

УДК 615.8

МЕТОДИКА ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗКУЛЬТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

¹Афоншин В.Е., ²Роженцов В.В.

¹ООО «ЛЭМА», Йошкар-Ола, Россия, e-mail: lod@mari-el.ru;

²ГОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», Йошкар-Ола, e-mail: vrozhentsov@mail.ru

У тренирующихся при заданных допустимых нагрузках определяют время вработывания и время наступления утомления, диапазон изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС) во время вработывания и до наступления утомления. Для определения времени вработывания и диапазона изменения ЧСС во время вработывания тренирующемуся задают тест с заданной постоянной нагрузкой и предъявляют последовательность парных световых импульсов длительностью 200 мс, разделенных межимпульсным интервалом, равным 70 мс, повторяющихся через постоянный временной интервал 1 с. Периодически измеряют ЧСС и методом последовательного приближения определяют пороговый межимпульсный интервал, при котором два импульса в паре сливаются в один. Строят график динамики порогового межимпульсного интервала в координатах «значение порогового межимпульсного интервала – время тестирования». Время вработывания тренирующегося оценивают по времени выхода графика динамики порогового межимпульсного интервала на «плато». Максимально допустимую ЧСС во время вработывания определяют в момент времени выхода графика динамики порогового межимпульсного интервала на «плато». Для определения времени наступления утомления и диапазона изменения ЧСС до наступления утомления тест продолжают, состояние утомления тренирующегося определяют по времени резкого уменьшения значений порогового межимпульсного интервала. В этот момент времени определяют максимально допустимую ЧСС в процессе тренировки. У тренирующихся в процессе занятий измеряют ЧСС и передают ее значения в аппаратно-программный комплекс с целью контроля величины и интенсивности нагрузки. Если значение ЧСС тренирующегося во время вработывания или после его окончания выше допустимого значения для этого периода, дается рекомендация уменьшить интенсивность нагрузки, если ниже – увеличить. Тренировку заканчивают при наступлении утомления или по рекомендации врача.

Ключевые слова: лечебная физкультура, биологическая обратная связь, парные световые импульсы, частота сердечных сокращений

EXERCISE THERAPY METHOD WITH THE USE OF BIOLOGICAL FEEDBACK

¹Afonshin V.E., ²Rozhentsov V.V.

¹ООО «LEMA», Yoshkar-Ola, Russia, e-mail: lod@mari-el.ru;

²Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola, e-mail: vrozhentsov@mail.ru

At specified permissible loads, trainees' warm up time and the time of onset of fatigue, the range of heart rate (HR) during warm up and before the onset of fatigue are determined. To determine the warm up time and the range of heart rate during the warm up, a trainee is given a test with a predetermined constant load and presented with a sequence of paired light pulses 200 ms long, separated by an interpulse interval of 70 ms, and repeated at a constant time interval of 1 second. Periodically the heart rate is measured and, using the method of successive approximation, a threshold pulse interval, during which two pulses in a pair merge into one, is determined. A dynamics graph of the threshold inter-pulse interval on the coordinates «value of the threshold inter-pulse interval – testing time» is plotted. The trainee's warm up time is estimated by the time when the dynamics graph of the threshold inter-pulse interval achieves the «plateau». The maximum permissible heart rate during warm up is determined at the moment when the dynamics graph of the threshold inter-pulse interval achieves the «plateau». To determine the onset time of fatigue and the range of heart rate before the fatigue, the test is continued, the trainee's fatigue state is determined by the time when values of the threshold pulse interval sharply decrease. At this moment, the maximum heart rate during exercise is determined. During exercising, trainees' heart rate is measured, and then these values are transferred to the hardware and software system in order to control the value and load intensity. If the trainee's heart rate during or after the warm up is above the permissible value for this period, a trainee is given a recommendation to reduce load intensity, if it is below – to increase load intensity. The training is finished at the onset of fatigue, or upon the recommendation of a physician.

Keywords: exercise therapy, biological feedback, paired light pulses, heart rate

Тесная связь здоровья с образом жизни, объемом и характером двигательной активности доказана многочисленными исследованиями. Занятия физическими упражнениями способствуют укреплению или восстановлению здоровья и составляют суть физической культуры, в которой система физических упражнений, направленных на повышение здоровья, называется оздо-

ровительной или физической тренировкой, в иностранной литературе – кондиционной тренировкой. Еще в глубокой древности врачи и философы считали, что здоровым быть невозможно без занятий физической культурой. Выдающийся ученый средневековья Абу Али ибн Сина (Авиценна) уделял большое внимание необходимости движения. На рубеже первого и второго тысяче-

летий в главе «Сохранение здоровья» книги «Канон врачебной науки» он писал, что самое главное в режиме сохранения здоровья есть занятия физическими упражнениями. Древнегреческий философ Платон называл движение «целительной частью медицины», а писатель и историк Плутарх – «кладовой жизни». Древнегреческий философ и ученый Аристотель утверждал: «Гимнастика, физические упражнения, ходьба должны прочно войти в повседневный быт каждого, кто хочет сохранить здоровье, полноценную и радостную жизнь» [9].

Использование в Восточных странах физических упражнений для лечения различных заболеваний способствовало развитию этого направления во всем мире. В Европе всеобщее признание получил метод шведской медицинской гимнастики, предложенный Р.Н. Лингом (1776–1839), в которой различали свободно выполняемые упражнения и движения с сопротивлением для мышц [6].

Современные знания об оздоровительной роли средств физической культуры были заложены в XVIII веке профессором медицины Симоном-Андре Тиссо. Это он сказал: «... движение, как таковое, может по своему действию заменить любое средство, но все лечебные средства мира не могут заменить действия движения» [9].

Клинико-физиологическое обоснование применения средств и методов лечебной физкультуры для восстановительного лечения больных с различными заболеваниями дано в работе [3]. При оценке реакции больного на физическую нагрузку оцениваются частота сердечных сокращений (ЧСС), частота дыхания, артериальное давление и другие физиологические параметры, проводится электрокардиография.

Г. Гайгер [2] и ряд других авторов отмечают, что эффективность тренировок может быть существенно улучшена за счет применения метода биологической обратной связи (БОС), позволяющего пациенту осознанно интенсифицировать ее процесс. История метода БОС и варианты технической реализации изложены в работах [5, 7].

Цель работы – разработка методики лечебной физкультуры с использованием биологической обратной связи.

Материалы и методы исследования

Лечебная физкультура проводится на площадке с управляемой светодинамической подсветкой, создаваемой световым излучателем, установленным на заданной высоте. Светодинамической подсветкой задают зоны, в которых тренирующиеся должны находиться. Изменение положения, формы и площади зон и режимов тренировки задают аппаратно-программным комплексом (АПК), который содержит

библиотеку программ разной сложности для задания индивидуальных или групповых тренировочных или игровых режимов различных игр, для занятий аэробикой или фитнесом.

У занимающихся заблаговременно по номограммам Б.П. Преварского определяют величину нагрузки, соответствующей 35, 50, 75 и 100% должного максимального потребления кислорода. При заданных допустимых нагрузках определяют время вратывания и время наступления утомления, диапазон изменения ЧСС во время вратывания и до наступления утомления.

Для определения времени вратывания и диапазона изменения ЧСС во время вратывания тренирующемуся задают тест с заданной постоянной нагрузкой и предъявляют последовательность парных световых импульсов длительностью 200 мс, разделенных межимпульсным интервалом, равным 70 мс, повторяющихся через постоянный временной интервал 1 с. Периодически измеряют ЧСС и методом последовательного приближения определяют пороговый межимпульсный интервал, при котором два импульса в паре сливаются в один. Строят график динамики порогового межимпульсного интервала в координатах «значение порогового межимпульсного интервала – время тестирования». Время вратывания тренирующегося оценивают по времени выхода графика динамики порогового межимпульсного интервала на «плато». Максимально допустимую ЧСС во время вратывания определяют в момент времени выхода графика динамики порогового межимпульсного интервала на «плато».

Для определения времени наступления утомления и диапазона изменения ЧСС до наступления утомления тест продолжают, состояние утомления тренирующегося определяют по времени резкого уменьшения значений порогового межимпульсного интервала. Максимально допустимую ЧСС до наступления утомления определяют в момент резкого уменьшения значений порогового межимпульсного интервала.

Для тренирующихся выбирают программу индивидуального или группового тренировочного или игрового режима и запускают ее. У тренирующихся в процессе занятий измеряют ЧСС и передают ее значения в АПК с целью контроля величины и интенсивности нагрузки [1].

Если значение ЧСС тренирующегося во время вратывания или после его окончания выше допустимого значения для этого периода, дается рекомендация уменьшить интенсивность нагрузки, если ниже – АПК переходит на программу большей сложности, задающей большую интенсивность нагрузки. Тренировку заканчивают при наступлении утомления или по рекомендации врача.

Результаты исследования и их обсуждение

В лечебной физкультуре при регулировании тренировочных нагрузок, как отмечает В.А. Епифанов [3], данные регистрации и анализа ЧСС традиционно широко используются. Это связано с тем, что ЧСС является одним из интегральных и доступных показателей, которая напрямую зависит от интенсивности той или иной физической или эмоциональной нагрузки. Однако ши-

рокое применение показателей ЧСС еще не означает единого понимания наблюдаемых в процессе деятельности ее изменений. В ряде работ урежение пульса расценивается как симптом утомления, в других достоверным показателем утомления считается его учащение [9].

Более чувствительным индикатором величины нагрузки является динамика скорости нервных процессов [10]. Поэтому предпочтительнее время вработывания и наступления утомления определять путем анализа динамики значений порогового межимпульсного интервала.

В работе [9] отмечается, что только адекватные уровни активности без опасения развития неблагоприятных последствий могут привести к совершенствованию работы систем организма человека, случайное же и необдуманное применение физических упражнений – к истощению резервных возможностей организма, накоплению утомления, стойкому закреплению патологических стереотипов движения и реакции систем организма на нагрузку.

Для индивидуализации величины нагрузки, в частности беговой, путем решения уравнения множественной регрессии строится математическая модель зависимости прогнозируемой длины пробегаемой дистанции S от длины и массы тела, возраста, показателя PWC_{170} , ЧСС в покое, имеющая более 98% значимости [4]:

$$S = 38,6002 X_1 - 10,9891 X_2 + 11,2411 X_3 - 2,15522 X_4 + 0,186608 X_5,$$

где X_1 – возраст; X_2 – масса тела; X_3 – длина тела; X_4 – ЧСС в покое; X_5 – PWC_{170} .

Однако значительное повышение эффективности лечебной физкультуры достигается путем использования метода БОС. По мнению А.А. Колодезниковой и соавт. [5] это достигается наглядностью для тренирующихся, в том числе больных, результатов БОС-тренировки, что приводит к росту мотивации на лечение вообще и на достижение конкретных реабилитационных целей в частности.

Использование БОС при тренировке стабилизирующих мышц поясницы при хронических поясничных болях обладает высокой эффективностью и является мотивирующим потенциалом для пациентов [2].

Показано, что комбинация электромиостимуляции мышц верхних конечностей с БОС в сочетании с обычным планом лечения позволяет получить лучшие результаты в более короткие сроки у пациентов с инсультом. По окончании лечения улучшаются результаты при тестировании активного и пассивного объема движения суставов,

мышечной силы и мышечного тонуса, точности и координации при выполнении симметричных движений [5].

Комплексная медикаментозная терапия больных системной склеродермией, сопровождаемая сеансами мультимодального БОС-тренинга с помощью психофизиологического реабилитационного комплекса «Реактор» производства фирмы «Медиком МТД» (г. Таганрог), позволила существенно снизить тревожно-депрессивные реакции. БОС помимо коррекции психоэмоционального состояния способствует уменьшению рефлекторных мышечно-тонических синдромов, улучшению мозгового и периферического кровотока, мобилизации волевого потенциала и повышению самооценки больных [8].

Заключение

Разработана методика лечебной физкультуры с использованием биологической обратной связи, адаптированная к функциональным возможностям организма человека. Критерием интенсивности физической нагрузки, являющимся параметром биологической обратной связи, принято значение порогового межимпульсного интервала, при котором два световых импульса сливаются в один.

Список литературы

1. Афоншин В.Е., Роженцов В.В. Способ интерактивной тренировки // Патент России № 2492897. 2013. Бюл. № 26.
2. Гайгер Г. Тренировка стабилизирующей мускулатуры позвоночника при хронических поясничных болях с применением метода биологической обратной связи // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2011. – № 10. – С. 35–39.
3. Епифанов В.А. Лечебная физкультура при заболеваниях сердечно-сосудистой системы // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – № 12. – С. 59–66.
4. Заглевская А.И., Шилько В.Г. Индивидуализация физической нагрузки в процессе физкультурного образования студентов на основе ее программирования // Вестник Томского государственного университета. – 2009. – № 323. – С. 320–324.
5. Колодезникова А.А., Чурилов С.Н., Павлова Е.А. и др. Восстановление двигательной функции верхней конечности у больных в острой стадии церебрального инсульта // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2009. – № 5. – С. 33–38.
6. Кузнецова М.Н., Зайцева О.А., Жигалкина М.Ю. и др. Физическое развитие дошкольников как определяющий показатель их здоровья // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – № 1. – С. 26–30.
7. Кулик А.Л., Яблучанский Н.И. Биологическая обратная связь и современная клиническая практика // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина. Серия: Медицина. – 2011. – № 22(975). – С. 82–93.
8. Рамкхелавон М.Б., Грехов Р.А., Александров А.В. и др. Коррекция психоэмоционального состояния больных системной склеродермией с использованием метода биологической обратной связи // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 10–2. – С. 300–304.
9. Роженцов В.В., Полевщиков М.М. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования: монография. – М.: Советский спорт, 2006. – 280 с.
10. Роженцов В.В., Полевщиков М.М. Оценка скорости возбудительных процессов нервной системы спортсмена // Спортивный психолог. – 2010. – № 2(20). – С. 74–77.