

ОБЗОРЫ

РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ ОСТЕОАРТРОЗЕ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ

А.С.Носкова, А.А.Лаврухина

ГОУВПО Ярославская государственная медицинская академия

Остеоартроз коленных суставов (ОАКС) не является неизбежным следствием старения, но связанные со старением изменения в мышечной системе увеличивают риск его развития [2, 33]. Снижение мышечной силы неизбежно наступает также при любых видах гиподинамии и детренированности, однако только в последние годы появляются убедительные данные о роли низкой физической активности в развитии ОАКС. Ретроспективная оценка влияния механического напряжения суставов во время физической деятельности на прогрессию ОАКС засвидетельствовала торможение развития ОАКС у физически активных людей, особенно у женщин [46]. Похожим образом ретроспективный анализ риска развития тяжелого, требующего артропластики ОАКС показал, что при умеренной локальной физической нагрузке такое течение заболевания встречалось реже, чем в группе лиц с низкой физической активностью [34]. При трехлетнем наблюдении за больными с «хорошим» и «плохим» (с оценкой по WOMAC) функциональным состоянием ОАКС установлено, что локальными факторами, увеличивающими риск «плохого» течения, относились мышечная слабость и нарушения проприорецепции, а также возраст, индекс массы тела и интенсивность боли. В роли противодействующих (положительных) факторов выступали мышечная сила, уровень психологической устойчивости и умственных способностей, социальная поддержка и общая физическая активность в форме аэробных нагрузок в течение недели [49].

С другой стороны, некоторыми исследователями большое внимание уделяется именно избыточной нагрузке на суставы. Известно также утверждение, что высокий уровень физической активности может быть фактором риска развития ОАКС среди мужчин моложе 50 лет [15], и именно повреждение суставов и, в частности, связочно-мышечного аппарата при занятиях интенсивной физкультурой и спортом может в дальнейшем способствовать развитию ОАКС [52]. Тем не менее, в целом, результаты ретроспективных и проспективных исследо-

ваний свидетельствуют об отсутствии различий в клинических и рентгенологических проявлениях ОАКС у бегунов на средние дистанции и марафонцев по сравнению с людьми, не занимающимися бегом. Непрофессиональные занятия легкой атлетикой также не являются факторами риска ОАКС [30, 32].

У 274 пожилых больных ОАКС с повышенной массой тела сравнивали параметры функционального статуса и иммунологические показатели воспаления. Оценивали индекс WOMAC, боль, болезненность, скорость шестиминутной ходьбы, рентгенологическую стадию ОАКС. В сыворотке определяли концентрации интерлейкина (ИЛ)-6, СРБ, фактора некроза опухоли (ФНО)- α , растворимых рецепторов ИЛ-6sR, ИЛ-2sR, ФНО-sR1 и ФНО-sR2. Более высокие уровни ФНО-sR1 и ФНО-sR2 в основном ассоциировались с низкой оценкой физической функции по WOMAC, с положительными симптомами боли и болезненности, а также с медленной ходьбой и с рентгенографической стадией ОАКС. Имелась тенденция к корреляции высокого уровня ИЛ-6 с медленной скоростью шаговых проб. Уровни СРБ, ИЛ-6sR и ИЛ-2sR не были связаны с анализируемыми функциональными параметрами. Авторы полагают, что ассоциированные с низкой физической функцией у тучных пожилых больных значительно более высокие уровни растворимых рецепторов к ФНО могут соответствовать выраженной клинической симптоматике при значительных рентгенологических изменениях в коленных суставах [42].

Многочисленные данные свидетельствуют о том, что общий низкий уровень ежедневной физической активности способствует развитию ОАКС. При этом локальная мышечная слабость четырехглавой мышцы бедра является неотъемлемой составляющей ОАКС, а снижение мышечной силы при этом в среднем достигает 60% [2, 32]. Весьма часто встречается дисфункция мышц бедра [28]. Роль четырехглавой мышцы бедра в защите коленного сустава от повреждения связана с ее стабилизирующей функцией, а также с тем, что эта мышца обеспечивает сопротивление гравитации всей нижней конечности [3, 22]. Слабость четырехглавой мышцы бедра обычно ассоциировалась с атрофией мышцы

вследствие ограничения движения в пораженной конечности. Однако слабость данной мышцы также обнаруживалась при ОАКС в отсутствии болей в суставе и на момент осмотра, и в анамнезе [51].

Интерпретацию получаемых данных затрудняет то обстоятельство, что у больных с тяжелым, нуждающимся в артропластике ОАКС уровень физической активности не зависит от выраженности боли. Авторы считают, что пределы физической активности при конечной стадии ОАКС требуют дополнительных исследований [55]. Кроме того, выраженность рентгенологических изменений при ОАКС (по Kellgren и Lawrence) не всегда соответствует изменениям функции коленного сустава и мышечной силы. Не выявлено также корреляций рентгенологической стадии с интенсивностью болевого синдрома в суставе [5].

Предполагалось, что слабость четырехглавой мышцы бедра у больных с ОАКС может быть связана с патологией тибιοфemorального отдела коленного сустава, причиной которой может являться воздействие передающегося от пятки ударного импульса при неэффективности пателлофemorальной области. При обследовании 2472 человек (1475 жен. и 997 муж.) в возрасте 60 лет и старше у женщин слабость квадрицепса ассоциировалась с тибιοфemorальным (70%), пателлофemorальным (60%) и смешанным (40%) ОАКС. У мужчин слабость квадрицепса сопровождала смешанный (50%) и в меньшей степени пателлофemorальный ОАКС, но не зависела от наличия тибιοфemorального ОАКС [4].

Несмотря на то, что сила квадрицепса достоверно ниже у больных с ОАКС медиальной части коленного сустава, сила мышц аддукторов бедра у них фактически более высокая, что, по-видимому, направлено на компенсацию варусной деформации [61]. Более того, при ОАКС тибιοфemorальной области имелись изменения взаимоотношений скорости произвольной ходьбы и максимальных амплитуд отведения колена. У пациентов с менее тяжелым ОАКС отмечены изменения походки, которые отличались от походки больных с более тяжелым ОАКС и здоровых лиц. Такой стиль ходьбы ассоциируется с потенциальным уменьшением приведения колена при ходьбе с более медленными скоростями и может способствовать замедлению прогрессирования ОАКС [39]. Снижение общего мышечного объема квадрицепса при ОАКС компенсируется увеличением активации мышцы для поддержания максимальной силы сокращения [17, 41].

У больных ОАКС выявлено увеличение активации двухглавой мышцы бедра при выполнении повседневных действий. Измененная активация мышцы может приводить к перераспределению нагрузки на поверхности коленного сустава и интенсифицировать прогрессирование ОАКС. Очевидно, что лечебные мероприятия должны сосредото-

ваться не только на укреплении квадрицепса, но также и на улучшении его баланса со сгибательной мускулатурой [25].

Проспективные исследования свидетельствуют о том, что слабость четырехглавой мышцы бедра может быть фактором риска развития ОАКС [9]. После частичной менискэктомии значительное снижение максимальной силы и активности сокращения квадрицепса отмечено как со стороны оперированного, так и интактного сустава по сравнению с нормой. Авторы выдвигают гипотезу, что дисфункция квадрицепса может быть этиологическим фактором, лежащим в основе патологических изменений при ОАКС. Особый интерес может представлять изучение мышечной дисфункции других участков тела, например, верхней конечности, что могло бы свидетельствовать о системной нейромышечной дисфункции при ОАКС [7].

Подчеркивается, что дисфункция четырехглавой мышцы бедра при ОАКС включает ухудшение проприорецепции, особенно в крайних положениях коленного сустава, понижение способности точно и устойчиво контролировать субмаксимальные усилия и уменьшение эксцентрической силы [24]. У ряда больных с ОАКС мышечной дисфункции способствует фибромиалгия. Предполагается, что центральное повышение чувствительности, так же как центрально-опосредованные познавательные и эмоциональные факторы, влияют на интенсивность боли у пациентов с ОАКС [8].

Продолжаются попытки определения роли воспаления в прогрессировании ОАКС. У 41 пациента с ОАКС (возрастной диапазон 45-79 лет) во время артроскопии были взяты образцы крови, синовиальной жидкости и синовиальной мембраны. Определялись концентрации простагландина E2, тромбксана B2, оксида азота, ИЛ-6, ИЛ-1- α , ИЛ-1 бета, ФНО- α , активность циклооксигеназы-2 (ЦОГ-2). С увеличением возраста больных нарастала стадия ОАКС и активность ЦОГ-2 в синовиальной мембране. ФНО- α и ИЛ-1- α не были обнаружены в образцах синовиальной мембраны. Кроме положительной корреляции между простагландином E2 и индексом WOMAC ($r=0,36$, $p=0,035$), никакие другие существенные взаимосвязи не были выявлены. Таким образом, не выявлено связи между маркерами воспаления и тяжестью ОАКС. Авторы полагают, что дегенеративный процесс, вероятно, происходит из-за местного, главным образом механического повреждения [11].

В целом, при ОАКС выявляются сложные нарушения деятельности мышечного аппарата. Вне зависимости от их первичности или вторичности коррекция данных нарушений представляется вполне обоснованной. Физические упражнения при ОАКС способствуют предупреждению или устранению атрофии периапартулярных мышц, уменьшению артралгий, улучшению функции пораженных сус-

тавов, замедлению дальнейшего прогрессирования ОА, уменьшению массы тела пациента [1].

Физические нагрузки в виде дозированной ходьбы в течение 12 мес не привели у больных ОАКС к каким-либо неблагоприятным изменениям со стороны маркеров метаболизма суставного хряща, что нашло отражение в отсутствии изменений концентрации общих сульфатированных глюкозаминогликанов или эпитопов 3В3 и 7D4 хондроитинсульфата в синовиальной жидкости [6].

У 316 лиц старше 60 лет с ожирением [индекс массы тела (ИМТ) >28 кг/м²] и ОАКС, ведущих малоподвижный образ жизни, изучали влияние увеличения физической активности (часовая ходьба три раза в нед.) и снижения с помощью диеты массы тела на иммунологические факторы воспаления. Обусловленная диетой потеря массы тела сопровождалась существенными снижениями концентраций СРБ ($p = 0,01$), ИЛ-6 ($p = 0,009$) и ФНО-sR1 ($p = 0,007$). В то же время физические упражнения не оказывали заметного влияния на содержание указанных биомаркеров. Авторы допускают, что влияние физических тренировок на иммунологические факторы воспаления может проявиться при воздействии более интенсивных и разнообразных физических нагрузок [40].

Трехмесячный курс изометрических тренировок (изометрические напряжения мышц выполняли при 30° и 60° сгибании коленного сустава) проведен 17 больным ОАКС. В результате боль в суставе по ВАШ уменьшилась с 39 до 23 мм ($p < 0,001$). Сила разгибателей коленного сустава возросла при 30° сгибании колена с 4,7 до 6,9 кг, а при 60° — с 10,8 до 12,6 кг ($p < 0,05$). Вязкость синовиальной жидкости возросла с 45,8 до 59,8 mPas ($p < 0,05$), молекулярная масса гиалуроната увеличилась с $2,11$ до $2,40 \times 10^6$ ($p < 0,05$), концентрация хондроитин 4-, 6-сульфата снизилась с 81,9 до 75,5 pmol/ml ($p < 0,05$). Таким образом, изометрические нагрузки на четырехглавую мышцу бедра вызывают достоверные изменения биохимических компонентов синовиальной жидкости, и эти изменения, по крайней мере частично, могут объяснить положительное влияние мышечных упражнений при ОАКС [38].

Считается, что в настоящее время вопрос должен состоять не в том, какой способ физической реабилитации лучше при ОАКС, а в том, при каких формах и стадиях заболевания будет лучше определен вид физического лечения [17, 57]. Исследуются эффекты изометрических, изокинетических, изотонических нагрузок и упражнений на растяжение. К сожалению, однако, при ОАКС до сих пор нет достаточного количества доказательных данных для создания рекомендаций по оптимальному виду физических нагрузок и их дозированию [20].

Среди 132 больных с двусторонним ОАКС анализировалось влияние различных режимов мышеч-

ных упражнений на мышечную силу сгибателей и разгибателей коленного сустава, скорость ходьбы, боль по ВАШ и функциональный индекс Lequesne. Больные первой группы получали изокинетические, второй — изотонические, третьей — изометрические силовые упражнения. В каждой группе отмечено достоверное снижение боли, улучшение функциональных способностей и увеличение скорости ходьбы. Изотонические нагрузки оказывали большее влияние на уменьшение боли, и, соответственно, большая часть испытуемых остались приверженцами данных упражнений после окончания исследования. Изокинетические упражнения вызвали большее увеличение скорости ходьбы и функциональных возможностей пациентов. Авторы предположили, что на первом этапе у лиц с болями в коленных суставах для укрепления мышц должны выполняться изотонические упражнения. В последующем для улучшения стабильности суставов и переносимости физических нагрузок могут быть использованы изокинетические упражнения [26].

Отдельно изучался вопрос о влиянии изометрических и динамических физических упражнений с сопротивлением на клинические проявления ОАКС. 16-ти нед. испытание проведено на 32-х больных ОАКС с применением изометрических тренировок, 35-и — с использованием силовых динамических упражнений; 32 пациента составили контрольную группу. Силовые тренировки проводились трижды в нед. в рамках функционального объема движений. Изометрические упражнения выполнялись под определенным углом конечности. Учитывали время выполнения шаговых лестничных проб, оценку боли пациентами и данные опросника WOMAC. К концу исследования в контрольной группе изменений уровня боли и функциональных возможностей не было отмечено. В тренирующихся группах больных время спуска и подъема по лестнице уменьшилось при изометрических тренировках на 16% и 23% ($p < 0,05$), при динамических упражнениях — на 13% и 17%. Снижение боли в области коленных суставов составило 28% и 58%. Достоверное, не отличимое друг от друга, улучшение и других анализируемых параметров выявлено в обеих группах вмешательства [56]. Подобным образом, в другом исследовании на протяжении 3, 9 и 18 мес аэробные физические тренировки и тренировки с сопротивлением оказывали сходное позитивное влияние на функциональную способность, болевой синдром и скорость выполнения шаговых проб. Аэробные тренировки дополнительно снижали выраженность депрессивной симптоматики как при исходно высоком, так и низком уровне депрессии [43].

Не обнаружено достоверных различий между эффективностью аэробных упражнений высокой и низкой интенсивности у больных с ОАКС: одинаковые положительные изменения наблюдались со

стороны функционального статуса, походки, боли и аэробной емкости [12].

У 44 больных двусторонним ОАКС сравнивали влияние изокинетических упражнений или силовых тренировок с нарастающим сопротивлением на клинико-функциональные показатели. В обеих группах уменьшились выраженность деформации сустава и болевой синдром, улучшились функциональные показатели по опросникам Lequesne и WOMAC, увеличилась скорость ходьбы. Несколько лучшие изменения по SF-36, боли по ВАШ и параметрам социальной адаптации были отмечены в группе с силовыми тренировками. Различий в степени улучшения силы сгибателей и разгибателей колена при сравниваемых режимах физических упражнений не найдено. В целом, при сравнимой эффективности изокинетических и силовых упражнений при ОАКС предпочтение было отдано силовым режимам ввиду их простоты и более легкого выполнения [16].

16-ти нед. испытания трехразовых в неделю занятий были проведены с целью сравнения влияния физических тренировок в спортивном зале ($n=35$) и в водном бассейне ($n=35$). Оценивалась мышечная сила с помощью динамометрии, тест с 6-мин ходьбой, индекс WOMAC, потребление лекарств, качество жизни по опроснику SF-12. Увеличение силы квадрицепса отмечено в группе занимающихся в зале по сравнению с контрольной группой. При гидротерапии достоверно, по сравнению с контролем, увеличивалась только сила левого квадрицепса. Пациенты обеих тренирующихся групп увеличили скорость ходьбы [19].

600 больных ОАКС с болями в коленных суставах наблюдались в течение двух лет в четырех группах: занимающиеся домашними физическими тренировками (1), осуществляющие ежемесячный телефонный контакт с врачом (2), сочетающие домашние физические тренировки с ежемесячными телефонными контактами с врачом (3) и контрольная группа (4). Основу оценки результатов составили индекс WOMAC и опросник SF-36; также определяли психологическое состояние (шкалы беспокойства и депрессии) и силу изометрического напряжения квадрицепса. Через 2 года убедительное уменьшение боли было отмечено только в группах, выполнявших физические тренировки (в сроки 6, 12 и 18 мес), особенно у больных, строго выполнявших тренирующие программы [54]. К выводу о возможности более редких посещений врача при выполнении пациентами домашних программ физической реабилитации пришли и другие исследователи [48].

При пателлофemorальном синдроме у молодых лиц 4-х нед. лечение с медиальной тракцией надколенника и тренировками на укрепление силы мышц бедра позволило уменьшить боль и улучшить функцию коленного сустава, при этом влияние

комбинированного подхода превышало возможности изолированного назначения физических упражнений [60]. Следует отметить, что ленточная фиксация надколенника в течение 3-х нед. не влияла на сенсомоторную функцию четырехглавой мышцы бедра у больных ОАКС [23]. Подпяточные клинья позволяют уменьшить боль при ОАКС в области медиального фрагмента тibiофemorального сустава и предотвращать вальгусные деформации колена [35].

Естественно, что в подавляющем числе случаев длительные схемы физической реабилитации применяются больными в домашних условиях. И здесь выявляются следующие тенденции.

Во-первых, в части исследований вообще не зафиксировано положительных эффектов физической реабилитации [45]. Во-вторых, ряд публикаций свидетельствует о большем влиянии физических упражнений на интенсивность боли, чем на степень функциональной недостаточности коленного сустава [20, 47, 59].

В третьих, некоторые исследователи подчеркивают преходящий положительный эффект физических тренировок. Так, после 12 нед. курса физических упражнений у больных ОАКС положительный эффект на болевой синдром был очевиден. Однако это влияние снижалось в последующие 12 нед. и полностью исчезало через 24 нед. наблюдения [58].

87 больных ОАКС с преимущественным поражением пателлофemorального сочленения были включены в исследование эффективности длительных физических тренировок. Через 5 мес от их начала в основной группе (43 пациента) отмечалось существенное увеличение силы квадрицепса и незначительное уменьшение боли по ВАШ по сравнению с контролем (44 больных). Однако через 12 мес какие-либо различия по боли, функциональному состоянию (WOMAC) и силе квадрицепса между группами отсутствовали. Более того, все показатели вернулись к исходному (до начала физических тренировок) уровню [44].

В-четвертых, в единичных исследованиях отмечены возможные негативные эффекты физических тренировок. Большая сила квадрицепса на фоне физических упражнений при 18-ти мес наблюдении ассоциировалась с увеличением вероятности рентгенологической прогрессии ОАКС среди больных с вальгусной или варусной деформацией ног, а также при слабости связок коленного сустава [50]. Высказано предположение, что увеличение силы четырехглавой мышцы бедра не компенсирует неблагоприятные эффекты поражения связочного аппарата и варусно-вальгусной деформации на скорость дегенерации хряща при ОАКС. Исследователи заключили, что режимы физической терапии, усиливающие силу квадрицепса, фактически способны увеличивать структурное повреждение суставов у некоторых больных с ОАКС. Правда, к методике

выполнения данного исследования и к интерпретации полученных результатов высказываются вполне обоснованные претензии [10].

Установлено, что при ОАКС поражение латеральных фрагментов пателлофemorального отдела сустава более типично, чем медиальной части. Варусно-вальгустные деформации конечностей влияют на прогрессию соответствующей (медиальной или латеральной) области пателлофemorального отдела [13]. Можно сделать практический вывод о том, что тренировки мышечных групп, укрепляющих сустав, должны быть индивидуализированы с учетом его локальной биомеханики.

Активно изучаются способы повышения эффективности физических тренировок путем сочетания последних с другими реабилитационными мероприятиями. Так, лучшие результаты по уменьшению боли и восстановлению функции коленного сустава у пожилых и тучных больных получены при сочетании диетических мероприятий, вызывающих небольшое снижение массы тела, с физическими нагрузками умеренной интенсивности [37].

Для повышения эффективности физической реабилитации в домашних условиях предложена комбинация с 2-х мес программой упражнений на снижение боли и улучшение функции суставов в условиях спортивного зала. 214 больных с рентгенологически подтвержденным ОАКС были рандомизированы в две группы. В группе лиц, дополнительно к домашним физическим упражнениям занимающихся в зале, отмечено значительно более выраженное улучшение двигательной функции и уменьшение боли при ходьбе на протяжении 12 мес наблюдения [36].

Для людей, страдающих от болей в коленных суставах при ОАКС, доказано повышение эффективности физических тренировок при их комбинации с программой «помощи супругам справляться с болью». При этом эффект такого комбинированного воздействия превосходил — по влиянию на большинство учитываемых показателей — результаты изолированного применения как физического воздействия, так и программы «помощи супруга» [29].

Интересные результаты получены при сопоставлении результатов чрескожной нервной стимуляции, изометрических упражнений и их комбинации при ОАКС. 5 дней в нед. на протяжении 4-х нед. 62 больных в возрасте от 50 до 75 лет получали либо сеанс 60-ти мин чрескожной нейростимуляции, либо 60-ти мин стимуляцию плацебо, либо изометрические тренировки, либо комбинацию чрескожной нейростимуляции и изометрических тренировок. Ежедневно во время исследования и на протяжении последующих 4-х нед. оценива-

лась интенсивность болевых ощущений по ВАШ. Максимальное уменьшение боли по ВАШ через 4 нед. отмечено в группах нейростимуляции и плацебо-стимуляции (-45,9% и -43,3%, $p < 0,01$). Графики ежедневных измерений ВАШ были схожи в группах нейростимуляции и изометрических упражнений. Сниженный уровень боли в последующие 4 нед. сохранялся только в группах нейростимуляции и нейростимуляции в комбинации с изометрическими упражнениями, а в двух других группах отмечен возврат болевого синдрома к исходной величине [14, 53].

Не решенными на сегодняшний день остаются многие проблемы физической реабилитации при ОАКС, требующие дальнейшей разработки. Так, во-первых, неудовлетворительные результаты влияния физических тренировок на функциональное состояние коленного сустава, как представляется, свидетельствуют о недостаточной интенсивности и низкой специализированности применяемых комплексов физических упражнений. Во-вторых, при сосредоточении внимания на четырехглавой мышце бедра отсутствуют разработки в отношении целесообразности и методов управления функциями отведения, приведения и сгибания коленных суставов (особенно в фазах становления варусно-вальгустных деформаций). Даже в научных исследованиях низкая дифференцированность комплексов физических упражнений совершенно не учитывает превалирование поражения отдельных областей коленного сустава.

Далее, в качестве самого популярного способа реабилитации пациентов с ОАКС рассматривается ходьба, хотя потенциальная польза от занятий на силовых тренажерах, от лыжных и велосипедных прогулок может быть более значимой. И, наконец, далеки от понимания взаимоотношения физических тренировок и воспалительного процесса при ОАКС. Рекомендации по проведению ЛФК лишь после купирования синовита явно устарели, так как синовит, по нашему мнению, присутствует практически во всех случаях манифестного ОАКС.

В заключение хотелось бы сослаться на следующее авторитетное высказывание: «Врачи при работе с больными с ОАКС не должны давать незаинтересованных и нерешительных советов в области применения физических упражнений. Им следует убеждать людей в выгоде правильного подхода к физическим тренировкам и физической деятельности. Пациенты должны быть уверены, что, следуя советам врачей и требуя доступности средств и ресурсов лечебной физкультуры, они могут сохранить физическую активность на необходимом уровне» [27].

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Л.И. Современные подходы к лечению остеоартроза. Русс. мед. журн., 2003, 4, 85-88.
2. Насонова В.А. Остеоартроз коленного сустава: причины развития, диагностика и профилактика. Конс. медикум, 2003, 2, 90-96.
3. Amin S, Luepingsak N., McGibbon C.A. et al. Knee adduction moment and development of chronic knee pain in elders. *Arthr. Rheum.*, 2004, 51, 371-376.
4. Baker K.R., Xu L., Zhang Y. et al. Quadriceps weakness and its relationship to tibiofemoral and patellofemoral knee osteoarthritis in Chinese: the Beijing osteoarthritis study. *Arthr. Rheum.*, 2004, 50, 1815-1821.
5. Barker K, Lamb S.E., Toye F. et al. Association between radiographic joint space narrowing, function, pain and muscle power in severe osteoarthritis of the knee. *Clin. Rehabil.*, 2004, 18, 793-800.
6. Bauto J.C., Clayton M.K., Chu Q. et al. Synovial fluid chondroitin sulphate epitopes 3B3 and 7D4, and glycosaminoglycan in human knee osteoarthritis after exercise. *Ann. Rheum. Dis.*, 2000, 59, 887-891.
7. Becker R., Berth A., Nehring M., Awiszus F. Neuromuscular quadriceps dysfunction prior to osteoarthritis of the knee. *J. Orthop. Res.*, 2004, 22, 768-73.
8. Bradley L.A., Kersh B.C., DeBerry J.J. et al. Lessons from fibromyalgia: abnormal pain sensitivity in knee osteoarthritis. *Novartis Found. Symp.*, 2004, 260, 258-270.
9. Brandt K.D., Heilman D.K., Slemenda C. et al. Quadriceps strength in women with radiographically progressive osteoarthritis of the knee and those with stable radiographic changes. *J. Rheumatol.*, 1999, 26, 243 - 247.
10. Brandt K.D. Is a strong quadriceps muscle bad for a patient with knee osteoarthritis? *Ann. Intern. Med.*, 2003, 138, 678-679.
11. Brenner S.S., Klotz U., Alscher D.M. et al. Osteoarthritis of the knee-clinical assessments and inflammatory markers. *Osteoarthr. Cartilage*, 2004, 12, 469-475.
12. Brosseau L., MacLeay L., Robinson V. et al. Intensity of exercise for the treatment of osteoarthritis. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2003, 2, CD004259.
13. Cahue S., Dunlop D., Hayes K. et al. Varus-valgus alignment in the progression of patellofemoral osteoarthritis. *Arthr. Rheum.*, 2004, 50, 2184-2190.
14. Cheing G.L., Hui-Chan C.W., Chan K.M. Does four weeks of TENS and/or isometric exercise produce cumulative reduction of osteoarthritic knee pain? *Clin. Rehabil.*, 2002, 16, 749-760.
15. Cheng Y., Macera C.A., Davis D.R. et al. Physical activity and self-reported, physician-diagnosed osteoarthritis: is physical activity a risk factor? *J. Clin. Epidemiol.*, 2000, 53, 315-322.
16. Eyigor S., Hepguler S., Capaci K. A comparison of muscle training methods in patients with knee osteoarthritis. *Clin. Rheumatol.*, 2004, 23, 109-115.
17. Fitzgerald G.K., Oatis C. Role of physical therapy in management of knee osteoarthritis. *Curr. Opin. Rheumatol.*, 2004, 16, 143-147.
18. Fitzgerald G.K., Piva S.R., Irrgang J.J. et al. Quadriceps activation failure as a moderator of the relationship between quadriceps strength and physical function in individuals with knee osteoarthritis. *Arthr. Rheum.*, 2004, 51, 40-48.
19. Foley A., Halbert J., Hewitt T. et al. Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis – a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. *Ann. Rheum. Dis.*, 2003, 62, 1162-1167.
20. Fransen M., McConnell S., Bell M. Exercise for osteoarthritis of the hip or knee. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2003, 3, CD004286.
21. Fransen M., McConnell S., Bell M. Therapeutic exercise for people with osteoarthritis of the hip or knee. A systematic review. *J. Rheumatol.*, 2002, 29, 1737-1745.
22. Gur H., Cakin N. Muscle mass, isokinetic torque, and functional capacity in women with osteoarthritis of the knee. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 2003, 84, 1534-1541.
23. Hinman R.S., Crossley K.M., McConnell J., Bennell K.L. Does the application of tape influence quadriceps sensorimotor function in knee osteoarthritis? *Rheumatology (Oxford)*, 2004, 43, 331-336.
24. Hortobagyi T., Garry J., Holbert D. et al. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. *Arthr. Rheum.*, 2004, 51, 562-569.
25. Hortobagyi T., Westerkamp L., Beam S. et al. Altered hamstring-quadriceps muscle balance in patients with knee osteoarthritis. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*, 2005, 20, 97-104.
26. Huang M.H., Lin Y.S., Yang R.C. et al. A comparison of various therapeutic exercises on the functional status of patients with knee osteoarthritis. *Semin. Arthr. Rheum.*, 2003, 32, 398-406.
27. Hurley M.V. Muscle, exercise and arthritis. *Ann. Rheum. Dis.*, 2002, 61, 673-675.
28. Hurley M.V. Muscle dysfunction and effective rehabilitation of knee osteoarthritis: what we know and what we need to find out. *Arthr. Rheum.*, 2003, 49, 444-452.
29. Keefe F.J., Blumenthal J., Baucom D. et al. Effects of spouse-assisted coping skills training and exercise training in patients with osteoarthritic knee pain: a

- randomized controlled study. *Pain*, 2004, 110, 539-549.
30. Lane N.E., Buckwalter J.A. Exercise and osteoarthritis. *Curr. Opin. Rheumatol.*, 1999, 11, 413-416.
31. Lequesne M.G., Dang N., Lane N.E. Sport practice and osteoarthritis of the limbs. *Osteoarthr. Cartilage*, 1997, 5, 75-86.
32. Lewek M.D., Rudolph K.S., Snyder-Mackler L. Quadriceps femoris muscle weakness and activation failure in patients with symptomatic knee osteoarthritis. *J. Orthop. Res.*, 2004, 22, 110-115.
33. Loeser R.F. Aging and the etiopathogenesis and treatment of osteoarthritis. *Rheum. Dis. Clin. North Am.*, 2000, 26, 547-567.
34. Manninen P., Riihimäki H., Heliovaara M., Suomalainen O. Physical exercise and risk of severe knee osteoarthritis requiring arthroplasty. *Rheumatology (Oxford)*, 2001, 40, 432-437.
35. Marks R., Penton L. Are foot orthotics efficacious for treating painful medial compartment knee osteoarthritis? A review of the literature. *Int. J. Clin. Pract.*, 2004, 58, 49-57.
36. McCarthy C.J., Mills P.M., Pullen R. et al. Supplementing a home exercise programme with a class-based exercise programme is more effective than home exercise alone in the treatment of knee osteoarthritis. *Rheumatology (Oxford)*, 2004, 43, 880-886.
37. Messier S.P., Loeser R.F., Miller G.D. et al. Exercise and dietary weight loss in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis: the Arthritis, Diet, and Activity Promotion Trial. *Arthr. Rheum.*, 2004, 50, 1501-1510.
38. Miyaguchi M., Kobayashi A., Kadoya Y. et al. Biochemical change in joint fluid after isometric quadriceps exercise for patients with osteoarthritis of the knee. *Osteoarthr. Cartilage*, 2003, 11, 252-259.
39. Mundermann A., Dyrby C.O., Hurwitz D.E. et al. Potential strategies to reduce medial compartment loading in patients with knee osteoarthritis of varying severity: reduced walking speed. *Arthr. Rheum.*, 2004, 50, 1172-1178.
40. Nicklas B.J., Ambrosius W., Messier S.P. et al. Diet-induced weight loss, exercise, and chronic inflammation in older, obese adults: a randomized controlled clinical trial. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, 79, 544-551.
41. Pap G., Machner A., Awiszus F. Strength and voluntary activation of the quadriceps femoris muscle at different severities of osteoarthritic knee joint damage. *J. Orthop. Res.*, 2004, 22, 96-103.
42. Penninx B.W., Abbas H., Ambrosius W. et al. Inflammatory markers and physical function among older adults with knee osteoarthritis. *J. Rheumatol.*, 2004, 31, 2027-2031.
43. Penninx B.W., Rejeski W.J., Pandya J. et al. Exercise and depressive symptoms: a comparison of aerobic and resistance exercise effects on emotional and physical function in older persons with high and low depressive symptomatology. *J. Gerontol. B. Psychol. Sci. Soc.*, 2002, 57, 124-132.
44. Quilty B., Tucker M., Campbell R. et al. Physiotherapy, including quadriceps exercises and patellar taping, for knee osteoarthritis with predominant patellofemoral joint involvement: randomized controlled trial. *J. Rheumatol.*, 2003, 30, 1311-1317.
45. Ravaud P., Giraudeau B., Logeart I. et al. Management of osteoarthritis (OA) with an unsupervised home based exercise programme and/or patient administered assessment tools. A cluster randomised controlled trial with a 2x2 factorial design. *Ann. Rheum. Dis.*, 2004, 63, 703-708.
46. Rogers L.Q., Macera C.A., Hootman J.M. et al. The association between joint stress from physical activity and self-reported osteoarthritis: an analysis of the Cooper Clinic data. *Osteoarthr. Cartilage*, 2002, 10, 617-622.
47. Roos E. Physical activity can influence the course of early arthritis. Both strength training and aerobic exercise provide pain relief and functional improvement. *Lakartidningen*, 2002, 99, 4484-4489.
48. Sen A., Gocen Z., Unver B. et al. The frequency of visits by the physiotherapist of patients receiving home-based exercise therapy for knee osteoarthritis. *Knee*, 2004, 11, 151-153.
49. Sharma L., Cahue S., Song J. et al. Physical functioning over three years in knee osteoarthritis: role of psychosocial, local mechanical, and neuromuscular factors. *Arthr. Rheum.*, 2003, 48, 3359-3370.
50. Sharma L., Dunlop D.D., Cahue S. et al. Quadriceps strength and osteoarthritis progression in malaligned and lax knees. *Ann. Intern. Med.*, 2003, 138, 613-619.
51. Slemanda C., Brandt K.D., Heilmann D. et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann. Intern. Med.*, 1997, 127, 97-104.
52. Sutton A.J., Muir K.R., Mockett S., Fentem P. A case-control study to investigate the relation between low and moderate levels of physical activity and osteoarthritis of the knee using data collected as part of the Allied Dunbar National Fitness Survey. *Ann. Rheum. Dis.*, 2001, 60, 756-764.
53. Tam S.F., Cheing G.L., Hui-Chan C.W. Predicting osteoarthritic knee rehabilitation outcome by using a prediction model developed by data mining techniques. *Int. J. Rehabil. Res.*, 2004, 27, 65-69.
54. Thomas K.S., Muir K.R., Doherty M. et al. Home based exercise programme for knee pain and knee osteoarthritis: randomised controlled trial. *BMJ*, 2002, 325, 752.
55. Thomas S.G., Pagura S.M., Kennedy D. Physical activity and its relationship to physical performance in patients with end stage knee osteoarthritis. *J.*

- Orthop. Sports Phys. Ther., 2003, 33, 745-754.
56. Topp R., Woolley S., Hornyak J. et al. The effect of dynamic versus isometric resistance training on pain and functioning among adults with osteoarthritis of the knee. Arch. Phys. Med. Rehabil., 2002, 83, 1187-1195.
57. Vad V, Hong HM, Zazzali M. et al. Exercise recommendations in athletes with early osteoarthritis of the knee. Sports Med., 2002, 32, 729-739.
58. Van Baar M.E., Dekker J., Oostendorp R.A. et al. Effectiveness of exercise in patients with osteoarthritis of hip or knee: nine months' follow up. Ann. Rheum. Dis., 2001, 60, 1123-1130.
59. Weigl M., Angst F., Stucki G. et al. Inpatient rehabilitation for hip or knee osteoarthritis: 2 year follow up study. Ann. Rheum. Dis., 2004, 63, 360-368.
60. Whittingham M., Palmer S., Macmillan F. et al. Effects of taping on pain and function in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. J. Orthop. Sports Phys. Ther., 2004, 34, 504-510.
61. Yamada H., Koshino T., Sakai N. et al. Hip adductor muscle strength in patients with varus deformed knee. Clin. Ortop., 2001, 386, 179-185.

Поступила 06.06.07