

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS653455>

EDN: KQTZFG



Инверсионная травма голеностопного сустава и стопы у детей: связь с занятиями спортом и сопутствующей патологией (результаты анализа данных медицинской информационной системы учреждения)

А.В. Сапоговский¹, В.М. Кенис¹, О.Е. Агранович¹, С.И. Трофимова¹, И.А. Абрамов²,
Е.В. Петрова¹, А.Н. Касев¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия;

² Мурманский областной клинический многопрофильный центр, Мурманск, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Травма голеностопного сустава и стопы — наиболее распространенный вариант повреждений опорно-двигательного аппарата у детей. Механизм травмы в значительной степени определяет характер повреждений.

Цель — определение путей оптимизации диагностики и лечения инверсионной травмы голеностопного сустава и стопы у детей, ее связи с занятиями спортом и сопутствующей патологией.

Материалы и методы. Были проанализированы записи в амбулаторных картах пациентов, обращавшихся в консультативно-диагностическое отделение за 2014–2023 гг. Отобрано 1518 случаев, содержащих данные, относящиеся к травмам голеностопного сустава и стопы, из которых 111 пациентов были направлены с предварительным диагнозом «растяжение» и указанием на инверсионный механизм повреждения.

Результаты. Среди пациентов были как мальчики, так и девочки в возрастном диапазоне 10–16 лет, 1/3 из которых занимались спортом (преимущественно — игровыми и гимнастическими видами). У детей, занимавшихся спортом, повторные инверсионные травмы происходили значительно чаще, что необходимо учитывать при планировании тренировочного процесса и возвращения к занятиям спортом после травмы. Анализ частоты заболеваний и повреждений, ассоциированных с инверсионной травмой, показал, что у детей, не занимавшихся спортом, наиболее часто можно было наблюдать растяжения связок (39%), тогда как у детей, занимавшихся спортом, — переломы костей (38%).

Заключение. В данном исследовании выявлена высокая частота повреждений костей и связок при инверсионной травме у детей, а также уточнена роль занятий спортом при данной травме. Более широкое применение магнитно-резонансной томографии и ультразвукового исследования, а также совершенствование и стандартизация методик их проведения позволят расширить представления об инверсионной травме стопы и разработать более совершенные алгоритмы диагностики и лечения.

Ключевые слова: инверсионная травма стопы; растяжение связок голеностопного сустава; переломы костей стопы.

Как цитировать

Сапоговский А.В., Кенис В.М., Агранович О.Е., Трофимова С.И., Абрамов И.А., Петрова Е.В., Касев А.Н. Инверсионная травма голеностопного сустава и стопы у детей: связь с занятиями спортом и сопутствующей патологией (результаты анализа данных медицинской информационной системы учреждения) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2025. Т. 13. № 1. С. 38–48. DOI: 10.17816/PTORS653455 EDN: KQTZFG

ORIGINAL STUDY ARTICLE

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS653455>

EDN: KQTZFG

Inversion Injury of Ankle Joint and Foot in Children: Association With Sports Participation and Comorbidities (Analysis Based on Medical Information System Data)

Andrey V. Sapogovskiy¹, Vladimir M. Kenis¹, Olga E. Agranovich¹, Svetlana I. Trofimova¹, Ilya A. Abramov², Ekaterina V. Petrova¹, Aleksandr N. Kasev¹

¹ H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia;

² Murmansk Regional Clinical Multidisciplinary Center, Murmansk, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Ankle joint and foot injuries are the most common type of musculoskeletal trauma in children. Their mechanism of injury mainly determines the pattern of damage.

AIM: To optimize the diagnosis and treatment of inversion injuries of the ankle joint and foot in children and assess their association with sports participation and comorbidities.

METHODS: Outpatient medical records of patients treated at the consultative and diagnostic department between 2014 and 2023 were analyzed. Overall, 1518 cases involving ankle joint and foot injuries were determined, including 111 patients referred with a preliminary diagnosis of sprain and an inversion injury mechanism.

RESULTS: The study included boys and girls aged 10–16 years, one-third of them participated in sports, primarily team and gymnastic disciplines. Recurrent inversion injuries occurred more often in children who participated in sports, which should be considered when planning training programs and return to sport. Analysis of the incidence of injuries associated with inversion trauma showed that ligament sprains were most common in nonathlete children (39%), whereas bone fractures predominated in children who participated in sports (38%).

CONCLUSION: This study revealed a high incidence of bone and ligament injuries associated with inversion trauma in children and elucidated the contribution of sports participation to these injuries. The broader use of magnetic resonance imaging and ultrasound, along with the refinement and standardization of their protocols, improves the understanding of inversion injuries of the foot and facilitates development of more effective diagnostic and treatment algorithms.

Keywords: inversion foot injury; ankle ligament sprain; foot bone fracture.

To cite this article

Sapogovskiy AV, Kenis VM, Agranovich OE, Trofimova SI, Abramov IA, Petrova EV, Kasev AN. Inversion Injury of Ankle Joint and Foot in Children: Association With Sports Participation and Comorbidities (Analysis Based on Medical Information System Data). *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2025;13(1):38–48. DOI: 10.17816/PTORS653455 EDN: KQTZFG

ОБОСНОВАНИЕ

Травма голеностопного сустава и стопы — наиболее распространенный вариант повреждений опорно-двигательного аппарата у детей [1]. Среди спортивных травм на их долю приходится до 30% повреждений [2]. В связи с анатомо-физиологическими особенностями детского возраста существует общее представление о преимущественном повреждении костей (переломы, эпифизеолизы) по сравнению с мягкими тканями при травмах голеностопного сустава и стопы [3].

Классификация и систематизация травм опорно-двигательного аппарата, как и других патологических состояний, должны в первую очередь повышать эффективность их диагностики и лечения. Выделение определенных типов повреждений позволяет алгоритмизировать процесс принятия врачебных решений — ярким примером тому служит классификация АО (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen), основанная на клинко-рентгенологических данных и ставшая базовой в современной травматологии [4]. Однако в ряде случаев клинко-рентгенологическая диагностика повреждений может быть затруднительна для непосредственной оценки характера повреждений, особенно это касается детской практики в связи с наличием неоссифицированной хрящевой ткани, зон роста, диссоциации механической прочности костей и связок, сложности сбора подробного анамнеза и анализа жалоб. С практической точки зрения подобные сложные диагностические задачи часто возникают при спортивной и школьной травмах.

Диагностика и клиническая классификация повреждений мягких тканей еще более затруднительна. Наиболее частый вариант повреждений связок (в том числе связок стопы и голеностопного сустава) — их растяжение. На его долю приходится более 80% всех травм голеностопного сустава и стопы, а частота рецидивов достигает 80% [5].

Несмотря на кажущуюся простоту и очевидность постановки диагноза, в последние десятилетия в связи с расширением спектра визуализирующих исследований проблемы диагностики данного вида травм становятся все более очевидными. Классическая трехстепенная классификация растяжений связок предполагает преимущественно клиническую диагностику [6]. Рентгенологическое исследование главным образом направлено на исключение костных повреждений [7]. При этом истинная частота повреждений связочного аппарата у детей и подростков неизвестна, поскольку визуализирующие исследования (магнитно-резонансная томография — МРТ, ультразвуковое исследование — УЗИ) после повреждений стопы и голеностопного сустава у детей не часто используют, а в тех случаях, когда эти исследования выполняют, сложно гарантировать правильность интерпретации полученных данных. Необходимость МРТ и интерпретация ее результатов остаются предметом дискуссии, а у ультразвуковой диагностики повреждений связок, несмотря

на продемонстрированную в ряде исследований высокую точность, есть отчетливая оператор-зависимость [8]. В любом случае МРТ и УЗИ на сегодняшний день не выбирают первым методом визуализирующего обследования при травме стопы у детей.

Международная классификация болезней (МКБ) разработана в первую очередь для решения задач медицинской статистики, но в реалиях системы здравоохранения целый ряд нормативных актов, таких как клинические рекомендации, федеральные законы и ведомственные приказы, регламентирующие оказание первичной специализированной медицинской помощи, учитывают именно код заболевания или повреждения в соответствии с МКБ-10. В утвержденной в Российской Федерации версии МКБ-10 растяжение и перенапряжение связок голеностопного сустава обозначено кодом S93.4 и включает ряд уточненных диагнозов с последующей детализацией анатомических вариантов повреждения связок.

Механизм травмы в значительной степени определяет характер повреждений, и если для длинных трубчатых костей выяснение механизма травмы в меньшей степени играет роль в выборе тактики обследования и лечения, то при сложных повреждениях стопы и голеностопного сустава биомеханика повреждения — один из решающих факторов [9]. У большинства движений стопы, как при повседневной активности (ходьба, бег, подъем и спуск), так и в условиях форсированных нагрузок (спортивных, танцевальных, туристических и т. д.), многоплоскостной характер. При этом при анализе результирующих движений можно выделить два довольно типичных паттерна, которые обусловлены геометрией костей и суставов и функцией связок и мышц. Один из этих паттернов (инверсия) обеспечивает пропульсию, а другой (эверсия) — адаптацию к опоре и клиренс. Сложная анатомия человеческой стопы, разнообразие ее функций, эволюционно сформированные биомеханические закономерности движений позволяют выделить травмы, вызванные форсированными движениями в определенном направлении. К ним относят, в частности, инверсионную травму. Выделение данного варианта травмы обусловлено наблюдениями за пациентами с типичными паттернами повреждений [7]. На сегодняшний день инверсионный механизм считают наиболее распространенным механизмом травмы голеностопного сустава и стопы у детей [10], однако точного определения понятия «инверсионное повреждение» большинство исследователей не предлагают.

Терминология, описывающая движения стопы, отличается исторически сложившимся разнообразием. В исследовании, названном авторами «Жаргон движений стопы» [11], приведены результаты опроса специалистов по биомеханике, клинической анатомии и ортопедии. Из 72 ответов авторы выяснили, что термины «варус» и «вальгус» часто используют взаимозаменяемо с терминами «супинация» и «пронация», «инверсия» и «эверсия», а также «приведение» и «отведение». В основном авторы

связывают это разнообразие с множеством биомеханических теорий и концепций, применимых к стопе. Они подчеркивают наличие путаницы между инверсией/эверсией и пронацией/супинацией. Японские исследователи сделали попытку унификации терминологии описания движения стопы, особенно понятий «инверсия» и «эверсия» [12]. Они сравнили определения движения стопы, используемые Японской ассоциацией реабилитационной медицины и Японской ортопедической ассоциацией, с определениями, применяемыми Американским обществом хирургов стопы и голеностопного сустава, а также с теми, которые использует Международное общество биомеханики, для выявления совпадений и различий. В определениях Американского общества хирургов стопы и голеностопного сустава и Международного общества биомеханики инверсию и эверсию рассматривали как движения во фронтальной плоскости, тогда как в Японии этим терминам соответствуют трехплоскостные движения. Из 141 изученной авторами статьи в 92 публикациях (66%) инверсию и эверсию рассматривали как движение во фронтальной плоскости, а в четырех статьях (3%) — как трехплоскостное движение. В остальных 43 статьях (31%) определение не было уточнено. Авторы рекомендуют во избежание путаницы в терминологии уточнять определения инверсии и эверсии [13].

В публикации, представленной международной группой авторов с участием крупных детских ортопедов [14], под инверсией понимают комбинацию внутренней ротации, подошвенного сгибания и супинации, а под эверсией — комбинацию наружной ротации, дорсифлексии и пронации. Авторы настоящей статьи считают данное определение оптимальным с прикладной точки зрения, и именно оно используется в клинике авторов для описания механизма обсуждаемого вида травмы.

Целью выделения инверсионной травмы стопы у детей в практике авторов было получение дополнительной информации для оптимизации тактики диагностики и лечения. При этом в медицинской информационной системе (МИС) учреждения фиксируют не только механизм травмы, но и сопутствующую информацию, касающуюся анамнеза, результатов обследования и катамнеза пациента, что позволяет оценить соответствие терминологии, использованной при направлении пациента и первичном обследовании, с анамнезом, обстоятельствами и механизмом травмы, а также с результатами последующего обследования.

Цель — определение путей оптимизации диагностики и лечения инверсионной травмы стопы у детей, ее связи с занятиями спортом и сопутствующей патологией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для реализации цели исследования был проведен аудит данных МИС Федерального центра. Сбор информации включал идентификацию уникальных записей пациентов, относящихся к инверсионной травме стопы,

с последующим формированием базы данных и ее детального анализа. Ключевыми критериями отбора (ключевыми словами для выявления уникальных записей) стали термины, описывающие механизм травмы, позволяющие идентифицировать ее как инверсионную травму стопы.

Проанализированы записи в амбулаторных картах пациентов, обратившихся в консультативно-диагностическое отделение в 2014–2023 гг. При поиске по ключевым словам в МИС было отобрано 1518 случаев, содержащих данные о травмах стопы. Из полученных наблюдений были отсортированы записи, включающие ключевые слова «инверсионная» и «растяжение» с учетом вариантов склонения и числа ключевых слов. В результате отобрано 111 уникальных записей пациентов, которые были направлены с предварительным диагнозом «растяжение» либо обратились за вторым мнением с ранее установленным диагнозом, данные о котором были отмечены при сборе анамнеза. Из отобранных наблюдений сформировали базу данных для последующего анализа. Затем сопоставляли информацию базы данных в категориях «анамнез» (включая причину обращения, количество эпизодов травм, лечение, занятия спортом и т. д.) и «диагноз». Когда травма была связана со спортом, анализировали вид спорта, а когда ребенок, занимавшийся спортом, получал травму вне спортивного занятия, результат расценивали и анализировали в дальнейшем как не относящийся к спорту.

При анализе учитывали следующие параметры:

- возраст пациента;
- занятия спортом;
- состояния, ассоциированные с растяжением связок голеностопного сустава (заболевания и патологические состояния, выявленные после инверсионной травмы стопы у пациентов с предварительным диагнозом «растяжение связок»);
- наличие иммобилизации после получения травмы и ее длительность;
- количество повторных эпизодов инверсионных травм стопы за период наблюдения;
- наличие или отсутствие болевого синдрома при обращении;
- код заболевания по МКБ-10.

При анализе полученных данных, помимо дескриптивной статистики, были использованы непараметрические методы статистического анализа. Для выявления различий несвязанных групп применили критерий Брунера–Мунцеля, для сравнения категориальных переменных — критерий χ^2 Пирсона, вероятность ошибки установили на уровне 5%. Вероятность развития события оценивали с помощью модели логистической регрессии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Большинство детей из проанализированной выборки (77 пациентов, что соответствовало 69%) не занимались

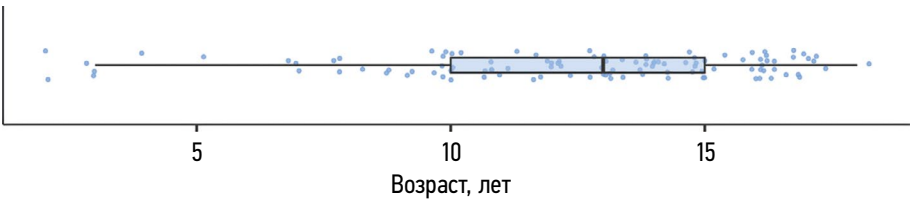


Рис. 1. Возраст пациентов с инверсионной травмой.

Таблица 1. Распределение диагнозов по Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) у пациентов

Класс МКБ	Наименование	Доля пациентов, %
M	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	60
S	Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин	23
T		11
Q	Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения	5
Z	Факторы, влияющие на состояние здоровья населения и обращения в учреждения здравоохранения	1

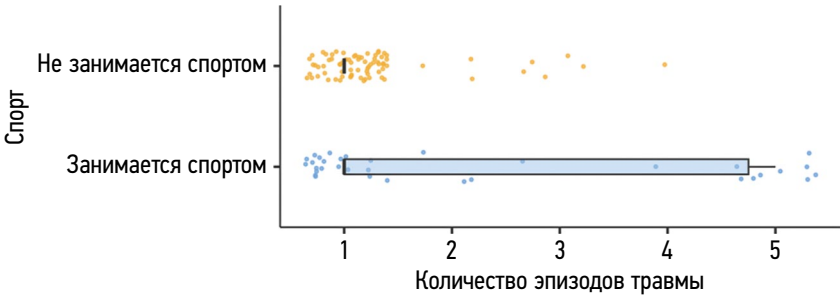


Рис. 2. Количество инверсионных травм стоп у детей, занимающихся и не занимающихся спортом.

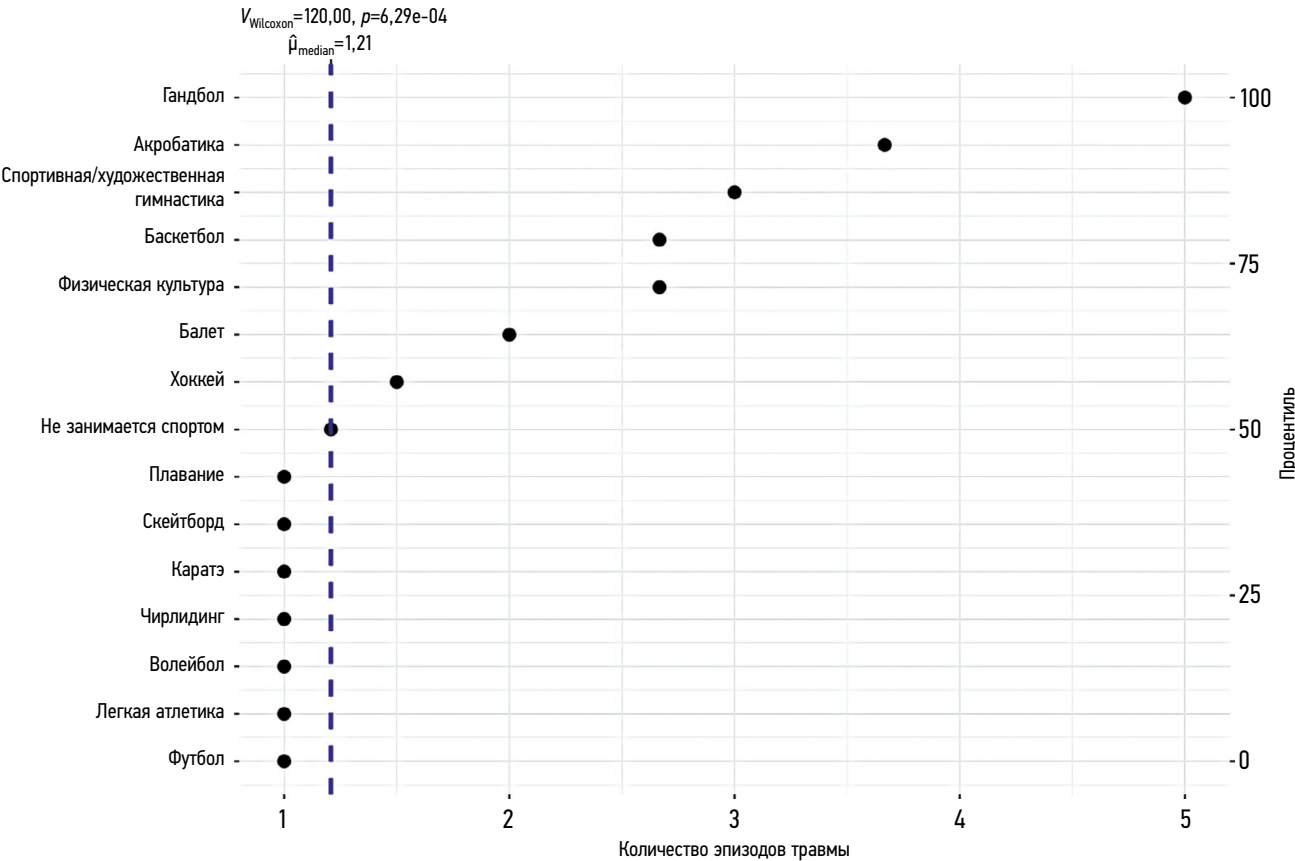


Рис. 3. Количество инверсионных травм у пациентов в зависимости от вида спорта.

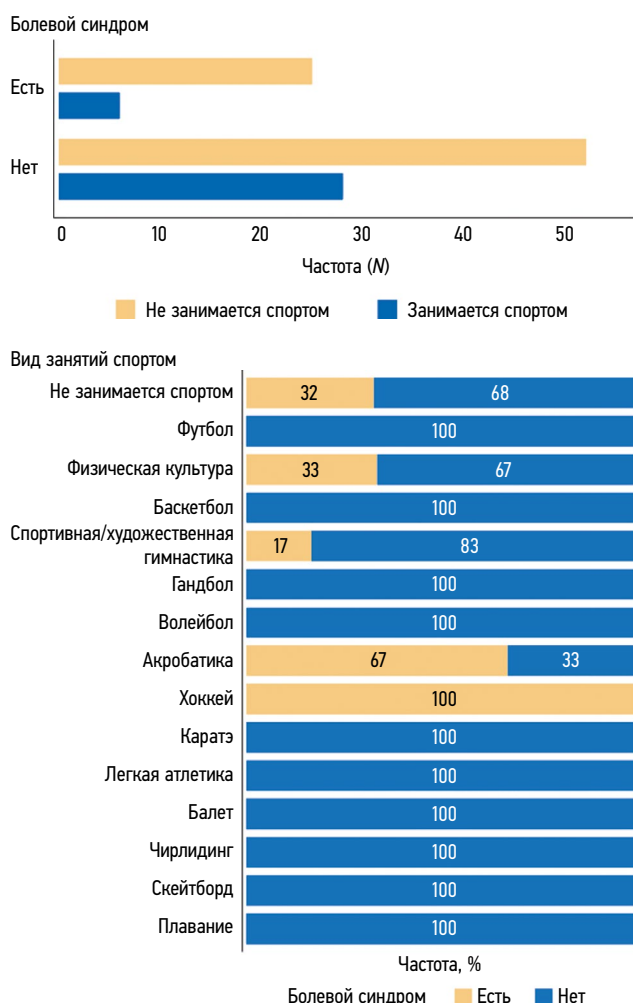


Рис. 4. Распределение пациентов по наличию болевого синдрома.

спортом. Среди пациентов с инверсионными повреждениями были дети, занимающиеся игровыми видами спорта (футбол — 5 человек, баскетбол, гандбол, занятия физкультурой в школьной команде — по 3 человека, волейбол и хоккей — по 2 человека), гимнастическими видами (спортивная и художественная гимнастика — 6 человек, акробатика — 3 человека, чирлидинг и балет — по 1 человеку), карате — 2 человека, и по 1 человеку занимались легкой атлетикой, скейтбордингом и плаванием.

Средний возраст при обращении детей, занимающихся спортом, составил 13,5 (11; 16) года, а детей, не занимающихся спортом, — 13 (10; 15) лет, статистически значимых

различий по возрасту детей, занимающихся и не занимающихся спортом, не было (рис. 1).

Как можно видеть из данных табл. 1, только у 34% пациентов при обращении были использованы коды МКБ-10, соответствующие острой травме (классы S и T — «Травмы...»), а у большинства пациентов (66%) при обращении были установлены диагнозы, соответствующие иным состояниям и заболеваниям (классы по МКБ-10 — M, T, Q, Z). Эта диссоциация будет рассмотрена в соответствующем разделе настоящего исследования.

При анализе взаимосвязи занятий спортом и количества повторных травм стопы (рис. 2) у большей части пациентов (как занимающихся, так и не занимающихся спортом) в анамнезе был отмечен только один эпизод инверсионной травмы стопы. Вместе с тем дети, занимающиеся спортом, в среднем отмечали на 1 эпизод инверсионной травмы больше (тест Бруннера–Мунцеля; 3,36; $p=0,002$), что, очевидно, связано с характером и интенсивностью нагрузок у спортсменов.

Авторы проанализировали частоту повторных эпизодов инверсионных травм у пациентов, занимающихся различными видами спорта (рис. 3).

Наиболее часто повторные инверсионные травмы стоп происходили у детей, занимавшихся такими видами спорта, как гандбол, акробатика, спортивная и художественная гимнастика. У детей, занимающихся указанными видами спорта, в анамнезе отмечено 3 инверсионные травмы стопы и более.

Распределение пациентов по наличию болевого синдрома на момент обращения приведено на рис. 4.

Несмотря на более высокую частоту болевого синдрома у детей, не занимающихся спортом, эти различия не были статистически значимы ($\chi^2=2,61$; $p=0,11$). Можно также отметить, что вид спорта значимо не влиял на наличие болевого синдрома у детей изученной группы ($\chi^2=2,02$; $p=0,15$).

При анализе характера назначений, сделанных пациентам до обращения в клинику, авторы отметили значимые различия в длительности иммобилизации у детей исследованной группы, занимающихся и не занимающихся спортом (рис. 5).

У большинства пациентов после растяжения связок голеностопного сустава не было иммобилизации (45% детей, не занимающихся спортом, и 62% детей,



Рис. 5. Тип иммобилизации после растяжения связок голеностопного сустава у детей, занимающихся (а) и не занимающихся (б) спортом.

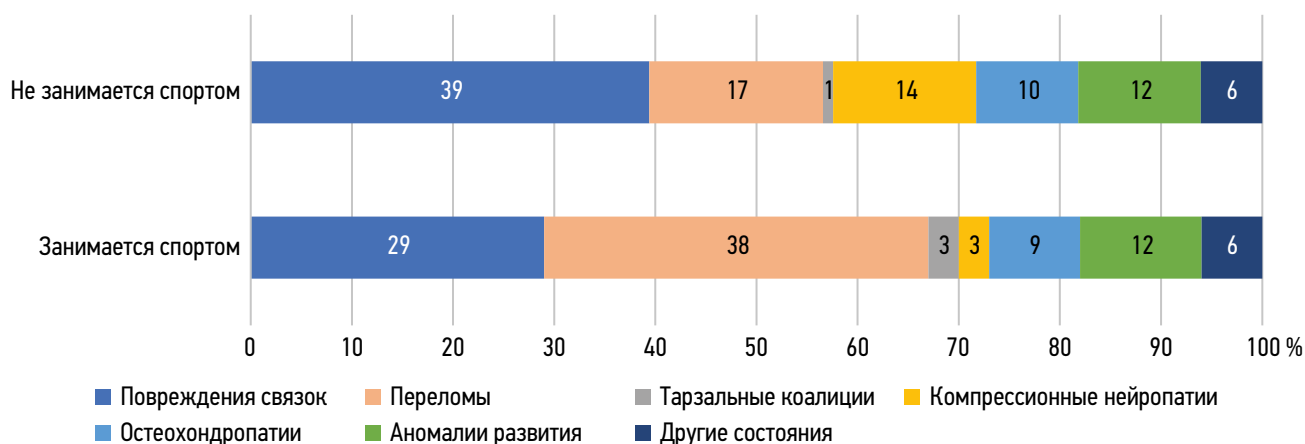


Рис. 6. Частота заболеваний и повреждений, ассоциированных с инверсионной травмой стопы.

занимающихся спортом). В случае использования иммобилизации у детей, занимающихся спортом, в большинстве случаев применяли жесткую фиксацию стопы, тогда как у детей, не занимающихся спортом, иммобилизацию жесткими и мягкими фиксаторами производили примерно в одинаковой степени (30 и 25%).

Важную информацию представляет анализ частоты последующего выявления повреждения связок, переломов, остеохондропатий, тарзальных коалиций, компрессионных нейропатий и аномалий развития. На рис. 6 приведены основные заболевания и повреждения, которые выявлены после растяжения связок голеностопного сустава (к категории «другие состояния» отнесены заболевания, не подходящие под выделенные группы: синдром кубовидной кости, задний импиджмент голеностопного сустава, сухожильный ганглий).

Как показано на рис. 6, в группе детей, занимающихся спортом, частота переломов была в два раза выше,

чем у детей, не занимающихся спортом, а повреждения связок и компрессионные нейропатии чаще сопровождали инверсионную травму у детей, не занимающихся спортом.

Точные значения взвешенных предельных средних вероятностей заболеваний и повреждений при инверсионной травме стопы у детей, занимающихся и не занимающихся спортом, приведены в табл. 2.

При инверсионной травме стопы и растяжении связок голеностопного сустава существует вероятность (17% для детей, не занимающихся спортом, и 38% для детей, занимающихся спортом) обнаружения перелома костей предплюсны. С вероятностью 10–11% после инверсионной травмы стопы могут быть выявлены различные варианты аномалий развития и остеохондропатии. Вероятность выявления других заболеваний по данным логистической регрессионной модели не превышала 10%.

Таблица 2. Взвешенные предельные средние показатели вероятности развития различных заболеваний у детей, занимающихся и не занимающихся спортом, после инверсионной травмы стопы

Спорт	Тип повреждения	Количество	Вероятность	SE (стандартная ошибка)
Не занимается	Повреждения связок	30	0,3896	0,0556
	Переломы	13	0,1688	0,0427
	Тарзальные коалиции	1	0,0130	0,0129
	Компрессионные нейропатии	11	0,1429	0,0399
	Остеохондропатии	8	0,1039	0,0348
	Аномалии развития	9	0,1169	0,0366
	Другие состояния	5	0,0649	0,0281
Занимается	Повреждения связок	10	0,2941	0,0781
	Переломы	13	0,3824	0,0833
	Тарзальные коалиции	1	0,0294	0,0290
	Компрессионные нейропатии	1	0,0294	0,0290
	Остеохондропатии	3	0,0883	0,0486
	Аномалии развития	4	0,1177	0,0553
	Другие состояния	2	0,0588	0,0403

ОБСУЖДЕНИЕ

Форсированные движение в направлении инверсии и эверсии могут привести к повреждению тканей, включающему, в зависимости от тяжести, переломы костей, повреждение хряща и связок, подвывихи и вывихи суставов. Повреждения, вызванные форсированной инверсией стопы, принято обобщенно называть инверсионной травмой. В англоязычной литературе данному варианту повреждений уделено достаточно большое внимание как в отношении диагностики, так в отношении лечения. В отечественной научной литературе есть лишь единичные исследования, рассматривающие инверсионные повреждения как самостоятельный вариант травмы стопы [15–17].

В клинике авторов (Центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера) в последние годы существует практика выделения инверсионной травмы стопы среди прочих повреждений. Результатом выделения данного механизма травмы стал типичный алгоритм обследования, включающий сбор анамнеза, проведение клинического и визуализирующего исследования. Выявление механизма травмы (в частности, инверсионной травмы стопы) позволяет оценить риск повреждений, спланировать обследование и лечение пациента.

Растяжение связок вследствие инверсионной травмы стопы у детей — предмет активной дискуссии. Достаточно отметить, что одно из недавних исследований (систематический обзор литературы) было названо авторами «Растяжение связок у детей и подростков — миф или реальность?» [18]. Как сообщают авторы обзора, даже спустя 20 лет исследований мнение о том, что «у детей не бывает растяжений» все еще широко распространено в профессиональном сообществе, при этом подразумевается, что у детей надкостница и связки более прочны, чем эпифиз, что должно приводить к преимущественному повреждению костей. Детям с инверсионной травмой без признаков перелома на стандартных рентгенограммах нередко априори ставят диагноз эпифизеолиза дистального отдела малоберцовой кости (перелом I типа по классификации Солтера–Харриса) [19], и несмотря на то, что на контрольных рентгенограммах отчетливые признаки костной мозоли выявляют у меньшей части пациентов, диагноз эпифизеолиза у ребенка остается в медицинских документах.

Как показало исследование авторов данной статьи, практика определения инверсионного механизма травмы голеностопного сустава и стопы на начальном этапе обследования пациентов детского возраста позволяет акцентировать внимание специалистов при планировании обследования и лечения, а также составить типичный «портрет» пациента: как мальчики, так и девочки в возрастном диапазоне 10–16 лет, 1/3 из которых занимаются спортом (преимущественно игровыми и гимнастическими видами).

Интересно, что большинство установленных пациентам изученной авторами группы диагнозов относились к болезням костно-мышечной системы (класс М по МКБ–10), а не к травмам (классы S и T). Обсуждая информативность и целесообразность популяционных исследований, основанных на поисковых запросах, которые сформированы на основе МКБ–10, приходится с большим сожалением констатировать, что статистическая классификация болезней, то есть МКБ, во многих случаях подменяет клинические классификации. В связи с тем что многие нормативные и финансовые документы (клинические рекомендации, тарифы и стандарты системы обязательного медицинского страхования, приказы, регламентирующие высокотехнологическую медицинскую помощь) привязаны к кодам МКБ–10, врачи вынуждены подстраивать свою деятельность под эти бюрократические требования, а с учетом регулярной смены нормативных и финансовых документов использование кодов МКБ–10 для ретроспективного анализа, особенно в многолетней перспективе, становится проблематичным. Эта информация существенна при планировании последующих популяционных и демографических исследований: для определения истинной частоты изучаемых повреждений, по всей видимости, недостаточно проводить поиск по ключевым кодам МКБ–10, необходим более глубокий аудит баз данных и МИС для получения объективной информации.

Как показали полученные авторами данные, у детей, занимающихся спортом, повторные инверсионные травмы происходят значительно чаще. Этот факт необходимо учитывать при планировании тренировочного процесса и возвращения к занятиям спортом после травмы, особенно у детей, занимающихся гандболом, акробатикой, спортивной и художественной гимнастикой.

У интенсивности болевого синдрома, по данным авторского исследования, нет связи со спортивными занятиями. Нельзя также не отметить довольно неожиданный факт, что среди пациентов, занимающихся спортом, фиксацию и иммобилизацию после травмы использовали значительно реже, чем у детей, не занимающихся спортом. Исходя из этого следует подчеркнуть, что корректная оценка болевого синдрома у юных спортсменов (как врачами, так и тренерами) — существенный элемент тренировочного и соревновательного процессов в детском спорте [20].

Выявление характера повреждений и наличия заболеланий, ассоциированных с растяжением связок голеностопного сустава, может изменить тактику лечения, и это важный прогностический критерий возможных функциональных ограничений [21, 22]. Анализ частоты заболеваний и повреждений, ассоциированных с инверсионной травмой, показал, что у детей, не занимающихся спортом, наиболее часто можно наблюдать растяжения связок (39%), тогда как у детей, занимающихся спортом, — переломы костей (38%). Эти данные

особенно важны в свете предшествовавшей информации относительно частоты иммобилизации после инверсионной травмы у спортсменов. Вероятно, обучение тренеров и спортивных врачей принципам иммобилизации и распространение информации о возможных последствиях инверсионной травмы позволят изменить это несоответствие и оптимизировать отдаленные результаты лечения.

Помимо собственно повреждений при инверсионной травме со сравнительно высокой вероятностью (12–14%) у детей, не занимающихся спортом, могут быть выявлены различные варианты аномалий развития и остеопороза. Данная закономерность может быть связана с отмечавшейся ранее в литературе измененной биомеханикой стопы при данных состояниях [23]. В то же время, несмотря на отмеченную в литературе связь повторных травм стопы с тарзальными коалициями [24], в авторской группе пациентов статистически значимой зависимости отмечено не было.

Обсуждая ограничения данного исследования, следует отметить, что общая частота переломов и растяжений существенно отличается в различных исследованиях, что, в частности, вызвано различием методов диагностики. УЗИ используют для диагностики повреждений связок и дифференциальной диагностики с авульсией костно-хрящевого фрагмента или периоста, а также суставного выпота, повреждения сухожилия длинной малоберцовой мышцы, разрыва межкостной мембраны, пяточно-малоберцовой связки или метафизарного перелома дистального отдела малоберцовой кости [25]. Рентгенография и УЗИ информативны при подозрении на перелом, но этих данных может быть недостаточно [26, 27], и МРТ остается наиболее точным методом диагностики.

В рамках настоящего исследования авторы не проводили аудит первичных данных визуализирующих исследований, что не позволило судить об их информативности в конкретных случаях. Кроме того, ретроспективный дизайн не позволил обеспечить унификацию протокола обследования. Тем не менее даже на основе имеющихся данных можно сделать ряд важных выводов относительно клинического течения, диагностики и лечения при инверсионных травмах стопы у детей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инверсию стопы определяют как комбинацию ее внутренней ротации, подошвенного сгибания и супинации. Форсированная инверсия голеностопного сустава и стопы может приводить к закономерным повреждениям костей и мягких тканей. Данный механизм травмы часто встречается у детей, занимающихся спортом, и может

потребовать дополнительных обследований. Целью выделения инверсионной травмы стопы у детей было получение дополнительной информации для оптимизации тактики диагностики и лечения. Авторское исследование показало высокую частоту повреждений костей и связок при инверсионной травме у детей, а также уточнило роль занятий спортом при данной травме. Более широкое применение МРТ и УЗИ, а также совершенствование и стандартизация методик их проведения позволят расширить представления врачей об инверсионной травме стопы и разработать более совершенные алгоритмы диагностики и лечения.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. *А.В. Сапоговский* — дизайн исследования, создание базы данных, сбор данных, анализ результатов, написание текста статьи; *В.М. Кенис* — анализ результатов и литературных данных, редактирование текста статьи; *О.Е. Агранович, С.И. Трофимова, И.А. Абрамов, Е.В. Петрова, А.Н. Касев* — сбор и анализ литературы, подготовка статьи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой ее части.

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Минздрава России (протокол № 24-4-4 от 23.01.2025).

Источники финансирования. Исследование выполнено в рамках государственного задания, тема НИР «Мониторинг состояния опорно-двигательного аппарата у детей, занимающихся спортом и не занимающихся спортом, на основе комплексной оценки уровня двигательной активности, клинко-визуализирующих, биомеханических параметров, а также биомаркеров состояния костной и мышечной ткани» (регистрационный номер 124020400015-5).

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Все данные, полученные в настоящем исследовании, доступны в статье.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внутренних рецензента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Beck JJ, VandenBerg C, Cruz AI, et al. Low energy, lateral ankle injuries in pediatric and adolescent patients: a systematic review of ankle sprains and nondisplaced distal fibula fractures. *J Pediatr Orthop*. 2020;40(6):283–287. doi: 10.1097/BPO.0000000000001438
2. Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, et al. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies. *Sports Med*. 2014;44(1):123–140. EDN: OEZLOK doi: 10.1007/s40279-013-0102-5
3. Podeszwa DA, Mubarak SJ. Physeal fractures of the distal tibia and fibula (Salter-Harris Type I, II, III, and IV fractures). *J Pediatr Orthop*. 2012;32(Suppl 1):S62–S68. doi: 10.1097/BPO.0b013e318254c7e5
4. Kutepov SM, Volokitina EA, Pomogaeva EV, et al. Modern classifications of fractures of the bones of the upper limb: a teaching aid for traumatologists and orthopedists. Ekaterinburg: Publishing House of Ural State Medical University; 2015. (In Russ.) EDN: UABMKA
5. Ha SC, Fong DT, Chan KM. Review of ankle inversion sprain simulators in the biomechanics laboratory. *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*. 2015;2(4):114–121. doi: 10.1016/j.asmart.2015.08.002
6. Lacerda D, Pacheco D, Rocha AT, et al. Current concept review: state of acute lateral ankle injury classification systems. *J Foot Ankle Surg*. 2023;62(1):197–203. EDN: CUHRYN doi: 10.1053/j.jfas.2022.08.005
7. Shermetaro J, Sosnoski D, Ramalingam W, et al. Management of pediatric supination-inversion ankle injuries involving distal tibia and intraepiphyseal distal fibula fractures. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*. 2024;8(5):e23.00284. EDN: KZHNZ doi: 10.5435/JAAOSGlobal-D-23-00284
8. Alves T, Dong Q, Jacobson J, et al. Normal and injured ankle ligaments on ultrasonography with magnetic resonance imaging correlation. *J Ultrasound Med*. 2019;38(2):513–528. doi: 10.1002/jum.14716
9. Aerts I, Cumps E, Verhagen E, et al. A systematic review of different jump-landing variables in relation to injuries. *J Sports Med Phys Fitness*. 2013;53(5):509–519.
10. Marsh JS, Daigneault JP. Ankle injuries in the pediatric population. *Curr Opin Pediatr*. 2000;12(1):52–60. doi: 10.1097/00008480-200002000-00011
11. Greiner TM. The jargon of pedal movements. *Foot Ankle Int*. 2007;28(1):109–125. doi: 10.3113/FAI.2007.0020
12. Doya H, Murata A, Asano Y, et al. Defining inversion/eversion of the foot: is it a triplane motion or a coronal plane motion? *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine*. 2007;44(5):286–292. doi: 10.2490/jjrmc.44.286
13. Doya H, Haraguchi N, Niki H, et al.; Ad Hoc Committee on Terminology of the Japanese Society for Surgery of the Foot. Proposed novel unified nomenclature for range of joint motion: method for measuring and recording for the ankles, feet, and toes. *J Orthop Sci*. 2010;15(4):531–539. doi: 10.1007/s00776-010-1492-y
14. Ghanem I, Massaad A, Assi A, et al. Understanding the foot's functional anatomy in physiological and pathological conditions: the calcaneopedal unit concept. *J Child Orthop*. 2019;13(2):134–146. doi: 10.1302/1863-2548.13.180022
15. Trufanov GE, Aleksandrovich VY, Menkova IS. Diagnostic algorithms for acute ankle injury imaging. *Almanac of Clinical Medicine*. 2023;51(5):301–313. EDN: DNVMGK doi: 10.18786/2072-0505-2023-51-030
16. Achkasov EE, Sereda AP, Repetyuk AD. Pero-neal tendon lesions in athletes (review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2016;22(4):146–154. EDN: ZTQBDP doi: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-146-154
17. Pashnikova IS, Pchelin IG, Trufanov GE, et al. Ankle inversion injury: the role of magnetic resonance tomography in acute period of trauma. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2012;(1):83–91. EDN: OXMSSJ
18. Rougureau G, Noailles T, Khoury GE, et al. Is lateral ankle sprain of the child and adolescent a myth or a reality? A systematic review of the literature. *Foot Ankle Surg*. 2022;28(3):294–299. EDN: DFBGRI doi: 10.1016/j.fas.2021.04.010
19. King JB. ABC of sports medicine. Management of the acutely injured joint. *BMJ*. 1994;309(6946):46–49. doi: 10.1136/bmj.309.6946.46
20. Kenis VM, Baindurashvili AG, Sapogovskiy AV, et al. Musculoskeletal injuries and pain in children involved in sports: a literature review. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2024;12(2):271–283. EDN: ANGIYY doi: 10.17816/PTORS633296
21. Kawabata S, Murata K, Iijima H, et al. Ankle instability as a prognostic factor associated with the recurrence of ankle sprain: a systematic review. *Foot (Edinb)*. 2023;54:101963. EDN: PFLDXI doi: 10.1016/j.foot.2023.101963
22. Michels F, Wastyn H, Pottel H, et al. The presence of persistent symptoms 12 months following a first lateral ankle sprain: a systematic review and meta-analysis. *Foot Ankle Surg*. 2022;28(7):817–826. EDN: ISSWON doi: 10.1016/j.fas.2021.12.002
23. Kobayashi T, Koshino Y, Miki T. Abnormalities of foot and ankle alignment in individuals with chronic ankle instability: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):683. EDN: OTNSKY doi: 10.1186/s12891-021-04537-6
24. Imade S, Takao M, Nishi H, et al. Unusual malleolar fracture of the ankle with talocalcaneal coalition treated by arthroscopy-assisted reduction and percutaneous fixation. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007;127(4):277–280. EDN: IOQPBL doi: 10.1007/s00402-006-0196-4
25. Farley FA, Kuhns L, Jacobson JA, et al. Ultrasound examination of ankle injuries in children. *J Pediatr Orthop*. 2001;21(5):604–607. doi: 10.1097/01241398-200109000-00010
26. Boutis K, Komar L, Jaramillo D, et al. Sensitivity of a clinical examination to predict need for radiography in children with ankle injuries: a prospective study. *Lancet*. 2001;358(9299):2118–2121. EDN: DPSLBB doi: 10.1016/S0140-6736(01)07218-X
27. Boutis K, Plint A, Stimec J, et al. Radiograph-negative lateral ankle injuries in children: occult growth plate fracture or Sprain? *JAMA Pediatr*. 2016;170(1):e154114. doi: 10.1001/jamapediatrics.2015.4114

ОБ АВТОРАХ

*** Сапоговский Андрей Викторович**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 196603, Санкт-Петербург,
Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68;
ORCID: 0000-0002-5762-4477;
eLibrary SPIN: 2068-2102;
e-mail: sapogovskiy@gmail.com

Кенис Владимир Маркович, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-7651-8485;
eLibrary SPIN: 5597-8832;
e-mail: kenis@mail.ru

Агранович Ольга Евгеньевна, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0002-6655-4108;
eLibrary SPIN: 4393-3694;
e-mail: olga_agranovich@yahoo.com

Трофимова Светлана Ивановна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0003-2690-7842;
eLibrary SPIN: 5833-6770;
e-mail: trofimova_sv@mail.ru

Абрамов Илья Александрович;
ORCID: 0000-0003-4653-4203;
e-mail: ia.murman@yandex.ru

Петрова Екатерина Владимировна, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-1596-3358;
eLibrary SPIN: 2492-1260;
e-mail: pet_kitten@mail.ru

Касев Александр Николаевич, аспирант;
ORCID: 0009-0006-0802-4949;
eLibrary SPIN: 6193-3610;
e-mail: an.kasev@aodkb29.ru

AUTHORS INFO

*** Andrey V. Sapogovskiy**, MD, PhD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 64–68 Parkovaya St., Pushkin,
Saint Petersburg, 196603, Russia;
ORCID: 0000-0002-5762-4477;
eLibrary SPIN: 2068-2102;
e-mail: sapogovskiy@gmail.com

Vladimir M. Kenis, MD, PhD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0002-7651-8485;
eLibrary SPIN: 5597-8832;
e-mail: kenis@mail.ru

Olga E. Agranovich, MD, PhD, Dr. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-6655-4108;
eLibrary SPIN: 4393-3694;
e-mail: olga_agranovich@yahoo.com

Svetlana I. Trofimova, MD, PhD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0003-2690-7842;
eLibrary SPIN: 5833-6770;
e-mail: trofimova_sv@mail.ru

Ilya A. Abramov, MD;
ORCID: 0000-0003-4653-4203;
e-mail: ia.murman@yandex.ru

Ekaterina V. Petrova, MD, PhD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-1596-3358;
eLibrary SPIN: 2492-1260;
e-mail: pet_kitten@mail.ru

Aleksandr N. Kasev, MD, PhD student;
ORCID: 0009-0006-0802-4949;
eLibrary SPIN: 6193-3610;
e-mail: an.kasev@aodkb29.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author