

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИВНОСТЬ МЕТОДА ПРОПРИОРЕЦЕПТИВНОЙ ОРТОДИАГНОСТИКИ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ СПОРТСМЕНОВ С ТРАВМАМИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

М.С. Касаткин¹, Д.Ю. Шестаков², И.А. Лазарева³, В.А. Заборова^{1,3}, О.Э. Апрышко¹, В.И. Пустовойт¹

¹ ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. Москва, Россия

² ГБУЗ Московский Клинический Научный Центр имени А. С. Логинова ДЗМ. Москва, Россия

³ ФГАУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет). Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Цель исследования. Оценить диагностическую информативность метода проприорецептивной ортодиагностики при травмах коленного сустава у спортсменов и определить его место в алгоритме обследования.

Материалы и методы. В проспективное исследование включены 278 спортсменов мужского пола (средний возраст 26,3±7,1 лет), специализирующихся в футболе (n=126) и хоккее с шайбой (n=152) с различными травмами коленного сустава. Всем спортсменам проводились клинический осмотр с применением стандартных тестов, фиксация стереотипных двигательных паттернов (СДП) и магнитно-резонансная томография (МРТ) коленного сустава. На основании результатов МРТ пациенты были распределены на группы в зависимости от выявленной патологии. Оценивались чувствительность, специфичность, диагностическая точность и показатели отношения правдоподобия как для традиционных тестов, так и для СДП.

Результаты. Выявлены четыре основных СДП: «симптом линии/триггерного тяжа» (42,1%), «симптом открытой ладони» (28,1%), «симптом пальца» (18,3%) и «симптом закрытой ладони» (11,5%), демонстрирующие значимую корреляцию с типом повреждения ($\chi^2=208,99$, $p<0,00001$, V Крамера=0,501). Определены специфические взаимосвязи: повреждения менисков с «симптомом линии/тяжа» (58,1-63,6%), тендинопатии и синдром илиотибиального тракта с «симптомом пальца» (85,7-88,9%), остеоартроз с «симптомом открытой ладони» (85,0%). Метод проприорецептивной ортодиагностики продемонстрировал высокую диагностическую ценность при синдроме илиотибиального тракта (AUC=0,847 против 0,549 у стандартного теста, $p<0,001$) и патологиях пателлофemorального сустава (AUC=0,719 против 0,581, $p=0,006$). Комбинированное применение стандартных тестов и анализа СДП обеспечивало статистически значимое повышение диагностической точности.

Выводы. Метод проприорецептивной ортодиагностики обладает высокой диагностической информативностью при травмах коленного сустава у спортсменов. Его применение особенно целесообразно при синдроме илиотибиального тракта, патологиях пателлофemorального сустава и повреждениях менисков, где чувствительность традиционных тестов недостаточна. Комбинированное использование стандартных тестов и анализа СДП значительно повышает точность первичной диагностики, что позволяет оптимизировать алгоритм обследования и сократить время до начала адекватной терапии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: проприорецептивная ортодиагностика, коленный сустав, спортивная травма, диагностическая точность, стереотипные двигательные паттерны, футбол, хоккей

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ: Апрышко Ольга Эдуардовна, e-mail: olga_apryshko@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Касаткин М.С., Шестаков Д.Ю., Лазарева И.А. [и др.] Диагностическая информативность метода проприорецептивной ортодиагностики при обследовании спортсменов с травмами коленного сустава. // Вестник Медицинского института непрерывного образования. — 2025. — Т. 5. — № 3. — С. 111-117. — DOI 10.36107/2782-1714_2025-5-3-111-117.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ: Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ: Данные текущего исследования можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

DIAGNOSTIC INFORMATIVENESS OF THE PROPRIORECEPTIVE ORTHODIAGNOSTIC METHOD IN THE EXAMINATION OF ATHLETES WITH KNEE JOINT INJURIES

M.S. Kasatkin¹, D.Yu. Shestakov², I.A. Lazareva³, V.A. Zaborova^{1,3}, O.E. Apryshko¹, V.I. Pustovoyt¹

¹ State Research Center, Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

² Moscow Clinical Scientific Center named after A. S. Loginov, Moscow, Russia

³ First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov (Sechenov University), Moscow, Russia

ABSTRACT

Purpose. To evaluate the diagnostic informativeness of the proprioceptive orthodiagnostics method in athletes with knee joint injuries and to determine its place in the diagnostic algorithm.

Materials and Methods. This prospective study included 278 male athletes (mean age 26.3±7.1 years) specializing in football (n=126) and ice hockey (n=152) with various knee joint injuries. All athletes underwent clinical examination using standard tests, recording of stereotypical motor patterns (SMPs), and magnetic resonance imaging (MRI) of the knee joint. Based on MRI findings, the patients were assigned to groups according to the identified pathology. Sensitivity, specificity, diagnostic accuracy, and likelihood ratios were evaluated for both traditional tests and SMPs.

Results. Four main SMPs were identified: the “line/trigger band sign” (42.1%), the “open palm sign” (28.1%), the “finger sign” (18.3%), and the “closed palm sign” (11.5%), which demonstrated a significant correlation with the type of injury ($\chi^2=208,99$, $p<0,00001$, Cramer's $V=0.501$).

Specific associations were determined: meniscal injuries with the “line/trigger band sign” (58.1-63.6%), tendinopathies and iliotibial band syndrome with the “finger sign” (85.7-88.9%), and osteoarthritis with the “open palm sign” (85.0%). The proprioceptive orthodiagnostics method demonstrated high diagnostic value for iliotibial band syndrome (AUC=0.847 vs. 0.549 for the standard test, $p<0.001$) and patellofemoral joint pathologies (AUC=0.719 vs. 0.581, $p=0.006$). The combined use of standard tests and SMP analysis provided a statistically significant increase in diagnostic accuracy.

Conclusion. The proprioceptive orthodiagnostics method has high diagnostic informativeness in knee joint injuries among athletes. Its application is particularly advisable for iliotibial band syndrome, patellofemoral joint pathologies, and meniscal injuries, where the sensitivity of traditional tests is insufficient. The combined use of standard tests and SMP analysis significantly improves the accuracy of primary diagnosis, thereby optimizing the diagnostic algorithm and reducing the time to initiation of adequate therapy.

KEYWORDS: proprioceptive orthodiagnostics, knee joint, sports injury, diagnostic accuracy, stereotypical motor patterns, football, ice hockey

CORRESPONDENCE: Olga E. Apryshko, e-mail: olga_apryshko@mail.ru

FOR CITATIONS: Kasatkin M.S., Shestakov D. Yu., Lazareva I.A., [et al.] Diagnostic Informativeness of the Proprioceptive Orthodiagnostics Method in the Examination of Athletes with Knee Joint Injuries // Bulletin of the Medical Institute of Continuing Education. — 2025. — Vol. 5, No. 3. — P. 111-117. — DOI 10.36107/2782-1714_2025-5-3-111-117

FUNDING SOURCE: The authors declare no funding for the study.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST: The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

DATA AVAILABILITY STATEMENT: Data from the current study are available upon reasonable request from the corresponding author.

ВВЕДЕНИЕ

Травмы коленного сустава занимают лидирующие позиции в структуре спортивного травматизма и представляют собой значимую медико-социальную проблему, приводящую к длительной потере трудоспособности, преждевременному завершению спортивной карьеры и развитию хронических дегенеративно-дистрофических процессов [1, 2]. По данным литературы на долю коленного сустава приходится от 27% до 33% всех спортивных травм в зависимости от вида спорта, с наиболее высокими показателями в игровых и сложнокоординационных дисциплинах [3–5].

Современная спортивная медицина располагает широким арсеналом диагностических методов для верификации повреждений коленного сустава. Клинический осмотр с применением специальных тестов остается краеугольным камнем первичной диагностики, однако его информативность зависит от опыта врача и часто ограничена в условиях острой травмы из-за болевого синдрома и защитного мышечного напряжения [6, 7]. Инструментальные методы визуализации, такие как МРТ, УЗИ и артроскопия обладают высокой диагностической точностью, но имеют свои ограничения — стоимость, доступность, инвазивность [7, 8].

В этом контексте особую значимость приобретает поиск новых доступных неинвазивных методов ранней диагностики травм коленного сустава. Перспективным направлением представляется использование проприорецептивной чувствительности пациента для уточнения локализации патологического очага [9, 10]. Проприорецепция (или «мышечно-суставное чувство») обеспечивает восприятие положения и движения тела в пространстве и тесно связана с ноцицептивной системой [11]. Способность пациента точно указать локализацию боли отражает интеграцию проприорецептивных и ноцицептивных сигналов в центральной нервной системе [12, 13].

Феномен, условно названный «проприорецептивной ортодиагностикой», интуитивно используется врачами в повседневной практике, однако до настоящего времени не был систематизирован и научно обоснован как самостоятельный диагностический метод.

Анализ литературы показывает отсутствие исследований, оценивающих диагностическую информативность оценки стереотипных двигательных паттернов, используемых пациентами для демонстрации характера и локализации боли при различных травмах коленного сустава [14].

Цель настоящего исследования — оценить диагностическую информативность метода проприорецептивной ортодиагностики при травмах коленного сустава у спортсменов и определить его место в алгоритме обследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования и характеристика выборки

Проведено проспективное одномоментное исследование с апреля 2024 г. по май 2025 г. на базе ФГБУ «ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна». Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом (протокол №112 от 18.12.2024). От всех участников получено письменное информированное согласие.

Первоначально проанализированы данные 487 спортсменов с травмами коленного сустава. После применения критериев включения и исключения в исследование вошли 278 спортсменов мужского пола (средний возраст $26,3 \pm 7,1$ лет), специализирующихся в футболе ($n=126$) и хоккее с шайбой ($n=152$).

Критерии включения: мужчины 18–35 лет; профессиональные спортсмены или спортсмены-любители (хоккеисты, футболисты) со спортивным стажем не менее 8 лет; количество тренировочных часов не менее 6 в неделю; острая травма коленного сустава или наличие острой боли (давность не более 7 суток); изолированная травма одной из структур коленного сустава.

Критерии не включения: женский пол; возраст <18 или >35 лет; спортивный стаж <8 лет; давность травмы >7 суток; сочетанная травма, затрагивающая несколько структур коленного сустава; предшествующая травма коленного сустава в течение последнего года; перенесенные операции на исследуемом коленном суставе; системные заболевания соединительной ткани; неврологические расстройства, способные повлиять на проприорецептивную функцию; противопоказания к МРТ.

На основании результатов МРТ-исследования пациенты были распределены на 9 диагностических групп: повреждение передней крестообразной связки (ПКС) (n=71); повреждение медиальной коллатеральной связки (МКС) (n=21); повреждение медиального мениска (n=44); повреждение латерального мениска (n=31); повреждение сухожилия надколенника (n=27); остеоартроз (ОА) коленного сустава (n=20); пателлофemorальный болевой синдром (ПФБС) (n=28); синдром илиотибиального тракта (n=21); хондромалиция надколенника (n=15).

Методы исследования

Всем пациентам проводилось комплексное обследование. Фиксировались данные о возрасте, росте, весе, виде спорта, спортивном стаже, уровне спортивного мастерства, обстоятельствах и механизме травмы, характере и интенсивности боли по визуально-аналоговой шкале (ВАШ).

Проводился осмотр, пальпация, оценка объема движений и стандартные клинические тесты: тест Лахмана и тест «переднего выдвижного ящика» (для оценки стабильности ПКС), тест МакМюррея и тест Тессали (для выявления повреждений менисков), тест Цоллена и оценка Q-угла (для оценки состояния пателлофemorального сочленения), тест Обера (для оценки напряжения илиотибиального тракта), тест для выявления «колена прыгуна» (для диагностики тендинопатии сухожилия надколенника). Результаты тестов регистрировались как «положительный», «отрицательный» или «сомнительный».

Для выявления и систематизации стереотипных двигательных паттернов (СДП), используемых спортсменами для невербальной индикации локализации и характера боли, применялась видеофиксация. Два независимых эксперта регистрировали повторяющиеся жесты с использованием стандартизированного чек-листа. Оценивались локализация (передняя, медиальная, латеральная, задняя, диффузная, пателлофemorальная), тип указания на область (точечное одним пальцем, охват ладонью, потирание), характер движения (резкое, плавное, прерывистое).

Магнитно-резонансная томография коленного сустава проводилась всем пациентам на высокопольных томографах (Siemens Magnetom Avanto и Philips Achieva, 1,5 Тесла) по стандартному протоколу с использованием специализированной катушки для коленного сустава. Интерпретация МРТ-изображений осуществлялась двумя независимыми врачами-рентгенологами с опытом работы не менее 10 лет. При расхождении мнений привлекался третий эксперт.

Статистический анализ

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Statistica 12.0, пакета R (версия 4.1.0) с применением библиотек tidyverse, caret, pROC и epiR. Нормальность распределения количественных признаков оценивалась с помощью критериев Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка.

Количественные признаки с нормальным распределением представлены как среднее±стандартное отклонение ($M \pm SD$). Качественные признаки представлены в виде абсолютных чисел и процентных долей (%). Для сравнения качественных признаков применялся критерий

хи-квадрат (χ^2) Пирсона или точный критерий Фишера. Для оценки взаимосвязи между категориальными переменными применялся коэффициент V Крамера.

Для оценки диагностической значимости разработанного метода (чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного и отрицательного результатов, отношения правдоподобия) применялся ROC-анализ (Receiver Operating Characteristic curve analysis) с расчетом площади под ROC-кривой (AUC — Area Under Curve).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение стереотипных двигательных паттернов при различных повреждениях коленного сустава

В качестве СДП были выбраны ранее установленные коллективом авторов паттерны: симптом линии/тяжа, симптом пальца, симптом открытой ладони и симптом закрытой ладони [14]. При оценке распределения основных СДП в зависимости от нозологической формы (табл.1) были выявлены специфические ассоциации.

При повреждении ПКС наиболее часто наблюдались «симптом открытой ладони» (39,7%), «симптом закрытой ладони» (36,8%) и «симптом линии/тяжа сверху вниз» (23,5%). Для повреждений медиального и латерального менисков был характерен «симптом линии/тяжа вдоль суставной щели» (61,4% и 58,1% соответственно). При тендинопатии сухожилия надколенника и синдроме илиотибиального тракта (СИТ) доминировал «симптом пальца» (88,9% и 85,0% соответственно).

Повреждение медиальной коллатеральной связки (МКС) ассоциировалось с комбинацией «симптома линии/тяжа сверху вниз» (47,6%), «симптома пальца» (33,3%) и «симптома закрытой ладони» (19,0%). При остеоартрозе (ОА) превалировал «симптом открытой ладони» (85,0%). Патологии пателлофemorального сустава, такие как пателлофemorальный болевой синдром (ПФБС) и хондромалиция надколенника характеризовались разнообразием СДП с преобладанием «симптома закрытой ладони» (25,0% и 40,0% соответственно) и «симптома открытой ладони» (35,7% и 33,3% соответственно).

Диагностическая точность клинических тестов и стереотипных двигательных паттернов

При повреждении ПКС стандартные тесты Лахмана и «переднего выдвижного ящика» продемонстрировали умеренную чувствительность (Se 61,8% и 63,2% соответственно) и высокую специфичность (Sp 98,6% и 99,0% соответственно). Отношение правдоподобия положительного результата (LR+) составило 44,14 и 63,20 соответственно. СДП «симптом закрытой ладони» и «симптом открытой ладони» показали более низкую чувствительность (Se 36,8% и 39,7%) при высокой специфичности (Sp 97,6% и 90,1%); LR+ составили 15,33 и 4,01.

Комбинация теста Лахмана с СДП («симптом закрытой ладони») значительно повысила чувствительность — до 77,9% при сохранении высокой специфичности (97,6%), достигая диагностической точности (Acc) 92,4% (LR+ 32,46). Модель, комбинирующая клинические тесты и СДП, имела AUC 0,902, что было статистически значимо выше, чем у модели только с клиническими тестами (AUC 0,843, $p=0,008$) (табл.2).

Таблица 1. Распределение основных стереотипных двигательных паттернов при различных повреждениях коленного сустава (в %)

Локализация повреждения	Симптом линии / тяжа вдоль суставной щели	Симптом открытой ладони	Симптом пальца	Симптом закрытой ладони	Симптом линии / тяжа сверху вниз	Симптом линии / тяжа горизонтально и выше надколенника	Симптом линии / тяжа горизонтально под надколенником
ПКС	0.0	39.7	0.0	36.8	23.5	0.0	0.0
Медиальный мениск	61.4	25.0	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Латеральный мениск	58.1	32.3	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0
ПФБС	0.0	35.7	3.6	25.0	0.0	21.4	14.3
Сухожилие надколенника	0.0	0.0	88.9	0.0	0.0	0.0	11.1
Синдром илиотибиального тракта	0.0	0.0	85.0	0.0	15.0	0.0	0.0
МКС	0.0	0.0	33.3	19.0	47.6	0.0	0.0
ОА	5.0	85.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0
Хондромалиция надколенника	0.0	33.3	0.0	40.0	0.0	13.3	13.3

Таблица 2. Сравнение логистических регрессионных моделей, использующих различные комбинации предикторов

Локализация повреждения	Модель 1 (клинические тесты)	Модель 2 (СДП)	Модель 3 (комбинированная)	p-value*
ПКС	0.843 (0.786-0.899)	0.737 (0.671-0.804)	0.902 (0.858-0.945)	0.008
Медиальный мениск	0.687 (0.596-0.777)	0.775 (0.699-0.852)	0.807 (0.735-0.879)	0.012
Латеральный мениск	0.884 (0.836-0.932)	0.749 (0.654-0.844)	0.921 (0.882-0.959)	0.023
Сухожилие надколенника	0.944 (0.904-0.985)	0.877 (0.821-0.933)	0.967 (0.939-0.995)	0.042
Синдром илиотибиального тракта	0.549 (0.453-0.644)	0.847 (0.777-0.918)	0.851 (0.781-0.922)	<0.001
ПФБС	0.581 (0.477-0.684)	0.719 (0.624-0.814)	0.757 (0.668-0.846)	0.006
Хондромалиция надколенника	0.621 (0.513-0.729)	0.694 (0.591-0.797)	0.752 (0.655-0.849)	0.041

*p-value для сравнения AUC модели 3 и модели 1 (тест ДеЛонга)

Таблица 3. Наиболее информативные комбинации тестов и стереотипных двигательных паттернов для различных патологий

Локализация повреждения	Оптимальная комбинация	Чувствительность, %	Специфичность, %	Точность, %
ПКС	Тест Лахмана/переднего выдвижного ящика+симптом закрытой ладони	77.9	97.6	92.4
Медиальный мениск	Тест Тессали+симптом линии/тяжа вдоль суставной щели	79.5	83.8	83.3
Латеральный мениск	Тест МакМюррея/Тессали+симптом линии/тяжа вдоль суставной щели	93.5	87.3	88.0
Сухожилие надколенника	Тест «колена прыгуна»+симптом пальца	96.3	99.2	98.9
Синдром илиотибиального тракта	Симптом пальца+Тест Обера	85.0	93.7	92.7
ПФБС	Тест Цоллена+симптом открытой ладони/закрытой ладони	53.6	87.0	83.6
Хондромалиция надколенника	Симптом закрытой ладони+симптом линии/тяжа горизонтально и выше надколенника	53.3	88.5	86.2

При повреждениях медиального мениска тесты МакМюррея и Тессали показали умеренную чувствительность (Se 50,0% для обоих) и специфичность (Sp 84,4% и 87,2% соответственно); LR+ 3,21 и 3,91. «Симптом линии/тяжа вдоль суставной щели» продемонстрировал более высокую Se (61,4%) и Sp (93,9%) с LR+ 10,07. Модель на основе СДП показала AUC 0,775, превосходя модель только с клиническими тестами (AUC 0,687). Комбинированная модель достигла AUC 0,807 (p=0,012 по сравнению с моделью только с клиническими тестами) (табл.2). Оптимальная комбинация (тест Тессали+«

симптом линии/тяжа вдоль суставной щели») имела Se 79,5%, Sp 83,8%, Acc 83,3% (табл.3).

При повреждениях латерального мениска тесты МакМюррея и Тессали показали высокую Se (87,1% для обоих) и Sp (89,8% и 90,2% соответственно); LR+ 8,54 и 8,89. СДП «симптом линии/тяжа вдоль суставной щели» и «симптом открытой ладони» имели более низкую Se (58,1% и 32,3%) при высокой Sp (91,4% и 87,7%); LR+ 6,76 и 2,63. Модель с клиническими тестами (AUC 0,884) превосходила модель с СДП (AUC 0,749). Комбинированная модель улучшила AUC до 0,921 (p=0,023)

(табл.2). Оптимальная комбинация (тест МакМюррея/Тессали+«симптом линии/тяжа вдоль суставной щели») имела Se 93,5%, Sp 87,3%, Acc 88,0% (табл.3).

Тест «колена прыгуна» показал Se 88,9% и Sp 100,0% (Acc 98,9%). «Симптом пальца» имел Se 88,9% и Sp 86,3% (Acc 86,5%, LR+ 6,49). Комбинированная модель продемонстрировала наивысшую AUC 0,967 ($p=0,042$ по сравнению с моделью только с клиническими тестами). Оптимальная комбинация (тест «колена прыгуна»+«симптом пальца») имела Se 96,3%, Sp 99,2%, Acc 98,9% (табл.3).

При СИТ тест Обера показал крайне низкую Se (10,0%) при высокой Sp (99,2%) (LR+ 12,50). «Симптом пальца» продемонстрировал Se 85,0% и Sp 84,3% (LR+ 5,41). Модель на основе СДП (AUC 0,847) значительно превосходила модель с клиническим тестом (AUC 0,549, $p<0,001$). Комбинированная модель имела AUC 0,851 (табл.2). Оптимальная комбинация («симптом пальца»+тест Обера) имела Se 85,0%, Sp 93,7%, Acc 92,7% (табл.3).

При ПФБС тест Цоллена имел Se 17,9% и Sp 98,4%. СДП «симптом открытой ладони» и «симптом закрытой ладони» имели Se 35,7% и 25,0% и Sp 80,6% и 86,6% соответственно. При хондромалии надколенника СДП «симптом открытой ладони» и «симптом закрытой ладони» показали Se 33,3% и 40,0% и Sp — 80,8% и 86,9% соответственно.

Комбинированные модели для ПФБС (AUC 0,757) и хондромалии (AUC 0,752) статистически значимо превосходили модели только с клиническими тестами (AUC 0,581, $p=0,006$ и AUC 0,621, $p=0,041$ соответственно) (табл.2). Оптимальные комбинации: для ПФБС (тест Цоллена+«симптом открытой ладони/закрытой ладони») — Se 53,6%, Sp 87,0%, Acc 83,6%; для хондромалии («симптом закрытой ладони»+«симптом линии/тяжа горизонтально и выше надколенника») — Se 53,3%, Sp 88,5%, Acc 86,2% (табл.3).

Диагностическая ценность СДП при отрицательных клинических тестах

Анализ пациентов с отрицательными результатами стандартных клинических тестов, но с МРТ-подтвержденным диагнозом показал следующее: при повреждениях ПКС у 23,5% (16 из 68) таких пациентов выявлялись характерные СДП. При повреждении медиального мениска у 36,4% (16 из 44) пациентов с отрицательными тестами был положителен «симптом линии/тяжа вдоль суставной щели». Для латерального мениска этот показатель составил 6,5% (2 из 31). При тендинопатии сухожилия надколенника только у 7,4% (2 из 27) пациентов с отрицательным тестом «колена прыгуна» наблюдался положительный «симптом пальца». Наибольшая ценность СДП отмечена при СИТ: у 75,0% (15 из 20) пациентов с отрицательным тестом Обера выявлялся «симптом пальца». При ПФБС у 50,0% (14 из 28) пациентов с отрицательными тестами были положительные СДП. При хондромалии надколенника — у 40,0% (6 из 15).

Настоящее исследование было направлено на оценку диагностической информативности метода проприорецептивной ортодиагностики, основанного на анализе стереотипных двигательных паттернов (СДП), используемых спортсменами для описания боли при травмах коленного сустава. Полученные результаты свидетель-

ствуют о значимой роли данного подхода в комплексной диагностике и его потенциале для повышения точности клинического обследования, особенно в случаях с низкой чувствительностью стандартных тестов.

Одним из ключевых выводов является установление специфических ассоциаций между определенными СДП и конкретными нозологическими формами. Например, «симптом линии/тяжа вдоль суставной щели» продемонстрировал высокую специфичность для поврежденных менисков, а «симптом пальца» — для тендинопатий и синдрома илиотибиального тракта. «Симптом открытой ладони» часто ассоциировался с более диффузными состояниями, такими как остеоартроз или повреждения ПКС, где боль может быть менее локализованной. Эти данные согласуются с представлениями о том, что характер и локализация боли, отражаемые пациентом через жесты, несут важную диагностическую информацию [15–17]. Способность пациента точно указать на источник боли зависит от иннервации поврежденной структуры и степени сохранности проприорецептивных путей.

Сравнение диагностической точности стандартных клинических тестов и СДП выявило их взаимодополняющий характер. В ряде случаев, например, при повреждении латерального мениска или тендинопатии сухожилия надколенника стандартные тесты (тест МакМюррея, Тессали, тест «колена прыгуна») уже обладали высокой чувствительностью и специфичностью. В этих ситуациях СДП служили, скорее, подтверждающим инструментом, хотя и не всегда приводили к кардинальному улучшению диагностических показателей при изолированном применении. Однако комбинация СДП с клиническими тестами, как правило, приводила к статистически значимому повышению общей диагностической точности, что отразилось в увеличении значений AUC для комбинированных моделей при большинстве исследованных патологий.

Наиболее ярко преимущество метода проприорецептивной ортодиагностики проявилось при патологиях, для которых стандартные клинические тесты традиционно имеют низкую чувствительность. Это, в первую очередь, синдром илиотибиального тракта, где тест Обера показал крайне низкую чувствительность (10,0%), в то время как «симптом пальца» выявлялся у 85,0% пациентов. AUC для модели на основе СДП (0,847) значительно превосходило AUC для теста Обера (0,549). Похожая ситуация наблюдалась при патологиях пателлофemorального сустава (ПФБС и хондромалия надколенника) и повреждениях медиального мениска, где включение СДП в диагностический алгоритм существенно улучшало показатели AUC.

Важным аспектом является способность СДП выявлять патологию у пациентов с отрицательными результатами стандартных клинических тестов. Как показало исследование, значительная доля пациентов (от 6,5% при повреждении латерального мениска до 75,0% при СИТ) с МРТ-подтвержденным диагнозом имела положительные СДП на фоне отрицательных клинических проб. Это подчеркивает факт, что стандартные тесты, основанные на провокации боли или выявлении нестабильности, не всегда способны уловить весь спектр патологических изменений, или могут быть затруднены из-за болевого

синдрома, мышечного спазма или недостаточной кооперации пациента. Анализ жестов, спонтанно используемых пациентом для описания своих ощущений, может предоставить более тонкую и индивидуализированную информацию.

Полученные нами данные о недостаточной чувствительности некоторых стандартных тестов (например, тестов на ПКС, теста Обера, теста Цоллена) согласуются с результатами ряда мета-анализов и систематических обзоров, указывающих на вариабельность их диагностической точности [18,19]. Это еще раз подчеркивает необходимость поиска дополнительных клинических маркеров для улучшения первичной диагностики.

Метод проприорецептивной ортодиагностики, по своей сути, является развитием и систематизацией интуитивного подхода, который многие клиницисты используют, наблюдая за невербальными сигналами пациента. Преимуществами метода являются его неинвазивность, доступность, отсутствие необходимости в специальном оборудовании и возможность применения непосредственно «у постели больного», но для его широкого внедрения требуется стандартизация методики фиксации и интерпретации СДП, а также обучение специалистов.

Следует отметить некоторые ограничения данного исследования. Во-первых, выборка состояла исключительно из спортсменов мужского пола, что может ограничивать экстраполяцию результатов на женскую популяцию или лиц, не занимающихся спортом. Во-вторых, интерпретация СДП, несмотря на усилия по стандартизации, может нести элемент субъективизма. В-третьих, исследование фокусировалось на наиболее распространенных травмах коленного сустава; для редких патологий диагностическая ценность СДП требует дальнейшего изучения.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на валидацию предложенной системы СДП на более широких и разнообразных когортах пациентов, изучение влияния остроты травмы и уровня болевого синдрома на характер СДП, а также на разработку обучающих программ для врачей по использованию метода проприорецептивной ортодиагностики. Также перспективным представляется изучение нейрофизиологических основ формирования СДП и их связи с центральными

механизмами обработки проприорецептивной и ноцицептивной информации.

Тем не менее, полученные результаты убедительно демонстрируют, что анализ стереотипных двигательных паттернов является ценным дополнением к стандартному клиническому обследованию спортсменов с травмами коленного сустава. Он позволяет повысить точность диагностики, особенно при состояниях с низкой чувствительностью традиционных тестов, и может способствовать более раннему и адекватному выбору лечебной тактики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод проприорецептивной ортодиагностики, основанный на анализе СДП, продемонстрировал значимую диагностическую информативность при обследовании спортсменов с травмами коленного сустава. Установлены специфические СДП, ассоциированные с различными видами повреждений, такие как «симптом линии/тяжа вдоль суставной щели» для менископатий и «симптом пальца» для тендинопатий и синдрома илиотибиального тракта.

Применение анализа СДП позволяет существенно повысить чувствительность диагностики ряда патологий, особенно тех, для которых стандартные клинические тесты обладают недостаточной информативностью (например, синдром илиотибиального тракта, патологии пателлофemorального сустава, повреждения медиального мениска). Комбинированное использование стандартных клинических тестов и анализа СДП обеспечивает статистически значимое повышение общей диагностической точности для большинства исследованных повреждений коленного сустава.

Метод проприорецептивной ортодиагностики является ценным инструментом в руках клинициста, позволяющим выявлять патологию даже при отрицательных результатах стандартных тестов. Включение оценки СДП в рутинный алгоритм обследования спортсменов с травмами коленного сустава может способствовать оптимизации диагностического процесса, сокращению времени до постановки точного диагноза и выбору адекватной лечебной тактики, что особенно важно в условиях спортивной медицины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самойлов А.С. и др. Медицинский Скрининг В Массовом Спорте // Лечебная Физкультура И Спортивная Медицина. — 2019. — № 1 (149). — С. 21–26.
2. Акулиничев А.И. Методология восстановления атлетов в зале после различных травм колена // Физическая Культура И Спорт. — 2024. — Т. 2. — № 2. — С. 26–33.
3. Wall C. et al. Acute sport-related knee injuries // Aust. J. Gen. Pract. — 2023. — Т. 52. — № 11. — P. 761–766.
4. Perkins C.A., Willimon S.C. Multiligament Knee Injuries in Young Athletes // Clin. Sports Med. — 2022. — Т. 41. — № 4. — P. 611–625.
5. Тимошенков В.В., Титов С.А. Реабилитация хоккеистов после травмы коленного сустава: современные подходы и эффективные методики. Уральский государственный педагогический университет. — 2024. — С. 370–374.
6. Островский А.Б., Норина С.В. Информативность инструментальных методов диагностики остеоартроза коленных суставов // Здоровоохранение Дальнего Востока. — 2004. — № 1 (9). — С. 8–11.
7. Trunz L.M., Morrison W.B. MRI of the Knee Meniscus // Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am. — 2022. — Т. 30. — № 2. — P. 307–324.
8. Ямщиков О.Н. и др. Мрт-Диагностика И Артроскопия При Травмах Мениска Коленного Сустава: Рациональность Инвазивного Вмешательства // Госпитальная Медицина Наука И Практика. — 2024. — Т. 7. — № 5. — С. 29–36.
9. Хлабошина В.Н. и др. Хроническая боль и функциональные нарушения после артроскопических операций по поводу травмы коленного сустава // Современная Ревматология. — 2023. — Т. 17. — № 1. — С. 64–69.
10. Argoff C.E. Central Neuropathic Pain // Contin. Minneap. Minn. — 2024. — Т. 30. — № 5. — С. 1381–1396.

11. Meeus M., Nijs J. Central sensitization: a biopsychosocial explanation for chronic widespread pain in patients with fibromyalgia and chronic fatigue syndrome // Clin. Rheumatol. — 2007. — Т. 26. — № 4. — P. 465–473.
12. Carmody S. et al. Knee pain and function in retired male intercounty GAA players: an exploratory study // Ir. J. Med. Sci. — 2025. — Т. 194. — № 1. — P. 147–155.
13. Everhart J.S. et al. Pain perception and coping strategies influence early outcomes following knee surgery in athletes // J. Sci. Med. Sport. — 2020. — Т. 23. — № 1. — С. 100–104.
14. Касаткин М.С. База данных методов ортодиагностики пациентов с травмами и заболеваниями опорно-двигательного аппарата.
15. Карева Н.А. Баланс-Тренинг Для Развития Проприоцепции У Футболистов В Восстановительном Периоде После Травм И Операций На Нижних Конечностях // Современные Вопросы Биомедицины. — 2021. — Т. 5. — № 4 (17).
16. Ager A.L. et al. Effects of elastic kinesiology taping on shoulder proprioception: a systematic review // Braz. J. Phys. Ther. — 2023. — Vol. 27. — № 3. — P. 100514.
17. Courtney C.A. et al. Enhanced proprioceptive acuity at the knee in the competitive athlete // J. Orthop. Sports Phys. Ther. — 2013. — Т. 43. — № 6. — P. 422–426.
18. Décarý S. et al. Diagnostic validity of physical examination tests for common knee disorders: An overview of systematic reviews and meta-analysis // Phys. Ther. Sport. — 2017. — Т. 23. — С. 143–155.
19. Sokal P.A. et al. The diagnostic accuracy of clinical tests for anterior cruciate ligament tears are comparable but the Lachman test has been previously overestimated: a systematic review and meta-analysis // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. — 2022. — Т. 30. — № 10. — P. 3287–3303.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Касаткин Михаил Сергеевич — старший научный сотрудник лаборатории больших данных и прецизионной восстановительной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, ORCID: 0009-0003-9383-410X, eLIBRARY SPIN-код: 1395-3246, AuthorID: 957464.

Шестаков Дмитрий Юрьевич — к.м.н., заведующий отделением ортопедии и сложной травмы ГБУЗ Московский Клинический Научный Центр имени А. С. Логинова ДЗМ, ORCID: 0000-0002-6271-3108.

Лазарева Ирина Адольфовна — к.м.н., доцент кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), ORCID: 0000-0001-8378-2762, eLIBRARY SPIN-код: 1410-1297, AuthorID: 364304.

Заборова Виктория Александровна — д.м.н., доцент, старший научный сотрудник лаборатории больших данных и прецизионной восстановительной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; профессор кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), ORCID: 0000-0002-1448-3942, eLIBRARY SPIN-код: 5969-8486, AuthorID: 683150.

Апрышко Ольга Эдуардовна — научный сотрудник лаборатории больших данных и прецизионной восстановительной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, ORCID: 0009-0001-3885-1551, eLIBRARY SPIN-код: 9635-4776.

Пустовойт Василий Игоревич — д.м.н., руководитель отдела клинической и радиационной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, ORCID: 0000-0003-3396-5813, eLIBRARY SPIN-код: 2079-1027, AuthorID: 1025973

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Касаткин М.С., Апрышко О.Э. — сбор материала, обобщение данных

Шестаков Д.Ю. — концепция и дизайн исследования, анализ и систематизация данных

Лазарева И.А., Заборова В.А. — анализ литературы, сбор и обработка материала, редактирование статьи

Пустовойт В.И. — формирование стратегии научной работы, написание и корректировка итоговой редакции текста статьи

ИНФОРМИРОВАННОЕ СОГЛАСИЕ НА ПУБЛИКАЦИЮ: авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных и фотографий.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ: Авторы заявляют, что все процедуры, описанные в данной статье, соответствуют этическим стандартам учреждений, проводивших исследование, и соответствуют Хельсинкской декларации в редакции 2024 г. Протокол исследования одобрен Локальным этическим комитетом ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, протокол № 112 от 18 декабря 2024 г.

ПОСТУПИЛА: 06.06.2025

ПРИНЯТА ПОСЛЕ РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ: 26.07.2025

ОПУБЛИКОВАНА: 22.09.2025