



**ПЯТЫЙ ЮБИЛЕЙНЫЙ
ЕВРАЗИЙСКИЙ
ОРТОПЕДИЧЕСКИЙ
ФОРУМ**

**EURASIAN
ORTHOPEDIC
FORUM**

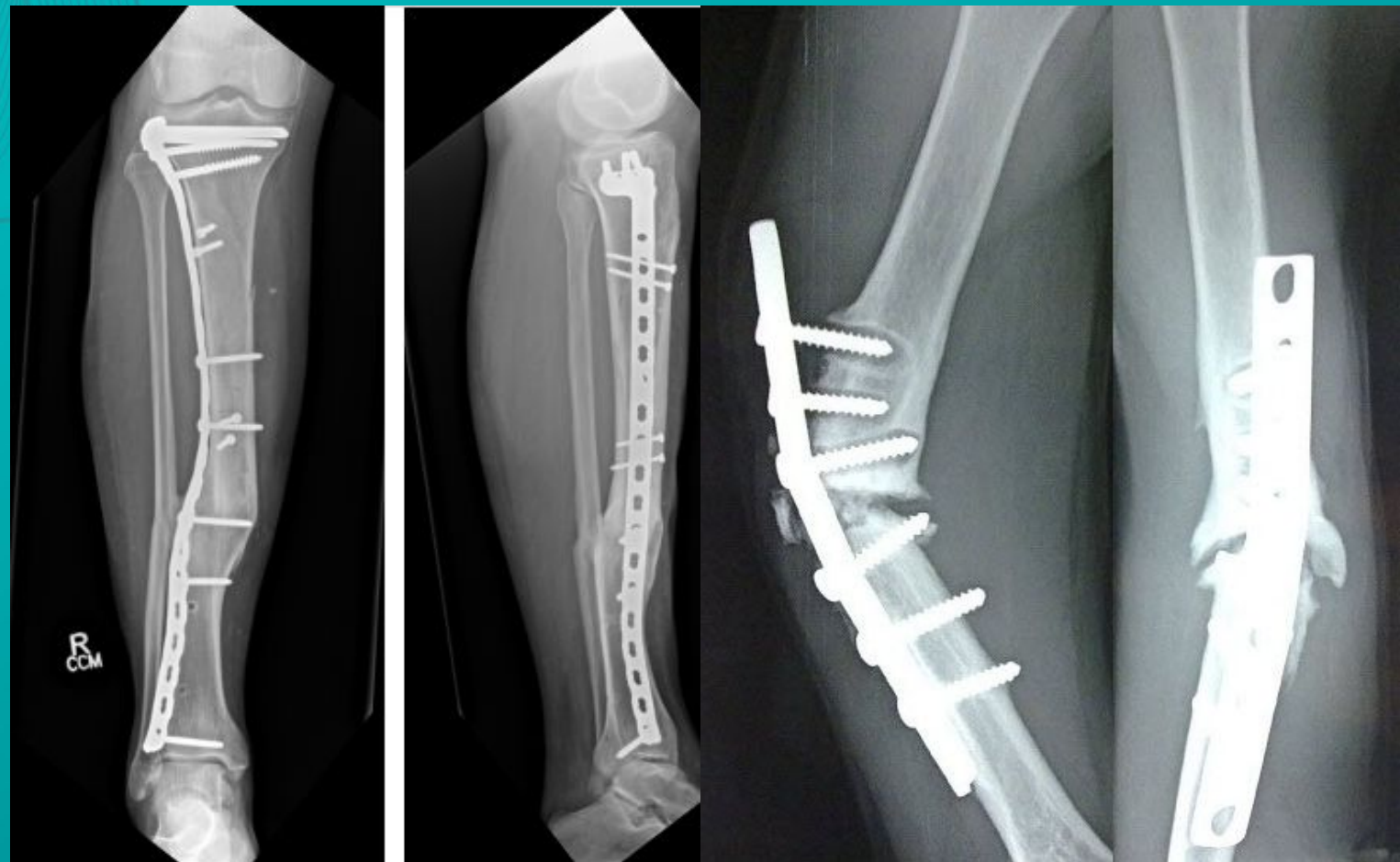


3D-моделирование при остеосинтезе длинных трубчатых костей

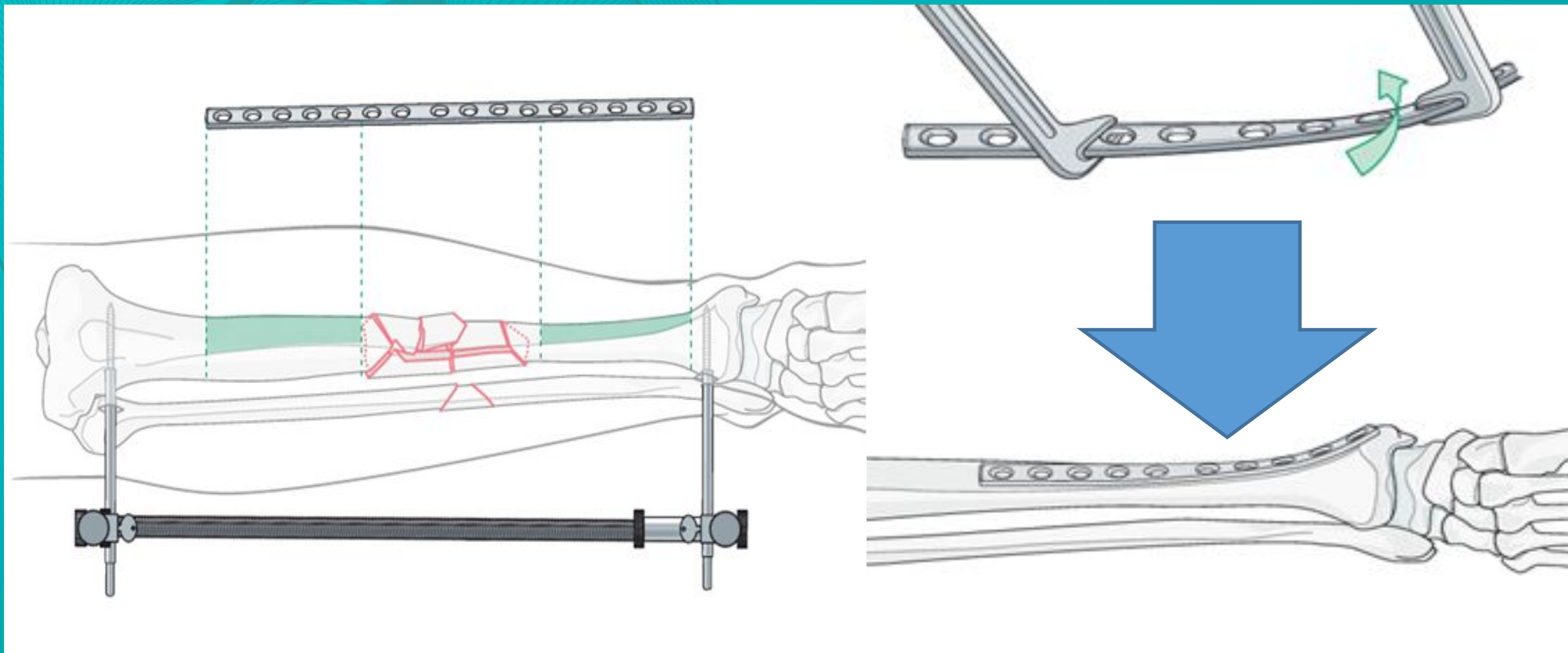
Рубцов Артемий Алексеевич, врач травматолог-ортопед,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Частота встречаемости остаточных деформаций, нарушений консолидации длинных трубчатых костей после хирургического лечения составляет, в среднем, 4%-8%



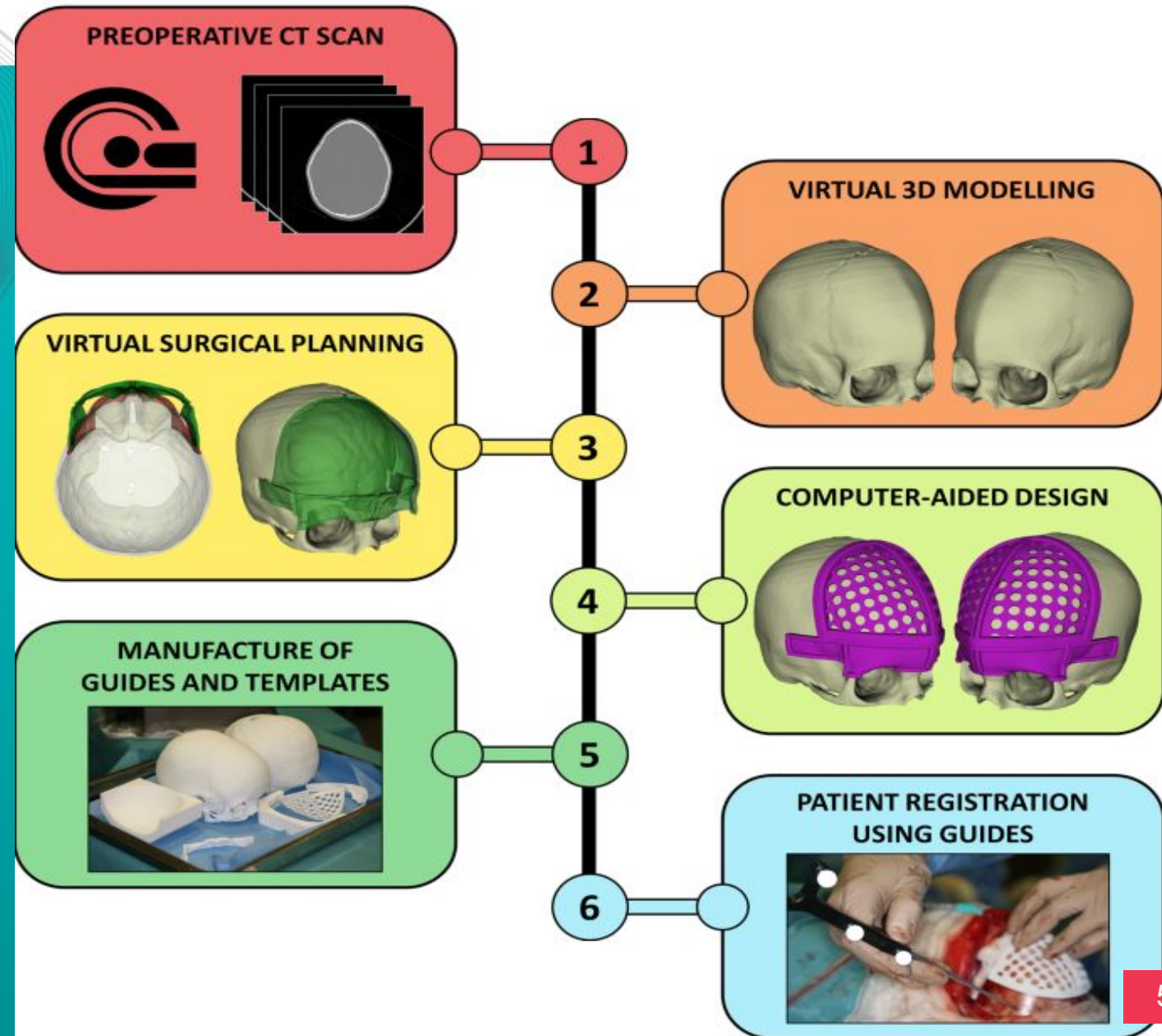
Rupp M, Biehl C, Budak M, Thormann U, Heiss C, Alt V., 2018



Процесс моделирования пластины по кости

Быстрое прототипирование (Rapid prototyping, RP) - это группа производственных процессов, которые позволяют создавать физические объекты непосредственно из данных трехмерной (3D) виртуальной модели при помощи 3D-принтера

Popescu D, Laptoiu D., 2016

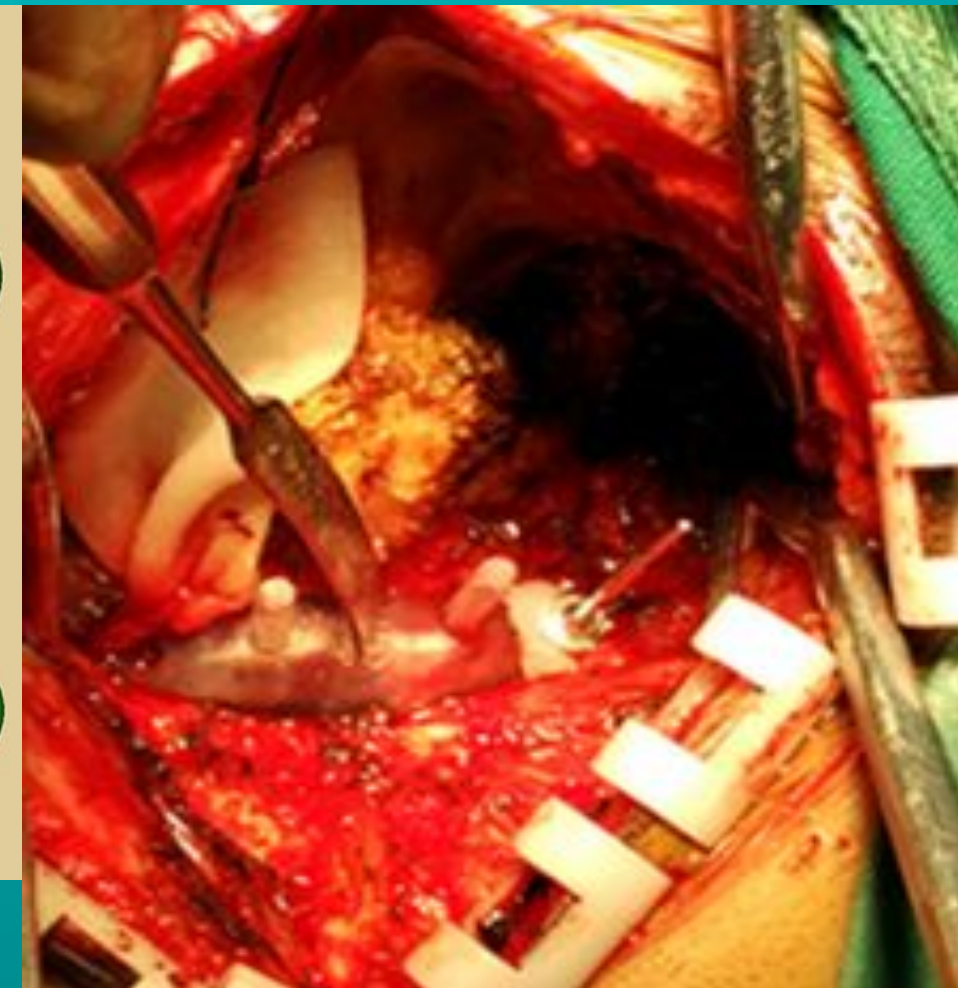
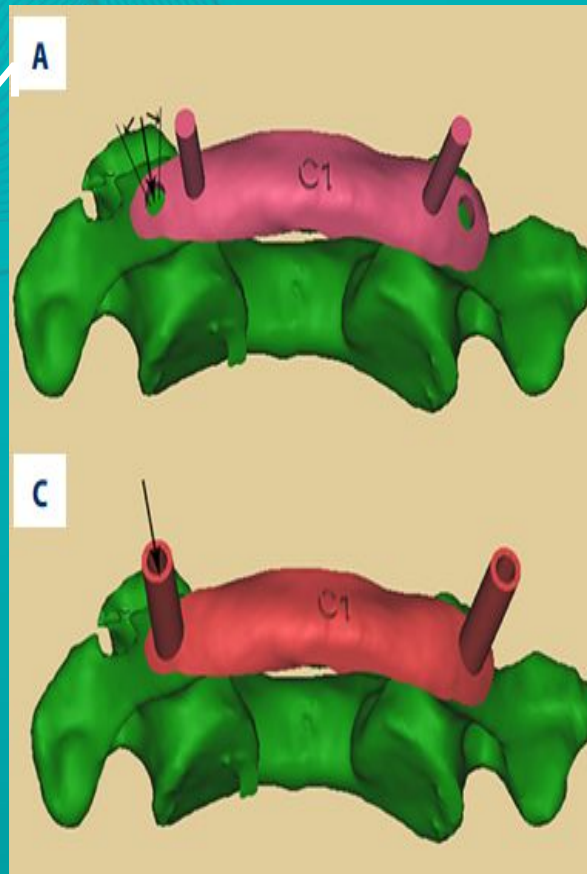


Первые работы, посвященные 3D моделированию в хирургии

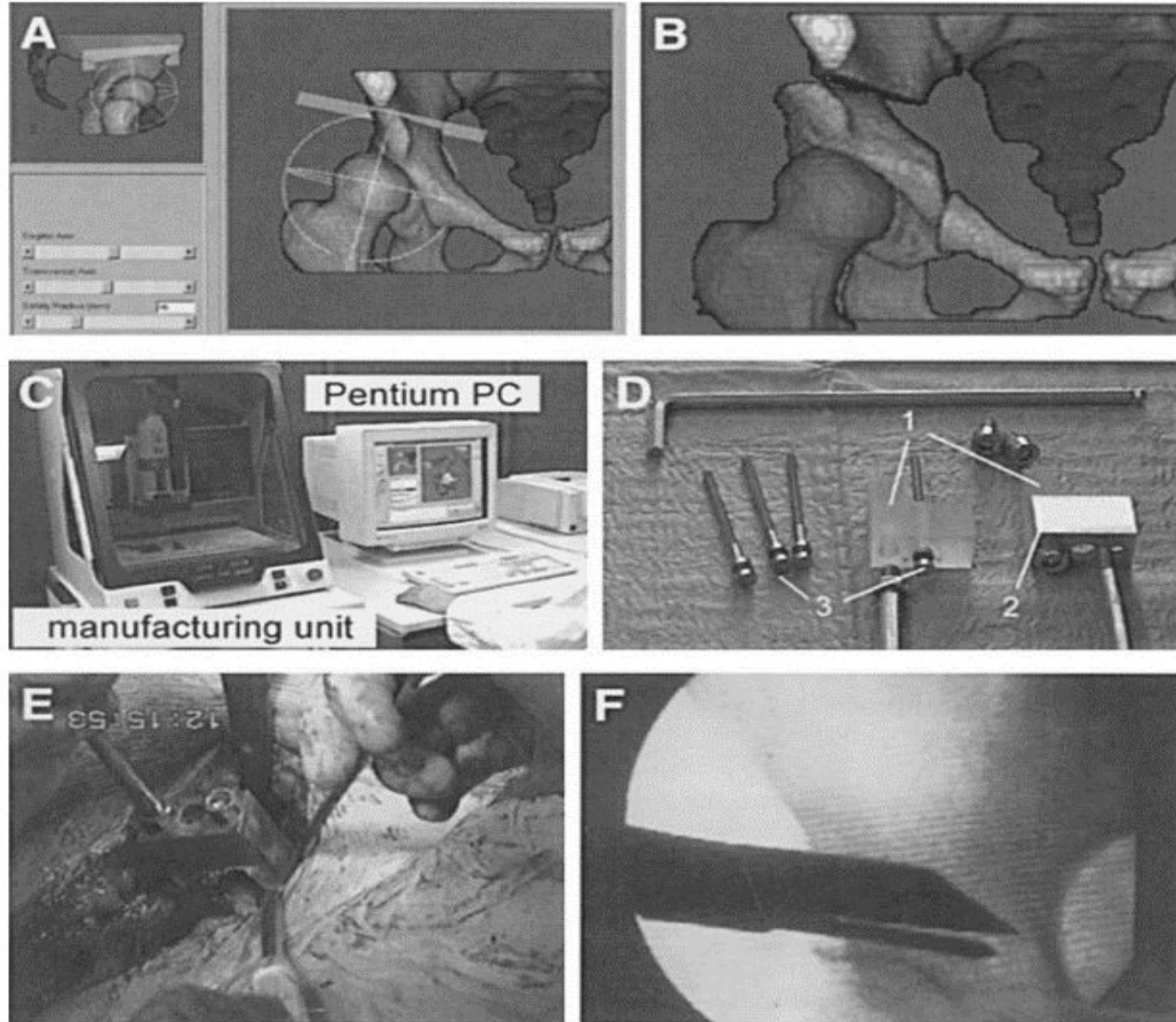


А-С – трехмерные модели
первого
индивидуального
направителя
для сверла при
транспедикулярной
фиксации позвоночника

Van Brussel K, Sloten JV, Van Audekercke R, et al., 1997



Первые работы, посвященные 3D моделированию в хирургии



Направитель для тройной остеотомии таза

Radermacher K, Portheine F, Anton M, et al.,
1998

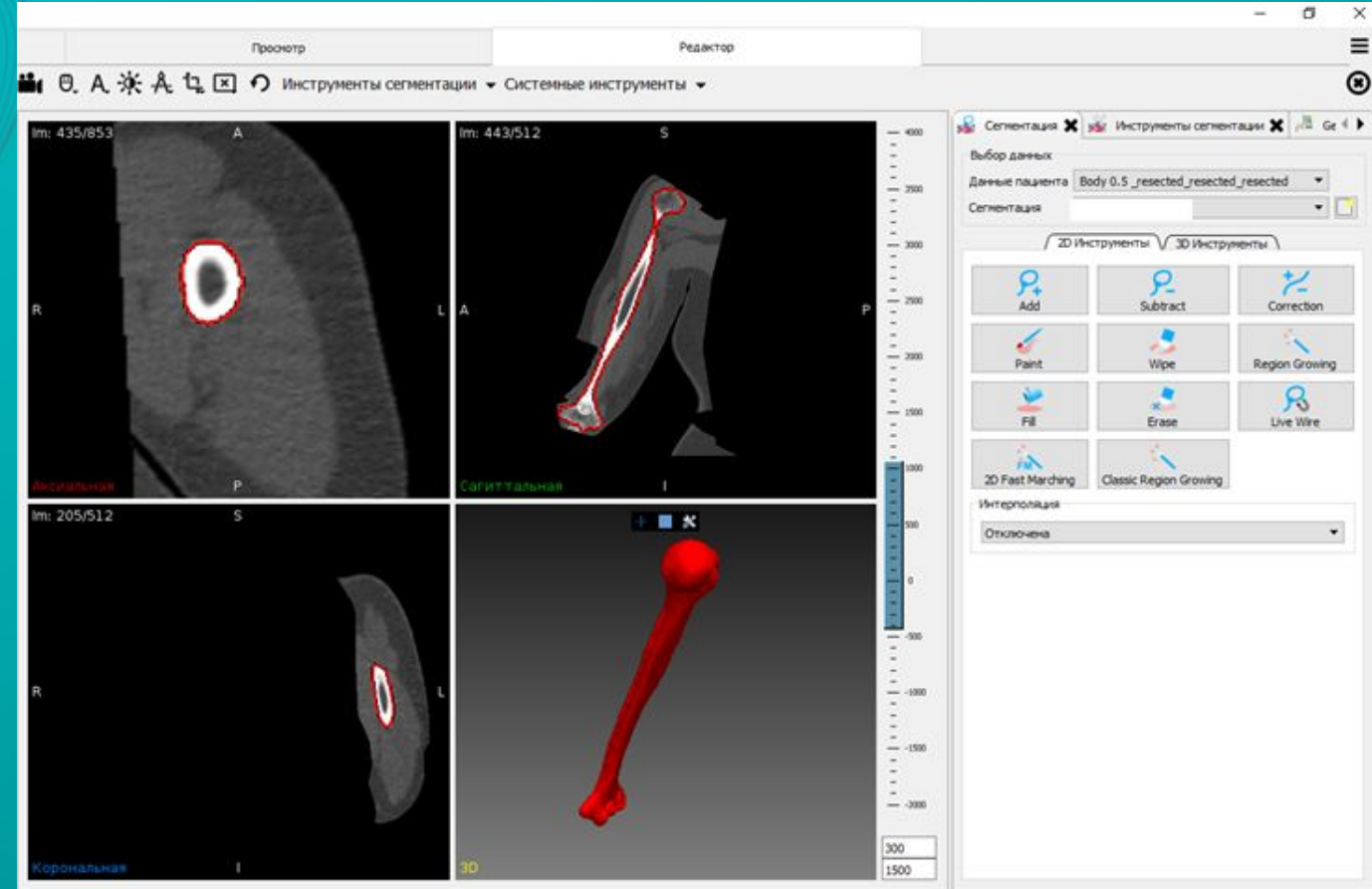


Разработать персонифицированный подход к моделированию наkostной пластины в предоперационном периоде с помощью 3D-печати шаблона кости

Первый этап персонифицированного подхода к моделированию наkostной пластины

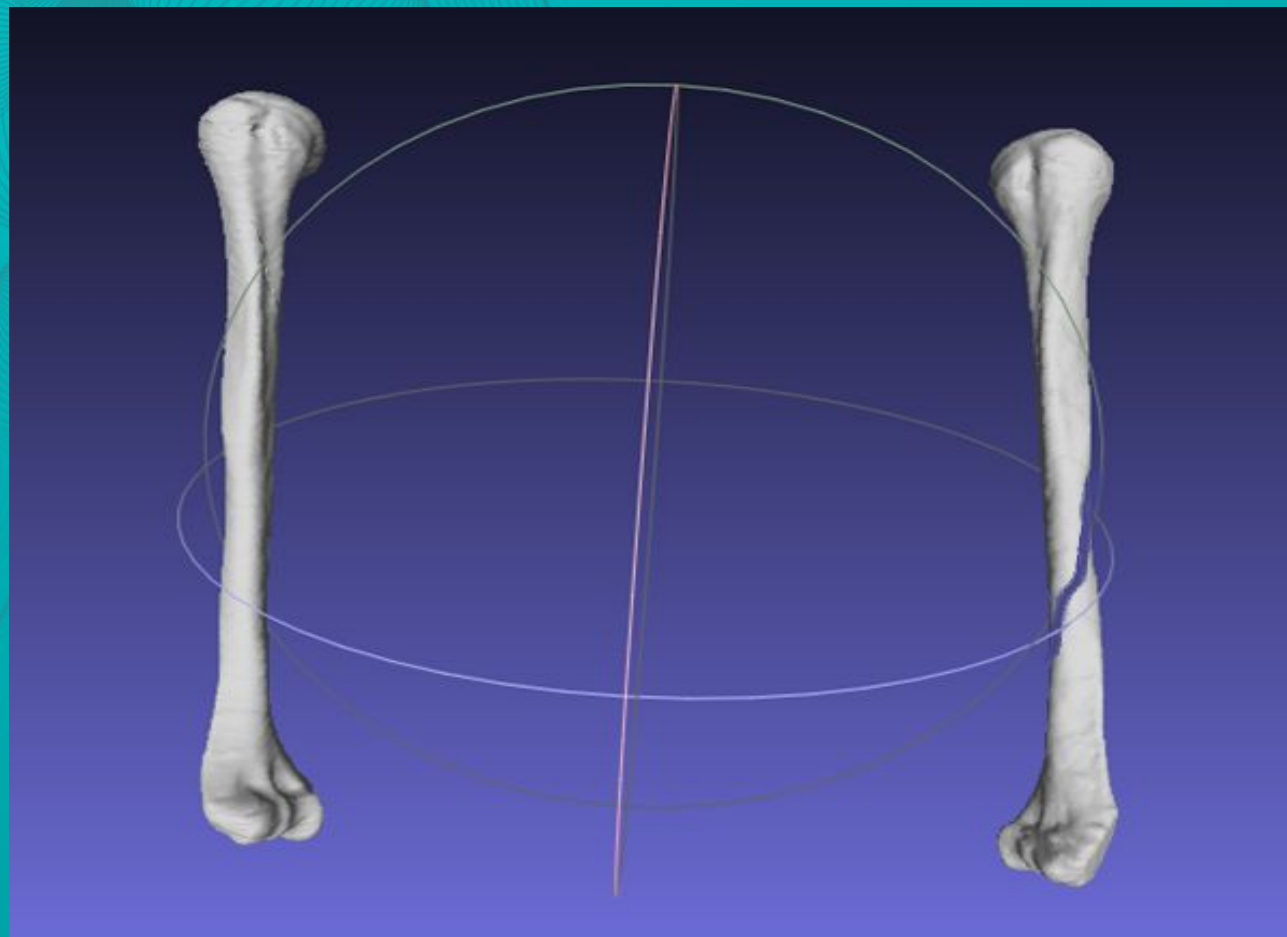


Компьютерная томография
обеих верхних конечностей



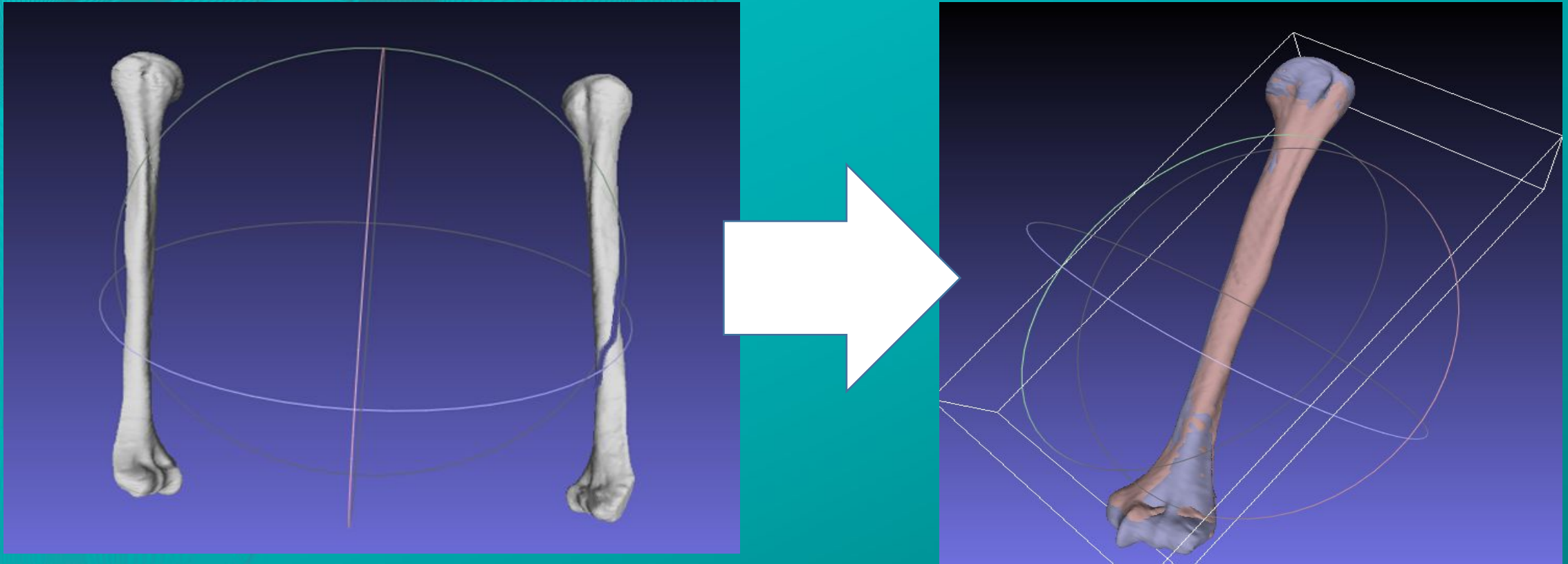
Загрузка КТ в программу
«АВТОПЛАН»

Второй этап персонифицированного подхода к моделированию наkostной пластины



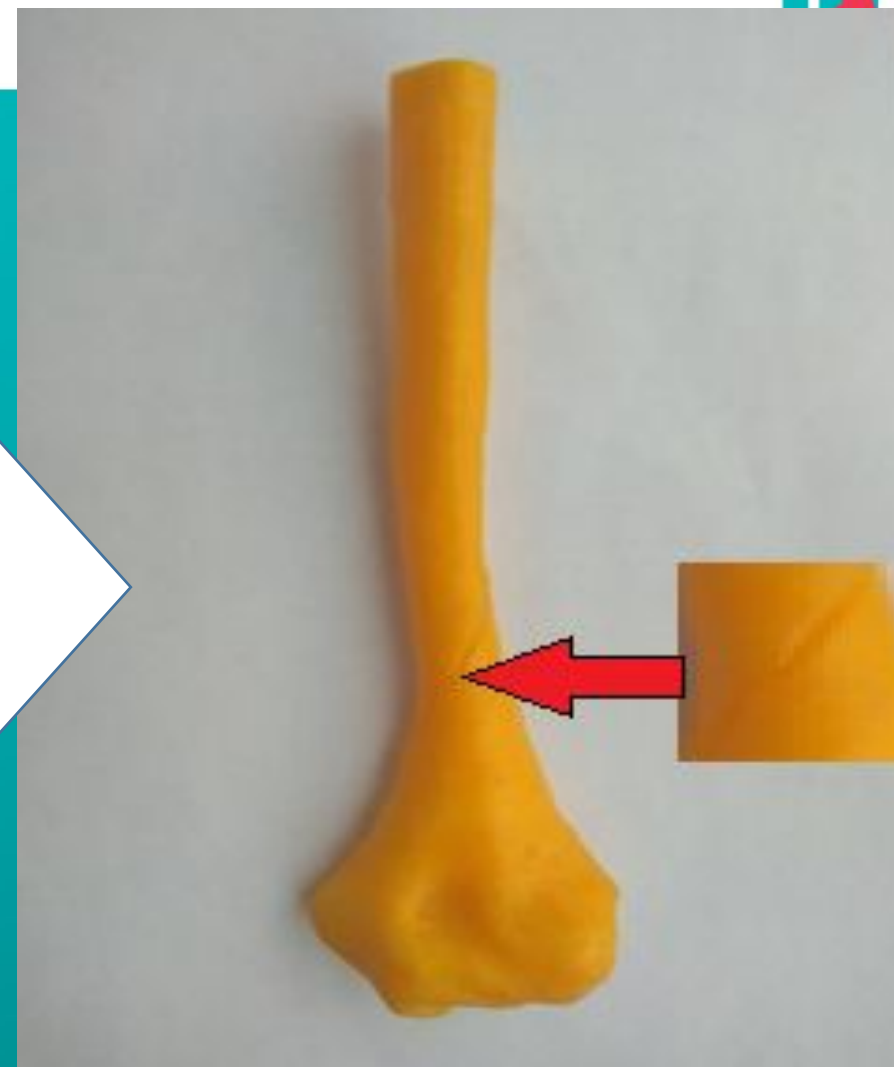
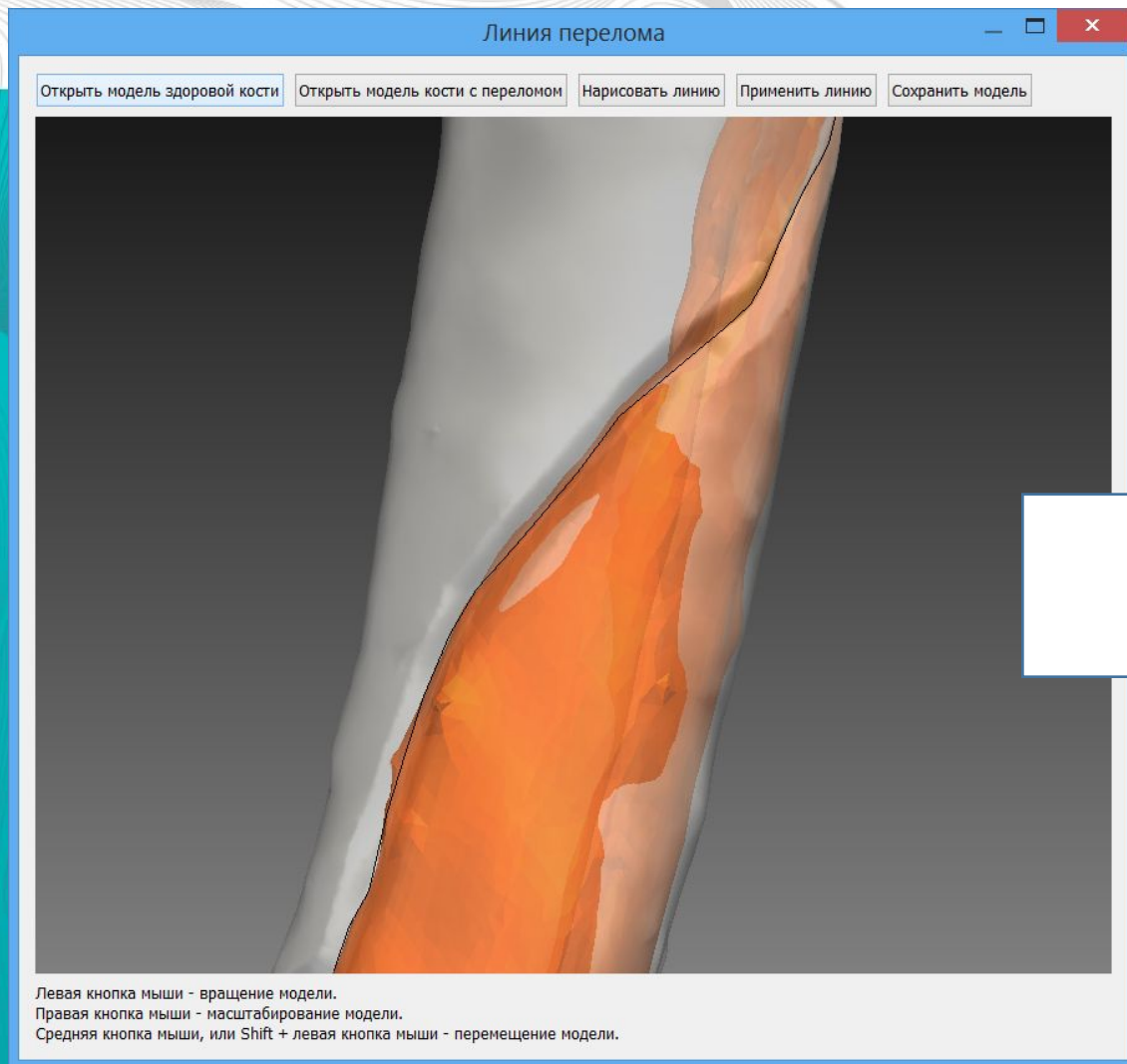
Создание моделей обеих плечевых костей по
данным КТ

Третий этап персонифицированного подхода к моделированию наkostной пластины



Формирование зеркальной копии модели здоровой кости и совмещение её по ключевым анатомическим точкам с моделью поврежденной кости

Нанесение линии перелома на модель



Нанесение линии перелома на модель неповрежденной кости без виртуальной репозиции

Распечатанный на 3D принтере шаблон с отмеченной линией перелома

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ «Моделирование линии перелома на поверхности 3D модели кости»



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2019619957

**Программа для отработки алгоритма выполнения
хирургических операций «Моделирование линии перелома
на поверхности 3D-модели кости»**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Самарский
государственный медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации (RU)*

Авторы: *Котельников Геннадий Петрович (RU), Колсанов
Александр Владимирович (RU), Панкратов Александр Сергеевич
(RU), Чаплыгин Сергей Сергеевич (RU), Жиров Владимир
Валерьевич (RU)*

Заявка № **2019618955**
Дата поступления **19 июля 2019 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **29 июля 2019 г.**



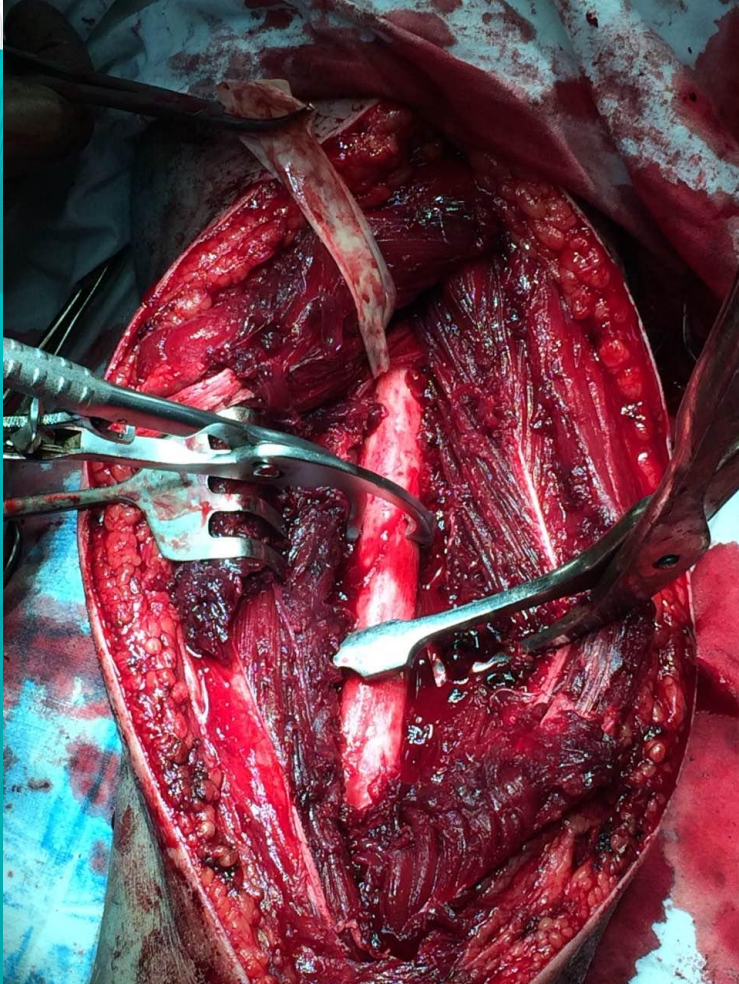
Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности
Г.П. Ивашев

Четвертый этап персонифицированного подхода к моделированию наkostной пластины

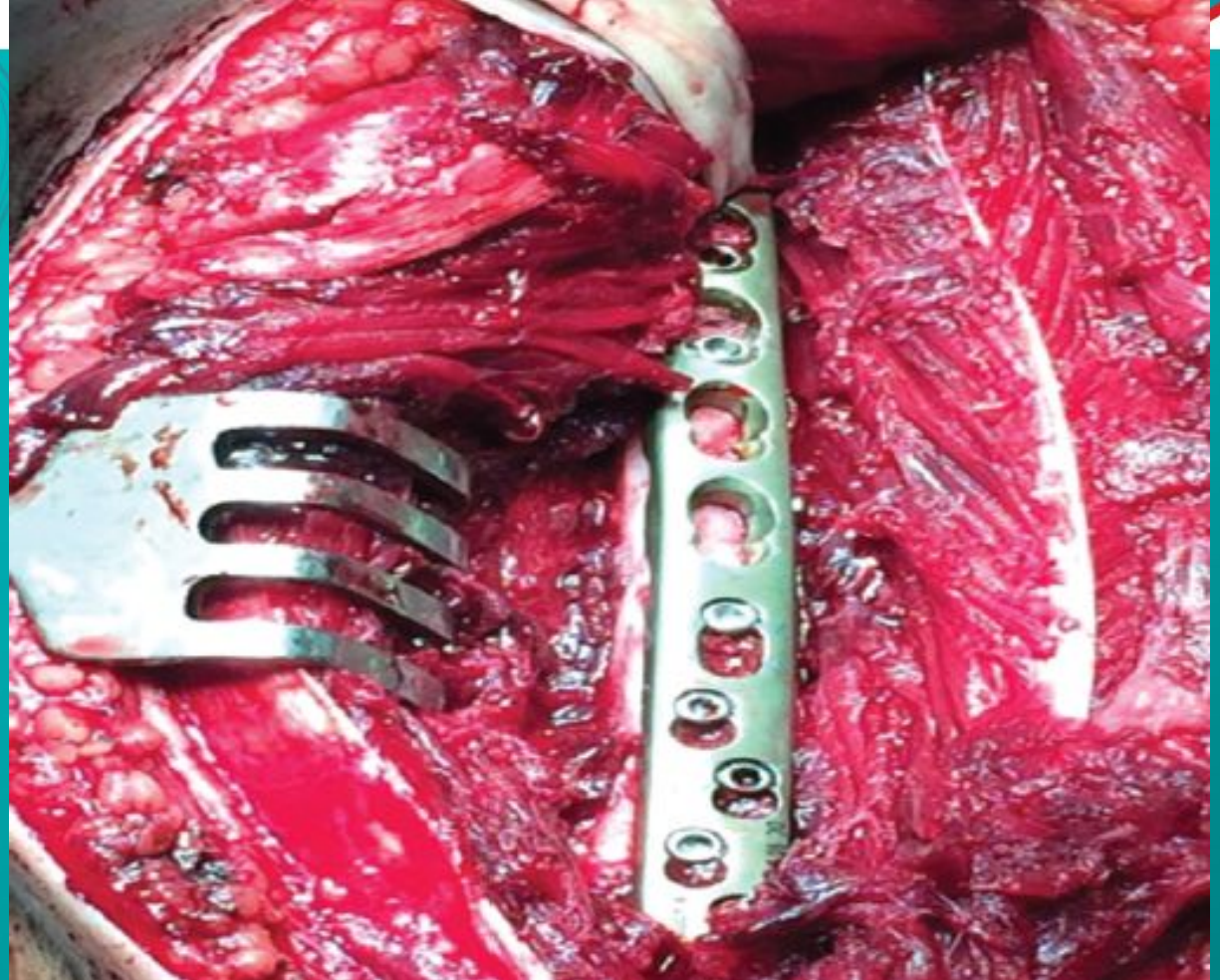


Моделирование наkostной пластины по шаблону

Остеосинтез предоперационно изогнутой пластиной



Репозиция фрагментов перелома, отломки удержаны костодержателями



Выполнен остеосинтез предоперационно изогнутой пластиной

Патенты на шаблон для моделирования накостных пластин





Название группы	Контрольная группа	Основная группа
Критерии включения	Простые и клиновидные переломы диафиза плечевой кости (12A1, 12A2, 12A3 , 12B2 по классификации АО), не более 3 недель после травмы.	
Число пациентов	n = 18	n = 16
Лечение	Открытая репозиция и накостный остеосинтез с интраоперационным моделированием пластины в соответствии с принципами АО.	Открытая репозиция и накостный остеосинтез в соответствии с принципами АО с предоперационным моделированием пластины по нашему способу.
Критерии исключения	1) Открытые переломы; 2) Давность травмы более 3 недель; 3) Внутрисуставные переломы (12B3, 12C2, 12C3 по классификации АО); 4) Многооскольчатые переломы.	

Критерии оценки эффективности оперативного лечения пациентов с переломами плечевой кости



1. Время операции (мин);
2. Точность репозиции по данным контрольных послеоперационных КТ (мм);
3. Деформация оси конечности (градусов);
4. Оценка функции верхней конечности по VAS (Visual Analogue Scale), DASH (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand)(баллов).

Результаты и их обсуждение (1)



- Время операции сокращено, в среднем, на 12 ± 3.3 мин;
- Это связано с отсутствием затрат времени на моделирование пластины в основной группе и облегчением процесса репозиции

Результаты и их обсуждение (2)



- Репозиция на послеоперационных КТ лучше в основной группе, чем в контрольной, со средним отклонением фрагментов в зоне перелома $1,0 \pm 0,2$ мм и $1,5 \pm 0,2$ мм соответственно;
- Деформация оси плечевой кости в основной группе, в среднем, была на $2 \pm 1,1^\circ$ меньше в прямой проекции КТ, а в боковой – на $3 \pm 1,2^\circ$ меньше;
- Такие показатели позволяют применять способ при малоинвазивном остеосинтезе пластинами любого типа с сохранением длины, оси и ротации конечности. Это особенно актуально при многооскольчатых переломах, где доступ к зоне перелома затруднён, и от моделировать пластину по кости невозможно

Результаты и их обсуждение (3)



- При оценке по VAS через 2 недели в группе контроля показатели были, в среднем, на $5 \pm 1,7$ баллов больше;
- Менее выраженный болевой синдром в основной группе так же связан с ограничением повреждения мягких тканей, поскольку многократное моделирование пластины по кости не производилось, в отличие от группы контроля;
- Через 3 месяца после операции статистически значимых различий не наблюдалось по шкалам VAS и DASH.



Предлагаемый способ позволяет добиться качественной репозиции фрагментов при переломе костей, что снижает риск осложнений (угловая деформация и нарушение консолидации), уменьшает время операции