

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 201700520 (13) A2

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2018.06.29

(51) Int. Cl. A61B 6/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2017.11.23

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ НА УРОВНЕ
СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ
ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

(31) 2016147240

(32) 2016.12.01

(33) RU

(71) Заявитель:
ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ "САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ" (СПбГУ) (RU)

(72) Изобретатель:
Соломин Леонид Николаевич, Уханов
Константин Андреевич, Бойченко
Антон Викторович (RU)

(74) Представитель:
Матвеев А.А., Матвеева Т.И., Леонов
И.Ф. (RU)

(57) Изобретение относится к медицине, а именно к травматологии и ортопедии, и может быть использовано для предоперационной подготовки больного к хирургической коррекции деформации среднего отдела стопы, когда компоненты деформации (ангуляция, укорочение) располагаются в сагиттальной плоскости. Для определения референтных линий и углов костей среднего и заднего отделов стопы с целью оценки ее деформации известно множество показателей, среди которых наиболее часто используются таранно-плюсневый угол (угол Meary), образованный анатомическими осями таранной и первой плюсневой костей; пяточно-плюсневый угол, образованный анатомическими осями пяточной и первой плюсневой костей, и большеберцово-плюсневый угол, образованный анатомическими осями большеберцовой и первой плюсневой костей. Заявленное изобретение позволяет делать предоперационное планирование хирургической коррекции более точным и надежным за счет учета более точной оценки о реальном состоянии общей деформации стопы, более полной и комплексной оценки референтных линий и углов костей среднего и заднего отделов стопы при определении ее истинной деформации.

A2

201700520

201700520

A2

МПК: A61B6/00, 5/103

**Способ определения степени деформации стопы на уровне среднего отдела
для предоперационного планирования
хирургической коррекции**

Изобретение относится к медицине, а именно к травматологии и ортопедии, и может быть использовано для предоперационной подготовки больного к хирургической коррекции деформации среднего отдела стопы, когда компоненты деформации (ангуляция, укорочение) располагаются в сагиттальной плоскости.

Для определения референтных линий и углов костей среднего и заднего отделов стопы с целью оценки ее деформации известно множество показателей, среди которых наиболее часто используются:

1. *Таранно-плюсневый угол* (угол Meary), образованный анатомическими осями таранной и первой плюсневой костей [1]. Однако, при нахождении расположения механической оси первой плюсневой кости относительно шейки таранной кости в случае ее деформации точность данного способа значительно падает. Кроме того, применение данного способа не позволяет определить анатомическое расположение головки первой плюсневой кости. Также в описанном способе определения степени деформаций среднего отдела стопы не предусмотрено определение вершины деформации, на которой должна проводиться коррекция.

2. *Пяточно-плюсневый угол*, образованный анатомическими осями пяточной и первой плюсневой костей [2]. Однако, деформация пяточной кости также может привести значительно снижает точность данного способа. Кроме того, применение данного способа не позволяет определить анатомическое расположение головки первой плюсневой кости и вершину деформации.

3. *Большеберцово-плюсневый угол*, образованный анатомическими осями большеберцовой и первой плюсневой костей [3]. В этом случае деформация на уровне голеностопного сустава или дистального отдела большеберцовой кости также снижает точность определения степени деформации. Как и в двух предыдущих аналогах, применение данного способа не позволяет определить анатомическое расположение головки первой плюсневой кости и вершину деформации.

Известен способ, который является наиболее близким к заявляемому, и который принят в качестве прототипа [4]. Известный способ может быть использован для определения степени плоско-вальгусной деформации стопы. При этом способе осуществляется клиническое обследование, выполняется рентгенографическое обследование стопы. По рентгенограмме определяется Таранно-I-Плюсневый угол (ТППУ), угол наклона пяточной кости (УНПК), угол таранно-ладьевидного соотношения (УТЛС). Этот способ призван оценить деформацию среднего отдела стопы, компоненты которой находятся в сагиттальной плоскости, с целью предоперационной подготовки к последующей хирургической коррекции. В обоих случаях проводится рентгенография стопы с нагрузкой в боковой проекции, по результатам которой проводится оценка расположения первой плюсневой кости относительно таранной кости.

Недостатками указанного прототипа являются достаточно высокая погрешность, допускаемая вследствие ограниченной информативности оценки деформации стопы в случае наличия деформаций таранной и пяточной костей, невозможность позиционирования вершины деформации и определения анатомического расположения головки первой плюсневой кости, что приводит к недостаточно точному и надёжному предоперационному планированию хирургической коррекции деформированной стопы.

Техническим результатом заявленного изобретения является повышение информативности о деформации стопы, а также точности и надёжности предоперационного планирования хирургической коррекции с учетом более точной оценки о реальном состоянии общей деформации стопы.

Указанный технический результат заявленного способа реализуется за счет более полной и комплексной оценки референтных линий и углов костей среднего и заднего отделов стопы при определении ее истинной деформации.

Указанный технический результат достигается за счет более информативных показателей истинной деформации, учитываемых при разработке предоперационного планирования хирургической коррекции, что поясняется Фиг.1-Фиг.12. Для получения и учета новой информации, повышающей точность и качество предоперационного планирования и, как следствие, конечного хирургического результата, строится линия суставной поверхности блока таранной кости (линия 1), и от задней точки суставной поверхности блока таранной кости *b* проводят линию (линия 2) кпереди и книзу под углом 24° , совпадающей в норме с

механической осью 1М. Физиологически передняя точка головки первой плюсневой кости располагается на линии 2 в точке d, которая отнесена от задней точки суставной поверхности таранной кости на расстояние $bd = ab \times 4,17$; пересечение линии 2 с механической осью первой плюсневой кости является вершиной деформации.

На поясняющих фигурах заявленного изобретения, представлены:

На Фиг.1 - схема построения суставной линии блока таранной кости (линии 1) по передней и задней точкам (ab).

На Фиг.2 - схема построения механической оси первой плюсневой кости (линии 2).

На Фиг.3 - схема угла между линией 1 и линией 2 равен 24° ; нахождение точки (с) на линии 2.

На Фиг.4 - схема определения переднего кортикального слоя головки первой плюсневой кости на механической оси

На Фиг.5 - схема определения анатомического расположения механической оси первой плюсневой кости и точки расположения переднего кортикального слоя головки первой плюсневой кости относительно суставной поверхности блока таранной кости на боковой рентгенограмме стопы с деформацией на уровне среднего отдела.

На Фиг.6 - схема построения механической оси первой плюсневой кости (линия 3), нахождение вершины деформации (пересечение линии 2 и линии 3) и построение линии остеотомии (красная пунктирная линия).

На Фиг.7 - схематическое представление дозированной коррекции деформации среднего отдела на уровне остеотомии с выращиванием костного регенерата.

На Фиг.8 - 20 представлены клинические примеры использования предлагаемого способа.

Сущность заявленного способа состоит в следующем. Через точки a и b (края блока таранной кости) проводят линию 1 и измеряют расстояние от a до b в миллиметрах (Фиг. 1). После этого из точки b, под углом 24° к линии-1, проводят линию-2 (Фиг. 2). При отсутствии деформации линия-2 должна совпадать с механической осью 1-й плюсневой кости (Фиг. 3).

После этого на линии-2 находят точку c. Для этого расстояние ab умножают на коэффициент 4,17. При отсутствии деформации точка c должна соответствовать

переднему краю 1-й плюсневой кости (Фиг. 4). При наличии деформации точка c определит степень коррекции для точного планирования коррекции деформации (Фиг. 5).

Следует отметить, что пересечение оси первой плюсневой кости и линии 2 является вершиной деформации d (Фиг. 6). На этом уровне выгоднее всего выполнять корригирующую остеотомию. Для точной коррекции деформации необходимо, чтобы точка c' (пересечение оси 1 плюсневой кости с ее суставной поверхностью) совпала с точкой c (Фиг. 7).

На Фиг.5 - Фиг.7 схематично представлено применение заявленного способа при деформированной стопе.

Для получения значений коэффициентов (величина угла, под которым пересекаются линии 1 и 2, составляет 24° ; отношение расстояния от точки пересечения (b) до переднего края головки первой плюсневой кости (c) к расстоянию между передней и задней суставными точками блока тарана (a и b), составляет 4,17) были проанализированы 64 рентгенограммы недеформированных стоп людей в возрасте от 23 до 64 лет. Все рентгенограммы были выполнены с нагрузкой в боковой проекции.

Полученные данные позволили разработать новый способ анализа и планирования коррекций деформаций среднего отдела стопы в сагиттальной плоскости.

Заявленное изобретение было апробировано на базе медицинского ф-та в СПбГУ. Ниже представлены примеры реализации со ссылкой на поясняющие чертежи.

Пример 1.

Пояснения на Фиг. 8-12. Пациент Т., 21 год. Жалобы на нарушение тыльного сгибания правой стопы, нарушение опороспособности правой н/конечности, невозможность ношения обуви. На рентгенограмме правой стопы (Фиг. 8)1 имеется эквинусная установка за счет деформации таранной кости, подтаранного сустава и суставов предплюсны (в Шопаровом суставе). Анамнестически: центральная невропатия (ДЦП) малоберцового нерва правой голени с рождения с постепенным развитием деформации стопы с эквинусной установкой. Диагноз: центральная невропатия малоберцового нерва правой голени. Деформация таранной кости. Эквинусная установка правой стопы на уровне голеностопного подтаранного и Шопарова суставов. При планировании выявлена эквинусная установка среднего

отдела (Фиг. 9-10). Проведено планирование коррекции (Фиг. 11). При операции произведена частичная ахилло- и апоневротомия. Фиксация стопы и голени в аппарате внешней фиксации (Орто-СУВ). В послеоперационном периоде выполнена дозированная коррекция. По окончании коррекции произведена модульная трансформация аппарата (Фиг. 12).

Пример 2.

Пояснения на Фиг. 13-16. Пациентка Л., 67 лет. Госпитализация в РНИИТО в сентябре 2016г. Диагноз: посттравматическая комбинированная деформация левой стопы. Артродез левого голеностопного сустава с металлоостеосинтезом интрамедуллярным гвоздем с блокированием от 2014г. По боковой рентгенограмме на фиг. 14-15 выполнено планирование коррекции среднего отдела. Операция: удаление интрамедуллярного стержня, V-образная остеотомия и фиксация в АВФ. Произведена дозированная коррекция в аппарате Орто-СУВ. На фиг. 16 окончание коррекции, модульная трансформация аппарата для дальнейшего периода консолидации.

Пример 3.

Пояснения на Фиг. 17-20. Пациентка К., 34 года. Госпитализация в РНИИТО в мае 2012. Диагноз: дисплазия костей правой стопы. По боковой рентгенограмме на фиг. 18-19 выполнено планирование коррекции среднего отдела. Операция: V-образная остеотомия и фиксация в АВФ. Произведена дозированная коррекция в аппарате Илизарова. На фиг. 20 окончание коррекции.

Технико-экономическая эффективность заявленного изобретения состоит в повышении информативности и точности диагностики деформации среднего отдела стопы, уменьшении длительности исследования и уменьшении его стоимости, расширении показаний для его использования, а также упрощении трактования результатов, что делает возможным его использование на догоспитальном этапе обследования. Предлагаемое изменение взгляда на диагностику деформаций среднего отдела стопы, сокращение времени исследования, позволит применять метод как скрининговый а также значительно удешевит диагностику.

Высокая значимость заявленного изобретения состоит в большой актуальности и востребованности для широких масс населения (как видно из приведенных примеров его использования важно для лечения разных возрастных категорий), что стало возможным за счет учета комплексной информации (совокупность учитываемых данных для каждого конкретного случая заболевания пациента дает исчерпывающую информацию для осуществления качественного, эффективного и наиболее полного планирования хирургической коррекции).

Список использованной литературы

1. Lamm B.M., Stasko P.A., Gesheff M.G., Bhavre A. J. Normal Foot and Ankle Radiographic Angles, Measurements, and Reference Points. *Foot Ankle Surg.* 2016 Sep-Oct; 55(5):991-8. doi: 10.1053/j.jfas.2016.05.005. Epub 2016 Jun 16.
2. Линденбратен Л.Д. Методика изучения рентгеновских снимков. – М.: Медицина, 1971. – 351 с.
3. Kirienko A., Villa A., Calhoun J.H. Ilizarov Technique for Complex Foot and Ankle Deformities, Marcel Dekker, New York, 2004, pp. 98-103
4. Патент RU 2576087, Загородний Н. В., Тихонов О. А., Процко В.Г., Чернышев А.А., Олейник А.В. «Способ определения степени плоско-вальгусной деформации стопы» (прототип).

**Способ определения степени деформации стопы на уровне среднего отдела
для предоперационного планирования
хирургической коррекции**

Формула изобретения

Способ определения степени деформации стопы на уровне среднего отдела для предоперационного планирования хирургической коррекции, заключающийся в получении рентгенограмм стопы с нагрузкой, определении по ней референтных линий и углов среднего отдела стопы, по совокупности которых определяют степень ее деформации, *отличающийся тем, что* на рентгенограмме дополнительно определяют вершину деформации и референтные линии и углы среднего отдела стопы путем построения на полученной рентгенограмме стопы с нагрузкой в боковой проекции линии суставной поверхности блока таранной кости (ab) от задней точки суставной поверхности блока таранной кости (b) проводят линию кпереди и книзу под углом 24° , пересекающейся с дистальным кортикальным слоем головки первой плюсневой кости и по формуле:

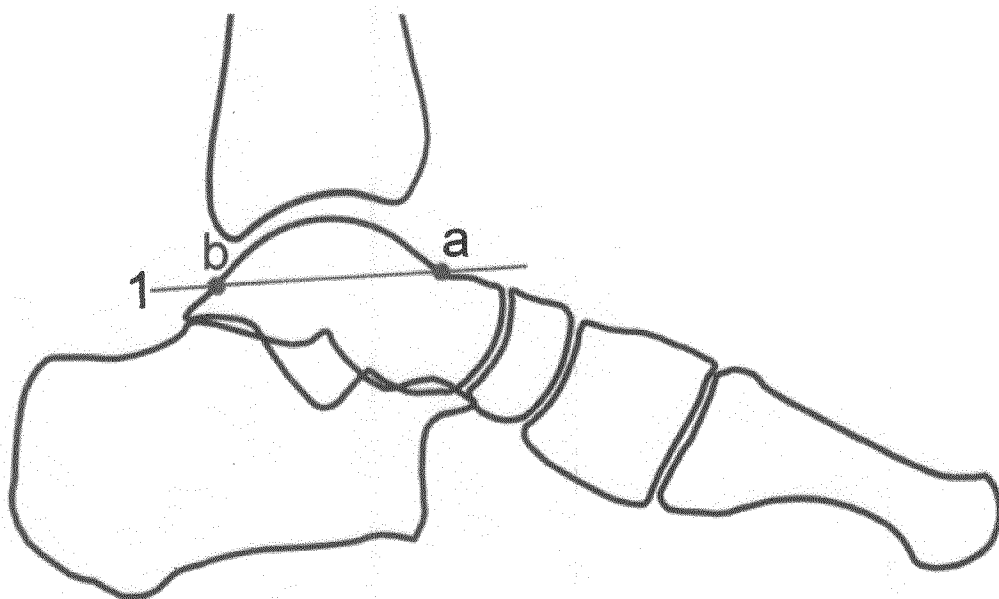
$$bd = ab \times 4,17,$$

где bd – расстояние от задней точки суставной поверхности блока таранной кости до дистального кортикального слоя головки первой плюсневой кости; ab – линия суставной поверхности блока таранной кости,

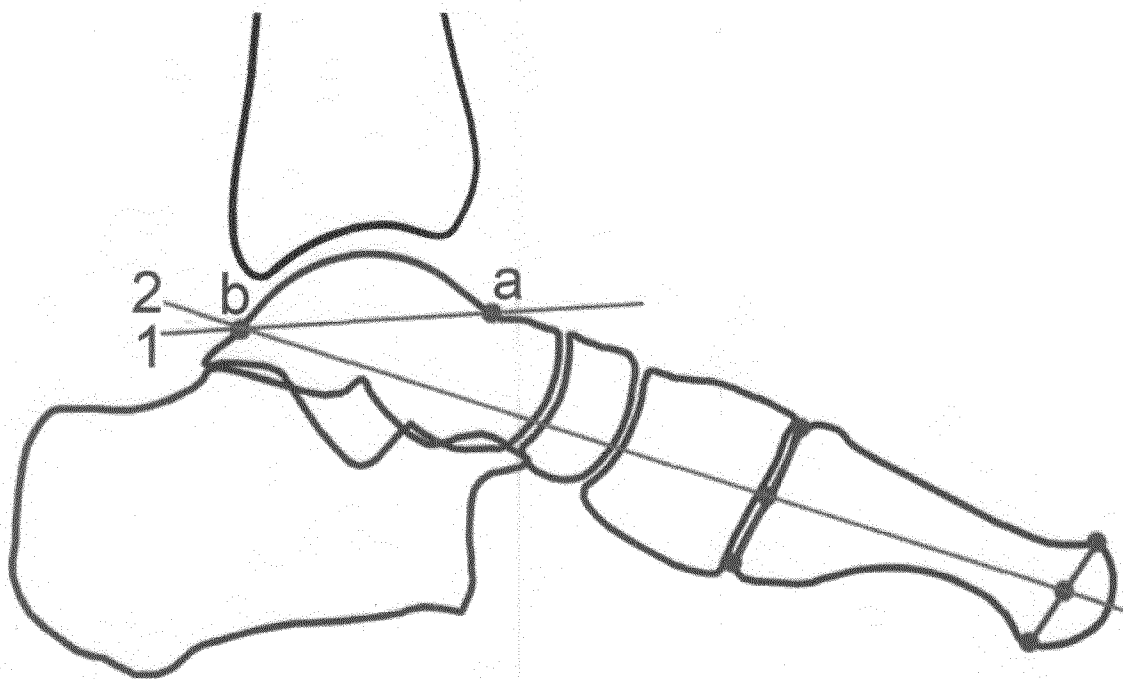
определяют анатомическое положение головки первой плюсневой кости,

затем определяют вершину деформации среднего отдела стопы по пересечению линии, совпадающей с механической осью первой плюсневой кости, с линией bd, и по совокупности полученной информации о деформации стопы определяют локализацию оперативного вмешательства и объем планируемой хирургической коррекции.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ
НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

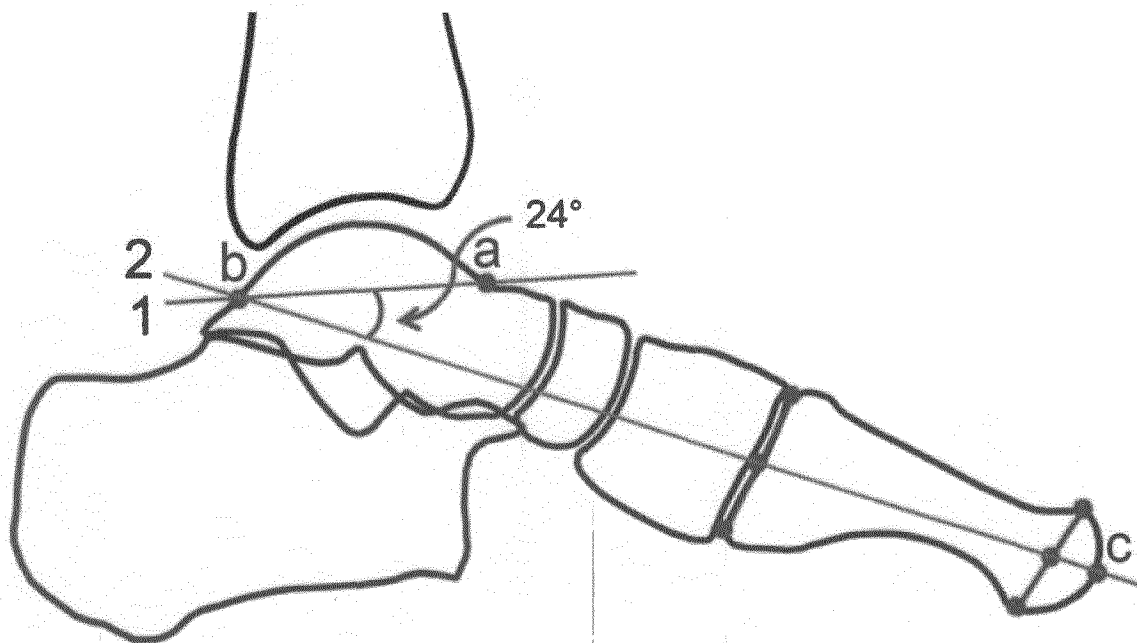


Фиг. 1

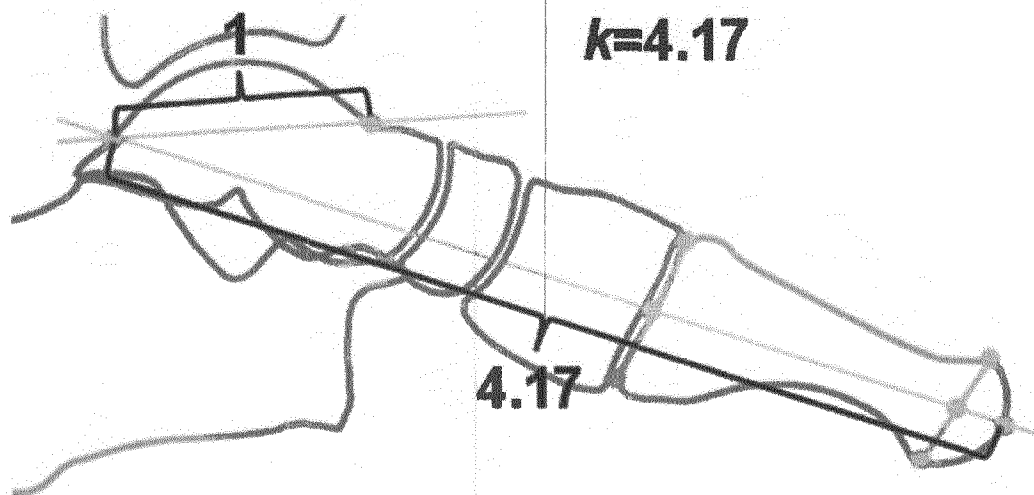


Фиг. 2

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ
НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

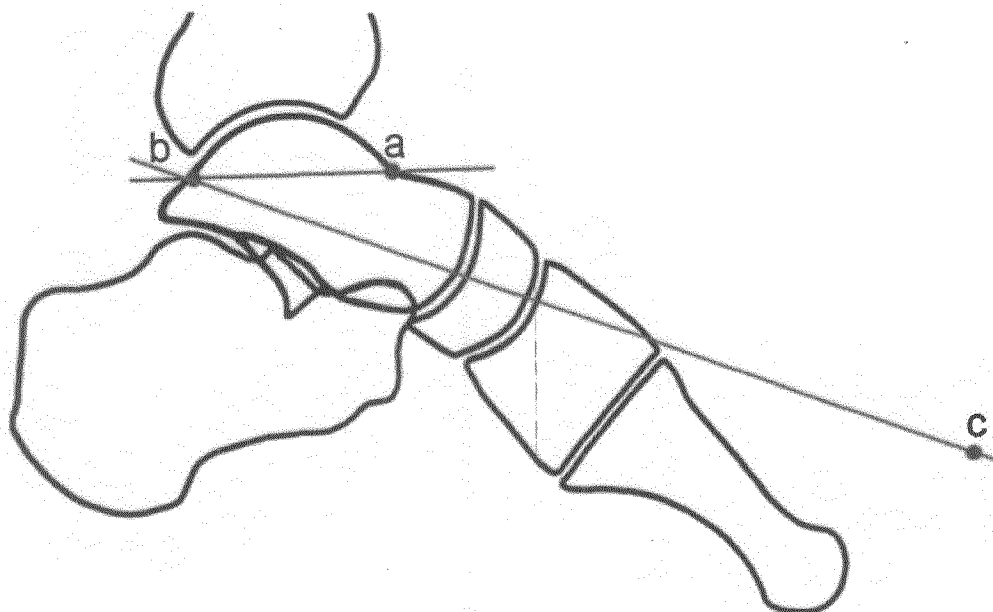


Фиг. 3

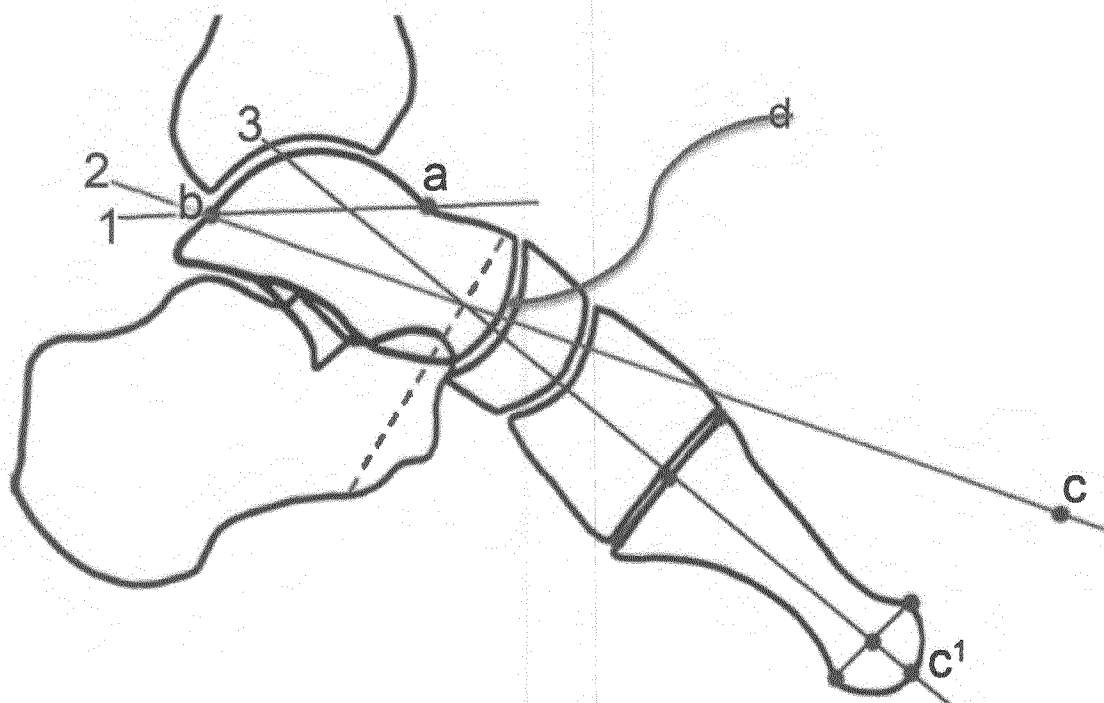


Фиг. 4

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ
НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

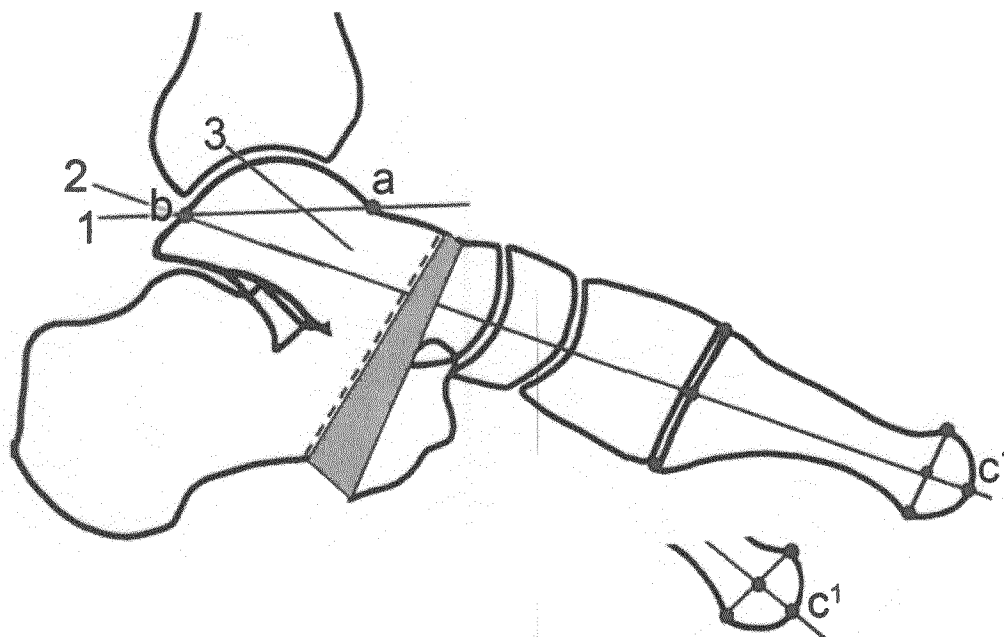


Фиг. 5



Фиг. 6

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ
НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ



Фиг. 7

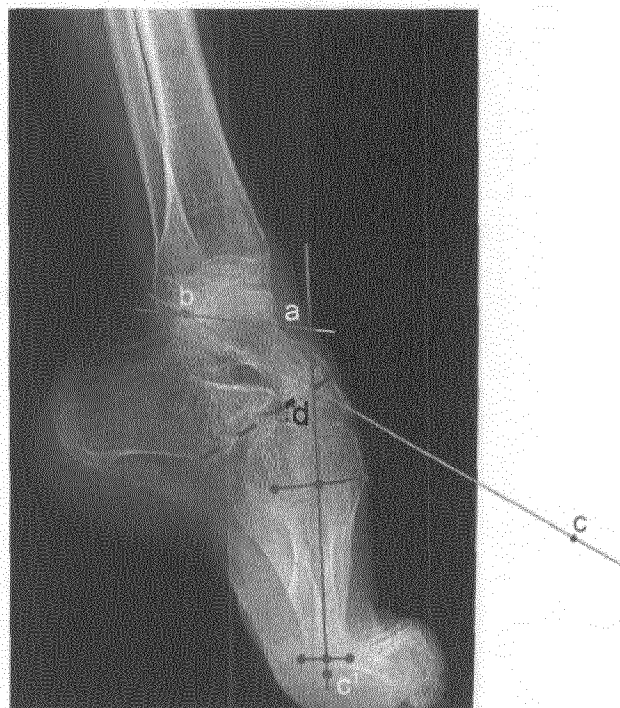


Фиг. 8

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ
НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

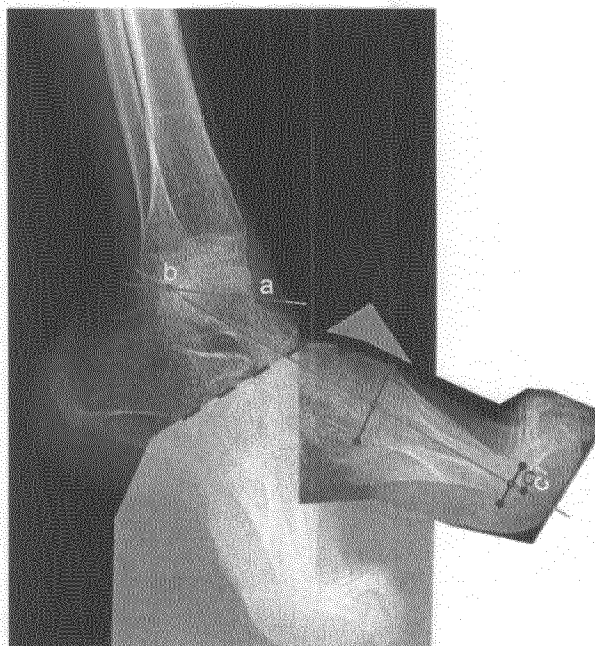


Фиг. 9



Фиг. 10

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ
НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ



Фиг. 11

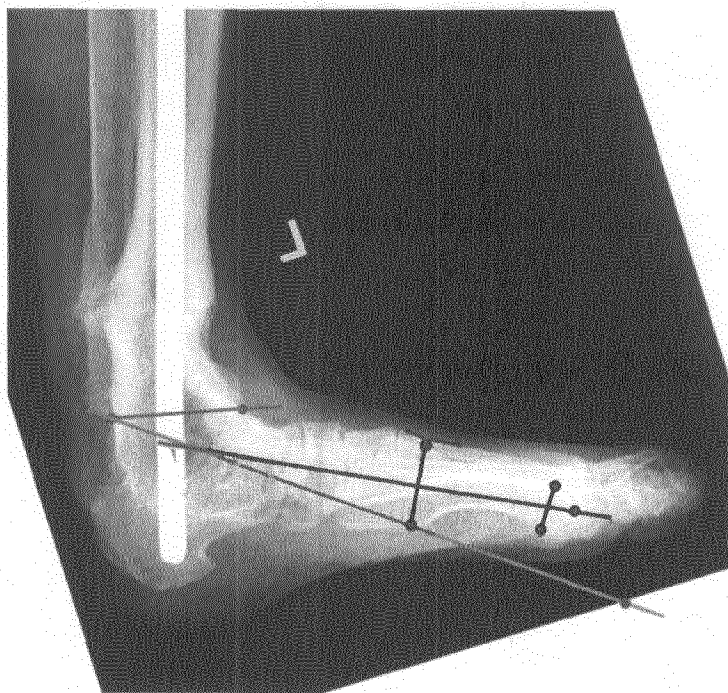


Фиг. 12

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ
НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

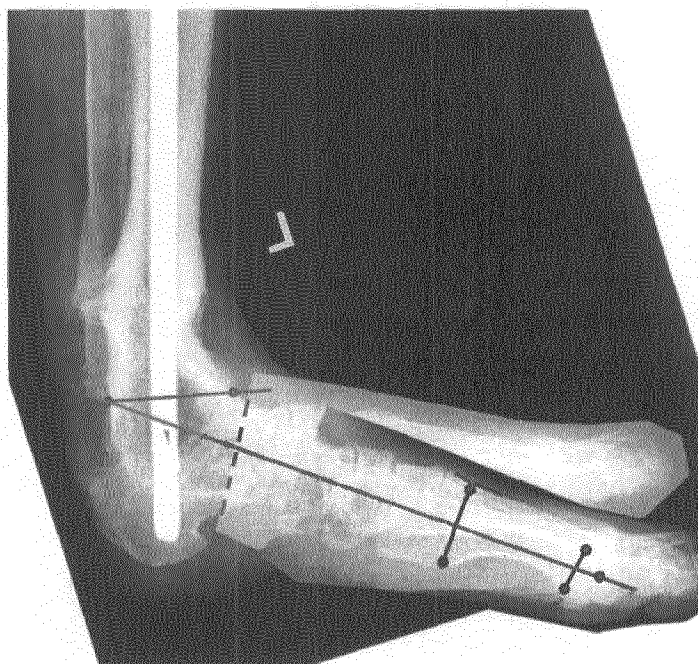


Фиг. 13

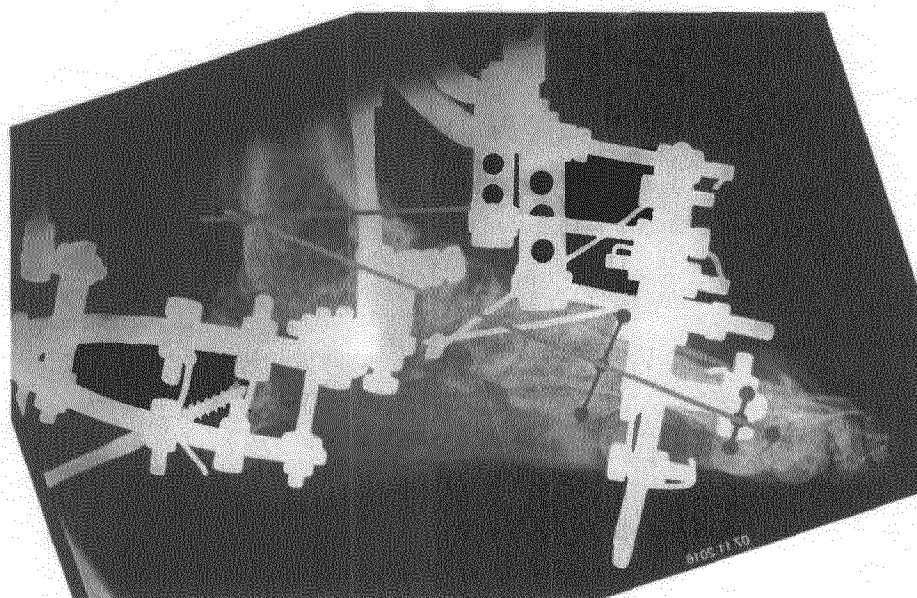


Фиг. 14

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ
НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ



Фиг. 15

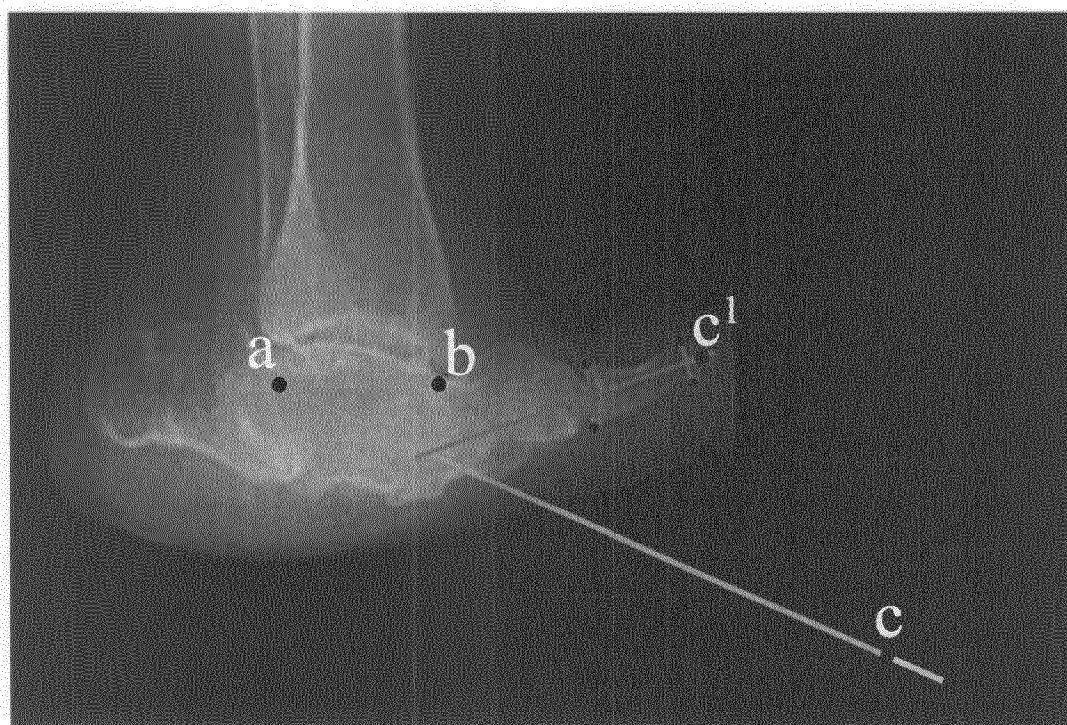


Фиг. 16

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ
НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

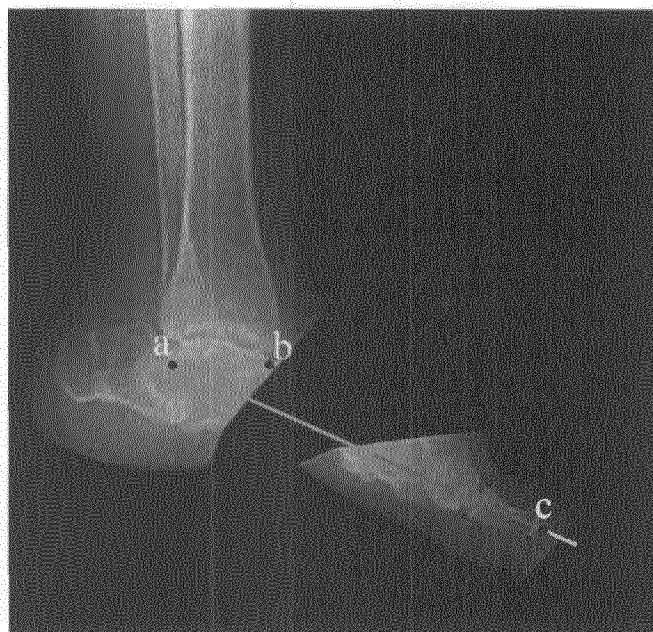


Фиг. 17

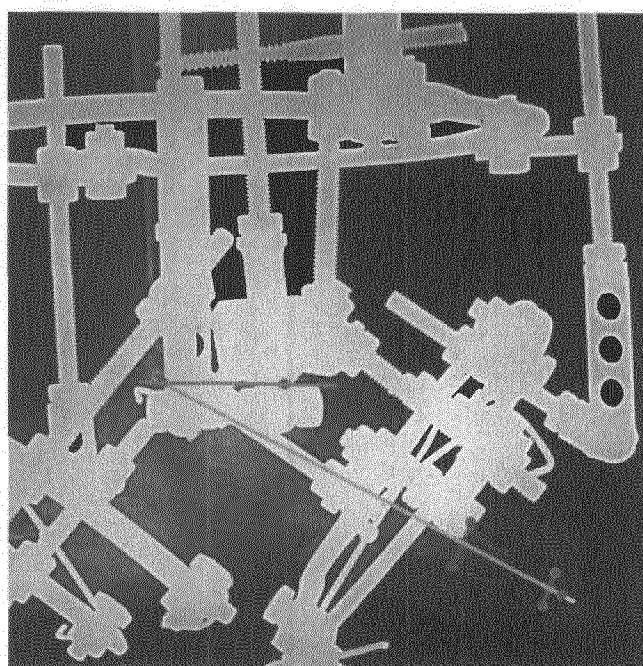


Фиг. 18

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕФОРМАЦИИ СТОПЫ
НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОТДЕЛА ДЛЯ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ



Фиг. 19



Фиг. 20