

© К.А.Вишнеvский, А.Ш.Румянцев, Н.Ю.Коростелева, 2018
УДК 616.61-008.64-036.12-085.38-08.825

Для цитирования: Вишнеvский КА, Румянцев АШ, Коростелева НЮ. Общие принципы применения дозированных физических нагрузок у больных на гемодиализе. Нефрология 2018; 22 (4): 102–107

DOI:10.24884/1561-6274-2018-22-4-102-107

For citation: Vishnevskii KA, Rumyantsev AS, Korosteleva NYu. General principles of use of dosed physical exercise in patients with hemodialysis. Nephrology (Saint-Petersburg) 2018; 22 (4): 102–107 (In Russ.)

DOI:10.24884/1561-6274-2018-22-4-102-107

К.А. Вишнеvский^{1,}, А.Ш. Румянцев^{2,3}, Н.Ю. Коростелева⁴*

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДОЗИРОВАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК У БОЛЬНЫХ НА ГЕМОДИАЛИЗЕ

¹Отделение хронического гемодиализа Городской больницы №15; ²кафедра факультетской терапии Санкт-Петербургского государственного университета; ³кафедра пропедевтики внутренних болезней Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова; ⁴Научно-исследовательский институт нефрологии Научно-клинического исследовательского центра Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова, Россия

K.A. Vishnevsky¹, A.Sh. Rumyantsev^{2,3}, N.Yu. Korosteleva⁴

GENERAL PRINCIPLES OF USE OF DOSED PHYSICAL EXERCISE IN PATIENTS WITH HEMODIALYSIS

¹ Unit of hemodialysis, Saint Petersburg City hospital №15, ² Department of Faculty Therapy, Saint Petersburg State University, ³ Department of the Propedeutics of Internal Diseases, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, ⁴ Nephrology research institute of scientific clinical research centre, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Russia

РЕФЕРАТ

В статье отражены современные представления о причинах и механизмах нарушения физического функционирования больных с хронической болезнью почек, получающих лечение программным гемодиализом. Рассмотрены различные виды физических нагрузок и приведено обоснование целесообразности их использования у диализных пациентов. Представлены возможности диагностики основных вариантов белково-энергетической недостаточности. Намечены возможные направления их коррекции. Детально освещены возможности и методики регулярных физических тренировок в столь сложной когорте пациентов, имеющих изменения практически всех основных систем организма. Для больных, которые не могут выполнять физические нагрузки в тренирующем режиме, специально разработана, опробована на репрезентативной выборке, обоснована и подробно рассмотрена новая реабилитационная методика, не применявшаяся ранее в нефрологии – накожная билатеральная электростимуляция мышц нижних конечностей. Приведены собственные данные длительного наблюдения за больными, которые подтверждают возможности представленных методик не только в плане улучшения физической работоспособности, но и в отношении улучшения адекватности диализа и качества жизни.

Ключевые слова: хроническая болезнь почек, гемодиализ, дозированные физические нагрузки

ABSTRACT

The article reflects modern ideas about the causes and mechanisms of the physical functioning disorders in patients with chronic kidney disease receiving program hemodialysis. Various types of physical activity are considered and the rationale for their use in dialysis patients is justified. The diagnostics possibilities of the protein-energy deficiency main variants are presented. Possible directions for their correction are outlined. The possibilities and methods of regular physical training in such a complex cohort of patients with changes in almost all the basic systems of the body are described in detail. For patients who cannot perform physical exercises in a training mode, a new rehabilitation technique was developed and tested on a representative sample, and a new rehabilitation technique that was not previously used in nephrology – a cutaneous bilateral electrostimulation of the muscles of the lower extremities – was justified and considered in detail. The authors give their own data on long-term follow-up of patients, which confirm the possibilities of the presented methods not only in terms of improving physical performance, but also in improving the adequacy of dialysis and the quality of life.

Keywords: chronic kidney disease, hemodialysis, dosed physical exercises

* Вишнеvский К.А. 198205, Россия, Санкт-Петербург, ул. Авангардная, д. 4. Санкт-Петербургское городское бюджетное учреждение здравоохранения «Городская больница №15». Тел.: (812) 736-93-42, E-mail: hd15gb@mail.ru

Первые исследования, в которых проводилась оценка уровня физической работоспособности и возможности применения физической реабилитации среди пациентов, получающих постоянную заместительную почечную терапию (ЗПТ) гемодиализом (ГД), были проведены в 1977 году [1]. На протяжении более тридцати лет изучения этой проблемы вывод о низком уровне физической работоспособности и необходимости физической реабилитации в данной группе пациентов неоднократно подтверждался. Так, по данным ряда исследований, уровень физической работоспособности пациентов с ХБП 5Д, оцененный по показателю максимального потребления кислорода (МПК), составлял всего 60–70% от нормальных значений [2, 3] и являлся независимым предиктором смертности пациентов, получающих постоянную ЗПТ гемодиализом [4]. Согласно данным Н.Ю. Коростелевой и соавт., пациенты с ХБП 5Д характеризуются снижением всех показателей физической работоспособности, таких как МПК, метаболический эквивалент (METS), объем выполненной работы, максимальная мощность физической нагрузки [3, 5]. По данным Notta et al. [6], низкий уровень физической активности среди пациентов, получающих программный ГД, при-

водит к дистрофическим изменениям мышечной ткани, вплоть до саркопении, обычно наблюдаемой лишь в старческом возрасте, а среди пациентов с ХБП 5Д распространенной более чем у 42% больных среднего возраста.

Физическая активность для пациентов, находящихся на лечении ГД, жизненно необходима, что было продемонстрировано в крупном исследовании O'Nare et al., в котором в группе пациентов с высоким уровнем физической активности наблюдался значимо меньший уровень смертности, чем у больных с низким уровнем физической активности [7]. Немаловажен и тот факт, что эффективность программы физических тренировок напрямую зависит от частоты занятий, что подтверждается данными исследования Tentori et al., согласно которым именно регулярность тренировок является тем фактором, который значимо улучшает прогноз [8].

Программы физических тренировок дают возможность повлиять на многие факторы физического и ментального здоровья пациентов, на которые достаточно трудно воздействовать только диализными технологиями и медикаментозной терапией. Среди таких факторов можно условно выделить физиологические, функциональные и психологические факторы (табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Точки приложения физических нагрузок при ХБП
Points of physical activity during CKD

Факторы ХБП	Эффекты физических тренировок
Физиологические факторы	
Снижение работоспособности, выносливости	Увеличение МПК [9–12], VO_2 анаэробного порога [9–10], уменьшение субмаксимальной ЧСС [10, 13]
Выраженная артериальная гипертензия	Улучшение контроля АД [11, 14, 15]
Снижение мышечной массы	Увеличение мышечной массы [16]
Нарушение окислительного метаболизма	Увеличение активности фосфофруктокиназы [13]
Развитие синдрома воспаления – БЭН	Снижение уровня СРБ [17, 18], увеличение активности IL-10 [19], увеличение уровня альбумина сыворотки [18, 20]
Высокая концентрация уремических токсинов	Увеличение эффективности процедур ГД [18, 21]
Функциональные факторы	
Снижение силы мышц	Увеличение силы мышц [22]
Снижение толерантности к физическим нагрузкам	Увеличение дистанции теста с 6-минутной ходьбой [23]
Функциональные ограничения	Улучшение обычной и максимальной скорости ходьбы и скорости вставания из положения сидя [24–28]
Психологические факторы	
Субъективные симптомы слабости	Уменьшение выраженности субъективных симптомов слабости [29]
Низкая оценка физического функционирования	Улучшение физического функционирования [11, 27, 30, 31]
Низкий уровень оценки общего здоровья	Улучшение оценки общего здоровья [9, 12, 32]
Высокий уровень тревожности	Снижение тревожности [33]
Низкий уровень психического здоровья	Улучшение психического здоровья [27]
Депрессия	Снижение выраженности депрессии [34]

Примечание. МПК – максимальное потребление кислорода; БЭН – белково-энергетическая недостаточность.

Таблица 2 / Table 2

Рандомизированные контролируемые исследования применения физических нагрузок среди пациентов с ХБП 5Д

Randomized controlled trials of physical activity in patients with CKD 5D

Авторы, год	N	Исследуемая группа	Вмешательство			Продолжительность	Результаты		
			Тип	Вид	Описание		Показатель	Изменение	p
Manfredini F. et al., 2016 [32]	227	Нагрузки (n=104) Контроль (n=123)	МДВ	АЭР	Ходьба (трекдил), 30–45 мин, Борг – 10–13 баллов, 4 раза в неделю	6 мес	Т6МХ STS Когнитивные функции SF-36 – социальное функционирование SF-36 – влияние ХБП	+12% –11% Улучшение Улучшение Улучшение	<0,001 <0,001 0,04 0,01
Olvera-Soto M.G., 2016 [28]	61	Нагрузки (n=31) Контроль (n=30)	ИД	СИЛ	Ножные утяжелители, силовые ленты, 3 раза в неделю	12 нед	Окружность мышц плеча Площадь мышц плеча Усилие кисти (handgrip strength)	+3% +2% +8%	0,001 0,002 <0,05
Moraes C.L. et al., 2015 [20]	52	Нагрузки (n=37) Контроль (n=15)	ИД	СИЛ	Ножные утяжелители, силовые ленты, 3 раза в неделю	6 мес	Уровень «гормонов аппетита»: Ацил-грелин (стимуляция чувства голода) Обестатин (снижение чувства голода) Альбумин сыворотки	+73% –37% +5%	<0,05 <0,05 <0,05
Ouzouni S. et al., 2009 [45]	33	Нагрузки (n=19) Контроль (n=14)	ИД	КОМБ	Велоэргометр, силовая нагрузка на нижние конечности, 3 раза в неделю	10 мес	МПК Время нагрузки Депрессия QLI LSI SF-36 – физический компонент	+21,1% +23,6% –39,4% +27% +15% +9%	<0,05 <0,05 <0,001 <0,001 <0,001 <0,05
Cheema B. et al., 2007 [16]	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 нед	Коэффициент ослабления мышечной ткани (КТ) Мышечная сила Окружность мышц плеча Масса 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 E. et al., 2004 [10]	34	Нагрузки 1 (n=16)	МДВ	КОМБ	Аэробные тренировки 50–70% от МПК, 60 мин, силовые нагрузки, 3 раза в неделю	Всего 4 года. Через 1 год Нагрузки 1 / Нагрузки 2	МПК ТФА VE _{peak} HR _{peak}	+47%/+34% +38%/+26% +24%/+13% Увеличение	<0,05 <0,05 <0,05 <0,05
		Нагрузки 2 (n=18)	ИД	КОМБ	Велоэргометр, Борг – 13 баллов, 60–90 мин, силовая нагрузка на нижние конечности, 3 раза в неделю	Через 4 года Нагрузки 1 / на - нагрузки 2	МПК ТФА VE _{peak} HR _{peak}	+70%/+50% +53%/+43% +43%/+26% Увеличение	<0,05 <0,05 <0,05 <0,05
Parsons T.L. et al., [35]	13	Нагрузки (n=6) Контроль (n=7)	ИД	АЭР	Велоэргометр, 40–50% от максимальной нагрузки, 45 мин, 3 раза в неделю	8 нед	МПК Клиренс мочевины крови Клиренс мочевины диализата Качество жизни	Нет	- - <0,05 -
Molsted S. et al., 2004 [13]	33	Нагрузки (n=22) Контроль (n=11)	МДВ	АЭР	Степер, велотренажер, аэробика, Борг – 14–17 баллов, 60 мин, 2 раза в неделю	5 мес	МПК SF-36 – физическое благополучие SF-36 – боль SF-36 – физический компонент	Увеличение Увеличение Улучшение Увеличение	<0,012 <0,01 <0,03 <0,004

Продолжение Таблицы 2

Авторы, год	N	Исследуемая группа	Вмешательство			Продолжительность	Результаты		
			Тип	Вид	Описание		Показатель	Изменение	p
Konstantinidou E. et al., 2002 [9]	48	Нагрузки 1 (n=16)	МДВ	КОМБ	Аэробные 50–70% МПК, 60 мин и силовые, 3 раза/нед	6 мес	МПК	+43%	≤0,05
					ТФА		+33%	≤0,05	
					VE _{peak}		+41%	≤0,05	
						VO ₂ AT	+37%	≤0,05	
		Нагрузки 2 (n=10)	ИД	КОМБ	Велоэргометр, Борг = 13, 60–90 мин, силовые для нижних конечностей 3 раза/нед		МПК	+24%	≤0,05
						ТФА	+22%	≤0,05	
						VE _{peak}	+12%	≤0,05	
						VO ₂ AT	+18%	≤0,05	
		Нагрузки 3 (n=10) Контроль (n=12)	Д	АЭР	Велоэргометр, 50–60% от HR _{max} , 30 мин, 5 раз/нед		МПК	+17%	≤0,05
						ТФА	+14%	≤0,05	
						VE _{peak}	Увеличение	≤0,05	
						VO ₂ AT	+8%	≤0,05	

Примечание. МДВ – междиализное время; ИД – интрадиализно; Д – дома; АЭР – аэробные тренировки; КОМБ – комбинированные: аэробные + силовые нагрузки низкой интенсивности; СИЛ – силовые нагрузки; Т6МХ – пройденное расстояние при тесте с 6-минутной ходьбой; STS – Sit-to-Stand Test – скорость вставания из положения сидя; QLI – Quality of Life Index – индекс качества жизни; LSI – Life Satisfaction Index – индекс удовлетворенности жизнью; ТФА – тест физической активности; МПК – максимальное потребление кислорода; VE_{peak} – пиковая вентиляция; HR_{peak} – пиковая ЧСС; VO₂AT – потребление кислорода анаэробного порога.

В исследованиях также было выявлено значимое улучшение в показателях качества жизни [31, 32, 35] и депрессии [34], физической активности [13, 31, 32, 35] в процессе проведения программы интрадиализных тренировок. В ряде работ было обнаружено влияние интрадиализных тренировок на функционирование сердечно-сосудистой системы в виде улучшения течения артериальной гипертензии [11, 14, 15], увеличение эластичности крупных артерий [36, 37], часто сопровождаемого улучшением водного баланса и нутриционного статуса [16, 18], снижением показателей воспаления [16–19] и улучшением углеводного обмена [11, 16, 36]. В некоторых исследованиях интрадиализные тренировки рассматривались с позиции увеличения показателей эффективности процедуры диализа [18, 35, 38, 39]. В основу такой точки зрения укладывалась 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 удалением через диализатор [35].

Интересно, что проведенные в доэритропоэтический период рандомизированные контролируемые исследования, в процессе которых пациенты получали аэробные нагрузки в междиализные дни на протяжении 12 мес, выявили увеличение уровня гемоглобина к концу исследований на 16–20%, числа эритроцитов и гематокрита – на 27% при стабильной антианемической терапии и волемическом статусе [40, 41].

Зафиксированы положительные эффекты физических тренировок и в популяции пациентов, получающих терапию перитонеальным диализом [42]. В недавнем исследовании был продемонстрирован эффект стабилизации уровня гликемии на фоне аэробных физических нагрузок среди пациентов с сахарным диабетом, получавших постоянную терапию перитонеальным диализом [43].

С целью изучения эффектов физических тренировок у пациентов, получавших постоянную терапию ГД, нами были проанализированы данные рандомизированных контролируемых исследований, посвященные физической реабилитации больных с ХБП 5Д (табл. 2). Как видно из таблицы, основная масса исследований были непродолжительными (8–12 нед) [16, 35, 44], реже встречались работы, посвященные отдаленным эффектам физических нагрузок [10, 32, 45]. В более продолжительных исследованиях, в которых применялись аэробные или комбинированные нагрузки, отмечался стабильный прирост с течением времени показателей физической работоспособности и переносимости физической нагрузки (МПК, ТФА, VE_{peak}, HR_{peak}) в сравнении с контрольными группами [9, 10, 45]. В схожих по дизайну, но коротких исследованиях такого эффекта не отмечалось [44]. В достаточно коротких исследованиях, где применялись силовые нагрузки высокой интенсивности, наблюдалась положительная динамика силовых и антропометрических показателей [31], а также снижение выраженности воспаления практически без влияния на показатели мощности аэробной нагрузки [16].

Также из табл. 2 видно, что более выраженные эффекты приносили программы тренировок, выполняемых в междиализное время [9, 10, 13, 32]. Данный факт можно связать с большей свободой движений пациентов вне связи с аппаратом и с большей гемодинамической стабильностью вне диализа.

Следует отметить, что применение реабилитационных программ, предусматривающих использование дозированных физических нагрузок или силовых упражнений, возможно далеко не для всех пациентов, получающих терапию ГД. Для пациентов, не способных по причине выраженного снижения работоспособности выполнять предусмотренные программой физической реабилитации упражнения, существуют альтернативные методы физического воздействия, такие как накожная билатеральная электромиостимуляция (НБЭМ). Для назначения оптимального метода физической реабилитации необходимо использование инструментов клинической оценки физического статуса, таких как индекс коморбидности Чарлсон и индекс ограничений жизнедеятельности Бартел [46]. Так, в нашем исследовании для оценки динамики клинических и лабораторно-инструментальных показателей на фоне применения дозированных физических нагрузок во время процедуры ГД с использованием велотренажера подбирались пациенты без выраженных ограничений жизнедеятельности и с неосложненным коморбидным статусом (ИБ от 90 до 100 баллов, ИКЧ от 2 до 5 баллов, n=21).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Jette M, Posen G, Cardarelli C. Effects of an exercise programme in a patient undergoing hemodialysis treatment. *J Sports Med Phys Fitness* 1977; 17(2): 181–184
- Johansen KL. Physical functioning and exercise capacity in patients on dialysis. *Adv Renal Replace Ther* 1999; 6(2): 141–148
- Коростелева НЮ, Румянцев АШ, Шевякова ЕВ, Дягтерева ОА. Физическая работоспособность у больных с концентрической и эксцентрической гипертрофией левого желудочка, получающих лечение программным гемодиализом. *Нефрология* 2008; 12(3): 66–71 [Korosteleva NU, Rumiantseva AS, Sheviakova EV, Degtereva OA. Physical work capacity in patients with concentric and eccentric left ventricular hypertrophy, treated with programme hemodialysis. *Nephrology (Saint-Petersburg)*. 2008; 12 (3): 66-71]
- Sietsema KE, Amato A, Adler SG, Brass EP. Exercise capacity as a predictor of survival among ambulatory patients with end-stage renal disease. *Kidney International* 2004; 65(2): 719–724
- Смирнов АВ, Голубев РВ, Коростелева НЮ, Румянцев АШ. Снижение физической работоспособности у больных, получающих заместительную почечную терапию: фокус на саркопению. *Нефрология* 2017; 21(4): 9-29 [Smirnov AV, Golubev RV, Korosteleva NY, Romyantsev AS. Decline of physical performance in patients receiving renal replacement therapy: focus on sarcopenia. *Nephrology (Saint-Petersburg)*. 2017; 21(4): 9-29 (In Russ.) <https://doi.org/10.24884/1561-6274-2017-21-4-9-29>]
- Hotta C, Hiraki K, Wakamiya A et al. Relation of physical function and physical activity to sarcopenia in hemodialysis patients: A preliminary study. *Int J Cardiol* 2015; 15(191): 198–200
- O'Hare AM, Tawney K, Bacchetti P, Johansen KL. Decreased survival among sedentary patients undergoing dialysis: Results from the dialysis morbidity and mortality study wave 2. *Am J Kidney Dis* 2003; 41(2): 447–454
- Tentori F, Elder SJ, Thumma J et al. Physical exercise among participants in the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS): correlates and associated outcomes. *Nephrol Dial Transplant* 2010; 25(9): 3050–3062
- Konstantinidou E, Koukouvou G, Kouidi E et al. Exercise training in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: comparison of three rehabilitation programs. *J Rehabil Med* 2002; 34(1): 40–45
- 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; 61 (Suppl 1): 31–38
- Painter PL, Nelson-Worel JN, Hill MM et al. Effects of exercise training during hemodialysis. *Nephron* 1986; 43(2): 87–92
- Painter P, Moore GE, 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; 39(2): 257–265
- Molsted S, Eidemak I, Sorensen HT, Kristensen JH. Five months of physical exercise in hemodialysis patients: effects on aerobic capacity, physical function and self-rated health. *Nephron Clin Pract* 2004; 96(3): 76–81
- Anderson JE, MR Boivin, L. Hatchett Effect of exercise training on interdialytic ambulatory and treatment-related blood pressure in hemodialysis patients. *Ren Fail* 2004; 26(5): 539–544
- Miller BW, Cress CL, Johnson ME et al. Exercise during hemodialysis decreases the use of antihypertensive medications. *Am J Kidney Dis* 2002; 39(4): 828–833
- Cheema B, Abas H, Smith B et al. 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; 50(4): 574–584
- Smith BCF, Cheema BSB, O'Sullivan AJ 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; 53(2): 13–14
- Zaluska A, Zaluska WT, 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 Mariae Curie Sklodowska* 2002; 57(2): 342–346
- Peres A, Perotto DL, Dorneles GP et al. Effects of intradialytic exercise on systemic cytokine in patients with chronic kidney disease. *Ren Fail* 2015; 37(9): 1430–1434
- Moraes CL, Marinho S, Lobo JC et al. Effects of resistance exercise training on acyl-ghrelin and obestatin levels in hemodialysis patients. *Ren Fail* 2015; 37(5): 851–857
- Vaithilingham I, Polkinghorne K, Atkins R, Kerr P. Time and exercise improve phosphate removal in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2004; 43(1): 85–89
- Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA et al. Exercise Standards for Testing and Training: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association Circulation, 2001; 104: 1694–1740
- Gibbons RJ, Balady GJ, Beasley JW et al. ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing: Executive Summary : A Report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing) Circulation, 1997; 96: 345 – 354
- DePaul V, Moreland J, Eager T, Clase CM. The effectiveness of aerobic and muscle strength training in patients receiving hemodialysis and EPO: A randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis* 2002; 40(6): 1219–1229
- Esteve Simó V, Junqué A, Fulquet M et al. Complete low-intensity endurance training programme in haemodialysis patients:

improving the care of renal patients. *Nephron Clin Pract* 2014; 128 (3-4): 387-393

26. Ridley J, Hoey K, Ballagh-Howes N. The exercise during-hemodialysis program: Report on a pilot study. *CANNT J* 1999; 9(3): 20-26

27. 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; 81(11): 814-821

28. Olvera-Soto MG, Valdez-Ortiz R, López Alvarenga JC, Espinosa-Cuevas Mde L. Effect of Resistance Exercises on the Indicators of Muscle Reserves and Handgrip Strength in Adult Patients on Hemodialysis. *J Ren Nutr* 2016; 26(1): 53-60

29. Ridley J, Hoey K, Ballagh-Howes N. The exercise during-hemodialysis program: Report on a pilot study. *CANNT J* 1999; 9(3): 20-26

30. Painter PL, Carlson L, Carey S et al. Low-functioning hemodialysis patients improve with exercise training. *Am J Kidney Dis* 2000; 36(3): 600-608

31. Painter PL, Carlson L, Carey S et al. Physical functioning and health-related quality-of-life changes with exercise training in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2000; 35(3): 482-492

32. Manfredini F, Mallamaci F, D'Arrigo G et al. Exercise in Patients on Dialysis: A Multicenter, Randomized Clinical Trial. *Journal of the American Society of Nephrology: JASN* 2017; 28(4): 1259-1268. doi: 10.1681/ASN.2016030378

33. Moug S, Grant S, Creed G, Boulton Jones M. Exercise during haemodialysis: West of Scotland pilot study. *Scott Med J* 2004; 49(1): 14-17

34. Carney R, Templeton B, Hong B et al. Exercise training reduces depression and increases the performance of pleasant activities in hemodialysis patients. *Nephron* 1987; 47(3): 194-198

35. Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. Exercise Training During Hemodialysis Improves Dialysis Efficacy and Physical Performance. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87(5): 680-687

36. Mustata S, Chan C, Lai V, Miller J. Impact of an Exercise Program on Arterial Stiffness and Insulin Resistance in Hemodialysis Patients. *J Am Soc Nephrol* 2004; 15(10): 2713-2718

37. Toussaint ND, Polkinghorne KR, Kerr PG. Impact of intradialytic exercise on arterial compliance and B-type natriuretic peptide levels in hemodialysis patients. *Hemodial Int* 2008; 12(2): 254-263

38. Kong CH, Tattersall JE, Greenwood RN, Farrington K. The effect of exercise during haemodialysis on solute removal. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14(12): 2927-2931

39. Sun Y, Chen B, Jia Q, Wang J. The effect of exercise during hemodialysis on adequacy of dialysis. *Zhonghua Nei Ke Za Zhi* 2002; 41(2): 79-81

40. Goldberg AP, Geltman EM, Hagberg JM et al. Therapeutic benefits of exercise training for hemodialysis patients. *Kidney Int* 1983; 16: 303-309

41. Harter HR, Goldberg AP. Endurance exercise training: an effective therapeutic modality for hemodialysis patients. *Med Clin N Am* 1985; 69(1): 159-175

42. Lo CY, Li L, Lo WK et al. Benefits of exercise training in patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Am J Kidney Dis* 1998; 32(6): 1011-1018

43. Shahgholian N, Karimi O, Fard S, Shahidi S. Effects of aerobic exercise on blood glucose in continuous ambulatory peritoneal dialysis patients. *Iran J Nurs Midwifery Res* 2015; 20(2): 165-170

44. Levendoğlu F. A twelve week exercise program improves the psychological status, quality of life and work capacity in hemodialysis patients. / Levendoğlu F, Altintepe L, Okudan N et al. *J Nephrol* 2004; 17(6): 826-832

45. Ouzouni S, Kouidi E, Sioulis A et al. Effects of intradialytic exercise training on health-related quality of life indices in haemodialysis patients. *Clinical Rehabilitation* 2009; 23(1): 53-63

46. Вишневский КА, Земченков АЮ, Коростелева НЮ, Смирнов АВ. Применение индекса коморбидности Чарлсон и индекса ограничений жизнедеятельности Бартел в комплексной оценке медико-социального статуса пациентов, получающих постоянную заместительную функцию почек терапию гемодиализом. *Тер арх* 2015; 87 (6): 62-67. 10.17116/terarkh201587662-67 [Vishnevsky KA, Zemchenkov AYU, Korosteleva NYu, Smirnov AV. Use of the Charlson comorbidity index and the Barthel disability index in the integrated assessment of the sociomedical status of patients receiving continuous renal replacement therapy with hemodialysis. *Ter Arkh* 2015; 87(6): 62-67. doi: 10.17116/terarkh201587662-67]

Сведения об авторах:

Вишневский Константин Александрович, канд. мед. наук 198205, Россия, Санкт-Петербург, ул. Авангардная, д. 4. Санкт-Петербургское городское бюджетное учреждение здравоохранения «Городская больница №15», заведующий отделением хронического гемодиализа. Тел.: (812) 736-93-42, E-mail: hd15gb@mail.ru

Konstantin A. Vishnevskii, PhD 198205, Russian Federation, St.-Petersburg, Avangardnaya str. 4, City hospital №15, head of hemodialysis unit; Phone: (812) 736-93-42, E-mail: hd15gb@mail.ru

Проф. Румянцев Александр Шаликович Россия, 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д. 8а. Санкт-Петербургский государственный университет, кафедра факультетской терапии. Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, кафедра пропедевтики внутренних болезней. Тел.: +7 (812) 326-03-26, E-mail: rash.56@mail.ru Prof. Alexandr Sh.Rumyantsev MD, PhD, DMedSci Affiliations: Russia, 199106, Saint Petersburg, V.O., 21 line 8a. Saint Petersburg State University Department of Faculty Therapy. Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University Department of propedeutic of internal diseases. Phone: +7(812)326-03-26 E-mail: rash.56@mail.ru

Коростелева Наталья Юрьевна, канд. мед. наук 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Л. Толстого, д. 17, корп. 54. Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, Научно-исследовательский институт нефрологии, лаборатория почечной недостаточности. Тел.: (812) 338-69-14

Natalya Yu. Korosteleva, MD, PhD Affiliations: 197022, Russia, St-Petersburg, L. Tolstoy st., 17, build. 54, First Pavlov St-Petersburg State Medical University, Research Institute of Nephrology, Laboratory of Renal Insufficiency. Phone: (812) 338-69-14

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию: 10.03.2018

Принята в печать: 22.05.2018

Article received: 10.03.2018

Accepted for publication: 22.05.2018