

ДИАГНОСТИКА ПЕРЕЛОМОВ ЛОДЫЖЕК: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОБЛЕМЫ

С.В. Сиваконь, Д.А. Космынин, В.А. Мишин*, С.В. Мацукатов, А.И. Тимербулатов, А.И. Денисова
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», Медицинский институт, Пенза, Россия

DIAGNOSTICS OF ANKLE FRACTURES: MODERN APPROACHES AND PROBLEMS

S.V. Sivakon, D.A. Kosmynin, V.A. Mishin*, S.V. Matsukatov, A.I. Timerbulatov, A.I. Denisova
Penza State University, Medical Institute, Penza, Russia

*E-mail: mishin_pnzgumed@mail.ru

Аннотация

Переломы костей голеностопного сустава, обусловленные бытовыми, спортивными и боевыми травмами, являются одними из наиболее распространенных переломов нижних конечностей. Несмотря на кажущуюся стандартность диагностического подхода, выбор наиболее эффективного и информативного алгоритма диагностики переломов лодыжек далек от окончательного разрешения и продолжает оставаться дискуссионным вопросом. **Цель исследования** – обзор и сравнительный анализ современных методов диагностики переломов лодыжек, основанный на современных научных данных, для обоснования рациональных подходов к выявлению этой патологии. Рентгенография остается основным методом диагностики, но не во всех случаях служит решением вопросов предоперационного планирования, в связи с чем специалисты вынуждены применять более дорогостоящие методы: компьютерную томографию и магнитно-резонансную томографию. В настоящее время изучается эффективность ультразвукового исследования при оценивании целостности связочного аппарата и костей.

Ключевые слова: переломы лодыжек, голеностопный сустав, диагностика, дистальный межберцовый синдесмоз.

Abstract

Ankle fractures caused by domestic, sports, and combat injuries are among the most common lower extremity fractures. Despite a seemingly standard approach to diagnostics, the choice of an effective and informative diagnostic algorithm for ankle fractures remains a controversial topic. **The aim** of this study is to review and compare current options of diagnosing ankle fractures, based on scientific evidence, in order to support rational ones to identify this pathology. Radiography remains the basic diagnostic technique, but it does not always solve the issues of preoperative planning, which forces to use more expensive methods: computed tomography and magnetic resonance imaging. Currently, the effectiveness of ultrasound examination in assessing the integrity of the ligamentous apparatus and bones is being studied.

Keywords: ankle fractures, ankle joint, diagnosis, distal tibial syndesmosis.

Ссылка для цитирования: Сиваконь С.В., Космынин Д.А., Мишин В.А., Мацукатов С.В., Тимербулатов А.И., Денисова А.И. Диагностика переломов лодыжек: современные методы и проблемы. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2026; 1: 99–104.

Введение

Переломы костей голеностопного сустава, обусловленные бытовыми, спортивными и боевыми травмами, являются одними из наиболее распространенных переломов нижних конечностей [1–4]; на их долю приходится 9% всех переломов [5], что создает большую нагрузку на травматологические отделения и больницы. Высокая частота данного вида травм указывает на необходимость быстрой, точной и доступной диагностики, от которой зависят выбор тактики лечения (консервативная или оперативная), выбор метода оперативного вмешательства, медицинская реабилитация пациента и функциональный исход лечения. Неполная или поздняя диагностика переломов лодыжек может приводить к осложнениям: посттравматическому остеоартрозу голеностопного сустава, хронической нестабильности, контрактурам и стойкому болевому синдрому [6].

Несмотря на кажущуюся стандартность подхода, выбор наиболее эффективного и информативного алгоритма диагностики переломов лодыжек далек от окончательного разрешения и продолжает оставаться дискуссионным вопросом.

Традиционная рентгенография в стандартных проекциях остается рутинным методом диагностики переломов лодыжек, однако ее возможности ограничены при оценке сложных переломов, степени смещения фрагментов, повреждений синдесмоза и внутрисуставных осколков, что приводит к ложноотрицательным результатам. Компьютерная томография (КТ), обладая высоким разрешением и возможностью трехмерной реконструкции, значительно превосходит рентгенографию в детализации костных повреждений, но сопряжена с лучевой нагрузкой и большей стоимостью, что ограничивает ее рутинное применение. Магнитно-резонансная томография (МРТ) незаменима для оценки повреждений мягких тканей (связок, сухожилий, хряща) [7], однако ее применение для первичной диагностики переломов лодыжек экономически не всегда оправдано и менее доступно. Ультразвуковое исследование (УЗИ) набирает популярность в оценке состояния связочного аппарата, но его роль в диагностике собственно переломов нуждается в дальнейшем изучении [8].

Цель исследования – обзор и сравнительный анализ современных методов диагностики переломов лодыжек,

основанные на современных научных данных, для определения рациональных подходов к выявлению этой патологии.

Анамнез и физикальное обследование

Переломы лодыжек обычно возникают при резких ротационных движениях и сопровождаются болью, отеком, деформацией и неспособностью к опоре на травмированную конечность. Анамнез травмы обычно дает четкое представление о механизме перелома и может помочь в принятии решения относительно лечения. Физикальное обследование при переломах лодыжек должно включать тщательную оценку состояния стопы [9].

Собранный анамнез позволяет принять правильное решение относительно тактики лечения и ведения пациента в послеоперационном периоде. Необходимо учитывать сопутствующие заболевания, которые могут повлиять на результаты лечения: сахарный диабет, заболевания периферических сосудов, ожирение, заболевания почек. Анамнез травмы имеет важное значение для определения степени ее тяжести. Высокоэнергичные травмы могут быть причиной компартмент-синдрома конечности или перелома пилона [10]. Положение голеностопного сустава в момент травмы и направление действующей силы определяют характер перелома, что учитывается в классификации переломов лодыжек Лауге-Хансена [11, 12].

При осмотре оценивается кожный покров на предмет повреждений и невроvascularного статуса, при пальпации – болезненность костей и мягких тканей. Следует пальпировать связки голеностопного сустава с учетом того, что болезненность в области медиальной лодыжки имеет низкую прогностическую ценность при травме дельтовидной связки [13]. Важной задачей является оценка болезненности проксимальной части малоберцовой кости для исключения перелома Мезоннева [14].

Оценивание диапазона движений проводится активно и пассивно (тыльное сгибание, подошвенное сгибание, инверсия и эверсия) на обеих нижних конечностях с помощью специальных тестов [15].

Тест Клейгера (на внешнее вращение) проводится путем стабилизации дистального отдела большеберцовой кости с вращением стопы наружу. При поврежденных дистальном малоберцово-большеберцовом синдесмозе или дельтовидной связке таранная кость оказывает давление на латеральную лодыжку, вызывая расширение голеностопного сустава. Также при поврежденном синдесмозе положительным будет тест при сдавливании проксимальнее голеностопного сустава (появление боли). Повреждение передней большеберцовой связки можно оценить с помощью следующего теста: дистальный отдел большеберцовой кости стабилизируется, голеностопный сустав удерживается в 10 градусах подошвенного сгибания, а пятка оттягивается вперед. Тест считается положительным при выявлении боли и нестабильности [16]. Тест наклона таранной кости проверяет целостность латеральных связок голеностопного сустава, в основном пяточно-малоберцовой связки. Он выполняется путем стабилизации дистального отдела большеберцовой кости и приложения инверсионной силы к слегка согнутой назад стопе. Тест считается положительным, если при сравнении медиальной и латеральной сторон выявляется разница более 25% [17].

Рентгенологическая диагностика

Согласно Оттавским правилам по голеностопному суставу, рентгенологическое исследование проводится при наличии боли и одного из следующих симптомов:

- 1) боль при пальпации вдоль дистальных 6 см заднего края большеберцовой кости или верхушки медиальной лодыжки;
- 2) болезненность костей при пальпации на расстоянии 6 см от заднего края малоберцовой кости или верхушки латеральной лодыжки;
- 3) боль или болезненность при пальпации в области ладьевидной кости и основания V плюсневой кости;
- 4) неспособность к опоре на конечность сразу после получения травмы и в отделении неотложной помощи на протяжении четырех шагов [18].

В России, согласно клиническим рекомендациям, Оттавские критерии используются для определения показаний к выполнению рентгенографии стопы у детей, так как была показана их точность у детей старше пяти лет [19].

Рентгенологический метод включает: полипозиционную рентгенографию, рентгенографию голеностопного сустава в прямой задней, косой задней и боковой проекциях [20, 21]. Таким образом, при подозрении на перелом лодыжек выполняется рентгенография голеностопного сустава с захватом всего диафиза голени в двух проекциях [22, 23]. Для оценки дистального малоберцово-большеберцового синдесмоза выполняется рентгенограмма в переднезадней проекции с внутренней ротацией стопы на 15–20 градусов. При этом оценивается медиальное свободное пространство – расстояние между медиальной суставной поверхностью лодыжки и медиальным краем таранной кости. Увеличение этого промежутка более чем на 4 мм указывает на повреждение синдесмоза. Необходимо провести оценку голеностопного угла (ограничен линией, проведенной параллельно суставной поверхности большеберцовой кости, и линией, соединяющей кончики лодыжек), который в норме составляет 4–11 градусов [24, 25].

Стресс-рентгенография проводится на пятые – седьмые сутки после травмы при купировании отека мягких тканей с целью предоперационного планирования. У пациентов с подозрением на повреждение мягких тканей стрессовые проекции предоставляют информацию о стабильности связок [26, 27].

В настоящее время публикуются исследования, указывающие на несовершенство данного метода при оценке патанатомии голеностопного сустава в предоперационном планировании. Некоторые элементы перелома могут оставаться незамеченными на рентгеновских снимках или даже при интраоперационном исследовании, поэтому в последние годы особое значение в диагностике переломов лодыжек приобретает КТ [28–32].

Компьютерная томография

КТ не является обязательным методом исследования при переломах лодыжек, но при сложных травмах голеностопного сустава имеет важное диагностическое значение [33]. Данный метод позволяет детально оценить состояние суставных поверхностей, верифицировать конфигурацию линии перелома и точно определить степень костной фрагментации. Получаемая при КТ информация необходима для адекватной оценки масшта-

ба повреждений и обоснования выбора хирургического вмешательства [34, 35].

Классификация переломов АО/ОТА (разработана комитетом по кодированию и классификации Ортопедической ассоциации травм (ОТА) и рабочей группой по остеосинтезу переломов (АО)) основывается на оценке стандартных рентгенограмм, хотя в некоторых случаях данный метод предоставляет недостаточную информацию о степени тяжести травмы из-за сложной анатомии голеностопного сустава [36]. КТ позволяет получить трехмерное изображение перелома и, следовательно, выбрать наиболее эффективный метод репозиции и фиксации. Анатомическая репозиция костных отломков демонстрирует лучшие долгосрочные результаты [37]. Помимо значения в предоперационном планировании, КТ имеет преимущества: выявление неизвестных повреждений для получения более точного прогноза, в том числе переломов бугристости большеберцовой кости; решение некоторых биомеханических аспектов, связанных с механизмом травмы и характером перелома [29, 38].

L. Tarallo и соавт. (2021) в своем исследовании продемонстрировали, при каких типах переломов лодыжек рекомендуется выполнять КТ: вертикальные переломы медиальной лодыжки, переломы типа 44В (по АО/ОТА) с повреждением задней лодыжки; переломы типа 44С (по АО/ОТА); переломы Тилло – Шапута – отрывные переломы переднелатерального угла большеберцовой кости в месте крепления передней межберцовой связки (43-В1 по АО/ОТА), переломы лодыжек при наличии переломов дистального отдела большеберцовой кости (43 по АО/ОТА) и переломы дистального отдела большеберцовой кости у подростков [29]. Недиагностированные переломы задней лодыжки являются причиной нестабильности голеностопного сустава и развития артрита. Исследование Р.А. Bouche и соавт. (2022) показало лучшую результативность при диагностике переломов задней лодыжки с помощью КТ, чем при стандартной рентгенографии, в связи с чем авторы выступают за систематическое использование КТ при переломах лодыжек [30]. Однако другой авторский коллектив (S. Comadoll и соавт., 2024) не выявил влияния КТ на сокращение времени операции, осложнения и повторные вмешательства при трехлодыжечных переломах [39]. С учетом значительного роста использования КТ при данном типе травмы в последнее время [40], врачу рекомендуется оценить конкретный клинический случай при принятии решения о дополнительном облучении пациента.

При сравнении рентгенографии и 3D-КТ при диагностике отрывного перелома дистального отдела малоберцовой кости S.K. Xiong и соавт. (2023) пришли к выводу, что наибольшей чувствительностью обладает КТ, данный метод также помогает определить положение костного отломка и выбрать хирургический доступ [41]. А в исследовании А. Kumar и соавт. выполнение КТ при переломах латеральной лодыжки в значительном числе случаев не только дополнило результаты рентгенографии, но и вынудило изменить план лечения [37].

Кроме диагностики переломов лодыжек, КТ позволяет оценить другие костные структуры голеностопного сустава и стопы. Обычная КТ используется для определения границ переломов пяточной и таранной костей. Аксиальная КТ дает информацию о ширине пяточной кости и степени ее варусной деформации [42, 43].

В настоящее время в помощь врачу-рентгенологу создаются нейронные сети глубокого обучения для быстрого и точного анализа без участия человека и уже существуют специальные программы для анализа рентгенограмм и КТ-изображений голеностопного сустава с целью выявления переломов лодыжек [44, 45].

Визуализация мягких тканей

Оценка сопутствующих повреждений мягких тканей (связок, сухожилий, хряща, синовиальной оболочки) при переломах лодыжек имеет важное значение для выбора тактики лечения, прогноза и предотвращения осложнений, таких как нестабильность сустава, посттравматический артроз.

Первым этапом рутинно является рентгенография, которая позволяет оценить состояние мягких тканей по косвенным признакам: расширение медиальной или латеральной суставной щели (признак разрыва дельтовидной или латеральных связок), смещение таранной кости, признак Мальгенья (подвывих таранной кости кзади на боковой проекции), признак перелома Тилло – Шапута [46].

МРТ является ценным диагностическим инструментом для оценки состояния связок и других мягких тканей голеностопного сустава, а также позволяет выявить скрытые переломы [47, 48]. МРТ обеспечивает получение высокодетализированных изображений, позволяющих одновременно визуализировать костные структуры и мягкотканые образования. Метод демонстрирует превосходные возможности в оценке костной ткани, определении характера переломов и направления смещения костных фрагментов, а также в детальном исследовании суставного хряща при внутрисуставном распространении линий переломов или остеохондральных дефектах. Анализ локализации отечных изменений в костном мозге позволяет предположить механизм травматического воздействия при непрямых повреждениях голеностопного сустава [49–51].

МРТ обеспечивает диагностику повреждений дистального межберцового синдесмоза на уровне артроскопического исследования. По данным метаанализа D.I. Chun и соавт., показатели чувствительности и специфичности МРТ в диагностике повреждений синдесмоза составляют 96 и 87% соответственно [52]. В острый период травмы МРТ обеспечивает детальную оценку целостности связочных волокон на фоне сопутствующего суставного выпота и/или кровоизлияния, что способствует дифференциальной диагностике разрывов и нормального натяжения связок. По мнению D.W. Tap и соавт., точность выявления связочных разрывов выше у пациентов в остром периоде травмы голеностопного сустава (менее трех месяцев) по сравнению с пациентами с хроническим болевым синдромом: чувствительность метода составляет 88% при полном разрыве передней таранно-малоберцовой связки в остром периоде и 68% при хроническом течении [53].

Важным условием получения информативных МРТ-изображений является правильное позиционирование пациента и соблюдение стандартизированного протокола сканирования, иначе возможно получение ложноположительных или ложноотрицательных результатов [54]. МРТ-исследование проводится в положении пациента на спине с нейтральным положением голеностопного

сустава и стопы.

Несмотря на описанные преимущества, МРТ имеет определенные ограничения. В сравнении с рентгенографией и КТ это более дорогостоящий диагностический метод. Для получения изображений требуется значительное время, стандартный протокол сканирования занимает около 20–30 минут. Выраженные отечные изменения и болевой синдром обычно не позволяют пациенту сохранять неподвижность конечности в течение всего времени исследования в период острой травмы.

Таким образом, МРТ особо информативна при растяжении дельтовидной связки, растяжении латерального связочного комплекса, при синдесмоном разрыве, хондральных повреждениях, стрессовых переломах.

Ценным методом диагностики повреждений мягких тканей является УЗИ с рядом преимуществ: высокое пространственное расширение для поверхностных структур, возможность динамической оценки, в т.ч. кровотока, выявление выпотов, гематом. Современные исследования демонстрируют высокую точность УЗИ при диагностике повреждений связочного аппарата голеностопного сустава и дистального малоберцово-большеберцового синдесмоза [55]. Минимальные экономические затраты делают метод еще более привлекательным.

Систематический обзор литературы С.А.Т. van Leeuwen и соавт. (2022) показал, что наиболее точными и доступными методами диагностики целостности дельтовидной связки при переломах лодыжек являются ультразвуковое исследование и рентгенография. УЗИ показало наиболее высокую чувствительность в 100% и специфичность от 90 до 100%. Рентгенография с гравитационной нагрузкой показала чувствительность 71–100% и специфичность от 88 до 92%. Врезной стресс-тест, стресс-тест с внешним вращением и МРТ имели более низкие значения чувствительности и специфичности – от 65 до 88% [56].

Заключение

Современная диагностика переломов лодыжек основывается на комплексном применении методов визуализации, каждый из которых обладает специфическими возможностями и ограничениями. Рентгенография сохраняет статус рутинного метода благодаря своей доступности и эффективности в выявлении значительных костных повреждений. Однако ее диагностический потенциал существенно ограничен низкой чувствительностью к сложным переломам (задней лодыжки, оскольчатым повреждениям), внутрисуставным фрагментам и нарушениям дистального межберцового синдесмоза, а также косвенным характером оценки повреждений мягких тканей, что повышает риск недооценки тяжести травмы.

КТ является незаменимым методом для детальной визуализации костной патологии, особенно при планировании хирургического вмешательства. Однако широкое применение КТ ограничивается проблемами, связанными с лучевой нагрузкой на пациента и стоимостью метода. МРТ признана золотым стандартом для диагностики повреждений мягких тканей. Несмотря на высокую точность, широкое внедрение МРТ ограничивается ее высокой стоимостью, недостаточной доступностью и нецелесообразностью использования в качестве первичного метода при явных костных повреждениях.

УЗИ демонстрирует растущую значимость в оценке повреждений связочного аппарата и динамического контроля, обладая высокой точностью, безопасностью и экономической эффективностью.

На современном этапе развития травматологии и радиологии сохраняется ряд актуальных диагностических проблем. Отсутствие универсальных, общепринятых алгоритмов последовательного применения методов визуализации особо заметно при подозрении на сочетанные повреждения. Существует дилемма между необходимостью высокоточной визуализации (обеспечиваемой КТ и МРТ) и ограничениями, связанными со стоимостью, доступностью оборудования и лучевой нагрузкой (в случае КТ). Сохраняется риск недооценки мягкотканного компонента голеностопного сустава, что в отдаленном периоде может привести к развитию осложнений.

Таким образом, несмотря на наличие множества методов визуализации структур голеностопного сустава, диагностика переломов лодыжек остается сложной задачей с необходимостью индивидуального подхода, и окончательная картина травмы в ряде случаев складывается с помощью интраоперационной диагностики с использованием определенных методов (стресс-тесты, артроскопия).

Литература

1. Fong D.T.P. et al. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports // *Sports Medicine*. – 2007. – V. 37. – No 1. – P. 73–94. DOI: 10.2165/00007256-200737010-00006.
2. Herzog M.M. et al. Epidemiology of ankle sprains and chronic ankle instability // *J. Athl. Train.* – 2019. – V. 54. – No 6. – P. 603–610. DOI: 10.4085/1062-6050-447-17.
3. Desai S.S. et al. Epidemiology and outcomes of ankle injuries in the National Football League // *Orthop. J. Sports Med.* – 2022. – V. 10. – No 6. – P. 23259671221101056. DOI: 10.1177/23259671221101056.
4. Lash N. et al. Ankle fractures: functional and lifestyle outcomes at 2 years // *ANZ J. Surg.* – 2002. – V. 72. – No 10. – P. 724–730. DOI: 10.1046/j.1445-2197.2002.02530.x.
5. Court-Brown C.M. et al. Epidemiology of adult fractures: a review // *Injury*. – 2006. – V. 37. – No 8. – P. 691–697. DOI: 10.1016/j.injury.2006.04.130.
6. Braunstein M. et al. Arthroscopically assisted treatment of complex ankle fractures: intra-articular findings and 1-year follow-up // *J. Foot Ankle Surg.* – 2020. – V. 59. – No 1. – P. 9–15. DOI: 10.1053/j.jfas.2019.05.003.
7. Исакова Т. и др. Магнитно-резонансная томография в оценке повреждения связок голеностопного сустава при застарелых его повреждениях // *Гений ортопедии*. – 2009. – № 1. – С. 63–69. [Isakova T. et al. Magnetic resonance imaging in the assessment of ankle joint ligament damage in chronic injuries // *Genius of Orthopedics*. – 2009. – No 1. – P. 63–69. In Russian].
8. Kim H.N. et al. Value of ultrasound for stability assessment of isolated lateral malleolar fractures compared to stress radiography and arthroscopy //

- Clinics in Orthopedic Surgery. – 2020. – V. 12. – No 4. – С. 535. DOI: 10.4055/cios20020.
9. Singh R. et al. Ankle fractures: a literature review of current treatment methods // *Open Journal of Orthopedics*. – 2014. – No 4. – P. 292–303. DOI: 10.4236/ojo.2014.411046.
 10. Ямщиков О.Н. и др. Успешная открытая репозиция оскольчатого внутрисуставного перелома большеберцовой кости с последующим остеосинтезом титановой пластиной и винтами // *Вестник СурГУ. Медицина*. – 2024. – Т. 17. – № 1. – С. 62–66. [Yamshchikov O.N. et al. Successful open reduction of a comminuted intra-articular tibial fracture with subsequent osteosynthesis with a titanium plate and screws // *Bulletin of Surgu State University. Medicine*. – 2024. – V. 17. – No 1. – P. 62–66. In Russian]. DOI: 10.35266/2949-3447-2024-1-9.
 11. Ramos L.S. et al. Evaluation of the reproducibility of Lauge-Hansen, Danis-Weber, and AO classifications for ankle fractures // *Rev. Bras. Ortop. (Sao Paulo)*. – 2021. – V. 56. – No 3. – P. 372–378. DOI: 10.1055/s-0040-1718508.
 12. Lauge-Hansen N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations // *Arch. Surg.* – 1950. – V. 60. – No 5. – P. 957–985.
 13. Gougoulias N. et al. Supination-external rotation ankle fractures: stability a key issue // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2010. – V. 468. – No 1. – P. 243–251. DOI: 10.1007/s11999-009-0988-2.
 14. Taweel N.R. et al. The proximal fibula should be examined in all patients with ankle injury: a case series of missed Maisonneuve fractures // *J. Emerg. Med.* – 2013. – V. 44. – No 2. – P. e251–e255. DOI: 10.1016/j.jemermed.2012.09.016.
 15. Van Rensberg C.J. Approach to and management of acute ankle ligamentous injuries // *CME*. – 2004. – V. 22. – No 3. – P. 112–115.
 16. Polzer H. et al. Diagnosis and treatment of acute ankle injuries: development of an evidence-based algorithm // *Orthop. Rev. (Pavia)*. – 2012. – V. 4. – No 1. – P. e5. DOI: 10.4081/or.2012.e5.
 17. Van Dijk C.N. et al. Physical examination is sufficient for the diagnosis of sprained ankles // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1996. – V. 78. – No 6. – P. 958–962. DOI: 10.1302/0301-620X.78B6.1283.
 18. Stiell I. et al. Multicentre trial to introduce the Ottawa ankle rules for use of radiography in acute ankle injuries // *BMJ*. – 1995. – V. 311. – No 7005. – P. 594–597. DOI: 10.1136/bmj.311.7005.594.
 19. Общероссийская общественная организация Ассоциация травматологов-ортопедов России (АТОР). Клинические рекомендации «Переломы лодыжек». Год утверждения: 2024. [The All-Russian public organization Association of Traumatologists-Orthopedists of Russia (ATOR). Clinical guidelines for “Ankle fractures”. Year of approval: 2024. In Russian]. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/855_1.
 20. Витько Н.К. и др. Лучевая диагностика повреждений голеностопного сустава и стопы // *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. – 2011. – № 1. – С. 24–33. [Vitko N.K. et al. Radiological diagnosis of ankle and foot injuries // *Kremlin Medicine. Clinical Bulletin*. – 2011. – No 1. – P. 24–33. In Russian].
 21. Brandser E.A. et al. Contribution of individual projections alone and in combination or radiographic detection of ankle fractures // *AJR Am. J. Roentgenol.* – 2000. – V. 174. – No 6. – P. 1691–1697. DOI: 10.2214/ajr.174.6.1741691.
 22. Ahmad I. et al. Diagnostic accuracy of Ottawa rules in diagnosing ankle fractures among patients taking X ray as gold standard // *The Professional Medical Journal*. – 2025. – V. 32. – No 05. – P. 522–527. DOI: 10.29309/TPMJ/2025.32.05.8843.
 23. Бородина Е.В. Методы диагностики и рентгенологические проекции голеностопного сустава с укладкой пациента // *Парадигма*. – 2025. – № 6–2. – С. 109–116. [Borodina E.V. Diagnostic methods and x-ray projects of the ankle with patient positioning // *Paradigma*. – 2025. – No 6–2. – P. 109–116. In Russian].
 24. Egol K.A. et al. Ankle stress test for predicting the need for surgical fixation of isolated fibular fractures // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2004. – V. 86. – No 11. – P. 2393–2398. DOI: 10.2106/00004623-200411000-00005.
 25. Prokuski L.J. et al. Challenging fractures of the foot and ankle // *Radiol. Clin. North Am.* – 1997. – V. 35. – No 3. – P. 655–670.
 26. Hoshino C.M. et al. Correlation of weightbearing radiographs and stability of stress positive ankle fractures // *Foot Ankle Int.* – 2012. – V. 33. – No 2. – P. 92–98. DOI: 10.3113/FAI.2012.0092.
 27. Van Leeuwen C.A.T. et al. The additional value of weight-bearing and gravity stress ankle radiographs in determining stability of isolated type B ankle fractures // *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. – 2022. – V. 48. – No 3. – P. 2287–2296. DOI: 10.1007/s00068-021-01757-2.
 28. Szymański T. et al. Comparison of routine computed tomography and plain X-ray imaging for malleolar fractures – how much do we miss? // *Foot Ankle Surg.* – 2022. – V. 28. – No 2. – P. 263–268. DOI: 10.1016/j.fas.2021.03.025.
 29. Tarallo L. et al. Advantages of preoperative planning using computed tomography scan for treatment of malleolar ankle fractures // *World J. Orthop.* – 2021. – V. 12. – No 3. – P. 129–139. DOI: 10.5312/wjo.v12.i3.129.
 30. Bouche P.A. et al. Ankle CT scan allows better management of posterior malleolus fractures than X-rays // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* – 2022. – V. 32. – No 7. – P. 1301–1309. DOI: 10.1007/s00590-021-03104-y.
 31. Mansur N.S.B. et al. Computed tomography changes diagnosis, management and surgical planning of ankle fractures // *Musculoskelet Surg.* – 2024. – V. 108. – No 2. – P. 183–194. DOI: 10.1007/s12306-024-00814-4.
 32. Xue P. et al. The value of CT 3D reconstruction in the classification and nursing effect evaluation of ankle fracture // *J. Healthc. Eng.* – 2021. – V. 2021. – No 1. – P. 9596518. DOI: 10.1155/2021/9596518.
 33. Ghosh A. Diagnostic and Surgical Planning Value of Computed Tomography (CT) in Adult Ankle

- Fractures: A Narrative Review // *Cureus*. – 2025. – V. 17. – No 12. – P. e98749. DOI: 10.7759/cureus.98749.
34. Yi Y. et al. Morphological characteristics of the posterior malleolar fragment according to ankle fracture patterns: a computed tomography-based study // *BMC Musculoskelet Disord*. – 2018. – V. 19. – No 1. – P. 51. DOI: 10.1186/s12891-018-1974-1.
 35. Vacas-Sánchez E. et al. How to address the posterior malleolus in ankle fractures? A decision-making model based on the computerised tomography findings // *Int. Orthop*. – 2020. – V. 44. – No 6. – P. 1177–1185. DOI: 10.1007/s00264-020-04481-5.
 36. Carrozzo M. et al. Beyond the pillars of the ankle: A prospective randomized CT analysis of syndesmosis' injuries in Weber B and C type fractures // *Injury*. – 2018. – V. 49. – Suppl. 3. – P. S54–S60. DOI: 10.1016/j.injury.2018.10.005.
 37. Kumar A. et al. Effect of CT on management plan in malleolar ankle fractures // *Foot Ankle Int*. – 2018. – V. 39. – No 1. – P. 59–66. DOI: 10.1177/1071100717732746.
 38. Donken C.C.M.A. et al. Twenty-one-year follow-up of supination-external rotation type II-IV (OTA type B) ankle fractures: a retrospective cohort study // *J. Orthop. Trauma*. – 2012. – V. 26. – No 8. – P. e108–e114. DOI: 10.1097/BOT.0b013e31822c4ea5.
 39. Comadoll S. et al. Preoperative CT scan is not associated with shorter surgical time or improved patient outcomes for trimalleolar ankle fractures // *Iowa Orthop. J*. – 2024. – V. 44. – No 1. – P. 173–177.
 40. Kocan J. et al. Computed tomography scans and fixation rates for trimalleolar ankle fractures over 10 years at a level 1 trauma center // *Foot Ankle Orthop*. – 2024. – V. 9. – No 1. – P. 24730114231216984. DOI: 10.1177/24730114231216984.
 41. Xiong S.K. et al. Radiographic diagnosis of distal fibula avulsion fractures: comparison of ankle X-ray and three-dimensional reconstruction of CT // *Beijing Da Xue Xue Bao. Yi Xue Ban*. – 2023. – V. 55. – No 1. – P. 156–159. DOI: 10.19723/j.issn.1671-167X.2023.01.024.
 42. Anazor F. et al. Computed tomography scan architectural measurements in adult foot and ankle surgery: a narrative review for orthopaedic trainees // *Cureus*. – 2022. – V. 14. – No 11. – P. e32039. DOI: 10.7759/cureus.32039.
 43. Badillo K. et al. Multidetector CT evaluation of calcaneal fractures // *Radiographics*. – 2011. – V. 31. – No 1. – P. 81–92. DOI: 10.1148/rg.311105036.
 44. Ashkani-Esfahani S. et al. Detection of ankle fractures using deep learning algorithms // *Foot Ankle Surg*. – 2022. – V. 28. – No 8. – P. 1259–1265. DOI: 10.1016/j.fas.2022.05.005.
 45. Kim J-H. et al. Detecting ankle fractures in plain radiographs using deep learning with accurately labeled datasets aided by computed tomography: a retrospective observational study // *Applied Sciences*. – 2021. – V. 11. – No 19. – P. 8791. DOI: 10.3390/app11198791.
 46. Bäcker H.C. et al. Weightbearing radiography and MRI findings in ankle fractures // *Foot Ankle Spec*. – 2021. – V. 14. – No 6. – P. 489–495. DOI: 10.1177/1938640020921571.
 47. Ямщиков О.Н. и др. Эффективность современных методов визуализации консолидации переломов костей (обзор литературы) // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. – 2024. – № 4. – С. 20–34. [Yamshchikov O.N. et al. Efficiency of modern methods for visualization of bone fracture consolidation (literature review) // *News of Higher Education Institutions. Volga Region. Medical Sciences*. – 2024. – No 4. – P. 20–34. In Russian]. DOI: 10.21685/2072-3032-2024-4-2.
 48. Иванков А.П. и др. Роль высокоразрешающей магнитно-резонансной томографии на разных стадиях субхондрального перелома недостаточности в коленном суставе // *Радиология – практика*. – 2022. – № 2. – С. 24–32. [Ivanov A.P. et al. The role of high-resolution magnetic resonance imaging at various stages of subchondral insufficiency fracture in the knee joint // *Radiology-Practice*. – 2022. – No 2. – P. 24–32. In Russian]. DOI: 10.52560/2713-0118-2022-2-24-32.
 49. Altomare D. et al. Evidence-based treatment choices for acute lateral ankle sprain: a comprehensive systematic review // *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci*. – 2022. – V. 26. – No 6. – P. 1876–1884. DOI: 10.26355/eurev_202203_28333.
 50. Труфанов Г.Е. и др. Алгоритмы лучевой диагностики при острой травме голеностопного сустава // *Альманах клинической медицины*. – 2023. – Т. 51. – № 5. – С. 301–313. [Trufanov G.E. et al. Algorithms of radiation diagnostics in acute injury of the ankle joint // *Almanac of Clinical Medicine*. – 2023. – V. 51. – No 5. – P. 301–313. In Russian]. DOI: 10.18786/2072-0505-2023-51-030.
 51. Sofka C.M. Technical considerations: best practices for MR imaging of the foot and ankle // *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am*. – 2017. – V. 25. – No 1. – P. 1–10. DOI: 10.1016/j.mric.2016.08.001.
 52. Chun D.I. et al. Diagnostic accuracy of radiologic methods for ankle syndesmosis injury: a systematic review and meta-analysis // *J. Clin. Med*. – 2019. – V. 8. – No 7. – P. 968. DOI: 10.3390/jcm8070968.
 53. Tan D.W. et al. Accuracy of magnetic resonance imaging in diagnosing lateral ankle ligament injuries: a comparative study with surgical findings and timings of scans // *Asia Pac. J. Sports Med. Arthrosc. Rehabil. Technol*. – 2016. – V. 7. – P. 15–20. DOI: 10.1016/j.asmart.2016.09.003.
 54. Ng N. et al. Which test is the best? An updated literature review of imaging modalities for acute ankle diastasis injuries // *J. Med. Radiat. Sci*. – 2022. – V. 69. – No 3. – P. 382–393. DOI: 10.1002/jmrs.589.
 55. Hattori S. et al. Role of ultrasound in evaluating ligament injuries around the ankle: a narrative review // *Diagnostics (Basel)*. – 2025. – V. 15. – No 3. – P. 392. DOI: 10.3390/diagnostics15030392.
 56. Van Leeuwen C.A.T. et al. The value of radiologic diagnostics in evaluating deltoid integrity in isolated type B ankle fractures: a systematic review of the literature // *Arch. Orthop. Trauma Surg*. – 2022. – V. 142. – No 7. – P. 1523–1530. DOI: 10.1007/s00402-021-03850-y.