

Физические нагрузки во время сеанса гемодиализа: комплаентность и эффекты

К.А. Вишнеvский, А.Ю. Земченков, А.В. Комашня, М.Д. Дидур, Р.П. Герасимчук
 Санкт-Петербургская государственная медицинская академия
 им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им.
 акад. И.П. Павлова, Городская Мариинская больница – Городской нефрологический центр, г.
 Санкт-Петербург

Intradialysis physical training: compliance and effects

K.A. Vishnevskiy, A.Yu. Zemchenkov, A.V. Kamoshnya, M.D. Didur, R.P. Gerasimchiuk
 St.-Petersburg I.I. Mechnikov State Medical Academy, I.P. Pavlov St.-Petersburg State Medical university, Mariinsky
 City Hospital – City Nephrologica Center, St.-Petersburg

Ключевые слова: физические тренировки, комплаентность, адекватность гемодиализа, качество жизни.

Снижение физической активности у пациентов с ХБП широко распространено, является независимым предиктором неблагоприятных исходов и не корригируется диализными технологиями или медикаментозно. Программы интрадиализных и междиализных аэробных и силовых тренировок способны повлиять на ряд метаболических, гемодинамических и реабилитационных параметров. Выраженность достигаемого эффекта зависит от приверженности пациента программе тренировок. Индекс комплаентности отражает эффективность обучения и контроля за исполнением программы и связан с достигнутыми результатами. В ходе годовой программы интрадиализных тренировок у 10 пациентов в сравнении с контрольной группой была достигнута лучшая динамика ряда показателей: нутриционных (увеличение толщины кожно-жировой складки и окружности мышц плеча), воспалительных (снижение логарифма уровня С-реактивного белка), эффективности диализа (уменьшение фосфатемии) и качества жизни (улучшение витальности и физического суммарного компонента по опроснику *KDQoL-SF*).

Decreased physical activity in CKD patients is widely prevalent and related with outcome worsening. Programs of intradialysis and interdialysis physical training are able to improve metabolic, hemodynamic and rehabilitation parameters. Efficacy of such programs depends on adherence to physical training schedule. The compliance index reflects patient's education quality and surveillance efficiency and related with achieved results. During 12-months intradialysis training program of 10 stable HD patients improvement of some nutritional (triceps skin fold thickness, upper arm muscle circumference), inflammation (decrease of CRP logarithm), dialysis efficiency (phosphatemia) and quality of life (vitality and physical component summary of the *KDQoL-SF* questionnaire) parameters were found compared to control group of HD patient without physical training.

Key words: *physical exercise, compliance, haemodialysis adequacy, quality of life.*

Первые публикации, посвященные низкому уровню физической активности диализных пациентов, относятся к 1977 г. [11]. С тех пор было проведено множество исследований физической активности среди диализных пациентов, где уровень переносимой нагрузки, оцененный по максимальному потреблению кислорода VO_{2peak} , составлял 60–70% от соответствующей по возрасту в здоровой популяции [12, 13]. Данный показатель обоснованно считается независимым предиктором смертности диализных пациентов [14]. Несмотря на очевидный прогресс в технологиях проведения диализа и медикаментозной терапии, пациенты с поздними стадиями хронической болезни почек (ХБП) остаются столь же ограниченными в физическом плане, что влечет за собой негативное влияние на уровень общего здоровья, качества жизни и прогноз в отношении заболеваемости и смертности. Программы тренировок дают возможность повлиять на те области физического и ментального здоровья пациентов, на которые достаточно трудно воздействовать диализными технологиями и медикаментозной терапией. Важнейшие точки приложения физических нагрузок применительно к пациентам с ХБП представлены в табл. 1.

Исследования выявили значимое улучшение в показателях

уровня качества жизни [31, 33] и депрессии [5], физической активности [22, 30, 39] в процессе проведения программы интрадиализных тренировок. Реже демонстрировали эффект интрадиализных тренировок на сердечно-сосудистую систему, улучшение течения гипертензии [3, 21, 33], увеличение эластичности крупных артерий [25, 38], улучшение водного баланса и нутриционного статуса [6, 41], снижение показателей воспаления [6, 36, 41] и улучшение углеводного обмена [25, 33, 41]. В некоторых исследованиях интрадиализные тренировки рассматривались с позиции увеличения показателей адекватности диализа [16, 34, 37, 41]. В основу принималась гипотеза о том, что увеличение скорости кровотока в мышцах и большая величина активной площади поверхности капилляров в работающих мышцах приводят к увеличению скорости транспорта мочевины и других метаболитов из ткани в сосудистое русло с последующим

Адрес для переписки: 191104, г. Санкт-Петербург, Литейный пр., д. 56
Телефон: (812) 275-73-36. Земченков Александр Юрьевич
E-mail: zemchenkov@nephro.ru

Таблица 1

Эффекты физических нагрузок при ХБП

Влияние ХБП	Эффекты физических тренировок
Физиологические факторы	
Сниженное VO_{2Peak}	Увеличение VO_{2Peak} [32, 18, 17, 33]
Сниженное VO_2 анаэробного порога	Увеличение VO_2 анаэробного порога [18, 17]
Повышенная субмаксимальная ЧСС	Уменьшение субмаксимальной ЧСС [21, 18]
Плохой контроль АД	Улучшение контроля АД [3, 21, 33]
Высокий расход гипотензивных препаратов	Уменьшение расхода гипотензивных медикаментов [21, 33]
Высокая частота ожирения	Улучшение мышечной структуры тела [6]
Нарушен окислительный метаболизм	Увеличение активности фосфофруктокиназы [23]
Развитие синдрома воспаления – БЭН	Снижение СРБ [36, 41] / увеличение альбумина [41]
Повышение концентрации уремических токсинов	Увеличение удаления токсинов на диализе [40,41]
Функциональные факторы	
Снижение силы мышц	Увеличение силы мышц [7, 28, 6]
Снижение толерантности к физическим нагрузкам	Увеличение дистанции 6-минутного теста ходьбы [35, 30]
Снижение максимальной трудоспособности	Увеличение максимальной трудоспособности [33]
Функциональные ограничения	Улучшение показателей обычной и максимальной скорости ходьбы и времени подъема из положения сидя [31, 30]
Психологические факторы	
Усиление субъективных симптомов слабости	Уменьшение субъективных симптомов слабости [35]
Низкий уровень физического функционирования	Улучшение физического функционирования [32, 28, 31, 30]
Низкий уровень оценки общего здоровья	Улучшение оценки общего здоровья [31, 30, 18]
Увеличение тревожности	Снижение тревожности [24]
Низкий уровень психического здоровья	Психическое благополучие, уменьшение депрессии [28]
Большая частота болевых ощущений	Снижение частоты болевых ощущений [31,30]
Снижение жизненной активности	Увеличение жизненной активности [30]

Примечание. VO_{2Peak} – максимальное (пиковое) потребление кислорода; VO_2 – потребление кислорода анаэробного; ЧСС – частота сердечных сокращений; АД – артериальное давление; СРБ – С-реактивный белок; БЭН – белково-энергетическая недостаточность.

удалением через диализатор [39].

Интересно, что проведенные в доэритропоэтиновый период рандомизированные контролируемые исследования, в процессе которых пациенты получали аэробные нагрузки в междиализные дни на протяжении 12 месяцев, выявили увеличение уровня гемоглобина к концу исследований на 16–20%, числа эритроцитов и гематокрита на 27% при стабильной антианемической терапии и волюмическом статусе [8, 9].

Зафиксированы положительные эффекты физических тренировок и в популяции пациентов, получающих терапию перитонеальным диализом [20].

В табл. 2 перечислены некоторые рандомизированные контролируемые исследования, посвященные физической реабилитации у пациентов на гемодиализе. Основная масса исследований были непродолжительными (8–12 недель) [6, 19, 34], реже встречаются исследования, посвященные более отдаленным эффектам физических нагрузок [18, 27]. В более длительных исследованиях, в которых применялись аэробные или комбинированные нагрузки, отмечается стабильный прирост с течением времени показателей мощности аэробной нагрузки (VO_{2Peak} , ТФА, VE_{Peak} , HR_{Peak}) в сравнении с контрольными группами [17, 18, 29]. В подобных, но коротких исследованиях такого эффекта не отмечалось [34]. То же можно сказать и о показателях качества жизни [22, 29]. Напротив, в достаточно коротких исследованиях, где применялись силовые нагрузки высокой интенсивности, имеется динамика силовых и антропометрических показателей, а также СРБ практически без влияния на показатели мощности аэробной нагрузки [6]. К настоящему времени, однако, не опубликованы результаты достаточно продолжительных исследований, демонстрирующих эффекты программ силовых тренировок.

Также из табл. 2 видно, что более выраженные эффекты приносили программы тренировок, выполняемых в междиализное время [17, 18, 22]. Данный факт можно связать с большей свободой движений пациентов вне связи с аппаратом и большей гемодинамической стабильностью вне диализа.

Выраженность перечисленных выше положительных влияний зависит от многих факторов, таких, как изначальный уровень физической активности пациента, качество организации и структуры физических тренировок и многих других. Один из немаловажных факторов – это желание пациента выполнять предложенную ему программу тренировок. Это желание (или, наоборот, нежелание) может зависеть от объективных причин, например, сопутствующих заболеваний, в силу которых пациент не может выполнять соответствующие нагрузки. С другой стороны, пациент может не участвовать в программе тренировок безо всякой объективной причины. Отказ от терапии может быть также обусловлен отсутствием у пациента субъективной убежденности в необходимости проводимого лечения. Количественно мера принятия пациентом любой терапии, в том числе и в физической реабилитации, выражается в понятии комплаентность и измеряется в индексе комплаентности.

В опубликованных исследованиях индекс комплаентности физических тренировок на диализе колебался от среднего (43%) до очень высокого (99%) [10, 21, 22, 24, 25, 27, 33]. Следует отметить, что расчет этого показателя в различных исследованиях проводился разными методами. В практике фармакологических исследований индекс комплаентности вычисляется как отношение числа принятых доз препарата к числу назначенных, выраженное в процентах. Одной из целей данного исследования является разработка подобной формулы для оценки комплаентности физических

Таблица 2

Рандомизированные контролируемые исследования

Авторы/Исследование, Год, страна	МДВ – межклеточное время; ИД – интервал	Группа	Вид	Описание	Длительность	Показатель	Изменение	P	
									Тип
Olzoumi et al. [29] (2009), Греция	33	Нагрузки (n=19) Контроль (n=14)	ИД	КОМБ	Велоэргометр, силовая нагрузка на нижние конечности, 3 раза в неделю	10 месяцев	VO _{2peak} Время нагр. Депрессия QLI LSI SF-36 – физический компонент	+21,1% <0,05 <0,05 <0,001 <0,001 <0,001 <0,05	
Sheema et al. [6] (PEAK), 2007, Австралия	49	Нагрузки (n=24) Контроль (n=25)	ИД	СИЛ	Гантели и ножные утяжелители, 2 подхода по 10 силовых упражнений 3 р/нед., Борг – 15-20	12 недель	Коэффициент ослабления мышечной ткани (KT); Мышечная сила; Окружность мышц плеча; Вес тела; СРБ	-0,1±0,9 +15,2±15,4 +0,4±1,4 +0,8±1,5 -0,08±0,37	0,04 0,002 0,004 0,02 0,02
Kouidi et al. [18] (2004) Греция	34	Нагрузки 1 (n=16) Нагрузки 2 (n=18)	МДВ	КОМБ	Аэробные тренировки 50-70% от VO _{2peak} , 60 мин, силовые нагрузки, 3 раза в неделю Велоэргометр, Борг – 13 баллов, 60-90 мин., силовая нагрузка на нижние конечности, 3 раза в неделю	Всего - 4 года. Через 1 год Нагрузки 1/ Нагрузки 2: Через 4 года Нагрузки 1/ Нагрузки 2:	VO _{2peak} ТФА VE _{peak} HR _{peak} VO _{2peak} ТФА VE _{peak} HR _{peak}	+47%±34% +38%±26% +24%±13% Увеличение +70%±50% +53%±43% +43%±26% Увеличение	<0,05 <0,05 <0,05 <0,05 <0,05 <0,05 <0,05
Parsons et al. [34] (2004) Канада	13	Нагрузки (n=6) Контроль (n=7)	ИД	АЭР	велоэргометр, 40-50% от максимальной нагрузки, 45 минут, 3 раза в неделю	8 недель	VO _{2peak} Клиренс мочевины крови; Клиренс мочевины диализата; Качество жизни	Нет Δ Нет Δ Увеличение Нет Δ	- - <0,05 -
Molsted et al. [22] (2004) Германия	33	Нагрузки (n=22) Контроль (n=11)	МДВ	АЭР	Стеллер, велотренажер, аэробика, Борг – 14-17 баллов, 60 минут, 2 раза в неделю	5 месяцев	VO _{2peak} SF-36 – физическое благополучие SF-36 – боль SF-36 – физический компонент	Увеличение Увеличение Улучшение Увеличение	<0,012 <0,01 <0,03 <0,004
Konstantinidou [17] (2002) Греция	48	Нагрузки 1 (n=16) Нагрузки 2 (n=10) Нагрузки 3 (n=10) Контроль (n=12)	МДВ	КОМБ	Аэробные 50-70% VO _{2peak} , 60 мин и силовые, 3 р/нед. Велоэргометр, Борг = 13, 60-90 мин., силовые для нижних конечностей 3 р/нед. Велоэргометр, 50-60% от HR _{max} 30 мин., 5 р/нед.	6 месяцев	VO _{2peak} ТФА VE _{peak} VO _{2AT} VO _{2peak} ТФА VE _{peak} VO _{2AT} VO _{2peak} ТФА VE _{peak} VO _{2AT}	+43% +33% +41% +37% +24% +22% +12% +18% +17% +14% Увеличение +8%	≤0,05 ≤0,05 ≤0,05 ≤0,05 ≤0,05 ≤0,05 ≤0,05 ≤0,05 ≤0,05 ≤0,05 ≤0,05 ≤0,05

VO_{2peak} – пиковое потребление кислорода; QLI – Quality of Life Index – Индекс Качества Жизни; LSI – Life Satisfaction Index – Индекс Удовлетворенности Жизнью; ТФА – тест физической активности; VO_{2peak} – пиковое потребление кислорода; VE_{peak} – пиковая вентиляция; HR_{peak} – пиковая ЧСС; VO_{2AT} – потребление кислорода анаэробного порога.

тренировок у пациентов гемодиализа.

Длительные программы тренировок служат цели формирования навыка тренировки, при котором пациент может правильно выполнять заданную ему нагрузку даже в случае изменения вида физического упражнения (например – переход от занятий на велотренажере к аэробным занятиям без велотренажера). В случае формирования навыка индекс комплаентности постоянно поддерживается на определенном уровне. Снижение индекса комплаентности может служить предиктором утраты навыка и сигналом для вмешательства в процесс тренировок специалиста по реабилитации.

Материалы и методы

В программе принимали участие 21 пациент гемодиализа (10 – тренировочная группа, 11 – группа контроля), которые получали диализ 3 раза в неделю на аппаратах фирм Fresenius (4008 В и S) и В. Braun (Dialog +) с использованием бикарбонатного диализирующего раствора. Срок наблюдения составил 1 год и две недели. Продолжительность одного сеанса практически у всех пациентов составляла 4 часа, у четверых – 4 часа 30 минут (2 – тренировочная группа, 2 – группа контроля). Два пациента получали четыре четырехчасовых сеанса в неделю. Процедуры осуществлялись на полисульфоновых диализаторах LoPS18 и LoPS20 (площадь 1,8–2,0 м²), уровень кальция в диализирующем растворе 1,5 ммоль/л (2,5 мэкв/л). Вода для диализа соответствовала ГОСТ «Вода для гемодиализа. Общие технические условия и методы испытаний» по химическим и бактериологическим показателям (микробное число, LAL-тест). Скорость кровотока составляла от 300 до 350 мл/мин, скорость потока диализата – 500 мл/мин. Обеспеченная доза диализа (spKt/V) составляла не менее 1,2 по логарифмической формуле Даугирдаса.

Возраст пациентов составлял 51 ± 9 лет в тренировочной группе, 53 ± 10 лет в группе контроля. Причины ХБП, продолжительность терапии ГД и сопутствующая патология представлены в табл. 3.

Для организации физических занятий применялись циклические нагрузки умеренной мощности на велотренажере Proteus CPC-150, адаптированном к мобильному диализному креслу (рис.). Нагрузки давались в исходном положении «сидя», в первые 40–45 минут диализа. Каждое упражнение состояло из следующих частей:

- вводная часть: разминка, упражнения на велотренажере с малой мощностью, дыхательные упражнения;
- основная часть: упражнения на велотренажере с нарастающей мощностью;
- заключительная часть: упражнения на велотренажере со снижением интенсивности, дыхательные упражнения.

Мощность нагрузки дозировалась с помощью регулирования скорости вращения педалей и рычага регулировки мощности велотренажера в зависимости от шкалы Борга для оценки восприятия интенсивности физической нагрузки [4]. В начале программы тренировок на каждом занятии присутствовали врач-реабилитолог или врач-нефролог отделения диализа, полностью контролируя процесс тренировки. В дальнейшем был создан обучающий фильм, где наглядно продемонстрирован каждый этап занятия. Начиная с 6-го месяца программы тренировок пациенты осуществляли нагрузки самостоятельно под контролем медсестер диализного зала для обеспечения безопасности нагрузок. Данное допущение было сделано для определения устойчивости навыка тренировки и как его числового выражения – индекса комплаентности физических нагрузок. В течение последних двух недель исследования строгий контроль над ходом



Таблица 3
Сравнение тренировочной и сопоставленной контрольной групп по демографическим и клиничко-лабораторным параметрам

	Тренировочная группа, n=10	Контрольная группа, n=11	Различие: по χ^2 или t-критерию
Распределение по основному диагнозу:	5/2/5	4/1/6	p=0,78
Хр. гломерулонефрит/Сахарный диабет/другие			
Возраст, лет	51±9	53±10	p=0,64
Мужчины/женщины	5/5	5/6	p=0,83
Продолжительность гемодиализа к началу исследования, мес	66±23	62±40	p=0,78
Доли пациентов с сопутствующей патологией			
Артериальная гипертензия	6/10	6/10	
Количество антигипертензивных препаратов: без терапии / монотерапия / два препарата	5/2/3	6/2/3	p=0,98
ИБС	3/10	2/11	p=0,53
Дислипотеинемия, терапия статинами	6/10	4/11	p=0,28
Гиперпаратиреоз, терапия активной формой витамина D	7/10	9/11	p=0,53

тренировки возобновлялся.

Комплаентность оценивалась на старте исследования, через 6 и 12 месяцев от старта и, дополнительно, еще через две недели от точки в 12 месяцев.

Под комплаентностью понималось выполнение физических нагрузок предписанной продолжительности заданное количество раз в неделю по соответствующей схеме. За максимальную комплаентность (100%) принималось: выполнение тренировок по 45 минут 3 раза в неделю с соблюдением всех частей упражнения. Отдельно велся расчет индекса комплаентности (ИК) для среднего количества тренировок в неделю, продолжительности одной тренировки и выполнения всех этапов тренировки. Суммарный ИК вычислялся по формуле:

$$C = D.t / k.100,$$

где C – ИК физических тренировок на диализе; D – среднее количество тренировок в неделю; t – продолжительность одной тренировки, мин; k – коэффициент – для пациентов, занимающихся по схеме программы тренировок, k = 135, в противном случае k = 175.

ИК больше 90% считался очень высоким, от 70 до 89% – высоким, от 50 до 69% – средним, ниже 50% – низким.

Качество жизни оценивалось дважды в ходе исследования по результатам анализа самостоятельно заполняемого почечно-специфическому опросника *KDQoL-SF* (русскоязычная версия, прошедшая валидацию и культурную адаптацию, общедоступная на сайте правообладателя <http://gim.med.ucla.edu/kdqol/>) [1, 2].

Из антропометрических данных оценивался индекс массы тела (ИМТ), толщина кожно-жировой складки над трицепсом (КЖСтр) и окружность мышц плеча (ОМП) в срединном сечении; из результатов измерения окружности плеча (ОП) и КЖСтр получали расчетную оценку (ОМП) по формуле $ОМП = ОП - (3,14 \times КЖСтр)$ [15].

Для оценки потребления белка проводился расчет стандартизованного белкового эквивалента выведения азота (стБВА – пPNA) [2, 15].

Для анализа и оценки полученных данных применялись стандартные методы описательной статистики: вычисление средних значений и ее ошибки ($M \pm m$) после проверки гипотезы о нормальности распределения, для чего применялся критерий Колмогорова–Смирнова. При анализе различий динамики количественных признаков применялась оценка стандартизованного размера эффекта [26] вмешательства по двустороннему t-критерию. Для анализа связи между двумя признаками оценивались линейные парные корреляции, распределение качественных признаков оценивалось при помощи критерия χ^2 . Достоверность количественных различий определяли с помощью t-критерия Стьюдента для независимых выборок. Различия считали достоверными при $p < 0,05$. Для обработки данных был использован пакет прикладных статистических программ SPSS 13.0, SPSS Ink (США).

Результаты и обсуждение

На протяжении всего исследования комплаентность по среднему количеству тренировок в неделю варьировала от 33 до 100%. То же можно сказать и о продолжительности одной тренировки и о выполнении всех ее этапов. Общий ИК имел

тенденцию к повышению в течение первых 6 месяцев и значительно снизился в период 6–12 месяцев, однако оставался на уровне, принятом исследователями за «средний». Снижение индекса в основном было связано со снижением общей продолжительности тренировки. Продолжительность тренировок уменьшалась в большем числе случаев за счет разминки и заключительной части упражнения. После возобновления контроля за выполнением занятий наблюдалось резкое увеличение всех показателей комплаентности и общего ИК.

Общий ИК среди женщин был ниже, чем в группе мужчин. Возможно, это связано с наличием в этой группе 2 пациенток с сахарным диабетом, изначально имевших низкую толерантность к физическим нагрузкам за счет сопутствующих патологий.

Значимой зависимости ИК от возраста пациента и продолжительности заместительной терапии замечено не было.

С учетом постоянного контроля за выполнением заданной программы физических нагрузок в первые 6 месяцев этой программы показатели комплаентности и общего ИК находились примерно в одном диапазоне. Снижение общей продолжительности тренировки и, как следствие, снижение ИК к моменту 12-го месяца можно объяснить недостаточностью тренировочного навыка. Значимое увеличение ИК после 2 недель тренировок под контролем персонала отделения говорит о возможности быстрого восстановления навыка тренировок после этапа снижения этого навыка.

Динамика потенциально зависимых от физической нагрузки и клинически значимых параметров представлена в табл. 5. Отмечена статистически значимо лучшая динамика преддиализного уровня фосфатов (относительный размер эффекта –0,88, $p = 0,049$), что, по-видимому, отражает лучшее очищение удаленных от диализной мембраны жидкостных секторов тела, и лучшая динамика кожно-жировой складки над трицепсом и окружности мышц плеча (относительные размеры эффекта 1,21, $p = 0,01$ и 0,98, $p = 0,03$ соответственно), что отражает улучшение нутриционного статуса. На это же указывает и тенденция к увеличению преддиализного уровня креатинина, не достигшая уровня

Таблица 4

Динамика индекса комплаентности в ходе исследования

Показатель	Среднее количество тренировок в неделю	Продолжительность одной тренировки	Выполнение всех этапов тренировки	Суммарный ИК
Первый месяц исследования				
Среднее значение	2,2±0,8	37,5±9 мин		
ИК	73,8±26%	83,3±16%	71,4%	
6-й месяц исследования				
Среднее значение	2,28±0,8	39±10 мин		
ИК	76,2±24%	86,5±16%	71%	
12-й месяц исследования				
Среднее значение	2,2±0,79	32,5±9,5		
ИК	73,3±26%	72,2±21,1%	64,3%	
12-й + 2 недели месяц исследования				
Среднее значение	2,7±0,4	33,9±9,6		
ИК	92,8±13%	75,3±17,3%	85,7%	

статистической значимости (относительный размер эффекта 0,75, $p = 0,09$). Параллельно отмечена лучшая динамика уровня С-реактивного белка (относительный размер эффекта $-1,52$, $p = 0,002$; учитывая значимо отличающийся от нормального характер распределения уровней СРБ, проводился анализ в отношении логарифмов уровней СРБ).

В тренировочной группе зафиксирована лучшая динамика ряда параметров качества жизни, наиболее выраженная в отношении витальности и суммарного физического компонента, а также тенденция к лучшей динамике в отношении симптоматики ХБП, качества сна и физического функционирования.

Нами не отмечена лучшая динамика обеспеченной дозы диализа, как в нескольких других исследованиях, что, на наш взгляд, закономерно: обеспеченная доза диализа (по однопуловому Kt/V) отражает эффективность диализа (сочетание производительности диализатора, величины кровотока, отсутствия рециркуляции по доступу и т. д.), оцененную по степени снижения уровня мочевины в крови, но не характеризует объем выведения мочевины из второго пула (внутриклеточная жидкость). Расчетный выровненный eKt/V также не отразит эффекта увеличения выведения мочевины из второго пула, поскольку полностью зависит от $spKt/V$ (с коррекцией на интенсивность диализа). Продемонстрировать указанный эффект мог бы расчет реального выровненного eKt/V , рассчитанного по уровню мочевины через 30 минут после завершения диализа, но из-за органи-

зационных сложностей такая оценка в настоящем исследовании не проводилась. В то же время некоторое увеличение преддиализного уровня креатинина при стабильном уровне $spKt/V$ в сочетании с позитивными изменениями параметров нутриционного статуса позволяют предполагать наличие более глубокого очищения при проведении диализа на фоне физической нагрузки. Об этом же свидетельствует лучшая динамика фосфатов в тренировочной группе.

Эффект физических упражнений на глубину очищения в ходе сеанса сложно отделить от непосредственного результата тренировок, тем более что продолжительность большинства ранее опубликованных исследований была коротка – 3–5 месяцев [19], единичные – дольше [18], а настоящее исследование продолжалось 12 месяцев, и увеличение продолжительности нагрузок могло способствовать более стабильному положительному эффекту, например росту мышечной массы, равно как и снижению воспалительных реакций [6]. Все же, с учетом умеренной интенсивности интрадиализных тренировок и известной большей эффективности тренировок вне сеансов в отношении максимального потребления кислорода и анаэробного порога, а также роста длительности упражнений [17, 18] можно предполагать наличие самостоятельного значения интрадиализной физической нагрузки на глубину очищения на гемодиализном сеансе.

Наше исследование продемонстрировало важность поддержания комплаентности физическим нагрузкам для

Таблица 5

Сравнение динамики клинико-лабораторных параметров и шкал опросника по качеству жизни в тренировочной и контрольной группах за год

Параметр	Тренировочная группа		Контрольная группа		Среднее различие в динамике	Относит. размер эффекта	p
	Исходно	Динамика	Исходно	Динамика			
$spKt/V$	1,46±0,23	0,01±0,18	1,35±0,18	-0,05±0,20	0,07(-0,11÷0,24)	0,34	0,43
стБВА, г/кг/сут.	1,05±0,04	0,05±0,14	1,10±0,06	-0,02±0,13	0,07(-0,05÷0,19)	0,50	0,25
креатинин, ммоль/л	0,91±0,11	0,09±0,16	0,89±0,12	-0,01±0,09	0,10(-0,02÷0,22)	0,75	0,09
лимфоциты, $\times 10^9/л$	1,24±0,56	0,05±0,21	1,41±0,49	0,12±0,29	-0,07(-0,30÷0,16)	-0,26	0,54
альбумин, г/л	41,3±2,3	2,0±2,2	39,1±3,4	3,00±2,50	-1,0(-3,16÷1,16)	-0,41	0,35
КЖСтр, мм	16,9±6,8	5±6,6	19,2±6,9	-1±2	6 (1,64÷10,36)	1,21	0,01
ОМП, см	25,7±3,8	1,08±2,03	25,9±4,5	-1,05±2,13	2,13(0,22÷4,04)	0,98	0,03
ИМТ, кг/м ²	24,8±5,5	-0,3±1,17	25,9±4,6	0,08±2,7	-0,38(-2,32÷1,56)	-0,17	0,69
ln СРБ, (мг/л)	1,12±0,61	-0,25±0,23	1,23±0,53	0,13±0,25	-0,38(-0,6÷-0,16)	-1,52	0,002
фосфаты, моль/л	1,76±0,44	-0,24±0,31	1,81±0,34	0,06±0,34	-0,30(-0,60÷0,0)	-0,88	0,049
кальций, моль/л	2,23±0,25	0,06±0,22	2,25±0,21	-0,17±0,40	0,23(-0,07÷0,52)	0,66	0,13
Са×Р, ммоль ² /л ²	4,21±1,22	-0,38±1,21	4,14±1,06	-0,30±1,59	-0,09(-1,39÷0,22)	-0,06	0,89
ln ПТГ, (пг/мл)	5,25±1,14	-0,04±1,22	5,58±1,16	0,34±1,88	-0,38(-1,84÷1,08)	-0,23	0,59
Hb, г/л	115±13	-1±5	109±11	3±6	-0,04(-9,07÷1,07)	-0,69	0,115
Опросник KDQoL-SF							
симптоматика ХБП	78,2±14,6	2,7±6,1	68,2±21,7	-2,3±5,7	-5(-10,4÷0,4)	-0,81	0,068
эффект ХБП	69,2±22,0	3,1±6,2	59,2±23,0	6,3±4,9	-3,2(-8,3÷1,9)	-0,55	0,20
обремененность ХБП	59,1±24,4	-4,8±4,1	43,3±27,2	-4,7±6,1	-0,1(-4,9÷4,7)	-0,02	0,97
работа	55,0±43,7	5±14	41,7±35,9	0±20	5(-10,9÷20,9)	0,28	0,52
сон	66,7±18,7	2,3±5,8	64,0±22,7	-3,9±8,2	6,2(-0,35÷12,75)	0,83	0,062
PF	69,5±23,1	5,6±5,9	65,4±25,8	0,9±4,7	4,7(-0,15÷9,55)	0,85	0,057
Vt	62,2±15,3	3,4±11,3	56,7±15,6	-5,8±8,1	9,2(0,29÷18,1)	0,91	0,044
PCS	41,0±8,4	2,9±4,2	39,9±10,2	-1,25±4,75	4,15(0,04÷8,26)	0,89	0,048
MCS	52,5±9,3	-0,4±6,8	49,1±8,9	1,2±6,5	-1,6(-7,7÷4,5)	-0,23	0,59

Примечание. стБВА – стандартизованный Белковый эквивалент Выведения Азота; КЖСтр – толщина кожно-жировой складки над трицепсом; ОМП – окружность мышц плеча; шкалы опросника KDQoL-SF: PF – физическое функционирование; Vt – витальность; PCS – суммарный физический компонент; MCS – суммарный ментальный компонент.

достижения стабильного эффекта. Хотя в малочисленной группе парные коэффициенты корреляции динамики ряда клинических показателей с показателями комплаентности редко достигали уровня статистической значимости (табл. 6), отчетливая тенденция такой связи прослеживалась.

Заключение

В длительном исследовании продемонстрирован эффект интрадиализных физических нагрузок на эффективность диализа и показатели нутриционного статуса и качества жизни. Индекс комплаентности физических нагрузок на диализе, рассчитанный с учетом среднего количества тренировок в неделю, продолжительности одной тренировки и выполнения всех предписанных этапов тренировки может считаться полезным инструментом для наблюдения за процессом формирования и сохранения навыка физических тренировок для пациентов на гемодиализе. Для формирования и поддержания устойчивого навыка тренировок необходим контроль выполнения всех этапов занятий. Периодичность осуществления контроля может быть определена по снижению индекса комплаентности в тренировочной группе. Необходимы дальнейшие исследования эффектов интрадиализных физических нагрузок.

Литература

1. Васильева И.А. Российская версия опросника Kidney Disease and Quality of Life – Short Form (KDQOL-SF™) – ценного диагностического инструмента для оценки качества жизни больных на диализе // Нефрология. 2007. № 11 (1). С. 64–70.
2. Земченков А.Ю., Сапон Н.Г., Костылева Т.Г., Герасимчук Р.П., Вишнеvский К.А., Земченков Г.А. Оценка качества жизни у пациентов на гемо- и перитонеальном диализе с помощью опросника KDQOL-SF™ // Нефрология и диализ. 2009. № 11 (2). С. 94–102
3. Anderson J.E., Stewart K.J., Hatcher L. Ambulatory blood pressure (ABP) and pre and post hemodialysis (HD) blood pressure are lower after 3 months of exercise training // J Am Soc Nephrol. 2001. Vol. 12. P. 319A.
4. Borg G. A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons // Geissler H.G., Petzolds P. eds. Psychophysical judgment and process of perception. Berlin: VEB Verlag der Wissenschaften, 1982. P. 25–34.
5. Carney R., Templeton B., Hong B. et al. Exercise training reduces depression and increases the performance of pleasant activities in hemodialysis patients // Nephron. 1987. Vol. 47. P. 194–198.

Таблица 6

Связь показателей комплаентности с динамикой ряда клинических показателей

Динамика показателя	Парные коэффициенты корреляции показателей с комплаентностью		
	по регуля- рности	по продолжи- тельности	сумма- рной
Гемоглобин	0,62 (<i>p</i> =0,058)	0,37 (<i>p</i> =0,294)	0,60 (<i>p</i> =0,067)
Симптоматика	0,62 (<i>p</i> =0,055)	0,47 (<i>p</i> =0,167)	0,62 (<i>p</i> =0,056)
ХБП	0,52 (<i>p</i> =0,121)	0,77 (<i>p</i> =0,009)	0,61 (<i>p</i> =0,059)
Физическое функционирование	0,54 (<i>p</i> =0,110)	0,55 (<i>p</i> =0,097)	0,60 (<i>p</i> =0,065)
Общее восприятие здоровья	0,52 (<i>p</i> =0,126)	0,52 (<i>p</i> =0,127)	0,57 (<i>p</i> =0,088)

6. Cheema B., Abas H., Smith B., O'Sullivan A., Chan M., Patwardhan A., Kelly J., Gillin A., Pang G., Lloyd B., Fiatarone Singh M. Randomized controlled trial of intradialytic resistance training to target muscle wasting in ESRD. The Progressive Exercise for Anabolism in Kidney Disease (PEAK) study // Am J Kidney Dis. 2007. Vol. 50 (4). P. 574–584.

7. DePaul V., Moreland J., Eager T., Clase C.M. The effectiveness of aerobic and muscle strength training in patients receiving hemodialysis and EPO. A randomized controlled trial // Am J Kidney Dis. 2002. Vol. 40. P. 1219–1229.

8. Goldberg A.P., Geltman E.M., Hagberg J.M. et al. Therapeutic benefits of exercise training for hemodialysis patients // Kidney Int. 1983. Vol. 24. S303–S309.

9. Harter H.R., Goldberg A.P. Endurance exercise training an effective therapeutic modality for hemodialysis patients // Med Clin N Am. 1985. Vol. 69. P. 159–175.

10. Headley S., Germain M., Mailloux P. et al. Resistance training improves strength and functional measures in patients with end-stage renal disease // Am J Kidney Dis. 2002. Vol. 40. P. 355–364.

11. Jette M., Posen G., Cardarelli C. Effects of an exercise program in a patient undergoing hemodialysis treatment // J Sports Med Phys Fitness. 1977. Vol. 17 (2). P. 181–184.

12. Johansen K.L. Exercise in the end-stage renal disease population // J Am Soc Nephrol. 2007. Vol. 18 (6). P. 1845–1854.

13. Johansen K.L. Physical functioning and exercise capacity in patients on dialysis // Adv Renal Replace Ther. 1999. Vol. 6 (2). P. 141–148.

14. Kathy E. Sietsema, Antonino Amato, Sharon G. Adler, Eric P. Brass. Exercise capacity as a predictor of survival among ambulatory patients with end-stage renal disease // Kidney Int. 2004. Vol. 65. P. 719–724.

15. KDOQI. Клинические Практические Рекомендации по Питанию при Хронической Почечной Недостаточности (перевод на рус. яз.). <http://www.nephro.ru/standard/>; http://www.kidney.org/professionals/kdoqi/guidelines_rus/doqiforeign.html.

16. Kong C.H., Tattersall J.E., Greenwood R.N., Farrington K. The effect of exercise during haemodialysis on solute removal // Nephrol Dial Transplant. 1999. Vol. 14. P. 2927–2931.

17. Konstantinidou E., Koukouvou G., Kouidi E., Deligiannis A., Tourkantonis A. Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis. Comparison of three rehabilitation programs // J Rehabil Med. 2002. Vol. 34 (1). P. 40–45.

18. Kouidi E., Grekas D., Deligiannis A., Tourkantonis A. Outcomes of long-term exercise training in dialysis patients. Comparison of two training programs // Clin Nephrol. 2004. Vol. 61. Suppl. 1. S31–38.

19. Levendoglu F., Altintepe L., Okudan N., Ugurlu H., Gokbel H., Tonbul Z., Guiney I., Turk S. A twelve week exercise program improves the psychological status, quality of life and work capacity in hemodialysis patients // J Nephrol. 2004. Vol. 17 (6). P. 826–832.

20. Lo C.Y., Li L., Lo W.K., Chan M.L., So E., Tang S., Yuen M.C., Cheng I.K., Chan T.M. Benefits of exercise training in patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis // Am J Kidney Dis. 1998. Vol. 32. P. 1011–1018.

21. Miller B.W., Cress C.L., Johnson M.E., Nichols D.H., Schnitzler M.A. Exercise during hemodialysis decreases the use of antihypertensive medications // Am J Kidney Dis. 2002. Vol. 39 (4). P. 828–833.

22. Molsted S., Eidemak I., Sorensen H.T., Kristensen J.H. Five months of physical exercise in hemodialysis patients. Effects on aerobic capacity, physical function and self-rated health // Nephron Clin Pract. 2004. Vol. 96. P. 76–81.

23. Moore G.E., Parsons D.B., Stray-Gundersen J., Painter P.L., Brinker K.R., Mitchell J.H. Uremic myopathy limits aerobic capacity in hemodialysis patients // Am J Kidney Dis. 1993. Vol. 22. P. 277–287.

24. Moug S., Grant S., Creed G., Boulton Jones M. Exercise during haemodialysis. West of Scotland pilot study // Scott Med J. 2004. Vol. 49. P. 14–17.

25. Mustata S., Chan C., Lai V., Miller J.A. Impact of an Exercise Program on Arterial Stiffness and Insulin Resistance in Hemodialysis Patients // J Am Soc Nephrol. 2004. Vol. 15 (10). P. 2713–2718.

26. Nakagawa S., Cuthill I.C. Effect size, confidence interval and statistical significance. a practical guide for biologists // Biological Reviews. 2007. Vol. 82 (4). P. 591–605.

27. Nindl B.C., Headley S.A., Tuckow A.P. et al. IGF1 system responses during 12 weeks of resistance training in end-stage renal disease patients // Growth Horm IGF Res. 2004. Vol. 14. P. 245–250.

28. Oh-Park M., Fast A., Gopal S. et al. Exercise for the dialyzed. Aerobic and strength training during hemodialysis // Am J Phys Med Rehabil. 2002. Vol. 81. P. 814–821.

29. Ouzouni S., Kouidi E., Sioulis A., Grekas D., Deligiannis A. Effects of

intradialytic exercise training on health-related quality of life indices in haemodialysis patients // *Clinical Rehabilitation*. 2009. Vol. 23 (1). P. 53–63.

30. *Painter P., Carlson L., Carey S., Paul S.M., Myll J.* Low-functioning hemodialysis patients improve with exercise training // *Am J Kidney Dis*. 2000. Vol. 36. P. 600–608.

31. *Painter P., Carlson L., Carey S., Paul S.M., Myll J.* Physical functioning and health-related quality-of-life changes with exercise training in hemodialysis patients // *Am J Kidney Dis*. 2000. Vol. 35. P. 482–492.

32. *Painter P., Moore G.E., Carlson L.* et al. Effects of exercise training plus normalization of hematocrit on exercise capacity and health-related quality of life // *Am J Kidney Dis*. 2002. Vol. 39. P. 257–265.

33. *Painter P.L., Nelson-Worel J.N., Hill M.M., Thornbery D.R., Shelp W.R., Harrington A.R., Weinstein A.B.* Effects of exercise training during hemodialysis // *Nephron*. 1986. Vol. 43 (2). P. 87–92.

34. *Parsons T.L., Toffelmire E.B., King-Van Vlack C.E.* The effect of an exercise program during hemodialysis on dialysis efficacy, blood pressure, and quality of life in end-stage renal disease patients // *Clin Nephrol*. 2004. Vol. 61. P. 261–274.

35. *Ridley J., Hoey K., Ballagh-Howes N.* The exercise during hemodialysis program. Report on a pilot study // *CANNT J*. 1999. Vol. 9. P. 20–26.

36. *Smith B.C.F., Cheema B.S.B., O'Sullivan A.J.* et al. Resistance training during hemodialysis reduces C-reactive protein. Results from a randomized controlled trial of Progressive Exercise for Anabolism in Kidney Disease (the PEAK study) // *J Am Geriatr Soc*. 2005. Vol. 53. S13–S14.

37. *Sun Y., Chen B., Jia Q., Wang J.* The effect of exercise during hemodialysis on adequacy of dialysis // *Zhonghua Nei Ke Za Zhi*. 2002. Vol. 41. P. 79–81.

38. *Toussaint N.D., Polkinghorne K.R., Kerr P.G.* Impact of intradialytic exercise on arterial compliance and B-type natriuretic peptide levels in hemodialysis patients // *Hemodial Int*. 2008. Vol. 12 (2). P. 254–263.

39. *Trisha L. Parsons, Edwin B. Toffelmire, Cheryl E. King-VanVlack.* Exercise Training During Hemodialysis Improves Dialysis Efficacy and Physical Performance // *Arch Phys Med Rehabil*. 2006. Vol. 87. P. 680–687.

40. *Vaithilingham I., Polkinghorne K., Atkins R., Kerr P.* Time and exercise improve phosphate removal in hemodialysis patients // *Am J Kidney Dis*. 2004. Vol. 43. P. 85–89.

41. *Zaluska A., Zaluska W.T., Bednarek-Skublewska A., Ksiazek A.* Nutrition and hydration status improve with exercise training using stationary cycling during hemodialysis (HD) in patients with end-stage renal disease (ESRD) // *Ann Univ Marie Curie Sklodowska*. 2002. Vol. 57 (2). P. 342–346.