

УДК 796.853.23

DOI: 10.36979/1694-500X-2023-23-6-146-152

**ДОСТОВЕРНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЙ КРИТИЧЕСКОЙ ЧАСТОТЫ СЛИЯНИЯ
МЕЛЬКАНИЙ В ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ УТОМЛЕНИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ
(НА ПРИМЕРЕ ДЗЮДО)**

О.В. Коптев, Д.В. Романов

Аннотация. Рассматривается оценка информативности критической частоты слияния мельканий в определении степени утомления дзюдоистов после тренировки. В спортивной науке слияние мельканий до сих пор информировало исследователя о наступлении утомления, не отвечая на вопрос о степени наступившего утомления. Как известно, существует несколько степеней утомления: небольшое, умеренное, острое, критическое. В данном исследовании авторы попытались ответить на вопрос: какие значения критической частоты слияния мельканий соответствуют той или иной степени утомления. В эксперименте приняли участие 82 дзюдоиста разного возраста. Их функциональное состояние до и после тренировки оценивалось параллельно двумя способами: 1) по методике А.И. Завьялова (2017) и 2) с помощью измерения критической частоты слияния мельканий. В ходе эксперимента была выявлена высокая взаимосвязь двух методов контроля. Установлены достоверные различия показателей критической частоты слияния мельканий до и после тренировки и между различными возрастными группами испытуемых. Показатели критической частоты слияния мельканий достаточно точно отражают функциональное состояние испытуемых, а сама методика может использоваться для педагогического контроля.

Ключевые слова: электрокардиография; утомление; педагогический контроль; критическая частота слияния мельканий; физическая нагрузка.

**ФИЗИКАЛЫК КҮЧ КЕЛТИРҮҮДӨ ЧАРЧОО ДАРАЖАСЫН БААЛООДО КӨЗДҮН
ТУМАНДООСУНУН КРИТИКАЛЫК ЖЫШТЫГЫНЫН ӨЗГӨРҮҮСҮНҮН ТАКТЫГЫ
(ДЗЮДОНУН МИСАЛЫНДА)**

О.В. Коптев, Д.В. Романов

Аннотация. Машыгуудан кийин дзюдочулардын чарчоо даражасын аныктоодо көздүн тумандашынын критикалык жыштыгынын маалыматтуулугун баалоо каралат. Спорт илиминде көздүн тумандашы ушул убакка чейин изилдөөчүгө чарчоонун келип чыгышы жөнүндө маалымат берип, чарчоонун деңгээли жөнүндө суроого жооп бербейт. Белгилүү болгондой, чарчоонун бир нече даражасы бар: кичине, орточо, курч, критикалык. Бул изилдөөдө авторлор көздүн тумандашынын критикалык жыштыгынын кайсы маанилери чарчоонун тигил же бул даражасына туура келет деген суроого жооп берүүгө аракет кылышкан. Экспериментке ар түрдүү курактагы 82 дзюдочу катышты. Алардын машыгууга чейинки жана кийинки функционалдык абалы параллелдүү түрдө эки жол менен бааланган: 1) А.И. Завьяловдун методикасы боюнча (2017) жана 2) көздүн тумандашынын критикалык жыштыгын өлчөө менен. Эксперименттин жүрүшүндө эки контролдоо ыкмасынын жогорку байланышы аныкталды. Машыгууга чейин жана андан кийин сыналуучулардын ар кандай курактык топторунун ортосунда көздүн тумандоосунун критикалык жыштыгынын көрсөткүчтөрүнүн ишенимдүү айырмачылыктары аныкталды. Көздүн тумандоосунун критикалык жыштыгынын көрсөткүчтөрү сыналуучулардын функционалдык абалын так чагылдырат, ал эми методиканын өзүн педагогикалык контролдоо үчүн колдонсо болот.

Түйүндүү сөздөр: электрокардиография; чарчоо; педагогикалык контролдоо; көздүн тумандашынын критикалык жыштыгы; физикалык күч келтирүү.

**RELIABILITY OF CHANGES IN CFFM
(CRITICAL FREQUENCY OF FLASHING MERGING) IN ASSESSING THE DEGREE
OF FATIGUE DURING PHYSICAL LOAD (ON THE EXAMPLE OF JUDO)**

O.V. Koptev, D.V. Romanov

Abstract. The article discusses the assessment of the information content of the critical frequency of flashing merging in determining the degree of fatigue of judokas after training. In sports science, the fusion of flickering has so far informed the researcher of the onset of fatigue. Not answering the question about the degree of fatigue. As you know, there are several degrees of fatigue: slight, moderate, acute, critical. In this study, we tried to answer the question what values of critical frequency of flashing merging correspond to one or another degree of fatigue. The experiment involved 82 judoists of different ages. Their functional state «before» and «after» training was evaluated in parallel in two ways: 1) according to the method of A.I. Zavyalov (2017) and 2) by measuring the critical flicker fusion frequency. The experiment revealed a high relationship between the two methods of control. Significant differences in critical frequency of flashing merging indices «before» and «after» training and between different age groups of subjects were established. The critical frequency of flashing merging indicators fairly accurately reflect the functional state of the subjects, and the technique itself can be used for pedagogical control.

Keywords: electrocardiography; fatigue; pedagogical control; critical flicker fusion frequency; physical activity.

Введение. Рост спортивных результатов основан на феномене тренируемости организма спортсменов. Чем сильнее функциональные сдвиги после физических упражнений, тем выше тренировочный эффект [1–3]. В определении срочного тренировочного эффекта доктор педагогики Д. Харре [4] категоричен: «Хороший тренировочный эффект может дать нагрузка, вызывающая сильное утомление». Задачи педагогического контроля – обеспечить вхождение организма спортсменов в зону острого утомления и предотвращение перетренировки. Такой детальный контроль может обеспечить экспресс-метод оценки функционального состояния организма по классификации изменений электрокардиограммы А.И. Завьялова [5]. В этом смысле он может служить эталоном для проверки эффективности других методов контроля, одним из которых является критическая частота слияния мельканий (КЧСМ) [6].

Критическая частота слияния мельканий представляет собой частоту вспышек света, которая сопровождается ощущением непрерывного равномерного свечения [6, 7]. Это порог остроты зрительного восприятия, надёжный и высокочувствительный показатель умственного и физического утомления организма, широко используемый в медицине и спорте [8–12, 13, 14].

Методы и организация исследования. Для регистрации электрокардиограмм у дзюдоистов разного возраста и квалификации до и после тренировки (рисунки 1–12) использовался

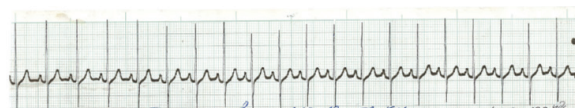
электрокардиограф ЭК1Т-03М2 со скоростью движения ленты 25 мм/с.

Для регистрации КЧСМ использовался самодельный прибор, представляющий собой электронный измерительный блок с подсоединенной к нему картонной трубкой, в которой в виде жёлтой окружности мелькал свет. КЧСМ регистрировали пять раз у каждого испытуемого до и после тренировки параллельно с регистрацией ЭКГ. Затем лучший и худший результаты отбрасывались и по оставшимся трём рассчитывался средний показатель для каждого испытуемого. Состояние организма оценивалось по изменениям электрокардиограммы, возникающим непосредственно в момент нагрузки и в первую минуту после неё. Она включает семь состояний, которые отражают напряжённость организма во время её выполнения. Полученные данные сравнивались по t-критерию Стьюдента. Взаимосвязь показателей КЧСМ и баллов, полученных при регистрации электрокардиограмм, рассчитывалась с помощью корреляционного анализа. В эксперименте приняли участие дзюдоисты четырёх возрастных групп: I (11–12 лет) – 21 человек; II (13–14 лет) – 21 человек; III (15–17 лет) – 20 человек; IV (мужчины от 18 до 35 лет) – 20 человек.

Результаты исследования. Сравнение результатов КЧСМ до и после тренировки выявило достоверную разницу во всех возрастных группах (таблица 1). Значит, утомление после тренировки оказывает существенное влияние на показатели КЧСМ.

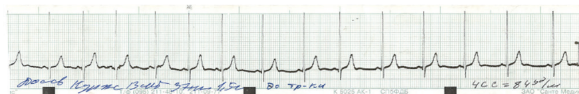


До тренировки – 0 баллов



После тренировки – 15 баллов.
Утомление отсутствует. R – укорочен в 12,
S – увеличен в 10 комплексах

Рисунок 1 – Токтосунов Б., 12 лет (тренер Смаилов).
Изменения электрокардиограммы до и после тренировки

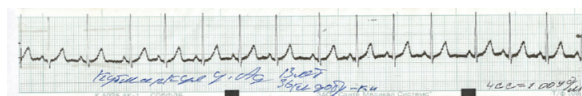


До тренировки – 0 баллов

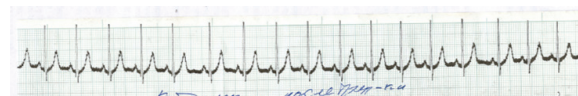


После тренировки – 16 баллов. Утомление
отсутствует. S – увеличен в 11 комплексах. Сердце
поворачивается правым желудочком вперед–влево

Рисунок 2 – Досов Нуржан, 12 лет (тренер Ишенбай у. Н.).
Изменения электрокардиограммы до и после тренировки



До тренировки – 0 баллов

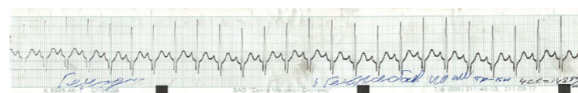


После тренировки – 16 баллов. Утомление
отсутствует. R – укорочен в 9,
S – увеличен в 4 комплексах. Сердце при работе
поворачивается то влево, то вправо

Рисунок 3 – Кутманкул у. Адилет, 12 лет (тренер Осмоналиева).
Изменения электрокардиограммы до и после тренировки

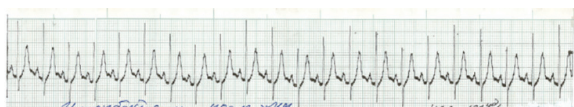


До тренировки – 0 баллов

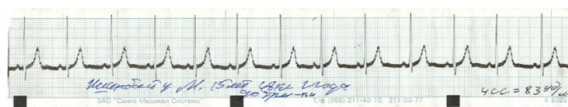


После тренировки – 15 баллов. Утомление
отсутствует. R – укорочен в 8, S – увеличен в 10,
S-T – ниже изолинии в 7 комплексах

Рисунок 4 – Генжебаев Д., 14 лет (тренер Смаилов).
Изменения электрокардиограммы до и после тренировки



До тренировки – 0 баллов



После тренировки – 16 баллов. Утомление отсутствует. R – укорочен в 16, S – увеличен в 9 комплексах. Сердце при работе поворачивается то влево, то вправо

Рисунок 5 – Ишенбай у. Мирлан, 14 лет (тренер Ишенбай у. Н.).
Изменения электрокардиограммы до и после тренировки



До тренировки – 0 баллов

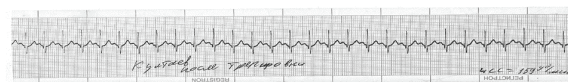


После тренировки – 19 баллов. Небольшое утомление. S > R – поворот правого желудочка влево

Рисунок 6 – Абдыгулов И., 14 лет (тренер Смаилов).
Изменения электрокардиограммы до и после тренировки



До тренировки – 0 баллов

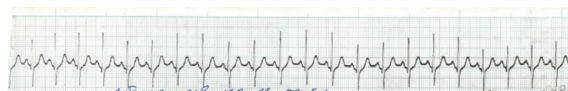


После тренировки – 16 баллов. Утомление отсутствует. R – укорочен в 14 комплексах

Рисунок 7 – Култаев Б., 17 лет (тренер Назармухамедова).
Изменения электрокардиограммы до и после тренировки

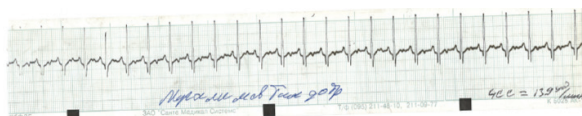


До тренировки – 7 баллов.
Острое утомление: ишемический S-T – не более чем в 50 % комплексов, в остальных – косовосходящий на 0,1 mV

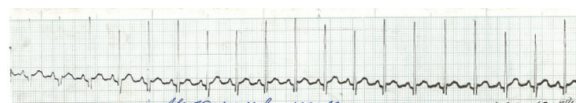


После тренировки – 17 баллов. Утомление отсутствует. S-T – косовосходящего типа (горизонтального – ишемического типа нет)

Рисунок 8 – Канатбек у. И., 17 лет (тренер Смаилов).
Изменения электрокардиограммы до и после тренировки



До тренировки – 12 баллов. Т – 2-фазный: перенапряжение, нужно обратиться к врачу



После тренировки – 24 балла. Умеренное утомление. Нагрузка имела лечебный эффект: во всех комплексах Т – положительный

Рисунок 9 – Мугалимов Тимур, 1-й разряд, 17 лет (тренер Смаилов)

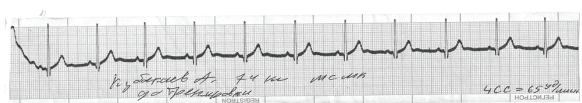


До тренировки – 0 баллов. S-T – выше изолинии на 0,1 mV – в пределах ошибки записи

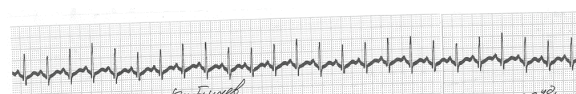


После тренировки – 22 балла. Умеренное утомление. R – укорочен в 15, T – уплощен (плато) в 8 комплексах

Рисунок 10 – Жаанбаев Д. – КМС, 19 лет (тренер Назармухамедова)



До тренировки – 0 баллов

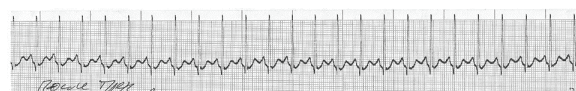


После тренировки – 24 балла. Умеренное утомление. Плато на зубце Т более, чем в 50 % комплексов

Рисунок 11 – Кубакаев Азат – МСМК (сборная команда).
Изменения электрокардиограммы до и после тренировки



До тренировки – 0 баллов



После тренировки – 28 баллов. Острое утомление. S-T – ишемического типа

Рисунок 12 – Бекболаев Адилет – КМС, 25 лет (тренер Назармухамедова)

Таблица 1 – Сравнение показателей КЧСМ до и после тренировки

Возраст	КЧСМ	КЧСМ	
Хср.±m	до трен-ки	после трен-ки	P1<
11–12 лет	9,60±0,58	13,14±0,92	0,01
	P<0,001	P<0,05	
13–14 лет	12,04±0,38	15,37±0,71	0,001
	P<0,001	P<0,05	
15–17 лет	14,99±0,58	16,85±0,52	0,05
	P<0,01	P<0,001	
Мужчины	21,05±1,89	27,54±2,29	0,05

Примечание: P – различия показателей между разными возрастными группами; P1 – различия показателей до и после тренировки

Таблица 2 – Корреляция значений разницы КЧСМ до и после тренировки и показателей величины нагрузки по электрокардиограмме

11–12 лет	КЧСМ	2,38	0,34	3,59	-0,46	4,76	4,28	6,33	2,15	1,85	2,84	-0,02
	ЭКГ	14	13	22	15	19	20	21	16	16	18	15
13–14	КЧСМ	4,41	0,69	2,44	3,48	0,71	6,95	4,1	4,54	3,94	12,29	2,2
	ЭКГ	21	14	16	19	13	23	21	23	22	24	20
15–17	КЧСМ	2,56	1,69	5,08	6,56	1,26	1,34	2,98	0,76	1,45	0,79	3,81
	ЭКГ	19	19	20	24	14	15	20	16	14	15	18
Мужчины	КЧСМ	0,64	2,33	7,27	4,7	4,8	3,01	5,64	2,42	7,43	1,38	16,28
	ЭКГ	13	19	21	20	22	21	22	19	23	15	25
11–12 лет	КЧСМ	0,09	3,61	4,02	1	1,32	8,13	7,31	12,1	6,23	2,73	r=0,81
	ЭКГ	16	21	22	19	18	22	23	24	20	20	
13–14	КЧСМ	1,18	5,67	1,3	3,04	4,07	1,22	2,15	3,6	1,02	0,77	r=0,78
	ЭКГ	14	25	18	21	22	15	19	19	18	13	
15–17	КЧСМ	0,49	0,8	3,49	0,44	1,76	-1,2	1,36	0,72	1		r=0,78
	ЭКГ	16	14	20	13	15	17	16	17	14		
Мужчины	КЧСМ	16	-5,9	1	13,57	22,47	8,4	3,4	0,6	14,4		r=0,87
	ЭКГ	28	15	14	24	26	23	20	15	24		

Примечание. Приведены по 21 показателю испытуемых 11–12 и 13–14 лет; по 20 показателей испытуемых 15–17 лет и взрослых дзюдоистов.

Межгрупповое сравнение также выявило достоверную разницу между группами до и после тренировки. Видимо, с возрастом критическая частота слияния мельканий увеличивается.

Корреляционный анализ разницы значений КЧСМ до и после тренировки и количества баллов, полученных при оценке утомления по методу А.И. Завьялова, показал тесную взаимосвязь во всех возрастных группах. Следовательно,

изменение КЧСМ в течение тренировки отражает степень утомления испытуемых.

Так, начиная с 19 баллов средние значения разницы КЧСМ до и после тренировки постепенно увеличиваются и в среднем составляют: при 19 баллах – 2,67 Гц; при 20 – 3,9 Гц; при 21 – 4,54 Гц; при 22 – 4,88 Гц; при 23 – 6,93 Гц; при 24 – 11,78 Гц. Далее, при 25–28 баллах – до 22,47 Гц (таблица 2).

Заключение

1. Показатели КЧСМ зависят от степени утомления и возраста испытуемых.

2. Величина изменений КЧСМ за время тренировки коррелирует с количеством баллов, полученных при оценке утомления по методу А.И. Завьялова. При этом в среднем КЧСМ увеличивается: при небольшом утомлении от 2,67 Гц до 3,9 Гц; при умеренном утомлении – от 4,54 Гц до 11,78 Гц. Далее, при остром утомлении она увеличивается в среднем до 22,47 Гц.

Поступила: 14.03.23; рецензирована: 29.03.23;
принята: 31.03.23.

Литература

1. Contest coefficients of the elite judo athletes of Russia and Kyrgyzstan (less than 60 kg, 73 kg and 81 kg) from 2010 till 2015 / О. Коптев, А. Осипов, М. Кудрявцев, С. Иермаков, В. Близнаевская // International Journal of Applied Exercise Physiology. 2018. Vol. 7. № 2. P. 32–45.
2. The effects of tournament preparation on anthropometric and sport – specific performance measures in youth judo athletes / D.H. Fukuda et al. // Journal of Strength and Conditioning Research. 2013. Vol. 27. I. 2. P. 331–339.
3. Ziv G. Psychological Preparation of Competitive Judokas – A Review / G. Ziv, R. Lidor // Journal of Sports Science and Medicine. 2013. № 12 (3). P. 371–380.
4. Харре Д. Учение о тренировке / Д. Харре. М.: Физкультура и спорт, 1971. 328 с.
5. Завьялов А.И. Новые теории деятельности сердца и мышечного сокращения: монография / А.И. Завьялов. Красноярск: Изд-во КГПУ, 2017. 387 с.
6. Прибор для исследования мультифокальной КЧСМ / К.В. Голубцов, О.Ю. Орлов, П.Д. Софронов, М.В. Зуева, И.В. Цапенко, И.В. Молчанов // Современные аспекты нейроофтальмологии: материалы III Московской научно-практической нейроофтальмологической конференции. М.: Изд. НИИИ им. Н.Н. Бурденко, 1999. С. 19–20.
7. Волков А.С. КЧСМ как метод психофизиологического исследования зрительного анализатора / А.С. Волков, Л.В. Морозова // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 2–3. URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=12282> (дата обращения: 10.04.2020).
8. Капилевич Л.В. Физиология человека. Спорт: учеб. пос. / Л.В. Капилевич. М.: Юрайт, 2019. 141 с.
9. Красноперова Н.А. Критическая частота световых мельканий как показатель развития утомления при учебной нагрузке у глухих и слабослышащих детей 6–9 лет / Н.А. Красноперова // Дефектология. 1998. № 2. С. 18–21.
10. Коптев О.В. Управление подготовкой квалифицированных дзюдоистов весовой категории до 66 кг / О.В. Коптев // Вестник КРСУ. 2012. Т. 12. № 9. С. 173–175.
11. Медико-биологические технологии в физической культуре и спорте: монография / А.И. Григорьев, Н.А. Фудин, А.А. Хадарцев, В.А. Орлов. М.: Спорт. Человек, 2018. 320 с.
12. Полиевский С.А. Профессиональная и военно-прикладная физическая подготовка на основе экстремальных видов спорта: монография / С.А. Полиевский, Р.Т. Раевский, Г.А. Ямалетдинова. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2020. С. 74–88.
13. Рожнецев В.В. Метод повышения точности и сопоставимости результатов измерений критической частоты световых мельканий / В.В. Рожнецев, И.В. Петухов // Современная техника и технологии в медицине и биологии: материалы II научно-практической конференции. Новочеркасск, 2001. С. 52–53.
14. Шамшинова А.М. Функциональные методы исследования в офтальмологии / А.М. Шамшинова, В.В. Волков. М., 1998. 416 с.