Дата публикации: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_35
УДК 611.7; 796.6

Publication date: 01.09.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_35
UDC 611.7; 796.6

ПОКАЗАТЕЛИ ФОСФОРНО-КАЛЬЦИЕВОГО ОБМЕНА И МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ПЯТОЧНОЙ ТКАНИ У СПОРТСМЕНОВ ВЕЛОТРЕКА НА ЭТАПАХ ГОДИЧНОГО ЦИКЛА ПОДГОТОВКИ

К.И. Никитина[1], Л.В. Сафонов[2], Т.Ф. Абрамова[2], Т.М. Никитина[2]
[1]«Маммологический центр (клиника женского здоровья)» ГБУЗ Московский Клинический Научный Центр имени А.С. Логинова ДЗМ, г. Москва, Россия
[2]ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта», г. Москва, Россия

Аннотация. Состояние минерального обмена отражает адаптационные возможности спортсмена и его спортивную работоспособность. Для общей популяции уставлено, что ухудшение показателей фосфорно-кальциевого обмена снижает уровень минеральной плотности костной ткани. Остеопоротические изменения являются одной из основных причин травматизма у спортсменов. Задачей настоящего исследования стало изучение взаимосвязи минеральной плотности пяточной кости и маркеров фосфорно-кальциевого обмена у представителей велотрека на этапах годичного цикла подготовки. Уровень минеральной плотности костной ткани определялся методом количественной ультразвуковой денситометрии “Achilles Express” (Lunar, USA) для изучения пяточной кости. Выявлено, что в соревновательном периоде подготовки отрицательная динамика минеральной плотности костной ткани сопряжена со снижением уровня ионизированного кальция и фосфора.

Ключевые слова: минеральная плотность костной ткани, спортсмены, велосипедисты высокой квалификации, остеопения, ультразвуковая количественная денситометрия, минеральная плотность пяточной кости, кальций ионизированный, кальций общий, фосфор, магний.

INDICATORS OF PHOSPHORUS AND CALCIUM METABOLISM AND HEEL TISSUE MINERAL DENSITY OF CYCLISTS AT THE STAGES OF THE ANNUAL TRAINING CYCLE

K.I. Nikitina[1], L.V. Safonov[2], T.F. Abramova[2], T.M. Nikitina[2]
[1]“Mammological Center (Women's Health Clinic)”, A.S. Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow, Russia
[2]FSBI “Federal Scientific Center of Physical Culture and Sports”, Moscow, Russia

Annotation. The mineral metabolism state reflects the level of an athlete's adaptive capabilities and sports performance. For the general population, it has been established that the deterioration of the phosphorus and calcium metabolism indicators is negatively reflected in the level of bone mineral density. It is known that osteoporotic changes are one of the main causes of injuries of athletes. The objective of this research was to study the correlation between the heel bone mineral density and markers of phosphorus and calcium metabolism of cyclists at the stages of the annual training cycle. The level of bone mineral density was measured with the method of quantitative ultrasound densitometry using the “Achilles Express” device (Lunar, USA) to study the heel bone. During the competitive period, the negative dynamics of bone mineral density is associated with a decrease in the levels of ionized calcium and phosphorus in blood.

Keywords: bone mineral density, athletes, elite cyclists, osteopenia, quantitative ultrasound densitometry, heel bone mineral density, ionized calcium, total calcium, phosphorus, magnesium.

Введение. Костная ткань, выполняющая разнообразные и значимые функции, испытывает положительное влияние физической нагрузки, проявляющееся в повышении уровня минеральной плотности костной ткани (МПКТ) [1]. Профессиональная спортивная деятельность, требующая высокой мобилизации функциональных резервов организма с целью достижения максимально возможного спортивного результата [2], сопряжена с травматизмом, распространенной причиной которого является снижение МПКТ [3-5]. Известно, что остеопоротические изменения костной ткани наиболее характерны для видов спорта с ограничением воздействия гравитационной нагрузки на периферические звенья скелета [6], что актуализирует изучение маркеров риска снижения МПКТ в целях повышения эффективности медицинского контроля за состоянием здоровья спортсменов.

Изучение данных фосфорно-кальциевого обмена, включая фосфор, кальций, ионизированный и общий, магний, кальцитонин, паратиреоидный гормон и метаболиты витамина D, позволяет расширить информацию о состоянии костного метаболизма [7] и оценить направленность процессов адаптации организма спортсмена к тренировочному процессу [2, 4].

Цель исследования – определение взаимосвязи маркеров фосфорно-кальциевого обмена и показателей минеральной плотности пяточной кости (МППК) у высококвалифицированных спортсменов специализации велотрек на этапах годичного цикла подготовки.

Методы и организация исследования. В трехгодичном исследовании на базе ФГБУ ФНЦ ВНИИФК принимало участие 14 спортсменов-мужчин, представителей велотрека. Спортсмены в возрасте 20,5 [20;22] лет характеризовались высокой квалификацией (мастер спорта – мастер спорта международного класса) и большим спортивным стажем 9,5 [7,25;12,00] лет. Комплексные обследования проводились на этапах годичного цикла подготовки в подготовительный, предсоревновательный, соревновательный периоды тренировочного процесса.

Определение уровней ионизированного и общего кальция, фосфора и магния в плазме крови, как биохимических маркеров фосфорно-кальциевого обмена, проводилось специалистами НЦ «ЭФиС» с применением анализатора “EXPRESS-PLUS” (CIBA-CORNING, США).

В качестве аппарата для количественной ультразвуковой денситометрии (КУЗД) с целью оценки МПКТ применялся денситометр “Achilles Express” (Lunar, USA) для области пяточной кости. Валидизированные приборы для проведения КУЗД пяточной кости применены в некоторых группах (женщины в постменопаузе и мужчины старше 65 лет) для оценки риска переломов [1]. Метод КУЗД в комбинации с клиническими факторами риска может быть использован для скрининга с целью решения вопроса о необходимости проведения двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, когда её доступность снижена [8].

МПКТ трактуется по пиковой норме (значения в 20-29 лет) костной ткани (Т-критерий) и возрастной норме (Z-критерий) с учетом рекомендаций ВОЗ. Для оценки Т-критерия, используемого в нашей работе, применяются проценты от соответствующей нормы и единицы стандартных отклонений (SD): норма – показатели МПКТ от 87,1 до 113% (±1SD); остеопения – МПКТ от 87 до 68% (от -1 до -2,5SD); остеопороз – менее 68% (≤2,5SD) [1, 7, 9].

Длина тела (см) и масса тела (кг) включены в оценку антропометрических данных. Лабильные компоненты массы тела (мышечная и жировая масса) определялись с использованием калиперометрии, рассчитывались по теоретическим формулам [10].

Программы для статистического анализа “SPSS for Windows” и “MS Office

Excel 2010" использовались для расчёта медианы, 25 и 75 процентилей, с применением непараметрических методов сравнения. Статистически значимыми считались значения $p<0,05$ [11].

Результаты исследования и их обсуждение. Выборка спортсменов велотрека характеризовалась следующими морфологическими показателями: длина тела – 178,8 [172,9;179,9] см, масса тела – 77,2 [72,5;79,9] кг, лабильные компоненты тела: мышечная масса – 40,9 [38,1;44,0] кг и 53,9 [52,2;54,9] %, жировая массы – 7,2 [6,8;8,0] кг и 9,5 [8,9;10,0] %. Исследование антропометрических данных показало, что спортсмены велотрека сопоставимы по параметрам с моделями видовой специфики [10].

В подготовительный, предсоревновательный и соревновательный периоды динамика минеральной плотности пяточной кости (МППК) для правой и левой ноги составила: 102,00 [91,25;113,75] % и 105,00 [94,50;120,75] % соответственно; 102,50 [85,00;111,50] % и 108,00 [102,00;121,50] % соответственно; 98,50 [84,00;109,50] % и 99,50 [89,75;115,50] % соответственно (рисунок). Для подготовительного периода следующего года подготовки МППК для правой и левой ноги составила 104 [90,25; 122,00] % и 103,00 [89,75;115,00] % соответственно (рис.). Средние значения МППК в рамках подготовительных периодов трехлетнего наблюдения имели следующую динамику: 103,50 [92,50;120,25] %, 102,00 [89,75;116,00] %, 101,50 [92,50;115,75] %.

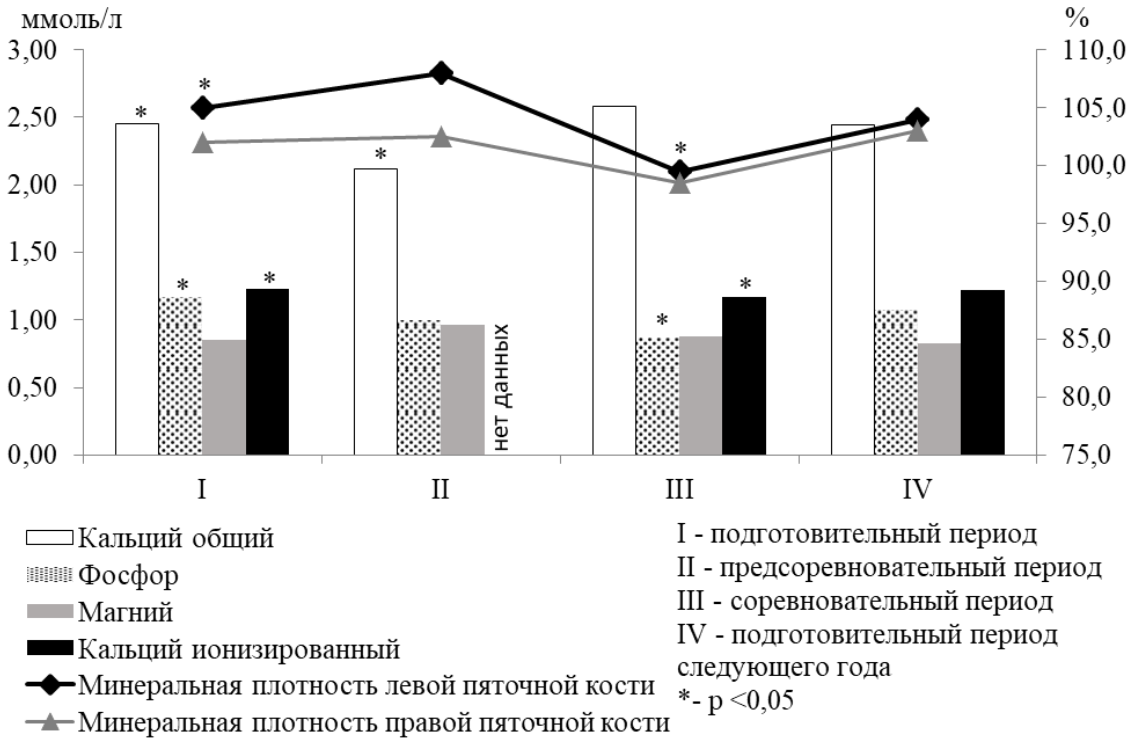


Рис. Изменения показателей минеральной плотности пяточной кости и маркеров фосфорно-кальциевого обмена у спортсменов специализации велотрек на этапах годичного цикла подготовки

Уровень ионизированного кальция (рис.) в рамках подготовительного и соревновательного периодов снижался от 1,23 [1,22;1,24] ммоль/л до 1,17 [1,13;1,18] ммоль/л соответственно, как и уровень фосфора (рисунок): от 1,17 [1,0;1,34] ммоль/л до 0,88 [0,81;1,01] ммоль/л соответственно. Показатели магния и общего кальция (рис.) в сыворотке крови в рамках подготовительного и соревновательного периодов повышались от 0,85 [0,81;1,01] ммоль/л до 0,88 [0,82;0,95] ммоль/л и от

2,45 [2,30;2,51] ммоль/л до 2,58 [2,23;2,66] ммоль/л соответственно.

В предсоревновательный период показатели магния повышались до 0,96 [0,88; 1,10] ммоль/л при снижении уровней фосфора и общего кальция до 1,00 [0,87;1,19] ммоль/л и до 2,12 [2,06;2,30] ммоль/л соответственно, по сравнению с подготовительным периодом (рис.).

При наблюдении изученных показателей в рамках подготовительных периодов двухгодичных циклов тренировок маркеры фосфорно-кальциевого обмена снижались: для общего и ионизированного кальция – на 0,4 и на 1,0% соответственно, для магния и фосфора – на 2,5 и на 7,4% соответственно, оставаясь в пределах референсных значений за весь период наблюдения (рис.).

Исследование показало, что у спортсменов велосипедного спорта, представителей специализации велотрек, показатели МППК соответствовали норме [2, 9, 10], имели схожую динамику на этапах годичного цикла подготовки для левой и правой ноги (критерий Манна-Уитни, $p>0,05$). Динамика МППК для правой ноги в течение годичного цикла подготовки не имела статистической значимости (критерий Вилкоксона, $p>0,05$), однако МППК для левой ноги в рамках подготовительного и соревновательного периодов годичного цикла подготовки изменялась статистически значимо ($p=0,002$), что обусловлено особенностями двигательного стереотипа в условиях трека и изменениями маркеров фосфорно-кальциевого обмена в рамках адаптации к тренировочному процессу.

Динамика снижения МППК в рамках подготовительного и соревновательного периодов соотносилась со статистически значимым снижением части изучаемых данных фосфорно-кальциевого обмена: показателями кальция ионизированного ($p=0,001$) и фосфора ($p=0,036$). Динамика показателей ионизированного кальция в сторону снижения в рамках подготовительного и соревновательного периодов связана с повышением активности нервно-мышечной передачи, гормонального сигнала, свертывающей системы крови на фоне интенсификации спортивной деятельности [2]. Снижение уровня фосфора может быть связано с повышением скорости ресинтеза аденозинтрифосфата (АТФ) в процессе увеличения интенсивности физической активности [2].

Показатели общего кальция, напротив, повышались в рамках подготовительного и соревновательного периодов ($p=0,374$) при понижении его уровня в предсоревновательном периоде по сравнению с подготовительным и соревновательным периодами ($p=0,008$ и $p=0,036$ соответственно). Разнонаправленность в динамике уровней ионизированного и общего кальция, возможно, объясняется ростом альбумина в период физических нагрузок [12], что актуализирует важность расчета уровня кальция, скорректированного по уровню альбумина для получения наиболее достоверных результатов, с учетом изменения значений плазменных белков в период физической активности [13].

Уровень магния в предсоревновательный период выше по сравнению с подготовительным и соревновательным периодами ($p=0,400$ и $p=0,236$ соответственно). Литературные источники указывают на снижение уровня магния во время физических нагрузок, происходящее за счет роста его потерь с потом, повышения его участия в сокращении мышечного волокна и проведении нервных импульсов, увеличения использования данного элемента в качестве ко-фактора многих ферментов [2, 14]. Данная тенденция отмечена нами в подготовительный и соревновательный периоды по сравнению предсоревновательным периодами, для которых в целом характерен больший объем физических нагрузок по сравнению с предсоревновательным периодом. Вместе с тем, рядом авторов выявлено повышение магния в плазме на фоне физической нагрузки при снижении его уровня в эритроцитах [15], что выявлено и в нашем исследовании в соревновательный период относительно подготовительного периода ($p=0,767$).

Для общей популяции отмечено, что показатели сывороточного магния могут находиться в референсном диапазоне при наличии его хронического дефицита [16]. Полученные нами данные могут указывать на необходимость определения уровня магния у спортсменов в различных биосубстратах для выявления его достоверной динамики и обеспеченности.

Динамика фосфора в рамках подготовительного и предсоревновательного периодов в виде снижения его концентрации ($p=0,293$) может быть обусловлена большей задействованностью фосфора по сравнению с кальцием и магнием в процессах восстановления в предсоревновательный период подготовки.

Изменения электролитного обмена отражают функциональное состояние организма спортсмена на фоне интенсивных нагрузок соревновательного периода, общий уровень спортивной тренированности и процессы адаптации к тренировочному процессу указывают на интенсификацию минерального и энергетического обмена, выступая фактором риска развития патологии сердечно-сосудистой системы и прогностическим признаком ухудшения спортивной работоспособности [2, 4]. Динамика снижения показателей фосфорно-кальциевого обмена в соревновательный период выступает фактором риска развития остеопоротичеких изменений у спортсменов, учитывая, что в общей популяции данная связь доказана [1, 7, 8].

В рамках подготовительных периодов трех лет наблюдения средние значения МППК снижались ($p>0,05$), что отмечено и другими авторами [9], с отсутствием полного восстановления маркеров костного метаболизма до прежнего уровня ($p>0,05$).

Таким образом, динамика показателей фосфорно-кальциевого обмена отражает вектор направленности адаптации систем и подсистем организма спортсменов велотрека к изменяющейся физической нагрузке в зависимости от этапа годичного цикла подготовки, сочетаясь в соревновательный период со статистически значимым снижением МППК.

Заключение. Показатели фосфорно-кальциевого обмена, особенно ионизированный кальций и фосфор, у высококвалифицированных спортсменов могут быть использованы, с одной стороны, для оценки процессов общей адаптации к тренировочному процессу, с другой – для оценки метаболизма костной ткани, маркируя этапы годичного цикла подготовки, наиболее уязвимые с точки зрения развития остеопоротических изменений и повышения риска травматизма.

Своевременное проведение профилактических мероприятий в группах риска по гипотрофическим состояниям костной системы должно быть направлено на предотвращение дальнейшего снижения МПКТ как фактора риска развития остеопоретических переломов у спортсменов спорта высших достижений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза / Белая Ж. Е., Белова К. Ю., Бирюкова Е. В. [и др.] // Остеопороз и остеопатии. – 2021. – № 24 (2). – С. 4-47.

2. Иорданская, Ф. А. Костный и минеральный обмен в системе мониторинга функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов / Ф. А. Иорданская, Н. К. Цепкова. – М.: Спорт, 2022. – 152 с. ISBN 978-5-907225-80-0.

3. Wilson, D. J. Osteoporosis and sport. / D. J. Wilson // Eur J Radiol. – 2019. – Vol. 110. – pp. 169-174. DOI: 10.1016/j.ejrad.2018.11.010.

4. Иорданская Ф.А. Метаболизм костной ткани у высококвалифицированных спортсменов на предсоревновательном этапе подготовки / Ф. А. Иорданская, Н. К. Цепкова // Вестник спортивной науки. – 2016. – № 6. – С. 35-40.

5. Ключников, С. О. Остеопороз у детей и его актуальность для детской спортивной медицины / С. О. Ключников, Д. А. Кравчук, М.Г. Оганнисян // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2017. – Т. 62. – № 3. – С. 112-120.

6. Comparisons of Bone Mineral Density Between Recreational and Trained Male Road Cyclists. / Mojock C.D, Ormsbee M., Kim J.S. [et al] // Clin J

Sport Med. – 2016. – Vol. 26(2). – pp. 152-156. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000186.
7. Эндокринология: национальное руководство / под ред. Дедова И. И., Мельниченко Г. А. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – С. 895-976. – ISBN 978-5-9704-5083-3.
8. Остеопороз. Руководство для врачей / под ред. Лесняк О. М. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 464 с. ISBN: 978-5-9704-3986-9.
9. Студеникина Н. Н. Изменение минеральной плотности пяточной кости спортсменов под влиянием спортивной деятельности: дисс. канд. биол. наук, 14.00.51 / Студеникина Наталья Николаевна. – М., 2005. – 139 с.
10.Абрамова Т. Ф. Лабильные компоненты массы тела – критерии общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам. Методические рекомендации / Т. Ф. Абрамова, Т. М. Никитина, Н. И. Кочеткова. – М.: ООО «Скайпринт», 2013. – 132 с.
11.Жижин, К. С. Медицинская статистика: Учебное пособие / К. С. Жижин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 160 с. ISBN: 5-222-10063-4.
12.Афанасьева, И. А. Медико-биологический контроль состояния сердечно-сосудистой системы у гимнасток / И. А. Афанасьева, В. С. Василенко // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 7(125). – С. 21-25.
13.Первичный гиперпаратиреоз: клиника, диагностика, дифференциальная диагностика, методы лечения / Дедов И. И., Мельниченко Г. А., Мокрышева Н. Г. [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 2016. – № 6. – С. 40-77.
14.О роли магния в спортивной медицине / Громова О. А., Егорова Е. Ю., Торшин И. Ю. [и др.]// Русский медицинский журнал. – 2016. – № 9. –С. 560-571.
15.Duma E. Blood levels of some electrolytes and hormones during exercise in athletes. / E. Duma, P. Orbai, P. Derevenco // Rom J Physiol. – 1998. – Vol. 35(1-2). – pp. 55-60. PMID: 11000865.
16.Значение для клинической практики ранней диагностики дефицита магния при определении его в различных биосубстратах / О.А. Громова, И.Ю. Торшин, А.Ю. Волков, С.Н. Щербо // Российский вестник акушера-гинеколога. – 2014. – Т. 14. – № 5. – С.101-110.

REFERENCES

1. Belaya Zh.E., Belova K.Yu., Biryukova E.V., Dedov I.I., Dzeranova L.K., Drapkina O.M., Dreval' A.V., Dubovitskaya T.A., Dudinskaya E..N., Ershova O.B. et al. Federal clinical guidelines for diagnosis, treatment and prevention of osteoporosis. *Osteoporosis and bone diseases*, 2021, no. 24(2), pp. 4-47. (in Russ.)
2. Iordanskaya, F.A., Tsepkova N.K. Bone and mineral metabolism in the system of monitoring the functional fitness of elite athletes. Moscow: Sport, 2022. 152 p. (in Russ.)
3. Wilson D.J. Osteoporosis and sport. *Eur J Radiol*, 2019, vol. 110, pp.169-174.
4. Iordanskaya F.A., Tsepkova N.K. Iordanskaya F.A. Bone metabolism in elite athletes at the precompetitive stage of preparation. *Sports science bulletin*, 2016, no. 6, pp. 35-40. (in Russ.)
5. Klyuchnikov S.O., Kravchuk D.A., Ogannisyan M.G. Osteoporosis in children and its relevance for pediatric sports medicine. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics*, 2017, vol. 62, no. 3, pp. 112-120. (in Russ.)
6. Mojock C.D, Ormsbee M., Kim J.S., Arjmandi B.H., Louw G.A., Contreras R.J., Panton L.B. Comparisons of Bone Mineral Density Between Recreational and Trained Male Road Cyclists. *Clin J Sport Med*, 2016, vol. 26 (2), pp. 152-156.
7. Endocrinology: national guidelines. Edited by Dedova I.I., Mel'nichenko G.A, 2nd ed., Rev. Moscow: GEOTAR-Media, 2019, pp. 895-976. (in Russ.)
8. Osteoporosis. A guide for doctors. Edited by Lesnyak O.M. Moscow: GEOTAR-Media, 2016. 462 p. (in Russ.)
9. Studenikina N.N. The change in the calcaneal mineral density of athletes under the influence of sports activities: an author's dissertation. Moscow, 2005. 139 p. (in Russ.)
10.Abramova T.F., Nikitina T.M. Kochetkova N.I. The labile components of body mass are the criteria for general physical fitness and control of current and long-term adaptation to training loads. Methodological uidelines. Moscow: OOO «Skajprint», 2013. 132 p. (in Russ.)
11.Zhizhin K.S. Medical statistics: a study Guide. Rostov-on-Don: Feniks, 2007. 160 p. (in Russ.)
12.Afanas'eva I.A., Vasilenko V.S Medico-biological control of the cardiovascular system condition among gymnasts. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2015, no. 7 (125), pp. 21-25. (in Russ.)
13.Dedov I.I., Mel'nichenko G.A., Mokrysheva N.G., Rozhinskaya L.Ya., Kuznetsov N.S., Pigarova E.A., Eremkina A.K., Egshatyan L.V., Mamedova E.O., Krupinova Yu.A. Primary hyperparathyroidism: the clinical picture, diagnostics,

differential diagnostics and methods of treatment. *Problems of endocrinology*, 2016, no. 6, pp. 40-77. (in Russ.)
14.Gromova O.A., Egorova E.Yu., Torshin I.Yu., Gromov A.N., Gogoleva I.V. Magnesium and its importance for sports medicine. *RMJ. Cardiology*, 2016, no. 9, pp. 560-571. (in Russ.)
15.Duma E., Orbai P., Derevenco P. Blood levels of some electrolytes and hormones during exercise in athletes. *Rom J Physiol*, 1998, vol. 35(1-2), pp. 55-60.
16.Gromova O.A., Torshin I.Yu., Volkov A.Yu., Shcherbo S.N. Value of the early diagnosis of deficiency of magnesium in its determination in different biological substrates. *Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist.* 2014, vol. 14, no. 5, pp. 101-110. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Ксения Игоревна Никитина – врач-эндокринолог, «Маммологический центр (клиника женского здоровья)» ГБУЗ Московский Клинический Научный Центр имени А.С. Логинова ДЗМ, Москва, e-mail: nikitinaks@yandex.ru.
Леонид Вячеславович Сафонов – ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), Москва, e-mail: safonov.l.v@vniifk.ru.
Тамара Федоровна Абрамова – ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), Москва, e-mail: abramova.t.f@vniifk.ru.
Татьяна Михайловна Никитина – ФГБУ «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» (ФГБУ ФНЦ ВНИИФК), Москва, e-mail: nikitina.t.m@vniifk.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Ksenia Igorevna Nikitina – endocrinologist, "Mammological Center (Women's Health Clinic)", A.S. Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow, e-mail: nikitinaks@yandex.ru.
Leonid Vyacheslavovich Safonov – FSBI "Federal Scientific Center of Physical Culture and Sports", Moscow, e-mail: safonov.l.v@vniifk.ru.
Tamara Fedorovna Abramova – FSBI "Federal Scientific Center of Physical Culture and Sports", Moscow, e-mail: abramova.t.f@vniifk.ru.
Tatyana Mihkajlovna Nikitina – FSBI "Federal Scientific Center of Physical Culture and Sports", Moscow, e-mail: nikitina.t.m@vniifk.ru.

Для цитирования: Показатели фосфорно-кальциевого обмена и минеральной плотности пяточной ткани у спортсменов велотрека на этапах годичного цикла подготовки / К.И. Никитина, Л.В. Сафонов, Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина // Современные вопросы биомедицины – 2022 – Т. 6. – № 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_35

For citation: Nikitina K.I., Safonov L.V., Abramova T.F., Nikitina T.M. Indicators of phosphorus-calcium metabolism and mineral density of the heel tissue of athletes of the cycling track at the stages of the annual training cycle. *Modern Issues of Biomedicine*, 2022, vol. 6, no. 3. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_03_35