

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

УДК 612.017.2

К.П. Базарин¹, А.А. Савченко^{1, 2}

ВЛИЯНИЕ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙТРОФИЛОВ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ

¹ ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»
обособленное подразделение «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера»,
Красноярск, Россия

² ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Красноярск, Россия

Мощностные показатели ЭЭГ применимы для получения объективных данных об уровне ситуативной тревожности у спортсменов. В подготовительном и переходном периодах уровень тревожности ниже, чем в контрольной группе. Соревновательный период характеризуется ростом тревожности. Соревновательные нагрузки, испытываемые на фоне низкой тревожности, ведут к менее выраженному снижению показателей функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов и активности системы антиоксидантной защиты.

Ключевые слова: ситуативная тревожность, нейтрофилы, функциональная активность, перекисное окисление липидов, спортсмены

INFLUENCE OF PSYCHOEMOTIONAL STRESS ON THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF NEUTROPHILIC GRANULOCYTES AND LIPID PEROXIDATION INTENSITY IN QUALIFIED ATHLETES IN COMPETITIVE PERIOD

K.P. Bazarin¹, A.A. Savchenko^{1, 2}

¹ Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» SB RAS, Branch Office «Scientific Research
Institute of Medical Problems of the North», Krasnoyarsk, Russia

² Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

The EEG can be used to obtain objective data on the level of situational anxiety in athletes. The dynamics of the psycho-emotional state of the athletes during the annual training-competitive macrocycle is characterized by the following features: in the preparatory and transition periods demonstrated by athletes level of anxiety and psycho-emotional stress is lower than in the control group. Competitive period is usually characterized by significant increase in anxiety. Competitive loads experienced by athletes on the background of low anxiety, lead to less pronounced decrease in functional activity of neutrophils and activity of the antioxidant defense system.

Key words: situational anxiety, neutrophilic granulocytes, functional activity, lipid peroxidation, athletes

ВВЕДЕНИЕ

Высокие стрессорные нагрузки в современном спорте часто являются причиной нарушения адаптационного потенциала организма. Как показано в наших предыдущих работах [2, 3, 4], к концу соревновательного периода у спортсменов, как правило, развиваются стойкие декомпенсаторные изменения в иммунной системе и системе антиоксидантной защиты.

Хорошо известно, что важный вклад в формирование соревновательного стресса вносит отношение спортсмена к соревнованиям. С одной стороны, это желание победить, показать высокий результат, с другой – неопределённость, негарантированность победы, риск получить травму. Фрустрация, порождаемая этими факторами, как правило, постоянно при-

сутствует, являясь доминантным очагом активности в нервной системе. Очевидно, что уровень психического напряжения спортсмена в ходе подготовки, участия в соревнованиях и отдыха не одинаков. Уровень ситуационной тревоги, о котором вернее всего говорить для данных состояний, как правило, растёт по мере приближения соревновательного периода, достигая пика к наиболее ответственным стартам, и достаточно быстро снижается после окончания соревнований. Изучению данного вопроса посвящено значительное количество исследований, и в целом его можно считать достаточно проработанным. Так, у легкоатлетов в подготовительном периоде низкий уровень тревоги диагностирован у 52 % опрошенных, у 40 % – средний и лишь 8 % продемонстрировали высокий уровень

тревоги. В соревновательном периоде 53 % спортсменов имели высокий уровень тревоги, 20 % – средний и 17 % – низкий [7]. В исследовании В.В. Егорова показана статистически значимая взаимосвязь уровня ситуативной тревожности баскетболистов-юниоров с результативностью выступлений [6]. Подготовительный период является своеобразной «игрой», где в большей степени значение имеет процесс, а не результат, и конкретные достижения на каждой тренировке лишены того компонента сверхценности, который они приобретают к соревновательному периоду, когда потребность получить желаемую победу начинает уже буквально становиться делом жизни и смерти, вопросом выживания. Организм переходит в состояние боя, реагируя на мнимую опасность. На данном этапе имеет место массивное высвобождение гормонов стресса – кортизола, катехоламинов.

При этом известна предрасположенность спортсменов к алекситимии [11], что в некоторой степени можно рассматривать как адаптивную реакцию, связанную с необходимостью абстрагироваться от своих чувств и переживаний ради достижения высокого результата. Следовательно, далеко не всегда спортсмены могут адекватно оценить своё психоэмоциональное состояние. С учётом данного факта возникает необходимость поиска объективного показателя уровня ситуативной тревожности, основанного на результатах инструментальных исследований. Кроме того, значительный интерес представляет возможность определить то, какой именно вклад в развитие срыва адаптации вносит психический компонент спортивного стресса.

Основным драйвером обозначенных явлений будут дофаминэргические процессы, приказывающие предвкушать победу и бояться поражения. Показано, что ингибирование обратного захвата дофамина у спортсменов ведёт к существенному росту максимальной мощности нагрузки преимущественно за счёт увеличения мотивации к выполнению задачи [16]. Интересен факт, приведённый в работе С. Virgner et al. [13], где показана взаимосвязь известного роста агрессивности под воздействием анаболических стероидов, в частности нандролона деканоата, с увеличением экспрессии генов дофаминовых рецепторов D_1 и D_2 . Можно проследить взаимосвязь между работой дофаминэргической системы и изменениями мощностных и частотных характеристик электроэнцефалограммы. Так, по данным ряда исследователей, имеется взаимосвязь между функционированием дофаминовых рецепторов D_1 и D_2 и характерными изменениями профиля ЭЭГ. Блокада дофаминового рецептора D_1 посредством SCH 23390 вызывает увеличение мощности ЭЭГ по всему спектру частот [14]. Под воздействием селективного агониста дофаминового рецептора D_1 – SKF 38393 – возникает десинхронизация и общее снижение мощности ЭЭГ. Аналогичный эффект возникает под воздействием малых доз кокаина и d-амфетамина. Эффект обратим под воздействием антагониста D_1 – SCH 23390. При увеличении дозы кокаина в процесс стимуляции вовлекаются также и рецепторы D_2 . На ЭЭГ это характеризуется изолированным увеличением мощности

в альфа-1. Стимуляция D_1 дофаминовых рецепторов посредством SKF 38393 даёт снижение мощности ЭЭГ до 70–80 % от исходной по всему спектру частот. Эффект зависит от дозы и времени. Активация альфаритма связана с вовлечением рецепторов D_2 . Морфин вызывает увеличение мощности по всем частотам ЭЭГ, но в особенности альфа-2 диапазона. Это предположительно реализуется через активацию дофаминовых рецепторов D_2 , т. к. морфин стимулирует дофаминэргическую систему. Эффект этот возникает вследствие того, что активация пресинаптических мю-опиоидных рецепторов ингибирует выброс тормозного медиатора ГАМК, что, в свою очередь, снимает ингибирование дофаминовых путей. Такая стимуляция характерна и для бета-эндорфина, эндогенного агониста мю-опиоидного рецептора.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 155 спортсменов, представителей различных видов спорта, из них мужчин – 96 человек (средний возраст – $24,34 \pm 3,54$ лет); женщин – 59 человек (средний возраст – $23,12 \pm 2,3$ лет). Контрольная группа состояла из 101 человека, не испытывающего систематических высоких физических нагрузок, из них 53 мужчины (средний возраст – $23,17 \pm 2,54$ лет) и 48 женщин (средний возраст – $22,12 \pm 3,01$ лет). Все исследования выполнены с информированного согласия испытуемых.

Динамика изменений ЭЭГ у спортсменов в различных фазах годового тренировочно-соревновательного макроцикла исследовалась с помощью программно-аппаратного комплекса «БОСЛАБ», разработанного Институтом молекулярной биологии и биофизики СО РАМН. На основании полученных значений по отведению Fz-Cz вычислялся индекс напряжения (ИН), который рассчитывался как соотношение β_2/α_2 , где α_2 (альфа-2) – мощностные показатели ЭЭГ в диапазоне от частоты максимального пика альфа (ЧМПА) – по реакции на открывание глаз до верхней границы α -диапазона (14 Гц); β_2 (бета-2) – мощностные показатели ЭЭГ в диапазоне 19–22 Гц. Данный индекс является объективным показателем степени эмоционального напряжения, тревоги. Значение этого индекса выше 1 отражает чрезмерное эмоциональное напряжение [9]. Уровень ситуативной тревожности оценивался по тесту Спилбергера – Ханина [5].

Образцы венозной крови у каждого из спортсменов забирались трижды в течение года – в конце подготовительного, соревновательного и переходного периодов. У лиц из контрольной группы забор крови осуществлялся однократно. Образцы брались из локтевой вены утром, натощак, в состоянии покоя, как минимум через 12 часов после окончания физической нагрузки. Выделение нейтрофильных гранулоцитов осуществляли в двойном градиенте плотности фиколл-урографина ($\rho = 1,077 \text{ г/см}^3$ – для отделения мононуклеарных клеток; $\rho = 1,119 \text{ г/см}^3$ – для выделения нейтрофильных гранулоцитов). Реакционная смесь для хемилюминесцентной реакции состояла из 20 мкл донорской сыворотки АВ(IV)

Rh(-), 50 мкл люминола (Sigma, США) в концентрации 10^{-5} M, 40 мкл опсонизированного зимозана (в случае определения индуцированной хемилюминесценции), 200 мкл взвеси нейтрофилов (2 млн/мл) и 240 мкл раствора Хэнкса («ПанЭко», Россия) для определения спонтанной хемилюминесценции или 200 мкл раствора Хэнкса — для определения индуцированной хемилюминесценции [1]. Оценку спонтанной и зимозан-индуцированной хемилюминесценции осуществляли в течение 90 мин на 36-канальном хемилюминесцентном анализаторе CL3606 (Россия). Определяли следующие характеристики: время выхода на максимум (T_{\max}), максимальное значение интенсивности (I_{\max}), а также площадь под кривой (S) хемилюминесценции. Усиление хемилюминесценции, индуцированной зимозаном, оценивали по отношению площади индуцированной хемилюминесценции к площади спонтанной ($S_{\text{инд.}}/S_{\text{спонт.}}$) и обозначали как индекс активации (ИА).

Мерой окислительных процессов в исследовании служила концентрация малонового диальдегида в плазме крови (МДА). О содержании МДА судили по его реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой в кислой среде [15].

Статистический анализ осуществляли в пакете прикладных программ Statistica 8.0 (StatSoft Inc., 2007). Статистическую значимость различий между показателями независимых выборок оценивали по непараметрическому критерию Манна – Уитни. Для исследования силы взаимосвязей показателей вычислялся коэффициент ранговой корреляции по Спирмену (r).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Безусловно, эмоции оказывают существенное влияние на физиологические процессы в организме спортсмена. В нашей работе оценка отличий психоэмоционального состояния спортсменов в различных фазах годового макроцикла проводилась с помощью ИН, основанного на мощностных показателях электроэнцефалограммы и уровня ситуативной тревожности по стандартному тесту Спилберга – Ханина.

Несмотря на то, что большая тревожность и нейротизм классически описываются как свойственные женскому полу, давно известно, что для спортсменов эти особенности оказываются неверны [10]. Нами также не было обнаружено статистически значимых отличий в показателях динамики психоэмоционального состояния спортсменов мужского и женского пола на различных этапах годового макроцикла. Также не было обнаружено статистически значимых отличий по данным параметрам между спортсменами, представителями различных видов спорта. Учитывая сказанное, ниже приводятся сводные данные без дифференцировки по полу и видам спорта.

Средние показатели индекса напряжения для контрольной группы и спортсменов в различных фазах годового макроцикла приведены на рисунке 1.

Величины ИН у спортсменов статистически значимо отличаются от таковых у лиц контрольной группы, а также между собой на различных этапах годового макроцикла. В подготовительном и пере-

ходном периодах ИН у спортсменов статистически значимо ниже, чем в контрольной группе. Однако в ходе соревновательного периода этот показатель значительно увеличивается, что характеризует значительный рост психоэмоционального напряжения у спортсменов. Следует отметить, что в среднем ИН в данном случае не достигает критических величин (> 1), однако существенно превышает показатели комфортного эмоционального состояния.

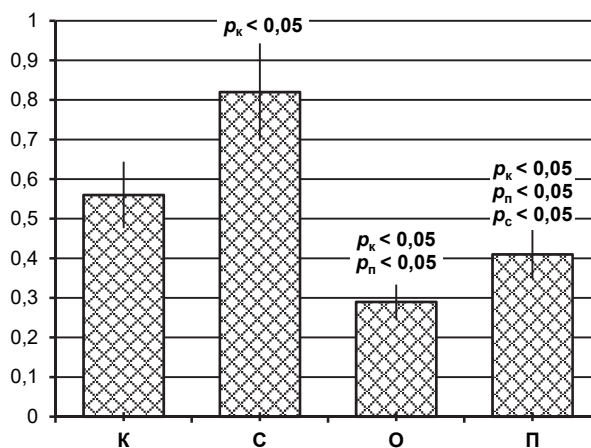


Рис. 1. Значения ИН в различных фазах годового тренировочно-соревновательного макроцикла: К – контрольная группа; С – соревновательный период; О – переходный период; П – подготовительный период.

Уровень ситуативной тревожности по тесту Спилберга – Ханина в целом соответствовал динамике ИН. Так, в подготовительном периоде для большей части обследованных спортсменов (56 %) был характерен низкий уровень тревожности, для 39 % – средний, для 5 % – высокий уровень тревожности. В соревновательном периоде 67 % спортсменов имели высокий уровень тревожности, 22 % – средний, 10 % – низкий. По окончании переходного периода высокий уровень тревожности не был диагностирован ни в одном случае, средний уровень тревожности был зарегистрирован у 31 % обследованных, низкий – у 69 %. Коэффициент корреляции между ИН и набранными баллами в тесте Спилберга – Ханина составил 0,87 ($p = 0,028$). Отличия показателей ИН и уровня ситуативной тревожности у спортсменов статистически значимы как по отношению к контрольной группе, так и между подготовительным, соревновательным и переходным периодами.

Среди обследуемой группы спортсменов имелось 12 человек, уровень ситуативной тревожности которых в соревновательном периоде оставался низким, однако анализ ИН у этих спортсменов показал, что только в 10 случаях низкая тревожность, по результатам тестирования, соответствовала электроэнцефалографической картине. В подготовительном периоде наблюдалась обратная ситуация – в 3 случаях полученные в соответствии с ответами на вопросы теста результаты, свидетельствующие о высокой тревожности, не соответствовали электроэнцефалографическим результатам. В этих случаях, по всей видимости, при ответе на вопросы теста обследуемые спортсмены не смогли адекватно оценить своё психо-

эмоциональное состояние, что в целом соответствует данным, полученным другими авторами [11].

Что произойдёт, если соревновательный процесс будет протекать на фоне низкой тревожности? Большинство тренеров отрицает целесообразность такого подхода, так как общепринятым является мнение, в соответствии с которым соревновательный стресс является тем условием, которое позволяет мобилизовать все силы организма для достижения максимального результата. Спортсмен, который не проявляет признаков психоэмоционального напряжения перед ответственными соревнованиями, относится к ним поверхностно, как правило, не считается перспективным. Отрицательной считается только излишняя тревожность, приводящая к предстартовому перегоранию. Тем не менее, имеются все основания утверждать, что данный подход не является единственно верным.

Нами было проведено сравнение подгрупп спортсменов с различными уровнями тревожности в конце соревновательного периода по двум параметрам: МДА и ИА. Динамические изменения индекса активации нейтрофильных гранулоцитов и состояния системы антиоксидантной защиты у квалифицированных спортсменов в ходе годового макроцикла подробно рассмотрены в наших предыдущих исследованиях [2, 3, 4, 8] и характеризуются развитием признаков выраженной декомпенсации к окончанию соревновательного периода. Результаты сравнения приведены на рисунке 2.

Как видно из представленных на диаграммах данных, подгруппа с низким уровнем тревожности имеет статистически значимые отличия от подгрупп со средним и высоким уровнем тревожности по показателям концентрации МДА в плазме крови и индекса активации нейтрофилов. Таким образом, мы видим, что как фагоцитирующие клетки, так и система антиоксидантной защиты оказываются чрезвычайно чувствительны к уровню психоэмоционального напряжения. Важно отметить, что в подгруппе с низким уровнем ситуативной тревожности не наблюдается

признаков столь выраженной декомпенсации в окончании соревновательного периода.

Проведённый корреляционный анализ показал наличие сильных линейных взаимосвязей между ИН и показателями концентрации МДА в плазме крови ($r = 0,85$; $p = 0,034$), а также индексом активации нейтрофильных гранулоцитов крови ($r = -0,78$; $p = 0,048$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мощностные показатели ЭЭГ могут быть использованы для получения объективных данных об уровне ситуативной тревожности у спортсменов. Динамика психоэмоционального состояния у спортсменов в ходе годового тренировочно-соревновательного макроцикла характеризуется следующими особенностями: в подготовительном и переходном периодах спортсмены демонстрируют уровень тревожности и психоэмоционального напряжения ниже, чем в контрольной группе. Соревновательный период, как правило, характеризуется существенным ростом тревожности и напряжения. Соревновательные нагрузки, испытываемые спортсменами на фоне низкой тревожности, ведут к менее выраженному снижению показателей функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов крови и активности системы антиоксидантной защиты.

ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Базарин К.П. Сравнительный анализ электроэнцефалографических показателей у спортсменов высокого класса // Физическая культура и спорт в системе образования: Сб. матер. XI Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск, 2009. – С. 57–58.

Bazarin KP (2009). Comparative analysis of the EEG parameters in qualified athletes [Sravnitel'nyy analiz elektroentsefalograficheskikh pokazateley u sportsmenov vysokogo klassa]. *Fizicheskaya kul'tura i sport v sisteme obrazovaniya: Sbornik materialov KhI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, 57-58.

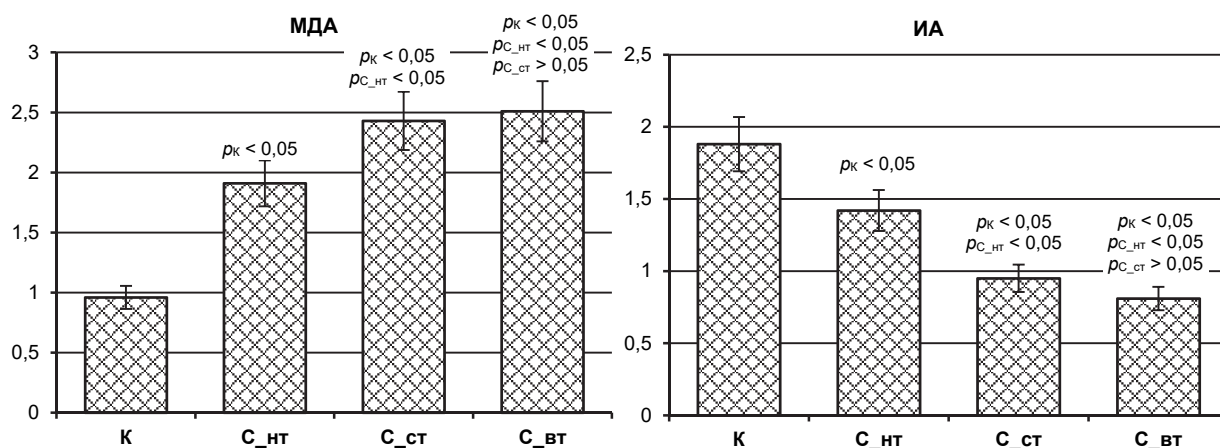


Рис. 2. Сравнение концентрации МДА в плазме крови (ммоль/л) и значений индекса активации нейтрофильных гранулоцитов между подгруппами спортсменов с различными уровнями ситуативной тревожности в соревновательном периоде: К – контрольная группа; С_нт – спортсмены с низкой ситуативной тревожностью; С_ст – спортсмены со средней ситуативной тревожностью; С_вт – спортсмены с высокой ситуативной тревожностью.

2. Базарин К.П., Савченко А.А. Особенности метаболической активности нейтрофильных гранулоцитов у спортсменов в динамике тренировочного цикла // Спортивная медицина: наука и практика. – 2013. – № 1 (10). – С. 246–247.

Bazarin KP, Savchenko AA (2013). Features of metabolic activity of neutrophilic granulocytes in athletes during year-long training macrocycle [Osobennosti metabolicheskoy aktivnosti neytrofil'nykh granulotsitov u sportsmenov v dinamike trenirovochnogo tsikla]. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika*, (1), 246–247.

3. Базарин К.П., Савченко А.А., Александрова Л.И. Изменение функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов крови у квалифицированных спортсменов // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – № 6. – С. 16–18.

Bazarin KP, Savchenko AA, Alexandrova LI (2013). Changes in functional activity of neutrophilic granulocytes in blood of qualified athletes [Izmenenie funktsional'noy aktivnosti neytrofil'nykh granulotsitov krovi u kvalifitsirovannykh sportsmenov]. *Bulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra*, (6), 16–18.

4. Базарин К.П., Титова Н.М. Динамические изменения активности ферментов системы антиоксидантной защиты в плазме крови у профессиональных регбистов // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2014. – № 3. – С. 9–13.

Bazarin KP, Titova NM (2014). Dynamic changes in the activity of enzymes of antioxidant protection system in blood plasma of professional rugby players [Dinamicheskie izmeneniya aktivnosti fermentov sistemy antioksidantnoy zashchity v plazme krovi u professional'nykh regbistov]. *Bulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra*, (3), 9–13.

5. Дерманова И.Б. Исследование тревожности (Ч.Д. Спилбергер, адаптация Ю.Л. Ханин). Диагностика эмоционально-нравственного развития. – СПб., 2002. – С. 124–126.

Dermanova IB (2002). A study of anxiety (C.D. Spielberger, adaptation by Y.L. Khanin). Diagnostics of emotional and moral development [Issledovanie trevozhnosti (Ch.D. Spielberger, adaptatsiya Yu.L. Khanin). Diagnostika emotsional'no-nravstvennogo razvitiya], 124–126.

6. Егоров В.В. Влияние состояния тревожности на эффективность соревновательной деятельности баскетболистов-юниоров // Вестник МГОУ. – 2010. – № 3. – С. 38–44.

Egorov VV (2010). Influence of anxiety on the efficiency of competitive activity of junior basketball players [Vliyanie sostoyaniya trevozhnosti na effektivnost' sorevnovatel'noy deyatel'nosti basketbolistov-yuniorov]. *Vestnik MGOU*, (3), 38–44.

7. Носенко М.А., Холодова Г.Б. Изучение тревожности легкоатлетов в подготовительном и соревновательном периодах (на примере сборной команды ОГУ по лёгкой атлетике) // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Сб. матер. Всерос. науч.-метод. конф. – Оренбург: ОГУ, 2014. – С. 20–23.

Nosenko MA, Kholodova GB (2014). Studying the anxiety in athletes in the preparatory and competitive periods (on the example of the team of Orenburg State University [Izuchenie trevozhnosti legkoatletov v podgotovitel'nom

i sorevnovatel'nom periodakh (na primere sbornoy komandy OGU po legkoy atletike)]. *Universitetskiy kompleks kak regional'nyy tsentr obrazovaniya, nauki i kul'tury: Sbornik materialov Vserossiyskoy nauchnoy-metodicheskoy konferentsii*, 20–23

8. Савченко А.А., Базарин К.П. Состояние активности НАД- и НАДФ-зависимых дегидрогеназ в нейтрофильных гранулоцитах у спортсменов в динамике тренировочного цикла // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. – 2013. – № 6. – С. 151–162.

Savchenko AA, Bazarin KP (2013). Activity of NAD- and NADP-depending dehydrogenases in neutrophilic leukocytes in athletes during year-long training macrocycle [Sostoyanie aktivnosti NAD- i NADF-zavisimyykh degidrogenaz v neytrofil'nykh granulotsitakh u sportsmenov v dinamike trenirovochnogo tsikla]. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya*, (6), 151–162.

9. Тишакин Д.И., Джафарова О.А., Гребнева О.Л. Анализ психофизиологических реакций при стресс-тестировании курсантов военных вузов // Бюллетень сибирской медицины. – 2010. – № 2. – С. 73–78.

Tishakin DI, Dzhafarova OA, Grebneva OL (2010). Analysis of psychophysiological responses during stress-testing of cadets of military schools [Analiz psikhofiziologicheskikh reaktsiy pri stress-testirovanii kursantov voennykh vuzov]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*, (2), 73–78.

10. Ханин Ю.Л. Стресс и тревога в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 223 с.

Khanin YL (1983). Stress and anxiety in sports [Stress i trevoga v sporte], 223.

11. Чухрова М.Г., Леутин В.П., Пилипенко Г.Н., Кабанов Ю.Н. Нейропсихологический анализ алекситимии у спортсменов // Мир науки, культуры, образования. – 2009. – № 3 (15). – С. 208–215.

Chukhrova MG, Leutin VP, Pilipenko GN, Kabanov YN (2009). Neuropsychological analysis of alexithymia in athletes [Neyropsikhologicheskii analiz aleksitimii u sportsmenov]. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, (3), 208–215.

12. Berridge KC (2007). The debate over dopamine's role in reward: the case for incentive salience. *Psychopharmacology (Berl.)*, (191), 391–431.

13. Birgner C, Kindlundh-Högberg AM, Alsö J, Lindblom J, Schiöth HB, Bergström L (2008). The anabolic androgenic steroid nandrolone decanoate affects mRNA expression of dopaminergic but not serotonergic receptors. *Brain Res.*, (13), 221–228.

14. Ferger B, Kuschinsky K (1994). Activation of dopamine D1 receptors or alpha 1 adrenoceptors is not involved in the EEG effect of nicotine in rats. *Naunyn Schmiedebergs Arch. Pharmacol.*, (350), 346–351.

15. Ko KM, Godin DV (1990). Ferric ion-induced lipid peroxidation in erythrocytes membranes effects of phytic acid and butylated hydroxytoluene. *Mol. Cell Biochem.*, (10), 125–131.

16. Roelands B, de Koning J, Foster C, Hettinga F, Meeusen R (2013). Neurophysiological determinants of theoretical concepts and mechanisms involved in pacing. *Sports Med.*, (43), 301–311.

Information about the authors

Базарин Кирилл Петрович – кандидат медицинских наук, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН» обособленное подразделение «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера» (660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 3г; тел.: 8 (392) 212-52-63; e-mail: kpbazarin@gmail.com)

Bazarin Kirill Petrovich – Candidate of Medical Sciences, Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» SB RAS, Branch Office «Scientific Research Institute of Medical Problems of the North» (660022, Krasnoyarsk, Partizan Zheleznyak str., 3g; tel.: +7 (392) 212-52-63; e-mail: kpbazarin@gmail.com)

Савченко Андрей Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН» обособленное подразделение «Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера», ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» (e-mail: immun@impn.ru)

Savchenko Andrey Anatolyevich – Doctor of Medical Sciences, Professor, « Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center» SB RAS, Branch Office «Scientific Research Institute of Medical Problems of the North», Siberian Federal University (e-mail: immun@impn.ru)