



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
A61C 13/00 (2019.08); A61F 2/28 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019114926, 15.05.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.05.2019

Дата регистрации:
23.12.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 15.05.2019

(45) Опубликовано: 23.12.2019 Бюл. № 36

Адрес для переписки:
443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 89,
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Самарский государственный
медицинский университет" Министерства
здравоохранения Российской Федерации

(72) Автор(ы):
Котельников Геннадий Петрович (RU),
Колсанов Александр Владимирович (RU),
Панкратов Александр Сергеевич (RU),
Долгушкин Дмитрий Александрович (RU),
Зельтер Павел Михайлович (RU),
Ардатов Сергей Владимирович (RU),
Огурцов Денис Александрович (RU),
Жиров Владимир Валерьевич (RU),
Рубцов Артемий Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Самарский государственный
медицинский университет" Министерства
здравоохранения Российской Федерации
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2196543 C1, 20.01.2003. RU
2438611 C1, 10.01.2012. RU 2551618 C2,
27.05.2015. ЯМЩИКОВ О.Н. и др.,
Применение компьютерного моделирования
накостного остеосинтеза в клинических
условиях, Международный журнал
прикладных и фундаментальных
исследований. - 2015. - N 8 (часть 2) - С. 290-
293.

(54) СПОСОБ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НАКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицине, а именно к травматологии и предназначено для предоперационного планирования накостного остеосинтеза длинных трубчатых костей. Предложен способ предоперационного планирования накостного остеосинтеза длинных трубчатых костей, включающий выполнение пациенту компьютерной томографии поврежденной кости, математическую

компьютерную обработку полученных данных, изготовление стереолитографической модели. Дополнительно выполняют компьютерную томографию аналогичной неповрежденной кости противоположной конечности. С помощью программного обеспечения «Автоплан» обрабатывают данные, создавая трехмерные модели интактной кости и отломков поврежденной кости. С помощью программного

обеспечения «Meshlab» создают зеркальную модель интактной кости и совмещают ее последовательно с моделями отломков поврежденной кости, сопоставляя их между собой и нанося на зеркальную модель интактной кости контур линии перелома. На основе полученной модели на 3D принтере изготавливают полноразмерный стереолитографический шаблон, соответствующий поврежденной кости, с

нанесенной на него линией перелома в виде борозды. До операции моделируют пластину по стереолитографическому шаблону и планируют операционный доступ, учитывая расположение линии перелома и пластины. Изобретение обеспечивает предоперационное планирование костного остеосинтеза длинных трубчатых костей. 5 ил.

RU 2709838 C1

RU 2709838 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11)**2 709 838** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
A61C 13/00 (2006.01)
A61F 2/28 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

A61C 13/00 (2019.08); A61F 2/28 (2019.08)(21)(22) Application: **2019114926, 15.05.2019**(24) Effective date for property rights:
15.05.2019Registration date:
23.12.2019

Priority:

(22) Date of filing: **15.05.2019**(45) Date of publication: **23.12.2019 Bull. № 36**

Mail address:

443099, g. Samara, ul. Chapaevskaya, 89,
Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Samarskij gosudarstvennyj
meditsinskij universitet" Ministerstva
zdravookhraneniya Rossijskoj Federatsii

(72) Inventor(s):

**Kotelnikov Gennadij Petrovich (RU),
Kolsanov Aleksandr Vladimirovich (RU),
Pankratov Aleksandr Sergeevich (RU),
Dolgushkin Dmitrij Aleksandrovich (RU),
Zelter Pavel Mikhajlovich (RU),
Ardatov Sergej Vladimirovich (RU),
Ogurtsov Denis Aleksandrovich (RU),
Zhиров Vladimir Valerevich (RU),
Rubtsov Artemij Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Samarskij gosudarstvennyj
meditsinskij universitet" Ministerstva
zdravookhraneniya Rossijskoj Federatsii (RU)**

(54) METHOD FOR PREOPERATIVE PLANNING OF BONE OSTEOSYNTHESIS OF LONG TUBULAR BONES

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention refers to medicine, namely to traumatology and is intended for preoperative planning of bone osteosynthesis of long tubular bones. Disclosed is a method for preoperative planning of bone osteosynthesis of long tubular bones, involving the patient performing computed tomography of the injured bone, mathematical computer processing of the obtained data, making a stereolithographic model. Additionally computed tomography of similar intact bone of opposite extremity is performed. Using the "Autoplan" software, the data are processed, creating three-dimensional models of the intact bone and fragments of the injured bone. Using "Meshlab" software, a mirror model of

intact bone is created and matched in series with models of fragments of damaged bone, comparing them with each other and applying contour of fracture line on mirror model of intact bone. Based on the obtained model, a full-size stereolithographic template corresponding to a damaged bone with a fracture line in the form of a furrow is made on 3D printer. Before the operation, the plate is modeled on a stereolithographic template and the surgical approach is planned taking into account the location of the fracture line and the plate.

EFFECT: invention provides preoperative planning of bone osteosynthesis of long tubular bones.

1 cl, 5 dwg

RU 2 709 838 C1

RU 2 709 838 C1

Изобретение относится к медицине, а именно к травматологии и предназначено для предоперационного планирования накостного остеосинтеза длинных трубчатых костей.

Известен способ миниинвазивного остеосинтеза длинных трубчатых костей и устройство для его осуществления. После разреза кожи выше перелома кости на 5-7 см и создания надкостного туннеля устанавливают пластину. В широкую часть верхнего отверстия пластины ввинчивают полый стержень до полного закрепления, через который вводят направитель. После создания костного отверстия удаляют направитель и вводят фиксирующий винт. Корректируют пластину вдоль кости и аналогичным образом фиксируют винт в крайнем нижнем отверстии. При выявлении правильности расположения пластины затягивают верхний и нижний винты, на полые стержни размещают шаблон, отмечают положение отверстий, на уровне которых делают проколы, и вводят поочередно необходимое количество винтов [1].

Известен способ накостного остеосинтеза длинных трубчатых костей конечностей. Выбранную пластину моделируют по форме кости. Фиксируют пластину для остеосинтеза на установочном устройстве и выставляют на нем направление сверления кости. Формируют канал для введения пластины и вводят ее при помощи установочного устройства. Устанавливают направители в установочное устройство и по ним через проколы в мягких тканях сверлят кость и осуществляют фиксацию пластины винтами [2].

Недостатками способов является их трудоемкость при репозиции отломков, невозможность пред- и интраоперационного моделирования пластины, заблаговременного подбора размера импланта.

В качестве прототипа выбран способ изготовления стереолитографических моделей и биоимплантатов для применения в черепно-челюстно-лицевой хирургии [3]. Способ состоит в проведении рентгеновской компьютерной томографии необходимого участка скелета, математической компьютерной обработке полученных данных, вычислении объемных параметров исследуемого участка, изготовлении стереолитографического шаблона.

Недостаток известного способа состоит в том, что его сложно использовать для изготовления стереолитографических шаблонов поврежденных костных структур, особенно при многооскольчатых переломах со сложной линией излома - возможны серьезные погрешности, которые не позволят полноценно планировать оперативное вмешательство и моделировать по шаблону металлофиксаторы.

Целью изобретения является разработка способа предоперационного планирования накостного остеосинтеза длинных трубчатых костей.

Эта цель достигается тем, что дополнительно выполняют компьютерную томографию аналогичной неповрежденной кости противоположной конечности; с помощью программного обеспечения «Автоплан» обрабатывают данные, создавая трехмерные модели интактной кости и отломков поврежденной кости; с помощью программного обеспечения «Meshlab» создают зеркальную модель интактной кости и совмещают ее последовательно с моделями отломков поврежденной кости, сопоставляя их между собой и нанося на зеркальную модель интактной кости контур линии перелома; на основе полученной модели на 3D принтере изготавливают полноразмерный стереолитографический шаблон, соответствующий поврежденной кости, с нанесенной на него линией перелома в виде борозды; до операции моделируют пластину по стереолитографическому шаблону и планируют оперативный доступ, учитывая расположение линии перелома.

Преимуществом способа является возможность изготовления стереолитографического

шаблона даже серьезно поврежденной кости с нанесенной на него линией перелома. Это позволяет наглядно определиться с характером перелома, возможными особенностями остеосинтеза, непосредственно отмоделировать пластину по шаблону, заметив особенности расположения ее и винтов. Зная локализацию расположения пластины на шаблоне, можно планировать длину и форму оптимального оперативного доступа, что снижает риски и травматичность операции.

Для доказательства возможности использования при планировании оперативного лечения зеркального изображения интактных костей нами было отобрано 20 человек, от 18 до 45 лет, правшей. Добровольцы относились к различным классам условий труда по показателям тяжести трудового процесса. Необходимость наличия в исследовании индивидов, занимающихся тяжелым трудом, особенно с нагрузкой на преобладающую руку, объясняется возможным наличием у них рабочей гипертрофии преобладающей руки, а значит, и плечевой кости. Добровольцы прошли исследование КТ скелета, в частности, длинных трубчатых костей, которые были загружены и обработаны в системе «Автоплан». Были созданы трехмерные модели симметричных костей конечностей. С помощью программного обеспечения «Meshlab» изображение кости правой конечности «отзеркаливали» и накладывали на изображение аналогичной кости левой конечности.

Вычисляли расстояния между всеми точками поверхностей двух наложенных изображений костей. Выполняли цветное картирование расстояний для их визуальной оценки - чем ближе цвет был к красному, тем меньшим было расстояние между поверхностями костей в этой точке и тем большим было сходство геометрии их поверхностей. Наибольшую разницу расстояний зафиксировали в области эпифизов - до 5,5 мм. В то же время на уровне диафизов, вплоть до мышечков, у всех 20 человек разница расстояний составила не более 1,5 мм. Такой разницей при моделировании по поверхности кости пластин можно пренебречь. На фигуре 1 показан результат подобного исследования при совмещении и цветном картировании плечевых костей.

Исследование позволило сделать вывод о том, что «отзеркаленная» модель кости противоположной конечности может служить идеальным прототипом для изготовления стереолитографического шаблона кости, например, серьезно поврежденной травматическим воздействием - с большим количеством отломков и сложной линией перелома. Постепенное совмещение «отзеркаленной» модели интактной кости с моделями отломков поврежденной кости при их сопоставлении между собой позволяет четко выявить контур линии перелома. Воспроизведенная в последующем на стереолитографической модели в виде борозды, линия перелома позволяет оценить характер перелома, правильно расположить и индивидуально отмоделировать пластину, учесть особенности операции остеосинтеза в целом.

Пластина при открытом остеосинтезе, благодаря предварительному персонифицированному моделированию на шаблоне, служит своеобразной матрицей для выполнения репозиции костных фрагментов, которые фактически «собираются» на ней, тем самым обеспечивая полное анатомическое восстановление целостности кости. Время оперативного вмешательства при этом уменьшается в среднем на 20-25 минут, не повреждаются ткани в зоне перелома, снижается травмирование надкостницы, что может привести к снижению интенсивности репаративного остеогенеза.

Способ предоперационного планирования накостного остеосинтеза длинных трубчатых костей осуществляют следующим образом. Пациенту выполняют компьютерную томографию поврежденной и аналогичной неповрежденной кости противоположной конечности; с помощью программного обеспечения «Автоплан» обрабатывают данные, создавая трехмерные модели интактной кости и отломков

поврежденной кости; с помощью программного обеспечения «Meshlab» создают зеркальную модель интактной кости и совмещают ее последовательно с моделями отломков поврежденной кости, сопоставляя их между собой и нанося на зеркальную модель интактной кости контур линии перелома; на основе полученной модели на 3D принтере изготавливают полноразмерный стереолитографический шаблон, соответствующий поврежденной кости, с нанесенной на него линией перелома в виде борозды; до операции моделируют пластину по стереолитографическому шаблону и планируют операционный доступ, учитывая расположение линии перелома и пластины.

Способ предоперационного планирования остеосинтеза длинных трубчатых костей иллюстрируется клиническим примером.

Пациент О., 24-х лет, обратился в травматологическое отделение с жалобами на боли в средней трети левой плечевой кости после падения на улице. При осмотре больному был поставлен следующий диагноз: Закрытый перелом левой плечевой кости на границе средней и нижней третей со смещением отломков. Рентгенограмма плечевой кости пациента представлена на фигуре 2.

На основе предлагаемого способа, обработки данных компьютерной томографии поврежденной и интактной плечевых костей был создан индивидуальный стереолитографический шаблон (фигура 3А) с нанесенной на него линией перелома в виде борозды (фигура 3Б, указана стрелкой). По этому шаблону с учетом хода линии перелома было выбрано оптимальное расположение пластины. Она была отмоделирована по шаблону (фигура 4 А, Б). С учетом расположения пластины на шаблоне был запланирован оперативный доступ определенной формы и длины с учетом расположенных в проекции линии перелома и пластины анатомических образований.

Интраоперационно никаких осложнений, травм анатомических структур, сложностей с установкой пластины и остеосинтезом костных отломков не было - была восстановлена целостность кости (фигура 5 А), что подтвердила и контрольная рентгенограмма плечевой кости в послеоперационном периоде (фигура 5 Б). Пациента осматривали в динамике. Спустя 3 месяца после операции, отмечали консолидацию перелома.

Способ предоперационного планирования остеосинтеза длинных трубчатых костей обеспечивает точное персонализированное моделирование металлофиксатора по шаблону, планирование оперативного доступа с учетом линии перелома и расположения пластины, что снижает трудоемкость, инвазивность, время оперативного вмешательства, повышает его эффективность. Способ может широко применяться в травматолого-ортопедических стационарах.

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ:

1. Способ миниинвазивного остеосинтеза длинных костей и устройство для его осуществления: М.В. Казарезов, А.М. Королева, Г.И. Королева, А.А. Казарезов. Патент РФ на изобретение №2551618, приоритет от 30.07.2013 г.

2. Способ накостного остеосинтеза длинных трубчатых костей конечностей: Е.Ш. Ломтатидзе, В.Е. Ломтатидзе, Д.В. Волченко, С.В. Антипенков, О.А. Поцепня, И.И. Зайченко, О.В. Зайцев. Патент РФ на изобретение №2438611, приоритет от 06.07.2010 г.

3. Патент РФ на изобретение №2196543 C1 Способ изготовления стереолитографических моделей и биоимплантатов для применения в черепно-челюстно-лицевой хирургии.

(57) Формула изобретения

Способ предоперационного планирования накостного остеосинтеза длинных

трубчатых костей, включающий выполнение пациенту компьютерной томографии поврежденной кости, математическую компьютерную обработку полученных данных, изготовление стереолитографической модели, отличающийся тем, что дополнительно выполняют компьютерную томографию аналогичной неповрежденной кости

5 противоположной конечности; с помощью программного обеспечения «Автоплан» обрабатывают данные, создавая трехмерные модели интактной кости и отломков поврежденной кости; с помощью программного обеспечения «Meshlab» создают зеркальную модель интактной кости и совмещают ее последовательно с моделями отломков поврежденной кости, сопоставляя их между собой и нанося на зеркальную

10 модель интактной кости контур линии перелома; на основе полученной модели на 3D принтере изготавливают полноразмерный стереолитографический шаблон, соответствующий поврежденной кости, с нанесенной на него линией перелома в виде борозды; до операции моделируют пластину по стереолитографическому шаблону и планируют операционный доступ, учитывая расположение линии перелома и пластины.

15

20

25

30

35

40

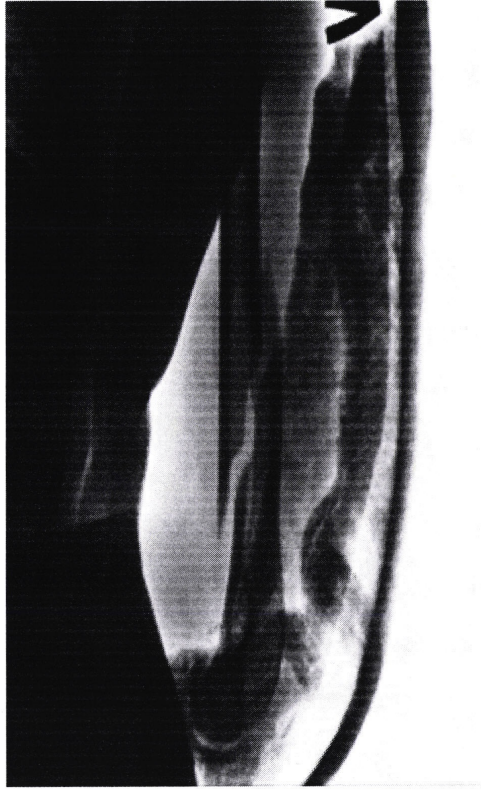
45

1

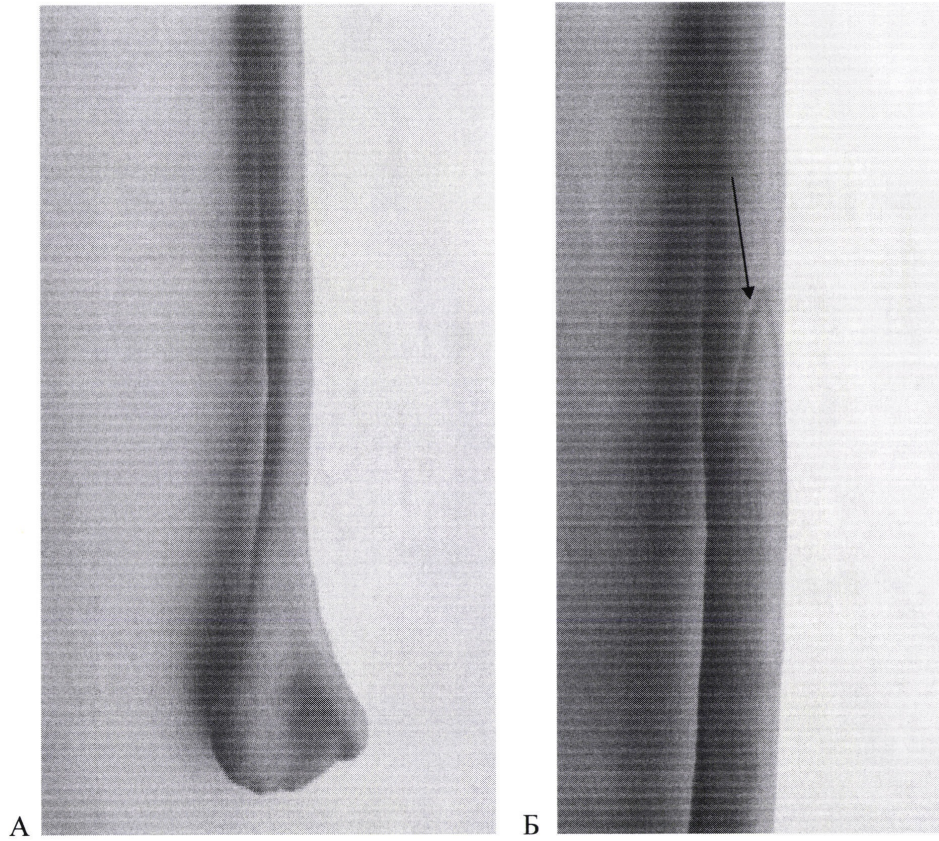


Фигура 1

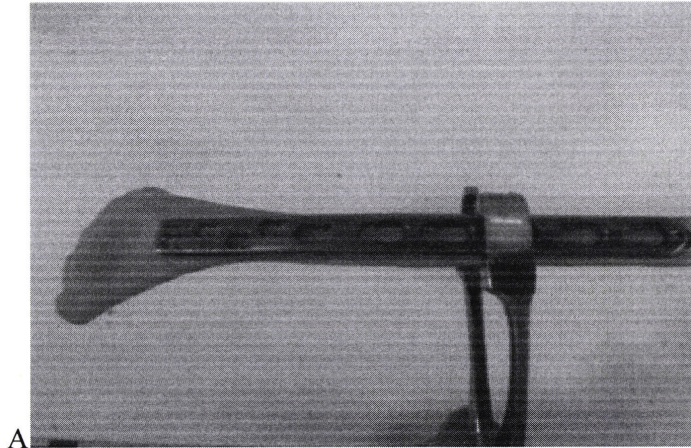
2



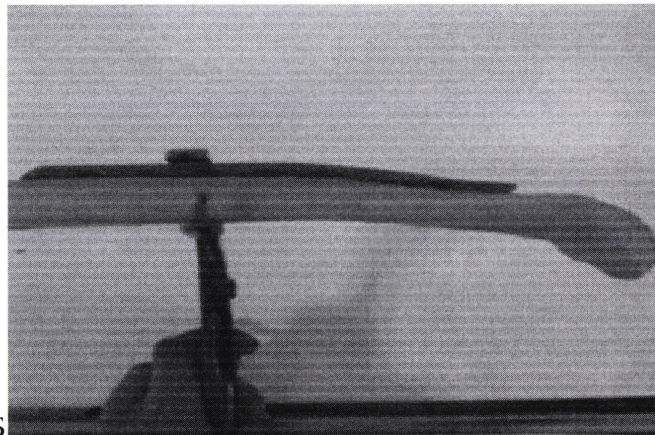
Фигура 2



Фигура 3

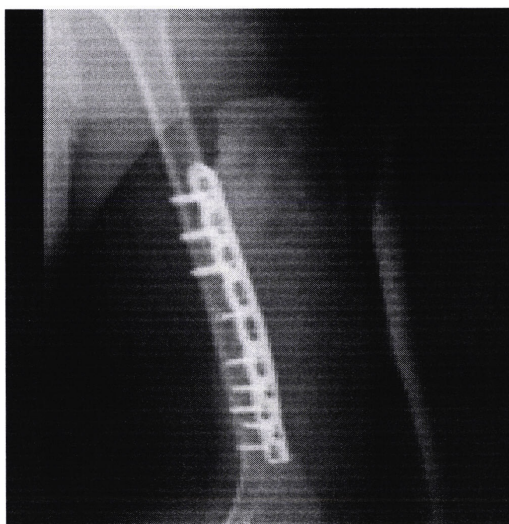
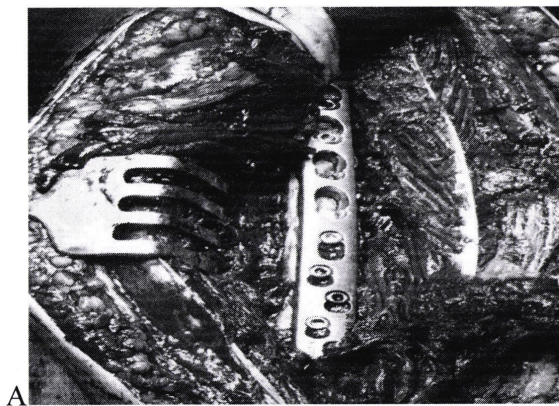


А



Б

Фигура 4



Фигура 5