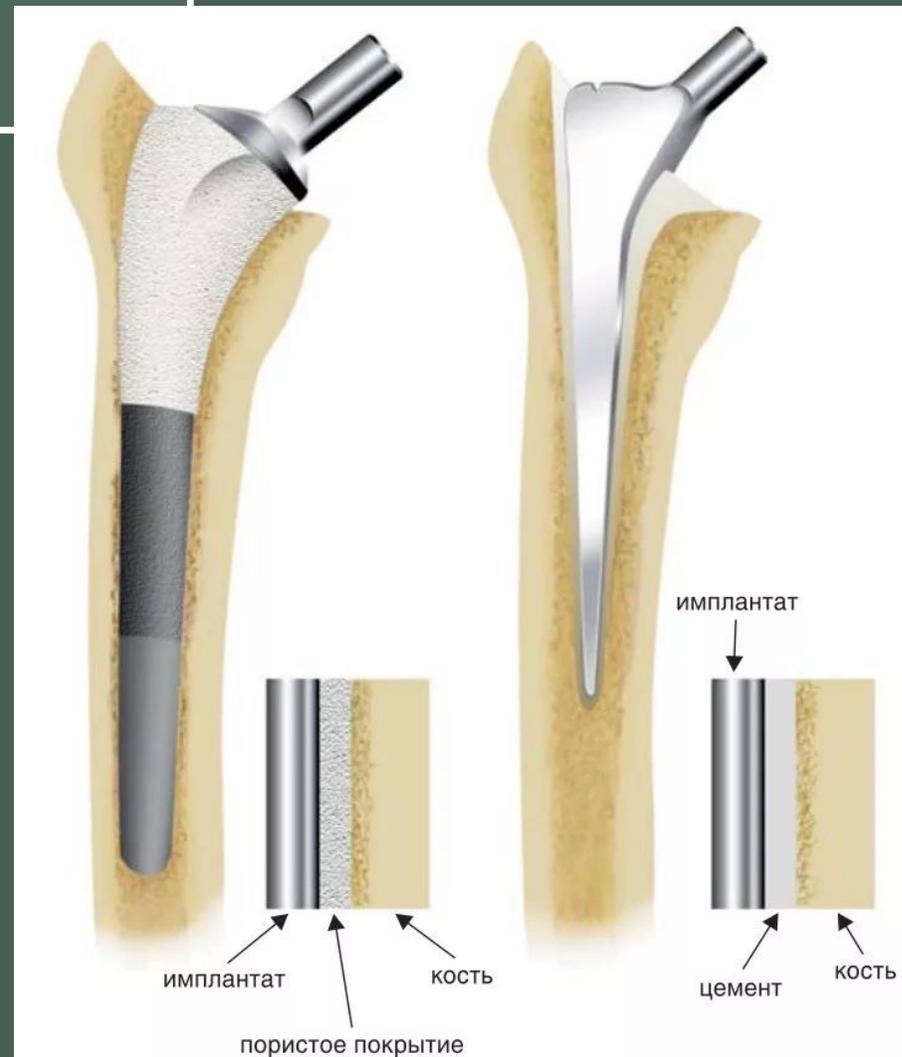


## КОГДА НУЖЕН СПЕЙСЕР?

- **Спейсеры** — временные эндопротезы коленного и тазобедренного суставов, сделанные из биосовместимых материалов (костного цемента, полиэтилена, металлов) с включением в состав антибиотика. Их устанавливают пациентам с перипротезной инфекцией или септической нестабильностью сустава сразу после удаления инфицированного эндопротеза. Установка временного имплантата выполняется на первом этапе ревизионного эндопротезирования и обязательно комбинируется с системной антибиотикотерапией.
- В случае реинфекции возможна повторная установка спейсера, выполнение резекционной артропластики или артродезирования.

# СПОСОБЫ ФИКСАЦИИ

- Бесцементный;
- Цементный;
- Гибридный  
(цементная ножка и бесцементная чашка);
- Реверс-гибридный  
(бесцементная ножка и цементная чашка).



# ЧТО ТАКОЕ «КОСТНЫЙ ЦЕМЕНТ»?

- Цементные эндопротезы фиксируются в кости специальным полимерным цементом, изготовленным из полиметилметакрилата. Костные цементы различаются по вязкости: низкая, средняя и высокая.
- Костный цемент заполняет пространство между эндопротезом и костью и формирует эластичную зону, которая работает как амортизатор, поглощающий удары, и равномерно распределяет нагрузку по всей кости, окружающей эндопротез.
- Важной особенностью костного цемента является то, что в него до полимеризации можно добавить порошок антибиотика, который в некоторых случаях снижает вероятность развития инфекционных осложнений.
- Крайне редко в процессе полимеризации цемента в организме может возникнуть осложнение – **синдром имплантации костного цемента**, который проявляется в резкой гипотензии и гипоксии, вплоть до риска развития ЭЛА. [Британский Журнал Анестезии].



# ПРИГОТОВЛЕНИЕ



- Костный цемент поставляется в наборах, содержащих пакетик с порошком (преполимеризованный полиметилметакрилат в смеси с аморфным порошком-инициатором) и ампула с жидкостью (метилметакрилат мономер, стабилизатор, ингибитор).
- На операции жидкость из ампулы выливают в порошок и перемешивают, после чего начинается процесс полимеризации – цемент сначала становится жидким, а через 5-8 минут он твердеет. На ощупь затвердевший цемент напоминает камень, но в опытах с большой нагрузкой он ведет себя как твердая резина, т.е. обладает свойствами эластичности, амортизируя нагрузки.
- Во время полимеризации костный цемент разогревается, при этом чем толще слой цемента, тем выше эта температура. В эксперименте температура полимеризации достигает 120-140 градусов, но в теле человека она обычно повышается до 70-80 градусов за счет того, что толщина цементной мантрии редко превышает 5 мм и, кроме того, цемент охлаждается кровью.



Три типа формы канала бедренной кости и качества стенок.

Тип А - узкий канал с толстыми стенками («бутылка шампанского»);

Тип В – широкий канал и средние по толщине стенки;

Тип С – тонкие, хрупкие стенки и широкий канал.

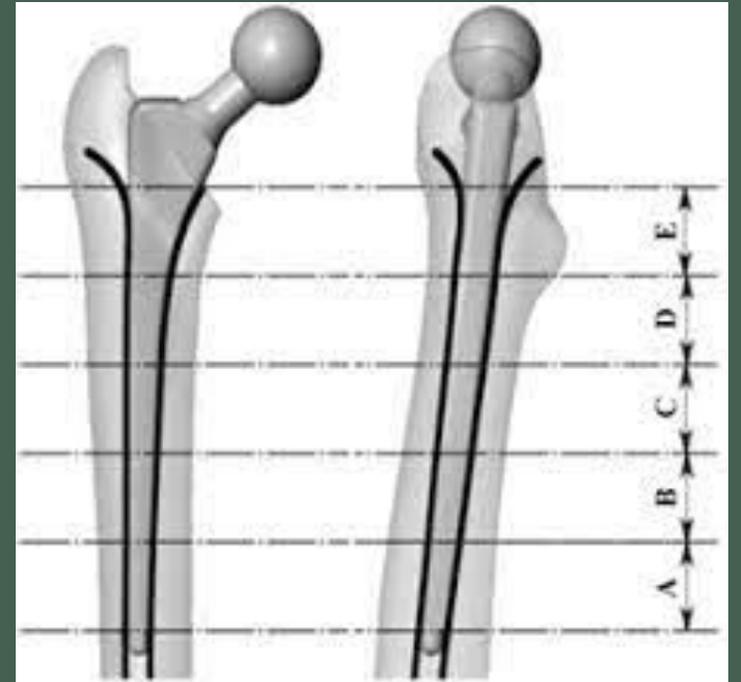
Цементный протез предпочтителен при типе С.

# ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ВЫБОРА

	Плюсы	Минусы
<b>Цементный эндопротез</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Дешев;</li><li>• Меньше стресс-шилдинг, равномернее распределяет нагрузку;</li><li>• Меньше риск перелома кости;</li><li>• В цемент может быть добавлен антибиотик для профилактики осложнений;</li><li>• Лучше подходит к деформированной бедренной кости.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Нет вариантов выбора пары трения (только металл-полиэтилен);</li><li>• Сложнее выполнять ревизионные операции.</li></ul>
<b>Бесцементный эндопротез</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Есть возможность выбрать пару трения;</li><li>• Легче выполнять ревизионные операции;</li><li>• Теоретически более долговечен за счет вставания кости.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Дорог;</li><li>• Больше стресс-шилдинг;</li><li>• Больше риск перелома кости при операции;</li><li>• Риск недопогружения чашки.</li><li>• Больше вероятность инфекционных осложнений у пациентов с факторами риска (ревматоидный артрит, сахарный диабет, анемия и др.)</li></ul>

# СТРЕСС-ШИЛДИНГ

- Экранирование напряжений или **стресс-шилдинг синдром** (stress shielding) развивается как реакция костной ткани на длительное пребывание эндопротеза в ней и встречается как при бесцементном, так и при цементном эндопротезировании.
- Согласно закону Вольфа, кость здорового человека или животного реконструируется в ответ на нагрузки, которым она подвергается. Следовательно, если нагрузка на кость уменьшается, она станет менее плотной и слабой, так как нет стимула для продолжения ремоделирования, необходимого для поддержания костной массы.
- Феномен стресс-шилдинг синдрома проявляется рентгенологически гипертрофией костной ткани у окончания ножки и формированием «пьедестала» наряду с резорбцией проксимальных отделов кости. Данное явление нередко предшествует развитию нестабильности имплантата, является причиной развития болевого синдрома, а также вызывает трудности при выполнении ревизионного вмешательства.



# РЕВИЗИОННОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ

- **Ревизионное эндопротезирование** — это оперативное вмешательство, в ходе которого производится замена искусственного сустава, установленного ранее, на новый имплант.
- Назначается пациентам в случае нестабильности соединения эндопротеза с костями, инфекцией эндопротеза, перелома кости, к которой фиксирован компонент эндопротеза, механической поломки эндопротеза или изнашивания деталей эндопротеза.



Пример вкладыша и тибиального компонента эндопротеза коленного сустава спустя 14 лет после имплантации.

## СЛОЖНОСТИ ПОВТОРНОГО ПРОТЕЗИРОВАНИЯ

- Замена эндопротеза проводится в условиях дефицита кости, что существенно усложняет его установку с сохранением подвижности сустава. В некоторых случаях может потребоваться пересадка кости.
- Требуется предварительное очищение места установки от цемента, если при первой операции он использовался, и других инородных частиц.
- Ревизионное эндопротезирование сустава осложняется тем, что удалить старый эндопротез врач должен с минимальным травмированием тканей.
- Обязательное санирование раны в случае ее инфицирования.
- Если выполняется частичная замена сустава (отдельных его компонентов), тогда специалисту необходимо проверить совместимость разных материалов, чтобы избежать нежелательных реакций.

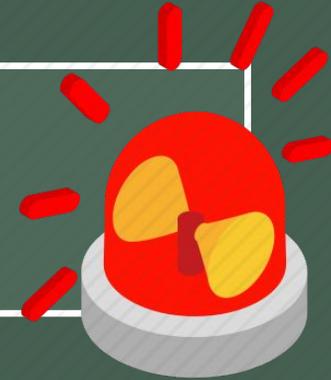
Variable	Points
<b>Pain</b>	
None or ignores it	44
Slight, occasional	40
Mild pain, rarely moderate	30
Moderate pain	20
Marked pain	10
Totally disabled, pain in bed	0
<b>Function</b>	
<b>Limp</b>	
None	11
Slight	8
Moderate	5
Severe	0
<b>Support</b>	
None	11
Cane, long walks	7
Cane, most of the time	5
One crutch	3
Two canes	2
Two crutches	0
Not able to walk	0
<b>Distance walked</b>	
Unlimited	11
Six blocks	8
Two to three blocks	5
Indoors only	2
Bed and chair	0
<b>Stairs</b>	
Normally without railing	4
Normally with railing	2
In any manner	1
Unable to do	0
<b>Shoes and socks</b>	
With ease	4
With difficulty	2
Unable	0
<b>Sitting</b>	
Ordinary chair for 1 h	5
High chair for 1 h	3
Unable to sit in any chair	0
<b>Public transport</b>	
Able to use	1
Unable to use	0

## КАК ОЦЕНИТЬ РЕЗУЛЬТАТ?

- Musculoskeletal Tumor Society (MSTS-93) score – для оценки результатов у пациентов с новообразованиями опорно-двигательного аппарата.
- Harris hip score (HHS) - для оценки результатов операции на бедре или замены тазобедренного сустава.

Score	Pain	Function	Emotional	Supports	Walking	Gait
5	No pain	No restriction	Enthused	None	Unlimited	Normal
4	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate
3	Modest	Recreational restriction	Satisfied	Brace	Limited	Minor cosmetic
2	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate	Intermediate
1	Moderate	Partial restriction	Accepts	One cane or crutch	Inside only	Major cosmetic
0	Severe disabling	Total restriction	Dislikes	Two canes or crutches	Not independent	Major handicap

# ОСЛОЖНЕНИЯ



- Интраоперационные: жировая эмболия, повреждение нервных стволов, переломы кости, неравная длина конечностей.
- Ранние послеоперационные (<1 месяца): кровоподтёки или раскрытие операционной раны, воспаление операционной раны или области вокруг искусственного сустава, тромбоз глубоких вен нижней конечности, тромбоэмболия, вывих головки эндопротеза, острая недостаточность сердечно-сосудистой или дыхательной системы.
- Поздние послеоперационные (>1 месяца): смещение компонентов протеза (техническое расшатывание), поздняя глубокая инфекция в области операционной раны или искусственного сустава, разрастание костных наростов и формирование избыточной рубцовой ткани вокруг искусственного сустава, контрактура сустава, перипротезный перелом.

# РЕАБИЛИТАЦИЯ

Выделяют 3 основных периода реабилитации больных:

1. **Стационарный**, на котором нужно способствовать возвращению бытовых навыков больного;
2. **Амбулаторный**, во время которого больной находится дома под контролем врача поликлиники (сроком до 6 месяцев);
3. **Окончательный**, когда происходит максимально полное восстановление организма пациента.

На всем протяжении реабилитационного периода нельзя создавать повышенную нагрузку на сустав (по массе груза, степени сгибания и разгибания, ротации, по длительности напряжения) – как минимум в течение 1 года после операции.

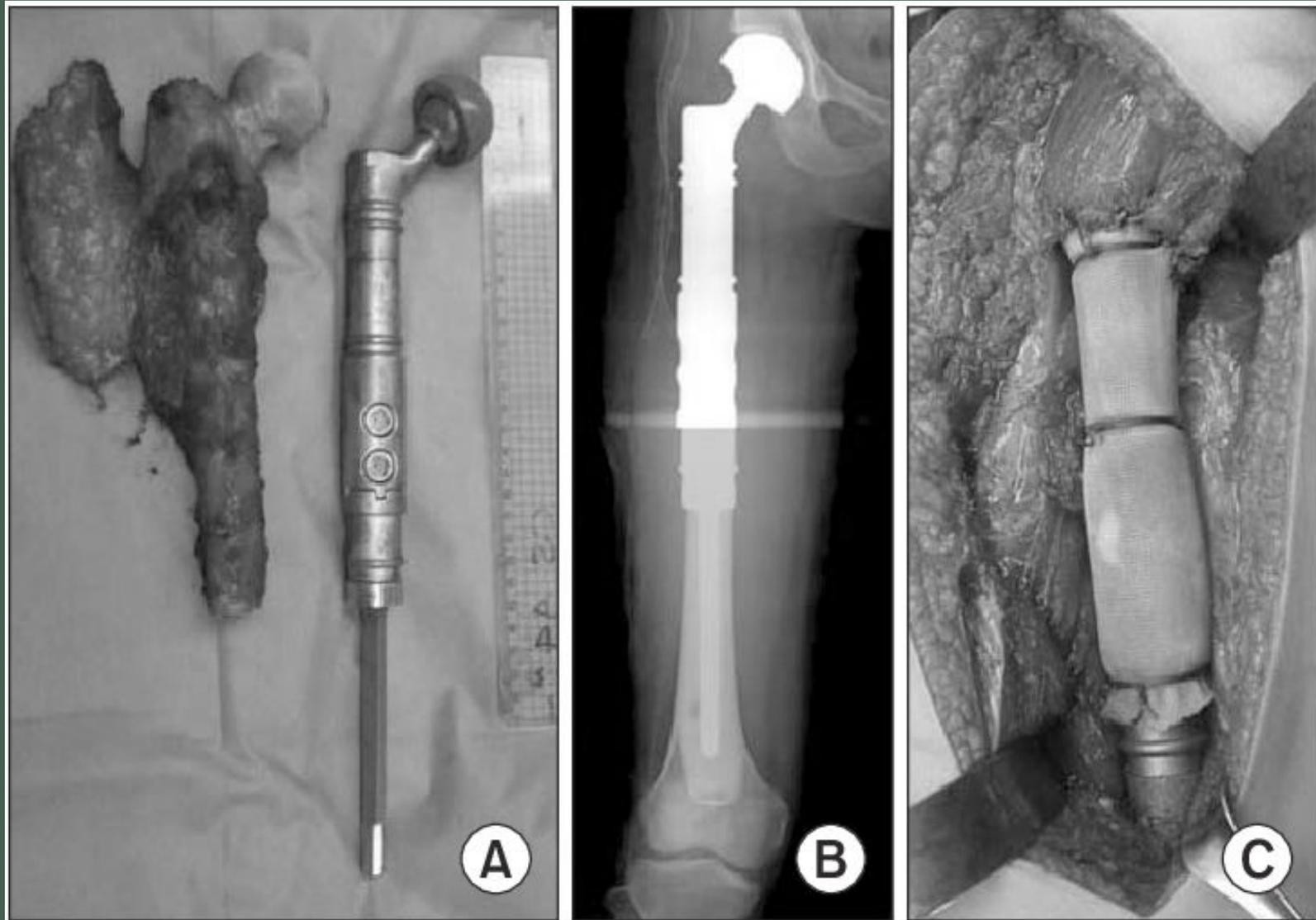
# ОСОБЕННОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛОКАЛИЗАЦИИ

# ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

- *Узел трения* — это то, между какими материалами протеза осуществляется взаимодействие в результате движений в искусственном тазобедренном суставе: головки эндопротеза, надеваемой на конус ножки, и вкладыша.
- Тип и качество материалов, применяемых в узлах трения, во многом определяет срок службы эндопротеза. По этому признаку эндопротезы тазобедренного сустава делятся на металл-полиэтилен, керамика-полиэтилен, керамика-керамика, оксиниум-полиэтилен (цирконий+ниобий).

сустав = вертлужная впадина+вкладыш+  
головка+ножка эндопротеза

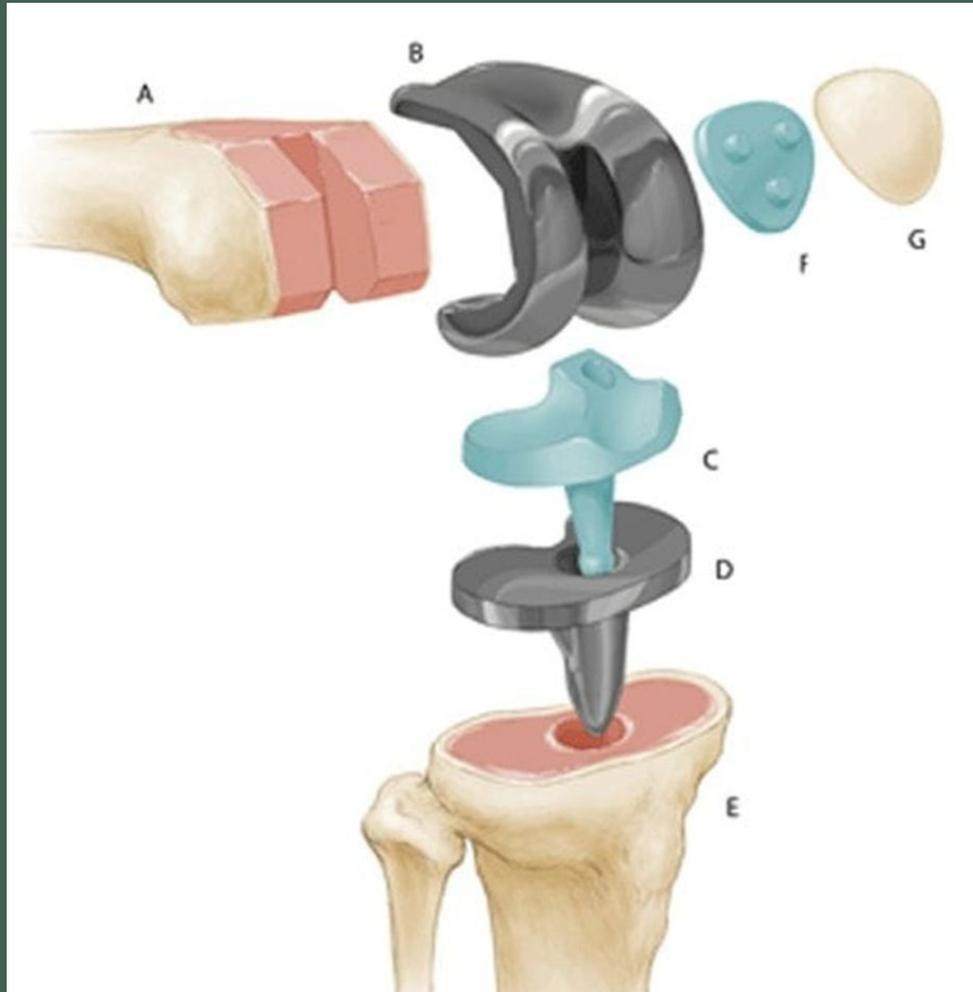




# ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА



# ТОТАЛЬНОЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ КОЛЕННОГО СУСТАВА



- А. Бедренная кость
- В. Бедренный компонент
- С. Вкладыш из высокомолекулярного полиэтилена
- D. Большеберцовый компонент
- E. Большеберцовая кость
- F. Эндопротез надколенника
- G. Надколенник

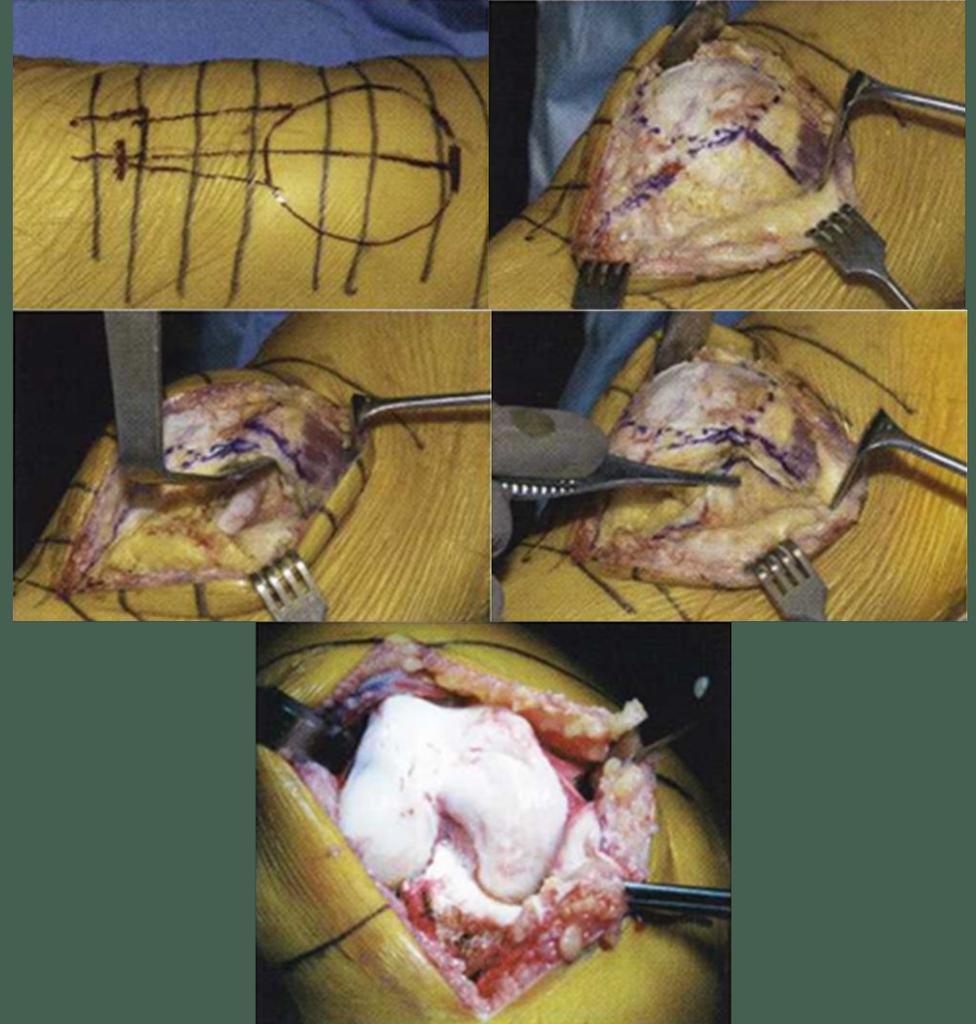
# СТАНДАРТНЫЙ МЕДИАЛЬНЫЙ ПАРАПАТЕЛЛЯРНЫЙ ДОСТУП

- По выполнении кожного разреза медиальный и латеральный кожно-подкожные лоскуты мобилизуются и в ране обнажается сухожилие четырехглавой мышцы, косая медиальная широкая мышца (КМШМ), надколенник и его сухожилие, медиальный удерживатель надколенника.
- Артротомия начинается примерно на 3 мм латеральной КМШМ через толщу сухожилия четырехглавой мышцы в 3 см выше верхнего полюса надколенника
- Разрез следует вдоль внутреннего края надколенника, при этом в области края надколенника оставляется небольшая тканевая манжетка, обеспечивающая возможность адекватной реконструкции медиального удерживателя и медиальной пателлофemorальной связки (МПФС) по окончании основного этапа операции
- Закачивается артротомный разрез на середине бугристости большеберцовой кости
- Если необходим более широкий доступ, можно рассечь сухожилие четырехглавой мышцы еще выше и/или иссечь поднадколенниковое жировое тело (для лучшей визуализации латерального отдела коленного сустава).
- Для доступа к мыщелкам бедра надколенник вывихивается наружу.



# СУБВАСТУС-ДОСТУП

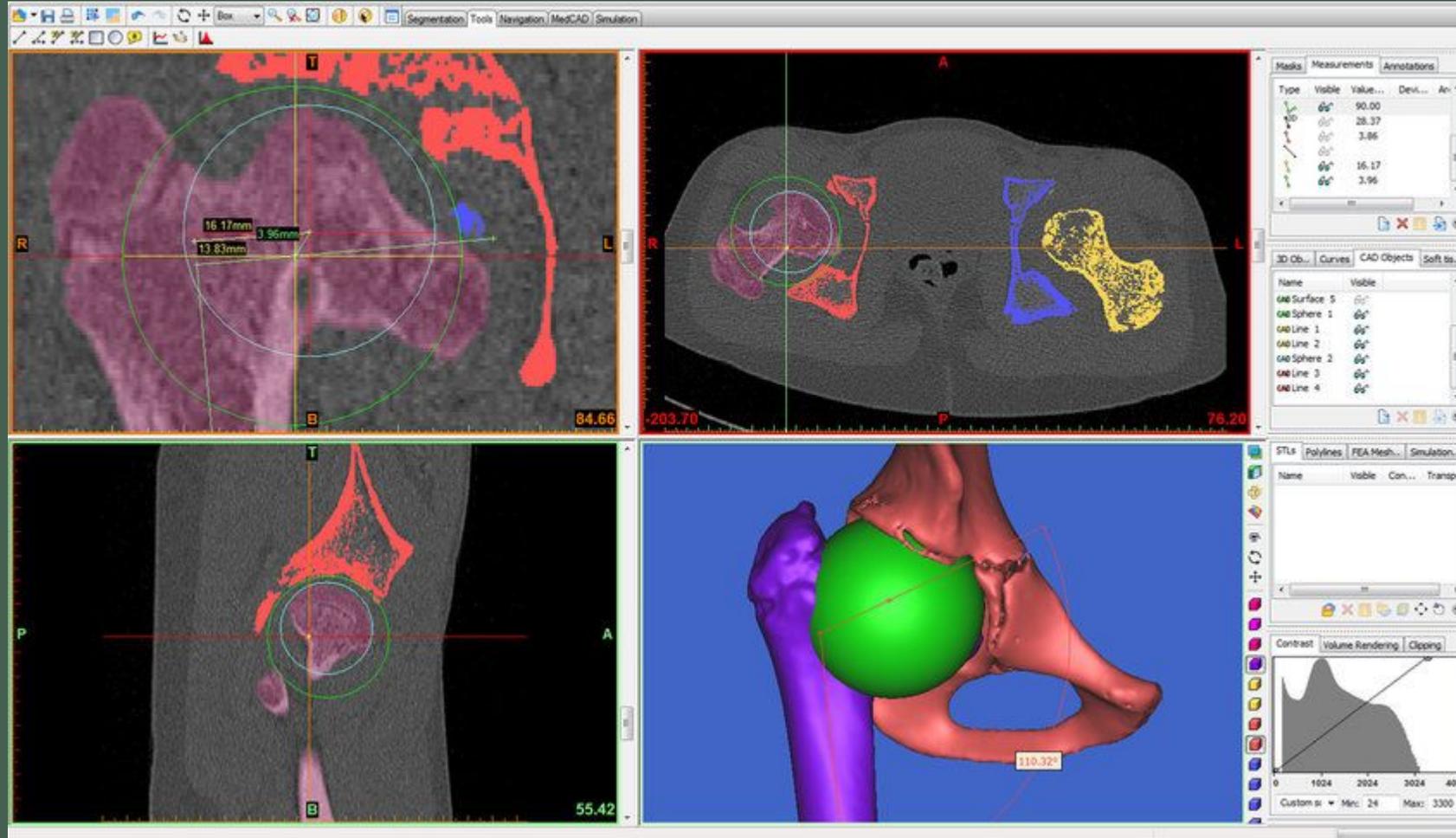
- Кожно-подкожный лоскут мобилизуется и обнажается дистальная часть косой медиальной широкой мышцы (КМШМ), надколенник и его сухожилие, медиальный удерживатель надколенника.
- Волокна КМШМ ориентированы под углом примерно  $50^\circ$ , а сухожилие прикрепляется к центральной части надколенника
- Артротомия выполняется вдоль нижнего края КМШМ и продолжается вниз вдоль внутреннего края надколенника и его сухожилия
- Под краем сухожилия КМШМ в наружный заворот коленного сустава устанавливается ретрактор Хоманна, с помощью которого разгибательный аппарат коленного сустава смещается латерально и обнажается дистальный конец бедра
- Артротомный доступ заканчивается на уровне середины бугристости большеберцовой кости
- Доступ обеспечивает хорошую визуализацию дистального конца бедренного кости.



# 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ

На основании доступных для цитирования материалов  
статей с открытого ресурса ResearchGate

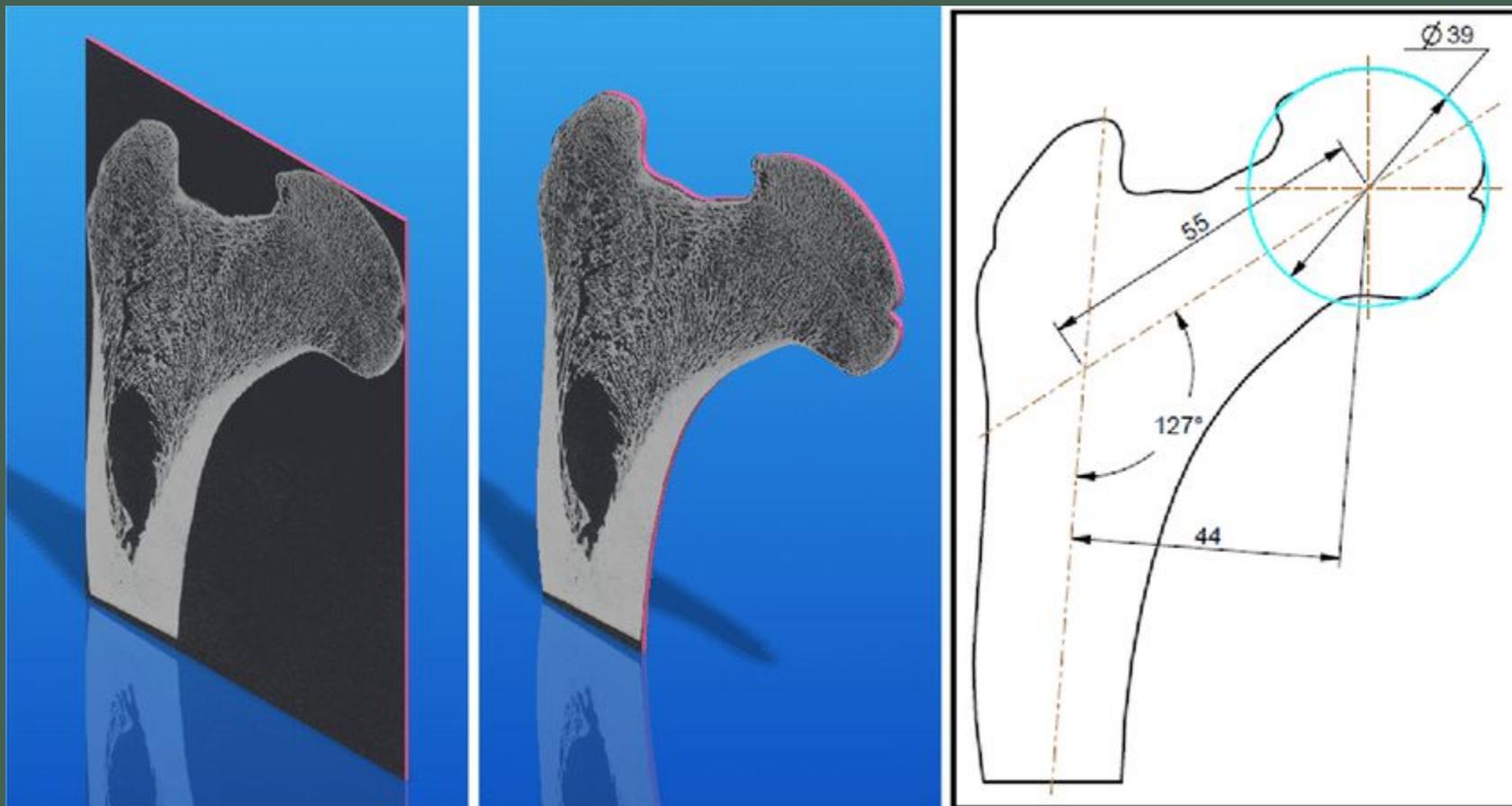
## Анализ состояния кости и измерение её параметров



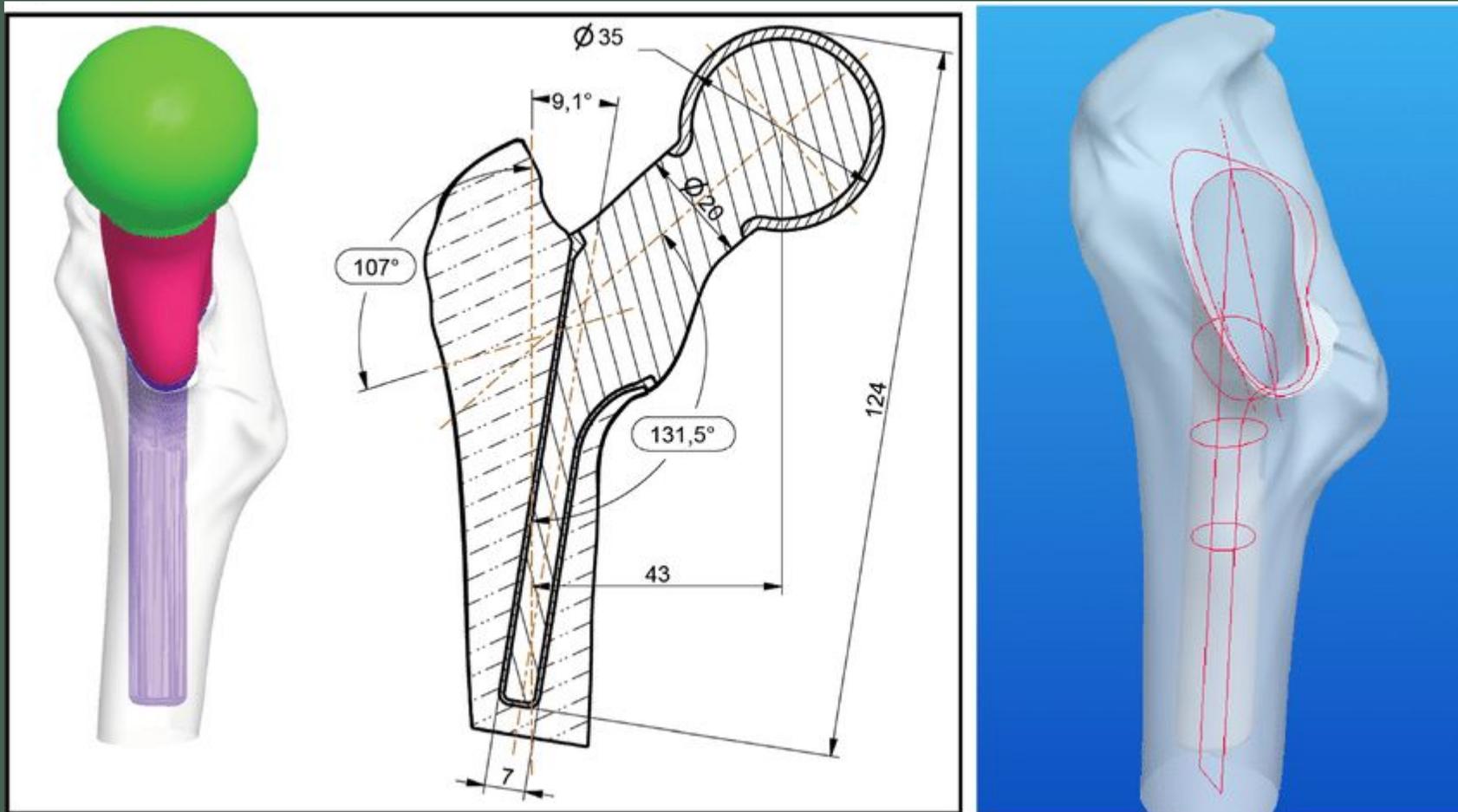
Studies on design of customized orthopedic endoprotheses of titanium alloy manufactured by SLM 2015

- [The International Journal of Advanced Manufacturing Technology](#)

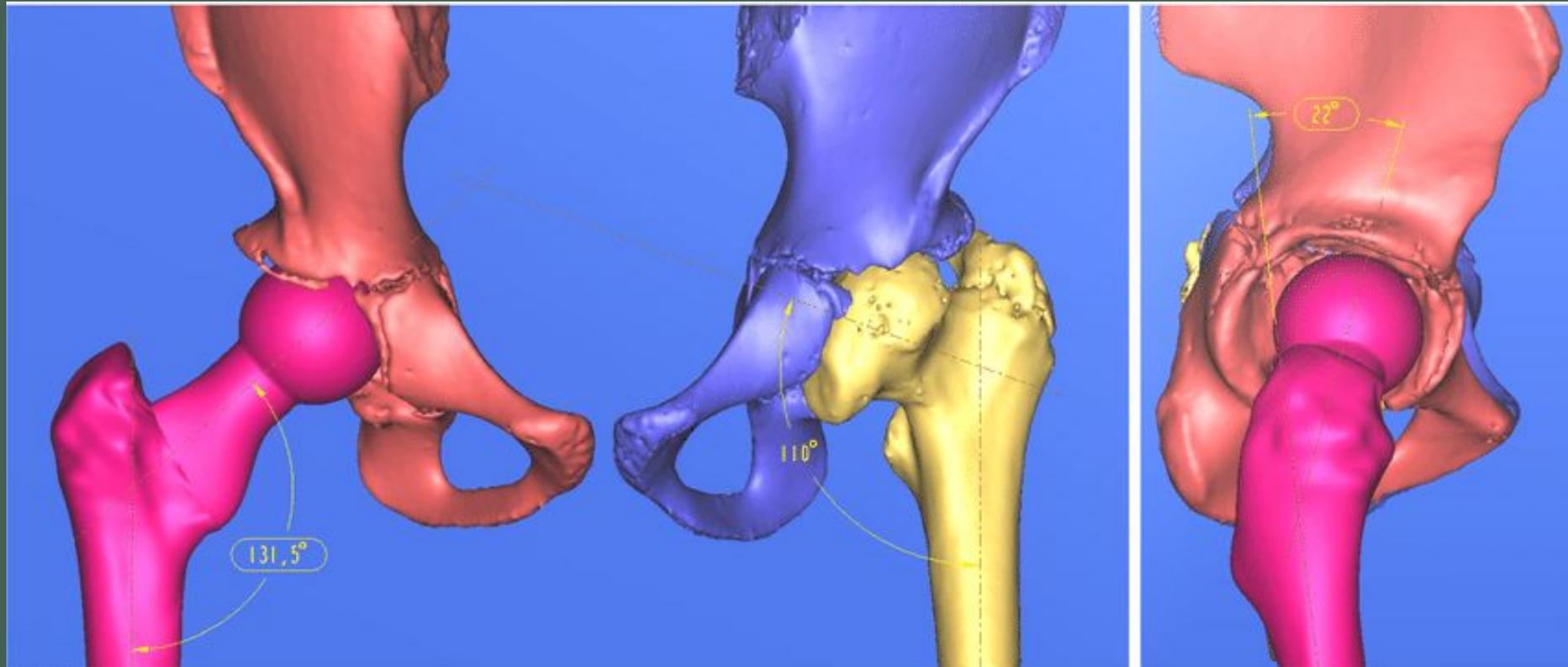
Формирование 3D модели на основании контуров здоровой кости и перенос полученных измерений на схематический рисунок



Окончательное формирование модели с учетом особенностей материала для изготовления и соотнесение протеза с его будущим расположением в бедренной кости



Проверка функционирования протеза в суставе –  
заключительный этап проектирования перед изготовлением реальной модели





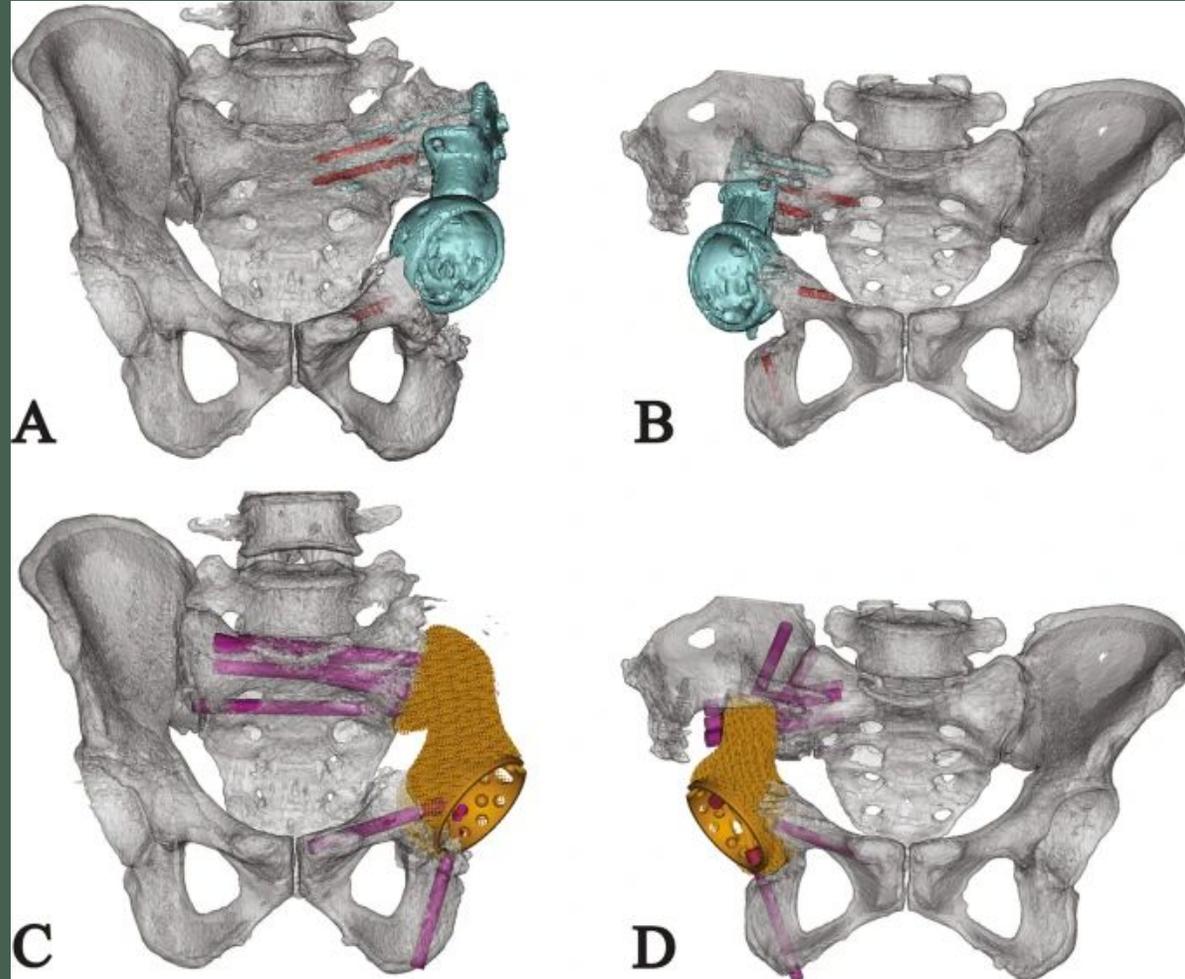
Сложные 3D конструкции не используются рутинно и чаще создаются для тяжелых онкобольных пациентов



[Surgery of the Pelvic and Sacral Tumor](#) pp 107-120

Reconstruction with 3D-Printed Endoprosthesis by Wei Guo 04/06/2020

Three-dimensional-printed custom-made hemipelvic endoprosthesis for the revision of the aseptic loosening and fracture of modular hemipelvic endoprosthesis: a pilot study



**A, B** Preoperative simulation shows endoprosthesis migration (blue) and broken screws (red) in (A) patient 1 and (B) patient 2; **C, D** Endoprosthesis design and screw fixation of (C) patient 1 and (D) patient 2 are shown

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

