

УДК 612.06

## ИТОГИ 100-ЛЕТНЕГО ИЗУЧЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ

© 2024 г. Е.А. Гаврилова\*, О.А. Чурганов

ФГБОУ ВО Северо-Западный государственный медицинский университет  
имени И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

\*E-mail: gavrilovaea@mail.ru

Поступила в редакцию 12.01.2024 г.

После доработки 26.05.2024 г.

Принята к публикации 06.06.2024 г.

В данной работе проведен исторический обзор концепций перетренированности в спорте с 1923 г. и подведены итоги изучения проблемы. Рассмотрена авторская концепция синдрома перетренированности с позиций теории стресса и адаптации. Показана общность перетренированности с синдромом относительного дефицита энергии в спорте и нарушением адаптации аппарата кровообращения. Большое внимание в статье уделено внутренировочному стрессу, который при определенных условиях может стать лидирующей причиной синдрома перетренированности.

*Ключевые слова:* спорт, синдром перетренированности, стресс, адаптация.

**DOI:** 10.31857/S0131164624040124 **EDN:** BSJTMJ

2023 г. стал годом 100-летнего юбилея изучения проблемы перетренированности в мире. Впервые состояние перетренированности описал пионер программ физической подготовки в Канаде *Robert Tait McKenzie*. В ноябре 1923 г. *R. T. McKenzie* опубликовал статью в журнале Калифорнийского государственного медицинского университета, в которой обозначил состояние перетренированности как "отравление нервной системы" [1].

Одно из последних определений синдрома перетренированности (СП) было дано в обзоре *J. Carrard et al.* в 2022 г. [2] по результатам анализа 5561 публикации. Согласно определению авторов, *синдром перетренированности — это состояние, характеризующееся долгосрочным снижением работоспособности, в основе которого лежит дисбаланс между нагрузкой и восстановлением.*

Сегодня неуклонный рост спортивных рекордов диктует изменение методов тренировок, все больше увеличивая их количество и интенсивность, сокращая при этом время для восстановления спортсменов. В настоящее время доказано, что перенапряжение спортсмена, если за ним следует адекватное восстановление, может привести к увеличению спортивных результатов. В то же время, если перенапряжение станет чрезмерным, особенно в сочетании с дополнительными стрессорами, это может привести к СП и снижению спортивных результатов [3].

### Итог изучения проблемы перетренированности в спорте

К 2024 г. в мире опубликованы тысячи исследований по проблеме перетренированности. Что касается собственно СП, они начались в основном с 1983 г., а неуклонный их рост — с 2013 г. Каков же итог состояния данной проблемы в столетний юбилей ее первого упоминания? По результатам анализа около 300 публикаций в международной научной базе *PubMed*, посвященных изучению СП, можно сделать следующие выводы:

1. У спортсменов симптомы СП строго индивидуальны, а их физиологическое и психическое состояние крайне изменчиво в зависимости от тренировочных и соревновательных нагрузок.
2. Продолжительность СП широко варьирует от большого числа различных факторов.
3. Не был идентифицирован ни один специфический биомаркер или преобладающий физиологический механизм СП.
4. Клинический диагноз СП ставится только методом исключения.
5. Методы лечения СП в настоящее время фактически не разработаны.

Доказательные исследования по проблеме СП позволяют прийти к заключению о том, что поиск причинно-следственных связей СП себя не оправдал. В изучении данной проблемы возможен

исключительно комплексный системный подход. И начинать его надо с позиций фундаментальных наук, в частности – физиологии.

Однако, к сожалению, приходится констатировать, что в настоящее время существует большой разрыв между физиологией и медициной в целом и спортивной медициной – в частности.

### Синдром перетренированности с физиологической точки зрения

С физиологической точки зрения спортивную деятельность можно рассматривать как стресс, а СП – как результат стрессорного воздействия чрезмерных нагрузок на организм спортсмена. Слово "стресс" со старофранцузского и древнеанглийского языков переводится как давление, нажим, напряжение, затягивание. Первым описал стресс как общий адаптационный синдром канадский физиолог *H. Selye* в 1936 г. [4]. А в 1956 г. в своей книге "Стресс жизни" *H. Selye* [5] так описывал стресс: "Стресс есть неспецифический ответ организма на любое предъявление ему требования, вызывающий ответную реакцию с целью адаптации и поддержания гомеостаза..."; "Чем сильнее и длительнее стрессовая нагрузка, тем дольше должен быть период восстановления". Последний тезис сегодня можно считать основой повышения работоспособности, выносливости спортсменов и улучшения их спортивных результатов. Только полное восстановление после тренировок – залог повышения исходного уровня устойчивости, предложенного *H. Selye* в его теории стадийности стресса [5]. Таким образом, с позиций теории стресса великого канадского физиолога СП – это болезнь адаптации, стадия истощения адаптационного синдрома. Но стресс – это неспецифическая реакция организма на любое требование. Очень трудно из этой реакции выделить только стресс спортивный.

Возникает закономерный вопрос: а стадия истощения у спортсмена только ли перетренированность? Сегодня появились доказательные исследования, такие как обзор 2022 г. *L. Armstrong et al.* "Синдром перетренированности как явление сложных систем" [6], о том, что хроническая физическая нагрузка не является исключительной детерминантой нейроэндокринной дисфункции в сценарии синдрома перетренированности. Анализ логистической регрессии в исследовании *F.A. Cadegiani* и *C.E. Kater* "Питание, сон и социальные паттерны как независимые предикторы клинического, метаболического и биохимического поведения среди элитных спортсменов-мужчин: исследование EROS-PREDICTORS" (*EROS – Endocrine and Metabolic Responses on Overtraining Syndrome study* – эндокринные и метаболические реакции при синдроме перетренированности) [7] доказал, что в 100% случаев при СП присутствовал

и являлся его независимым триггером один из следующих факторов: 1) низкое потребление углеводов; 2) низкое потребление белка; 3) низкое общее потребление калорий; 4) плохое качество сна.

Это при том, что при оценке 117 различных биомаркеров в исследовании *EROS* [8] так и не был идентифицирован ни один специфический паттерн для СП. В данном исследовании *F.A. Cadegiani* и *C.E. Kater* обращают большое внимание на социальные паттерны СП [8].

### Связь синдрома перетренированности и синдрома относительного дефицита энергии в спорте

В настоящее время показана тесная связь между тренировочной перегрузкой и синдромом относительного дефицита энергии в спорте (*RED-S – Relative Energy Deficiency in Sport*), который имеет много общих симптомов с СП [9]. Основные нарушения функционирования организма при *RED-S* касаются метаболических, эндокринных, психических и когнитивных нарушений, репродуктивных функций, здоровья костей, иммунитета и сердечно-сосудистого здоровья, потенциально необратимыми в долгосрочной перспективе как у мужчин, так и у женщин [10]. Сегодня установлено, что стойкий *RED-S* может ухудшить эффективность тренировочного процесса и спортивные результаты через множество различных косвенных механизмов: нарушения восстановления, синтеза белка, депонирование гликогена, нервно-мышечной производительности, оптимальной мышечной массы и мышечных функций, роста травм. Показано, что выраженность *RED-S* отрицательно коррелирует со спортивными результатами у элитных гимнасток, женщин-пловцов, бегунов, гребцов обоих полов. Сходство симптомов между СП и *RED-S* является значительным, причем оба начинаются с гипоталамо-гипофизарной дисфункции, на которую может оказывать влияние низкий уровень потребления калорий с пищей. В своем обзоре *T. Stellingwerff et al.* [9] продемонстрировали, что многие негативные последствия СП могут быть в первую очередь связаны с дефицитом энергии и доступности углеводов. Совпадения симптомов двух заболеваний были выявлены в большей части литературы по СП (57 исследований) и *RED-S* (88 исследований), что позволяет думать, что это один и тот же синдром. Отмечено, что профилактика СП у спортсменов является многофакторной, но многие аспекты основаны именно на доступности энергии и углеводов, что лежит в основе *RED-S*.

### Перетренированность и теория адаптации

Безусловно, спортивная деятельность, особенно ее соревновательная часть, – один из самых стрессогенных видов человеческой деятельности.

Тренировочный и соревновательный стресс активизирует целый ряд физиологических систем организма через гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось и вегетативную нервную систему, вызывая изменения в ряде других систем организма [11]: центральной нервной, в том числе психической сферы; эндокринной; кардиореспираторной; системе гемостаза; иммунной; репродуктивной сфере и опорно-двигательного аппарата, в том числе мышц.

С точки зрения теории адаптации физиологические изменения, вызванные стрессом, являются адаптивными для подготовки организма к выживанию – универсальной реакции "борьба или бегство", которая была описана еще в начале прошлого века в классических работах *W.B. Cannon* [12, 13]. Однако в спорте данная реакция не всегда используется по назначению. При выбросе стресс-реализующих гормонов происходит обострение органов чувств, расширение бронхов, увеличение частоты сердечных сокращений, повышение мышечного тонуса, сужение сосудов, рост уровня глюкозы крови. Данный механизм, выработанный миллионами лет эволюции, начиная с первобытного человека, имеет большое значение для выживания. Например, при охоте на диких животных эта реакция дает возможность долгое время иметь силы, выносливость и скорость реакции без пищи, подготовиться к кровопотере через сосудистый спазм и повышение свертывания крови. Однако ежедневная эксплуатация данного филогенетически приобретенного механизма переживания стресса и использования резервов организма, данных нам для выживания, ведет к переходу адаптивных реакций при действии стресса в реакции повреждающие. Если нагрузки достигают предела возможностей организма, то они оказывают разрушающее действие. *H. Selye* назвал такой стресс дистрессом [14].

#### **Синдром перетренированности и нарушение адаптации аппарата кровообращения**

Наиболее тяжелым последствием дистресса является нарушение адаптации аппарата кровообращения, в том числе – внезапная сердечная смерть. Известно, что каждый организм обладает определенным запасом адаптационной энергии и стресс-лимитирующими системами (саногенными механизмами), которые противодействуют стрессорным факторам [15]. Однако адаптационная энергия конечна, что показал американский исследователь *B. Goldstone* [16], расширив концепцию стресса *H. Selye*. Он подчеркивал, что "...если индивид тратит свою адаптационную энергию быстрее, чем производит ее, то он расходует свой адаптационный капитал и умирает при его полном истощении". *H. Selye* первым описал стрессорные неконарогенные стероидные некрозы миокарда

[4]. Много внимания стрессорному повреждению миокарда, в том числе при физических нагрузках [18], уделял и отечественный физиолог проф. *Ф.З. Меерсон* [17].

Проблема неблагоприятного влияния интенсивных физических нагрузок на сердце спортсменов поднималась в СССР еще с 30-х гг. прошлого века. Концепцию патологического спортивного сердца в результате чрезмерных напряжений спортивного характера в отечественной кардиологии первым предложил гениальный советский терапевт проф. *Г.Ф. Ланг* [19]. Однако помимо чрезмерных физических нагрузок большое значение в возникновении патологического спортивного сердца *Г.Ф. Ланг* также придавал сочетанию интенсивных физических нагрузок с другими стрессорами: напряженной умственной деятельностью и отрицательными эмоциями, а также наличием очагов хронической инфекции у спортсменов. По мнению ученого, чрезмерные мышечные напряжения, как острые однократные, так и систематически повторяемые, рано или поздно вызывают патологические изменения в миокарде, вследствие которых может развиваться сердечная недостаточность и даже наступить смерть. Переход от физиологического спортивного сердца к патологическому, по мнению *Г.Ф. Ланга*, совершается обычно постепенно и незаметно для спортсмена, а происходящие в миокарде изменения до определенной стадии носят обратимый характер. При продолжающейся чрезмерной мышечной нагрузке такие изменения становятся необратимыми и проявляются некрозом мышечных волокон миокарда. Это может привести к внезапной смерти вследствие жизнеопасных нарушений ритма сердца, наступающих при резком нарушении проводимости и возбудимости на фоне значительных биохимических изменений миокарда [19].

Таким образом, в СССР с 30-х гг. прошлого века было признано существование патологии миокарда под действием физических нагрузок. Эта традиция сохраняется и в России. Член-корреспондент РАН *В.А. Бадтиева* и др. [20] опубликовали обзор о расстройствах сердечно-сосудистой системы (ССС) как проявлении синдрома перетренированности. Большое число авторов поддерживает данную идею – член-корреспондент РАН проф. *Л.А. Балыкова* [21], д.м.н. *А.В. Михайлова* и проф. *А.В. Смоленский* [22] и многие др. Вот уже 25 лет школа проф. *Э.В. Земцовского* [23] предлагает именовать патологическое спортивное сердце стрессорной кардиомиопатией, что полностью соответствует физиологическим представлениям о стрессе [24].

В то же время, несмотря на то, что Олимпийский комитет утвердил консенсус о взаимосвязи физических нагрузок и здоровья спортсменов [25], официального признания обусловленности

патологических изменений в сердце атлета чрезмерными тренировочными и соревновательными нагрузками за этим не последовало. Ни в одну из известных международных классификаций кардиомиопатия, вызванная стрессорными факторами спортивной деятельности, до сих пор не вошла. Не случайно СП сегодня исследуется преимущественно с точки зрения его проявлений в таких системах организма, как нервно-психическая сфера, иммунная, опорно-двигательный аппарат и др., но не сердечно-сосудистая.

Однако, следует отметить, что в последние двадцать лет несколькими независимыми группами исследователей по всему миру была признана патология – *аритмогенная кардиомиопатия, индуцированная физическими нагрузками (exercise-induced arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy)*. Ее пионером стал бельгийский кардиолог проф. *H. Heidbuchel* [26], который предложил экстремальное ремоделирование и нарушения ритма сердца, брадикардии рассматривать с точки зрения перенапряжения. Однако по сей день большинство западных коллег при исключении у спортсмена известной кардиальной патологии расценивают выявленные нарушения со стороны ССС атлетов преимущественно как доброкачественные. При этом проблемы перенапряжения (адаптации и ее нарушений, болезней адаптации) остаются, как правило, за пределами внимания клиницистов и в большей степени интересуют физиологов спорта.

Сегодня в практике спорта при снижении работоспособности и результативности спортивной деятельности у атлетов можно отметить две крайности, особенно присущие спортивным кардиологам: первая – поиск заболеваний, не связанных со спортивной деятельностью, которые могли бы стать причиной снижения спортивных результатов, а вторая – все изменения в снижении работоспособности и результативности спортсменов списывать на физическое перенапряжение.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, перетренированность у спортсменов развивается при несоответствии силы и длительности воздействия стрессорных факторов спортивной деятельности и внутренировочного стресса адаптивным возможностям организма. Следует помнить, что физические нагрузки и сама спортивная деятельность – это очевидный, но не всегда истинный механизм синдрома перетренированности. Сегодня доказано, что внутренировочный стресс (питание, сон, социальный стресс) являются независимыми факторами перетренированности спортсменов [7].

Любое повреждение опорно-двигательного аппарата, сердца, иммунодефициты, *RED-S*, психоэмоциональные расстройства и пр. у спортсмена

нельзя считать процессом изолированным. Это – составляющие общего перенапряжения всего организма. А сам СП вполне можно рассматривать как болезнь адаптации, нарушение течения общего адаптационного синдрома. Именно такой подход сегодня является системным и позволяет нам избежать ошибочных суждений в отношении СП.

В год столетнего юбилея описания перетренированности следует признать, что синдром перетренированности – явление сложное, что требует от врача, физиолога и тренера комплексного подхода к этой проблеме с учетом не только влияния на организм спортивной деятельности, но и внутренировочного стресса, который при определенных условиях может стать лидирующим. А рассмотрение проблемы перетренированности через призму учения о стрессе и адаптации открывает новые перспективы в профилактике и лечении СП.

**Конфликт интересов.** Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *McKenzie R.T.* The place of manipulation and corrective gymnastics in treatment // *Cal. State J. Med.* 1923. V. 21. № 11. P. 480.
2. *Carrard J., Rigort A.C., Herzog C. et al.* Diagnosing Overtraining Syndrome: A scoping review // *Sports Health.* 2022. V. 14. № 5. P. 665.
3. *La Torre M.E., Monda A., Messina A. et al.* The potential role of nutrition in Overtraining Syndrome: A narrative review // *Nutrients.* 2023. V. 15. № 23. P. 4916.
4. *Selye H.A.* Syndrome produced by diverse nocuous agents // *Nature.* 1936. V. 138. P. 32.
5. *Selye H.A.* The stress of life. New York: McGraw-Hill, 1956. 325 p.
6. *Armstrong L.E., Bergeron M.F., Lee E.C. et al.* Overtraining Syndrome as a complex systems phenomenon // *Front. Netw. Physiol.* 2022. V. 1. P. 794392.
7. *Cadegiani F.A., Kater C.E.* Eating, sleep, and social patterns as independent predictors of clinical, metabolic, and biochemical behaviors among elite male athletes: The EROS-PREDICTORS study // *Front. Endocrinol. (Lausanne).* 2020. V. 11. P. 414.
8. *Cadegiani F.A., Kater C.E.* Hormonal response to a non-exercise stress test in athletes with overtraining syndrome: results from the Endocrine and metabolic Responses on Overtraining Syndrome (EROS) – EROS-STRESS // *J. Sci. Med. Sport.* 2018. V. 21. № 7. P. 648.
9. *Stellingwerff T., Heikura I.A., Meeusen R. et al.* Overtraining Syndrome (OTS) and Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Shared pathways, symptoms and complexities // *Sports Med.* 2021. V. 51. № 11. P. 2251.

10. *Sim A., Burns S.F.* Review: questionnaires as measures for low energy availability (LEA) and relative energy deficiency in sport (RED-S) in athletes // *J. Eat. Disord.* 2021. V. 9. № 1. P. 41.
11. *Гаврилова Е.А., Чурганов О.А.* Современные представления о синдроме перетренированности // Материалы международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений "Спортмед-2007". Москва-Экспоцентр, 24–25 ноября 2007 г. М.: "Физическая культура и спорт", 2007. С. 91.
12. *Cannon W.B.* Bodily changes in pain, hunger, fear and rage: An account of recent researches into the function of emotional excitement. New York, NY: D Appleton & Company, 1915. 311 p.
13. *Cannon W.B.* Bodily changes in pain, hunger, fear, and rage. New York: Appleton-Century-Crofts, 1929. P. 337.
14. *Selye H.* Stress without distress. New York. Philadelphia, 1974. 124 p.
15. *Меерсон Ф.З.* Защита сердца от ишемических повреждений: роль стресс-лимитирующих систем и стабилизации структур миокарда // *Российский кардиологический журнал.* 2001. № 5. С. 49.
16. *Goldstone B.* The general practitioner and the general adaptation syndrome // *S. Afr. Med. J.* 1952. V. 26. № 6. P. 106.
17. *Меерсон Ф.З.* Патогенез и предупреждение стрессорного и ишемического повреждений сердца. М.: Медицина, 1984. 278 с.
18. *Меерсон Ф.З., Пшенинкова М.Г.* Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М.: Медицина, 1988. 256 с.
19. *Ланг Г.Ф.* Вопросы кардиологии. М.: Медицина, 1936. 189 с.
20. *Бадтиева В.А., Павлов В.И., Шарыкин А.С. и др.* Синдром перетренированности как функциональное расстройство сердечно-сосудистой системы, обусловленное физическими нагрузками // *Российский кардиологический журнал.* 2018. Т. 23. № 6. С. 180.
21. *Балыкова Л.А., Ивянский С.А.* "Спортивное сердце" у детей и подростков // Авторские лекции по педиатрии. Детская спортивная медицина. М.: ООО "Буки Веди", 2017. Т. 10. С. 205.
22. *Михайлова А.В., Смоленский А.В.* Перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов. М.: Спорт, 2019. 122 с.
23. *Земцовский Э.В.* Спортивная кардиология. СПб.: Гиппократ, 1995. 448 с.
24. *Гаврилова Е.А.* Сердце спортсмена. Актуальные проблемы спортивной кардиологии: монография. М.: Спорт, 2022. 432 с.
25. *Schweltnus M., Soligard T., Alonso J.M. et al.* How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness // *Br. J. Sports Med.* 2016. V. 50. № 17. P. 1043.
26. *Heidbuchel H., La Gerche A.* The right heart in athletes. Evidence for exercise-induced arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy // *Herzschrittmacherther. Elektrophysiol.* 2012. V. 23. № 2. P. 82.

## REFERENCES

1. *McKenzie R.T.* The place of manipulation and corrective gymnastics in treatment // *Cal. State J. Med.* 1923. V. 21. № 11. P. 480.
2. *Carrard J., Rigort A.C., Herzog C. et al.* Diagnosing Overtraining Syndrome: A scoping review // *Sports Health.* 2022. V. 14. № 5. P. 665.
3. *La Torre M.E., Monda A., Messina A. et al.* The potential role of nutrition in Overtraining Syndrome: A narrative review // *Nutrients.* 2023. V. 15. № 23. P. 4916.
4. *Selye H.A.* Syndrome produced by diverse nocuous agents // *Nature.* 1936. V. 138. P. 32.
5. *Selye H.A.* The stress of life. New York: McGraw-Hill, 1956. 325 p.
6. *Armstrong L.E., Bergeron M.F., Lee E.C. et al.* Overtraining Syndrome as a complex systems phenomenon // *Front. Netw. Physiol.* 2022. V. 1. P. 794392.
7. *Cadegiani F.A., Kater C.E.* Eating, sleep, and social patterns as independent predictors of clinical, metabolic, and biochemical behaviors among elite male athletes: The EROS-PREDICTORS study // *Front. Endocrinol. (Lausanne).* 2020. V. 11. P. 414.
8. *Cadegiani F.A., Kater C.E.* Hormonal response to a non-exercise stress test in athletes with overtraining syndrome: results from the Endocrine and metabolic Responses on Overtraining Syndrome (EROS) – EROS-STRESS // *J. Sci. Med. Sport.* 2018. V. 21. № 7. P. 648.
9. *Stellingwerff T., Heikura I.A., Meeusen R. et al.* Overtraining Syndrome (OTS) and Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): Shared pathways, symptoms and complexities // *Sports Med.* 2021. V. 51. № 11. P. 2251.
10. *Sim A., Burns S.F.* Review: questionnaires as measures for low energy availability (LEA) and relative energy deficiency in sport (RED-S) in athletes // *J. Eat. Disord.* 2021. V. 9. № 1. P. 41.
11. *Gavrilova E.A., Churganov O.A.* [Modern ideas about overtraining syndrome // Proceedings of the international scientific conference on the state and prospects of development of medicine in high-performance sports "Sportmed-2007". November 24–25, 2007]. Moscow: "Physical culture and Sport", 2007. P. 91.

12. Cannon W.B. Bodily changes in pain, hunger, fear and rage: An account of recent researches into the function of emotional excitement. New York, NY: D Appleton & Company, 1915. 311 p.
13. Cannon W.B. Bodily changes in pain, hunger, fear, and rage. New York: Appleton-Century-Crofts, 1929. P. 337.
14. Selye H. Stress without distress. New York. Philadelphia, 1974. 124 p.
15. Meerson F.Z. Heart protection against ischemic lesions: The role of stress-limiting systems and stabilizing myocardial structure // Russ. J. Cardiol. 2001. № 5. P. 49.
16. Goldstone B. The general practitioner and the general adaptation syndrome // S. Afr. Med. J. 1952. V. 26. № 6. P. 106.
17. Meerson F.Z. [Pathogenesis and prevention of stress and ischemic heart damage]. M.: Medicine, 1984. 278 p.
18. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. [Adaptation to stressful situations and physical activity]. M.: Medicine, 1988. 256 p.
19. Lang G.F. [Questions of cardiology]. M.: Medicine, 1936. 189 p.
20. Badtieva V.A., Pavlov V.I., Sharykin A.S. et al. An overtraining syndrome as functional cardiovascular disorder due to physical overload // Russ. J. Cardiol. 2018. V. 23. № 6. P. 180.
21. Balykova L.A., Ivyanskij S.A. ["Sports heart" in children and adolescents // Author's lectures on pediatrics. Pediatric sports medicine]. M.: Buki Vedi LLC, 2017. V. 10. P. 205.
22. Mihajlova A.V., Smolenskij A.V. [Overstrain of the cardiovascular system in athletes]. M.: Sport, 2019. 122 p.
23. Zemcovskij E.V. [Sports cardiology]. St. Petersburg: Hippocrates, 1995. 448 p.
24. Gavrilova E.A. [The heart of an athlete. Current problems of sports cardiology: monograph]. M.: Sport, 2022. 432 p.
25. Schweltnus M., Soligard T., Alonso J.M. et al. How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness // Br. J. Sports Med. 2016. V. 50. № 17. P. 1043.
26. Heidbuchel H., La Gerche A. The right heart in athletes. Evidence for exercise-induced arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy // Herzschrittmacherther. Elektrophysiol. 2012. V. 23. № 2. P. 82.

## Results of a 100-Year Study of the Problem of Overtraining

E. A. Gavrilova\*, O. A. Churganov

*North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia*

*\*E-mail: gavrilovaea@mail.ru*

The paper provides a historical review of the concepts of overtraining in sports since 1923 and summarizes the results of the study of the problem. The author's concept of overtraining syndrome is considered from the perspective of the theory of stress and adaptation. The commonality of overtraining with the syndrome of relative energy deficiency in sports and disruption of adaptation of the circulatory apparatus is shown. Much attention in the article is paid to non-training stress, which under certain conditions can become the leading cause of overtraining syndrome.

*Keywords:* sports, overtraining syndrome, stress, adaptation.