

Efeitos do exercício intradiálitico sobre a qualidade do sono e a modulação autonômica cardíaca

Effects of intradialytic exercise on sleep quality and cardiac autonomic modulation

Efectos del ejercicio intradiálitico sobre la calidad del sueño y la modulación autonómica cardíaca

Emanuelle Cristinne Marques de Sousa Sá¹ ; Érika Cristina Ribeiro de Lima Carneiro¹ ; Carlos José Moraes Dias¹ ;
Luana Monteiro Anaisse Azoubel¹ ; Natalino Salgado Filho¹ ; José Hermógenes Rocco Suassuna¹ 

¹Universidade Federal do Maranhão. São Luís, Brasil; ²Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO

Objetivo: avaliar os efeitos de um programa de exercício resistido intradiálitico sobre a qualidade do sono e a modulação autonômica cardíaca de pacientes em hemodiálise. **Método:** ensaio clínico não randomizado, realizado entre fevereiro de 2019 e outubro de 2020, com 52 indivíduos renais crônicos dialíticos, alocados em grupo intervenção (GI; n=32) e grupo controle (GC; n=20). O GI realizou 12 semanas de treinamento físico intradiálitico, três vezes por semana. Foram mensurados índices de qualidade do sono e modulação autonômica cardíaca. **Resultados:** houve incremento nos índices desvio padrão dos intervalos batimento a batimento (SDNN) (ms) ($p=0,0004$), raiz quadrada da média do quadrado dos intervalos batimento a batimento adjacentes (RMSSD) (ms) ($p<0,0001$), desvio padrão 1 (SD1) (ms) ($p=0,03$) e razão desvio padrão 1/desvio padrão 2 (SD1/SD2) ($p=0,0003$). Não houve melhora da qualidade do sono. **Conclusão:** O exercício resistido intradiálitico, é capaz de melhorar a modulação autonômica cardíaca em pacientes com doença renal crônica.

Descritores: Insuficiência Renal Crônica; Diálise Renal; Exercício; Qualidade do Sono; Sistema Nervoso Autônomo.

ABSTRACT

Objective: to evaluate the effects of an intradialytic resistance exercise program on sleep quality and cardiac autonomic modulation in hemodialysis patients. **Method:** non-randomized clinical trial, carried out between February 2019 and October 2020, with 52 individuals with chronic renal failure on dialysis, divided into an intervention group (IG; n=32) and a control group (CG; n=20). The IG performed 12 weeks of intradialytic physical training, three times a week. Indices of sleep quality and cardiac autonomic modulation were measured. **Results:** there was an increase in the standard deviation indices of beat-to-beat intervals (SDNN) (ms) ($p=0.0004$), square root of the mean square of adjacent beat-to-beat intervals (RMSSD) (ms) ($p<0.0001$), standard deviation 1 (SD1) (ms) ($p=0.03$) and standard deviation 1/standard deviation 2 (SD1/SD2) ratio ($p=0.0003$). There was no improvement in sleep quality. **Conclusion:** Intradialytic resistance exercise is able to improve cardiac autonomic modulation in patients with chronic kidney disease.

Descriptors: Renal Insufficiency, Chronic; Renal Dialysis; Exercise; Sleep Quality; Autonomic Nervous System.

RESUMEN

Objetivo: evaluar los efectos de un programa de ejercicios de resistencia e intradiáliticos sobre la calidad del sueño y la modulación autonómica cardíaca en pacientes en hemodiálisis. **Método:** ensayo clínico no aleatorizado, realizado entre febrero de 2019 y octubre de 2020, junto a 52 individuos en diálisis con insuficiencia renal crónica, divididos en grupo intervención (GI; n=32) y grupo control (GC; n=20). El GI realizó 12 semanas de entrenamiento físico intradiálitico, tres veces por semana. Se midieron índices de calidad del sueño y modulación autonómica cardíaca. **Resultados:** hubo un aumento en los índices de desviación estándar de los intervalos entre latidos (SDNN) (ms) ($p=0,0004$), raíz cuadrada del cuadrado medio de los intervalos entre latidos adyacentes (RMSSD) (ms) ($p<0,0001$), desviación estándar 1 (DE1) (ms) ($p=0,03$) y relación desviación estándar 1/desviación estándar 2 (DE1/DE2) ($p=0,0003$). No hubo mejoría en la calidad del sueño. **Conclusión:** el ejercicio de resistencia intradiálitico puede mejorar la modulación autonómica cardíaca en pacientes con enfermedad renal crónica.

Descriptores: Insuficiencia Renal Crónica; Diálisis Renal; Ejercicio; Calidad del Sueño; Sistema Nervioso Autônomo.

INTRODUÇÃO

Pacientes em hemodiálise apresentam diminuição da sua capacidade física, redução do seu condicionamento, baixa tolerância para realizar atividades físicas, com menos da metade dos indivíduos apresentando condições para realizar um teste de aptidão física^{1,2}. Estudos demonstram que um programa de exercícios para estes pacientes contribui para o melhor controle da pressão arterial, da capacidade funcional, da função cardíaca e da força muscular³⁻⁶.

O treinamento de força, também conhecido como treinamento resistido, é formado por exercícios que trabalham a resistência do corpo e geralmente são realizados com pesos, faixas elásticas ou contra resistência⁷, sendo considerado um dos métodos mais eficazes para melhorar o desempenho funcional, por promover melhora da força, velocidade, potência, resistência, equilíbrio e coordenação⁸.

Diversos autores relatam que, além dos benefícios relacionados ao sistema cardiovascular, a realização de exercícios intradialíticos traz benefícios secundários, pois quebra a monotonia do procedimento, melhora a aderência e pode aumentar a eficácia da diálise^{5,9}.

Um dos efeitos que a atividade física regular produz sobre o sistema cardiovascular, consiste na capacidade de modificar o equilíbrio autonômico cardíaco, diminuindo a atividade simpática e aumentando a atividade parassimpática¹⁰. O conhecimento de que as variações da frequência cardíaca refletem uma interação entre o sistema nervoso simpático e parassimpático, veio oferecer uma janela para o estudo do controle autonômico cardíaco¹¹, visto que pacientes com modulação simpática prejudicada tem mais complicações cardiovasculares¹².

A prevalência dos distúrbios do sono encontra-se presente em até 70% dos indivíduos com doenças renais crônicas (DRC)^{13,14}. Com a progressão da doença renal, as variações do nível hormonal antidiurético e ausência de queda fisiológica da pressão arterial sistólica e diastólica, são os principais agentes causadores das alterações relacionadas ao sono, levando muitas vezes esses indivíduos a desenvolverem aumento do estresse, redução de condicionamento físico, entre outras consequências físicas e mentais danosas ao indivíduo^{15,16}.

Dessa forma, considera-se importante o objetivo desse estudo de avaliar os efeitos de um programa de exercício resistido intradialítico sobre a qualidade do sono e a modulação autonômica cardíaca de pacientes em hemodiálise.

MÉTODO

Trata-se de um ensaio clínico não randomizado, realizado na cidade de São Luís (Maranhão, Brasil), no período de fevereiro de 2019 a outubro de 2020.

A população era composta de 200 pacientes com doença renal crônica, que realizavam hemodiálise em um hospital universitário e um Centro de Nefrologia. A amostra foi do tipo não probabilística, sendo elegíveis 52 indivíduos.

Os participantes foram alocados em dois grupos. Aqueles que optaram em realizar o protocolo de treinamento físico foram direcionados para o Grupo Intervenção (n=32) e os que não aceitaram realizar o treinamento físico foram direcionados para o Grupo Controle (n=20). Houve perda amostral de 11 participantes, por razão de hipoglicemia recorrente (n=1), cateterismo (n=1), óbito (n=2), transferência para outra unidade (n=2), angina instável (n=1) e desistência (n=4).

Foram incluídos pacientes renais crônicos em hemodiálise, com idade igual ou superior a 18 anos, em tratamento dialítico há mais de três meses e que apresentassem capacidade cognitiva para compreender o processo da pesquisa. Excluíram-se aqueles que apresentassem doenças ou algum tipo de incapacidade osteomusculoesquelética que impossibilitasse as avaliações e o protocolo de exercícios, diálise por acesso vascular provisório, alterações neurológicas e comportamentais que, de alguma maneira, inviabilizassem o entendimento da pesquisa, portadores de doenças cardiovasculares e pulmonares agudizadas ou não tratadas e pacientes que já realizavam exercícios regularmente.

Além disso, foram considerados critérios para interrupção/suspensão do programa: frequência inferior a 75% das sessões, manifestação de sintomas cardiovasculares graves, pressão arterial sistólica maior ou igual a 160 mmHg e pressão arterial diastólica maior ou igual a 100 mmHg recorrentes em três sessões e infecção sistêmica aguda.

O programa de treinamento compreendeu quatro etapas: avaliação inicial, treinamento físico para pacientes do grupo intervenção (GI), seguimento para pacientes do grupo controle (GC) e reavaliação para ambos os grupos.

Os indivíduos participantes foram submetidos à avaliação da qualidade do sono, por meio do Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh¹⁷ e realização de eletrocardiograma (ECG) de repouso para análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC).

Em seguida, o GI realizou o programa de treinamento físico, que consistiu em 36 sessões, durante 12 semanas consecutivas, com frequência de três vezes por semana em dias alternados. As sessões tiveram duração média de 30 minutos e aconteceram durante as duas horas iniciais de hemodiálise, sendo supervisionadas e conduzidas pelo profissional fisioterapeuta.

O treinamento resistido consistiu em exercícios para o membro superior (sem fístula arteriovenosa) e para membros inferiores. Foram utilizados halteres, caneleiras e bolas manuais. Todos os exercícios foram realizados na própria cadeira de diálise com o paciente na posição sentada ou deitada.

Os exercícios para membro superior consistiram em elevação frontal do ombro; flexão e extensão de cotovelo; abdução e adução de ombro; exercícios manuais com bola.

Os exercícios para membros inferiores contemplaram extensão de joelho na posição sentada a 90°; flexão do quadril com elevação da perna; flexão e extensão unilateral de quadril, joelho e tornozelo; abdução e adução de quadril; circundação de quadril com perna estendida.

Para intensidade do treino e progressão da carga foi utilizada a escala de percepção subjetiva de esforço para exercício resistido (OMNI-RES), que varia de 0 (esforço mínimo) a 10 (esforço máximo). Da primeira à quarta semana, os participantes realizaram uma série de 15 repetições, com um ajuste da carga para 4 a 5 na escala de OMNI. Da quinta à oitava semana, os participantes realizaram duas séries de 10 a 12 repetições com carga para um esforço de 6 a 7 na escala de OMNI. E, da nona à 12ª semana, executaram três séries, de 8 a 10 repetições com carga ajustada para um OMNI de 8 a 9. Foi permitido um minuto de descanso entre as séries. O aumento da carga ocorreu de forma progressiva, sessão a sessão, de forma que a percepção de esforço ficasse dentro do esperado e que o paciente conseguisse executar o número de repetições pré-determinadas. Não foram registrados eventos adversos durante as sessões.

Ao término das 12 semanas, os participantes de ambos os grupos foram submetidos a reavaliação final.

Quanto à análise, o teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para testar a normalidade dos dados, os quais foram apresentados em média, desvio padrão, números absolutos e porcentagens. Todos os dados foram analisados no *software Past® 3.0 for Windows*. O teste do Qui-quadrado- χ^2 foi utilizado para verificar possíveis associações entre as variáveis qualitativas. Para comparação entre os grupos foi utilizado o one-way ANOVA de medidas repetidas e o post-hoc de Tukey. Foi adotado o nível de significância para valores de $p < 0,05$. Os índices obtidos pela VFC foram analisados através do *software Kubios HRV, versão 2.0 (Biosignal Analysis and Medical Imaging Group, Kuopio, Finlândia)*.

Todos os procedimentos foram submetidos, junto ao protocolo de pesquisa, para aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa das instituições envolvidas. Somente participaram deste estudo pacientes que aceitaram ser voluntários e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

RESULTADOS

Na Tabela 1 estão descritos dados relacionados a qualidade do sono dos grupos controle (G.C.) e grupo intervenção (G.I.).

TABELA 1: Qualidade do Sono de pacientes em hemodiálise antes e após 12 semanas de exercício físico resistido intradiálitico. São Luís, MA, Brasil, 2020.

	Categoria	Grupo Controle (n=19)				Grupo Intervenção (n=22)				p-valor
		Pré		Pós		Pré		Pós		
		N	%	N	%	N	%	N	%	
Qualidade Subjetiva do Sono	Muito boa	5	26%	3	15%	4	18%	5	22%	0.33
	Boa	6	31%	13	68%	16	72%	13	59%	
	Ruim	5	26%	2	10%	1	4%	3	13%	
	Muito ruim	3	15%	1	5%	1	4%	1	4%	
Latência do Sono (minutos)	≤ 15	6	31%	8	42%	10	45%	15	68%	0.08
	16 a 30	6	31%	0	0%	5	22%	2	9%	
	31 a 60	3	15%	6	31%	4	18%	2	9%	
	> 60	4	21%	5	26%	3	13%	2	9%	
Duração do Sono (horas)	> 7	13	68%	11	57%	13	59%	14	63%	0.82
	6-7	2	10%	4	21%	7	31%	5	22%	
	5-6	3	15%	2	10%	1	4%	1	4%	
	< 5	1	5%	2	10%	1	4%	1	4%	
Eficiência do Sono (%)	> 85	15	78%	16	84%	20	90%	21	95%	0.43
	75 - 84	2	10%	2	10%	0	0%	0	0%	
	65-74	2	10%	1	5%	1	4%	0	0%	
	<65	0	0%	0	0%	1	4%	1	4%	
Distúrbios do Sono (eventos/semana)	Nenhum	0	0%	4	21%	4	18%	4	18%	0.19
	< 1	12	63%	14	73%	14	63%	16	72%	
	1-2	6	31%	1	5%	4	18%	2	9%	
	3	1	5%	0	0%	0	0%	0	0%	
Uso de medicamento para dormir (eventos/semana)	Nenhuma	10	52%	7	36%	13	59%	14	63%	0.13
	<1	0	0%	0	0%	3	13%	0	0%	
	1-2	1	5%	1	5%	0	0%	1	4%	
	3	8	42%	11	57%	6	27%	7	31%	
Disfunção diurna	Nenhuma	9	47%	12	63%	11	50%	13	59%	0.92
	Pequena	8	42%	6	31%	10	45%	8	36%	
	Moderada	2	10%	1	5%	1	4%	1	4%	
	Muita	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	
Escore - Qualidade do Sono	Boa (0-4)	7	36%	6	31%	9	40%	15	68%	0.20
	Ruim (5-10)	9	47%	11	57%	10	45%	7	31%	
	Distúrbio do sono (>10)	3	15%	2	10%	3	13%	0	0%	

Os resultados foram descritos por frequência de distribuição e percentual relativo. Nota-se que no grupo controle apresentavam distúrbio do sono 15% dos participantes ($n=3$), e no grupo intervenção apenas 13% ($n=3$), no início do programa.

Observa-se que, antes e após 12 semanas de treinamento físico resistido, tanto no grupo controle quanto no grupo intervenção, não houve alteração significativa em nenhum dos sete componentes do Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh, ou no escore total do mesmo; porém, quando dividimos os pacientes em qualidade do sono boa (grupo 1) e qualidade do sono ruim e distúrbios do sono (grupo 2), nota-se que no grupo controle não houve mudança no escore de qualidade do sono, porém no grupo intervenção houve incremento de pacientes com melhora no escore de qualidade do sono de 40,9% para 68,1% e o componente que parece ter influenciado esta melhora é a latência do sono.

Os resultados da análise estatística na Tabela 2, indicam os índices da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo e métodos não lineares, através de média e desvio padrão.

TABELA 2: Modulação autonômica cardíaca antes e após 12 semanas de exercício resistido intradialítico. São Luís, MA, Brasil, 2020.

Variáveis	Grupo Controle (n=19)		Grupo Intervenção (n=22)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Domínio do Tempo				
Média RR (ms)	768,7±124,2	768,6±92,69	729,6±91,41	764,3±97,90
SDNN (ms)	16,10±4,89	14,20±3,40	12,38±1,98	22,29±7,19 *†
RMSSD (ms)	10,68±7,60	9,59±5,39	8,01±4,05	18,08±4,65 *†¶
Métodos não lineares				
SD1 (ms)	4,88±2,48	5,64±2,75	4,62±3,67	8,37±4,83 *¶
SD2 (ms)	16,72±9,71	16,88±9,46	17,07±9,24	12,94±7,33
SD1/SD2	4,08±3,42	3,29±1,81	4,36±2,32	1,83±1,06 *¶

Legenda: Média RR: média dos intervalos R-R; SDNN: desvio padrão dos intervalos R-R; RMSSD: Raiz quadrada da média do quadrado dos intervalos R-R adjacentes; SD: desvio padrão. * $p < 0,05$ diferença intragrupo pré x pós. † $p < 0,05$ diferença intergrupos pós x pós. ¶ $p < 0,05$ diferença intergrupos pré x pós.

Os índices SDNN(ms) ($p=0,0004$), RMSSD(ms) ($p<0,0001$), SD1(ms) ($p=0,03$) e razão SD1/SD2 ($p=0,0003$), obtiveram melhoras significativas após o programa de exercício resistido, demonstrando aumento do predomínio parassimpático e a melhora da modulação autonômica cardíaca total no grupo intervenção.

Houve diferença intergrupo pós x pós nos índices SDNN(ms) ($p=0,02$) e RMSSD(ms) ($p=0,0002$), de modo semelhante houve diferença intergrupo pré x pós com aumento do RMSSD(ms) ($p=0,001$) e SD1(ms) ($p=0,04$) e diminuição da razão SD1/SD2 ($p=0,02$).

Os valores de média RR(ms) e SD2(ms) não apresentaram diferenças significativas.

DISCUSSÃO

Uma das complicações enfrentadas por indivíduos com DR, são os distúrbios do sono^{14,18}. Em uma análise transversal, foi observada a presença de qualidade do sono ruim ou distúrbio do sono em aproximadamente 70% de indivíduos adultos no estágio final da DRC, ou seja, mais da metade da amostra analisada¹⁸.

Estudos relatam maior prevalência de alterações do sono em pacientes com DRC em hemodiálise comparado a pessoas sem comprometimento renal^{19,20}. Este estudo constatou a presença de má qualidade do sono em 45% dos indivíduos renais crônicos dialíticos participantes do estudo e, após 12 semanas de treinamento físico resistido e acompanhamento, 43% ainda apresentavam qualidade do sono ruim, o que discorda dos resultados de outros autores, que verificaram melhora na qualidade do sono, nos marcadores inflamatórios e na força muscular de homens que realizaram exercício resistido intradialítico durante três meses²⁰, porém corrobora com estudo francês, que não evidenciou melhora na qualidade do sono após 12 semanas de exercício intradialítico²¹. O fato do treinamento físico aqui proposto ter sido realizado no início do horário noturno pode ter atrapalhado a indução do sono; além de outros fatores como o tipo de exercício aplicado (resistido), a duração das sessões e do período total de treinamento; e de componentes psicossociais e clínicos, como anemia.

A constância de um sono não reparador, pode levar os pacientes a desenvolverem indisposição e desânimo para a prática de atividade física e até para as próprias atividades da vida diária¹⁵.

São raros os estudos que têm investigado o efeito do exercício físico resistido intradialítico no sistema nervoso autônomo de pacientes renais em hemodiálise. Nesta pesquisa, as diferenças estatísticas entre o período pré e pós-intervenção e entre o grupo controle e o grupo intervenção nos índices SD1 e SD1/SD2, caracterizou melhora na modulação autonômica cardíaca com predominância do parassimpático no grupo que sofreu intervenção por exercício físico. Comportamento este, verificado por outros autores que avaliaram os efeitos do treinamento físico resistido em outras populações, como mulheres hipertensas, em pós menopausa e idosos com má qualidade do sono, relatando aumento do tônus vagal e redução da atividade simpática, com aumento dos índices RMSSD e SD1²²⁻²⁴. Nesse sentido, foi descrito em revisão sistemática com metanálise, os efeitos do treinamento resistido no controle autonômico cardíaco, descrevendo diferenças significativas nos índices RMSSD e SD1 entre indivíduos saudáveis e doentes e concluindo que o treinamento físico tem efeitos mínimos ou nulos no controle autonômico de indivíduos saudáveis, mas pode levar à melhoria do controle autonômico cardíaco de indivíduos doentes¹⁸.

No presente estudo, verificou-se aumento dos índices SDNN (desvio padrão dos intervalos R-R) e RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado dos intervalos R-R adjacentes), que modulam a VFC no domínio do tempo, demonstrando que houve melhora da resposta autonômica, no sentido de aumento da atividade parassimpática, levando a um maior equilíbrio simpátovagal. Publicação recente descreveu que o treinamento físico intradialítico, realizado durante 3 meses, foi eficaz na melhora da qualidade de vida e da variabilidade da frequência cardíaca, com incremento nos índices SDNN, RMSSD, SD1 e SD2, o que corrobora nossos achados²⁵.

Estudo prévio realizado com 30 pacientes, que realizaram exercícios resistidos por dez meses durante as sessões de HD, também se mostrou eficiente na melhora do tônus parassimpático, com aumento do índice SDNN no domínio do tempo, não havendo alterações significativas no grupo controle²⁶. Outro estudo realizado com 44 pacientes renais crônicos (idade 46,3±11,2 anos), submetidos a um protocolo de treinamento resistido intradialítico durante um ano, demonstrou aumento significativo dos índices SDNN em 58,8% e RMSSD em 68,1%, com consequente melhora da modulação autonômica cardíaca²⁷. Estudo transversal realizado com 27 tunisianos com doença renal crônica dialítica, através da realização de eletrocardiograma de 24 horas e análise da VFC, observou-se a presença de disfunção do SNA, caracterizada por uma hiperativação do sistema nervoso simpático associada a uma diminuição da atividade parassimpática²⁸.

Outra complicação enfrentada por indivíduos com DRC, são os distúrbios do sono^{14,29}. Em uma análise transversal, foi observada a presença de qualidade do sono ruim ou distúrbio do sono em aproximadamente 70% de indivíduos adultos no estágio final da DRC, ou seja, mais da metade da amostra analisada²⁹.

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o exercício resistido intradialítico em pacientes com DRC, após três meses, melhorou a modulação autonômica cardíaca, aumentando a modulação parassimpática e modulação cardíaca total, melhorando também a sobrevida destes pacientes, visto que, indicadores de incremento da modulação parassimpática foram associados em outros estudos a menor riscos de eventos cardiovasculares. No entanto, não foram observadas alterações significativas na qualidade do sono antes e após o programa de exercícios.

Constatamos, portanto, que o exercício resistido intradialítico pode ser usado como medida coadjuvante para melhora clínica destes pacientes e como norte para criação de estratégias que visem a manutenção da força muscular periférica e aumento da sobrevida dos mesmos.

REFERÊNCIAS

1. Perez-Dominguez B, Casaña-Granell J, Garcia-Maset R, Garcia-Testal A, Melendez-Oliva E, Segura-Orti E. Effects of exercise programs on physical function and activity levels in patients undergoing hemodialysis: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2021 [cited 2022 Aug 11]; 57(6):994-1001. DOI: <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.21.06694-6>.
2. Abdelbasset WK, Ibrahim AA, Althomali OW, Hussein HM, Alrawaili SM, Alsubaie SF. Effect of twelve-week concurrent aerobic and resisted exercise training in non-dialysis day on functional capacity and quality of life in chronic kidney disease patients. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2022 [cited 2022 Aug 11]; 26(17):6098-106. DOI: https://doi.org/10.26355/eurrev_202209_29626.
3. Rosa CSC, Nishimoto DY, Souza GDE, Ramirez AP, Carletti CO, Daibem CGL, et al. Effect of continuous progressive resistance training during hemodialysis on body composition, physical function and quality of life in end-stage renal disease patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2018 [cited 2022 Aug 11]; 32(7):899-908. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0269215518760696>.
4. ZJ, Zhang HL, Yin LX. Effects of intradialytic resistance exercise on systemic inflammation in maintenance hemodialysis patients with sarcopenia: a randomized controlled trial. *Int Urol Nephrol.* 2019 [cited 2022 Aug 11]; 51(8):1415-24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11255-019-02200-7>.

5. Rhee SY, Song JK, Hong SC, Choi JW, Jeon HJ, Shin DH, et al. Intradialytic exercise improves physical function and reduces intradialytic hypotension and depression in hemodialysis patients. *Korean J Intern Med.* 2019 [cited 2022 Aug 11]; 34(3):588-98. DOI: <http://dx.doi.org/10.3904/kjim.2017.020>.
6. Exel AL, Lima PS, Urtado CB, Dibai-Filho AV, Vilanova CL, Sabino EFP, et al. Effectiveness of a resistance exercise program for lower limbs in chronic renal patients on hemodialysis: a randomized controlled trial. *Hemodial Int.* 2021 [cited 2022 Aug 11]. 12918. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/hdi.12918>.
7. Kambič T, Farkaš J, Lainscak M. Comment on: "Effects of resistance training intensity on muscle quantity/quality in middle-aged and older people: a randomized controlled trial" by Otsuka et al. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2022 [cited 2022 Aug 11]; 13(5):2579-80. DOI: <https://doi.org/10.1002/jcsm.13036>.
8. Rissanen J, Walker S, Pareja-Blanco F, Häkkinen K. Velocity-based resistance training: do women need greater velocity loss to maximize adaptations? *Eur J Appl Physiol.* 2022 [cited 2022 Aug 11]; 122(5):1269-80. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00421-022-04925-3>.
9. Pu J, Jiang Z, Wu W, Li L, Zhang L, Li Y, Liu Q, Ou S. Efficacy and safety of intradialytic exercise in haemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2019 [cited 2022 Aug 11]; 21;9(1):e020633. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2017-020633>.
10. Shie JR, Chen TY, Kao CW. The effect of exercise training on heart rate variability in patients with hemodialysis: a systematic review. 2019 [cited 2022 Aug 11]; 66(1):70-83. DOI: [http://dx.doi.org/10.6224/JN.201902_66\(1\).09](http://dx.doi.org/10.6224/JN.201902_66(1).09).
11. Anane I, Guedri Y, Sakly G, Saafi MA. HP07: A 24-hour heart rate variability analysis in Tunisian patients under hemodialysis is an indicator of autonomic nervous system activity. *Clinical Neurophysiol.* 2022 [cited 2022 Aug 11]; 135:e3. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2021.11.014>.
12. Hadaya J, Ardell JL. Autonomic modulation for cardiovascular disease. *Front Physiol.* 2020 [cited 2022 Aug 11]; 11:617459. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2020.617459>.
13. Tan LH, Chen PS, Chiang HY, King E, Yeh HC, Hsiao YL, et al. Insomnia and Poor Sleep in CKD: A Systematic Review and Meta-analysis. *Kidney Med.* 2022 [cited 2022 Aug 11]; 4(5):100458. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.xkme.2022.100458>.
14. Wu Y, Yang L, Zhong Z, Wu X, He Z, Ma H, et al. Auricular acupuncture for hemodialysis patients with insomnia: a multicenter double-blind randomized sham-controlled trial. *J Integr Complement Med.* 2022 [cited 2022 Aug 11]; 28(4):339-48. DOI: <https://doi.org/10.1089/jicm.2021.0332>.
15. Aoike DT, Baria F, Kamimura MA, Ammirati A, Cuppari L. Home-based versus center-based aerobic exercise on cardiopulmonary performance, physical function, quality of life and quality of sleep of overweight patients with chronic kidney disease. *Clin Exp Nephrol.* 2018 [cited 2022 Aug 11]; 22(1):87-98. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10157-017-1429-2>.
16. Atef H, Abdeen H. Effect of exercise on sleep and cardiopulmonary parameters in patients with pulmonary artery hypertension. *Sleep Breath.* 2021 [cited 2022 Aug 11]; 25(4):1953-60. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11325-020-02286-9>.
17. Bertolazi NA, Fagundes SC, Hoff LS, Dartora EG, MiozoolCS, Barba MEF et al. Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Sleep Med.* 2011 [cited 2022 Aug 11]; 12(1):70-5. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2010.04.020>.
18. Bhati P, Moiz JA, Menon GR, Hussain ME. Does resistance training modulate cardiac autonomic control? A systematic review and meta-analysis. *Clin Auton Res.* 2019 [cited 2022 Aug 11]; 29(1):75-103. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10286-018-0558-3>.
19. Cho JH, Lee JY, Lee S, Park H, Choi SW, Kim JC. Effect of intradialytic exercise on daily physical activity and sleep quality in maintenance hemodialysis patients. *Int Urol Nephrol.* 2018 [cited 2022 Aug 11]; 50(4):745-54. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11255-018-1796-y>.
20. Corrêa HL, Moura SRG, Neves RVP, Tzanno-Martins C, Souza MK, Haro AS, et al. Resistance training improves sleep quality, redox balance and inflammatory profile in maintenance hemodialysis patients: a randomized controlled trial. *Sci Rep.* 2020 [cited 2022 Aug 11]; 10(1):11708. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-020-68602-1>.
21. Gallot M, Rieth N, Ganea A. Effect of intradialytic physical activity on the quality of life, biological parameters and sleep in hemodialysis patients. *J Clin Nephrol.* 2019 [cited 2022 Aug 11]; 3:168-74. DOI: <http://dx.doi.org/10.29328/journal.jcn.1001044>.
22. Masroor S, Bhati P, Verma S, Khan M, Hussain ME. Heart rate variability following combined aerobic and resistance training in sedentary hypertensive women: a randomised control trial. *Indian Heart J.* 2018 [cited 2022 Aug 11]; 70(Suppl 3):S28-S35. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ihj.2018.03.005>.
23. Rezende Barbosa MP, Vanderlei LC, Neves LM, Takahashi C, Torquato PR, Silva AK, et al. Functional training in postmenopause: cardiac autonomic modulation and cardiorespiratory parameters, a randomized trial. *Geriatr Gerontol Int.* 2019 [cited 2022 Aug 11]; 19(8):823-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/ggi.13690>.
24. Tseng TH, Chen HC, Wang LY, Chien MY. Effects of exercise training on sleep quality and heart rate variability in middle-aged and older adults with poor sleep quality: a randomized controlled trial. *J Clin Sleep Med.* 2020 [cited 2022 Aug 11]; 16(9):1483-92. DOI: <https://doi.org/10.5664/jcsm.8560>.
25. Pereira ABN, Santana LL, Rocha LB, Cunha KDC, Rocha LSO, Santos MCS, et al. Physical exercise affects quality of life and cardiac autonomic modulation in patients with chronic kidney failure submitted to hemodialysis: a randomized clinical trial. *Percept Mot Skills.* 2022 [cited 2022 Aug 11]; 129(3):696-713. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/00315125221085811>.
26. Kouidi EJ, Grekas DM, Deligiannis AP. Effects of exercise training on noninvasive cardiac measures in patients undergoing long-term hemodialysis: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2009 [cited 2022 Aug 11]; 54(3):511-21. DOI: <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.03.009>.

27. Kouidi E, Karagiannis V, Grekas D, Iakovides A, Kaprinis G, Tourkantonis A, et al. Depression, heart rate variability, and exercise training in dialysis patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2010 [cited 2022 Aug 11]; 17(2):160-7. DOI: <https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e32833188c4>.
28. Liao JL, van den Broek-Best O, Smyth B, Hong D, Vo K, Zuo L, Gray NA, Chan CT, et al. Effect of extended hours dialysis on sleep quality in a randomized trial. *Nephrology (Carlton)*. 2019 [cited 2022 Aug 11]; 24(4):430-7. DOI: <https://doi.org/10.1111/nep.13236>.
29. Rehman IU, Wu DB, Ahmed R, Khan NA, Rahman AU, Munib S, et al. A randomized controlled trial for effectiveness of zolpidem versus acupressure on sleep in hemodialysis patients having chronic kidney disease-associated pruritus. *Medicine (Baltimore)*. 2018 [cited 2022 Aug 11]; 97(31):e10764. DOI: <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000010764>.

Contribuições dos autores:

Concepção, E.C.M.S.S. e C.J.M.D.; metodologia, E.C.M.S.S.; validação, N.S.F.; J.H.R.S. e E.C.R.L.C.; análise Formal, C.J.M.D.; investigação, L.M.A.A.; curadoria de dados, E.C.M.S.S.; redação - preparação do manuscrito, E.C.M.S.S.; redação – revisão e edição, E.C.R.L.C.; C.J.M.D.; L.M.A.A.; N.S.F. J.H.R.S.; visualização, C.J.M.D.; supervisão, L.M.A.A.; administração do Projeto, L.M.A.A. Todos os autores realizaram a leitura e concordaram com a versão publicada do manuscrito.