

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]

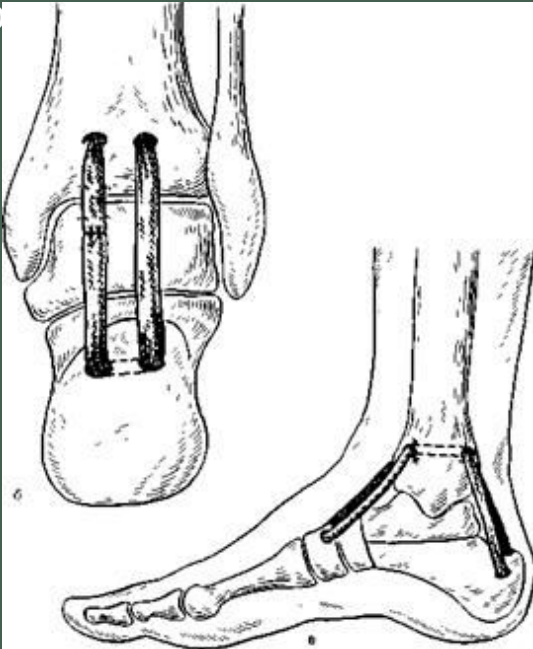
АРТРОПЛАСТИКА – ТО ЖЕ САМОЕ?

- **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.

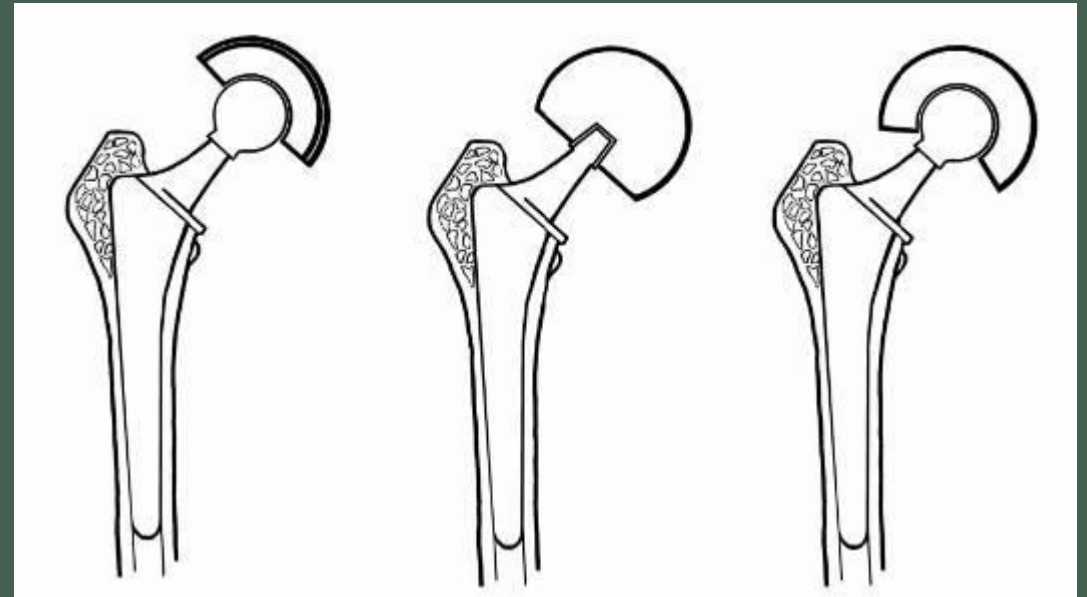
ТРЕБОВАНИЯ К ЭНДОПРОТЕЗАМ

- 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

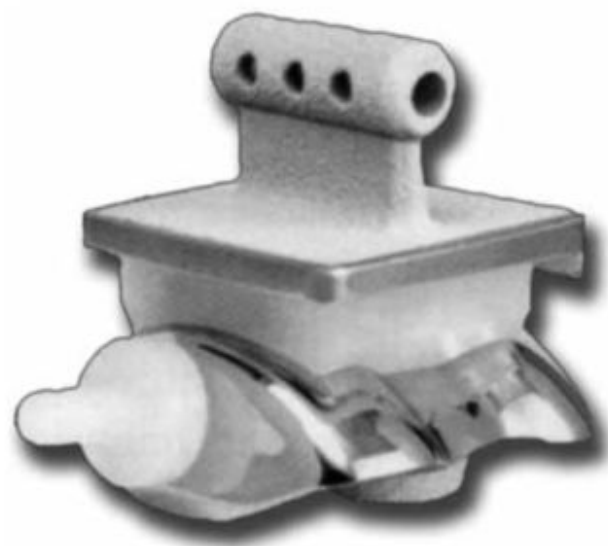


Рис. 4. Бесцементный трехкомпонентный эндопротез голеностопного сустава SALTO с возможностью установки полиэтиленового вкладыша для малоберцовой кости



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

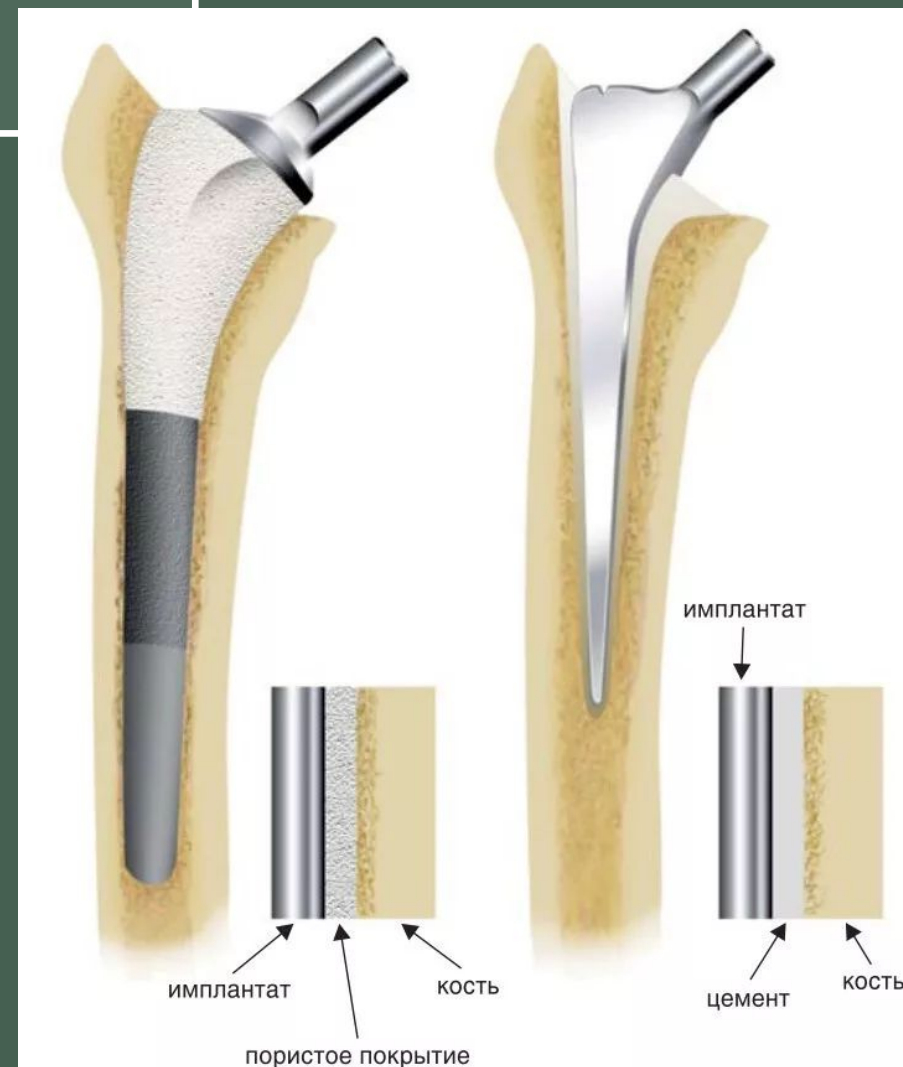


КОГДА НУЖЕН СПЕЙСЕР?

- **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 мантии 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.

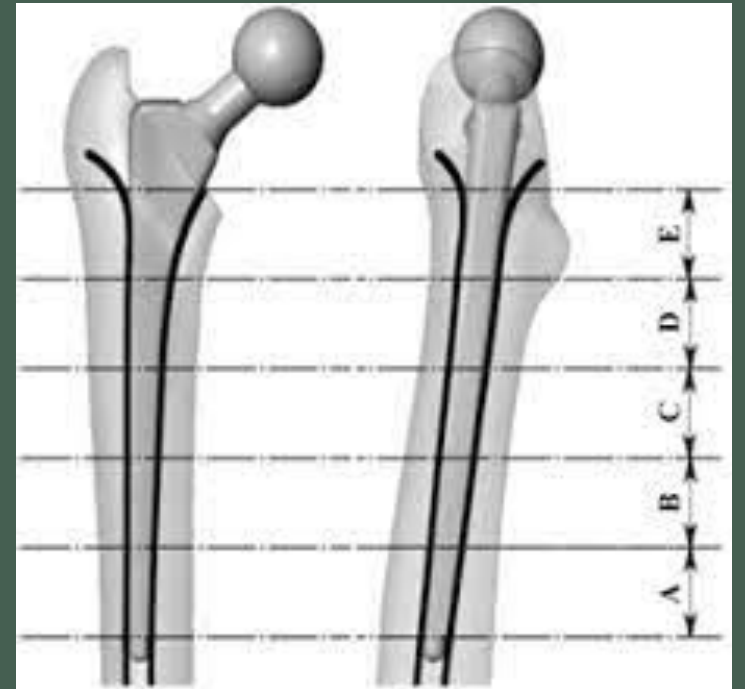
Цементный протез предпочтителен при типе С.

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ВЫБОРА

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

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
Pain	
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
Function	
Limp	
None	11
Slight	8
Moderate	5
Severe	0
Support	
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
Distance walked	
Unlimited	11
Six blocks	8
Two to three blocks	5
Indoors only	2
Bed and chair	0
Stairs	
Normally without railing	4
Normally with railing	2
In any manner	1
Unable to do	0
Shoes and socks	
With ease	4
With difficulty	2
Unable	0
Sitting	
Ordinary chair for 1 h	5
High chair for 1 h	3
Unable to sit in any chair	0
Public transport	
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.

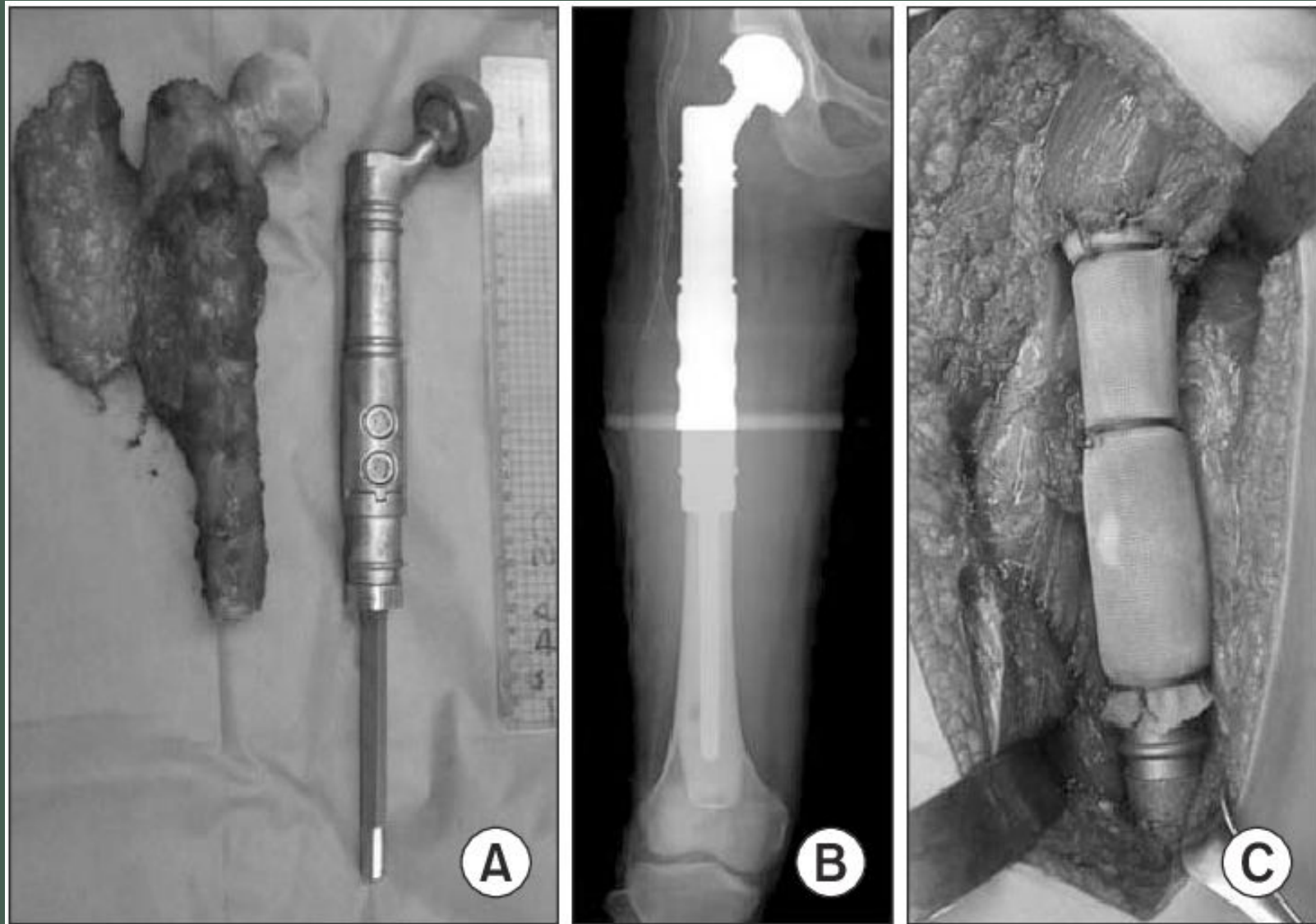
ОСОБЕННОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛОКАЛИЗАЦИИ

ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

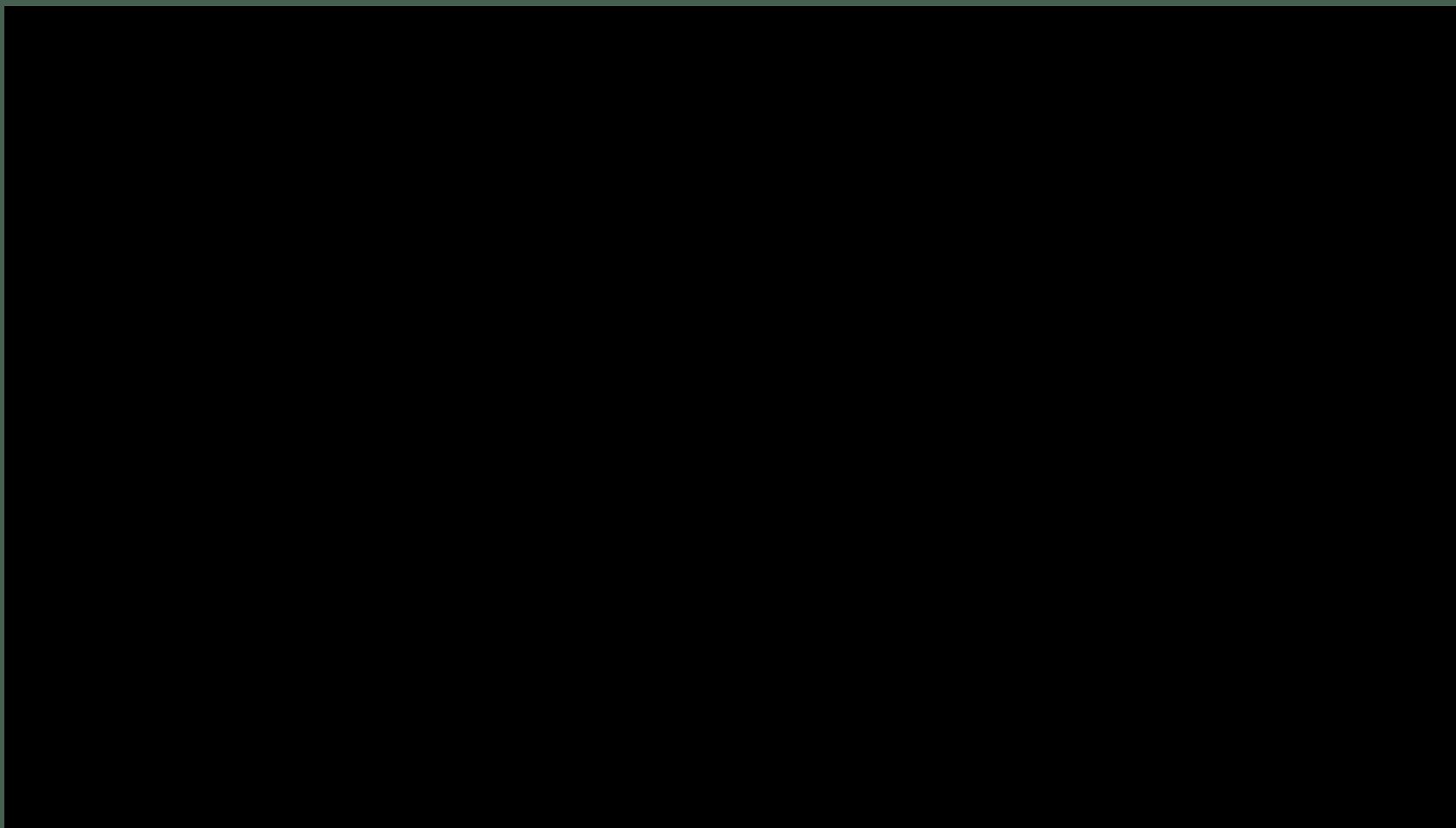
- *Узел трения* — это то, между какими материалами протеза осуществляется взаимодействие в результате движений в искусственном тазобедренном суставе: головки эндопротеза, надеваемой на конус ножки, и вкладыша.
- Тип и качество материалов, применяемых в узлах трения, во многом определяет срок службы эндопротеза.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

сустав = вертлужная впадина+вкладыш+
головка+ножка эндопротеза

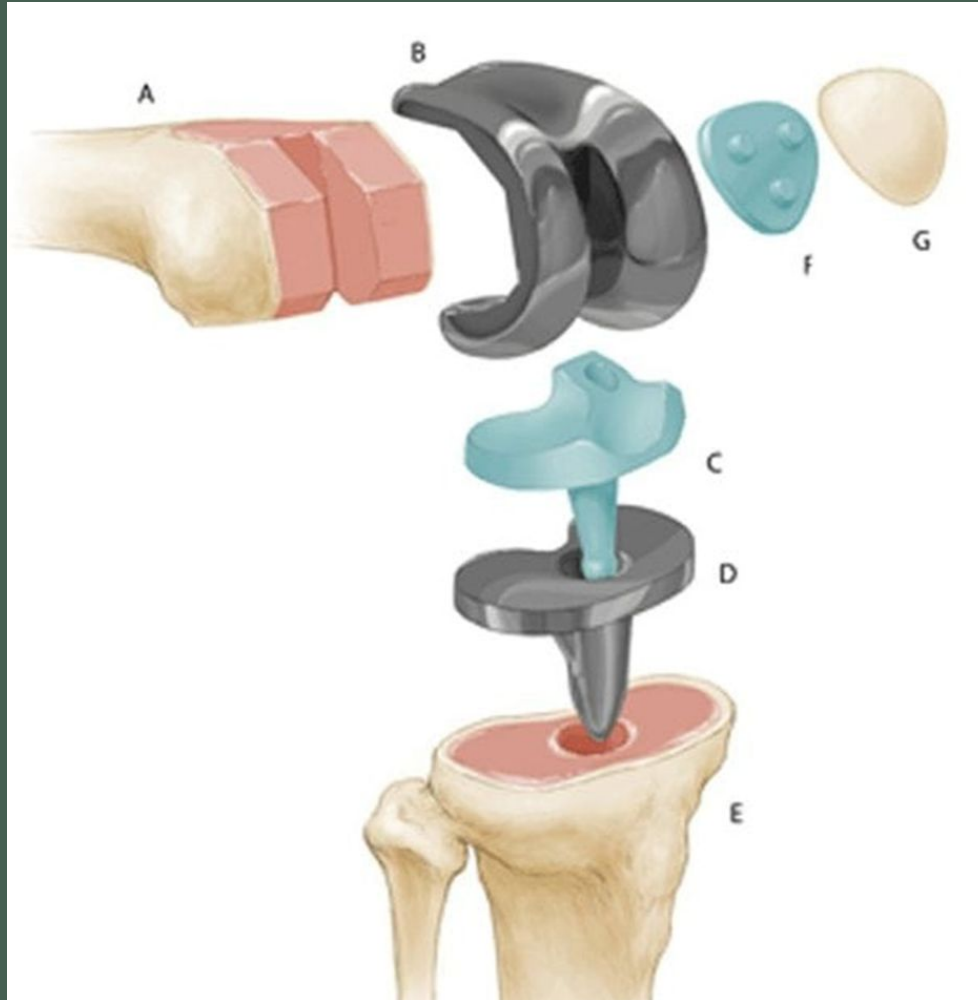




ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА



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

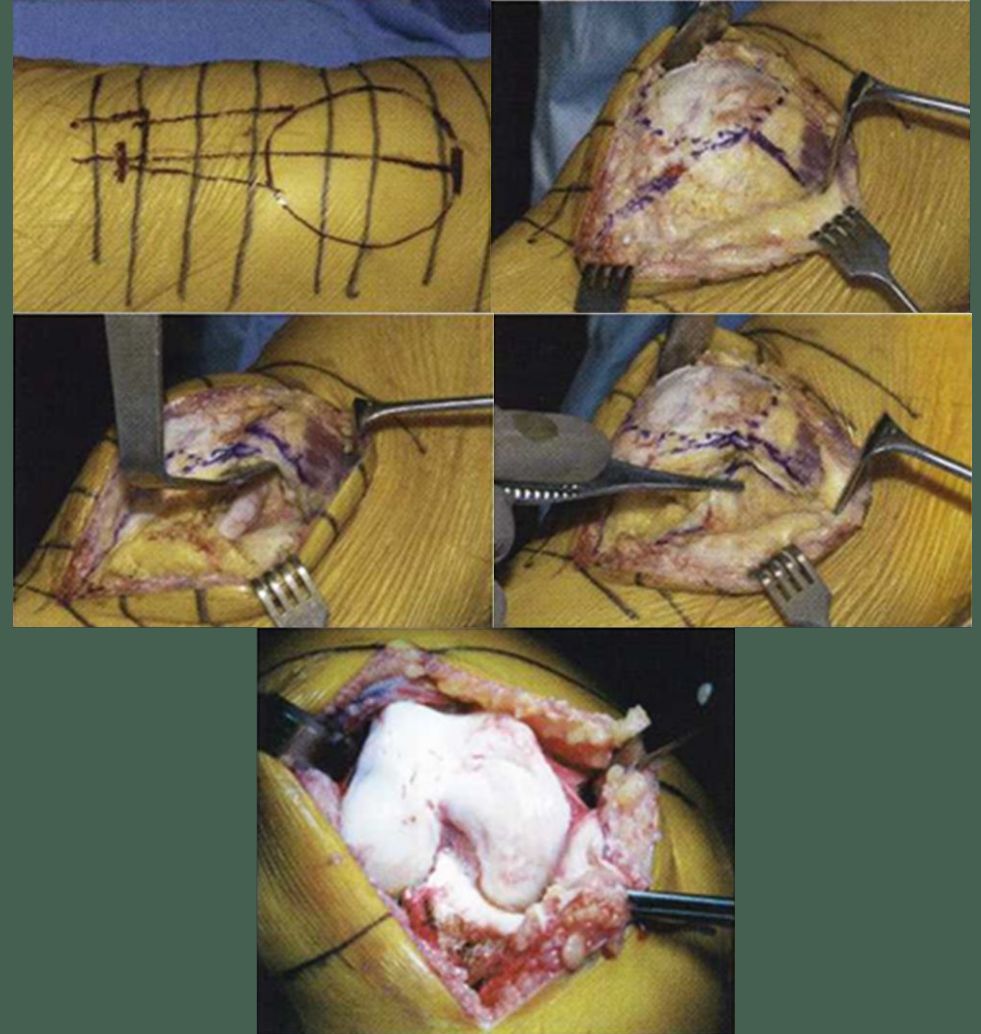
СТАНДАРТНЫЙ МЕДИАЛЬНЫЙ ПАРАПАТЕЛЛЯРНЫЙ ДОСТУП

- 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 мышцам бедра надколенник вывихивается наружу.



СУБВАСТУС-ДОСТУП

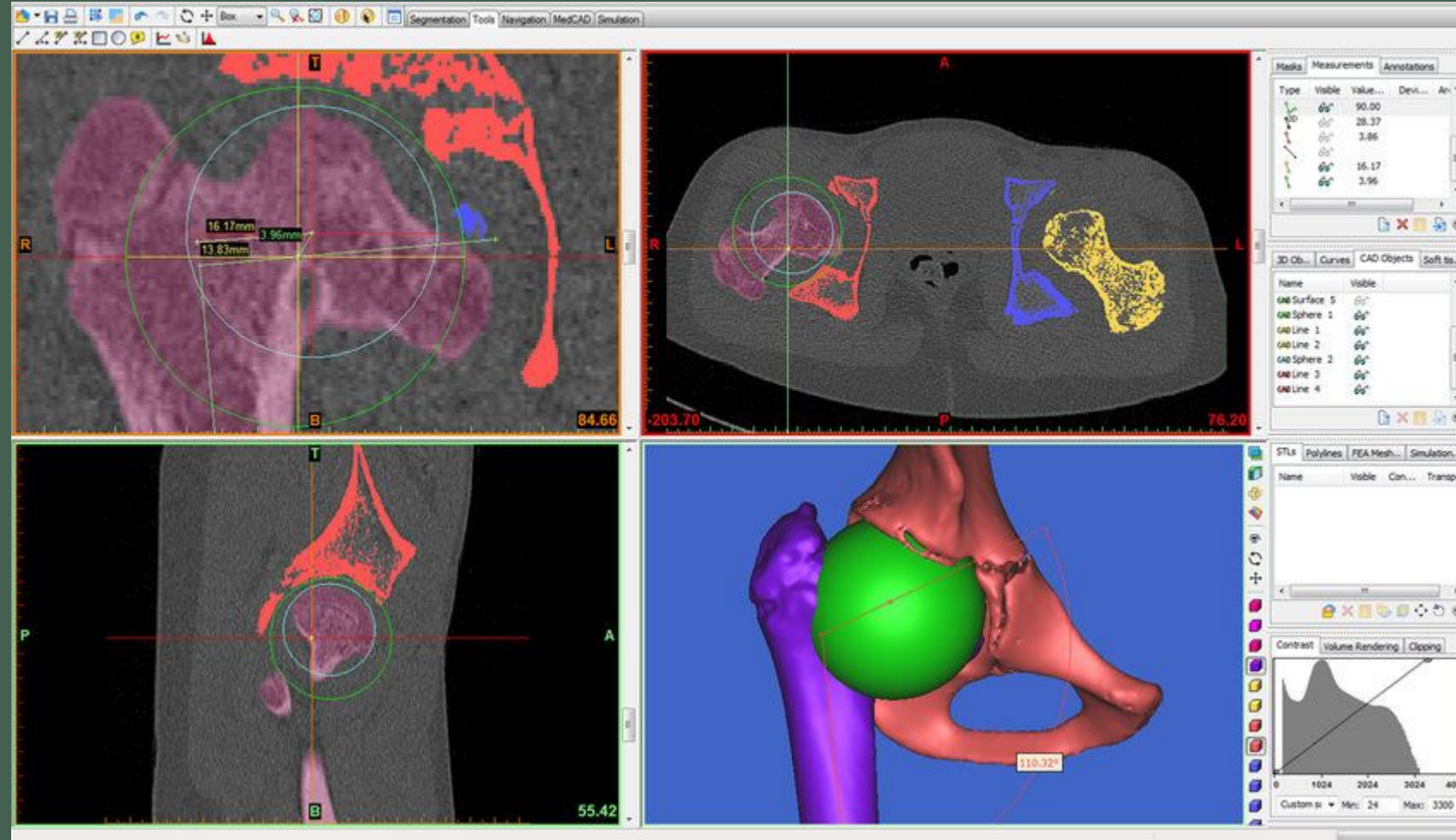
- Кожно-подкожный лоскут мобилизуется и обнажается дистальная часть косой медиальной широкой мышцы (КМШМ), надколенник и его сухожилие, медиальный удерживатель надколенника.
- Волокна КМШМ ориентированы под углом примерно 50° , а сухожилие прикрепляется к центральной части надколенника
- Артротомия выполняется 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

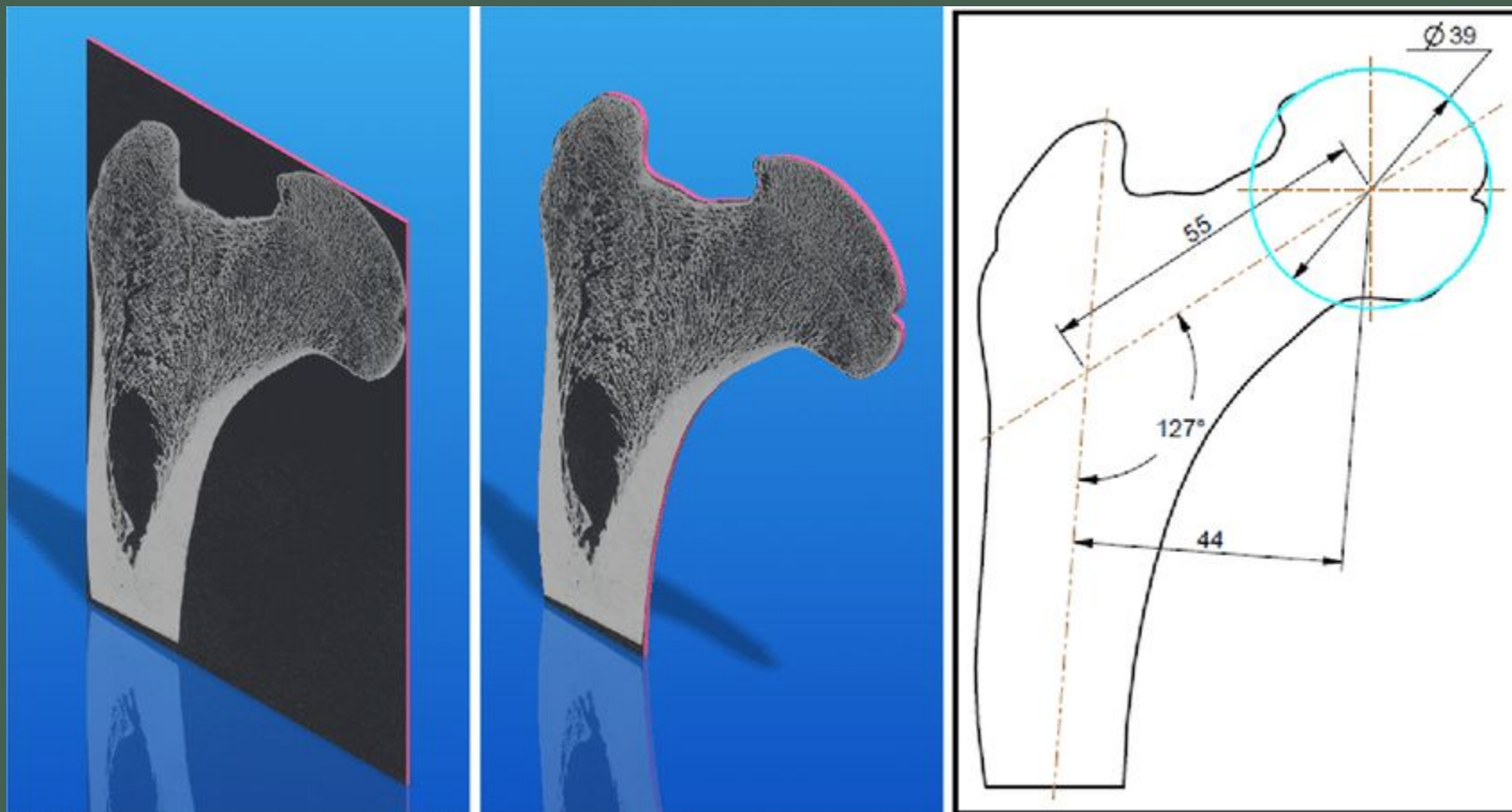
Анализ состояния кости и измерение её параметров



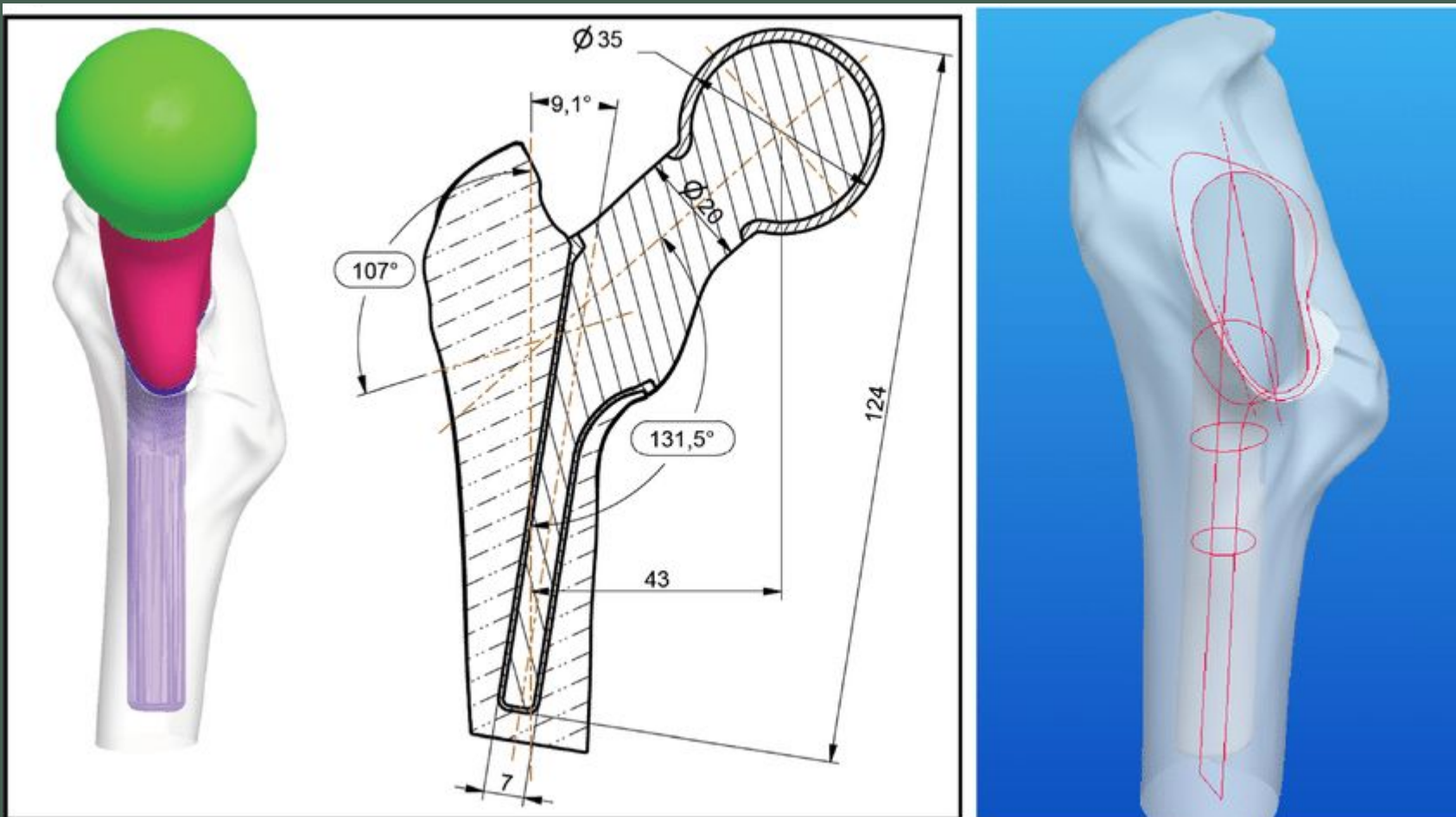
Studies on design of customized orthopedic endoprotheses of titanium alloy manufactured by SLM 2015

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

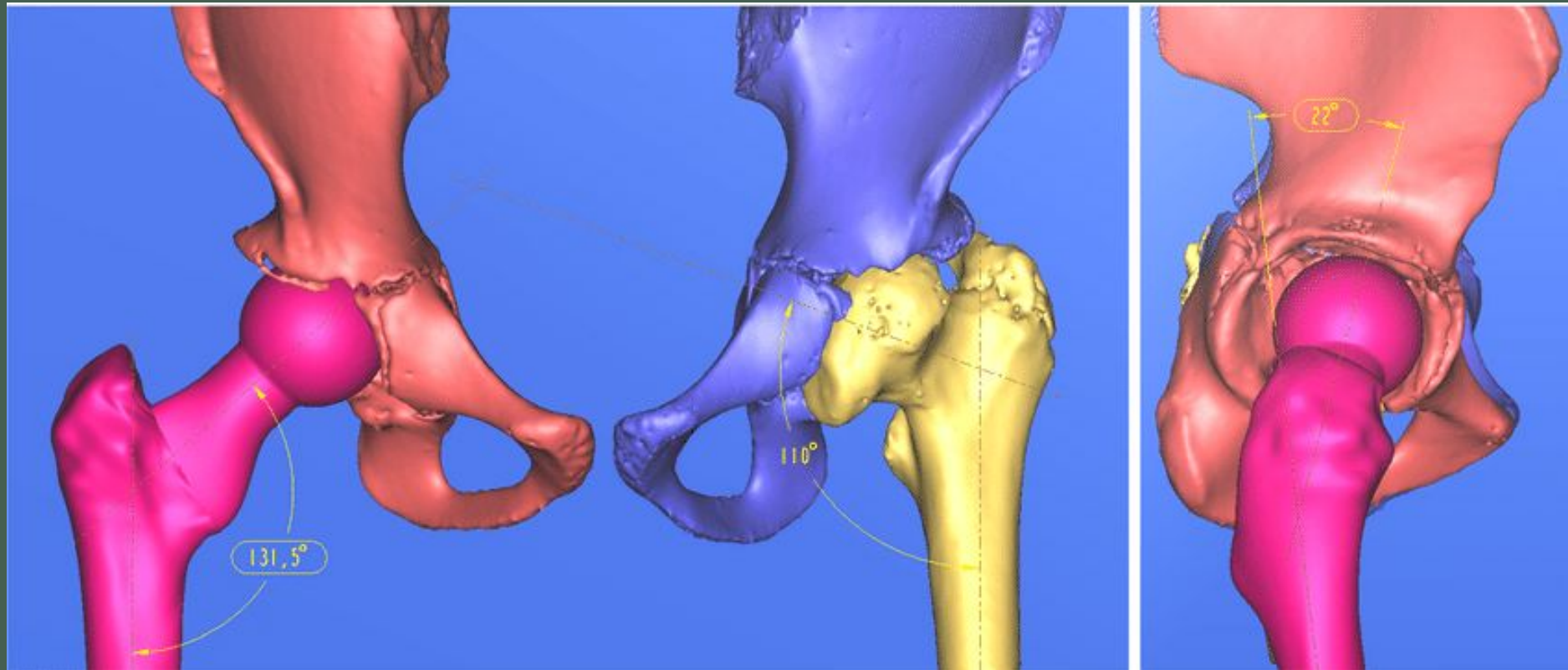
Формирование 3D модели на основании контуров здоровой кости и перенос полученных измерений на схематический рисунок



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

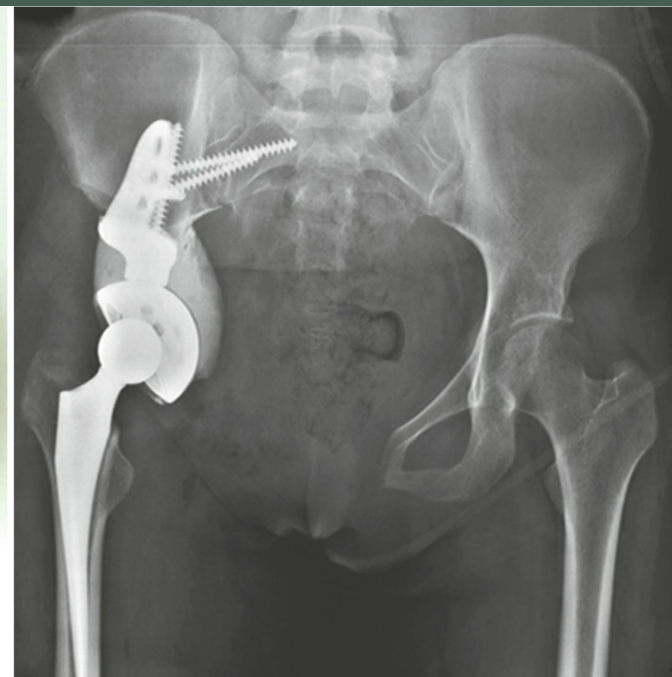


Проверка функционирования протеза в суставе –
заключительный этап проектирования перед изготовлением реальной модели





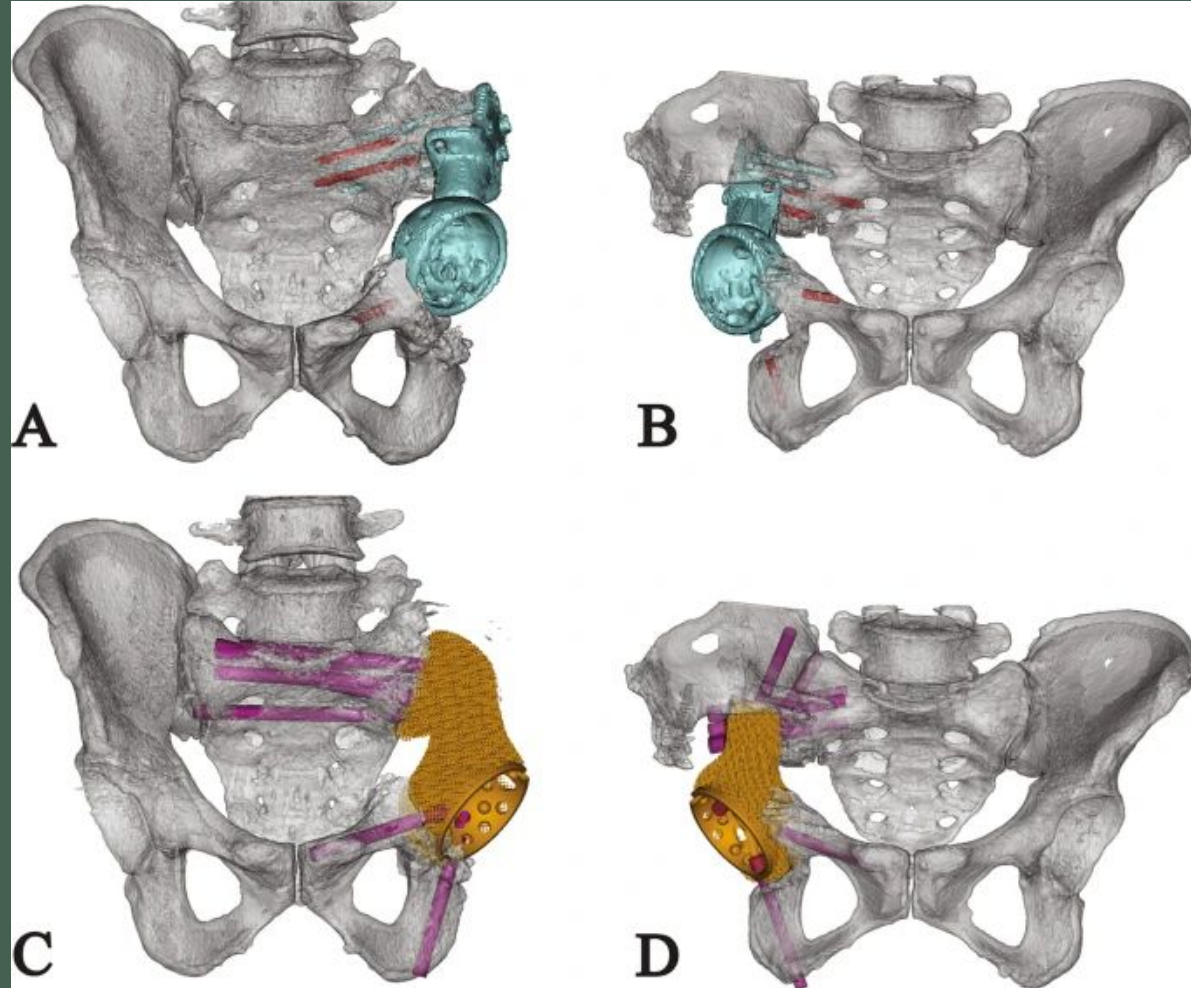
Сложные 3D конструкции не используются рутинно и чаще создаются для тяжелых онкобольных пациентов



[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!

