

КАЧЕСТВО ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ СПОРТСМЕНОВ ПОСЛЕ АЭРОБНЫХ НАГРУЗОК И ПОСЛЕ АВИАПЕРЕЛЕТА

УДК 612.82/83:796:612

Коломиец О.И., Петрушкина Н.П., Быков Е.В.

Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, Россия

THE QUALITY OF THE RECOVERY PROCESS OF ATHLETES AFTER AEROBIC EXERCISE AND AFTER THE FLIGHT

Kolomiets O.I., Petrushkina N.P., Bykov E.V.

Ural state University of physical culture, Chelyabinsk, Russia

Введение

Повышение эффективности спортивной деятельности и снижение вероятности возникновения перетренированности обусловлены корректной организацией тренировочного процесса. Известно, что направленность процессов адаптации к физической нагрузке и особенность восстановления после нее, определяется характером возникающих после нее функциональных изменений (Петрушкина Н.П., Пономарев В.А. 2014). Ранее нами были исследованы особенности метаболизма и функционального состояния центральной нервной системы у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса (О.И. Коломиец, Н.П. Петрушкина, Е.В. Быков, 2017) и метаболических адаптационных изменений при различных физических нагрузках (Е.В. Быков, Н.П. Петрушкина О.И. Коломиец, И.А. Якубовская, 2017).

Кроме того в предыдущих работах было показано, что скорость посттренировочного восстановления в значительной степени зависит от условий отдыха и от выбора восстановительных средств (Е.В. Быков, О.И. Коломиец, Н.П. Петрушкина 2017; Е.П. Врублевский, Н.П. Петрушкина, О.И. Коломиец, Е.В. Жуковская, 2017).

В социуме существует мнение, что авиаперелет для спортсмена является отдыхом, поскольку, находясь в салоне самолета, пассажир не выполняет никаких физических нагрузок. Согласно этому предположению любой авиаперелет можно было бы рассматривать как период восстановления после тренировочного процесса. Однако во время авиаперелета спортсмен испытывает явный или скрытый дискомфорт, что обуславливают поза, аллостатическая нагрузка, высота полета, трансмеридианное перемещение и сопутствующий этому десинхроноз и т.д.

Представленные в имеющейся доступной литературе результаты исследования нарушений в состоянии спортсменов, возникающих после авиаперелетов (трансмеридианных перемещений), главным

образом касаются, во-первых, длительных перелетов и, во-вторых, установления различий между перемещениями на запад или на восток (Черепкина Л. П., Тристан В. Г. 2006; Lisa E. Heaton, et. al. 2017; Luke Gupta et. al. 2017).

Отметим, что публикаций, посвященных изучению и доказательствам влияния на восстановление спортсменов факторов, сопровождающих кратковременные авиаперелеты, в научной литературе недостаточно.

В связи с вышесказанным целью нашего исследования заключалась в сопоставлении качества восстановления во время сна после аэробных нагрузок спортсменов, отдыхавших в комфортных условиях (1-я группа), и спортсменов, имевших утренний трехчасовой авиаперелет (2-я группа).

Методы и организация и исследования

Исследование выполнено в соответствии с техническим заданием к государственному контракту с Министерством спорта РФ на выполнение НИР № 1247 «Современные методы мониторинга тренировочного и восстановительного процесса». Эксперимент был проведен в соответствии с этическими принципами и положениями Хельсинкской Декларации для исследований с участием людей. На проведение исследования было получено этическое разрешение в Комитете по этике УралГУФК. Испытуемые подписали письменное согласие на добровольное участие в исследовании. Они были информированы о цели исследования и используемых методиках.

Для оценки качества восстановления после аэробных нагрузок во время сна спортсменов в комфортных условиях и после авиаперелета были сформированы две группы спортсменов-тхэквондистов высокой квалификации, сходных по возрасту и антропометрическим показателям. Средний возраст составлял

19,7±0,81 года, длина тела – 177,3±6,2, масса тела – 66,1±2,11 кг.

Первая группа включала 30 спортсменов, сон которых после аэробных нагрузок во время сна спортсменов в комфортных условиях (1-я группа). Эти же спортсмены, без аналогичной тренировки, перенесли трехчасовой авиаперелет, составили вторую группу (2-я группа).

Для слежения за тренировочным процессом преимущества имеют современные мониторинговые методики, позволяющие ежесекундно регистрировать изменения в основных системах жизнеобеспечения и сопоставлять их с различными характеристиками реализуемых нагрузок. Этим требованиям отвечает оборудование Firstbeat-bodyguard – датчики с беспроводным интерфейсом (компания Firstbeat-Technology-Ltd, Ювяскюля, Финляндия), которое было использовано для оценки результатов мониторинга ряда физиологических показателей в течение сна в нашем исследовании (Никитин И. 2015). Полученные данные анализируются с помощью соответствующего программного обеспечения (версия 5.3.0.4).

Мониторинг выполнялся в течение восьми часов сна (480 минут). Из записи R–R-интервалов в реальных условиях во время отдыха были определены уровни сохраняющегося во время отдыха стресса и восстановления. Последующий анализ предусматривал оценку традиционных показателей: частота сердечных сокращений (ЧСС), частота дыхания (ЧД) и вентиляция легких (л в минуту), среднее потребление кислорода во время отдыха и устойчивость к гипоксии (посттренировочное потребление кислорода – в мл/кг), степень преобладания тонуса симпатического или парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (индекс восстановления – в усл.ед.).

Информативными показателями качества восстановления являются характер и уровень метаболизма во время отдыха, поэтому были проанализированы общий и дифференцированный (за счет углеводов и жиров) энергообмен и так называемый «тренирующий импульс нагрузки», который отражает степень сложности перенесенной нагрузки на момент исследования (Никитин И. 2015).

Кроме того, для интегральной оценки качества восстановления спортсменов определяли адаптационный потенциал (АП), который рассчитывают по формуле $АП = 1,238 \pm 0,09 \times ЧП$, где АП – адаптационный потенциал в баллах, ЧП – частота пульса в минуту; 1,238 и 0,09 – коэффициенты уравнения. При значении АП менее 7,2 баллов уровень адаптации расценивают как удовлетворительный; от 7,21 до 8,24 баллов – как напряжение механизмов адаптации; от 8,25 до 9,85 баллов – как неудовлетворительную адаптацию; при АП более 9,86 баллов имеет место срыв механизмов адаптации (Коновских Л.А., Оранский И.Е., Лихачева Е.И. 2008).

Для оценки наличия и степени выраженности стресса использовали коэффициент Хильдебранда (отношение показателей ЧСС к ЧД), являющийся показателем согласованности межсистемных отношений и моторно-висцеральных функций. Этот показатель отражает баланс регуляции, позволяющий органам и системам функционировать в правильном ритме, организму своевременный приток крови, обогащенной кислородом, необходимой для нормальной работы всего организма. Нормальное значение коэффициента Хильдебранда колеблется в пределах от 2.9 до 4.8. От-

клонения этого показателя от нормы свидетельствуют о наличии стресса: цифры более 4,9 говорят о симпатикотонии, а менее 2,8 – о ваготонии.

Индивидуальные данные спортсменов подвергнуты компьютерной обработке (версия 5.3.0.4), а далее полученные результаты обработаны методами традиционной биостатистики: определение нормального распределения изученных признаков, расчет средних значений, ошибок средних, стандартного отклонения и сравнение средне-групповых значений по критерию Стьюдента (Айвазян С. А. с соавт., 1983).

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования представлены в таблице 1. Хотя соотношение времени восстановления и времени стресса в обеих группах было сходным, период восстановления во время сна после трехчасового авиаперелета оказался достоверно меньше, чем во время сна после утренней тренировки (308±11,85 и 384±11,53), а время стресса соответственно больше (9,67±0,63 и 4,8± 1,12). Таким образом, у спортсменов обеих групп зарегистрировано преобладание процессов восстановления, достоверно более выраженное у спортсменов 1-й группы, чем у спортсменов 2-й группы, что отразилось и на функциональных показателях кардиореспираторной системы.

Средние значения ЧСС в исследуемых группах спортсменов во время сна также имели статистические различия: 57,3±1,08 уд/мин – в 1-й группе и 69,7±1,67 уд/мин – во 2-й (t=6,10). Аналогичная картина отмечена и при оценке показателей внешнего дыхания. Так, средние значения частоты дыхания в минуту составляли соответственно: 13,9±0,26 и 15,2±0,21 (t=3,94), а вентиляции легких – 8,1±0,47 л/м и 9,5±0,26 л/м (t=2,72).

Показатель посттренировочного потребления кислорода в покое, отражает количество кислорода, необходимое для окисления накопившихся в организме недоокисленных продуктов обмена. Этот показатель в группе спортсменов после утренней тренировки во время ночного сна колебался от 0,7 до 84,6 мл/кг, а во время сна у спортсменов 2-й группы после тренировки и авиаперелета – от 0,64±4,51 мл/кг. Эти различия между среднегрупповыми значениями достоверны (t=3,21). При оценке среднего и максимального потребления кислорода также выявлены статистически значимые различия между группами. Так, в 1-й группе спортсменов среднее значение составляло 4,5±0,21 мл/кг/мин, во 2-й – 5,5±0,19 мл/кг/мин (t=3,47); а максимальное, соответственно: 17,1±1,58 и 11,7±0,68 (t=3,18).

Следующий показатель характеризует энергетическую стоимость нагрузки, которая оказалась достоверно выше после авиаперелета – 10,7±0,42, чем после утренней тренировки – 8,9±0,31 (t=3,59).

В связи с тем, что уровень и направленность метаболизма отражают особенности адаптации к перенесенной мышечной работе (а значит – и особенности восстановления), были проанализированы общий энергообмен, в том числе отдельно – за счет углеводов и жиров. Как следует из данных, представленных в таблице, общий энергообмен в 1-й группе был существенно выше, чем во 2-й группе: 789,4±34,80 ккал и 546,3±47,76 ккал, соответственно (t=5,96). Причем во время отдыха после утренней тренировки соотношения энергообмена углеводы/жиры оказалось разнонаправленным и составляло 1,44, а во время сна после авиаперелета – 0,79.

Таблица 1. Сравнительный анализ восстановительных процессов спортсменов после аэробных нагрузок и после авиаперелета.

Показатели	Группы, средние (M), ± ошибка (m), ±сигма (δ), min-max значения, значение критерия Стьюдента				
	1-я группа (физическая нагрузка)		2-я группа (авиаперелет)		t
	M±m min÷max	±δ	M±m min÷max	±δ	
Время релакса, мин	384±11,53 163÷473	69,20	308±11,85 146÷466	71,1	4,31
Время стресса (мин)	4,8±1,12 10÷40	6,70	9,67±0,63 12÷29	3,78	3,60
Среднее значение ЧСС, (уд/мин)	57,3±1,08 48÷77	6,47	69,4±1,67 50÷95	10,0	6,10
Среднее значение частоты дыхания (мин)	13,9±0,26 10,8÷17,9	1,58	15,2±0,21 13,6÷19,2	1,26	3,94
Среднее значение вентиляции легких (л/мин)	8,1±0,47 4,4÷17,1	2,83	9,5±0,26 6,9÷13,9	2,83	2,72
Постнагрузочное потребление кислорода в покое (мл/кг)	12,8±3,42 0,7÷84,6	18,73	1,8±0,16 0,64÷4,51	0,86	3,21
Среднее значение потребления кислорода (мл/кг/мин)	4,5±0,21 3,2÷8,9	1,28	5,5±0,19 3,33÷8,57	1,16	3,47
Максимальное потребления кислорода (мл/кг/мин)	17,1±1,58 6,2÷48,6	9,45	11,7±0,68 5,8÷24,2	4,08	3,18
Энергетическая стоимость нагрузки (METmax, %)	8,9±0,31 6,6÷14,9	1,83	10,7±0,42 6,4÷17,7	2,51	3,59
Общий энергообмен (ккал):	789,4±34,80 521,8÷1457,2	208,79	546,3±47,76 65,3÷1354,9	286,56	5,96
за счет углеводов (ккал)	359,7±19,72 224,3÷754,2	118,29	241,1±21,28 30,8÷605,4	127,68	4,09
за счет жиров (ккал)	249,7±15,26 297,5÷707,6	91,54	305,2±26,48 39,5÷749,5	158,88	1,82
Тренировочный импульс нагрузки (у.е.)	18,4±5,28 21,0÷121,0	31,70	33,8±5,93 17÷143	35,56	1,93
Индекс восстановления (у.е.)	104,9±5,84 0÷157	35,04	54,9±5,81 0÷157	34,89	6,07
Коэффициент Хильдебранда (усл. ед.)	4,53±0,01 4,07÷4,14	0,02	4,56±0,04 4,28÷5,31	0,23	0,65
Адаптационный потенциал ед.	7,20±0,24 6,54÷9,60	1,32	7,23±0,14 5,31÷10,71	0,75	0,11

При оценке коэффициента Хильдебранда у 5 спортсменов 1-й группы и у 6 спортсменов 2-й группы имелся баланс регуляции, а у 25 и 24 соответственно – сдвиг баланса моторно-висцеральных функций в сторону симпатикотония. По средним значениям достоверных различий между группами также не выявлено ($t=0,65$).

Аналогичная картина получена и по средним значениям адаптационного потенциала ($t=0,11$). Однако детальное рассмотрение распределения спортсменов по индивидуальным оценкам АП установлено, что в 1-й группе у 4 спортсменов зарегистрирован удовлетворительный уровень адаптации (а во 2-й – лишь у двоих), у 4 – неудовлетворительный (в обеих группах). У 22 спортсменов, отдыхавших в комфортных условиях, полученные цифры свидетельствовали о напряжении механизмов адаптации. В этой группе не было случаев срыва адаптации, в то время как во 2-й группе у двух спортсменов выявлен срыв адаптации.

Заключение

Таким образом, при оценке качества восстановления после аэробных нагрузок во время сна (спортсменов, отдыхавших в комфортных условиях и после авиаперелета) у спортсменов обеих групп зарегистрированы однонаправленные изменения изученных показателей, что указывает на усиление процессов восстановления у обследованных молодых людей. Вместе с тем, достоверные различия большинства изученных показателей свидетельствуют о большем напряжении адаптационных процессов и недостаточном восстановлении спортсменов, подвергшихся факторам, сопровождающим авиаперелет. Результаты выполненного исследования подтверждают необходимость и важность разработки особых восстановительных мероприятий, реализуемых в тренировочном процессе предсоревновательного периода при необходимости авиаперелета и способствующих нормализации физиологических процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петрушкина Н.П. Физиологические основы спортивной деятельности / Н.П.Петрушкина, В.А.Пономарев. – Челябинск, 2014. 64 с.
2. Коломиец О.И. Синхронизированное музыкальное воздействие как средство восстановления спортсменов (единоборства) / О.И. Коломиец, Е.В. Быков, Н.П. Петрушкина // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта, 2017. – Т 12, №. 1. – С. 167–174.
3. Петрушкина Н.П. Особенности функционального состояния центральной нервной системы у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса / Н.П. Петрушкина О.И. Коломиец, И.А. Якубовская // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2017. Т. 12. № 2. С. 217–225.
4. Быков Е.В. Особенности метаболических адаптационных изменений при различных физических нагрузках / О.И. Коломиец, Н.П. Петрушкина, Е.В. Быков // Наука, инновации. Технологии, № 1, 2017, С.207–217.
5. Петрушкина Н.П. Эффективность применения фитопрепаратов в системе восстановления спортсменов, занимающихся ациклическими видами спорта / Н.П. Петрушкина, О.И. Коломиец, Е.В. Жуковская, Е.П. Врублевский // «Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды»: Материалы XII Международной научно-практической конференции (Гомель, 5–6 октября 2017 года) В двух частях Часть 2. Гомель ГГУ им. Ф. Скорины. 2017 – С. 74–81.
6. Черепкина Л.П., Физиология спорта (на примере хоккея): учебное пособие /Черепкина Л. П., Тристан В. Г.// Издательство: СибГУФК, 2006, 80с. (http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277146)
7. Lisa E. Heaton, Jon K. Davis, Eric S. Rawson, Ryan P. Nuccio, Oliver C. Witard, Kimberly W. Stein, Keith Baar, James M. Carter, Lindsay B. Baker Selected In-Season Nutritional Strategies to Enhance Recovery for Team Sport Athletes: A Practical Overview. Sports Med. 2017; 47(11): 2201–2218. Published online 2017 Jul 12. doi: 10.1007/s40279–017–0759–2. PMID: PMC5633631/
8. Luke Gupta, Kevin Morgan, Sarah Gilchrist. Does Elite Sport Degrade Sleep Quality? A Systematic Review. Sports Med. 2017; 47(7): 1317–1333. Published online 2016 Nov 29. doi: 10.1007/s40279–016–0650–6. PMID: PMC5488138.
9. Никитин И. Анализ восстановления спортсменов высшей категории, основанный на вариабельности сердечного ритма: обзор метода анализа восстановления / И. Никитин, О.И Коломиец, Е.В. Быков. / Материалы IV Международного конгресса «Проблемы физкультурного образования: содержание, направленность, методика, организация». Челябинск, 2015. Т. 1. С. 646–652.
10. Патент RU 2314019: Конеvских Л.А., Оранский И.Е., Лихачева Е.И. 2008
11. Айвазян С.А. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М. : Финансы и статистика, 1983. –286 с.

REFERENCES

1. Petrushkina N.P. [Physiological bases of sports activities] Chelyabinsk, 2014. 64 p.
2. Bykov E.V., Kolomiets O.I. Petrushkina N.P. [Synchronized musical influence as a recovery tool for athletes (martial arts)] Pedagogical-psychological and medico-biological problems of physical culture and sport, 2017. – Т 12, No. 1. – pp. 167–174.
3. Petrushkina N.P., Kolomiets O.I., Yakubovskaya I. [Features of the functional condition of the Central nervous system of athletes with different orientation of the training process] Pedagogical-psychological and medico-biological problems of physical culture and sports. 2017. Vol. 12. No. 2. pp 217–225.
4. Bykov E.V., Kolomiets O., Petrushkina N. [Features of metabolic adaptive changes in the various physical loadings] Science and innovation. Technology, No. 1, 2017, pp. 207–217.
5. Petrushkina N.P. Kolomiets O.I., Zhukovskaya E.V., Wroblewski E.P. [Efficacy of herbal remedies in the system recovery athletes involved in acyclic types of sports] "Problems of physical culture of the population living in conditions of adverse factors of the environment": Materials of XII International scientific-practical conference (Gomel, October 5–6 2017) In two parts Part 2. Gomel GSU im. F. Skaryna. 2017 – pp. 74–81.
6. Cherepkina L.P., Tristan V.G. [Physiology of sports (for example hockey): tutorial] Publisher: Sibgufk, 2006, 80P. (http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=277146)
7. Lisa E. Heaton, Jon K. Davis, Eric S. Rawson, Ryan P. Nuccio, Oliver C. Witard, Kimberly W. Stein, Keith Baar, James M. Carter, Lindsay B. Baker [Selected In-Season Nutritional Strategies to Enhance Recovery for Team Sport Athletes]: A Practical Overview. Sports Med. 2017; 47(11): 2201–2218. Published online Jul 12 2017. doi: 10.1007/s40279–017–0759–2. PMID: PMC5633631/
8. Luke Gupta, Kevin Morgan, Sarah Gilchrist. Does Elite Sport Degrade Sleep Quality? A Systematic Review. Sports Med. 2017; 47(7): 1317–1333. Published online 29 Nov 2016. doi: 10.1007/s40279–016–0650–6. PMID: PMC5488138.
9. Nikitin I., Kolomiets O., Bykov E.V. [Analysis of the recovery of athletes of the highest category, based on heart rate variability: a review of the method of analysis recovery] Materials of the IV International Congress "Problems of physical education: content, focus, methodology, organization". Chelyabinsk, 2015. Vol.1. pp. 646–652.
10. Patent RU 2314019: Konevskikh L. A., Oransky I. E., Likhacheva E.I. 2008
11. Ayvazyan S.A., Eniukov I.S., Meshalkin L.D. [Applied statistics. Fundamentals of modelling and primary data processing] M. : Finance and statistics, 1983. –286 p.

РЕЗЮМЕ

С целью сопоставления качества восстановительных процессов во время сна (с 22.00 до 06.00) после трехчасовой утренней аэробной тренировки спортсменов (тхэквондо), отдохнувших в комфортных условиях (1-я группа), и этих же спортсменов, имевших трехчасовой утренний авиаперелет в западном направлении (2-я группа). Для дистанционного мониторинга физиологических показателей, характеризующих качество восстановления во время сна, использовали датчики с беспроводным интерфейсом Firstbeat. У спортсменов обеих групп зарегистрировано напряжение процессов восстановления, достоверно более выраженное у спортсменов после авиаперелета, чем у спортсменов, отдохнувших в обычных условиях. Выявлены различия при оценках адаптационного потенциала, функциональных показателей кардиореспираторной системы (показателей внешнего дыхания, вентиляция легких, среднего потребления кислорода, устойчивость к гипоксии), метаболической активности и энергетической стоимости нагрузки, реакций вегетативной нервной системы, в показателях согласованности межсистемных отношений и моторно-висцеральных функций. Изменения были статистически значимые после авиаперелета. Качество сна было менее продуктивно после авиаперелета, чем после тренировочной нагрузки. Полученные результаты подтверждают необходимость разработки особых восстановительных мероприятий, реализуемых до и после авиаперелета, способствующих нормализации физиологического состояния для поддержания оптимального уровня готовности спортсменов к социально значимым стартам.

Ключевые слова: спортсмены, ациклические виды спорта, тхэквондо, аэробная нагрузка, авиаперелет, восстановление, сон, адаптация.

ABSTRACT

In order to compare the quality of restorative processes during sleep (с 22.00 to 06.00) after a three-hour morning aerobic training athletes (Taekwondo), resting in comfortable conditions (group 1) and those athletes who had a three-hour morning flight to the West (group 2). For remote monitoring of physiological parameters characterizing the quality of recovery during sleep, used sensors with a wireless interface Firstbeat. The athletes in both groups was the voltage recovery process, a significantly more pronounced in athletes after air travel than in athletes, the resting in normal conditions. The differences in estimation of adaptive capacity, functional indicators of cardiorespiratory system (external respiration, pulmonary ventilation, average oxygen consumption, resistance to hypoxia), metabolic activity and energy cost of loads, reactions of the autonomic nervous system, in terms of harmonization of intersystem relations and motor visceral functions. The changes were statistically significant after the flight. The sleep quality was less productive after a flight than after a training load. The obtained results confirm the need for the development of special rehabilitation measures implemented before and after the flight, contribute to the normalization of physiological state to maintain an optimum level of readiness of athletes to socially significant events.

Keywords: athletes, acyclic sports, Taekwondo, aerobic exercise, flight, recovery, sleep, adaptation.

Контакты:

Коломиец О.И. E-mail: Kolomiec_o@mail.ru