

Оригинальное исследование

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS678328>

EDN: ESAPBY



Клинико-рентгенологическая (МРТ) семиотика нестабильности надколенника у детей

С.А. Лукьянов¹, В.И. Зорин^{1,2}¹ Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера, Санкт-Петербург, Россия;² Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Под нестабильностью надколенника понимают рецидивирующие вывихи и подвывихи надколенника относительно трохлеарной вырезки бедренной кости. Данное состояние — одно из наиболее распространенных заболеваний коленного сустава у пациентов детского возраста. Костные и мягкотканые структуры действуют как стабилизаторы надколенника, и изменения в любой из них могут определять причину нестабильности. Практический интерес представляют данные магнитно-резонансной томографии по состоянию костно-хрящевых и мягкотканых структур в области пателлофemorального сочленения у детей с нестабильностью надколенника, а также их сопоставление с клинической картиной.

Цель — оценить основные особенности картины магнитно-резонансной томографии в зоне пателлофemorального сочленения у пациентов детского возраста с нестабильностью надколенника и их клинические проявления.

Материалы и методы. Проанализированы эпидемиологические, клинические данные и данные магнитно-резонансной томографии у пациентов с нестабильностью надколенника и повреждением передней крестообразной связки коленного сустава. Критериям включения в исследование соответствовали 52 пациента основной группы и 44 пациента группы сравнения с повреждением передней крестообразной связки. Статистически достоверных различий по распределению возраста выявлено не было.

Результаты. Выявлены значимые различия в группах для типа надколенника по Wiberg, наличию предчувствия вывиха и гипермобильности надколенника. Выявлены также различия у пациентов относительно латеральной инклинации и глубины трохлеарной вырезки, встречаемости клинических признаков предчувствия вывиха и гипермобильности надколенника ($p < 0,001$).

Заключение. Трохлеарная дисплазия является важным фактором, предрасполагающим к формированию нестабильности надколенника у пациентов детского возраста. В ходе проведенного исследования подтверждены статистически достоверные различия показателей, характеризующих трохлеарную дисплазию и влияние данного фактора на нестабильность надколенника у детей, включая взаимосвязь с клиническими проявлениями.

Ключевые слова: нестабильность надколенника; коленный сустав; вывих надколенника; дети; магнитно-резонансная томография.

Как цитировать

Лукьянов С.А., Зорин В.И. Клинико-рентгенологическая (МРТ) семиотика нестабильности надколенника у детей // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2025. Т. 13. № 2. С. 145–153. DOI: 10.17816/PTORS678328 EDN: ESAPBY

Original Study Article

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS678328>

EDN: ESAPBY

Clinical and MRI Features of Patellar Instability in Children

Sergey A. Lukyanov¹, Vyacheslav I. Zorin^{1,2}¹ H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia;² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Patellar instability refers to recurrent dislocations and subluxations of the patella relative to the femoral trochlear groove. This condition is one of the most common disorders of the knee joint in pediatric patients. Both bone and soft tissue structures act as stabilizers of the patella, and alterations in any of these components may contribute to patella instability. Magnetic resonance imaging (MRI) findings related to the osteochondral and soft tissue structures of the patellofemoral joint in children with patellar instability, as well as their correlation with clinical presentation, are of practical interest.

AIM: This study aimed to assess the key MRI features of the patellofemoral joint zone in pediatric patients with patellar instability and evaluate their clinical manifestations.

METHODS: Epidemiological, clinical, and MRI data were analyzed for patients with patellar instability and anterior cruciate ligament injury. The study included 52 patients in the main group and 44 patients in the comparison group with anterior cruciate ligament injury. No statistically significant differences in age distribution were observed.

RESULTS: Significant differences were identified between the groups in terms of Wiberg patellar type, presence of a patellar apprehension sign, and patellar hypermobility. Differences were also noted in the lateral inclination and depth of the trochlear groove, as well as in the frequency of clinical signs such as patellar apprehension and patellar hypermobility ($p < 0.001$).

CONCLUSION: Trochlear dysplasia is a key predisposing factor for the development of patellar instability in pediatric patients. This study confirmed statistically significant differences in the parameters characterizing trochlear dysplasia, as well as the influence of this factor on patellar instability in children, including its correlation with clinical manifestations.

Keywords: patellar instability; knee joint; patellar dislocation; children; magnetic resonance imaging.

To cite this article

Lukyanov SA, Zorin VI. Clinical and MRI Features of Patellar Instability in Children. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2025;13(2):145–153. DOI: [10.17816/PTORS678328](https://doi.org/10.17816/PTORS678328) EDN: ESAPBY

Submitted: 09.04.2025

Accepted: 05.05.2025

Published online: 23.06.2025

原创研究

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS678328>

EDN: ESAPBY

儿童髌骨不稳定的临床与MRI影像学表现

Sergey A. Lukyanov¹, Vyacheslav I. Zorin^{1,2}¹ H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia;² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

摘要

论证。髌骨不稳定是指髌骨相对于股骨滑车沟发生反复性脱位或半脱位的状态。该病是儿童膝关节最常见的疾病之一。骨性结构与软组织结构共同作为髌骨的稳定器，任一结构的改变均可能成为导致不稳定的原因。对于髌骨不稳定患儿，磁共振成像所提供的髌股关节区域骨软骨及软组织结构状态的信息具有重要的实用价值，且可与临床表现进行对照分析。

目的：评估儿童髌骨不稳定患者髌股关节区磁共振成像的主要表现及其临床特征。

材料与方法。分析髌骨不稳定患者与前交叉韧带损伤患者的流行病学资料、临床数据及磁共振成像结果。共有52例主组患儿和44例前交叉韧带损伤的对照组患儿符合纳入标准。年龄分布无统计学显著差异。

结果。在Wiberg髌骨类型、脱位预感和髌骨过度活动度方面，各组之间存在显著差异。在患者的股骨滑车外侧倾斜角度、滑车窝深度以及脱位预感和髌骨过度活动度等临床表现方面也观察到统计学显著差异 ($p < 0.001$)。

结论。股骨滑车发育不良是促使儿童患者出现髌骨不稳定的重要因素。本研究证实，表征股骨滑车发育不良的指标在儿童髌骨不稳定中具有统计学显著差异，且该因素与临床表现之间存在相关性。

关键词：髌骨不稳定；膝关节；髌骨脱位；儿童；磁共振成像。

引用本文

Lukyanov SA, Zorin VI. 儿童髌骨不稳定的临床与MRI影像学表现. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2025;13(2):145–153. DOI: 10.17816/PTORS678328 EDN: ESAPBY

收到: 09.04.2025

接受: 05.05.2025

发布日期: 23.06.2025

ОБОСНОВАНИЕ

Под нестабильностью надколенника понимают рецидивирующие вывихи и подвывихи надколенника относительно трохлеарной вырезки бедренной кости. Это состояние, которое при неправильном лечении может привести к значительным ограничениям физической активности и увеличить риск развития остеоартрита пателлофemorального сочленения [1, 2].

Общая заболеваемость среди пациентов детского возраста составляет 2,8 случаев на 100 000 детей в год, а пик приходится на возраст 10–17 лет, достигая 50 случаев на 100 000 в данной возрастной категории [3–5].

Клинические проявления нестабильности надколенника чаще регистрируют на фоне физической нагрузки, во время занятий спортом, составляя до 60% первичных вывихов. Существует небольшая группа пациентов с привычным вывихом надколенника, которые отмечают наличие эпизодов нестабильности во время обычной деятельности [6].

После консервативного лечения однократного эпизода преходящего вывиха надколенника до 50% пациентов продолжают испытывать боль в переднем отделе коленного сустава. У пациентов, получающих консервативное лечение, частота повторного вывиха надколенника колеблется от 15 до 44% [4]. После второго вывиха повторные эпизоды регистрируются у 50% больных. Еще значимые факторы, определяющие вероятность формирования рецидивирующей нестабильности: возраст, вариант первоначального лечения, анатомические факторы [7].

Костные и мягкотканые структуры действуют как стабилизаторы надколенника, и изменения в любой из них могут предрасполагать надколенник к вывиху. К ведущим предрасполагающим факторам формирования нестабильности относят *patella alta*, трохлеарную дисплазию, *genu valgum* [8].

Магнитно-резонансную томографию (МРТ) считают эталонным методом рентгенологической диагностики суставов и поражений мягких тканей. Высокое разрешение обеспечивает превосходную многоплоскостную визуализацию и дифференциацию мягких тканей, костных структур, суставного хряща, мышц, связок и сухожилий. Более того, отсутствие негативного воздействия ионизирующего излучения делает МРТ методом выбора для оценки травм в педиатрической популяции [9]. Практический интерес представляют данные МРТ по состоянию костно-хрящевых и мягкотканых структур в области пателлофemorального сочленения, у детей с нестабильностью надколенника, а также их сопоставление с клинической картиной.

Цель — оценить основные особенности МРТ-картины в зоне пателлофemorального сочленения у пациентов детского возраста с нестабильностью надколенника и их клинические проявления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы эпидемиологические, клинические данные и данные МРТ у пациентов с нестабильностью надколенника и повреждением передней крестообразной связки (ПКС) коленного сустава, госпитализированных для хирургического лечения в ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России в период 2022–2024 гг.

Дизайн исследования: нерандомизированное, ретроспективное, описательное, моноцентровое.

Первичный элемент статистической совокупности (единица наблюдения) — пациент с нестабильностью надколенника (основная группа исследования). Пациент детского возраста с повреждениями капсулярно-связочного аппарата коленного сустава (группа сравнения).

Критерии включения в исследование:

- возраст 12–17 лет;
- наличие нестабильности надколенника (основная группа), повреждения капсулярно-связочного аппарата коленного сустава (группа сравнения);
- наличие данных клинического и лучевого обследования.

Критерии исключения:

- в ходе обследования в клинике не выявлена нестабильность надколенника для основной группы и повреждения ПКС для группы сравнения;
- наличие системной патологии и врожденных пороков развития конечности.

Пациенты с повреждениями ПКС были выбраны как контрольная группа — так, данная группа проходила схожее предоперационное обследование с пациентами контрольной группы. МРТ было использовано в соответствии с клиническими рекомендациями, разработанными Ассоциацией травматологов-ортопедов России [10].

В ходе исследования при анализе МРТ учитывали данные, характеризующие дисплазию пателлофemorального сочленения: тип надколенника по Wiberg, индексы Insall–Salvati и Caton–Deschamps, латеральную инклинацию трохлеарной вырезки, асимметрию фасеток, глубину трохлеарной вырезки, TT–TG, надколенниково-трохлеарный индекс. Из признаков, характеризующих последствие перелома-вывиха надколенника, были проанализированы наличие перелома медиального края надколенника, а также наличие свободных остеохондральных тел в полости коленного сустава. Из клинических признаков были проанализированы наличие предчувствия вывиха надколенника, гипермобильность надколенника.

МРТ выполняли на томографе Philips «Ingenia Edition X» с напряженностью магнитного поля 3,0 Тл. Протокол исследования включал в себя протонно-взвешенные импульсные последовательности с подавлением сигнала от жировой ткани, T1-взвешенные изображения, T2-взвешенные изображения в сагиттальной, аксиальной и коронарной проекциях, с толщиной срезов в 3 мм.

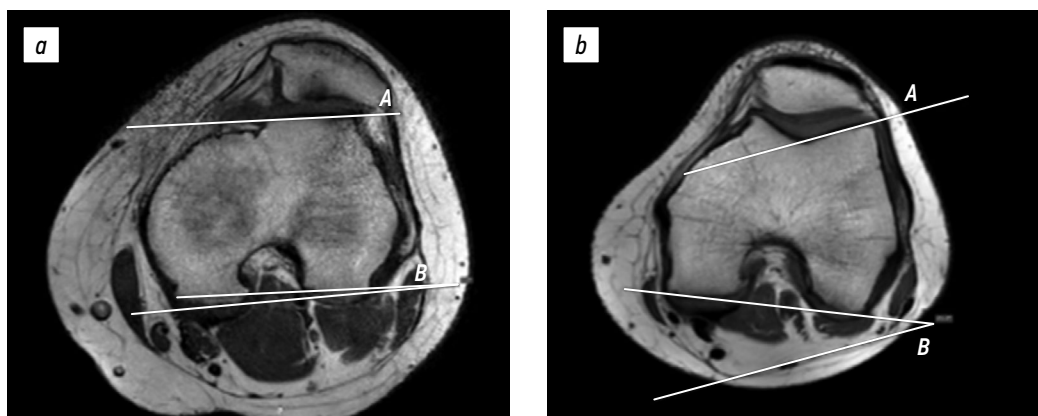


Рис. 1. Наружная инклинация трохлеарной вырезки по данным магнитно-резонансной томографии: *a* — у пациентки 15 лет с нестабильностью надколенника (1,2°); *b* — у пациентки 17 лет с повреждением передней крестообразной связки (21°); *A* — линия касательная к наружной фасетке; *B* — линия касательная к заднему краю мыщелков бедра.

По классификации, предложенной G. Wiberg, размеры фасеток надколенника подразделяют на три типа в зависимости от их относительного медиального и латерального размеров. Первоначально классификацию Wiberg применяли для рентгенографии, но в настоящее время используют в других методах [5]. В ходе выполнения исследования и оценки результатов придерживались принятой методики, согласно которой выделяют три типа по Wiberg. Согласно литературным данным, эти типы по частоте встречаемости распределяют так: тип 1 — 10%, тип 2 — 65%, тип 3 — 25%. При надколеннике 1-го типа медиальная и латеральная грани надколенника одинаковы по размеру и обе вогнуты; при надколеннике 2-го типа медиальная грань надколенника короче латеральной, и обе грани вогнуты; при надколеннике 3-го типа медиальная грань намного короче латеральной и выпуклая [8, 11].

Боковой наклон трохлеарной вырезки определяли по первому аксиальному изображению, на котором присутствовал суставной хрящ. Латеральная инклинация соответствует углу между боковым краем надмыщелков бедренной кости и задним краем бедренной кости. Линию, проходящую по касательной к субхондральной кости

задней поверхности двух мыщелков бедренной кости, пересекали с линией, проходящей по касательной к субхондральной кости латеральной поверхности трохлеарной вырезки. При угле наклона менее 11° диагностируют трохлеарную дисплазию (рис. 1) [12].

Морфологию асимметрии фасеток трохлеарной вырезки оценивали на аксиальных изображениях МРТ без жироподавления на первом срезе, на котором присутствовал суставной хрящ. Асимметрия трохлеарной вырезки была измерена как отношение медиальной поверхности к латеральной. Чтобы рассчитать асимметрию фасеток, измеряли длины медиальной фасетки (*M*) и латеральной фасетки (*L*), длину медиальной фасетки делили на длину латеральной фасетки и выражали в процентах ($M/L \times 100\%$). При наличии дисплазии показательным считали соотношение сторон трохлеарной вырезки ниже 40% (рис. 2) [13].

Используя аксиальные срезы, определяли также глубину трохлеарной вырезки, расчет выполняли по формуле $([A+B/2]-C)$, приведенной С.W. Pfitzmann и соавт. [14]. Путем измерения максимального переднезаднего расстояния между медиальным и латеральным мыщелками бедренной кости до субхондральной кости трохлеарной

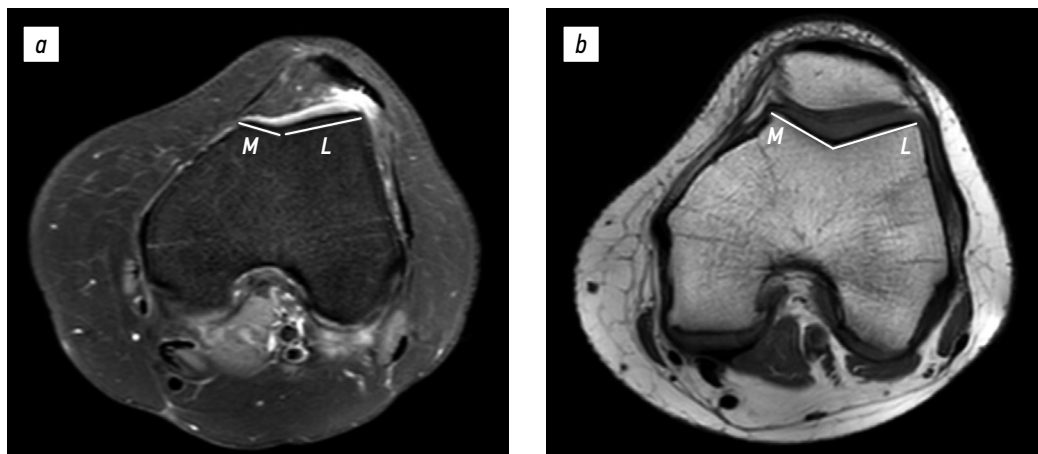


Рис. 2. Индекс асимметрии фасеток по данным магнитно-резонансной томографии: *a* — у пациентки 16 лет с нестабильностью надколенника (33%); *b* — у пациентки 17 лет с повреждением передней крестообразной связки (75%); *M* — длина медиальной фасетки; *L* — длина латеральной фасетки.

вырезки были определены расстояния А и В в латеральном и медиальном отделах. Расстояние С — это минимальное переднезаднее расстояние между самой глубокой точкой трохлеарной вырезки и линией, параллельной задним контурам мыщелков бедренной кости (рис. 3).

При определении расстояния ТТ–ТГ измеряют расстояние от трохлеарной вырезки до бугристости большеберцовой кости. У пациентов с тяжелой формой дисплазии пателлофemorального сочленения измерение расстояния между бугристостью большеберцовой кости и самой глубокой частью трохлеарной вырезки менее точно, поскольку трудно определить ее глубину. Расстояние менее 15 мм между бугристостью большеберцовой кости и самой глубокой частью трохлеарной вырезки — это норма, расстояние от 15 до 20 мм — пограничный диапазон, а расстояние более 20 мм указывает на выраженную латерализацию бугристости большеберцовой кости [13, 15].

Кроме того, были также проанализированы индексы Insall–Salvati и Caton–Deschamps. В соответствии с индексом Insall–Salvati определяют отношение длины сухожилия надколенника (А) к длине надколенника (В) — A/B . Индекс Caton–Deschamps основан на измерении длины суставной поверхности надколенника (В) и расстояния от нижнего края суставной поверхности до плато большеберцовой кости (А) — A/B . Индекс Insall–Salvati считают нормальным при значениях 0,8–1,2, тогда как нормальный диапазон Caton–Deschamps — 0,6–1,3 [16].

По данным МРТ выявляли наличие свободных остеохондральных тел и наличие данных о последствии перелома медиального края надколенника. Был также проанализирован надколенниково-трохлеарный индекс. В боковой проекции измеряли высоту суставной поверхности надколенника (В) и часть суставной поверхности трохлеарной вырезки, сочленяющейся с суставной

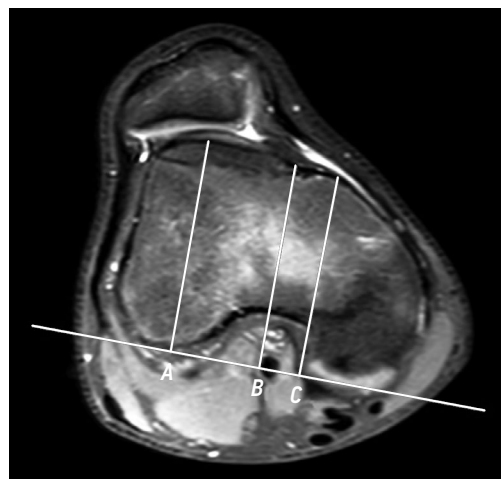


Рис. 3. Измерение глубины трохлеарной вырезки по данным магнитно-резонансной томографии у пациентки 16 лет с нестабильностью надколенника: А — максимальное переднезаднее расстояние между мыщелками бедра и латеральной фасеткой; В — максимальное переднезаднее расстояние между мыщелками бедра и наиболее глубокой частью трохлеарной вырезки; С — максимальное переднезаднее расстояние между мыщелками бедра и медиальной фасеткой.

поверхностью надколенника (А). Вычисляли посредством $A/B \times 100\%$ нормальный средний показатель, по данным литературы менее 12,5% (рис. 4) [17].

Наличие «предчувствия вывиха надколенника» оценивали при сгибании коленного сустава до 20° и приложении латеральной нагрузки к надколеннику, воспроизводя траекторию надколенника при наружном вывихе. При появлении предчувствия вывиха отмечали его наличие, при отсутствии — регистрировали отрицательный результат диагностического теста.

При оценке гипермобильности надколенника в положении полного разгибания в коленном суставе смещали надколенник наружу, при смещении на $1/3$ поперечника

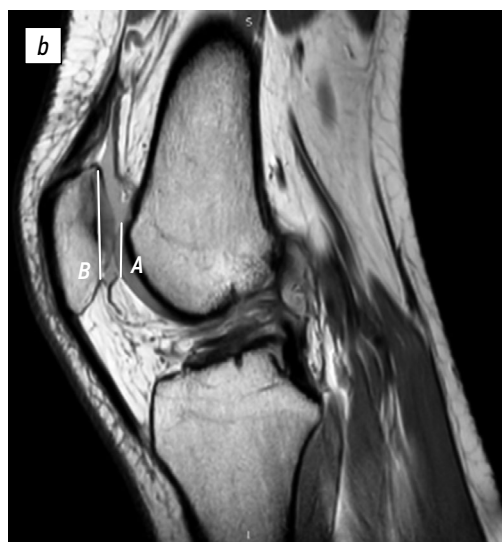


Рис. 4. Трохлеарно-надколенниковый индекс по данным магнитно-резонансной томографии: а — пациентка 16 лет с нестабильностью надколенника. Значение трохлеарно-надколенникового индекса 11,4%; б — пациент 15 лет с повреждением передней крестообразной связки. Значение трохлеарно-надколенникового индекса 39,1%. А — длина суставной поверхности трохлеарной вырезки, сочленяющейся с суставной поверхностью надколенника; В — длина суставной поверхности надколенника (высота надколенника).

Таблица 1. Описательная статистика количественных переменных в зависимости от группы (Me [Q₁; Q₃])

Показатели	Основная группа	Группа сравнения	p
Возраст, лет	15,00 [14,00; 16,25]	16,00 [14,00; 16,00]	0,399
IS	1,70 [1,35; 1,80]	1,00 [1,00; 1,10]	<0,001
CD	1,30 [0,97; 1,40]	1,10 [1,00; 1,10]	<0,001
Латеральная инклинация, град.	12,00 [9,80; 12,00]	16,00 [14,00; 17,00]	<0,001
Асимметрия фасеток, %	33,00 [33,00; 38,00]	46,00 [43,75; 48,00]	<0,001
Глубина трохлеарной вырезки, мм	2,70 [2,60; 3,40]	4,00 [3,00; 5,00]	<0,001
ТТ–ТГ, мм	17,00 [16,00; 18,00]	16,00 [15,00; 17,00]	<0,001
НТИ, %	1,20 [1,17; 1,20]	1,60 [1,50; 1,70]	<0,001

Примечание. Me — медиана, [Q₁; Q₃] — нижний и верхний квартили; IS — индекс Insall–Salvati; CD — индекс Caton–Deschamps; ТТ–ТГ — расстояние между трохлеарной вырезкой и бугристостью, большеберцовой кости; НТИ — надколенниково-трохлеарный индекс.

и более регистрировали диагностический признак как положительный.

Статистический анализ выполняли с использованием программы StatTech v. 4.8.0 (разработчик — ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова–Смирнова (при числе исследуемых более 50). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей [Q₁; Q₃]. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого было отлично от нормального, выполняли с помощью U-критерия Манна–Уитни. Для оценки дискриминационной способности количественных признаков при прогнозировании определенного исхода применяли метод анализа ROC-кривых. Разделяющее значение количественного

признака в точке cut-off определяли по наивысшему значению индекса Юдена.

Критериям включения в исследования соответствовали 52 пациента основной группы и 44 пациента группы сравнения. Статистически достоверных различий по распределению возраста обнаружено не было. Для прочих количественных переменных выявлены статистически значимые различия, которые отражены в табл. 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При проведении статистического анализа значимые различия выявлены для типа надколенника по Wiberg, наличие предчувствия вывиха и гипермобильности надколенника. Переломы надколенника и остеохондральные тела отсутствовали у пациентов группы сравнения, в связи с чем статистический анализ признаков не осуществляли. Данные описательной статистики приведены в табл. 2.

Таблица 2. Описательная статистика категориальных переменных в зависимости от группы

Показатели	Категории	Основная группа	Группа сравнения	p
Пол, абс. (%)	Мальчик	33 (63,5)	29 (65,9)	0,803
	Девочка	19 (36,5)	15 (34,1)	
Локализация, абс. (%)	Правый	23 (44,2)	0 (0)	—
	Левый	16 (30,8)	0 (0)	
	Двухсторонняя	13 (25,0)	0 (0)	
Тип по Wiberg, абс. (%)	1-й тип	5 (9,6)	42 (95,5)	<0,001*
	2-й тип	14 (26,9)	2 (4,5)	
	3-й тип	33 (63,5)	0 (0,0)	
Предчувствие вывиха, абс. (%)	Нет	12 (23,1)	44 (100,0)	<0,001*
	Да	40 (76,9)	0 (0,0)	
Гипермобильность, абс. (%)	Нет	6 (11,5)	38 (86,4)	<0,001*
	Да	46 (88,5)	6 (13,6)	
ПМК, абс. (%)	Нет	42 (80,8)	0 (0)	—
	Да	10 (19,2)	0 (0)	
ОТ, абс. (%)	Нет	47 (90,4)	0 (0)	—
	да	5 (9,6)	0 (0)	

Примечание. ПМК — перелом медиального края надколенника; ОТ — остеохондральные тела; *различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

Наиболее часто встречаемый тип надколенника по Wiberg у пациентов с нестабильностью надколенника — 3-й тип, $n=33$ (63,5%), у пациентов с повреждением ПКС — 1-й тип, $n=42$ (95,5%), $p < 0,001$.

При статистическом анализе выявлены значимые различия у пациентов относительно латеральной инклинации и встречаемости клинических признаков предчувствия вывиха и гипермобильности надколенника. Для пациентов с переломами медиального края надколенника и остеохондральными телами подобных различий выявлено не было (табл. 3).

При анализе чувствительности и специфичности показателя латеральной инклинации было выявлено, что данный показатель — значимый предиктор для формирования предчувствия вывиха надколенника,

его гипермобильности и наличия внутрисуставных остеохондральных тел ($p < 0,01$).

Кроме того, анализ показал значимые различия глубины трохлеарной вырезки и встречаемости клинических признаков предчувствия вывиха, гипермобильности надколенника. Для пациентов с переломами медиального края надколенника и остеохондральными телами подобных различий выявлено не было. Данные приведены в табл. 4.

При проведении анализа чувствительности и специфичности глубины трохлеарной вырезки выявлено, что последняя — это значимый предиктор для формирования предчувствия вывиха надколенника и его гипермобильности ($p < 0,01$). Схожие данные получены при анализе влияния индекса асимметрии фасеток трохлеарной вырезки на клинические проявления (табл. 5).

Таблица 3. Анализ инклинации в зависимости от клинических параметров

Показатели	Категории	Инклинация, град.			p
		Me	$Q_1; Q_3$	n	
Предчувствие вывиха	Нет	15,00	13,00; 17,00	56	<0,001*
	Да	12,00	9,80; 12,00	40	
Гипермобильность	Нет	15,00	13,00; 17,00	44	<0,001*
	Да	12,00	9,80; 12,30	52	
ПМК	Нет	12,00	9,80; 12,00	42	0,693
	Да	10,40	9,80; 12,00	10	
ОТ	Нет	12,00	9,80; 12,00	47	0,031*
	Да	12,00	12,00; 17,00	5	

Примечание к табл. 3–5. Me — медиана, $[Q_1; Q_3]$ — нижний и верхний квартили; ПМК — перелом медиального края надколенника; ОТ — остеохондральные тела; *различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

Таблица 4. Глубина трохлеарной вырезки в зависимости от клинических проявлений

Показатели	Категории	Глубина трохлеарной вырезки, мм			p
		Me	$Q_1; Q_3$	n	
Предчувствие вывиха	Нет	4,00	3,00; 4,00	56	<0,001*
	Да	2,70	2,60; 3,45	40	
Гипермобильность	Нет	4,00	3,00; 4,25	44	<0,001*
	Да	2,75	2,60; 3,60	52	
ПМК	Нет	2,70	2,60; 3,36	42	0,316
	Да	3,15	2,62; 3,60	10	
ОТ	Нет	2,70	2,60; 3,50	47	0,263
	Да	2,60	2,60; 2,70	5	

Таблица 5. Сопоставление клинических проявлений и асимметрии фасеток мыщелков бедра

Показатели	Категории	Асимметрия фасеток, %			p
		Me	$Q_1; Q_3$	n	
Предчувствие вывиха	Нет	45,00	41,75; 48,00	56	<0,001*
	Да	33,50	33,00; 38,00	40	
Гипермобильность	Нет	45,50	42,75; 48,00	44	<0,001*
	Да	36,00	33,00; 41,25	52	
ПМК	Нет	33,00	33,00; 38,00	42	0,675
	Да	38,00	33,00; 38,00	10	
ОТ	Нет	33,00	33,00; 38,00	47	0,620
	Да	33,00	33,00; 48,00	5	

При проведении анализа чувствительности и специфичности показателя индекса асимметрии фасеток было выявлено, что это значимый предиктор для формирования предчувствия вывиха надколенника и его гипермобильности ($p < 0,01$).

ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведенного исследования установлено существенное различие выраженности трохлеарной дисплазии у пациентов основной и группы сравнения. Относительно *patella alta* все индексы (CD, IS, НТИ) показали себя одинакового, что позволяет использовать НТИ в одном ряду с прочими индексами. У индексов CD и IS есть ряд ограничений, связанных с особенностями нижнего полюса надколенника и собственной связки надколенника, что объясняет актуальность применения НТИ, вычисление которого не связано с анатомическими особенностями указанных выше структур.

В литературе представлены данные, указывающие, что различные типы строения надколенника по Wiberg влияют на частоту травм коленного сустава [18]. В данном исследовании Wiberg 3 определен как наиболее частый ($n=33$, 63,5%), далее по частоте идет Wiberg 2 ($n=14$, 26,9%). Полученные данные соответствуют результатам G. Djuricic и соавт. [19]. При этом трохлеарная дисплазия — одна из ведущих причин нестабильности надколенника [18].

Наиболее часто используемые параметры МРТ для определения трохлеарной дисплазии — индекс асимметрии фасеток, наружная инклинация, глубина трохлеарной вырезки [20]. Латеральная инклинация дает количественное описание дисплазии. Сообщают, что при значении ниже 11° она сочетается с вероятностью в 95% наличия нестабильности надколенника, вторичной по отношению к асимметрии трохлеарной вырезки [21], в то время как порог $<0,4$ или 40% для индекса асимметрии фасеток указывает на дисплазию трохлеарной вырезки [22].

Данные, полученные в настоящем исследовании, также свидетельствуют о важном значении трохлеарной дисплазии для формирования рецидивирующей нестабильности надколенника в связи со значимыми отличиями всех показателей в сравнении с контрольной группой. По мнению авторов, важно установить факт взаимосвязи между показателями, характеризующими трохлеарную дисплазию, и клиническими проявлениями нестабильности надколенника. Полученные результаты оценки индекса асимметрии фасеток и наружной инклинации, а также глубины трохлеарной вырезки определяют высокую вероятность формирования гипермобильности надколенника, что проявляется предчувствием вывиха. Данная взаимосвязь с клинической картиной может свидетельствовать о влиянии трохлеарной дисплазии не только на эпизоды вывихов,

но и на повреждение суставного хряща в результате патологического распределения нагрузки в пателлофemorальном сочленении. Интересной представляется оценка влияния степени трохлеарной дисплазии на функциональное состояние коленного сустава детского возраста до хирургического лечения и после в зависимости от варианта проведенного вмешательства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трохлеарная дисплазия является важным фактором, предрасполагающим к формированию нестабильности надколенника у пациентов детского возраста. В ходе проведенного исследования подтверждены статистически достоверные различия показателей, характеризующих трохлеарную дисплазию и влияние данного фактора на нестабильность надколенника у детей. Также было показано, что существует взаимосвязь между трохлеарной дисплазией и клиническими проявлениями нестабильности надколенника. Целесообразными являются дальнейшие исследования по оценке функционального состояния коленного сустава как до, так и после хирургического лечения с учетом методики хирургического лечения и лучевых характеристик.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. С.А. Лукьянов — разработка дизайна исследования, сбор и анализ данных, написание текста статьи; В.И. Зорин — разработка дизайна исследования, написание, редактирование текста статьи. Все авторы одобрили 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. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ Детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера» Минздрава России (протокол № 25-04/1 от 18.04.2025). Исследование и его протокол не регистрировали.

Согласие на публикацию. Получено согласие пациентов (их представителей) на участие в исследовании и публикацию данных.

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, клинико-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 использовались.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали внешний и внутренний рецензенты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Adachi N. Diagnosis and treatment of patellar instability. *Orthop J Sports Med.* 2024;12(10_suppl3):2325967124S00382. doi: 10.1177/2325967124S00382 EDN: MFPYIA
2. Poorman MJ, Talwar D, Sanjuan J, et al. Increasing hospital admissions for patellar instability: a national database study from 2004 to 2017. *Phys Sportsmed.* 2020;48(2):215–221. doi: 10.1080/00913847.2019.1680088
3. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, et al. Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med.* 2004;32(5):1114–1121. doi: 10.1177/0363546503260788
4. Colvin AC, West RV. Patellar instability. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90(12):2751–2762. doi: 10.2106/JBJS.H.00211
5. Jayne C, Mavrommatis S, Shah AD, et al. Risk factors and treatment rationale for patellofemoral instability in the pediatric population. *J Pediatr Orthop Soc North Am.* 2024;6:100015. doi: 10.1016/j.jposna.2024.100015 EDN: GMHSBX
6. Kapur S, Wissman RD, Robertson M, et al. Acute knee dislocation: review of an elusive entity. *Curr Probl Diagn Radiol.* 2009;38(6):237–250. doi: 10.1067/j.cpradiol.2008.06.001
7. Buchner M, Baudendistel B, Sabo D, Schmitt H. Acute traumatic primary patellar dislocation: long-term results comparing conservative and surgical treatment. *Clin J Sport Med.* 2005;15(2):62–66. doi: 10.1097/01.jsm.0000157315.10756.14
8. Meyers AB, Laor T, Sharafinski M, Zbojnickiewicz AM. Imaging assessment of patellar instability and its treatment in children and adolescents. *Pediatr Radiol.* 2016;46(5):618–636. doi: 10.1007/s00247-015-3520-8 EDN: YTKAFJ
9. Pooley RA. Fundamental Physics of MR Imaging. *RadioGraphics.* 2005;25(4):1087–1099. doi: 10.1148/rg.254055027
10. Association of Traumatologists-Orthopedists of Russia. Clinical guidelines "Patellar dislocation (adults, children)". Ministry of Health of Russia, 2024. Available from: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/657_2 (In Russ.)
11. Nacey NC, Geeslin MG, Miller GW, Pierce JL. Magnetic resonance imaging of the knee: An overview and update of conventional and state of the art imaging. *Magn Reson Imaging.* 2017;45(5):1257–1275. doi: 10.1002/jmri.25620
12. Carrillon Y, Abidi H, Dejour D, et al. Patellar instability: assessment on MR images by measuring the lateral trochlear inclination-initial experience. *Radiology.* 2000;216(2):582–585. doi: 10.1148/radiology.216.2.r00au07582
13. Diederichs G, Issever AS, Scheffler S. MR imaging of patellar instability: injury patterns and assessment of risk factors. *RadioGraphics.* 2010;30(4):961–981. doi: 10.1148/rg.304095755
14. Pfirrmann CWA, Zanetti M, Romero J, Hodler J. Femoral trochlear dysplasia: MR findings. *Radiology.* 2000;216(3):858–864. doi: 10.1148/radiology.216.3.r00se38858
15. Wilcox JJ, Snow BJ, Aoki SK, et al. Does landmark selection affect the reliability of tibial tubercle-trochlear groove measurements using MRI? *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(8):2253–2260. doi: 10.1007/s11999-012-2269-8
16. Charles MD, Haloman S, Chen L, et al. Magnetic resonance imaging-based topographical differences between control and recurrent patellofemoral instability patients. *Am J Sports Med.* 2013;41(2):374–384. doi: 10.1177/0363546512472441
17. Joseph SM, Cheng C, Solomito MJ, Pace JL. Patellar height: comparison of measurement techniques and correlation with other patho-anatomic measures of patellar instability. *Orthop J Sports Med.* 2019;7(3_suppl):2325967119S00176. doi: 10.1177/2325967119S00176
18. Trasolini NA, Serino J, Dandu N, Yanke AB. Treatment of proximal trochlear dysplasia in the setting of patellar instability: an arthroscopic technique. *Arthrosc Tech.* 2021;10(10):e2253–e2258. doi: 10.1016/j.eats.2021.05.027 EDN: RTJKWN
19. Djuricic G, Milanovic F, Ducic S, et al. Morphometric parameters and mri morphological changes of the knee and patella in physically active adolescents. *Medicina.* 2023;59(2):213. doi: 10.3390/medicina59020213 EDN: NEFFUA
20. Steensen RN, Bentley JC, Trinh TQ, et al. The prevalence and combined prevalences of anatomic factors associated with recurrent patellar dislocation: a magnetic resonance imaging study. *Am J Sports Med.* 2015;43(4):921–927. doi: 10.1177/0363546514563904
21. Joseph SM, Cheng C, Solomito MJ, Pace JL. Lateral trochlear inclination angle: measurement via a 2-image technique to reliably characterize and quantify trochlear dysplasia. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(10):2325967120958415. doi: 10.1177/2325967120958415 EDN: UMSZKS
22. Paiva M, Blønd L, Hölmich P, et al. Quality assessment of radiological measurements of trochlear dysplasia; a literature review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018;26(3):746–755. doi: 10.1007/s00167-017-4520-z EDN: WXSJYR

ОБ АВТОРАХ

* Лукьянов Сергей Андреевич, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 196603, Санкт-Петербург,
г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68;
ORCID: 0000-0002-8278-7032;
eLibrary SPIN: 3684-5167;
e-mail: Sergey.lukyanov95@yandex.ru

Зорин Вячеслав Иванович,

канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-9712-5509;
eLibrary SPIN: 4651-8232;
e-mail: zoringlu@yandex.ru

AUTHORS INFO

* **Sergey A. Lukyanov**, MD, PhD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 64–68 Parkovaya st., Pushkin,
Saint Petersburg, 196603, Russia;
ORCID: 0000-0002-8278-7032;
eLibrary SPIN: 3684-5167;
e-mail: Sergey.lukyanov95@yandex.ru

Vyacheslav I. Zorin,

MD, PhD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor;
ORCID: 0000-0002-9712-5509;
eLibrary SPIN: 4651-8232;
e-mail: zoringlu@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author