

Лечебная физическая культура при заболеваниях суставов

Под редакцией
*В. А. Маргазина, Е. Е. Ачкасова,
А. В. Коромылова*

Санкт-Петербург
СпецЛит
2017

Авторы:

Маргазин Владимир Алексеевич — д. м. н., профессор кафедры МБОС ЯГПУ им. К. Д. Ушинского, заслуженный врач РФ;

Коромыслов Александр Владимирович — к. м. н., старший преподаватель кафедры МБОС ЯГПУ им. К. Д. Ушинского;

Носков Сергей Михайлович — д. м. н., профессор, зав. кафедрой госпитальной терапии ЯГМУ;

Азгасов Евгений Евгеньевич — зав. кафедрой ЛФК и спортивной медицины, профессор кафедры госпитальной хирургии № 1 лечебного факультета Первого МГМУ им. И. М. Сеченова, зав. лабораторией спортивной биомедицины научного центра биомеханических технологий РАМН, д. м. н., главный редактор журнала «Спортивная медицина: наука и практика»;

Шкрёбо Александр Николаевич — д. м. н., зав. кафедрой лечебной физкультуры ЯГМУ;

Башкина Александра Сергеевна — д. м. н., доцент кафедры медицины, биологии, теории и методики обучения биологии ЯГПУ им. К. Д. Ушинского;

Шведов Денис Михайлович — директор ФОЦ «Прогресс»;

Героева Ирина Борисовна — д. м. н., профессор, заведующая центром восстановительного лечения с реабилитационным отделением медицинского центра ЦБ России, заслуженный врач РФ;

Левин Вячеслав Наумович — д. м. н., профессор, заведующий кафедрой медико-биологических основ спорта ЯГПУ им. К. Д. Ушинского, заслуженный деятель науки РФ.

Рецензенты:

Лобов А. Н. — д. м. н., профессор кафедры реабилитации и спортивной медицины РНИМУ им. Н. И. Пирогова;

Журавлева А. И. — д. м. н., профессор кафедры физической реабилитации, спортивной медицины и здорового образа жизни ГБОУ ДПО РМАПО, заслуженный работник высшей школы РФ.

Лечебная физическая культура при заболеваниях суставов / под
Л53 ред. В. А. Маргазина, Е. Е. Ачкасова, А. В. Коромылова. — Санкт-Петербург : СпецЛит, 2017. — 223 с. — ISBN 978-5-299-00844-9.

В учебном пособии изложены современные подходы лечебной физической культуры к реабилитации пациентов с заболеваниями суставов. Даны практические рекомендации по определению двигательных режимов и объема физической активности на различных этапах реабилитационного процесса. Приведены примерные комплексы лечебной гимнастики при суставной патологии.

Пособие предназначено для специалистов по лечебной физической культуре, преподавателей и студентов медицинских вузов и факультетов, врачей других медицинских специальностей.

УДК 613.71 : 616.72

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные сокращения	4
Глава 1. Клинико-физиологическое обоснование целесообразности лечебной физкультуры при патологии опорно-двигательной системы	6
Литература	13
Глава 2. Компоненты тренировочных занятий для больных с заболеваниями суставов	14
Литература	30
Глава 3. Стратегия применения лечебной физической культуры при хронических воспалительных заболеваниях суставов с позиций локального и системного воздействия	31
Литература	49
Глава 4. Лечебная физическая культура при остеоартрозе . . .	51
4.1. Частная методика лечебной физической культуры при гонартрозе	66
4.2. Частная методика лечебной физической культуры при коксартрозе	70
4.3. Взаимоотношение первичного остеоартроза коленных суставов и варикозной болезни вен. ЛФК при варикозной болезни вен нижних конечностей	74
Литература	79
Глава 5. Реабилитация после эндопротезирования	83
Литература	101
Глава 6. Особенности лечебной физкультуры при ревматоидном артрите	103
Литература	136
Глава 7. Интенсивная лечебная физкультура при анкилозирующем спондилоартрите	139
Глава 8. Профилактическая и лечебная гимнастика при болях в области шеи, плеча и синдроме боли в нижней части спины	155
Литература	202
Глава 9. Лечебная физкультура при остеопорозе	203
Литература	210
Приложения	211

УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

- АГ — артериальная гипертензия
АД — артериальное давление
АС — анкилозирующий спондилоартрит
АТФ — аденозинтрифосфат
БНС — синдром боли в нижней части спины
ВАШ — визуальная аналоговая шкала
ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения
ИМС — индекс мышечного синдрома
ИМТ — индекс массы тела
КС — коленный сустав
КТ — компьютерная томография
ЛГ — лечебная гимнастика
ЛПВП — липопротеины высокой плотности
ЛПНП — липопротеины низкой плотности
ЛФК — лечебная физическая культура
МПК — максимальное потребление кислорода
НПВС — нестероидные противовоспалительные средства
НРМС — неспецифический рефлекторно-мышечный синдром
ОАКС — остеоартроз коленных суставов
ОП — остеохондроз позвоночника
ПДС — позвоночный двигательный сегмент
ПИР — постизометрическая релаксация
РА — ревматоидный артрит
РГ — рентгенография
РИК — рандомизированное и контролируемое исследование
СОЭ — скорость оседания эритроцитов
СРБ — С-реактивный белок
ТС — тазобедренный сустав
ФАС-9 — функциональная шкала оценки суставов — опросник, используемый при хронических воспалительных заболеваниях суставов
ФНО — фактор некроза опухоли
ХВЗС — хронические воспалительные заболевания суставов
ЧСС — частота сердечных сокращений
ЧЭНС — чрескожная электроаналгезия
ASAS — рабочая группа по анкилозирующему спондилоартриту Европейской антиревматической лиги (Assessment in Ankylosing Spondylitis)

- BASDAI — индекс активности анкилозирующего спондилита (Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index)
- BASFI — функциональный индекс анкилозирующего спондилита (Bath Ankylosing Spondylitis Functional Index)
- BASRI — индекс рентгенологического прогрессирования анкилозирующего спондилита (Bath Ankylosing Spondylitis Roentgenological Index)
- CES-D — шкала депрессии Центра эпидемиологических исследований США
- DAS — шкала активности заболевания (Disease Activity Scale)
- EULAR — Европейская противоревматическая лига
- HAQ — Стэнфордская анкета оценки здоровья (Health Assessment Questionnaire)
- IL — интерлейкин
- KOOS — функциональный опросник по остеоартрозу и повреждениям колена (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score)
- NO — оксид азота
- OARSI — Международное общество по изучению остеоартроза (Osteoarthritis Research Society International)
- RAPIT — программа интенсивных тренировок для больных ревматоидным артритом (Rheumatoid Arthritis Patients In Training)
- SF-36 — анкета для оценки качества жизни (Medical Outcomes Study Short Form-36)
- WOMAC — остеоартритический индекс для больных остеоартрозом (Western Ontario and McMaster Universities Arthrose Index)

Глава 1

Клинико-физиологическое обоснование целесообразности лечебной физкультуры при патологии опорно-двигательной системы

Заболевания опорно-двигательного аппарата можно условно разделить на посттравматические, воспалительные (артриты, тендиниты) и преимущественно дегенеративные (артрозы, остеопороз). Кроме того, встречаются болевые синдромы, не имеющие четкой морфологической основы (артралгии, фибромиалгии).

Естественно, в их течении можно выделить острую (обострение) и хроническую фазы. Принято считать, что острое течение заболевания продолжается до 3 мес. При сохранении клинических симптомов более 6 мес. можно констатировать хроническое течение болезни.

Терапевтические подходы к ведению пациентов в острую фазу болезни достаточно традиционны. Они включают создание функционального покоя для поврежденной конечности и холодовые процедуры на фоне приема анальгетических и противовоспалительных препаратов с последующим применением упражнений на увеличение подвижности поврежденной области и наращивание мышечной силы.

Ведение больных с хроническим процессом имеет гораздо более сложную организацию сочетания физических нагрузок системного и локального характера. Это связано как с длительностью зачастую комбинированного патологического воздействия, так и с фактором полиморбидности, особенно характерным для лиц пожилого и преклонного возраста.

Аэробные нагрузки

В настоящее время принято считать, что практически все хронические заболевания суставов приводят к снижению продолжительности жизни на 5–10 лет вследствие увеличения частоты развития

острых сердечно-сосудистых заболеваний (инфаркт, инсульт). По этому первой глобальной задачей лечебной физкультуры (ЛФК) при хронических заболеваниях суставов является преодоление их негативного воздействия на продолжительность жизни посредством применения аэробных физических нагрузок. Именно по этой причине во всех современных рекомендациях научных обществ по лечению различных заболеваний суставов ведущая позиция среди средств немедикаментозной терапии отводится аэробным физическим нагрузкам.

Среди многостороннего позитивного действия аэробных физических нагрузок следует выделить следующие его составляющие:

- а) увеличение скорости ходьбы;
- б) противовоспалительное действие;
- в) возможное действие на кишечную микробиоту;
- г) возрастание мощности системы глюконеогенеза в печени;
- д) антидепрессивный эффект.

Интересным является факт, что до недавнего времени не удавалось в общей популяции выявить предикторы низкой продолжительности жизни. На эту роль претендовали холестерин, С-реактивный белок, артериальная гипертензия (АГ), ожирение и многие другие факторы. Однако единственным достоверным фактором, строго коррелирующим с продолжительностью жизни, оказалась скорость ходьбы. Естественно, что у больных с хронической патологией суставного аппарата этот функциональный параметр снижен. Применяемые для разгрузки суставов костыли и палки приводят к еще большему замедлению и утрате стереотипов быстрой ходьбы. Следует внимательно анализировать скорость перемещения у лиц, занимающихся скандинавской ходьбой. При ее замедлении и устойчивой походке следует отдавать предпочтение ходьбе без палок. Естественно, что дозированная ходьба при регулярном исполнении — это лишь преддверие бега. При нарастании тренированности человек будет вынужден переходить на бег, так как скоростная ходьба перестанет обеспечивать достижение аэробного порога. В целом дозированная ходьба/бег в аэробном режиме, несомненно, будут нивелировать снижение скорости ходьбы как очевидное негативное последствие гиподинамии.

Повышение смертности у лиц с хроническими заболеваниями также связывают с негативным воздействием хронического воспалительного процесса, сопровождающегося увеличенным поступлением в кровяное русло провоспалительных цитокинов (фактор некроза опухоли альфа (ФНО- α), интерлейкины-1, -6 и др.), вызывающих

повреждение сосудистого эндотелия и активацию процессов атерогенеза и атеротромбоза. Доказано, что регулярные аэробные физические нагрузки снижают уровень провоспалительных цитокинов, нормализуют функцию сосудистого эндотелия. То есть аэробные физические нагрузки теоретически могут увеличить продолжительность жизни больных хроническими заболеваниями суставов за счет умеренного системного противовоспалительного действия.

Относительно новой является «кишечная» теория системного воспаления. Микробиота кишечника трактуется как спутник орган, играющий ключевую роль в становлении и поддержании иммунитета. Неблагоприятные последствия изменений кишечной микробиоты в составе пристеночной биопленки наблюдаются при ожирении (метаболическом синдроме) и старении человека. При этом происходит изменение в относительных пропорциях 2 основных классов бактерий — бактероид и фирмикут — с доминированием последних. Фирмикуты, условно обозначаемые как грамм-отрицательная флора, способны метаболизировать жиры до короткоцепочечных жирных кислот, которые поступают в системный кровоток, снижая энергетические затраты макроорганизма на липолиз, и способствуют развитию ожирения даже при умеренном составе пищи. Обратной стороной такой метаболической активации кишечной микробиоты является образование повышенного количества метаболических эндотоксинов, таких как дезоксихолева кислота и бактериальные липополисахариды. Этим двум субстанциям отводится важную роль в инициации и поддержании системного воспалительного процесса.

Отмечают снижение концентрации *Akkermansia muciniphila* в кишечной слизи, что приводит к истончению и ослаблению слизистой оболочки кишечника с последующим облегчением всасывания метаболических бактериальных эндотоксинов в кровь.

Метаболическая эндотоксемия, вызванная нарушениями слизистой оболочки кишечника, и хроническое воспаление могут способствовать возникновению и прогрессированию остеоартроза и сердечно-сосудистых заболеваний.

В последние годы начинают вести исследования в области медикаментозной коррекции кишечного дисморфизма (антибиотики, пребиотики и др.). Однако именно рациональная ЛФК может внести свой существенный вклад в патоморфоз остеоартроза через улучшение моторики кишечника. Конечно, в основном это касается лиц с метаболическим и сенильным остеоартрозом.

Состояние физической выносливости и спортивной тренированности человека определяется в основном двумя параметрами: скоростью выведения молочной кислоты из мышечной ткани за счет эффективного возрастания локального мышечного кровообращения и степенью включения молочной кислоты в глюконеогенез гепатоцитами. Именно регулярные аэробные тренировки, сопровождающиеся увеличением поступления в печень молочной кислоты как субстрата, приводят к нарастанию ферментативной активности глюконеогенеза. Эффективные тренировки повышают также средство гепатоцитов к глюкагону, что способствует превращению различных нутриентов в источники энергии. Обычно секреция глюкагона усиливается через 30 мин после начала тренировки по мере снижения уровня глюкозы в крови. Итогом изменения функционального состояния печени является возрастание выносливости организма и увеличение работоспособности.

Синдром хронической боли при ревматологических поражениях суставов и мягких тканей сопровождается развитием у больного депрессивных состояний. Для регулярных аэробных тренировок характерно антидепрессивное действие, которое определяется достаточно быстрым развитием физической зависимости от тренировочного процесса, так как завершение последнего сопровождается выработкой эндорфинов и получением удовольствия после физической работы достаточной интенсивности. Доказано, что уже через 30 мин после начала умеренной или интенсивной аэробной нагрузки уровень эндорфинов в крови повышается в 5 раз по сравнению с состоянием покоя. Более того, регулярные занятия спортом (на протяжении нескольких месяцев) способствуют повышению чувствительности тканей к эндорфинам. Если же аэробные физические нагрузки сопровождаются снижением боли (это особенно характерно для плавания в теплом бассейне с температурой воды не менее 32 °С), то они становятся еще более привлекательными для пациентов. Во время аэробных тренировок происходит увеличение скорости системного и локального кровотока, приводящее к снижению в воспаленных тканях концентраций провоспалительных простагландинов и цитокинов (вымывание).

Увеличение общей подвижности пациента позволяет воспроизвести психологические эффекты собственного благополучия и уверенности в эффективности физической реабилитации.

Однако на практике больные зачастую отказываются от физических нагрузок, если покой уменьшает боль, а периоды физической

активности ее усиливают. Кроме того, в обществе распространено мнение, что физические нагрузки ведут к преждевременному «изнашиванию» суставов. Больные иногда изначально негативно настроены на программы физических упражнений, часто сообщают об обострении клинической симптоматики и отказываются продолжать заниматься физическими упражнениями. Таким пациентам необходимы, во-первых, тренировки, контролируемые медицинским персоналом для преодоления отрицательного психологического барьера; во-вторых, замена традиционных индивидуальных физических тренировок более комфортными групповыми; в-третьих, изменение вида тренировок (замена дозированной ходьбы катанием на велосипеде, плаванием, упражнениями в тренажерном зале).

В соответствии с общепризнанными рекомендациями аэробные тренировки следует проводить до 5 раз в неделю, а их вид нужно определять, опираясь на предпочтения пациента. Несмотря на то что групповые занятия более благоприятны в плане психоэмоционального воздействия, для аэробных занятий они малоприменимы. Достижение аэробного порога специфично для каждого больного и возможно только при индивидуальном тренировочном режиме.

Для того чтобы больные мотивированно включались в аэробные тренировки, им необходимо разъяснить несбыточность таких неоправданных ожиданий, как снижение жировой массы тела и увеличение мышечной.

Системные силовые тренировки

Уже 3-недельный постельный режим может снизить уровень физической подготовленности здоровых молодых мужчин в такой же степени, как 30 лет естественного процесса старения. После одной недели иммобилизации мышечная масса может снизиться на 30 %. Даже после многих лет занятий физической культурой быстрое снижение уровня физической подготовленности происходит в первые 12–21 день бездеятельности, а в течение 2–3 мес. все положительные изменения, обусловленные регулярными занятиями физической культурой, утрачиваются полностью.

Для больных с хронической патологией опорно-двигательного аппарата характерно развитие вторичной миопении. Особенную значимость этот процесс приобретает у пациентов с первичной возрастной саркопенией. Снижение мышечной массы крайне опасно для человека в плане уменьшения продолжительности жизни и развития

остеопороза. Пограничным для здорового человека сейчас считается индекс массы тела, равный 22 кг/м^2 .

Таким образом, второй глобальной целью ЛФК при хронических заболеваниях суставов является организация физических мероприятий, направленных на противодействие развитию вторичной миопении и первичной саркопении. Поставленная цель может быть достигнута посредством применения силовых тренировок в анаэробном режиме.

Анаэробный режим включается при выполнении тяжелых физических упражнений. Локальной целью ЛФК является разрушение мышечных волокон в момент выполнения упражнений. Ответом организма на травму мышц служит поступление в очаг повреждения большого количества тромбоцитов, высвобождающих разнообразные факторы роста (анаболические цитокины). На этом эффекте основано применение обогащенной тромбоцитами плазмы крови и изолированных факторов роста в различных областях медицины.

Системным ответом организма на анаэробную нагрузку является выделение большого количества анаболических гормонов (гормон роста, тестостерон), что также будет способствовать регенерации мышечной ткани. Такая реакция организма приводит к увеличению мышечной массы, богатой преимущественно белыми волокнами, в которых развиты анаэробные процессы ресинтеза АТФ, а основным способом энергообеспечения является анаэробный гликолиз, протекающий с более высокой скоростью, чем аэробное окисление. В белых мышечных волокнах относительно малое количество митохондрий и миоглобина, высокая активность миозиновой трифосфатазы, высокая буферная емкость, а также хорошо развит саркоплазматический ретикулум.

У человека в мышцах-разгибателях больше белых волокон. Естественно, при снижении физических нагрузок будет преобладать потеря мышечной массы и силы именно в мышцах-разгибателях с относительным повышением тонуса мышц-сгибателей. В результате идет формирование сгибательных контрактур, типичных для заболеваний и травм суставов. Эффективное противодействие контрактурам может быть достигнуто анаэробным тренингом мышц-разгибателей.

Эффект от работы в анаэробном режиме длится до нескольких суток. За это время организм восстанавливается и даже несколько превосходит исходные параметры (период суперкомпенсации). Если не поддерживать полученные результаты регулярными тренировками, то организм возвращается в первоначальное состояние в течение

4—5 дней. С возрастом период восстановления может увеличиваться до 2 раз.

Исходя из этих теоретических положений становится понятен режим силового тренинга для противодействия саркопении.

Силовые тренировки следует проводить не чаще 2 раз в неделю.

Силовые тренировки должны сопровождаться посттренировочными мышечными болями как индикаторами повреждения мышц. Нагрузку на болезненную область лучше давать после полного исчезновения болей.

Максимальный рост мышц достигается при работе с отягощениями, вес которых составляет 60—80 % от максимального. Оптимальное количество повторений, обеспечивающее мышечную гипертрофию, — 8—12 за один подход. Отрицательная фаза упражнения воздействует на мышцы сильнее, чем положительная, ее продолжительность должна составлять около 4—5 с. Длительные перерывы (2—5 мин) между подходами увеличивают силу и рост мышц.

При выполнении упражнения мышцы должны быть постоянно напряжены. Вес отягощения должен обеспечить выполнение одного упражнения без расслабления и отдыха между повторениями. Необходимо достигать полной амплитуды движения с исключением движения по инерции. Все движения необходимо выполнять медленно, аккуратно, без рывков. В конечной точке положительной фазы упражнения необходимо выдержать небольшую паузу.

Необходимо поддерживать ровное дыхание и не задерживать его. Вдох и выдох можно делать в любую фазу выполнения упражнения. Если ощущается усталость, не позволяющая качественно выполнять упражнения, необходимо закончить тренировку.

Как правило, в тренировке следует задействовать мышцы тазобедренного сустава, большую и малую грудные мышцы, приводящие мышцы бедра, сгибатели и разгибатели коленного сустава, икроножные мышцы, брюшной пресс, широкие мышцы спины, сгибатели и разгибатели локтевого сустава.

К сожалению, применяемые в клинической практике элементы силового тренинга характеризуются недостаточной интенсивностью и редко достигают поставленной цели.

Можно ли добиться повышения мышечной массы без применения анаэробных тренировок? Таким физиологическим механизмом является накопление жира. Известно, что каждые 10 кг жира приводят к увеличению мышечной массы на 1,5 кг. По этой причине все толстые люди гораздо сильнее тощих людей такого же роста. Такой

подход вполне может быть реализован в реабилитации больных с патологией сердечно-сосудистой и дыхательной систем, но вряд ли применим для больных с заболеваниями суставов, когда считается предпочтительной разгрузка суставов за счет снижения массы тела.

Таким образом, физические тренировки анаэробного характера при хронических заболеваниях суставов теоретически должны приводить к предотвращению негативных последствий потери мышечной массы и ожирения.

Литература

1. *Denison H. J., Cooper C., Sayer A. A., Robinson S. M.* Prevention and optimal management of sarcopenia: a review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people, 2015. – Vol. 10. – P. 859–869.
2. *Hunter D. J., Altman R. D., Cicuttini F.* [et al.]. OARSI Clinical Trials Recommendations: Knee imaging in clinical trials inosteoarthritis // *Osteoarthritis Cartilage*. – 2015. – Vol. 23(5). – P. 698–715.
3. *Osteoarthritis: Care and Management in Adults.* National Clinical Guideline Centre (UK), London, National Institute for Health and Care Excellence (UK), 2014.
4. *Singh J. A., Saag K. G., Bridges S. L. Jr.* [et al.]. 2015 American College of Rheumatology Guideline for the Treatment of Rheumatoid Arthritis // *Arthritis Rheumatol*. – 2016. – Vol. 68 (1). – P. 1–26.
5. *Smolen J. S., Braun J., Dougados M.* [et al.]. Treating spondyloarthritis, including ankylosing spondylitis and psoriaticarthritis, to target: recommendations of an international task force, 2014. – Vol. 73(1). – P. 6–16.

Глава 2

Компоненты тренировочных занятий для больных с заболеваниями суставов

Формы оздоровительной физической культуры (с использованием ациклических упражнений) не способствуют существенному росту функциональных возможностей системы кровообращения и уровня физической работоспособности, а значит, не имеют решающего значения в качестве оздоровительных программ. Ведущая роль в этом отношении принадлежит циклическим упражнениям, обеспечивающим развитие аэробных возможностей и общей выносливости.

Наибольшие показатели аэробной мощности имеют представители циклических видов спорта — лыжники, бегуны, велосипедисты. У спортсменов, занимающихся ациклическими видами спорта (гимнастика, тяжелая атлетика, метание), величина максимального потребления кислорода не превышает показатели у нетренированных мужчин — 42—45 мл/кг. Повышение аэробных возможностей и общей выносливости является наиболее важным свойством всех циклических упражнений, поэтому они получили название аэробных, или просто аэробики.

Термин «аэробика» ввел Кен Купер, опубликовавший в 1968 г. книгу под аналогичным названием. Автор применял данный термин для характеристики упражнений, выполнение которых предусматривает повышенное использование кислорода в течение длительного периода времени. Аэробика — это система физических упражнений, энергообеспечение которых осуществляется за счет использования кислорода.

К аэробным относятся только те циклические упражнения, в которых участвует не менее $\frac{2}{3}$ мышечной массы тела. Для достижения положительного эффекта продолжительность выполнения аэробных упражнений должна быть не менее 20—30 мин, а интенсивность не должна достигать анаэробного уровня. Именно для циклических упражнений, направленных на развитие общей выносливости, характерны важнейшие морфофункциональные изменения систем кровообращения и дыхания.

Различия отдельных видов циклических упражнений, связанные с особенностями структуры двигательного акта и техникой его выполнения, не имеют принципиального значения для достижения профилактического и оздоровительного эффектов.

Установлены оптимальные пределы (верхний и нижний) аэробных физических нагрузок. Тренировочные нагрузки, обеспечивающие еженедельные энергозатраты 10–20 кал/кг массы тела, являются наиболее оптимальными с точки зрения их положительного влияния на сохранение здоровья. Нагрузка 20 кал/кг — это верхний предел, выше которого степень положительного воздействия практически минимальна. Нижний предел — 10 кал/кг, но даже при еще более низких энергозатратах отмечается положительное влияние на состояние здоровья человека.

Еженедельные энергозатраты при выполнении физических упражнений в основном зависят от следующих факторов:

- 1) тип физических упражнений;
- 2) частота выполнения;
- 3) интенсивность;
- 4) продолжительность тренировочных занятий.

С учетом этих факторов необходимо:

- подобрать подходящие упражнения аэробной направленности;
- определить количество занятий в неделю;
- определить соответствующую интенсивность тренировочных нагрузок;
- установить продолжительность каждого тренировочного занятия.

Уравнение, описывающее взаимосвязь между факторами частоты, интенсивности и продолжительности, имеет следующий вид:

$$\text{частота} + \text{интенсивность} + \text{продолжительность} = \\ = \text{энергозатраты (кал)} = \text{положительное влияние на здоровье.}$$

Следовательно, для того чтобы величина правой части уравнения (энергозатраты и положительное влияние на здоровье) оставалась постоянной при снижении величины 1-го или 2 членов левой части уравнения, необходимо увеличить 3-й член левой части уравнения. Например, если пациент занимается 3 раза в неделю с низкой либо средней интенсивностью, для обеспечения адекватного воздействия на состояние здоровья каждое тренировочное занятие должно проводиться достаточно продолжительное время. Однако, чтобы

Лечебная физическая культура при заболеваниях суставов

Под редакцией
В. А. Маргазина, Е. Е. Ачкасова,
А. В. Коромылова

Учебное пособие

Редактор *Евграфова Ю. М.*
Корректор *Терентьева А. Н.*
Компьютерная верстка *Тархановой А. П.*

Подписано в печать 24.04.2017. Формат 60 × 88¹/₁₆.
Печ. л. 14. Тираж 1000 экз. Заказ №

ООО «Издательство „СпецЛит“».
190103, Санкт-Петербург, ул. 10-я Красноармейская, 15.
Тел./факс: (812) 495-36-09, 495-36-12
<http://www.speclit.spb.ru>

Отпечатано в ГППО «Псковская областная типография»
180004, г. Псков, ул. Ротная, д. 34