

DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-2-1077

УДК 616-031.38



Научная статья

## ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ВИТАМИНА D У ПАЦИЕНТОВ С ПАТЕЛЛОФЕМОРАЛЬНЫМ БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ

*У.А. Гусейнова, В.В. Козлов*

**Обоснование.** Пателлофemorальный болевой синдром (ПФБС) представляет собой клиническое состояние, характеризующееся ретропателлярной и/или перипателлярной болью, связанной с деятельностью, связанной с нагрузкой на нижние конечности (например, ходьба, бег, прыжки, подъем по лестнице, длительное сидение и подвижность, ходьба по лестнице, приседания на корточках). Как у активных, так и у ведущих сидячий образ жизни людей любого возраста. Люди с ожирением и люди, которые проводят большую часть своего времени на ногах, более подвержены этому заболеванию.

**Цель работы:** сравнение уровней 25-гидроксивитамина D в сыворотке пациентов с диагнозом пателлофemorальный болевой синдром со здоровыми людьми, которые обращались за скринингом до начала занятий спортом.

**Методы.** Пациенты были обследованы ретроспективно. В исследовании приняли участие 20 пациентов с пателлофemorальным болевым синдромом и 40 здоровых лиц, обратившихся на обследование до занятий спортом. Для оценки различий использовался метод статистического анализа.

**Результаты.** У пациентов с пателлофemorальным болевым синдромом уровень 25-гидроксивитамина D был субнормальным и в среднем составлял  $18,5 \pm 7,1$  нг/мл. Средний уровень витамина D у здоровых составил  $28,9 \pm 10,6$  нг/мл. Уровень витамина D у больных с пателлофemorальным болевым синдромом был статистически значимо ниже, чем в группе здоровых ( $p < 0,001$ ).

**Заключение.** Снижение уровня 25-гидроксивитамина D в сыворотке пациентов вносит вклад в патофизиологию пателлофemorального болевого синдрома.

**Ключевые слова:** боль; витамин D; пателлофemorальный болевой синдром; боль в переднем отделе коленного сустава

*Для цитирования.* Гусейнова У.А., Козлов В.В. Оценка уровня витамина D у пациентов с пателлофеморальным болевым синдромом // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2024. Т. 16, №2. С. 349-358. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-2-1077

Original article

## ASSESSMENT OF THE LEVEL OF PAIN IN THE TREATMENT OF PLANTAR FASCIITIS BY EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE THERAPY

*U.A. Huseynova, V.V. Kozlov*

**Background.** Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is a clinical condition characterized by retropatellar and/or peripatellar pain associated with activities associated with stress on the lower extremities (for example, walking, running, jumping, climbing stairs, prolonged sitting and mobility, walking on stairs, squats on squats). Both active and sedentary people of any age. People with obesity and people who spend most of their time on their feet are more prone to this disease.

**Purpose:** comparison of serum levels of 25-hydroxyvitamin D in patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome with healthy individuals who sought screening prior to initiation of sports.

**Methods.** Patients were examined retrospectively. The study involved 20 patients with patellofemoral pain syndrome and 40 healthy individuals who applied for examination before playing sports. Statistical analysis was used to evaluate the differences.

**Results.** The patients with patellofemoral pain syndrome had subnormal levels of 25-hydroxyvitamin D, averaging  $18,5 \pm 7,1$  ng/mL. The average level of vitamin D in healthy people was  $28,9 \pm 10,6$  ng/ml. The level of vitamin D in patients with patellofemoral pain syndrome was statistically significantly lower than in the healthy group ( $p < 0,001$ ).

**Conclusion.** Decreased serum levels of 25-hydroxyvitamin D in patients contribute to the pathophysiology of patellofemoral pain syndrome.

**Keywords:** pain; vitamin D; patellofemoral pain syndrome; anterior knee pain

**For citation.** Huseynova U.A., Kozlov V.V. Assessment of Vitamin D Levels in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2024, vol. 16, no. 2, pp. 349-358. DOI: 10.12731/2658-6649-2024-16-2-1077

## **Введение**

Пателлофemorальный болевой синдром встречается у 25-40% обратившихся в нашу клинику с жалобами на коленные суставы. Такие термины, как пателло-фemorальная боль, хондромалиция, боль в передней части колена, колено бегуна, также используются для описания того же клинического состояния. Пателлофemorальный болевой синдром (ПФБС) – это боль вокруг или позади надколенника, которая усиливается при нагрузках на пателлофemorальный сустав согнутого колена. ПФБС – это клинический диагноз, основанный на симптомах и физическом осмотре [7]. Эта травма трудно заживает и может длиться годами. Источник боли у пациентов с ПФБС до конца не изучен. Источниками боли считаются такие ткани, как плотно иннервированные латеральный и медиальный удерживатели, перипателлярная синовиальная оболочка, инфрапателлярная жировая ткань и субхондральная кость. Гистологические исследования показали ноцицептивную гипериннервацию и повреждение нервов (невромы, микроневромы и нейральную миксоидную дегенерацию) в латеральном удерживателе [11, 12]. Было обнаружено, что степень ноцицептивной гипериннервации напрямую связана с интенсивностью боли [4].

Они показали, что перипателлярная гиперваскуляризация развивается из-за ишемии у пациентов с ПФБС и что гиперваскуляризация также коррелирует с выраженностью боли. Повторные ишемические атаки вызывают повреждение нервов; он также индуцирует высвобождение фактора роста нервов (NGF) и фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), которые вызывают перипателлярную гипериннервацию и гиперваскуляризацию [4, 5]. В настоящее время известно, что невромы и микроневромы связаны с болью. Миксоидная дегенерация нерва не связана с болью, но считается, что она вызывает нестабильность в результате дисфункции проприоцептивной иннервации. Перегрузка субхондральной кости может вызвать боль из-за механического раздражения нервных окончаний в этой области. Кроме того, у пациентов с ПФБС были продемонстрированы скинтиграфические изменения, сходные с таковыми при стрессовых переломах [10]. Артроскопия может выявить перипателлярный синовит у пациентов с ПФБС. Yoshiya S. выполнил артроскопию коленного сустава без анестезии и нанес на карту внутренние ткани колена, сообщил, что механическая стимуляция перипателлярной синовиальной оболочки была очень болезненной [14].

Хотя низкие уровни 25-гидроксивитамина D (25(OH)D) в сыворотке связаны с такими заболеваниями, как рак, болезни сердца, гипертония,

диабет, болезнь Паркинсона и рассеянный склероз, наиболее известным эффектом 25(OH)D является на опорно-двигательный аппарат [8, 13]. Оборот костей и метаболизм увеличиваются при низком уровне витамина D в сыворотке крови, основная функция которого заключается в регулировании всасывания кальция и гомеостаза. Витамин D также играет важную роль в модулировании воспаления. Было замечено, что низкий уровень витамина D связан с синовитом и что прием витамина D уменьшает симптомы синовита [1, 5]. Также сообщалось, что витамин D обладает нейропротекторным действием, а его дефицит вызывает гипериннервацию [3].

Уровни 25(OH)D в сыворотке регулярно измерялись у пациента, направленного в нашу клинику и диагностированного с ПФБС после коррекции случайно обнаруженного тяжелого дефицита витамина D (<4,2 нг/мл) и быстрого разрешения боли в передней части колена. Пациенты с ПФБС обращаются в поликлинику. Хотя мы предполагаем, что витамин D может играть роль в развитии пателлофemorальной боли из-за его влияния на воспаление, здоровье нейронов и костный метаболизм, исследования по этой теме в литературе обнаружено не было. В этом исследовании мы стремились ретроспективно сравнить уровни витамина D у здоровых людей и пациентов с диагнозом пателлофemorальной болевой синдром.

### **Материалы и методы**

Ретроспективно обследованы пациенты, поступившие в клинику в течение 24-месячного периода с сентября 2020 г. по апрель 2021 г. У 20 пациентов в возрасте 15–55 лет с диагнозом пателлофemorальной болевой синдром (положительный тест на размалывание надколенника, ретропателлярная боль при приседании или спуске по лестнице) и уровни 25(OH)D в сыворотке крови были измерены, и у них не было других известных заболеваний. Критерием исключения пациентов являлся прием витамина D в качестве пищевой добавки. В результате в исследование было включено 20 пациентов, из них 17 женщин и 3 мужчины. В качестве контрольной группы в исследование по применению витамина D были включены 40 человек (10 мужчин, 30 женщин) с известными заболеваниями и без них, которые подали заявку на обследование перед началом занятий спортом и у которых был измерен уровень 25(OH)D в сыворотке крови.

Измерение содержания витамина D в сыворотке крови проводили на приборе «Бекман Аксес 2» с использованием венозной крови, собранной утром после ночного голодания. Значения выше 30 нг/мл считались нормальными, от 20 до 30 нг/мл - дефицитом, ниже 20 нг/мл - дефицитом.

Анализ данных проводили с использованием статистической программы SPSS (Statistical Package for Social Sciences Inc., Чикаго, Иллинойс, США) для Windows Release 26.0. Описательная статистика количественных данных была представлена как среднее арифметическое и стандартное отклонение (SD) и в виде медианы и квартилей. Для качественных признаков рассчитывалась частота их встречаемости в процентах (%). Критерий Манна-Уитни-U использовали для оценки статистической значимости различий между группами по количественным параметрам. Для сравнения качественных параметров использовался критерий  $\chi^2$  Пирсона. В качестве уровня для отвержения нулевой гипотезы использовалось значение  $p$  менее 0,05.

### Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительная характеристика ряда параметров групп наблюдения представлена в таблице 1.

Таблица 1.

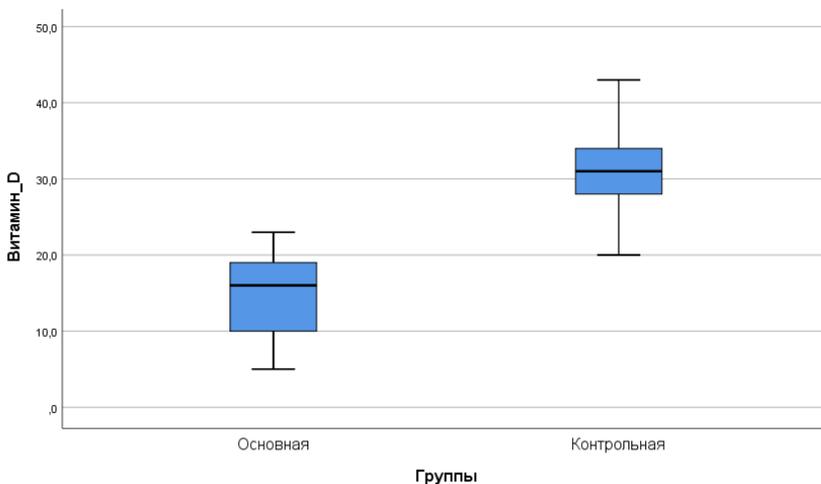
**Сравнительная характеристика описательных параметров основной и контрольной групп**

Признак		Группы		p
		Основная (n=20)	Контрольная (n=40)	
Возраст, лет	M $\pm$ SD	46,8 $\pm$ 7,0	46,1 $\pm$ 6,1	0,679
	Me (Q <sub>25</sub> ; Q <sub>75</sub> )	46,0(40,0; 54,0)	46,0(41,0; 51,0)	
Масса тела, кг	M $\pm$ SD	73,3 $\pm$ 5,8	72,1 $\pm$ 5,7	0,315
	Me (Q <sub>25</sub> ; Q <sub>75</sub> )	74,0(70,0; 78,0)	71,0(65,0; 72,0)	
Пол: -Мужской - Женский	Абс. (%)	3 (15,8)	10 (25,0)	0,425
		16 (84,2)	30 (75,0)	

Средний возраст пациентов составил 46,8 $\pm$ 7,0 года (36-57 лет), а средний возраст контрольной группы 46,1 $\pm$ 6,1года (36-58 лет). Группы не отличались по возрасту ( $p=0,679$ ). При разделении групп на мужчин и женщин разницы между возрастом женщин в группе ПФБС и контрольной группе не было - 47,4 $\pm$ 7,2 против 46,2 $\pm$ 5,8 ( $p=0,525$ ). Распределение обследуемых в группах наблюдения по массе тела, также не имело статистически значимых различий. Большинство единиц наблюдения были представлены женщинами – 16 (84,2%) в основной группе и 30 (75%) в группе контроля ( $p=0,425$ ).

Средний уровень витамина D в сыворотке крови у пациентов с ПФАС был статистически значимо ниже, чем в контрольной группе -14,7 $\pm$ 5,9 нг/

мл против  $30,7 \pm 4,9$  нг/мл ( $p < 0,001$ ) (рис. 1). У женщин-пациентов с ПФБС уровень витамина D был значительно ниже, чем у женщин из контрольной группы  $13,6 \pm 5,8$  нг/мл против  $31,1 \pm 4,7$  нг/мл ( $p < 0,001$ ). Поскольку в группе ПФБС было всего трое мужчин, статистический анализ, сравнивающий пациентов мужского пола с ПФБС с мужчинами из контрольной группы, не проводился.



**Рис. 2.** Сравнительная оценка уровня витамина D в сыворотке крови у пациентов исследуемой и контрольной групп

У всех пациентов с диагнозом ПФБС в нашем исследовании уровень  $25(\text{OH})\text{D}$  в сыворотке крови был ниже порога дефицита. Между тем, уровни  $25(\text{OH})\text{D}$  в сыворотке пациентов с ПФБС были значительно ниже, чем в контрольной группе. У пациентов с ПФБС развивается гипериннервация, связанная с интенсивностью боли (интенсивность боли увеличивается с увеличением количества гипериннервации), и может наблюдаться дефицит проприоцепции.

Naug T. с соавт. сообщили, что гипериннервация и чувствительность развились в мышцах крыс с дефицитом витамина D [13]. У этих крыс даже были нарушены способности к равновесию. Гипериннервация в перипателлярной области, особенно в латеральном удерживателе, была продемонстрирована у пациентов с ПФБС. Дефицит витамина D может играть роль в развитии гипериннервации в перипателлярной области, а также в мышцах, но информация по этому вопросу очень ограничена [1, 4]. Нейродегенера-

ция также происходит в перипателлярной области у пациентов с ПФБС. Считается, что нейродегенерация вызывает дефицит проприоцепции, наблюдаемый у пациентов с дисфункцией перипателлярного сплетения [15]. Особенно в последние годы сообщалось о нейропротекторном действии витамина D на нейродегенерацию. Дефицит витамина D может быть связан с развитием гипериннервации и дегенерации нервов у пациентов с ПФБС [1]. Низкий уровень 25(ОН)D связан со многими воспалительными и аутоиммунными заболеваниями. Витамин D выполняет регулирующие функции в дифференцировке, пролиферации и активации клеток иммунной системы: витамин D увеличивает количество противовоспалительных медиаторов, одновременно уменьшая воспалительные молекулы в воспалительных клетках [9]. Сегодня считается, что воспаление перипателлярной синовиальной оболочки играет роль в этиологии ПФБС. Синовиальное воспаление часто сопровождается остеоартрозом коленного сустава [12]. Были проведены исследования, подтверждающие, что витамин D может быть связан с синовитом у пациентов с остеоартрозом коленного сустава [5].

Novserian S. с соавт. наблюдали за уровнем 25(ОН)D в сыворотке в течение 24 месяцев у пациентов с остеоартритом коленного сустава и сообщили о меньшем прогрессировании синовита у пациентов с постоянно нормальным уровнем 25(ОН)D, чем у пациентов с постоянно низким уровнем 25(ОН)D [9]. В рандомизированном контролируемом двойном слепом исследовании 413 пациентов с симптоматическим остеоартритом коленного сустава было сообщено о том, что добавки с витамином D уменьшали прогрессирование синовита по сравнению с контрольной группой [9]. Считается, что повышенный костный метаболизм в бедренной кости и надколеннике также играет роль в этиологии ПФБС. Дефицит витамина D вызывает снижение уровня кальция в крови и повышение уровня паратиреоидного гормона (ПТГ). ПТГ увеличивает метаболизм костной ткани, нормализуя уровень кальция в крови. Повышение костной скинтиграфии наблюдалось у 50% пациентов с ПФБС [1, 3]. На основании данных КТ (компьютерная томография) показывающей костный метаболизм, сообщалось об усилении поражения в 85% коленных суставов с ПФБС [2, 11]. Увеличение костного метаболизма также наблюдается при стрессовых переломах. Недавно были опубликованы исследования о том, что стрессовые переломы могут быть связаны с дефицитом витамина D.

DeLuca H.F. сообщил что 83% пациентов с диагнозом «стрессовые переломы» имели дефицит витамина D. В недавнем метаанализе стрессовые переломы у военнослужащих были связаны с более низким уровнем 25(ОН)D в сыворотке крови. Низкий уровень 25(ОН)D в сыворотке может

способствовать повышенной метаболической активности, наблюдаемой в коленях с ПФБС [5].

Уровни 25(OH)D меняются в зависимости от сезона. В ряде исследований, проведенных в Турции самые низкие уровни 25(OH)D наблюдались зимой и весной [8].

Последствия низкого уровня витамина D, сохраняющиеся в зимние месяцы, могут усиливаться со временем и вызывать симптомы ПФБС, особенно весной.

Важные ограничения этого исследования заключаются в том, что оно не включало взаимосвязь между уровнями боли и функциональным состоянием пациентов и уровнями 25(OH)D, а также не изучало взаимосвязь между изменениями и изменениями уровней 25(OH)D.

Кроме того, не следует забывать, что низкий уровень витамина D в сыворотке крови характерен для здоровых людей и спортсменов. Поэтому из-за небольшой исследовательской группы и ретроспективного дизайна результаты этого исследования следует рассматривать с осторожностью [4, 11].

В заключении можно утверждать, что низкие уровни 25(OH)D вносят вклад в патофизиологию ПФБС. Необходимы проспективные исследования, подкрепленные методами визуализации, для оценки уровня витамина D, факторов риска, боли и функции у пациентов с ПФБС.

### **Список литературы / References**

1. Arnsen Y., Amital H., Shoenfeld Y. Vitamin D and autoimmunity: new aetiological and therapeutic considerations. *Ann Rheum Dis.*, 2007, vol. 66, no. 9, pp. 1137–1142. <https://www.doi.org/10.1136/ard.2007.069831>
2. Autier P., Mullie P., Macacu A., et al. Effect of vitamin D supplementation on non-skeletal disorders: A systematic review of meta-analyses and randomised trials. *Lancet Diabetes Endocrinol.*, 2017, vol. 5, no. 12, pp. 986–1004. [https://www.doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30357-1](https://www.doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30357-1)
3. Calvo M.S., Whiting S.J., Barton C.N. Vitamin D intake: a global perspective of current status. *The Journal of Nutrition*, 2005, vol. 135, no. 2, pp. 310-316. <https://doi.org/10.1093/jn/135.2.310>
4. Colotta F., Jansson B., Bonelli F. Modulation of inflammatory and immune responses by vitamin D. *J Autoimmun.*, 2017, vol. 85, pp. 78-97. <https://www.doi.org/10.1016/j.jaut.2017.07.007>
5. DeLuca H.F. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. *Am J Clin Nutr.*, 2004, vol. 80, no. 6, pp. 1689-1696. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.6.1689s>

6. Glover T., Goodin B., Horgas A. et al. Hydroxyvitamin D levels below 25 ng/mL are associated with increased osteoarthritis symptoms and decreased pressure pain threshold in a clinical sample with chronic knee pain. *J Pain.*, 2012, vol. 13, no. 4, S88. <https://www.doi.org/10.1016/j.jpain.2012.01.364>
7. Hansen P., Willick S. Musculoskeletal disorders of the lower limb / Cifu D, editor. *Braddom's physical medicine and rehabilitation*. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2016, p. 855–881.
8. Heaney R.P., Holick M.F. Why the IOM recommendations for vitamin D are deficient. *J Bone Miner Res.*, 2011, vol. 26, no. 3, pp. 455–457. <https://www.doi.org/10.1002/jbmr.328>
9. Hovsepian S., Amini M., Aminorroaya A., Amini P., Iraj B. Prevalence of vitamin D deficiency among adult population of Isfahan city, Iran. *J Health Popul Nutr.*, 2011, vol. 29, no. 2, pp. 149-55. <https://www.doi.org/10.3329/jhpn.v29i2.7857>
10. Kroger H., Penttila I.M., Alhava E.M. Low serum vitamin D metabolites in women with rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol.*, 1993, vol. 22, no. 4, pp. 172– 177. <https://www.doi.org/10.3109/03009749309099266>
11. Lehmann B., Meurer M. Vitamin D metabolism. *Dermatol Ther.* 2010, vol. 23(1), pp. 2012. <https://www.doi.org/10.1111/j.1529-8019.2009.01286.x>
12. Manoy P., Yuktanandana P., Tanavalee A., et al. Vitamin D supplementation improves quality of life and physical performance in osteoarthritis patients. *Nutrients.*, 2017, vol. 9, no. 8, p. 799. <https://www.doi.org/10.3390/nu9080799>
13. Nayir T., Aydın C.G., Eroglu A., et al. Does the regular sports activities affect vitamin D levels at young athletes. A cross sectional study. *Acta Medica Meditteranea*, 2017, vol. 33, no. 6, pp. 913-9. [https://www.doi.org/10.19193/0393-6384\\_2017\\_6\\_145](https://www.doi.org/10.19193/0393-6384_2017_6_145)
14. Yao P., Bennett D., Mafham M, et al. Vitamin D and calcium for the prevention of fracture: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Netw Open.*, 2019, vol. 2, no. 12, e1917789. <https://www.doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.17789>

#### ДАнные ОБ АВТОРАХ

**Гусейнова Улькар Аслан**, докторант, врач-физиотерапевт

*Азербайджанская Государственная Академия Физической культуры и Спорта*

*ул. М.Ф. Хойского, 34, г. Баку, AZ1110, Азербайджан*

*[huseynovaulker@gmail.com](mailto:huseynovaulker@gmail.com)*

**Козлов Василий Владимирович**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения имени Н.А. Семашко  
*Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова*  
*ул. Трубецкая, 8, стр. 2, г. Москва, 119991, Российская Федерация*  
*kvv.doc@gmail.com*

#### DATA ABOUT THE AUTHORS

**Ulkar Aslan Huseynova**, PhD student, physiotherapist  
*Azerbaijan State Academy of Physical Education and Sport*  
*34, M.F. Khoisky Str., Baku, AZ1110, Azerbaijan*  
*huseynovaulker@gmail.com*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1611-0859>*  
*ResearcherID: ABT-0444-2022*

**Vasily V. Kozlov**, Candidate of Medical Science, Associate Professor of the Public Health and Health Care Organization Department named after N.A.Semashko  
*I.M. Sechenov First Moscow State Medical University*  
*8/2, Trubetskaya Str., Moscow, 119991, Russian Federation*  
*kvv.doc@gmail.com*  
*SPIN-code: 7703-0013*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2389-3820>*  
*Researcher ID: B-2647-2017*  
*Scopus Author ID: 57191536076*

Поступила 19.06.2023

После рецензирования 23.07.2023

Принята 31.07.2023

Received 19.06.2023

Revised 23.07.2023

Accepted 31.07.2023