

РЕАКТИВНОСТЬ КАРДИОДИНАМИКИ ДЗЮДОИСТОВ 16–20 ЛЕТ МАССОВЫХ СПОРТИВНЫХ РАЗРЯДОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

*Е.В. Елисейев, М.В. Трегубова, А.В. Панов**
ЮУрГУ, г. Челябинск; *ЦМСЧ-15 ФМБА РФ, г. Снежинск

Авторами экспериментально показано, что у дзюдоистов массовых разрядов, при прогрессивно возрастающей нагрузке состязательного характера, возникает достаточно полная синхронизация механических и электрических процессов миокарда. Подобная вегетативная синхронизация адекватно меняется по мере учащения сердцебиения, а также укорочения во времени полного сердечного цикла.

Ключевые слова: фазовая структура сердечного цикла, синхронизация механической и биоэлектрической функций миокарда, дзюдоисты массовых спортивных разрядов, механизмы регуляции сердечного ритма.

Актуальность. Анализ и обобщение современных литературных источников по проблемам функционирования организма человека, его психики в экстремальных условиях спортивной деятельности показал, что на фундаменте системного подхода, публикаций в русле теории функциональных систем, в том числе работ по изучению устойчивости организма к действию возмущений в вероятностных условиях спортивно-детерминированных ситуаций, нет целостного взгляда на реактивность организма спортсмена [2, 4, 6, 7, 10]. Не до конца также понятно и то, может ли реактивность кардинально влиять на деятельность организма спортсмена в целом? В чем может проявляться такая способность организма спортсмена противодействовать силам психического и физического напряжения? Отвечая на эти вопросы, нами было вскрыто существо потребности в поиске системообразующего выхода из сложившейся ситуации, что вылилось в изучение реактивности организма единоборцев в свете кардиодинамических сдвигов, где выявление системных функциональных особенностей регуляции реактивности кардиодинамики у дзюдоистов массовых спортивных разрядов при различных физических нагрузках актуально и своевременно.

Организация и методы исследования. Всего проведено 20 серий комплексных обследований, в которых было получено свыше 600 результатов у 196 человек. Из них 86 дзюдоистов III и II разрядов, 86 студентов той же возрастной группы, и 24 человека, не занимающихся спортом, возраст участников от 16 до 20 лет. При экспериментальном определении факторов роста физической работоспособности в динамике физического развития и физической подготовленности единоборцев были организованы сравнительные исследования дзю-

доистов 16–20 лет ($n = 64$) и студентов, той же возрастной группы ($n = 86$). Тестирование физической подготовленности и антропометрия проводились по методике Г.Г. Автандилова [1], пульсометрия, анализ максимального потребления кислорода и физической работоспособности осуществлялись согласно рекомендаций И.В. Аулик [3]. При этом анализировались: длина, масса тела, весоростовой индекс, жизненная емкость легких (ЖЕЛ), жизненный индекс, проба Штанге, кистевая сила, станочная сила, величины прыжка вверх и в длину, гибкость, равновесие, быстрота, способность дифференцирования силовых усилий правой и левой рукой, кинематометрия, ЧСС в покое и после нагрузки, максимальное потребление кислорода (МПК), физическая работоспособность (PWC_{170}).

При исследовании фазовой структуры сердечного цикла спортсменов проводилась оценка сократительной функции миокарда согласно метода фазового анализа структуры сердечного цикла [5]. Все обследования включали в себя синхронную регистрацию параметров ЭКГ и сейсмокардиографии (СКГ). Всего обследовалось 64 дзюдоиста. Первую (испытываемую) группу ($n = 34$) составляли лица, занимающиеся по разработанному нами режимам интенсивности физических нагрузок в течение одного года. Вторую (контрольную) группу ($n = 30$) – лица, занимающиеся по традиционной программе тренировки в дзюдо.

Фазовый анализ структуры диастолы сердца (СДС) проводили у дзюдоистов различного уровня тренированности в сопоставлении с лицами, не занимающимися спортом. Всего обследовано 88 человек, из них 24 человека – лица, не занимающиеся спортом, 30 человек – представители контрольной группы, 34 человека – дзюдоисты испытываемой группы, т.е. занимающиеся не менее года

по рекомендованным нами режимам. Анализ СДС проводился с помощью метода сейсмокардиографии (СКГ) с функциональной пробой [5]. Проба представляла собой максимальное для каждого обследуемого количество приседаний за 30 с и далее, сразу после приседаний, – сгибаний и разгибаний рук в упоре лежа за тот же интервал времени.

Особенности электрических и механических процессов миокарда изучены в двух группах. В первую группу вошли спортсмены контрольной группы ($n = 30$), а во вторую – испытуемой ($n = 34$), занимающиеся с учетом предложенных нами режимов один год. Применялся метод фонокардиографии (ФКГ) по стандартной методике [8, 11]. Тестовое задание представляло собой контрольную встречу двух участников. Встреча состояла из четырех этапов, каждый строился на увеличении времени встречи: 30, 60, 120, 180 с.

Обработка результатов исследования проводилась на ПЭВМ с использованием стандартных программ параметрической и непараметрической статистики с использованием электронных таблиц Excel-5.0 и статистической программы Statistica for Windows v.6 с использованием общепринятых методов вариационной статистики, корреляционного и факторного анализа. Определение достоверности различий (p) абсолютных показателей проводилось при помощи критерия Стьюдента [9]. Результаты считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение.

Анализ сравнительных данных физического развития обследуемых показал, что у студентов величина жизненной емкости легких (ЖЕЛ), жизненного индекса ниже рекомендуемых величин для лиц этого возраста, а весоростовой индекс превышает норму. В пределах границ стандартных значений у студентов находилась лишь проба Штанге. У спортсменов по большинству показателей мы наблюдаем обратную картину. Так, в пределах стандартных значений, наравне с пробой Штанге, находились величины ЖЕЛ, жизненного индекса. Весоростовой индекс также как и у студентов достоверно превышает норму.

Физическая подготовленность студентов характеризуется низкими значениями силовых и скоростно-силовых характеристик в сравнении с показателями спортсменов. У обследованных нами студентов, по сравнению со спортсменами, также снижен и уровень физической работоспособности по тестам PWC_{170} и МПК, как показателя аэробной работоспособности сердца обследуемых. Интерпретация данных корреляционного анализа обследуемых студентов и дзюдоистов показала, что у наблюдаемых обеих групп, независимо от статистически значимых различий, определяются низкие результаты физического развития и функциональной подготовленности, относительно рекомендуемых норм.

Факторизация интеркорреляционных матриц

показала, что первый фактор – «скоростно-силовой», он объединяет 55,44 % общей дисперсии выборки с доминированием факторного веса таких показателей, как прыжок вверх (+0,365), прыжок в длину (+0,549), быстрота движения (+0,613). Второй фактор – «физической работоспособности», он объединяет 27,32 % общей дисперсии выборки. Высокие факторные веса имеют параметры физической работоспособности (+0,939), МПК (+0,940) и ЖЕЛ (+0,653) обследуемых. Отрицательные значения величин факторных нагрузок имеют показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое (–0,554) и после нагрузки (–0,628). Третий фактор – «силовой», он объединяет 17,24 % общей дисперсии выборки и включает показатели силовых возможностей обследуемых: кистевая сила (+0,680); станковая сила (+0,864); кистевой силовой индекс (+0,563); станковый силовой индекс (+0,563). Обобщающий анализ данных факторной структуры свидетельствует, что максимально высокие факторные веса имеют параметры физической работоспособности организма обследуемых. С целью повышения физической работоспособности дзюдоистов нами разработаны режимы интенсивности физических нагрузок, направленные на увеличение выносливости единоборцев, доминирование скоростно-силовой составляющей в общей структуре физической подготовленности и функциональной готовности спортсменов, что способствует повышению адаптационных возможностей их сердца. После внедрения рекомендованных нами режимов в практику занятий дзюдо не менее одного года, наши исследования перешли в заключительную стадию.

Анализ ФССЦ в состоянии покоя показал, что длительность сердечного цикла в покое в испытуемой группе составила $0,989 \pm 0,008$ с, в группе контроля – $0,914 \pm 0,004$ с ($p < 0,05$), ЧСС – $60,66 \pm 1,47$ уд./мин и $65,64 \pm 1,73$ уд./мин ($p < 0,05$) соответственно. Длительность периода изгнания крови из левого желудочка у первых составила в среднем $0,266 \pm 0,005$ с, у вторых – $0,258 \pm 0,005$ с ($p > 0,05$); механической и общей систолы у первых соответственно $0,297 \pm 0,001$ и $0,353 \pm 0,002$ с, у вторых $0,289 \pm 0,001$ и $0,344 \pm 0,002$ с ($p < 0,05$). Достоверные различия отмечаются между величинами внутрисистолического показателя, где он составляет у первых – $89,56 \pm 0,14$ %, у вторых – $89,27 \pm 0,12$ %, и индекса напряжения миокарда, где значение у первых – $26,06 \pm 0,20$ %, у вторых – $24,70 \pm 0,20$ %. Увеличение длительности диастолы у испытуемой группы происходит в основном за счёт увеличения сердечного цикла.

После выполнения статической физической нагрузки общая систола в среднем сократилась у представителей испытуемой группы на $0,034$ с, у дзюдоистов контрольной группы на $0,020$ с ($p < 0,05$). Ее укорочение происходило за счет увеличения фаз асинхронного и изоволюмического сокращения в среднем у представителей испы-

туемой группы на 0,006 с, а у представителей контрольной на 0,007 с ($p < 0,05$). На динамику общей систолы существенное значение оказало уменьшение периода изгнания: у представителей испытуемой группы на 0,031 с, у контрольной на 0,018 с ($p < 0,05$). Диастола уменьшилась в среднем у представителей испытуемой группы на 0,246 с, у дзюдоистов контрольной группы на 0,147 с ($p < 0,05$).

Изучение периода восстановления показало, что продолжительность фаз систолы и диастолы в испытуемой группе достигла исходных величин на второй минуте регистрации. У дзюдоистов контрольной группы показатели кардиодинамики достигли уровня покоя лишь в конце третьей минуты. Следовательно, восстановление у дзюдоистов испытуемой группы обследования после статической нагрузки происходит в 1,5 раза быстрее ($p < 0,05$), чем у дзюдоистов контрольной группы.

Анализ СДС показал, что у дзюдоистов массовых разрядов группы обследования, контроля и лиц, не занимающихся спортом, в состоянии покоя протодиастола, период изоволюмического расслабления, фаза быстрого наполнения, фаза медленного наполнения и систола предсердий показывают схожую динамику своих величин. Так максимальные значения регистрируются у дзюдоистов испытуемой группы, которые равны $0,037 \pm 0,001$, $0,035 \pm 0,001$, $0,106 \pm 0,001$, $0,349 \pm 0,011$, $0,115 \pm 0,002$ с соответственно. Наименьшие значения исследуемых показателей фаз диастолы у лиц, не занимающихся спортом. Они составляют $0,030 \pm 0,001$, $0,029 \pm 0,001$, $0,101 \pm 0,001$, $0,288 \pm 0,010$, $0,093 \pm 0,003$ с соответственно. У представителей контрольной группы средние показатели, которые равны $0,033 \pm 0,001$, $0,102 \pm 0,001$, $0,102 \pm 0,001$, $0,298 \pm 0,020$, $0,107 \pm 0,003$ с соответственно. Следовательно, продолжительность фаз диастолы у спортсменов выше относительно величин у лиц, не занимающихся спортом, а у дзюдоистов испытуемой группы исследуемые показатели достоверно выше, чем у лиц контрольной группы ($p < 0,05$). Таким образом, в ходе наблюдений за продолжительностью фаз диастолы в состоянии покоя нами было установлено увеличение длительности диастолы у дзюдоистов испытуемой группы на 26 % (в среднем на $0,101 \pm 0,020$ с) относительно значений у лиц, не занимающихся спортом и на 11 % (в среднем на $0,070 \pm 0,020$ с) относительно значений у группы контроля.

После выполнения дозированной физической нагрузки у всех обследуемых увеличилась ЧСС. Анализируя динамику значений фаз диастолы, отметим, что все фазы уменьшаются в полном соответствии с уменьшением диастолы в ответ на увеличение ЧСС и рост физической нагрузки. Основную долю уменьшения вносит фаза медленного наполнения. У лиц, не занимающихся спортом, после физической нагрузки она изменилась с $0,288 \pm 0,010$ на $0,108 \pm 0,005$ с и составила $0,180 \pm 0,005$ с. У дзю-

доистов контрольной группы это изменение происходило с $0,298 \pm 0,020$ на $0,109 \pm 0,010$ с и составило $0,189 \pm 0,010$ с. У дзюдоистов испытуемой группы это изменение происходило с $0,349 \pm 0,011$ на $0,135 \pm 0,004$ с и составило $0,214 \pm 0,004$ с. Различия значений между дзюдоистами испытуемой группы и других групп были достоверными. Разница изменения протодиастолы и периода изоволюмического расслабления во всех группах наблюдения была примерно одинакова. Она составляла в среднем $0,012 \pm 0,001$ с. Достоверных различий по динамике этих показателей между группами не было.

Изменения фазы быстрого наполнения у наблюдаемых всех групп составили примерно равные величины, ее уменьшение составило в среднем от $0,038 \pm 0,003$ до $0,042 \pm 0,002$ с. Достоверные различия были выявлены между показателями испытуемой и контрольной группами обследованных. Следовательно, у спортсменов испытуемой при выполнении динамических мышечных нагрузок продолжительность диастолы увеличивается по отношению к лицам, не занимающимся спортом, на 13,8 % (на $0,054$ с, $p < 0,05$), а по отношению к дзюдоистам контрольной группы на 7,4 % (на $0,029$ с, $p < 0,05$). Анализ восстановления показал, что продолжительность фаз диастолы у дзюдоистов испытуемой группы возвращалась к исходным величинам на второй минуте восстановления. У дзюдоистов контрольной группы восстановление фоновых значений происходило к концу третьей минуты. У лиц, не занимающихся спортом, исследуемые показатели восстановились по отношению к фоновым лишь к концу четвертой минуты. Таким образом, у дзюдоистов испытуемой группы восстановление продолжительности фаз диастолы, общей систолы, сердечного цикла, частоты сердечных сокращений идет в 1,5 раза быстрее, чем у дзюдоистов контрольной группы и в 2 раза быстрее, чем у лиц, не занимающихся спортом.

Исследования синхронизации механической и электрической функций миокарда у дзюдоистов испытуемой групп и контроля показали, что ЧСС увеличивалась по мере возрастания нагрузки. Значения ЧСС за 60 минут до тестирования, а также 30 и 60 с после нагрузки у представителей испытуемой группы были ниже, относительно величин контроля ($p < 0,05$). В эти же периоды обследования у представителей испытуемой группы отмечалась достоверно большая продолжительность сердечного цикла ($p < 0,05$). Механическая и электрическая систола у всех обследуемых укорачивается во времени в соответствии со степенью укорочения полного сердечного цикла. При этом укорочение механической и электрической систолы у представителей испытуемой группы происходит в меньших объемах, чем у дзюдоистов контрольной группы ($p < 0,05$). Анализ изменения механо-био-

электрического коэффициента выявил достоверные изменения у обследуемых двух групп ($p < 0,05$).

Изменение гемодинамической (электромеханической) систолы хоть и происходит в зависимости от динамики продолжительности сердечного цикла и полном соответствии с ней, различия показателей между представителями испытуемой и контрольной групп были выявлены ($p < 0,05$) в фоновых исследованиях, а также после 30 и 60 с нагрузки.

Согласно нашим наблюдениям было отмечено уменьшение у спортсменов испытуемой и контрольной групп систолического коэффициента, при этом различия между группами были все достоверными. В ходе исследования выявлено колебание интервала Хегглина (от 0,01 до 0,02 с), при этом различия между группами во всех случаях наблюдения были не достоверны ($p > 0,05$).

По мере прогрессивного нарастания нагрузки у всех спортсменов происходит уменьшение систолического показателя, разница между показателями дзюдоистов испытуемой и контрольной группы достоверна на всех этапах обследования ($p < 0,05$). Таким образом, у представителей испытуемой и контрольной групп, при прогрессивно возрастающей нагрузке состязательного характера, возникает достаточно полная синхронизация механических и электрических процессов миокарда. Подобная вегетативная синхронизация адекватно меняется по мере укорочения во времени полного сердечного цикла. Подобная синхронизация наблюдается уже при малой и кратковременной нагрузке (30, 60 с), что свидетельствует об активации в этих случаях срочных механизмов гуморально-гормональной регуляции электрических процессов в сердце спортсменов 1-й и 2-й групп. Данные механизмы обеспечивают ускорение процессов электрической активности миокарда обследуемых в соответствии с возрастающей скоростью систолирования их сердца в условиях роста физической нагрузки.

Выводы

1. После выполнения статической физической нагрузки на изменение общей систолы существенное значение оказало уменьшение периода изгнания: у представителей испытуемой группы на 0,031 с ($p < 0,05$), у контрольной на 0,018 с ($p < 0,05$). Диастола сократилась у представителей испытуемой группы на 0,246 с, у дзюдоистов контрольной группы на 0,147 с ($p < 0,05$). Восстановление у дзюдоистов испытуемой группы после статической нагрузки происходит в 1,5 раза быстрее, чем у дзюдоистов контрольной группы ($p < 0,05$).

2. У спортсменов испытуемой группы при выполнении динамических мышечных нагрузок продолжительность диастолы увеличивается по отношению к лицам, не занимающихся спортом, на 13,8 %, а по отношению к дзюдоистам контрольной группы на 7,4 %.

3. У представителей испытуемой и контрольной групп, при прогрессивно возрастающей нагрузке состязательного характера, возникает достаточно полная синхронизация механических и электрических процессов миокарда. Подобная вегетативная синхронизация адекватно меняется по мере учащения сердцебиения, а также укорочения во времени полного сердечного цикла. Подобная синхронизация наблюдается уже при малой и кратковременной нагрузке (30, 60 с), что свидетельствует об активации срочных механизмов гуморально-гормональной регуляции электрических процессов в сердце обследованных.

Литература

1. Автандилов, Г.Г. *Медицинская морфометрия* / Г.Г. Автандилов. – М.: Медицина, 2001. – 379 с.
2. Анохин, П.К. *Узловые вопросы теории функциональных систем* / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1980. – 200 с.
3. Аулик, И.В. *Определение физической работоспособности в клинике и спорте* / И.В. Аулик. – М.: Медицина, 1997. – 192 с.
4. Баевский, Р.М. *Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии* / Р.М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 295 с.
5. Дембо, А.Г. *Спортивная кардиология* / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский. – Л.: Медицина, 1989. – 364 с.
6. Елисеев, Е.В. *Помехоустойчивость организма спортсмена: структура, механизмы, адаптация: монография* / Е.В. Елисеев. – Челябинск: Экодом, 2003. – 357 с.
7. Исаев, Г.Г. *Некоторые данные к анализу двигательной гипоксии: автореф. дис. ... канд. биол. наук* / Г.Г. Исаев. – М.: МГПИ, 1989. – 20 с.
8. Кроуфорд, М. *Кардиология* / М. Кроуфорд, К. Шриватсон // *Краткий справочник врача*. – СПб.: Питер, 2006. – 256 с.
9. Масальгин, Н.А. *Методы математической статистики в спорте* / Н.А. Масальгин. – М.: Физкультура и спорт, 2004. – 142 с.
10. Платонов, В.Н. *Адаптация в спорте* / В.Н. Платонов. – Киев: Здоров'я, 2005. – 214 с.
11. Филимонов, В.И. *Руководство по общей и клинической физиологии* / В.И. Филимонов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2002. – 958 с.

Поступила в редакцию 15 сентября 2008 г.