

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.1.1>

УДК 616.31-001

Тип статьи: Оригинальное исследование / Original article



Состояние твердых тканей зубов и ротовой жидкости у спортсменов-пловцов

Ю.А. Гребенников*, Н.Д. Гольберг

ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: определить состояние твердых тканей зубов и изменение параметров слюны у спортсменов-пловцов до и после 2-часового тренировочного занятия в бассейне, где обеззараживание воды проводится хлором.

Материалы и методы: параметры слюны спортсменов-пловцов, тренирующихся в спортивном комплексе «Грифон» Санкт-Петербург ($n = 21$), возраст участников $18,1 \pm 3,5$ года, квалификация 1 разряд, МС, и спортсменов легкоатлетов СДЮШОР «Невского района» и СДЮШОР «Орленок» Санкт-Петербурга ($n = 18$), возраст участников $18,8 \pm 4,5$ года, квалификация 1 разряд, КМС, анализировались различными тестами и включали в себя исследование уровней кальция (Са), фосфора (Р), фтора (F), а также pH до и после тренировочного занятия. Все спортсмены экспериментальной и контрольной групп проходили диагностическое обследование у врача-стоматолога, включающее осмотр полости рта с определением индекса КПУ (сумма кариозных, пломбированных и удаленных постоянных зубов у обследуемого), осмотр характерных мест возникновения эрозий эмали зубов (бинокулярные медицинские) и опрос-анкетирование.

Результаты: выявлена тенденция к снижению среднего pH слюны у пловцов после тренировочного занятия, варьирующегося от $6,9 \pm 0,1$ (перед тренировкой) до $6,5 \pm 0,1$ (после тренировки) ($p > 0,05$). У легкоатлетов pH слюны изменилась недостоверно ($7,1 \pm 0,2$ до тренировки и $7,0 \pm 0,1$ после тренировки) ($p < 0,05$). У пловцов наблюдалось статистически значимое повышение уровней Са ($1,25 \pm 0,15$ ммоль/л до занятия и $1,56 \pm 0,11$ ммоль/л после занятия) и F ($0,0010 \pm 0,0003$ ммоль/л до занятия и $0,0090 \pm 0,0004$ ммоль/л после занятия) в слюне. Уровень Р в слюне был достоверно снижен после тренировочного занятия ($6,09 \pm 0,39$ до $3,89 \pm 0,46$ ммоль/л) ($p > 0,05$). У легкоатлетов не выявлено достоверных изменений Са, F и Р до и после тренировочного занятия. В результате осмотра стоматолога у пловцов выявлено 3 спортсменки (14,3 %) с поражением эмали зубов, соответствующим эрозии и обусловленным локализованной деминерализацией. В контрольной группе легкоатлетов таких патологий не выявлено.

Заключение: выявленные изменения параметров слюны у спортсменов-пловцов (снижение свободного слюноотделения и повышение уровня Са и F в слюне) могут способствовать деминерализации эмали зубов. Своевременное и контролируемое использование фторидов (в составе ополаскивателей полости рта, аппликационных гелей, фторлаков), регулярное проведение профилактических стоматологических осмотров с целью предотвращения потери минерального состава зубов при плавании в бассейнах, где обеззараживание производится хлором, сведут к минимуму риск развития окрашивания и эрозии твердых тканей зубов.

Ключевые слова: стоматологический статус, физические нагрузки, плавание, pH ротовой полости, эрозия эмали зубов, состав слюны у пловцов

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Гребенников Ю.А., Гольберг Н.Д. Состояние твердых тканей зубов и ротовой жидкости у спортсменов-пловцов. Спортивная медицина: наука и практика. 2021;11(1):19–23. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.1.1>

Поступила в редакцию: 26.01.2021

Принята к публикации: 15.03.2021

Online first: 12.04.2021

Опубликована: 21.06.2021

* Автор, ответственный за переписку

Condition of hard tissues of teeth and oral fluid in athletes-swimmers

Yury A. Grebennikov*, Natalia D. Golberg

Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, Saint-Petersburg, Russia

ABSTRACT

Objective: to determine the state of dental hard tissues and saliva parameters changing in competitive swimmers, before and after a 2-hour training session in the chlorinated water swimming pool.

Materials and methods: saliva parameters of competitive swimmers trained in the sport club “Grifon”, city of St. Petersburg, Russia ($n = 21$), age of participants 18.1 ± 3.5 years, qualifications (1 category-Master of Sports) and track and field athletes of the sports schools “Nevsky district” and

“Orlyonok”, city of St. Petersburg, Russia ($n = 18$), age of participants 18.80 ± 4.54 years, qualifications (1 category — Master of Sports), have been analyzed by various tests include a study of calcium (Ca), phosphorus (P), fluorine (F) levels, and pH before and after training sessions. All athletes in the experimental and control groups have passed an examination by dentist, including: examination of the oral cavity with the determination of the KПУ index (the sum of carious, filled and removed permanent teeth in the subject), examination of the most common places of occurrence of dental enamel erosion (medical binoculars) and filling out specially designed questionnaires.

Results: there was a tendency to decrease of the average saliva pH in competitive swimmers' group after a training session, varying from 6.9 ± 0.1 (before training) to 6.5 ± 0.1 (after training) ($p > 0.05$). In track and field athletes, saliva pH did not change significantly (7.1 ± 0.2 before training and 7.0 ± 0.1 after training) ($p < 0.05$). The competitive swimmers showed a statistically significant increase in Calcium (Ca) levels (1.25 ± 0.15 mmol/L before exercise and 1.56 ± 0.11 mmol/L after exercise) and Fluorine (F) (0.0010 ± 0.0003 mmol / L before exercise and 0.0090 ± 0.0004 mmol / L after training session) in saliva. The Phosphorus (P) level in saliva was significantly reduced after the training session (from 6.09 ± 0.39 to 3.89 ± 0.46 mmol / L) ($p > 0.05$). In track and field athletes, there were no significant changes in Ca, F and P levels before and after a training session. As a result of the dentist's examination, competitive swimmers were found to have 3 athletes (14.3 %) with lesions of the teeth enamel, corresponding to dental erosion and caused by localized demineralization. In the control group of athletes, no such pathologies were revealed.

Conclusion: discovered saliva parameters changing in competitive swimmers (decrease in free salivation, pH level, and increase in the level of Ca and F in saliva) can contribute to the demineralization of tooth enamel. Timely and controlled use of fluorides (as part of mouth rinses, application gels, fluoride varnishes), regular preventive dental examinations, in order to prevent the loss of mineral composition of the teeth when swimming in chlorinated pools, will minimize the risk of staining and dental enamel erosions.

Keywords: dental status, physical exercise, swimming, pH of the oral cavity, erosion of teeth

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Grebennikov Yu.A., Golberg N.D. Condition of hard tissues of teeth and oral fluid in athletes-swimmers. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2021;11(1):19–23 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2021.1.1>

Received: 26 January 2021

Accepted: 15 March 2021

Online first: 12 April 2021

Published: 21 June 2021

* Corresponding author

1. Введение

Чуть более 30 лет назад в научной литературе появились первое сообщение B.S. Centerwall и соавт. [1] о возникновении эрозий эмали зубов как результата длительного нахождения спортсменов-пловцов в бассейнах, где обеззараживание воды производится с помощью хлора. В дальнейшем эти исследования нашли подтверждение в работах других ученых [2–18]. Несмотря на то что нормы содержания хлора в воде плавательных бассейнов регулируются во всех странах по-разному, средний уровень pH воды варьируется в диапазоне 7,2–8,0. В Российской Федерации считаются оптимальными по нормам СанПиН 2.1.2. 1188-03 показатели pH 7,0–7,4. Однако если в плавательном бассейне, где происходит обеззараживание хлором, нарушается кислотно-щелочной баланс, pH воды может быстро снижаться до значений, при которых происходит декальцинирование (деминерализация) эмали зубов. Деминерализация эмали зубов будет происходить при низких значениях pH несмотря на то, что пловцы могут не чувствовать изменений pH. Исследования ряда авторов указывают, что вода в плавательных бассейнах с низким pH вызывает быстрый и обширный процесс возникновения эрозий эмали зубов [4, 5, 14–16]. Таким образом, занятие плаванием может рассматриваться как основная причина возникновения эрозий эмали зубов в случае диагностирования таковых у спортсменов, занимающихся плаванием.

Мы предполагали, что интенсивные физические нагрузки могут изменить скорость свободного слюноотделения и баланс кальция (Ca), фосфора (P) и фтора (F) в слюне у пловцов при тренировке в бассейнах,

обеззараживание которых производится хлором. Также предполагается наличие у спортсменов-пловцов эрозий эмали зубов, связанное с длительным нахождением в водной среде плавательного бассейна.

Цель настоящей работы: определить состояние твердых тканей зубов и изменение параметров слюны у спортсменов-пловцов до и после 2-часового тренировочного занятия в бассейне, где обеззараживание воды проводится хлором.

2. Материалы и методы

В исследовании приняли участие спортсмены-пловцы, тренирующиеся в спортивном комплексе «Грифон» Санкт-Петербурга, девушки ($n = 21$), возраст участников $18,1 \pm 3,5$ года, квалификация 1 разряд, МС, длина тела $166,9 \pm 4,5$ см, масса тела $59,5 \pm 5,2$ кг, в контрольной группе были спортсмены-легкоатлеты девушки СДЮШОР «Невского района» и СДЮШОР «Орленок» Санкт-Петербурга ($n = 18$), возраст участников $18,8 \pm 4,5$ года, квалификация 1 разряд, КМС, длина тела $168,1 \pm 4,6$ см, масса тела $60,8 \pm 6,0$ кг.

Все спортсмены экспериментальной и контрольной групп проходили диагностическое обследование у врача-стоматолога, включающее в себя осмотр полости рта с определением индекса КПУ (сумма кариозных, пломбированных и удаленных постоянных зубов у обследуемого), осмотр характерных мест возникновения эрозий эмали зубов (бинокулярные медицинские), опрос-анкетирование по разработанным предварительно анкетам.

Цельная, не стимулированная слюна спортсменов экспериментальной и контрольной групп собиралась

до и после тренировочного занятия продолжительностью около 2 часов. В процессе сбора слюны (длительностью 3 минуты) спортсмены сидели со слегка наклоненной головой, не глотая и, по возможности, не двигая губами и языком, и в течение периода сбора выплевывали накопившуюся слюну в пробирку, предварительно взвешенную, расположенную в термосе со льдом. По истечении 3 минут пробирки были также взвешены на точных весах, и гравиметрическим методом определялась скорость секреции слюны (мл/мин).

Параметры слюны анализировались различными тестами и включали в себя исследование уровня кальция (Ca), фосфора (P), фтора (F), а также pH до и после тренировочного занятия. pH слюны определялось с помощью электронного прибора PH-200 (HM Digital, Южная Корея). Уровень фосфора (P) в слюне определялся методом колориметрии с молибдатом аммония (Cobas 6000, Roche Diagnostics, Швейцария). С помощью Ион-фтора электрода ISE (Hanna Instruments, Германия) был измерен уровень фтора (F) в слюне. Для определения концентрации кальция (Ca) использовали фотометрический метод с о-крезолфталеин комплексом при помощи набора реактивов фирмы Human на аппарате Humalyzer Junior (Германия). Концентрации фосфора (P), кальция (Ca) и фтора (F) в слюне были рассчитаны и выражены в ммоль/л.

3. Результаты исследования и их обсуждение

В результате осмотра стоматолога в экспериментальной группе выявлены 3 спортсменки (14,3 %) с поражением эмали зубов, соответствующим эрозии и обусловленным локализованной деминерализацией. В контрольной группе таких патологий не выявлено. Наличие кариеса у спортсменок обеих групп примерно одинаковое, оценивалось при помощи индекса КПУ и соответствовало уровню среднего значения (интенсивность кариеса по ВОЗ) 7,6 в экспериментальной и 7,2 в контрольной

группе соответственно. Таким образом, по уровню среднегрупповых результатов отмечены достоверные различия между экспериментальной и контрольной группами по показателям эрозии твердых тканей (желтых пятен деминерализации) ($p > 0,05$). По показателям интенсивности кариеса (индекс КПУ) достоверных различий между пловцами и легкоатлетами нет ($p < 0,05$). В результате проведенного анкетирования выявлено следующее: на вопросы, связанные с гигиеной полости рта, частотой посещения стоматолога, а также вопросы, относящиеся к особенностям пищевого рациона, спортсмены из экспериментальной и контрольной групп дают схожие ответы. Однако если спортсмены из контрольной группы на вопросы: 1. «Часто ли возникает чувствительность зубов?», 2. «Чувствую ли я сухость во рту после тренировки?» обозначили отрицательные ответы в 100 % случаев, некоторые спортсмены из экспериментальной группы дают на эти вопросы положительные ответы: 1 — 5 спортсменок (23,8 %), 2 — 7 спортсменок (33,3 %).

Усредненные данные параметров слюны спортсменов-пловцов, тренирующихся в бассейне, где обеззараживание воды производится хлором, и легкоатлетов показаны на рисунках 1–4.

Достоверное снижение скорости свободного слюноотделения наблюдалось после тренировочного занятия у спортсменок экспериментальной группы (от $1,10 \pm 0,08$ до $0,80 \pm 0,09$ мл/мин) ($p > 0,05$). У спортсменок контрольной группы эти изменения не достоверны (от $1,15 \pm 0,07$ до $1,08 \pm 0,08$ мл/мин) ($p < 0,05$). У пловцов наблюдалось статистически значимое повышение уровней Ca ($1,25 \pm 0,15$ ммоль/л до занятия и $1,56 \pm 0,11$ ммоль/л после занятия) и F ($0,0010 \pm 0,0003$ ммоль/л до занятия и $0,0090 \pm 0,0004$ ммоль/л после занятия) в слюне. Уровень P в слюне был достоверно снижен после тренировочного занятия (с $6,09 \pm 0,39$ до $3,89 \pm 0,46$ ммоль/л) ($p > 0,05$). У легкоатлетов не выявлено достоверных изменений Ca, F и P до и после тренировочного занятия.

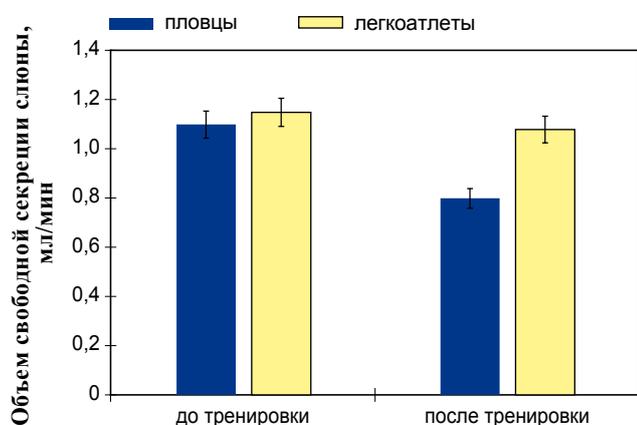


Рис. 1. Показатели скорости свободного слюноотделения в экспериментальной и контрольной группах до и после тренировки
Fig. 1. Speed indicators of free salivation in the experimental and control groups before and after training

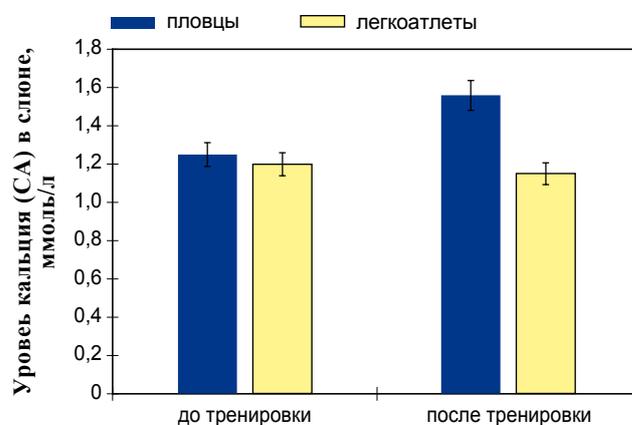


Рис. 2. Показатели уровня кальция (Ca) в слюне спортсменов экспериментальной и контрольной групп до и после тренировки
Fig. 2. The level of calcium (Ca) indicators in the saliva of athletes in the experimental and control groups before and after training

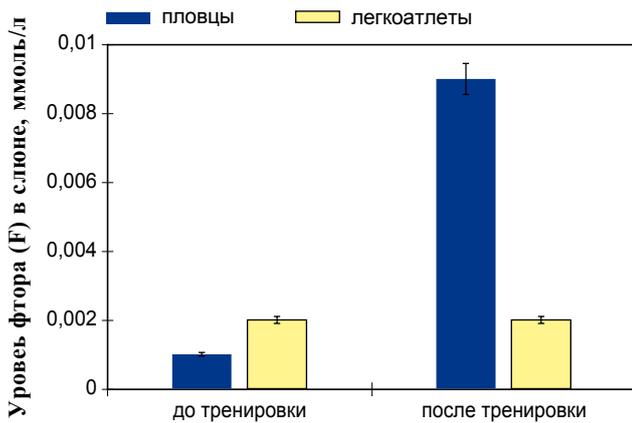


Рис. 3. Показатели уровня фтора (F) в слюне спортсменов экспериментальной и контрольной групп до и после тренировки

Fig. 3. The level of fluoride (F) indicators in the saliva of athletes in the experimental and control groups before and after training

Эти показатели соответственно $1,20 \pm 0,12$ — $1,15 \pm 0,14$ ммоль/л, $0,0020 \pm 0,0006$ — $0,0020 \pm 0,0008$ ммоль/л, $6,25 \pm 0,40$ — $5,81 \pm 0,32$ ммоль/л ($p < 0,05$).

Была обнаружена тенденция к снижению среднего pH слюны у пловцов после тренировочного занятия, варьирующегося от $6,9 \pm 0,1$ (перед тренировкой) до $6,5 \pm 0,1$ (после тренировки) ($p > 0,05$). При этом pH воды в тренировочном бассейне контролировалась ежедневно. В течение дня, в промежутке времени между забором контрольных проб, pH воды в бассейне составляла 7,3. У легкоатлетов pH слюны изменилась недостоверно ($7,1 \pm 0,2$ до тренировки и $7,0 \pm 0,1$ после тренировки) ($p < 0,05$).

Представленные результаты показывают, что у спортсменов-пловцов, тренирующихся в бассейне, где производится обеззараживание хлором, наблюдалось значительное изменение параметров слюны, таких как скорость свободного слюноотделения, а также концентрация Ca, P и F, что подтверждает сформулированную нами первоначально гипотезу.

В ранее проведенных исследованиях [1, 2, 7, 12, 14, 18] указывается на то, что плавательный тренировочный процесс в бассейнах, где обеззараживание производится хлором, и контроль за обеззараживанием не соответствуют существующим стандартам, что приводит к возникновению множественных эрозий эмали зубов у спортсменов-пловцов. Проведенное исследование показывает, что даже в бассейнах, где обеззараживание контролируется должным образом (средний pH — 7,3), происходит изменение параметров слюны у спортсменов-пловцов (снижение свободного слюноотделения и повышение уровня Ca и F

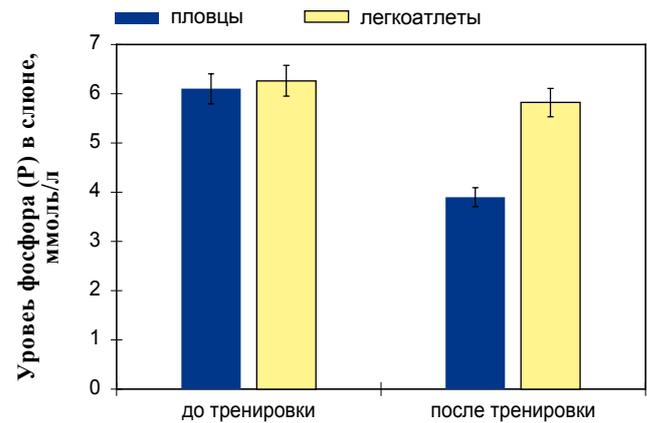


Рис. 4. Показатели уровня фосфора (P) в слюне спортсменов экспериментальной и контрольной групп до и после тренировки

Fig. 4. The level of phosphorus (P) indicators in the saliva of athletes from the experimental and control groups before and after training

в слюне), что может способствовать деминерализации эмали зубов. Исследование само по себе не устанавливает прямой зависимости между профессиональным занятием плаванием и появлением эрозий эмали зубов, однако становится ясна необходимость дополнительной научной деятельности в этом направлении. Помимо того что спортсмены-пловцы самостоятельно обнаруживают у себя изменения цвета поверхности зубов, в литературе также описаны случаи необычного желтовато-коричневого окрашивания на поверхности эмали зубов у спортсменов-пловцов [10, 11, 15].

4. Выводы

Предполагается, что риск появления множественных эрозий эмали зубов и изменения цвета поверхности зубов может быть сведен к минимуму в случае раннего информирования спортсменов-пловцов, занимающихся в плавательных бассейнах, где обеззараживание воды производится хлором. Это повлечет за собой своевременное и контролируемое использование фторидов (в составе ополаскивателей полости рта, аппликационных гелей, фтор лаков и т.д.), регулярное проведение профилактических стоматологических осмотров с целью предотвращения потери минерального состава зубов при плавании в бассейнах, где обеззараживание производится хлором. Таким образом, возможные последствия деминерализации эмали вследствие плавания имеют значительное диагностическое и терапевтическое значение для спортсменов-пловцов и пловцов-любителей. Этот факт также подчеркивает важность регулярного мониторинга pH воды бассейнов, где обеззараживание производится хлором.

Вклад авторов:

Гребенников Юрий Андреевич — концепция исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста.

Гольберг Наталия Давидовна — концепция исследования, редактирование.

Authors' contributions:

Yury A. Grebennikov — research concept, collection and processing of material, statistical processing, text writing.

Natalia D. Golberg — research concept, editing.

Список литературы / References

1. Centerwall B.S., Armstrong C.W., Funkhouser L.S., Elzay R.P. Erosion of dental enamel among competitive swimmers at a gas-chlorinated swimming pool. *Am. J. epidemiol.* 1986;123(4):641–647. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a114283>
2. Gabai Y., Fattal B., Rahamin E., Gedalia I. Effect of pH levels in swimming pools on enamel of human teeth. *Am. J. Dent.* 1988;1(6):241–243.
3. Milosevic A., Kelly M.J., McLean A.N. Sports supplement drinks and dental health in competitive swimmers and cyclists. *Br. Dent. J.* 1997;182(8):303–308. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4809372>
4. Geurtsen W. Rapid general dental erosion by gas-chlorinated swimming pool water. Review of the literature and case report. *Am. J. Dent.* 2000;13(6):291–293.
5. Dawes C., Boroditsky C.L. Rapid and severe tooth erosion from swimming in an improperly chlorinated pool: case report. *J. Can. Dent. Assoc.* 2008;74(4): 359–361.
6. Buczkowska-Radlińska J., Łagocka R., Kaczmarek W., Górski M. Prevalence of dental erosion in adolescent competitive swimmers exposed to gas-chlorinated swimming pool water. *Clin. Oral Investig.* 2013;17(2):579–583. <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0720-6>
7. Baghele O.N., Majumdar I.A., Thorat M.S., Nawar R., Baghele M.O., Makkad S. Prevalence of Dental Erosion Among Young Competitive Swimmers: A Pilot Study. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 2013;34(2):20–24.
8. Chuenarrom C., Daosodsai P., Charoenphol P. Effect of excessive trichloroisocyanuric acid in swimming pool water on tooth erosion. *Songklanakarini J. Sci. Technol.* 2014;36(4):445–450.
9. D'Ercole S., Tieri M., Martinelli D., Tripodi D. The effect of swimming on oral health status: competitive versus non-competitive athletes. *J. Appl. Oral Sci.* 2016;24(2):107–113. <https://doi.org/10.1590/1678-775720150324>

10. Moore A.B., Calleros C., Aboytes D.B., Myers O.B. An assessment of chlorine stain and collegiate swimmers. *Can. J. Dent. Hyg.* 2019;53(3):166–171.
11. Rao K.A., Thomas S., Kumar J.K., Narayan V. Prevalence of Dental Hypersensitivity and Dental Erosion among Competitive Swimmers, Kerala, India. *Indian J. Community Med.* 2019;44(4):390–393. https://doi.org/10.4103/ijcm.IJCM_213_19
12. Boonviriyaya S., Tannukit S., Jitpukdeebodintr S. Effects of tannin-fluoride and milk-fluoride mixture on human enamel erosion from inappropriately chlorinated pool water. *J. Oral Sci.* 2017;59(3):383–390. DOI: 10.2334/josnusd.16-0582
13. Martínez L.M., Menéndez A.L., Lop M.R., Ortells C.S., Aiuto R., Garcovich D. Dental erosion. Etiologic factors in a sample of Valencian children and adolescents. Cross-sectional study. *Eur. J. Paediatr. Dent.* 2019;20(3):189–193. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2019.20.03.04>
14. Dawes C. What Is the Critical pH and Why Does a Tooth Dissolve in Acid? *J. Can. Dent. Assoc.* 2004;69(11):722–724.
15. Escartin J.L., Arnedo A., Pinto V., Vela M.J. A study of dental staining among competitive swimmers. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 2000;28(1):10–17. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0528.2000.280102.x>
16. Zebrauskas A., Birskute R., Maciulskiene V. Prevalence of Dental Erosion among the Young Regular Swimmers in Kaunas, Lithuania. *J. Oral Maxillofac. Res.* 2014;5(2):6. <https://doi.org/10.5037/jomr.2014.5206>
17. Mucenic S.G., Florea A., Ormenisan A., Comaneanu R.M. In vitro evaluation of the erosive potential of chlorinated pool water on dental enamel and the protective effect of three dental materials. *Materiale Plastice.* 2016;53(4):703–707.
18. Chuenarrom C., Daosodsai P., Benjakul P. Erosive potential of low pH swimming pool water on dental enamel. *J. Health Res.* 2010;24(2):91–94.

Информация об авторах:

Гребенников Юрий Андреевич* — аспирант сектора биохимии спорта ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры» Министерства спорта Российской Федерации, 191040, Россия, Санкт-Петербург, Лиговский пр., 56, литера Е. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1065-0942> (+7 (911) 955-36-83; agrebenn@yandex.ru)

Гольберг Наталия Давидовна — к.б.н., заведующая сектором биохимии спорта ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры» Министерства спорта Российской Федерации, 191040, Россия, Санкт-Петербург, Лиговский пр., 56, литера Е. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2689-5503>

Information about the authors:

Yury A. Grebennikov* — Postgraduate Student of the Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, 56/E, Ligovsky ave., St. Petersburg, 191040, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1065-0942> (+7 (911) 955-36-83; agrebenn@yandex.ru)

Natalia D. Golberg — Ph.D. (Biology), Head of the Department of Biochemistry of the Saint-Petersburg Scientific-Research Institute for Physical Culture, 56/E, Ligovsky ave., St. Petersburg, 191040, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2689-5503>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author