

Для цитирования: Самошкин, И.И. Рентгенография и рентгенологические измерения бедренной кости на основе методологии CORA. Часть 2. Измерения бедренной кости в сагиттальной плоскости. / И.И. Самошкин, И.Ф. Вилковийский // Российский ветеринарный журнал. — 2025. — № 2. — С. 5–12. DOI: 10.32416/2500-4379-2025-2-5-12

For citation: Samoshkin I.I., Vilkovyskij I.F., Radiography and radiographic measurements of the femur based on the CORA methodology. Part 2. Measurements of the femur in the sagittal plane, Russian veterinary journal (Rossijskij veterinarnyj zhurnal), 2025, No. 2, pp. 5–12. DOI: 10.32416/2500-4379-2025-2-5-12

УДК 619: 617.3

RAR

DOI 10.32416/2500-4379-2025-2-5-12

Рентгенография и рентгенологические измерения бедренной кости на основе методологии CORA. Часть 2. Измерения бедренной кости в сагиттальной плоскости

И.И. Самошкин¹, кандидат ветеринарных наук, хирург-ортопед (vetkurator@mail.ru);

И.Ф. Вилковийский^{1,2}, доктор ветеринарных наук, главный врач, руководитель хирургического отделения, ведущий врач-хирург; доцент департамента ветеринарной медицины.

¹ Сеть ветеринарных центров ООО «МедВет» (117513, Москва, Ленинский пр-т, д. 123, помещ. VIII, к. 3).

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6).

В первой части статьи (РВЖ-02-2024) на основании литературных данных систематизированы принципы и алгоритм выполнения рентгенографии бедренной кости во фронтальной плоскости, приведены литературные данные о средних физиологических нормах углов бедренной кости во фронтальной плоскости, полученных в соответствии с методологией CORA.

Во второй части статьи на основании литературных данных систематизированы принципы и алгоритм выполнения рентгенографии бедренной кости в сагиттальной плоскости, приведены литературные данные о средних физиологических нормах углов бедренной кости в сагиттальной плоскости, полученных в соответствии с методологией CORA.

Ключевые слова: ортопедия, собаки, деформация, длинные кости, коррекция, референтные линии и углы, методология CORA.

Radiography and radiographic measurements of the femur based on the CORA methodology. Part 2. Measurements of the femur in the sagittal plane

I.I. Samoshkin¹, PhD in Veterinary Sciences, orthopedic surgeon (vetkurator@mail.ru);

I.F. Vilkovyskij^{1,2} Grand PhD in Veterinary Sciences, Chief physician, Head of the surgical department, Leading surgeon, Associate Professor of the Department of Veterinary Medicine.

¹ Set of veterinary clinics of «Med-Vet» LLC (117513, Moscow, Leninskyi prospekt, h. 123, room. VIII, of. 3)

² People's Friendship University of Russian (8/2, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 115093).

In the first part of the article (RVJ-02-2024) based on the literature data, the principles and algorithm of performing femoral radiography in the fronta, plans are systematized, and literary data on the average physiological norms of femoral angles obtained in accordance with the CORA methodology are presented.

In the second part of the article, based on literary data, the principles and algorithm for performing radiography of the femur in the sagittal plane are systematized, and literary data on the average physiological norms of the angles of the femur in the sagittal plane, obtained in accordance with the CORA methodology, are presented.

Keywords: orthopedics, dogs, deformity, long bones, correction, reference lines and angles, CORA methodology.

Сокращения: КТ — компьютерная томография, CORA — Centre Of Rotation of Angulatio (центр вращения угловой деформации), aCdPFA (aКдПБУ) — anatomical Caudal Proximal Femoral Angle (анатомический Каудальный Проксимальный Бедренный Угол), aCdDFA (aКдДБУ) — anatomical Caudal Distal Femoral Angle (анатомический Каудальный Дистальный Бедренный Угол), mCdDFA (mКдДБУ) — mechanical Caudal Distal Femoral Angle (механический Каудальный Дистальный

Бедренный Угол), mCdPFA (mКдПБУ) — mechanical Caudal Proximal Femoral Angle (механический Каудальный Проксимальный Бедренный Угол).

Введение. Цель исследования. Материалы и методы

См. РВЖ. — 2024. — № 2. — С. 5-15. DOI: 10.32416/2500-4379-2024-2-5-15

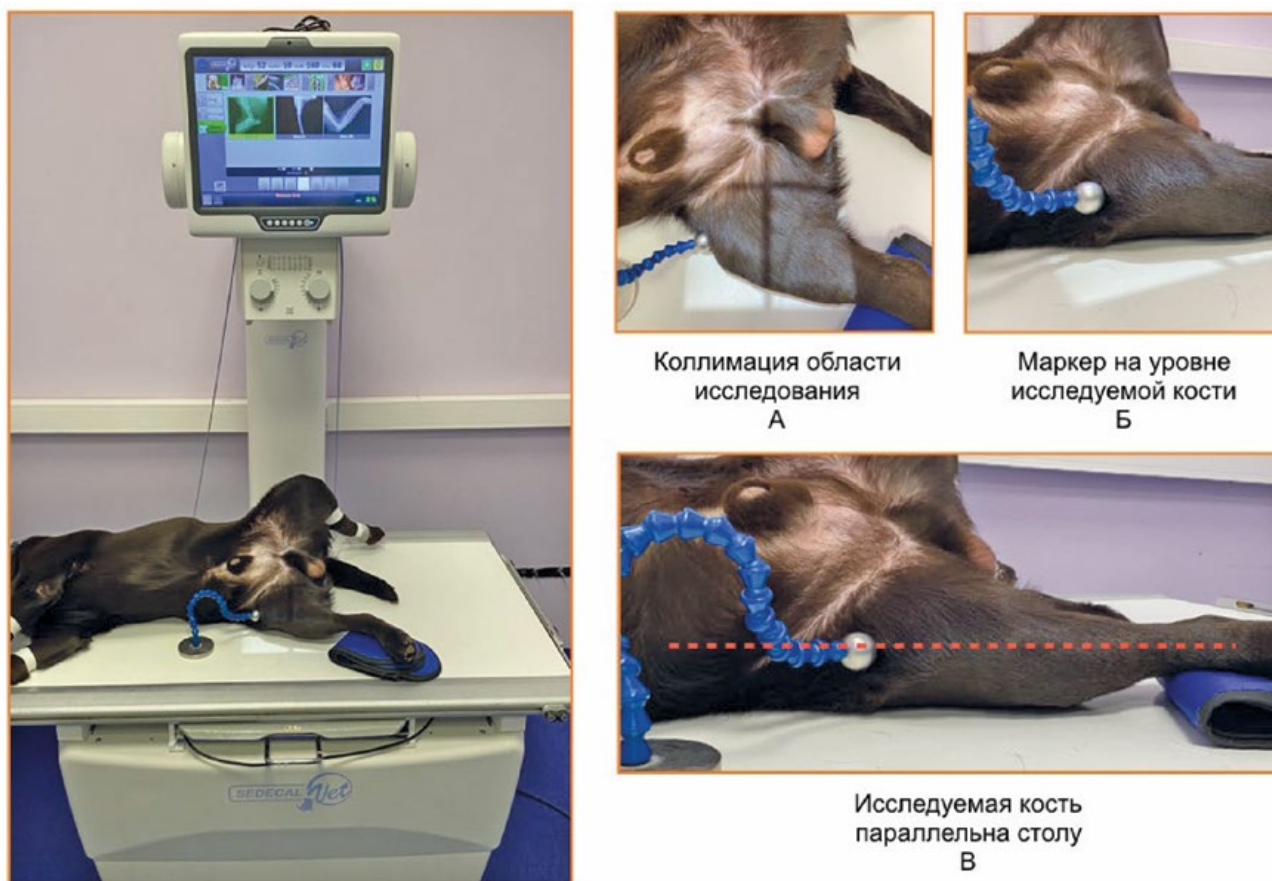


Рис. 1. Правила ортопедической укладки
Orthopedic styling rules

Результаты и обсуждение

Оценка качества рентгенограммы. Рентгенографию бедренной кости в ортопедических проекциях выполняют в состоянии глубокой седации пациента, с применением миорелаксантов, ориентируясь на среднее время выполнения исследования от 15 до 30 мин.

Рентгенографию бедренной кости в сагиттальной плоскости выполняют в положении пациента лежа на рентгеновском столе на боку, на исследуемой конечности, чтобы можно было сориентировать бедренную кость параллельно сагиттальной и перпендикулярно фронтальной плоскостям. В некоторых случаях, например, когда объем мышечной массы бедренной области выражен значительно, может возникнуть необходимость приподнять дистальный отдел конечности в области коленного и скакательного сустава над рентгеновским столом для правильной ориентации рентгеновских лучей относительно поверхности бедренной кости (рис. 1, 2).

Рентгенографию бедренных костей в сагиттальной плоскости проводят поочередно для каждой конечности.

В случае получения рентгенограмм ненадлежащего качества или рентгенограмм, не соответ-

ствующих критериям ортопедической проекции, исследование необходимо повторить до получения соответствующего результата.

А. Коллимационная решетка должна быть сфокусирована на область исследования, что позволяет получить качественное изображение исследуемой области.

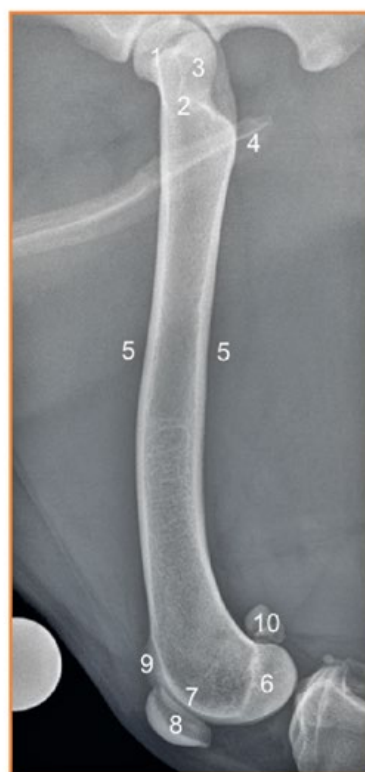
Б. Рентгенологический маркер должен быть установлен на уровень исследуемой кости, что позволяет масштабировать размер изображения и получить истинные размеры кости для проведения линейных измерений.

В. Визуальные центры бедренной и большеберцовой кости должны совпадать относительно сагиттальной плоскости так, чтобы бедренная кость была ориентирована параллельно рентгеновскому столу, это позволяет получить рентгенологическую тень, соответствующую истинной длине кости.

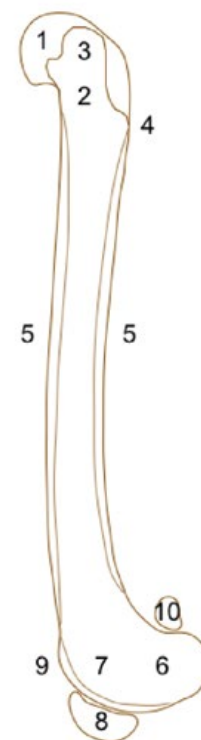
Качество рентгенограммы должно позволять однозначно визуализировать основные анатомо-рентгенологические ориентиры кости.

Экспозиция снимка. Артефакты экспозиции или цветопередачи на рентгеновских снимках визуализируются как засвеченные или затемненные участки, которые могут быть схожи с проявлениями патологических процессов и поэтому оказаться источником диагностических ошибок.

- 1 Головка бедренной кости
- 2 Шейка бедренной кости
- 3 Большой вертел
- 4 Малый вертел
- 5 Краниальный и каудальный кортикальные слои бедренной кости
- 6 Мыщелок бедренной кости
- 7 Блок коленной чашки
- 8 Коленная чашка
- 9 Гребни блока коленной чашки
- Сесамовидные кости



Рентгенограмма
бедренной кости
А



Скиаграмма
бедренной кости
Б

Рис. 2. Оценка качества рентгенограммы и нормальная рентген-анатомия
Assessment of radiograph quality and normal x-ray anatomy

Фокусировка коллиматора. Область светового окна должна соответствовать размеру исследуемой области с захватом смежных костных и мягкотканых структур в пределах необходимого для нормального определения границ исследуемой кости, контуров мягкотканых структур, оценки атрофии мышц и их контуров.

Маркер размера. Рентгенологический маркер заданного размера, расположенный на уровне середины исследуемой кости в непосредственной близости к области интереса.

С этой целью используется маркер в виде металлического шара на подвижной ноге диаметром 1 дюйм (25 мм), который имеет одинаковые линейные размеры при любом положении.

Использование плоских маркеров затрудняет исследование, так как требует тщательного их позиционирования в пространстве по сравнению с шаром и в ряде случаев может приводить к значимой погрешности в измерениях после масштабирования снимка.

Артефакты изображения. Наличие таких посторонних включений в область исследования как руки рентген-оператора или владельца пациента, посторонние металлические предметы следует считать недопустимыми и расценивать как гру-

бое нарушение техники безопасности при работе с ионизирующим излучением.

Оценка ортопедической проекции — дистальный и проксимальный эпифиз бедренной кости. При оценке правильной ориентации дистального и проксимального эпифиза бедренной кости в сагиттальной плоскости необходимо учитывать индивидуальные анатомические особенности формы и размера мыщелков и головки бедренной кости пациента, связанные с обширной вариабельностью породных групп (рис. 3).

Положение мыщелков бедренной кости. Мыщелки бедренной кости на рентгенограмме в сагиттальной плоскости должны полностью накладываться друг на друга, создавая единый рентгенологический контур.

Мыщелки бедренной кости могут иметь разные анатомические размеры и форму, в этой связи считается допустимым их расхождение в диапазоне до 1 мм у крупных пород собак, что не оказывает значимого влияния на точность последующих геометрических измерений.

Положение головки бедренной кости. При отсутствии торсионной деформации, головка бедренной кости должна «выступать» впереди краниального кортикального слоя кости на 1/3 своего диаметра, что будет свидетельствовать о наличии

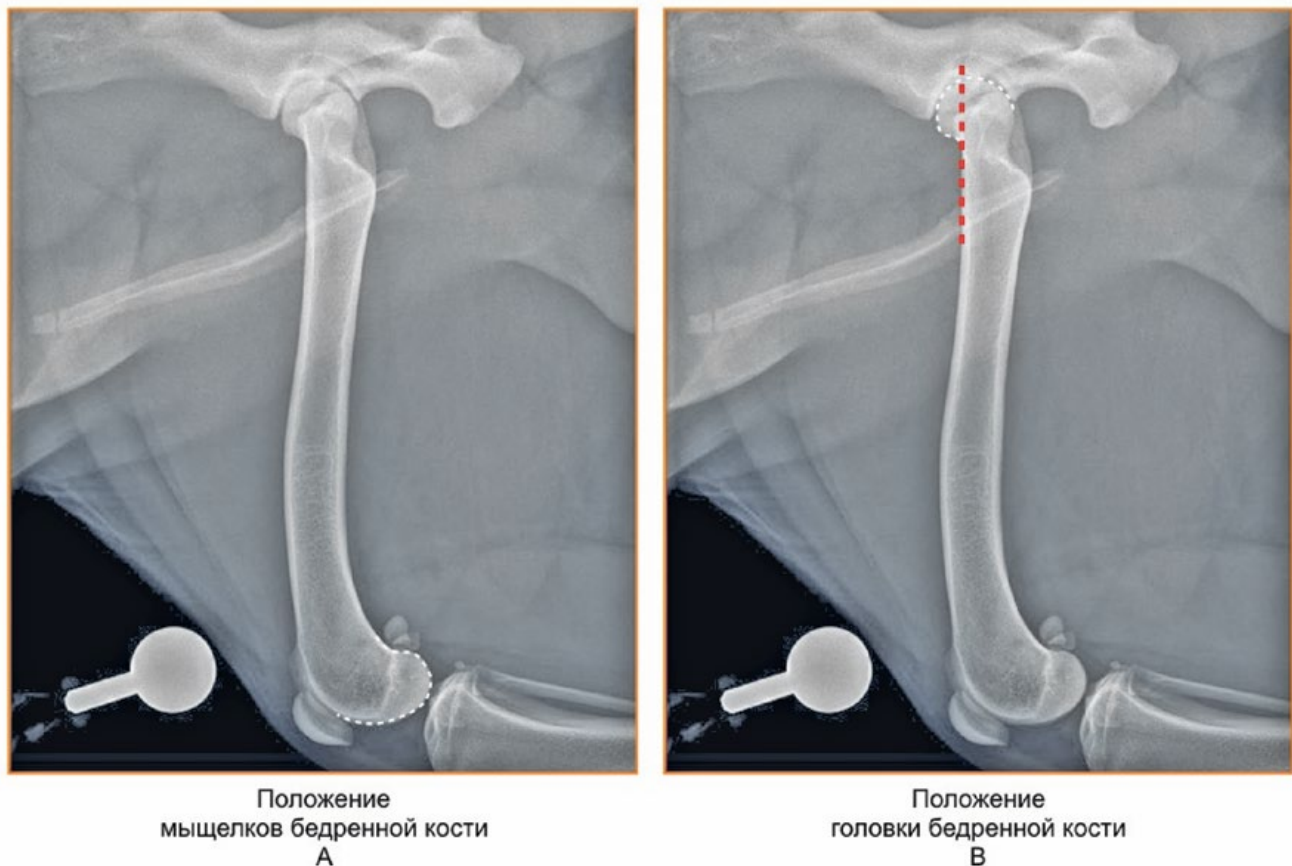


Рис. 3. Оценка ортопедической проекции
Evaluation of orthopedic projection

нормальной торсии. Меньшую или большую визуализацию головки относительно бедренной кости следует расценивать как наличие избыточной внутренней/внешней торсии.

Анатомо-рентгенологические ориентиры проксимального отдела бедренной кости выражены не так очевидно, как ориентиры дистального эпифиза бедренной кости, при этом они имеют важное значение в определении наличия/отсутствия патологической торсионной деформации бедренной кости.

В этой связи оценку торсии бедренной кости по анатомо-рентгенологическим ориентирам ее проксимального отдела следует проводить в сочетании с данными рентгенографии бедренной кости во фронтальной и поперечной плоскостях.

Некорректные проекции. К ним относят смещение мыщелков бедренной кости относительно друг друга (рис. 4).

- Смещение рентгенологического контура мыщелков в кранио-каудальном направлении свидетельствует о ротации бедренной кости относительно рентгеновского стола.
- Смещение рентгенологического контура мыщелков в проксимо-дистальном направлении свидетельствует о непараллельном положении

дистального эпифиза относительно рентгеновского стола.

Визуализация проксимального эпифиза бедренной кости. Невозможность точной интерпретации положения головки бедренной кости из-за наложений костных/мягкотканых структур или недостаточной экспозиции рентгеновского снимка.

Получение изображения интактной кости (без деформаций), как правило, не вызывает сложностей. Однако получить правильные рентгенограммы костей с деформацией, напротив, бывает затруднительно, а в некоторых случаях — невозможно.

В тех случаях, когда получить качественные рентгенограммы не удастся, можно прибегнуть к помощи компьютерной томографии.

Определение понятий истинной механической и анатомической оси. В организме человека и животного от природы нет плоскостей, линий и осей — эти понятия и термины введены в медицинскую терминологию, чтобы облегчить понимание строения организма, что позволяет специалистам общаться «на одном» языке, используя общепринятые формулировки.

В этой связи в травматолого-ортопедическую практику были введены понятия механическая

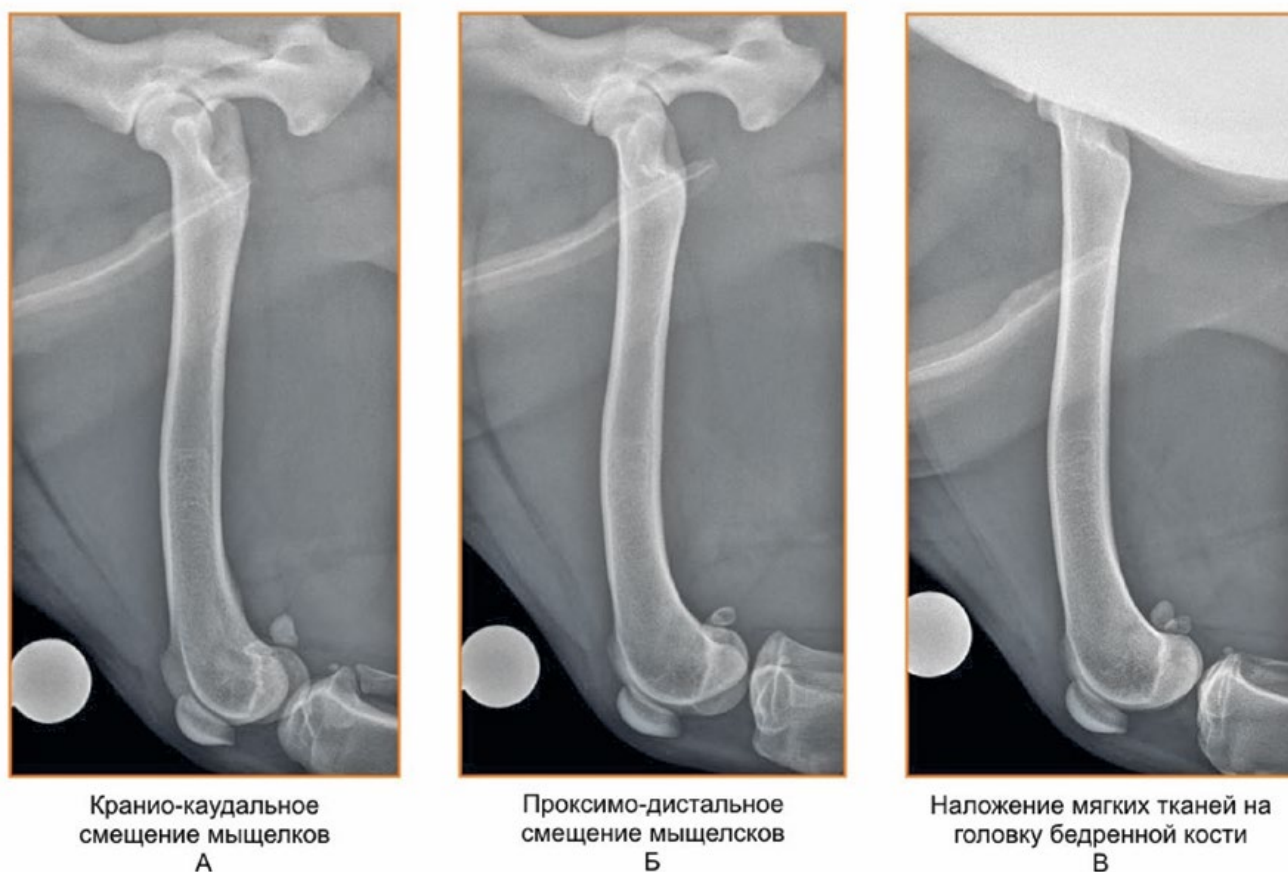


Рис. 4. Некорректные проекции
Incorrect projections

ось конечности/кости и анатомическая ось кости (рис. 5).

Истинная механическая ось. С точки зрения биомеханики движения нагрузка от осевого скелета к периферическому направлена вдоль вектора, ориентированного от центра проксимального сустава к центру дистального сустава, что обуславливает положение истинной механической оси кости.

Анатомо-рентгенологические ориентиры, позволяющие оценить положение истинной механической оси кости на рентгенограмме, просты и понятны, поэтому в методологии CORA положение истинной и расчетной механической осей совпадают.

Истинная анатомическая ось. Важным фактором строения костей является их анатомическая форма.

Истинная анатомическая ось, проходящая через центр диафиза, имеет очертания ломаной линии, при этом чем больше точек диафиза использовать для определения центра кости, тем более криволинейной она будет.

Использовать такой принцип построения истинной анатомической оси в клинической практике трудоемко и недостоверно, поэтому в методологии CORA для расчетов предложен вариант проведения аппроксимированной к прямой линии анатомической

оси, отдельной для проксимальной и дистальной части диафиза.

Расчетные анатомические оси проводят через фиксированные относительно линейных размеров кости четыре точки в центре диафиза, при этом для каждой длинной кости предложены свои правила проведения расчетной анатомической оси.

Определение линий суставов и кости. Определение указанных линий приведено на рисунке 6.

Проксимальная линия сустава

- Определите центр головки бедренной кости вписав в нее наиболее подходящую окружность.
- Определите центр шейки бедренной кости.
- Соедините две полученные точки линией — это проксимальная линия сустава.

Промежуточная референтная линия

- Определите самую каудальную точку малого вертела бедренной кости.
- Определите самую проксимальную точку блока коленной чашки бедренной кости.
- Соедините две полученные точки линией — это промежуточная референтная линия.

Дистальная линия сустава

- От дистальной точки промежуточной референтной линии, под углом 90 градусов проведите линию по направлению в сторону мыщелков бедренной кости — это дистальная линия сустава.

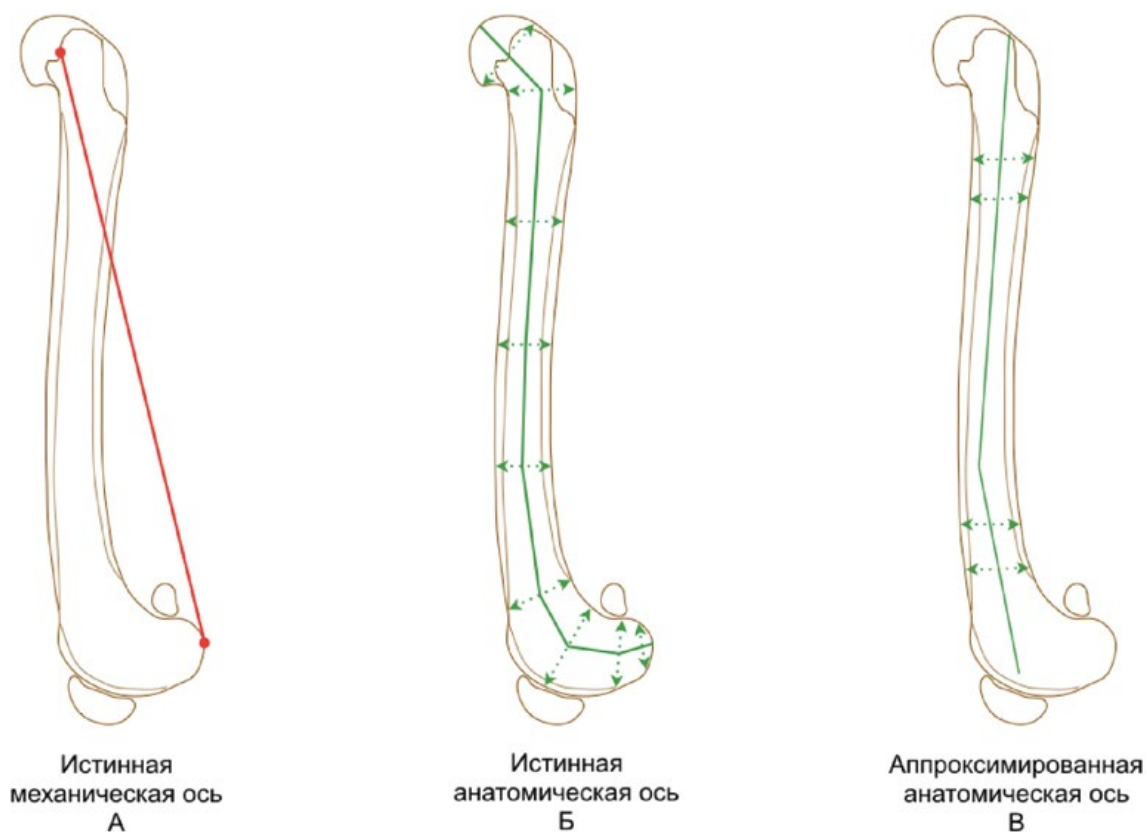


Рис. 5. Определение понятий истинной механической и анатомической оси
 Definition of the concepts of true mechanical and anatomical axis

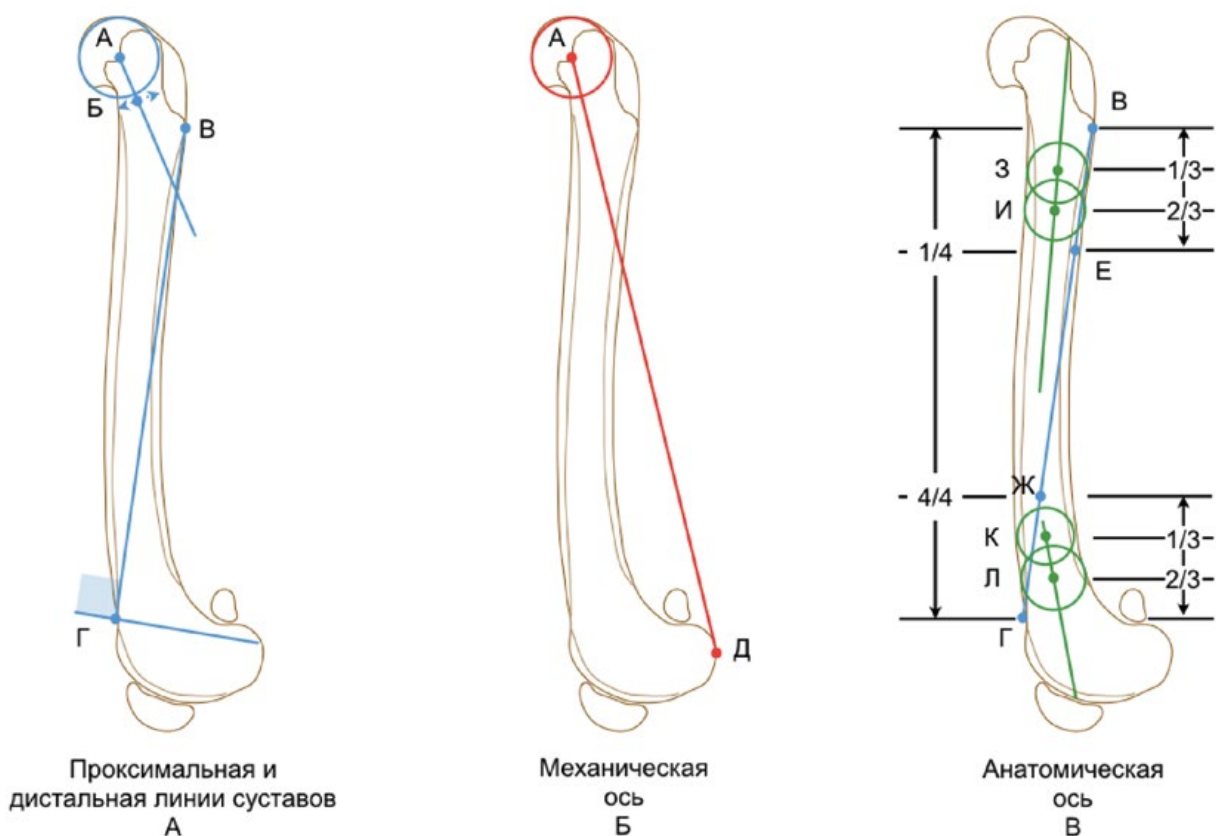


Рис. 6. Определение линий суставов, механической и анатомической оси
 Determination of joint lines, mechanical and anatomical axis

Механическая ось кости

- Определите центр головки бедренной кости вписав в нее наиболее подходящую окружность.
- Определите самую каудальную точку наложенных друг на друга мышцеков бедренной кости.
- Соедините две полученные точки линией — это механическая ось.

Проксимальная и дистальная анатомические оси кости

- Разделите расчетную референтную линию на четыре равных отрезка.
- Разделите верхнюю четверть расчетной референтной линии на три равных отрезка.
- На уровне $1/3$ и $2/3$ определите две точки центра диафиза, вписав между внешними контурами медиального и латерального кортикального слоя кости наиболее подходящие по диаметру окружности.
- Соедините две полученные точки линией — это проксимальная анатомическая ось.
- Разделите нижнюю четверть расчетной референтной линии на три равных отрезка.
- На уровне $1/3$ и $2/3$ определите две точки центра диафиза, вписав между внешними контурами медиального и латерального кортикального слоя кости наиболее подходящие по диаметру окружности.

- Соедините две полученные точки линией — это дистальная анатомическая ось.

Определение механических и анатомических углов. Определение углов приведено на рисунке 7.

Механические углы суставов

- При пересечении механической оси с проксимальной и дистальной линией сустава образуется проксимальный и дистальный механический угол, соответственно.
- Вершины механических углов находятся в центре суставов.

Анатомические углы суставов

- При пересечении проксимальной и дистальной анатомической оси с проксимальной и дистальной линией сустава образуется проксимальный и дистальный анатомический угол, соответственно.
- Вершины анатомических углов имеют свое положение на линиях суставов, которое при планировании коррекции деформации измеряется в миллиметрах относительно близлежащей референтной точки ориентации линии сустава.

Угол прокурвации бедренной кости

- Пересечение проксимальной и дистальной анатомических осей на уровне диафиза бедренной кости образует угол прокурвации, который имеет свое положение относительно диафиза.

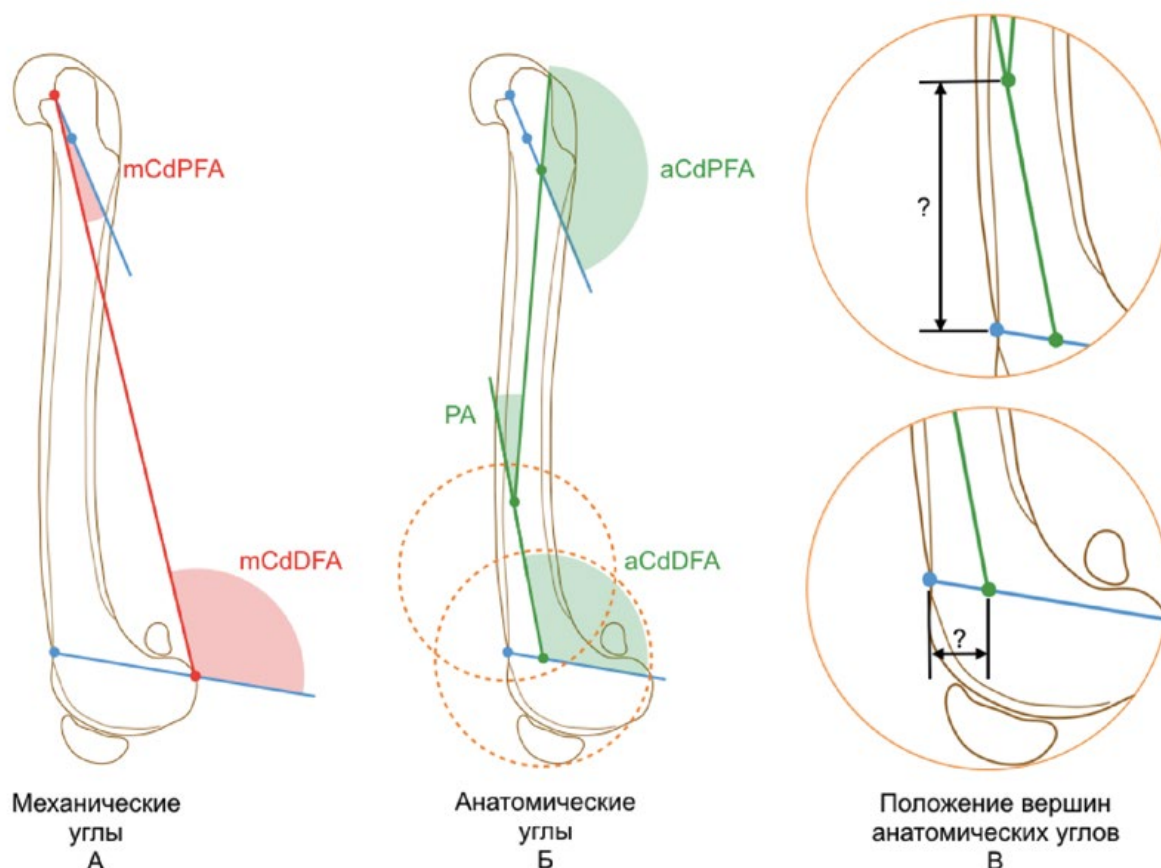


Рис. 7. Определение механических и анатомических углов, угла прокурвации
Determination of mechanical and anatomical angles, angles of procurvature

Референтные нормы углов бедренной кости опубликованные в печати Reference norms for femoral angles published in print

Порода	Автор	Вид исследования	Номенклатура углов				
			aCdPpFA	aCdDFA	PA	mCdPFA	mCdDFA
Той пудель	Ясукава и др., 2016	Рентген	157,3 149,6...165,0	104,3 102,2...106,4	12,7 8,6...16,8	7,5 1,6...13,4	107,8 105,9...109,7
		КТ	153,3 148,2...158,4	102,9 99,7...106,1	11,2 6,0...16,4	9,6 4,1...15,1	108,4 106,7...110,1
Чи-хуа-хуа	Пхеткаев и др., 2018	Рентген	148,5 143,7...153,3	103,8 101,2...106,4	9,1 6,2...12,0	-	-
		КТ	156,4 151,1...161,7	106,2 103,8...108,6	11,7 8,3...15,1	-	-
Крупные породы	Кара и др., 2018	Рентген	-	-	-	-	-
		КТ	-	90,5 84,3...96,7	-	-	-

Заключение

На основании проведенного анализа литературы, авторами объединены и систематизированы данные по выполнению рентгенографии и проведению рентгенологических измерений бедренной кости в соответствии с методологией CORA:

- изложены ключевые аспекты выполнения рентгенографического исследования с целью получения рентгеновского изображения бедренной кости во фронтальной (Часть 1), сагиттальной (Часть 2) и поперечной (Часть 3) плоскостях, соответствующие принципам методологии CORA;
- освещены основные аспекты оценки качества проведенного рентгенологического исследования;
- определены основные критерии оценки достоверности ортопедической проекции бедренной кости;
- описан пошаговый алгоритм определения линий суставов, механических и анатомических осей бедренной кости с описанием международной

номенклатуры механических и анатомических углов соответствующий принципам методологии CORA;

- сформирована сводная таблица нормальных средних значений анатомических и механических углов бедренной кости, оцененных в соответствии с принципами методологии CORA, опубликованных разными авторами в разные года (таб.).

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиография

1. См. РВЖ. — 2024. — № 2. — С. 5-15. DOI: 10.32416/2500-4379-2024-2-5-15