

DOI: 10.17238 / ISSN2223-2524.2018.2.27

УДК: 616-057

Особенности функционального состояния автогонщиков при проведении кольцевых гонок

В.А. Бадтиева^{1,2}, С.С. Папьянц^{3,4}

¹ГАОУ Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины, Департамент здравоохранения города Москвы, г. Москва, Россия

²ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Министерство здравоохранения РФ, г. Москва, Россия

³ГБУЗ Научно-практический центр экстренной медицинской помощи, Департамент здравоохранения города Москвы, г. Москва, Россия

⁴Российская Автомобильная Федерация, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

В обзоре представлены современные данные о функциональном состоянии пилотов гоночных машин, участвующих в проведении кольцевых автогонок. На основании результатов исследований последних лет, опубликованных отечественными и зарубежными авторами, представлено влияние главных стрессоров, которые испытывают гонщики во время проведения гонки – воздействия тепла и окиси углерода на сердечно-сосудистую и перцептивную систему пилотов. Представлены результаты исследований по изучению восприятия и когнитивных навыков гонщиков. Особое внимание уделено необходимости проведения методов спортивной психологии, улучшению общего физического состояния пилотов. Охвачены вопросы травматизма и проведения мероприятий, направленных на обеспечение безопасности проведения автогонок на кольцевых трассах. В заключении констатируется актуальность проведения дальнейших исследований, направленных на применение целостного подхода к исследованию физиологических и когнитивных функций у автогонщиков, а также необходимость усовершенствования мероприятий по повышению безопасности соревнований.

Ключевые слова: автомобильное вождение, адаптация, физиология спорта

Для цитирования: Бадтиева В.А., Папьянц С.С. Особенности функционального состояния автогонщиков при проведении кольцевых гонок // Спортивная медицина: наука и практика. 2018. Т.8, №2. С. 27-32. DOI: 10.17238 / ISSN2223-2524.2018.2.27.

Functional characteristics of racing drivers during closed-circuit race

Victoria A. Badtieva^{1,2}, Sergey S. Papiyants^{3,4}

¹Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Moscow, Russia

²Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

³Scientific and Practical Center for Emergency Medical Care, Moscow, Russia

⁴Russian Automobile Federation, Moscow, Russia

ABSTRACT

Modern data on a functional condition of race car pilots participating in closed-circuit race are presented in the review. Based on the results of domestic and foreign studies in recent years the influence of the main stress factors, including heat and carbon monoxide, on the cardiovascular and perceptual system of pilots is presented. The results of studies on the perception and cognitive skills of racers are also presented. Special attention is paid to the importance of carrying out methods of sports psychology, improvement of the general physical condition of pilots. Issues of injuries and activities aimed at ensuring the safety of auto racing on ring roads are covered. In conclusion, the relevance of further research aimed at applying a holistic approach to the study of physiological and cognitive functions of racers, as well as the need to improve the safety of competitions is stated.

Key words: automobile driving, adaptation, sports physiology

For citation: Badtieva MA, Papiyants SS. Functional characteristics of racing drivers during closed-circuit race. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2018;8(2):27-32. Russian. DOI: 10.17238 / ISSN2223-2524.2018.2.27.

В настоящее время автоспорт является одним из самых популярных видов спорта во всем мире. Автомобильные гонки проводятся практически во всех странах и в самых разных дисциплинах. Чемпионат Мира Формула-1 (Formula One) является вершиной автоспорта. История Формулы-1 началась в 1946 году со стандартизации правил Международной автомобильной федерации (FIA). В 1950 году состоялся первый чемпионат «Формула-1» (Formula One, F1). С тех пор проведение Чемпионата Мира Формула-1 является одним из самых популярных, высокотехнологичных и дорогих событий в автоспорте, привлекает огромные толпы зрителей на трассах и высокий интерес к трансляции по телевидению и в Интернете [1].

Гоночные автомобили – это специально разработанные машины, которые не доступны для покупки и не могут быть использованы на дорогах общего пользования. Такие автомобили обычно изготовлены из легких и дорогих материалов, таких как титан и армированный углеродный пластик [1].

Развитие технологий, а также изучение взаимосвязи аэродинамических исследований с дизайном автомобилей, послужило толчком к появлению и распространению новых функциональных наружных элементов кузова, позволяющих влиять на ходовые качества автомобилей, подготавливаемых для участия в гонках, применение которых постепенно привело к изменению подхода к проектированию внешней формы кузовов как спортивных, так и серийных автомобилей [2, 3].

Главная задача, стоящая перед дизайнерами и инженерами Формулы-1, заключается в достижении максимальной мощности автомобиля (в настоящее время – 750 л.с. (560 кВт)). Текущий рекорд скорости F1 – 372,54 км/ч был установлен Валттери Боттасом из команды Williams в Мехико в 2016 году. Зрелищность, мощность двигателя и выдающиеся скорости, достигаемые на современных автогонках, находятся в основе их огромной популярности, но они также должны рассматриваться как серьезный риск для здоровья водителей, поскольку существует очевидная связь между скоростью транспортного средства и вероятностью возникновения серьезной аварии [1].

Существует долгая история несчастных случаев со смертельным исходом и травм. За время существования F1 погибли 47 пилотов, 33 из которых погибли непосредственно в заездах чемпионата мира, 10 – в тестовых заездах и 5 – в гонках, не включенных в чемпионат мира. Раймонд Соммер был первым гонщиком, погибшим во время вождения автомобиля в первом же сезоне F1 в сентябре 1950 года, последним был Жюль Бьянки, который умер в 2015 году, после того, как на Гран-при Японии 2014 года получил тяжелые травмы, от которых скончался спустя 9 месяцев [4-6].

Главные стрессоры, которые испытывают гонщики во время проведения гонки – это воздействие тепла и окиси углерода, действие которых настолько существен-

но, что может привести к несчастному случаю, угрожающему жизни.

Brearley MB и соавт. (2007) сообщают, что в гоночных суперкарах V8 пилотам приходится выдерживать серьезные нагрузки, выполняемые при высоких температурах в кабине при ношении тяжелой огнезащитной одежды. Так, если температура тела пилотов до старта в среднем составляла $37,7 \pm 0,4$ °C (от 37,0 до 38,2 градуса C), то во время гонки отмечался подъем средних значений температуры до $39,0 \pm 0,4$ °C (от 38,4 до 39,7°C), частота сердечных сокращений после проведения гонки у 85,3% пилотов превышала 160 уд/мин, а у 46,7% пилотов – 170 уд/мин, показатель дегидратации составил $0,6 \pm 0,6$ % массы тела до старта. Непосредственно после проведения гонки водители оценивали тепловое ощущение как горячее ($10,3 \pm 0,9$), тепловой дискомфорт (по модифицированной шкалы Gagge) – как неудобный ($3,1 \pm 1,0$), а субъективную оценку физической нагрузки по шкале Борга – как очень тяжелую ($8,7 \pm 1,7$). Общее физиологическое и перцептивное напряжение составило $7,4 \pm 1,0$ и $7,1 \pm 1,2$ соответственно. Таким образом, несмотря на использование охлаждения, водители Supercar V8 выдерживают существенную тепловую, сердечно-сосудистую и перцептивную нагрузку во время прохождения кругов [7].

Исследования, проведенные Yanagida R и соавт. (2016), также показали, что во время проведения гонок сердечно-сосудистая система водителей характеризуется высокой ЧСС (средний показатель ЧСС у профессиональных гонщиков во время проведения гонок составляет $164,5 \pm 15,1$ уд/мин), которая положительно коррелирует со средними показателями скорости, что указывает на увеличение сердечно-сосудистого стресса по мере увеличения скорости [8].

По данным Carlson LA и соавт. (2014), измерения, проведенные до и после гонок, показали существенное увеличение температуры кишечника с $38,1 \pm 0,1$ °C до $38,6 \pm 0,2$ °C ($p=0,001$) и температуры тела с $36,1 \pm 0,2$ °C до $37,3 \pm 0,3$ °C ($p=0,001$). После проведения гонки, ЧСС составляла $80 \pm 0,1$ % от прогнозируемого по возрасту максимального ЧСС; индекс физиологического напряжения – 4,9, что указывало на умеренное напряжение. После проведения соревнований также отмечено увеличение тепловой чувствительности водителей с $1,3 \pm 0,5$ до $2,8 \pm 0,4$ (по шкале ASHRAE) и их восприятие реакций на нагрузку с $8,4 \pm 1,6$ до $13,9 \pm 1,8$. Полученные данные свидетельствуют о необходимости применения методов рационального реагирования на терморегуляторные и сердечно-сосудистые проблемы, возникающие при проведении соревнований по автоспорту [9].

Результаты, полученные с использованием интерактивного симулятора гоночного автомобиля, в котором испытуемые проехали имитацию гонки (60 мин) в условиях окружающей среды, аналогичных тем, которые развиваются во время гонок серии NASCAR Winston Cup на овальных трассах (температура окружающей среды 50 градусов C и уровень содержания карбоксигемогло-

бина 10-12%) показали, что воздействие микросреды гоночного автомобиля, сочетающего как тепло, так и СО, приводит к значительному потовыделению и существенному снижению психомоторной работоспособности ($p < 0,05$), что позволяет говорить о том, что длительное воздействие двух данных стрессоров может привести к существенному снижению эффективности вождения, тем самым подвергая опасности гонщиков и других участников гонки [10].

Кроме того, профессиональные гонщики подвергаются экстремальному шумовому воздействию. При измерении уровня шума на гоночных трассах было выявлено, что уровень внешнего шума достигает 130 дБ (А), во внутренней области автомобиля – 125 дБ (А), что, по данным Lindemann J, Brusis T может приводить к выраженным нарушениям слуха [11].

Вместе с тем, участие в автомобильных гонках требуют от гонщиков многогранных когнитивных и физических способностей в многозадачной ситуации [12]. Однако, имеются лишь единичные исследования по исследованию восприятия и когнитивных навыков гонщиков [13].

Так, ряд авторов отмечают, что у гонщиков отмечается более быстрое время реакции, чем у физически активных людей в популяции соответствующего возраста, что может способствовать не только повышению производительности, но и снижению риска потенциальной травмы [12, 14].

Исследования когнитивных характеристик, а также субъективных оценок настроения и сна у членов команды F1 во время Гран-при Сингапура в 2013 году показали, что во время проведения гонок (в до и постквалификационный период) отмечалось значительное увеличение времени простой сенсомоторной реакции ($p < 0,05$), замедление времени отклика и субъективных уровней стресса от исходного уровня по сравнению с базовым периодом (за 2 недели до проведения гонок). Авторами также выявлена отрицательная корреляция между изменениями времени сенсомоторной реакции и изменением качества сна ($r = -0,47$; $p = 0,016$), что свидетельствует о том, что требования, предъявляемые условиями гонки F1, оказывают значительное влияние на когнитивную функцию и настроение пилотов [15].

Исследования, проведенные Filho E и соавт. (2015) во время имитационной гонки на 40 кругов у девяти профессиональных водителей, конкурирующих в гоночных сериях (Formula 3, Porsche GT3 Cup Challenge), показали наличие выраженных существенных индивидуальных различий в психофизиологическом профиле водителей, а также выявили различные закономерности в отношении оптимального и субоптимального опыта работы, что указывает на необходимость применения методов спортивной психологии, направленных на контроль внимания и эмоций, в частности, применение тренировки с использованием биологической обратной связи [16].

Результаты, полученные van Leeuwen PM и соавт. (2017) на гоночном симуляторе, показали, что действующие гонщики имели существенно более низкое время прохождения круга, более высокую активность рулевого управления, выбирали наиболее оптимальную траекторию гоночной трассы, а также демонстрировали более быстро меняющийся характер взгляда в сочетании с большими поворотами головы во время поворота, чем обычные водители. В то время как задачи по времени выбора и отслеживания не показали статистически значимой разницы между группами, что согласуется с данными, принятыми в современной спортивной медицине об отсутствии существенных различий в общих когнитивных и моторных способностях, на фоне существования определенных различий между гонщиками и автомобилистами-любителями [13].

Басенко Е.В. и соавт. (2007) было установлено существование определенной взаимосвязи между спортивным результатом и показателем креативности, а также выявлена взаимосвязь между технико-тактическим мастерством и уровнем развития творческих способностей гонщиков, что, по данным авторов, в дальнейшем, позволит разработать целостную систему технико-тактической подготовки пилотов с учетом показателей креативности [17].

При обсуждении спортивных состязаний и спортсменов, давно признано, что общая физическая подготовленность является предпосылкой для оптимальной работы, однако это не является общепризнанным для спортсменов автомобильного спорта. К сожалению, водители гоночных машин не в полной мере ассоциируют себя со спортсменами, и редко ориентируются на научные исследования, связанные с их профессиональной деятельностью [18].

При этом, проблема профилактики различных профессиональных заболеваний в спорте в спортивной практике изучена недостаточно. Скептическое отношение спортсменов к простым на первый взгляд упражнениям, не характерным для автомобильного спорта, отсутствие убежденности со стороны тренера в необходимости выполнения специальных профилактических упражнений может приводить к потере самых талантливых спортсменов на пике их карьеры [19].

Следует, однако, отметить, что в настоящее время сборные команды Sprint Cup Национальной ассоциации автомобильных гонок (NASCAR) начали вкладывать средства в исследования, направленные на разработку силовых программ для оптимизации физической подготовки спортсменов-членов экипажа [20].

В настоящее время, в современной литературе, рассматривается ряд вопросов, направленных на минимизацию стресса, который испытывают гонщики во время соревнований по автомобильному спорту, к ним относятся [18]:

- изучение взаимодействия стрессоров, вместо изучения сингулярного физиологического стресса;

- изучение функционального состояния водителей гоночных машин в реальном времени во время проведения автогонок;

- разработка учебных программ, для применения у автогонщиков после перенесенного стресса, что позволит повысить безопасность проведения автогонки, а также сделать более конкурентоспособными как отдельного водителя, так и команду в целом [18].

Мотоспорт является также одним из самых травмоопасных видов спорта. Анализ имеющихся данных показал, что при проведении автомобильных гонок, травме может быть подвергнута любая часть тела гонщика, однако большинство травм составляют повреждения головы или шеи, что связано с тем, что основной причиной скелетных травм в автоспорте является энергия удара, величина которой возрастает из-за необычайной скорости современных гоночных машин [21-23].

Так, Weaver CS и соавт. (2006) при анализе 374 данных об автомобильных авариях IndyRacingLeague с 1996 по 2003 год, была выявлена взаимосвязь между энергией удара (G) и повреждением головного мозга при аварии. Средний показатель энергии удара у пилотов с высоким процентом развития травмы головного мозга составил $79,6 \pm 28,5G$, у пилотов без травмы головы – среднее значение энергии удара составило $50,6 \pm 28,0G$ ($p < 0,001$) [22].

И, несмотря на то, что за последние 25 лет произошло значительное снижение общих показателей травматизма, травма головы и шеи остается серьезной проблемой безопасности в автомобильных видах спорта, что вызывает большую озабоченность, в связи с тем, что повторные, даже незначительные, травмы головы в автоспорте связаны с потенциальной долгосрочной инвалидностью или летальным исходом [21, 23-25].

В связи с этим, организаторами чемпионата Мира по Formula One, был разработан набор правил, направленный на снижение скорости и повышение безопасности как водителей, так и зрителей [4, 23, 25-30].

В связи с чем, начиная с 2000 года, также были внесены многочисленные изменения, связанные с безопасностью водителей и в Национальную Ассоциацию гонок серийных автомобилей (NASCAR®), что привело к улучшению защиты водителей гоночных машин при авариях. Усовершенствования включали в себя конструкцию сидений, ограничители головы и шеи, системы удерживания ремней безопасности, шлемы для водителя и ряд других изменений, позволивших повысить защиту водителей при аварии [31].

Тем не менее, большинство ограничений, которые были введены в течение последних 10 лет, не привели к замедлению скорости транспортных средств, а также снижению травматизма и смертности водителей, в связи с чем, до настоящего времени остается открытым вопрос о принятии новых и эффективных мер безопасности, таких как снижение скорости движения на поворотах, наличие более тяжелых и безопасных транспортных средств, наличие барьеров, окружающих дорожку, а также наличие инновационной одежды и защитных устройств для защиты ключевых анатомических структур водителя [25-31].

Однако, несмотря на все усилия, предпринимаемые организаторами и инженерами для повышения безопасности и постоянного совершенствования защитного оборудования пилотов на протяжении последних десятилетий, следует констатировать, что автоспорт никогда не будет полностью безопасным.

Таким образом, анализ современной литературы выявил актуальность проведения дальнейших исследований, направленных на применение целостного подхода к исследованию физиологических и когнитивных функций у автогонщиков в контексте изучения требований к пилотам в таком сложном виде спорта, как автоспорт, а также необходимость усовершенствования мероприятий по повышению безопасности соревнований, с целью более эффективного предотвращения возникновения аварийных ситуаций при проведении автомобильных гонок.

Список литературы

1. Lippi G, Salvagno GL, Franchini M, Guidi GC. Changes in technical regulations and drivers' safety in top class motor sports // Br. J. Sports Med. 2007. Vol.41, №12. P. 922-5. DOI: 10.1136 / bjsm.2007.038778.
2. Уваров А.Б. Эволюция дизайна кузова спортивных автомобилей. Дизайн // Теория и практика. 2011. №6. С. 92-107.
3. Штайн Г.В., Луковских В.В. Автоспорт «дрифт» как стимул совершенствования конструкции автомобиля // В сборнике: Сервис автомобилей и технологических машин. Материалы Всероссийской студенческой научно-технической конференции. М., 2014. С. 138-42.
4. Jones B, Hill D. The ultimate encyclopedia of Formula One // St. Paul, MN, Motor Books. MBI Publishing Company, 2004.
5. Pierre M. The great encyclopedia of Formula-1: 2007 edition. Saint-Sulpice: Chronosports Editeur, 2007. 892 p.
6. Yildirim-Yenier Z, Vingilis E, Wiesenthal DL, Mann RE, Seeley J. Relationships between thrill seeking, speeding attitudes,

References

1. Lippi G, Salvagno GL, Franchini M, Guidi GC. Changes in technical regulations and drivers' safety in top-class motorsports. Br J Sports Med. 2007;41(12):922-5. DOI: 10.1136 / bjsm.2007.038778.
2. Uvarov AB. Evolution of the design of the body of sports cars. Design. Teoriya i praktika. 2011;6:92-107. Russian.
3. Stein GV, Lukovskikh VV. Motorsports «drift» as an incentive to improve the design of the car. In the collection: Service of cars and technological machines (Materials of the All-Russian Student Scientific and Technical Conference), Moscow, 2014. P. 138-42. Russian.
4. Jones B, Hill D. The ultimate encyclopedia of Formula One. St Paul, MN, Motor Books, MBI Publishing Company, 2004.
5. Pierre M. The great encyclopedia of Formula-1: 2007 edition. Saint-Sulpice, Chronosports Editeur, 2007. 892 p.
6. Yildirim-Yenier Z, Vingilis E, Wiesenthal DL, Mann RE, Seeley J. Relationships between thrill seeking, speeding attitudes, and driving violations among a sample of motorsports spectators

and driving violations among a sample of motorsports spectators and drivers // *Accid Anal Prev.* 2016. Vol.86. P. 16-22. DOI: 10.1016 / j.aap.2015.09.014.

7. **Brearley MB, Finn JP.** Responses of motor-sport athletes to v8 supercar racing in hot conditions // *Int J Sports Physiol Perform.* 2007. Vol.2, №2. P. 182-91.

8. **Yanagida R, Takahashi K, Miura M et all.** Speed ratio but cabin temperature positively correlated with increased heart rates among professional drivers during car races // *Environ Health Prev Med.* 2016. Vol.21, №6. P.439-45.

9. **Carlson LA, Ferguson DP, Kenefick RW.** Physiological strain of stock car drivers during competitive racing // *J. Therm. Biol.* 2014. Vol.44. P. 20-6. DOI: 10.1016 / j.jtherbio.2014.06.001.

10. **Walker SM, Ackland TR, Dawson B.** The combined effect of heat and carbon monoxide on the performance of motorsport athletes // *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2001. Vol.128, №4. P. 709-18.

11. **Lindemann J, Brusis T.** Is there a risk of noise-induced hearing loss in automobile drivers and in automobile sport racing? // *Laryngol. Rhinol. Otol (Stuttg).* 1985. Vol.64, №9. P. 476-80.

12. **Baur H, Müller S, Hirschmüller A, Huber G, Mayer F.** Reactivity, stability, and strength performance capacity in motor sports // *British Journal of Sports Medicine.* 2006. Vol.40, №11. P. 906-11. DOI: 10.1136 / bjsm.2006.025783.

13. **Van Leeuwen PM, de Groot S, Happee R, de Winter JCF.** Differences between racing and non-racing drivers: A simulator study using eye-tracking. *PLoS One.* 2017. Vol.9, №12. P. 11:e0186871. DOI: 10.1371 / journal.pone.0186871.

14. **Schneiders AG, Sullivan SJ, Rathbone EJ, Louise Thayer A, Wallis LM, Wilson AE.** Visual acuity in young elite motorsport athletes: a preliminary report // *Phys. Ther. Sport.* 2010. Vol.11, №24. P.7-9. DOI: 10.1016 / j.ptsp.2010.01.001.

15. **O'Neill BV, Davies KM, Morris TE.** The Singapore Sling: F1 Race Team Cognitive Function and Mood Responses During the Singapore Grand Prix // *J. Strength Cond. Res.* 2017. Vol.13. DOI: 10.1519 / JSC.0000000000002267

16. **Filho E, Di Fronso S, Mazzoni C, Robazza C, Bortoli L, Bertollo M.** My heart is racing! Psychophysiological dynamics of skilled racecar drivers // *J. Sports Sci.* 2015. Vol.33, №9. P. 945-59. DOI: 10.1080 / 02640414.2014.977940.

17. **Басенко Е.В., Ашанин В.С., Градусов В.А.** Креативность и спортивный результат в автоспорте (картинг). Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. 2007. №11. С. 5-7.

18. **Potkanowicz ES, Mendel RW.** The case for driver science in motorsport: a review and recommendations // *Sports Med.* 2013. Vol.43, №7. P. 565-74. DOI: 10.1007 / s40279-013-0040-2.

19. **Козырева О.В., Еремин А.Н.** Профилактика воспалительных заболеваний суставов у спортсменов в автомобильном спорте // Теория и практика прикладных и экстремальных видов спорта. 2012. Т.1, №23. С. 60-62.

20. **Ferguson DP, Davis AM, Lightfoot JT.** Optimizing the physical conditioning of the NASCAR sprint cup pit crew athlete // *J. Strength Cond. Res.* 2015. Vol.29, №3. P. 567-77. DOI: 10.1519 / JSC.0000000000000659.

21. **Ellis TH.** Sports protective equipment // *Prim. Care.* 1991. Vol.18, №4. P. 889-921.

22. **Weaver CS, Sloan BK, Brizendine EJ, Bock H.** An analysis of maximum vehicle G forces and brain injury in motorsports crashes // *Med. Sci. Sports.* 2006. Vol.38. P. 246-49.

23. **Olvey SE, Knox T, Cohn KA.** The development of a method to measure head acceleration and motion in high-impact crashes // *Neurosurgery.* 2004. Vol.54, №3. P. 672-7.

and drivers. *Accid Anal Prev.* 2016;86:16-22. DOI: 10.1016 / j.aap.2015.09.014.

7. **Brearley MB, Finn JP.** Responses of motor-sport athletes to v8 supercar racing in hot conditions. *Int J Sports Physiol Perform.* 2007;2(2):182-91.

8. **Yanagida R, Takahashi K, Miura M, Nomura M, Ogawa Y, Aoki K, Iwasaki KI.** Speed ratio but cabin temperature positively correlated with increased heart rates among professional drivers during car races. *Environ Health Prev Med.* 2016;21(6):439-45.

9. **Carlson LA, Ferguson DP, Kenefick RW.** Physiological strain of stock car drivers during competitive racing. *J Therm Biol.* 2014;44:20-6. DOI: 10.1016 / j.jtherbio.2014.06.001.

10. **Walker SM, Ackland TR, Dawson B.** The combined effect of heat and carbon monoxide on the performance of motorsport athletes. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2001;128(4):709-18.

11. **Lindemann J, Brusis T.** Is there a risk of noise-induced hearing loss in automobile drivers and in automobile sport racing? *Laryngol Rhinol Otol (Stuttg).* 1985;64(9):476-80.

12. **Baur H, S Müller, A Hirschmüller, G Huber, F Mayer.** Reactivity, stability, and strength performance capacity in motor sports. *British Journal of Sports Medicine Nov.* 2006;40(11):906-11. DOI: 10.1136 / bjsm.2006.025783.

13. **Van Leeuwen PM, de Groot S, Happee R, de Winter JCF.** Differences between racing and non-racing drivers: A simulator study using eye-tracking. *PLoS One.* 2017;9(12):11:e0186871. DOI: 10.1371 / journal.pone.0186871.

14. **Schneiders AG, Sullivan SJ, Rathbone EJ, Louise Thayer A, Wallis LM, Wilson AE.** Visual acuity in young elite motorsport athletes: a preliminary report. *Phys Ther Sport.* 2010;11(2):47-9. DOI: 10.1016 / j.ptsp.2010.01.001.

15. **O'Neill BV, Davies KM, Morris TE.** The Singapore Sling: F1 Race Team Cognitive Function and Mood Responses During the Singapore Grand Prix. *J Strength Cond. Res.* 2017;13. DOI: 10.1519 / JSC.0000000000002267.

16. **Filho E, Di Fronso S, Mazzoni C, Robazza C, Bortoli L, Bertollo M.** My heart is racing! Psycho-physiological dynamics of skilled racecar drivers. *J Sports Sci.* 2015;33(9):945-59. DOI: 10.1080 / 02640414.2014.977940.

17. **Basenko EV, Ashanin VS, Gradusov VA.** Creativity and sporting result in motorsports (carting). *Pedagogika, psikhologiya I mediko-biologicheskije problem fizicheskogo vospitaniya i sporta.* 2007;(11):5-7. Russian.

18. **Potkanowicz ES, Mendel RW.** The case for driver science in motorsport: a review and recommendations. *Sports Med.* 2013;43(7):565-74. DOI: 10.1007 / s40279-013-0040-2.

19. **Kozyreva OV, Eremin AN.** Prevention of inflammatory joint diseases in sportsmen in motor sport. *Teoriya i praktika prikladnykh i ekstremalnykh vidov sporta.* 2012;1(23):60-2. Russian.

20. **Ferguson DP, Davis AM, Lightfoot JT.** Optimizing the physical conditioning of the NASCAR sprint cup pit crew athlete. *J Strength Cond Res.* 2015;29(3):567-77. DOI: 10.1519 / JSC.0000000000000659.

21. **Ellis TH.** Sports protective equipment. *Prim. Care.* 1991;18(4):889-921.

22. **Weaver CS, Sloan BK, Brizendine EJ, Bock H.** An analysis of maximum vehicle G forces and brain injury in motorsports crashes. *Med. Sci. Sports.* 2006;38:246-9.

23. **Olvey SE, Knox T, Cohn KA.** The development of a method to measure head acceleration and motion in high-impact crashes. *Neurosurgery.* 2004;54(3):672-7.

24. **Fernandes FA, de Sousa RJ.** Head injury predictors in sports trauma--a state-of-the-art review // Proc. Inst. Mech. Eng H. 2015. Vol.229, №8. P.592-608. DOI: 10.1177 / 0954411915592906.

25. **Clark KS.** Shared responsibility for sport safety. A statement of the NCAA Committee on Competitive Safeguards and Medical aspects of Sports // J. Ark. Med. Soc. 1980. Vol.76, №10. P.381-2.

26. **Международная** автомобильная ассоциация // Официальный сайт «Международной автомобильной федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fia.com>

27. **Lippi G, Guidi GC.** Effective measures to improve driver safety // Br. J. Sports Med. 2005. Vol.39. P. 686.

28. **Horner CH, O'Brien AA.** Motorcycle racing injuries on track and road circuits in Ireland // Br. J. Sports Med. 1986. Vol.20. P. 157-8.

29. **Minoyama O, Tsuchida H.** Injuries in professional motor car racing drivers at a racing circuit between 1996 and 2000 // Br. J. Sports Med. 2004. Vol.38, №5. P. 613-6.

30. **Patalak JP, Stitzel JD.** Evaluation of the effectiveness of toe board energy-absorbing material for foot, ankle, and lower leg injury reduction // Traffic Inj. Prev. 2018. Vol.17, №19(2). P. 195-200. DOI: 10.1080 / 15389588.2017.1354128.

31. **Régnier G, Goulet C.** The Québec Sports Safety Board: a governmental agency dedicated to the prevention of sports and recreational injuries // Inj. Prev. 1995. Vol.1, №3. P. 141-5.

24. **Fernandes FA, de Sousa RJ.** Head injury predictors in sports trauma--a state-of-the-art review. Proc Inst Mech Eng H. 2015;229(8):592-608. DOI: 10.1177 / 0954411915592906.

25. **Clark KS.** Shared responsibility for sport safety. A statement of the NCAA Committee on Competitive Safeguards and Medical aspects of Sports. J Ark Med Soc.1980;76(10):381-2.

26. **Federation International de l'Automobile (FIA).** Available at: <http://www.fia.com/> (accessed 30 April 2007).

27. **Lippi G, Guidi GC.** Effective measures to improve driver safety. Br J Sports Med. 2005;39:686.

28. **Horner CH, O'Brien AA.** Motorcycle racing injuries on track and road circuits in Ireland. Br J Sports Med. 1986;20:157-8.

29. **Minoyama O, Tsuchida H.** Injuries in professional motor car racing drivers at a racing circuit between 1996 and 2000. Br J Sports Med. 2004;38(5):613-6.

30. **Patalak JP, Stitzel JD.** Evaluation of the effectiveness of toe board energy-absorbing material for foot, ankle, and lower leg injury reduction. Traffic Inj Prev. 2018;17;19(2):195-200. DOI: 10.1080 / 15389588.2017.1354128.

31. **Régnier G, Goulet C.** The Québec Sports Safety Board: a governmental agency dedicated to the prevention of sports and recreational injuries. Inj Prev. 1995;1(3):141-5.

Сведения об авторах:

Бадтиева Виктория Асланбековна, заведующая филиалом №1 (Клиника спортивной медицины) ГАУЗ Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, профессор кафедры восстановительной медицины, реабилитации и курортологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), член-корр. РАН, проф., д.м.н. ORCID ID: 0000-0003-4291-679X (+7 (903) 741-87-86, maratic2@yandex.ru)

Папьянц Сергей Спартакович, выездной врач экстренной медицинской помощи ГБУЗ Научно-практический центр экстренной медицинской помощи Департамента здравоохранения города Москвы, медицинский делегат РАФ, Руководитель медицинской службы Российского этапа Чемпионата Мира Формула-1 Российская автомобильная федерация. ORCID ID: 0000-0002-3425-9729 (+7 (916) 130-75-55, formularussia@yandex.ru)

Information about the authors:

Victoria A. Badtieva, M.D., D.Sc. (Medicine), Prof., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head of the Branch №1 (Sports Medicine Clinic) of the Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Professor of the Department of Restorative Medicine, Rehabilitation and Balneology of the Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). ORCID ID: 0000-0003-4291-679X (+7 (903) 741-87-86, maratic2@yandex.ru)

Sergeiy S. Papiyants, Doctor of Emergency Medical Aid of the Scientific and Practical Center of Emergency Medical Care, Medical Delegate of the Russian Automobile Federation, Head of Medical Service of the Russian Stage of the World Championship Formula-1. ORCID ID: 0000-0002-3425-9729 (+7 (916) 130-75-55, formularussia@yandex.ru)

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 10.04.2018

Принята к публикации: 24.04.2018

Received: 10 April 2018

Accepted: 24 April 2018