

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений и условных обозначений	4
Участники издания	5
Ключевые позиции	6
Общие представления о нозологии	8
Код по Международной классификации болезней 10-го пересмотра	9
История	9
Классификации	11
Нозологический профиль и факторы риска	16
Этиология	16
Эпидемиология	16
Факторы риска	21
Патогенез, патоморфогенез	24
Локализация стрессовых повреждений костной ткани	25
Протоколы и методы лечения по условиям оказания медицинской помощи	30
Диагностика	30
Дифференциальная диагностика	50
Лечение стрессовых повреждений костной ткани	60
Основные принципы	60
POLICE-терапия	64
Физиотерапевтическое лечение	67
Лекарственные субстанции и фармаконутриенты, используемые при лечении стрессовых повреждений костной ткани	70
Оперативное лечение стрессовых повреждений костной ткани	83
Сроки лечения стрессовых повреждений костной ткани	86
Физическая активность как важный компонент лечения и профилактики рецидивов стрессовых повреждений костной ткани	88
Приложения	91
Кейсы	91
Литература	120

ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О НОЗОЛОГИИ

Стрессовые повреждения костной ткани (СПКТ) — это целый спектр состояний, включающий в себя и изолированную локальную периостальную реакцию, и выраженное поражение кости с повреждением кортикального слоя.

Существует множество названий этого состояния, наиболее распространенным из которых являются «стрессовый перелом» и «усталостный перелом», впервые описанные Hartley и Henshen и Asal в 30–40-х годах XX в.

Необходимо различать «стрессовую реакцию» костной ткани, сопровождающуюся соответствующими анамнезом и клинической картиной и визуализирующуюся только при магнитно-резонансной томографии (МРТ) или радиоизотопной сцинтиграфии (РС), и «стрессовый перелом» (СП), который сопровождается, помимо указанных выше признаков, повреждением кортикального слоя кости и визуализируется при рентгенографии и/или мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ).



Стрессовые повреждения костной ткани включают в себя стрессовую реакцию и стрессовый перелом. Не каждая стрессовая реакция заканчивается переломом, но каждый стрессовый перелом происходит на фоне стрессовой реакции.

Учитывая, что стрессовый перелом является логичным завершением стрессовой реакции при продолжающейся нагрузке, во избежание терминологической путаницы можно

использовать термин «стрессовые повреждения костной ткани», в которых стрессовый перелом является крайней стадией стрессовой реакции.

КОД ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ БОЛЕЗНЕЙ 10-ГО ПЕРЕСМОТРА

M84.3 — стрессовые переломы, не классифицированные в других рубриках.

ИСТОРИЯ

Вероятнее всего, впервые стрессовые переломы костей были описаны Breithaupt, который в 1855 г. обратил внимание на возникновение болезненной отечности в тыле стопы у прусских солдат после длительных пеших переходов [1]. При этом



Рис. 1. Не всегда хорошее функциональное состояние на фоне длительной маршевой подготовки в сочетании с неудобной обувью, твердой и неровной поверхностью являлись основными предрасполагающими факторами развития стрессовых переломов среди военнослужащих. Особенно часто они встречались у новобранцев, у которых к перечисленным выше факторам риска добавлялось резкое увеличение физической нагрузки после начала службы в армии



Рис. 2. Рентгеновский аппарат, конец XIX в. Рентгенография на протяжении многих десятилетий была единственным методом диагностики стрессовых переломов

диагноз оставался только клиническим ввиду отсутствия инструментальных методов диагностики.

Первое рентгенологическое подтверждение стрессового перелома было получено Stechow в 1897 г., и затем на протяжении более 100 лет именно рентгенография была основным методом их диагностики [2].

Практически до 80-х годов XX в. лечением стрессовых переломов в основном занимались военные врачи, так как наиболее часто этот вид патологии встречался среди военнослужащих.

Однако с развитием массового спорта они стали часто встречаться и в общей популяции.

В 1980-е годы женщины получили официальную возможность принимать участие в забегах на марафонскую дистанцию, что привлекло в бег на длинные дистанции миллионы женщин разного возраста и веса.

В современной истории первым большим стартом, в котором приняли участие женщины, были летние Олимпийские игры 1948 г. В них участвовали 385 спортсменов.

В 1984 г. в программу Олимпийских игр впервые вошла марафонская дистанция, на которой с результатом 2:24:52 первой из 50 участниц финишировала Джоан Бенуа Самуэльсон.

В настоящее время женщины принимают участие во всех видах спорта, входящих в программу Олимпиад, а общее количество участниц на Играх в Рио-де-Жанейро составило 5089 тыс. (45% от общего числа участников).

Доля женщин в одних из самых сложных соревнований в мире — триатлоне серии Ironman (3,8 км плавание в открытой воде, 180 км на велосипеде и 42 км бегом) с 2002 по 2015 г. составила 19,6% (69 060 участниц). А в самом старом в мире ультрамарафоне на 100 км (100 km Lauf Biel) с 1956 по 2019 г. количество женщин составило 7750 человек (8% от общего числа участников).

При этом первое описание стрессового повреждения диафиза бедренной кости у атлета было опубликовано Pirker еще в 1934 г., а в 1956 г. был издан первый обзор по переломам малоберцовой кости.

КЛАССИФИКАЦИИ

Существует несколько десятков классификаций СПКТ, основывающихся на данных инструментальных методов (МРТ, МСКТ и рентгенографии), локализации повреждений и прогнозировании возможных исходов лечения.

По степени риска распространения, смещения, задержки или отсутствия консолидации

Важное клиническое значение имеет классификация в зависимости от степени риска распространения перелома: СП с «низким риском» распространения, смещения и замедленной консолидации и СП с «высоким риском», имеющие большую вероятность распространения, смещения и замедленной консолидации (рис. 3, см. цветную вклейку) [3, 4].

Такое разделение чаще всего связано с особенностями кровоснабжения той или иной анатомической области — именно поэтому, например, переломы передней и задней полуокружности

большеберцовой кости относятся к разным группам и соответственно могут обуславливать разную лечебную тактику.

- СПКТ «низкого риска»: задняя полуокружность большеберцовой кости, бедренная и малоберцовая кости, 2–4-я плюсневые и пяточная кости, медиальный отдел шейки бедра.

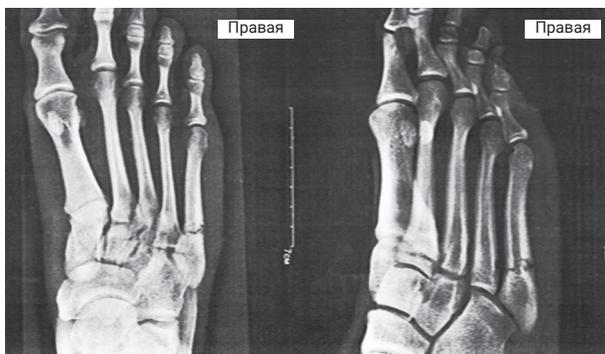


Рис. 4. Рентгенограмма стопы профессионального футболиста 19 лет через несколько часов после внезапного появления выраженного болевого синдрома в проекции наружного края тыла стопы при прямолинейном беге средней интенсивности во время футбольного матча



Рис. 5. Рентгенограмма этой же стопы через 50 дней после начала консервативного лечения с использованием обогащенной тромбоцитами плазмы через 3 дня после возобновления регулярной тренировочной деятельности (контрольный снимок на фоне полного клинического благополучия)

- СПКТ «высокого риска»: 5-я плюсовая, таранная, сесамовидная и ладьевидная кости, латеральный отдел шейки бедра, передняя полуокружность большеберцовой кости, надколенник.

На основании классификации по степени риска уже на первом этапе лечения можно обоснованно выбрать тактику лечения. Лечение СПКТ «высокого риска» IV степени у спортсменов с большой вероятностью должно быть подвергнуто оперативному лечению. Классическим примером могут являться переломы 5-й плюсовой кости у футболистов, которые чаще всего лечатся оперативно — во избежание замедленной консолидации и, соответственно, удлинения сроков лечения.

В то же время у российских спортивных врачей имеется опыт консервативного лечения СПКТ IV степени этой локализации в группе профессиональных футболистов с использованием обогащенной тромбоцитами плазмы, которое обеспечивает максимально быстрое возвращение к регулярной тренировочной деятельности в течение 45–60 дней [119].

По степени вовлечения кортикального слоя

- Завершенный стрессовый перелом (СПКТ IV степени).
- Незавершенный стрессовый перелом (СПКТ I– III степени).

Если повреждены два кортикальных слоя, то диагностируется стрессовый перелом со смещением или без смещения.

По данным инструментальных исследований

В настоящее время специалистами во всем мире наиболее часто применяются классификации СПКТ, основанные на данных, полученных при выполнении магнитно-резонансной томографии, которая позволяет выявить стрессовое повреждение уже на самой ранней стадии его развития [5–7].

Также применяются классификации, в основе которых лежат изменения, выявленные при выполнении рентгенографии или мультиспиральной компьютерной томографии,

но необходимо помнить, что отчетливая визуализация СПКТ при их выполнении чаще всего возможна только при сформировавшемся «законченном» стрессовом переломе.

Таблица 1. Классификации стрессовых повреждений костной ткани на основании данных магнитно-резонансной томографии, предложенные Arendt et al., Fredericson et al. и Nattiv et al

Степень повреждения	Arendt et al.	Fredericson et al.	Nattiv et al.
I степень	Изменение сигнала на STIR	Периостальный отек — костный мозг нормальный	Отек костного мозга или периостальный отек на T2; на T1 — норма
II степень	Изменение сигнала на STIR и T2	Периостальный отек и отек костного мозга — изменения только на T2	Отек костного мозга или периостальный отек — изменения на T2
III степень	Изменение сигнала на STIR, T2 и T1 — при этом линия перелома отсутствует	Периостальный отек и отек костного мозга — изменения на T2 и T1 — линия перелома отсутствует	Отек костного мозга или периостальный отек — на T2 и T1
IV степень	Изменение сигнала на STIR, T2 и T1 — присутствует линия перелома	Периостальный отек и отек костного мозга — изменения на STIR, T2 и T1 — линия перелома	Отек костного мозга или периостальный отек — на T2 и T1 и присутствует линия перелома на T2 или T1

Для СПКТ некоторых локализаций есть собственные классификации, основанные на выявленных при исследовании изменениях.

Например, классификация переломов ладьевидной кости, предложенная Saxena et al., или переломов 5-й плюсневой кости, предложенная Torg et al.

В классификации Torg et al. для 5-й плюсневой кости степень повреждения определяется на основании рентгенографии, и уже I степень сопровождается нарушением целостности кортикального слоя [121].

Таким образом, I степень СП по классификации Torg et al. соответствует IV степеням повреждения по классификациям Arendt et al. и Fredericson et al.

Классификация переломов ладьевидной кости на основании данных мультиспиральной компьютерной томографии и возможные варианты лечения в зависимости от типа повреждения [Saxena et al.]

- **Тип I:** линия перелома в дорсальном кортикальном слое: консервативное лечение или открытая репозиция с внутренней фиксацией у спортсменов.
- **Тип II:** линия перелома распространяется на тело ладьевидной кости: консервативное лечение или открытая репозиция с внутренней фиксацией у физически активных пациентов и спортсменов.
- **Тип III:** линия перелома распространяется до второго кортикального слоя (подошвенного, медиального или латерального): чаще всего открытая репозиция с внутренней фиксацией.

Показания для открытой репозиции с внутренней фиксацией и, возможно, с применением костного трансплантата:

- А = аваскулярный некроз (чаще всего наблюдается при типе III);
- С = кистозная дегенерация (чаще всего наблюдается при типе I);
- S = склероз линии перелома (чаще всего наблюдается при травмах II типа) [120].

НОЗОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ И ФАКТОРЫ РИСКА

ЭТИОЛОГИЯ

СПКТ связаны с «усталостью» кости вследствие длительно повторяющихся субмаксимальных нагрузок на определенную анатомическую область. Именно поэтому у представителей различных видов спорта их локализация различается.

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

СПКТ являются относительно редкими травмами в общей популяции, однако частота их возникновения в различных группах профессиональных спортсменов может достигать 20–30% от общего количества травм.

До 20% пациентов зарубежных клиник спортивной медицины получают лечение именно в связи с этой патологией.

Среди спортсменов наибольший риск развития СПКТ имеется у бегуний на длинные дистанции — в этой выборке спортсменов, по данным ряда авторов, их частота может превышать 30%.

Женщины-спортсменки более подвержены развитию СПКТ — подобные повреждения встречаются у них в 1,5–3,5 раза чаще, чем у мужчин, что, вероятнее всего, связано с частым наличием у них одного или нескольких компонентов триады: нарушения питания и менструальной функции, а также снижением плотности костной ткани. В настоящее время триаду рассматривают в качестве составной части «синдрома относительного

дефицита энергии в спорте» (relative energy deficiency in sport, RED-S), который встречается достаточно часто, но осведомленность о котором у тренеров, врачей и спортсменов недостаточна.



Рис. 6. Знаменитая американская бегунья на средние дистанции Эмма Кобурн перенесла стрессовый перелом крестцовой кости, но вернулась к регулярным тренировкам и на прежний уровень и неоднократно становилась призером крупнейших международных соревнований



Рис. 7. Шэнон Флэнаган в апреле 2017 г. пропустила из-за стрессового перелома крестцовой кости старейший в мире Бостонский марафон, а уже в ноябре того же года стала победительницей марафона в Нью-Йорке, одного из самых престижных в мире. У Эмели Инфелд дважды были стрессовые переломы крестцовой кости, и через год после второго она стала бронзовым призером чемпионата мира на дистанции 10 000 м

Данная проблема особенно актуальна среди представителей легкой атлетики, фигурного катания и гимнастики, для которых сравнительно небольшой вес является важнейшим фактором успешных выступлений. В связи с этим в этих группах спортсменов часто встречаются расстройства пищевого поведения, что может приводить в том числе к снижению плотности костей и развитию СПКТ.

«Синдром относительного дефицита энергии в спорте» (relative energy deficiency in sport, RED-S) является самой частой причиной развития так называемой триады женщин-спортсменок, которая включает в себя недостаточное потребление энергии с нарушением питания или без него, менструальную дисфункцию и снижение минеральной плотности костной ткани. В тяжелых случаях развиваются клинические расстройства пищевого поведения, аменорея и остеопороз. Эти состояния носят обратимый характер, но требуется проведение адекватной терапии, длительность которой может составлять 12 мес и более. Несмотря на то что для коррекции нарушений менструального цикла часто используют заместительную гормональную терапию, в основе лечения этого состояния лежат нефармакологические средства и методы, такие как изменение рациона питания в сторону увеличения его калорийности и модификация тренировочной нагрузки. Важную роль в уменьшении распространенности менструальной дисфункции как компонента триады женщин-спортсменок играет повышение информированности врачей, тренеров и самих спортсменок и внедрение в практику методов скрининга и профилактики этой патологии.

Лидерами среди видов спорта, наиболее предрасполагающих к возникновению СПКТ, являются легкая атлетика, различные виды гимнастики, бейсбол, гребля и баскетбол. Среди взрослых легкоатлетов количество этих повреждений может превышать 20%.

Чаще всего эти травмы встречаются у спортсменов младше 25 лет, и они могут развиваться у спортсменов любого уровня: от любителя пробежек по выходным до олимпийских чемпионов [9].

В лучшей баскетбольной лиге мира NBA в период 2005–2015 гг. были диагностированы 76 случаев СП у 75 игроков (средний возраст $25,4 \pm 4,1$ года). В 55% случаев эти повреждения локализовались в стопе, и почти в половине случаев они манифестировали в течение первых 6 нед сезона. Более 40% игроков, имевших повреждение 5-й плюсневой кости, не смогли вернуться на прежний спортивный уровень. При этом баскетболисты, перенесшие оперативное лечение, имели лучшие отдаленные результаты и чаще возвращались на прежний уровень независимо от типа повреждения [10].

В то же время в футболе (соккере) — самом популярном виде спорта в мире — стрессовые переломы встречаются относительно редко — они составляют только 0,5% от общего количества пропущенного из-за травм времени у футболистов высокого класса, причем около 80% подобных повреждений приходится на долю 5-й плюсневой кости. В элитных европейских футбольных командах подобная травма в среднем встречается один раз в течение трех сезонов и чаще встречается у молодых футболистов во время тренировочных предсезонных сборов, когда нагрузка на опорно-двигательный аппарат резко возрастает после периода ее снижения во время отпуска.

Одним из возможных факторов риска футболистов может быть использование ими специальной обуви (бутсы), которая создает при беге чрезмерную нагрузку на стопу преимущественно в средней ее части по сравнению с кроссовками. В связи с этим футболисты должны тщательно контролировать режим тренировок и выполнять больше беговых упражнений в кроссовках, а не бутсах. Это может помочь предотвратить стрессовые переломы 5-й плюсневой кости у профессиональных футболистов [11].

Среди американских студентов колледжей, занимающихся спортом, наиболее подверженными СПКТ были девушки и юноши, занимающиеся кроссовым бегом (по пересеченной местности) — на их долю пришлось более 10% и 5% соответственно общего количества этих повреждений, и гимнастики (более 7%).

Очень часто эти травмы могут рецидивировать. В женских хоккее с мячом, гимнастике, кроссовом беге, футболе и баскетболе количество рецидивов может достигать 27–37%.

Наиболее часто рецидивируют повреждения плюсневых костей (около 30%), костей таза, поясничного отдела позвоночника и большеберцовой кости (около 20%).

В практической работе авторов руководства в группе людей, занимающихся спортом на любительском уровне, наиболее часто СПКТ встречаются у бегунов и триатлетов, а наиболее частой локализацией являются кости голени и стопы — таких пациентов в течение года бывает не менее 50, что составляет около 20% пациентов, занимающихся этими видами спорта и посещающих клинику.

У профессиональных спортсменов, которые обращаются за медицинской помощью к авторам руководства, СПКТ чаще всего локализуются в области медиального мыщелка большеберцовой и лонной костей, а также костей плюсны.

И если в последнем случае клиническая картина очевидна и не представляет диагностических трудностей, то диагностика СПКТ большеберцовой и лонной костей представляет достаточно серьезные трудности. Часто пациентам предлагается оперативное лечение структур, располагающихся рядом (прежде всего медиальные мениски и сухожилия приводящих мышц бедра), что может приводить к значимо негативным последствиям для дальнейшей профессиональной карьеры.



Еще одной группой с чрезвычайно частой встречаемостью СПКТ являются военнослужащие, среди которых частота развития данной патологии, по данным разных авторов, может составлять 30%, достигая максимума среди новобранцев. В этой группе СПКТ также значительно чаще встречаются среди женщин.

Среди новобранцев армии США частота стрессовых переломов у мужчин и женщин составляет 79,9 случаев на 1000 призывников.

Стресс-переломы — частые травмы у военнослужащих. Было показано, что риск СПКТ зависит от расы/этнической принадлежности. Предыдущие исследования сообщают о повышенном риске СПКТ у европейцев и латиноамериканских солдат по сравнению с африканцами. Однако *Bulathsinhala et al.* показал, что европейские военнослужащие женщины не латиноамериканского происхождения подвергаются наибольшему риску развития СПКТ, солдаты латиноамериканского происхождения, американские индейцы/коренные жители Аляски и азиаты относятся к промежуточному риску, а у африканцев это риск минимален [12].



Факторы риска

СПКТ чаще встречаются у женщин-спортсменок в тех видах спорта, где важную роль играет контроль веса, что связано с частым развитием у них так называемой триады женщин-спортсменок: нарушения питания, менструального цикла и снижения плотности костной ткани, а также у армейских новобранцев, у которых сразу после призыва резко возрастает осевая нагрузка, связанная с маршевой подготовкой на твердых поверхностях и использованием неудобной обуви.

Согласно данным метаанализа *Wright et al.*, именно женский пол и перенесенные ранее СПКТ являются факторами риска, влияние которых на развитие подобных повреждений в группе спортсменов, наиболее часто подверженных подобным травмам (бегунов на длинные дистанции), доказано наиболее убедительно [13].

Среди молодых спортсменок важную роль играет и объем интенсивных тренировок: каждый дополнительный час таких тренировок в течение недели достоверно увеличивает риск СПКТ в этой группе [14].

В то же время количество факторов риска развития СПКТ гораздо больше, и среди них важную роль играют и такие,

казалось бы, неочевидные на первый взгляд параметры, как недостаточное количество сна и светлый цвет кожи.

В израильской армии на протяжении десятилетий ведется системная работа по профилактике СПКТ у военнослужащих. Врачами применялись различные стратегии, но большинство из них не показало необходимой эффективности. Например, модификация обуви, использование ортезов и профилактический прием бисфосфонатов не смогли снизить частоту стрессовых повреждений.

И только внедрение в практику сна длительностью не менее 6 ч и сокращение кумулятивного эффекта маршевой подготовки позволило снизить частоту СПКТ на 62% (с 30,8% до 11,6%) и снизить их тяжесть по сравнению с показателями прошлых десятилетий [15].

Снижение плотности костной ткани считается значимым фактором риска развития СПКТ, поэтому ее предотвращение за счет полноценного питания и приема витамина D и кальция можно считать одним из важнейших профилактических мероприятий [16].

Однако в большинстве случаев развития СПКТ в группе спортсменов или молодых физически активных людей значимых изменений плотности костной ткани может не выявляться.

К основным факторам риска СПКТ у спортсменов относят:

- женский пол;
- стрессовые повреждения костной ткани в анамнезе;
- дефицит витамина D и кальция;
- этническую принадлежность;
- прием нестероидных противовоспалительных препаратов, глюкокортикоидов и ингибиторов протонной помпы¹;

¹ Имеются описания потенциального риска переломов у людей, длительно принимающих ингибиторы протонной помпы, широко используемые для лечения гиперацидных расстройств. Связь между использованием этих препаратов и риском перелома была обнаружена у людей среднего и пожилого возраста. Механизм влияния препаратов этой группы на минеральную плотность ткани не ясен, во всех исследованиях не были учтены другие факторы риска. Обсуждается роль нарушения всасывания микроэлементов, гипергастринемия и повышенная секреция гистамина как возможные причины такого влияния [Labenz C., Wörns M.A., Adarkwah C.C., Galle P.R., Schattenberg J.M., Kostev K. Proton pump inhibitors increase risk of bone fractures in men with cirrhosis: a population-based study. *Aliment Pharmacol Ther.* 2020;52:1042–1050. Wang L., Li M., Cao Y., et al. Proton Pump Inhibitors and the Risk for Fracture at Specific Sites: Data Mining of the

- особенности строения опорно-двигательного аппарата: полая и плоская стопа, ее гиперпронация, различная длина нижних конечностей, варусная или вальгусная деформация коленных суставов и др.;
- мышечный дисбаланс и недостаточную гибкость суставов, создающие у спортсменов неоптимальный двигательный стереотип;
- высокий индекс массы тела;
- курение сигарет;
- употребление алкоголя;
- снижение плотности костной ткани;
- неправильно подобранную обувь;
- длительную, превышающую физиологические пределы конкретного человека нагрузку;
- частую смену тренировочных покрытий;
- недостаточно хорошую функциональную подготовку;
- высокий рост;
- светлый цвет кожи;
- пониженное содержание железа и недостаток сна [17].

Часть из них относится к неустраняемым (пол, этническая принадлежность, особенности строения опорно-двигательного аппарата).

Об остальных факторах риска занимающийся спортом человек обязательно должен знать и по возможности минимизировать их влияние.

В 2017 г. в журнале *British Journal of Sports Medicine* был опубликован метаанализ, оценивающий эффективность амортизирующих стелек для профилактики различных травм опорно-двигательного аппарата.

Авторы на основании анализа 11 исследований пришли к выводу, что амортизирующие стельки не эффективны для предотвращения каких-либо травм опорно-двигательного аппарата [18].