

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАММЫ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ БРАЗИЛЬСКИМ ДЖИУ-ДЖИТЦУ В ПРОЦЕССЕ ТРЕНИРОВКИ

[И. Ф. Крылова, Ф. Ё. Балтабаев, А. О. Новиченко, В. Ю. Куликов, Н. Б. Пиковская](#)

*ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава
России (г. Новосибирск)*

Обследованы спортсмены, занимающиеся бразильским джиу-джитсу, перворазрядники и мастера спорта. Запись кардиоинтервалограммы проводилась 4 раза: перед тренировкой, после разминки, после максимальной нагрузки и через 15 мин после отдыха. Установлено, что начало тренировочного процесса сопровождается перераспределением влияния регуляторных систем с увеличением вклада подкорковых влияний и уменьшением стволовых. Период перераспределения регуляторных влияний происходит быстро и в течение разминки достигает соотношений, достаточных для обеспечения всего тренировочного процесса. Восстановительный период продолжительнее периода вработывания.

Ключевые слова: кардиоинтервалограмма, вариабельность ритма сердца, вегетативная регуляция, процесс тренировки.

Крылова Ирина Федоровна — ассистент кафедры нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-37

Балтабаев Фаррух Ёдгарбекович — студент 2-го курса лечебного факультета ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», контактный телефон: 8 (383) 225-07-37

Новиченко Анастасия Олеговна — студент 2-го курса лечебного факультета ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», контактный телефон: 8 (383) 225-07-37

Куликов Вячеслав Юрьевич — доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-37, e-mail: Kulikov_42@mail.ru

Тренировочный процесс для спортсменов любой степени подготовленности предъявляет высокие требования к регуляторным системам, задачей которых является вегетативное обеспечение процессов кровообращения, дыхания, метаболизма, что играет существенную, если не решающую роль как во время тренировок и соревнований спортсменов, так и в восстановительном периоде. Эффективность и скорость включения регуляторных систем должна определять режим тренировки с учетом длительности периода вратывания, основной тренировки и периода восстановления. Типологические особенности вегетативной регуляции не всегда оцениваются и учитываются при выборе режима тренировки и отдыха. Вместе с тем, новые возможности оценки вегетативного статуса дает метод кардиоинтервалографии, данные которого могут быть использованы при планировании тренировочного процесса. Спортсмены, занимающиеся бразильским джиу-джитсу, представляют чрезвычайно интересную в отношении функционирования регуляторных систем группу. Этот вид спорта сочетает скоростные упражнения, требующие высокой координации нервных центров, и силовые, требующие метаболического обеспечения.

Целью настоящей работы является оценка особенностей вегетативной регуляции процессов, обеспечивающих деятельность сердечно-сосудистой системы у спортсменов во время и после тренировочного процесса. Для этого поставлена задача изучить особенности гемодинамического и вегетативного гомеостаза у спортсменов, занимающихся бразильской борьбой джиу-джитсу, во время тренировки и в начале восстановительного периода.

Материал и методы. Обследовано 18 спортсменов мужского пола, средний возраст спортсменов 25 ± 3 года. Спортивная квалификация испытуемых от разрядов до мастеров спорта. Запись кардиоинтервалограммы выполняли с использованием аппаратно-программного комплекса фирмы «Нейрософт», позволяющего проводить автоматическую обработку данных variability ритма сердца (BPC) на персональном компьютере. Программа формирует детальную таблицу амплитудно-временных характеристик анализируемого кардиокомплекса. Запись кардиоинтервалограммы проводилась 4 раза: перед тренировкой, после разминки, после максимальной нагрузки и через 15 мин отдыха. Полученные данные обработаны с помощью программы STATISTICA 7.0.

Результаты и обсуждение. В табл. 1 представлены основные параметры кардиоинтервалограммы у спортсменов на всех этапах тренировочного процесса. Для удобства с учетом обсуждения данных 4-х этапов обследования в табл. 2 суммированы показатели достоверности отличий в соответствии с этапами тренировочного процесса.

Таблица 1

Параметры кардиоинтервалограммы ($M \pm m$)

Показатели	Этапы обследования			
	1 До начала тренировки	2 После разминки	3 Во время максимальной нагрузки	4 После 15-минутного отдыха
ЧСС	72,7 ± 2,3	103,8 ± 3,4	116,1 ± 2,6	98,0 ± 2,5
TP, мс ²	3283,0 ± 426,9	835,9 ± 221,8	459,9 ± 93,0	983,7 ± 218,7
HF, мс ²	1005,1 ± 190,3	202,7 ± 71,4	65,6 ± 17,3	178,7 ± 41,9
LF, мс ²	1215,7 ± 187,3	209,5 ± 71,2	105,4 ± 24,5	550,9 ± 140,5
VLF, мс ²	105,6 ± 181,2	423,6 ± 119,7	288,8 ± 76,4	248,1 ± 49,3
HF, %	28,0 ± 3,0	18,1 ± 4,1	15,6 ± 4,2	21,6 ± 3,3
LF, %;	39,0 ± 3,8	24,0 ± 3,8	27,0 ± 5,6	52,4 ± 3,5
VLF, %;	32,8 ± 3,6	56,9 ± 6,0	58,0 ± 5,6	25,9 ± 1,8

Примечание: TP (Total Power) — общая мощность в диапазоне частот ≤ 0,4 Гц, HF(High Frequency) — мощность в диапазоне высоких (0,15-0,4 Гц) частот (волны длительностью 2,5-6,5 с), LF(Low Frequency) — мощность в диапазоне низких (0,04-0,15 Гц) частот (волны длительностью 6,5-25 с)), VLF(Very Low Frequency) — мощность в диапазоне очень низких частот (≤ 0,04 Гц), волны длительностью более 25 с)

Таблица 2

Достоверность изменения гемодинамических показателей у спортсменов зрелого возраста, занимающихся бразильской борьбой джиу-джитцу во время тренировки

Показатели	Достоверность	Показатели	Достоверность
$P_{\text{ЧСС } 1-2} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{VLF, мс}^2 3-4} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{ЧСС } 2-3} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{VLF, мс}^2 1-3} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{ЧСС } 3-4} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{VLF, мс}^2 1-4} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{TP } 1-2} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{HF, \% } 1-2} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{TP } 2-3} < 0,08$	Недостоверно	$P_{\text{HF, \% } 2-3} < 0,2$	Недостоверно
$P_{\text{TP } 3-4} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{HF, \% } 3-4} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{TP } 1-3} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{HF, \% } 1-3} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{HF, мс}^2 1-2} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{HF, \% } 1-4} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{HF, мс}^2 2-3} < 0,23$	Недостоверно	$P_{\text{LF, \% } 1-2} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{HF, мс}^2 3-4} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{LF, \% } 2-3} < 0,8$	Недостоверно
$P_{\text{HF, мс}^2 1-3} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{LF, \% } 3-4} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{HF, мс}^2 1-4} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{LF, \% } 1-3} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{LF, мс}^2 1-2} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{LF, \% } 1-4} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{LF, мс}^2 2-3} < 0,8$	Недостоверно	$P_{\text{VLF, \% } 1-2} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{LF, мс}^2 3-4} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{VLF, \% } 2-3} < 0,2$	Недостоверно
$P_{\text{LF, мс}^2 1-3} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{VLF, \% } 3-4} < 0,04$	Достоверно
$P_{\text{LF, мс}^2 1-4} < 0,04$	Достоверно	$P_{\text{VLF, \% } 1-3} < 0,04$	Достоверно

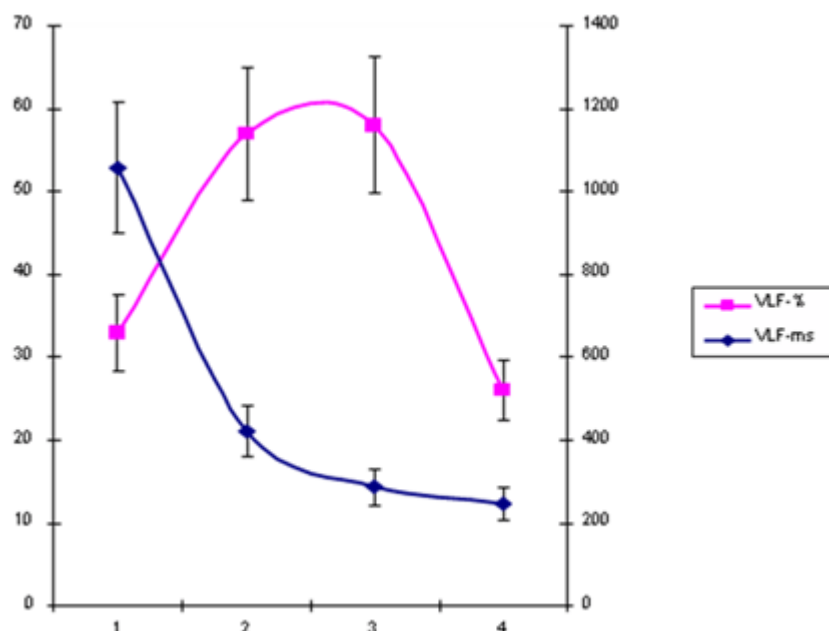
$P_{VLF, \text{мг}^2 1-2} < 0,04$	Достоверно	$P_{VLF, \% 1-4} < 0,04$	Достоверно
$P_{VLF, \text{мг}^2 2-3} < 0,47$	Не достоверно	—	

Получены достоверные ($p < 0,04$) изменения практически всех показателей в переходный период: до тренировки — разминка — максимальная нагрузка — отдых. В периоде разминка — максимальная нагрузка достоверных изменений не наблюдалось.

Как видно из представленных в табл. 1, 2 результатов, первый этап тренировки — разминка в течение 15 мин сопровождается резким снижением общей мощности спектра регуляции — ТР. Существенное, более чем в 3 раза, снижение этого параметра сопровождается столь же резким падением как абсолютных значений, так и вклада в регуляцию и высоко-, и низкочастотной компонент спектра. Вместе с тем, как абсолютные значения, так и вклад в регуляцию очень низкочастотной компоненты (VLF) возрастают. Эти изменения регистрируются на фоне умеренного, но достоверного увеличения частоты сердечных сокращений (ЧСС).

Снижение суммарной мощности спектра регуляции ритма сердца у спортсменов традиционно отмечается рядом исследователей [1-3]. Можно предположить, что деятельность сердца у тренированных спортсменов высокой квалификации обеспечивается его энергетическими ресурсами и не нуждается в регуляторных влияниях вегетативной нервной системы (ВНС). Варианты реализации такого перераспределения в системе регуляции сердечной деятельности могут быть обусловлены несколькими механизмами как на уровне центров, так и на уровне эффекторного органа — сердца.

Обсуждая вклад центральных механизмов регуляции ритма сердца, следует принять во внимание мощный поток импульсов возбуждения, поступающих в центральную нервную систему (ЦНС) от проприорецепторов скелетных мышц и от барорецепторов сосудистой рефлексогенной зоны. Увеличение минутного объема дыхания в первые минуты тренировки увеличивает поток импульсов от рецепторов растяжения легких. Активация ретикулярной формации ствола мозга и эрготропных зон гипоталамуса может быть тем физиологическим фактором, который иерархически подавляет активность структур сосудодвигательного центра ствола мозга, принимая на себя большую часть влияний на сердечный ритм. Кроме того, не следует исключать влияний моторной коры больших полушарий на подкорковые центры, поскольку выработка прочных условно-рефлекторных связей, динамических стереотипов у спортсменов высокого уровня облегчает переход от замысла движения к выполнению моторных программ именно через активацию подкорковых структур — базальных ганглиев и таламуса [4, 5]. Кроме того, у тренированных спортсменов эффект адаптации сердечной мышцы к высоким нагрузкам — накопление ионов кальция, синтез сократительных и регуляторных белков, рецепторов к биологически активным веществам — позволяет обеспечить возрастание минутного объема сердца без существенного повышения ЧСС под влиянием регуляторных систем [6]. Значение этого периферического механизма в приспособлении к нагрузке тренировки в определенной степени подтверждается и данными, приведенными на рисунке, на фоне увеличения вклада в регуляцию очень низкочастотной компоненты спектра, падает ее амплитуда, т.е. в целом снижается регуляторное влияние структур ЦНС на деятельность сердца.



Динамика амплитуды и вклада в регуляцию VLF-компоненты ВРС

После разминки и в течение всего периода тренировки достоверных изменений параметров кардиоинтервалограммы и ЧСС не отмечено, следовательно, период вработывания у спортсменов высокого уровня происходит достаточно быстро, а те перестройки в деятельности сердечно-сосудистой системы и регуляторных влияний обеспечивают и метаболические запросы организма в течение всего тренировочного процесса. Эти данные косвенно подтверждают наше предположение о ведущей роли структурных перестроек в сердце и снижении роли регуляторных систем в процессе адаптации к физическим нагрузкам.

Как видно из табл. 1 и 2 и рисунка, после 15-минутного отдыха происходит восстановление величин как суммарной мощности спектра регуляции, так и его высокочастотной и низкочастотной компонент, лишь очень высокочастотная компонента остается на прежнем низком уровне. Относительный вклад в регуляцию тоже увеличивается для высоко- и низкочастотных компонент, вместе с тем следует обратить внимание на более выраженный рост низкочастотной компоненты, более чем на 50 %. Природа медленноволновых процессов часто сопоставляется с барорефлекторными влияниями на ритм сердца, а также синхронизацией с дыхательными волнами [7, 8]. Действительно, период восстановления деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем предполагает интенсивное выведение углекислоты, кислых продуктов метаболизма, восстановление субстратов окисления в сердечной мышце. Отмеченный в нашем исследовании вариант соотношения компонент спектра — с возрастанием влияния стволовых структур и преобладания низкочастотной компоненты, отражающей активацию симпатической активности, можно рассматривать именно как проявление повышенной активности систем восстановления как деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем, так и метаболических процессов. Вызывает некоторое удивление значительная отсроченность этих восстановительных процессов от окончания тренировки. Можно ожидать, учитывая очень быстрый процесс вработывания, от тренированных спортсменов и такого же быстрого периода восстановления, однако полученные результаты свидетельствуют об обратном. Восстановительный период у спортсменов занимает более 15 мин. Процесс восстановления, таким образом, требует дополнительного изучения.

Выводы

1. Начало тренировочного процесса сопровождается перераспределением влияния регуляторных систем с увеличением вклада подкорковых влияний и уменьшением стволовых.
2. Суммарное влияние центральных механизмов в процессе тренировки снижается.
3. Период перераспределения регуляторных влияний происходит быстро и в течение разминки достигает соотношений, достаточных для обеспечения всего тренировочного процесса.
4. Восстановительный период у спортсменов длительный, протекает на фоне активации симпатической части ВНС.

Список литературы

1. Велибеков Я. В. Регуляция сердечной деятельности и интенсивность процессов восстановления у спортсменов высокой квалификации / Я. В. Велибеков, Я. В. Викулов // Вариабельность сердечного ритма : теоретические аспекты и практическое применение : тез. докл. IV Всерос. симп. с международным участием. — Ижевск, 2008. — С. 63-65.
2. Воронина Г. А. Характеристика основных параметров вариабельности сердечного ритма как показатель тренированности лыжников-гонщиков / Г. А. Воронина, Р. И. Сафарова // Вариабельность сердечного ритма : теоретические аспекты и практическое применение : тез. докл. IV Всерос. симп. с международным участием. — Ижевск, 2008. — С. 65-68.
3. Использование анализа вариабельности ритма сердца для контроля подготовки спортсменов стрелковых видов спорта / А. А. Новиков [и др.] // Вестн. Удмуртского университета. — 2012. — Вып. 1. — С. 26-31.
4. Данилова Н. Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н. Н. Данилова, А. Л. Крылова. — Ростов н/Д : Феникс, 1999. — 480 с.
5. Данилова Н. Н. Психофизиология / Н. Н. Данилова. — М. : Аспект-пресс, 1999. — 373 с.
6. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. — М. : Медицина, 1988. — 210 с.
7. Фазовый и частотный захват 0,1 Гц-колебаний в ритме сердца и барорефлекторной регуляции артериального давления дыханием с линейно меняющейся частотой у здоровых лиц / А. С. Караваев [и др.] // Физиология человека. — 2013. — № 39 (4). — Р. 93-104.
8. Bračić-Lotrič M. Synchronization and modulation in the human cardiorespiratory system / M. Bračić-Lotrič, A. Stefanovska // Physica A. — 2000. — Vol. 283. — P. 451-461.

ANALYSIS OF CARDIOINTERVALOGRAPHY PARAMETERS AT BRAZILIAN JUJUTSU SPORTSMEN DURING TRAINING

[I. F. Krylova, F. E. Baltabayev, A. O. Novichenko, V. Y. Kulikov, N. B. Pikovskaya](#)

SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health» (Novosibirsk)

First-rank sportsmen of and Masters of Sports in Jujutsu are examined. The record of cardiointervalography was made 4 times: before training, after warm-up, after maximum load and in 15 min. after rest. It is established that the beginning of training process is followed by redistribution of influence of regulatory systems with augmentation of subcortical influences and decrease of stem. The period of redistribution of regulatory influences occurs quickly and during warm-up reaches the ratios sufficient for ensuring all the training process. The recovery period is longer than the warming-up period.

Keywords: cardiointervalography, variability of cardiac heart, vegetative regulation, training process.

About authors:

Krylova Irina Fedorovna — assistant of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 225-07-37

Baltabayev Farrukh Edgarbekovich — student of the 2nd course of medical faculty at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», contact phone: 8 (383) 225-07-37

Novichenko Anastasia Olegovna — student of the 2nd course of medical faculty at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», contact phone: 8 (383) 225-07-37

Kulikov Vyacheslav Yuryevich — doctor of medical science, professor, honored scientist of the RF, head of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 225-07-37, e-mail: Kulikov_42@mail.ru

Pikovskaya Natalia Borisovna — doctor of biological science, professor of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», e-mail: picov09@rambler.ru

List of the Literature:

1. Velibekov Y. V. Regulation of cardiac activity and intensity of processes of restoration at athletes of high qualification / Y. V. Velibekov, Y. V. Vikulov // Variability of cardiac rhythm: theoretical aspects and practical application: theses of IV All-Rus. symp. with international participation. — Izhevsk, 2008. — P. 63-65.
2. Voronina G. A. Characteristic of key parameters of variability of cardiac rhythm as indicator of fitness of skiers-racers / G. A. Voronina, R. I. Safarova // Variability of cardiac rhythm:

theoretical aspects and practical application: theses of IV All-Rus. symp. with international participation. — Izhevsk, 2008. — P. 65-68.

3. Usage of the analysis of variability of cardiac rhythm for control of training of athletes of shooting sports / A. A. Novikov [et al.] // Bulletin of Udmurt university. — 2012. — Iss. 1. — P. 26-31.
4. Danilova N. N. Physiology of higher nervous activity / N. N. Danilova, A. L. Krylov. — Rostov N / Д: Phoenix, 1999. — 480 p.
5. Danilova N. N. Psychophysiology / N. N. Danilova. — M. : Aspect press, 1999. — 373 p.
6. Meerson F. Z. Adaptation to stress situations and exercise stresses / F. Z. Meerson, M. G. Pshennikova. — M. : Medicine, 1988. — 210 p.
7. Phase and frequency capture of 0,1 Hz fluctuations in heart beat and baroreflex sensitivity of arterial pressure respiration with linearly changing frequency at healthy faces / A. S. Karavayev [et al.] // Human physiology. — 2013. — N 39 (4). — P. 93-104.
8. Bračič-Lotrič M. Synchronization and modulation in the human cardiorespiratory system / M. Bračič-Lotrič, A. Stefanovska // Physica A. — 2000. — Vol. 283. — P. 451-461.