

Influência do exercício físico no sistema cardiovascular de doentes hemodialisados

João Miguel Pereira da Silva Varão

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Medicina
(Mestrado integrado)

Orientadora: Prof. Dra. Joana Coutinho Negro
Co-orientador: Prof. Dr. Miguel Castelo-Branco Craveiro Sousa

fevereiro de 2024

Declaração de Integridade

Eu, João Miguel Pereira da Silva Varão, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição 41234 de Medicina na Faculdade de Ciências da Saúde, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

A handwritten signature in blue ink that reads "João Varão". The signature is written in a cursive style with a tilde over the 'ã' in both words.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 19 /02 /2024

Agradecimentos

Aos meus pais, pois tudo o que consegui até hoje foi graças a vocês. O que se adivinhava ser um percurso difícil, foi sempre ficando mais fácil com a orientação, apoio e amor constantes. São os meus maiores ídolos e fãs ao mesmo tempo, um exemplo que quero seguir para sempre. Tenho a maior sorte do mundo em ter pais assim, espero ter retribuído o orgulho e continuar a fazê-lo daqui para a frente.

À minha irmã, pois nada seria possível sem uma mana para chatear e irritar. Por detrás da estupidez e infantilidade inerentes a uma irmã mais nova, está alguém para quem olho de forma especial com muito carinho. Partilhamos um suporte mútuo único muito nosso contra o mundo daí que, ainda que possas não te aperceber disso, foi fundamental para que atingisse os patamares de agora.

À minha namorada, Biinha, por tudo o que representas. Não há palavras para descrever a intimidade da nossa relação. Foste definitivamente a melhor pessoa que o curso me deu. És alguém que extrai de mim a minha melhor versão, a que mais me viu chorar mas também rir, a que desde o primeiro sorriso marcou este percurso na Covilhã pela tua amabilidade, altruísmo, espontaneidade, genuinidade e muita brincadeira e parvoíce à mistura. Sou eternamente grato pela presença e intervenção de tão incrível ser nesta viagem de seis anos, não posso pedir melhor para a vida toda.

Aos meus colegas de casa, Rodas e Digas, por terem sido a maior e melhor surpresa. Desde cedo que criámos um núcleo forte e sólido entre os três, permitindo a partir daí o desenvolver da bonita amizade que temos agora. Inúmeras horas, milhares de “Queres arroz?” e memórias únicas criadas juntos. Sempre senti empatia extrema e um companheirismo excepcional do vosso lado, pelo que só tenho a agradecer do fundo do coração. Tomara toda a gente ter a sorte de ter colegas de casa como vocês.

Aos meus amigos, por terem tornado a Covilhã não uma segunda mas sim primeira casa. Festas, desporto, estudo, dramas pessoais e familiares, bebedeiras, exames, etc. Não houve um único momento em que me sentisse só ou desamparado e, se assim foi, deve-se a vocês. Foram sem dúvida os melhores anos da minha vida e, com vocês ao lado, voltava a repetir tudo outra vez.

Aos meus avôs e avós, por serem uma inspiração sem igual. Prometo manter-vos em mente no dia-a-dia, tratando toda a gente como se de um de vós se tratasse para que possam sentir honrado o legado que deixaram.

Resumo

Pacientes em hemodiálise estão tipicamente associados a uma taxa de mortalidade mais alta e a uma reduzida atividade física, contribuindo para uma maior debilidade do sistema cardiovascular destes indivíduos. Por comparação com outros parâmetros, é frequentemente estudado o impacto do exercício físico na componente cardiovascular deste grupo populacional. No entanto, os resultados obtidos neste âmbito apresentam uma divergência considerável entre estudos. Assim, o objetivo desta revisão sistemática é analisar e comparar diferentes programas de exercício físico para determinar o respetivo efeito sobre o sistema cardiovascular dos pacientes. A pesquisa de artigos na plataforma PubMed identificou 19 artigos randomizados no período de tempo compreendido entre 2010 e 2023. Apenas foram incluídos artigos em que o exercício estivesse implementado no grupo de intervenção e que o grupo de controlo fizesse apenas cuidados habituais ou movimentos passivos. Os participantes são indivíduos com idade igual ou superior a 18 anos, hemodialisados há pelo menos 3 meses. Para extração de conclusões acerca do sistema cardiovascular dos participantes, foram apreciados indicadores de inflamação sistémica, medidas cardiovasculares objetivas, VO₂ máximo, *6 Minutes Walk Test*, desempenho físico, qualidade de vida e composição corporal. Da evidência disponível, foi demonstrado que o exercício, independentemente das suas particularidades, melhorou aspetos cardiovascular objetivos, tendo potencial para ser uma medida eficaz na gestão de pacientes desta população específica. Para tal, é necessária a realização de mais investigações e estudos randomizados.

Palavras-chave

hemodiálise;cardiovascular;exercício físico; exercício aeróbico; exercício de resistência (para a pesquisa foram ainda usados os operadores booleanos AND e OR)

Abstract

Hemodialysis patients are typically associated with a higher mortality rate and reduced physical activity, contributing to a greater weakness of the cardiovascular system of these individuals. By comparison with other parameters, the impact of physical exercise on the cardiovascular component of this population group is often studied. However, the results obtained in this area show a considerable divergence between studies. Thus, the aim of this systematic review is to analyze and compare different physical exercise programs to determine their effect on the patient's cardiovascular system. The article search on the PubMed platform identified 19 randomized articles in the period from 2010 to 2023. All of the included items have implemented exercise programs in the intervention group and only performed usual care or passive movements in the control group. Participants are individuals aged 18 years or older who have been hemodialysed for at least 3 months. To draw conclusions about the participants' cardiovascular system, indicators of systemic inflammation, objective cardiovascular measurements, maximum volume of oxygen consumed, six minutes walk test, physical performance, quality of life and body composition were appreciated. From the available evidence, it has been shown that exercise, regardless of its peculiarities, improved objective cardiovascular aspects, having the potential to be an effective measure in the management of patients in this specific population. This requires more research and randomized studies.

Keywords

hemodialysis;cardiovascular;physical exercise;aerobic exercise;resistance exercise

Índice

Agradecimentos.....	5
Resumo	7
Palavras-chave.....	7
Abstract.....	9
Keywords	9
Índice	11
Lista de Figuras	13
Lista de Tabelas.....	15
Lista de Acrónimos.....	17
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento da hemodiálise.....	1
1.2 Estatísticas da Doença Renal Crónica	1
1.2.1 Prevalência.....	1
1.2.2 Impacto económico	1
1.3 Fatores de risco.....	2
1.4 EF como tratamento.....	2
1.4.1 Impacto do EF sob o sistema cardiovascular: como avaliar	3
1.5 Relevância do tema	3
1.5.1 Objetivo	4
2. Materiais e métodos	5
2.1 Desenho do estudo	5
2.2 Estratégia de pesquisa.....	5
2.3 Seleção de artigos: critérios de inclusão e exclusão.....	5
2.4 Extração de dados.....	6
3. Resultados.....	9
3.1 Pesquisa literária	9
3.2 Seleção de estudos e suas características	9

3.3	Avaliação dos resultados	10
3.3.1	Parâmetros inflamatórios	10
3.3.2	Parâmetros cardiovasculares objetivos.....	11
3.3.3	VO ₂ máximo	12
3.3.4	6MWT e outros testes	12
3.3.5	Desempenho físico	12
3.3.6	Qualidade de vida e outros	12
3.3.7	Composição corporal / Estado nutricional	13
4.	Discussão	21
4.1	Limitações.....	24
4.2	Direções para futuras pesquisas.....	25
5.	Conclusão.....	27
6.	Bibliografia	29

Lista de Figuras

Figura 1 - Fluxograma de seleção dos estudos da revisão.....	7
--	---

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resumo dos estudos que avaliam parâmetros relacionados com a componente cardiovascular de pacientes hemodialisados após programa de exercício físico.....	14
---	----

Lista de Acrónimos

5STS	5-times Sit-To-Stand test
6MWT	6-Minutes Walk test
CV	Cardiovascular(es)
DRC	Doença Renal Crónica
DRCT	Doença Renal Crónica Terminal
EF	Exercício Físico
FE	Fração de Ejeção
HD	Hemodiálise
HVE	Hipertrofia Ventricular Esquerda
IL6	Interleucina 6
IMC	Índice de Massa Corporal
MI	Membros Inferiores
MS	Membros Superiores
MVE	Massa Ventricular Esquerda
NF - kB	Fator Nuclear Kappa B
Nrf2 mRNA	RNA Mensageiro da Proteína Nrf2
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PCR	Proteína C Reativa
PSAP	Pressão Sistólica Arterial Pulmonar
QoL	Qualidade de Vida
RA	Rigidez Arterial
STS	Sit-To-Stand test
STS30	30-second Chair-Stand test
TNF alfa	Fator de Necrose Tumoral Alfa
TSR	Terapia de Substituição Renal
TUG	Timed Up and Go
VE	Ventrículo Esquerdo
VO ₂	Volume de Oxigénio Consumido
VOP	Velocidade da Onda de Pulso

1. Introdução

1.1 Enquadramento da hemodiálise

A DRC representa um estado de stress oxidativo significativo, de pró-inflamação e malnutrição. Em conjunto, levam à acumulação de produtos do metabolismo com consequente alteração da homeostase. Por sua vez, estes desequilíbrios podem, gradualmente, culminar numa capacidade física funcional diminuída, bem como no aumento da mortalidade, visto que podem causar dano a órgãos específicos como os do sistema CV (1). Se não for tratada atempadamente, a DRC pode progredir para DRCT e levar ao aparecimento precoce de doenças CV. O tratamento para a DRCT passa pela TSR, que inclui quer a diálise quer o transplante renal. Estima-se que perto de quatro milhões de pessoas em todo o mundo estejam sujeitas a TSR, sendo a HD o modelo terapêutico mais comum: aproximadamente 69% de todos os pacientes sob TSR e 89% daqueles submetidos a diálise (2).

1.2 Estatísticas da Doença Renal Crónica

1.2.1 Prevalência

Em Portugal, a prevalência de pacientes com DRC sob tratamento com HD tem vindo a crescer, em média, cerca de 3.6% por ano, entre 1998 e 2019. Apesar deste aumento, a taxa de crescimento tem registado uma tendência decrescente, sendo de quase 8% em 1999 e perto dos 2% em 2019. Dados de 2023 reportam 13 mil doentes renais crónicos terminais, dos quais 86% necessitam de 3 idas semanais a um centro de HD (3)

1.2.2 Impacto económico

Para além das componentes social e individual deste problema, é importante ter noção do impacto económico desta questão. A DRC, principalmente quando associada a DRCT, não implica apenas procedimentos dialíticos como também consciencialização e capacitação dos pacientes para combater a patologia através da adoção e manutenção de comportamentos apropriados como em relação à dieta, ingestão de fluidos e toma de medicação, de modo a maximizar os resultados clínicos deste grupo de indivíduos (4). Em Portugal, o gasto global com os tratamentos por HD era já de 136 milhões de euros em 2005. Mais recentemente, os dados da Entidade Reguladora de Saúde apontaram

para uma despesa do Estado com as necessidades na área da diálise na casa dos 229 milhões de euros em 2021, valor acima dos 197 milhões gastos em 2019 e ligeiramente abaixo dos 230 milhões de 2020 (5).

1.3 Fatores de risco

A presença de fatores de risco CV típicos como hipertensão, diabetes e valores baixos de lipoproteínas de alta-densidade é elevada neste tipo de pacientes. No entanto, a prevalência e severidade da mortalidade e morbidade associadas à população em HD é desproporcionalmente mais elevada. Assim, tudo indica que fatores de risco não tradicionais como o aumento do stress oxidativo e da inflamação podem ter uma contribuição significativa no que toca a complicações CV (6).

Estes fatores de risco não tradicionais demonstram estar especificamente relacionados com a DRCT e incluem uremia, disfunção endotelial, metabolismo ósseo anormal, anemia, inflamação sistémica e a HD em si (7). Estas alterações levam a mudanças patológicas na parte estrutural e funcional do coração: HVE, dilatação VE, rigidez arterial e fibrose miocárdica. A HVE é a mais comum, estando presente em 75% dos indivíduos que iniciam diálise, aumento essa percentagem para 90% 2 anos após o início das sessões (8,9). Para além das alterações referidas, também o pico de VO₂ é um parâmetro frequentemente utilizado na avaliação dos indivíduos com DRC. Sabe-se que doentes renais crónicos têm um valor de pico de VO₂ inferior quando comparados com indivíduos saudáveis com a mesma idade, sendo também este um fator de risco para desenvolvimento de doenças CV e aumento da mortalidade (10).

1.4 EF como tratamento

Pacientes com DRC estão habitualmente sujeitos a uma elevada variedade de comorbilidades, em associação a vários distúrbios CV. É assim criado um ciclo vicioso que gradualmente leva à inatividade, que por sua vez reduz a sua capacidade e autonomia física, aumentando a mortalidade. Surge desta forma o conceito da inclusão de programas de EF, com melhorias em alguns dos fatores de risco CV como PA e perfis lipídicos (11). O EF aeróbico e de resistência muscular durante a diálise aumentam o fluxo sanguíneo a nível muscular com um aumento da área de superfície capilar, o que melhora a passagem de ureia e toxinas dos tecidos para a região vascular. Esta melhoria afeta positivamente a eficácia da diálise e para além disso, demonstra que o EF moderado

pode modular a resposta inflamatória dos tecidos, o que seria benéfico perante DRCT (12). Para além disso, foi ainda comprovado o efeito positivo do EF intradialítico sobre aspetos como qualidade de vida, PA, aptidão cardíaca e anemia em pacientes sob tratamento de diálise (13,14).

1.4.1 Impacto do EF sob o sistema cardiovascular: como avaliar

Existe uma grande variedade dentro dos parâmetros utilizados pelos diversos estudos para avaliar o impacto do EF no sistema CV de pacientes hemodialisados. Muitos dos estudos nesta área têm como objetivo avaliar características hemodinâmicas como PA (13,15–17) ou alterações estruturais e funcionais do próprio sistema CV como massa ventricular esquerda (18–21) e fração de ejeção (13,17) O sistema CV está intimamente relacionado com a inflamação e seus componentes. Assim sendo, é frequente a análise e interpretação de resultados da influência do EF em parâmetros inflamatórios como citocinas, PCR, IL-6, moléculas de adesão celular e TNF-alfa (12,19,22–25) . Uma das principais áreas de estudo na qual se observa de forma mais evidente a influência e relevância da prática de EF neste conjunto específico de indivíduos que são os doentes hemodialisados é a qualidade de vida. Para tal, e dada a complexidade em estudar esta área tão abrangente, os estudos que têm como objetivo tirar conclusões neste aspeto regem-se, frequentemente, pela avaliação de um ou vários dos seguintes componentes: escalas subjectivas de autoavaliação da qualidade de vida através de ferramentas como a QoL Scale (12,14,24–26) ou medições concretas de itens que permitam concluir acerca da capacidade física funcional dos pacientes através de testes como 6 Minutes Walking Test, Timed Up and Go Test e 30 Seconds Sit To Stand Test (12,14,22,24,26,27) ou testes fisiológicos mais específicos como determinação do VO₂ máximo, força muscular, altura do salto, preensão da mão, número de passos diários e tempo em pé, sentado e deitado (12,14,16,20–22,26–28).

1.5 Relevância do tema

Apesar de ser um tema de extrema importância com elevada prevalência em Portugal, é também uma área em crescimento pelo que as revisões sistemáticas são relativamente escassas. Para além disso, e por algumas publicações deste tipo serem já antigas, uma grande percentagem inclui revisão de artigos anteriores 2000, o que aponta para uma lacuna na contemporaneidade das conclusões descritas, abrindo portas à incoerência com a realidade dos nossos dias dada a velocidade da evolução quer na medicina quer na

tecnologia. Por último, várias das revisões atualmente existentes incluem um número escasso de estudos ou mesmo estudos com uma quantidade reduzida de participantes, o que obviamente afeta a credibilidade e significância das conclusões obtidas.

1.5.1 Objetivo

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é rever sistematicamente estudos acerca da influência do EF sobre os vários parâmetros de avaliação dos sistema CV de pacientes hemodialisados e que se insiram dentro dos critérios previamente estabelecidos.

2. Materiais e métodos

2.1 Desenho do estudo

Esta revisão sistemática foi elaborada com base nas orientações e esquema recomendado pela PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis)

2.2 Estratégia de pesquisa

A base de dados eletrônica usada foi a PubMed, na qual foram utilizadas as seguintes palavras-chave e termos booleanos para pesquisa: hemodialysis AND cardiovascular AND physical exercise AND (aerobic exercise OR resistance exercise). Para além dos resultados obtidos através da pesquisa na plataforma eletrônica, foram ainda selecionados artigos identificados na lista de referências de outras revisões sistemáticas.

2.3 Seleção de artigos: critérios de inclusão e exclusão

A seleção dos artigos foi feita de forma faseada com base no título, resumo e texto completo dos artigos. Os documentos excluídos foram devidamente organizados em grupos consoante o motivo da exclusão. Assim sendo, os critérios de inclusão estão descritos de seguida e os de exclusão estão identificados no fluxograma seguinte:

Linguagem e acessibilidade: apenas foram incluídos nesta revisão estudos publicados em inglês com texto completo disponível.

Participantes: pacientes com pelo menos 18 anos sob HD há, no mínimo, 3 meses; foram excluídos estudos em que os pacientes tivessem recebido transplante renal.

Tipo de estudo: apenas estudos clínicos randomizados controlados foram selecionados para a revisão, tendo sido excluídos documentos em livros, meta-análises, revisões sistemáticas ou artigos editoriais.

Intervenção: os estudos devem incluir um programa de EF com a duração mínima de 10 semanas, o qual pode ser aeróbico, de resistência, combinado ou ainda qualquer outro tipo de exercício com ativação muscular significativa no grupo da intervenção.

Controlo: o grupo de controlo dos estudos incluídos deve ser constituído por pacientes a receber apenas os cuidados habituais, sem inclusão de atividade física, ou apenas

movimentos ligeiros passivos.

Resultados: os estudos analisados têm de incluir uma medida objetiva (por exemplo, MVE) ou subjectiva (questionários de auto-perceção de qualidade de vida) que permita inquirir e avaliar o estado CV dos pacientes em estudo.

2.4 Extração de dados

A triagem inicial dos artigos foi feita tendo apenas por base o título e resumo dos artigos. Dos artigos seleccionados, foram examinados os textos completos de cada um, retirando informação como nome dos autores, data de publicação, local do estudo e objetivo do mesmo, tamanho da amostra (bem como a idade média dos participantes), modalidade, duração e descrição do programa de exercício aplicado ao grupo de intervenção e os parâmetros avaliados em cada ensaio.

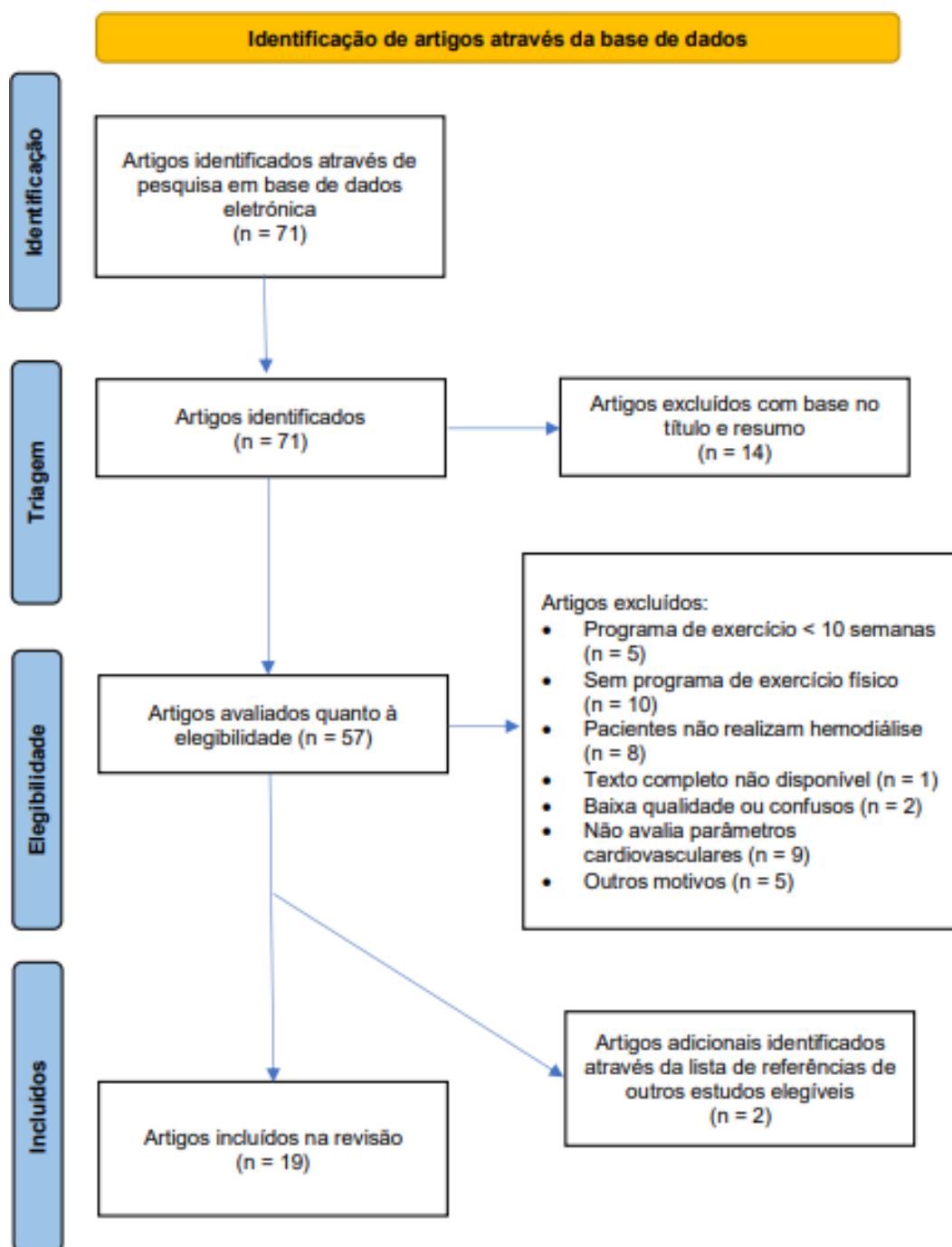


Figura 1 - Fluxograma de seleção dos estudos da revisão

3. Resultados

3.1 Pesquisa literária

Foram inicialmente identificados 71 estudos entre fevereiro de 2010 e março de 2023 na plataforma PubMed. Destes 71, 14 foram excluídos com base no título do artigo e na leitura do resumo. Os textos completos dos restantes 55 foram analisados com base nos critérios de inclusão desta revisão sistemática, tendo sido selecionados 17 artigos. Para além destes, foram identificados 2 artigos a partir da lista de referências dos estudos incluídos, perfazendo um total de 19.

3.2 Seleção de estudos e suas características

A tabela descreve os estudos incluídos nesta revisão sistemática com base no objetivo de cada um, no tamanho e idade da população, no tipo, modo e duração da intervenção e ainda aborda os parâmetros avaliados por cada estudo.

Participantes - os 19 estudos incluídos remetem para um total de 721 participantes. Este tipo de estudos geralmente incluem uma amostra reduzida, sendo que apenas 7 dos incluídos (13–15,18,20,25,29) têm um valor acima do número médio de participantes de todos os estudos analisados nesta revisão (38 participantes). O tamanho das amostras varia desde $n = 15$ (12) até $n = 130$ (18), incluindo participantes quer do grupo sujeito a intervenção quer do grupo de controlo. Apenas um estudo não incluiu grupo de controlo (14), tendo apenas sido comparado o pré e pós intervenção dentro do grupo de indivíduos sujeitos a programa de exercício.

Programa de EF - dos 19 estudos incluídos nesta revisão, 8 envolviam programas de EF puramente aeróbio (13,15,18,19,21,22,24,28), 5 em que eram realizados apenas exercícios de resistência (16,23,25,27,30) e outros 5 com programas que incluíam exercícios quer aeróbios quer de resistência (12,14,17,26,29). Para além destes, foi também incluído nesta revisão um estudo que compara a facilidade e efeito entre o EF aeróbio intradialítico e exercícios de eletroestimulação (20).

A duração das intervenções variou entre as 10 semanas (20) e 5 anos (14), sendo que as 12 semanas (13,16,22,27,28,30) e os 6 meses (15,18,23,26) foram as durações mais habituais, com 6 e 4 estudos cada uma, respetivamente. Dentro dos vários programas, a maior parte era constituído por sessões de 30 minutos (13,15,18,19,22,25,26,28,30) 3 vezes por semana (12,13,15–23,25–30). Apenas 1 estudo variava entre 3 e 4 sessões semanais (24) e outro fazia sessões 2 vezes por semana (14). Em relação à duração da sessão, são vários os estudos entre os 35 e 60 minutos (12,14,16,20,24). Um estudo foi aumentando a duração das sessões até atingir os 45 minutos (21) e dois ultrapassavam os 60 minutos por sessão (17,29). Dois dos estudos não especificavam a duração das sessões (23,27).

A intensidade foi mais comumente classificada como moderada a intensa. A EPE foi utilizada na maior parte dos estudos (12,15–19,21,26–30), sendo o valor alvo definido, por norma, entre os 12 e 14 pontos, à exceção de dois estudos que apontam como referência valores de 3 a 6 na EPE (27,28). De notar que a intensidade do exercício destes estudos foi aumentando de modo a manter o nível da referida escala. Um estudo define a intensidade do exercício como 40 a 60% do VO₂ máximo (20). Dois estudos usam a frequência cardíaca como parâmetro de definição da intensidade do EF (14,22), um deles apontando a 55 - 60 % da frequência cardíaca máxima (22). Dois estudos definem a intensidade do EF de resistência em 60% do valor de peso máximo que um indivíduo é capaz de levantar, valor esse determinado num teste prévio ao começo do programa de EF (23,25). Dois estudos não especificam a intensidade do EF (13,24).

Dentro dos programas aeróbios e não exclusivamente aeróbios, todos consistiram no uso de cicloergómetros para a prática de EF (12–15,17–22,24,26,28,29). Para os exercícios de resistência foram utilizadas bandas elásticas e pesos. Alguns dos estudos focaram-se nos membros inferiores (12,23,25,29), enquanto que o EF de outros incluía tanto membros inferiores como membro superior contralateral ao do acesso vascular de hemodiálise (14,16,17,26,27,30). Quatro destes estudos não especificam os detalhes acerca das repetições do exercício (12,14,23,26). Os restantes descrevem os respetivos programas de exercício como tendo 2-3 sets de 10-12 repetições cada.

3.3 Avaliação dos resultados

3.3.1 Parâmetros inflamatórios

Foram obtidos resultados neste âmbito em 6 dos 17 estudos incluídos nesta revisão (12,15,19,23–25). Para avaliar a inflamação foram usadas medidas como PCR

(12,15,19,23,24), IL-6 e TNF-alfa (12,15,23,24), Nrf2 mRNA e NF-kB (25).

Para a PCR, IL-6 e TNF-alfa, dois dos estudos envolviam programas de exercício unicamente aeróbios onde não foram observadas mudanças significativas (15,24). À semelhança destes, também o estudo de EF misto (aeróbio e de resistência) não obteve quaisquer alterações em nenhuma das referidas medidas (12). No entanto, verificou-se uma diminuição significativa nos três parâmetros inflamatórios mencionados no grupo de indivíduos sujeito a um programa de EF de resistência durante 6 meses (23). Para além disso, o estudo que apenas avaliou a PCR como parâmetro inflamatório (19) detetou um aumento significativo da mesma no grupo de controlo, cujos indivíduos não estavam sujeitos ao EF aeróbio. Já o estudo que avaliou a influência de um programa de EF de resistência de 3 meses sobre os valores de Nrf2 mRNA e NF-kB (25) obteve os seguintes resultados: no grupo sujeito a intervenção houve um aumento significativo de Nrf2 mRNA e ausência de mudança do valor de NF-kB.

3.3.2 Parâmetros cardiovasculares objetivos

Dentro dos artigos selecionados, 10 abordam parâmetros CV (13,16–21,26,29,30). Um estudo após 12 semanas sob exercícios de resistência não demonstrou haver melhorias significativas na VOP (30). Há 3 artigos a incluírem simultaneamente nos seus resultados aspetos como a MVE e a RA, quer através da medição da PA, quer da VOP ou ainda da medição direta da espessura da camada íntima das carótidas internas (18–20). Todos têm durações diferentes mas baseiam-se em programas de exercício aeróbico, sendo que um deles inclui ainda exercícios de electroestimulação (20). O de menor duração (10 semanas) não registou alterações significativas na MVE nem na RA (20). Nos 15 participantes sujeitos a intervenção durante 4 meses foi detetada uma diminuição da MVE, sem alteração na RA (19). Já no estudo mais longo (6 meses), verificou-se que, após o programa de exercício, o grupo sob intervenção apresentou diminuição significativa quer na MVE quer na VOP (18). Ainda dentro da MVE, um programa aeróbio em 17 participantes demonstrou que após 4 meses de exercício a espessura da camada de gordura epicárdica diminuiu mas nem o volume da aurícula esquerda nem a MVE sofreram quaisquer alterações (21). No entanto, este mesmo estudo demonstrou melhorias no Shuttle Walk Test. Foram também encontradas diminuições significativas da PA em dois estudos, analisando PAS e PAD (16,26). Para além destes, um estudo examinou a RA através da PSAP ao mesmo tempo que recolheu dados acerca da FE, tendo obtido como resultados uma diminuição da PSAP e um aumento da FE (13). Esta última teve também um aumento estatisticamente significativo após um programa de exercício misto durante 9 meses (17), apesar da ausência de alteração na MVE. A FE foi ainda alvo de análise após um programa de EF aeróbico e de resistência com duração

de 10 meses, onde foram encontradas melhorias significativas (29).

3.3.3 VO₂ máximo

4 dos artigos selecionados incluíram o pico máximo de VO₂ nos seus resultados (20,22,28,29). Dois deles são constituídos por programas de exercício aeróbico com duração de 12 semanas, embora um tenha obtido melhorias em relação ao VO₂ máx (28) e o outro não tenha registado melhorias estatisticamente significativas (22). Um outro estudo com 51 participantes demonstrou aumento no valor de VO₂ máx após programa de exercício aeróbico e eletroestimulação (20). Foram observadas melhorias estatisticamente significativas do VO₂ máx num estudo com programa de EF aeróbico e de resistência durante 10 meses (29)

3.3.4 6MWT e outros testes

De modo a avaliar a tolerância ao EF e força muscular, 6 dos artigos presentes nesta revisão sistemática incluem dados sobre ou o 6MWT ou STS (12,14,22,24,26,27).

O 6MWT realizado pelos pacientes após distintos programas apresentou uma melhoria significativa em todos os estudos, quer envolvam exercícios aeróbicos (22,24), de resistência (27) ou mistos (12,14,26).

Dois artigos usaram o STS (14,26), sendo que no primeiro foram usadas duas versões com o mesmo objetivo mas com resultados opostos: STS₃₀ apresentou melhoria significativa enquanto que o 5STS não detetou nenhuma alteração (26). Já no segundo estudo, os resultados obtidos a partir dos 46 participantes notaram uma melhoria no STS₃₀ (14). Para além disso, este último estudo analisou também o desempenho dos indivíduos no Timed Up And Go Test, no qual obteve resultados igualmente positivos.

3.3.5 Desempenho físico

4 estudos avaliaram o desempenho físico dos indivíduos (12,16,20,27). Para tal, o parâmetro mais usado foi a força muscular nos MI, incluído em todos os referidos. Neste aspeto particular, foram verificadas melhorias em todos os estudos exceto num (27). Dois estudos (16,27) analisaram igualmente outros componentes como o tempo a andar, tempo sentado, número de passos e altura do salto, tendo sido observados resultados positivos em apenas um deles (16).

3.3.6 Qualidade de vida e outros

A QoL foi avaliada em 5 artigos (12,14,24–26). Em dois deles (12,26), ambos de programa

de exercício misto, não foram detetadas alterações na QoL. Nos restantes, a QoL melhorou (14,24,25). Ainda assim, a melhoria foi estatisticamente significativa em apenas 2 deles (14,25)

3.3.7 Composição corporal / Estado nutricional

Para analisar o estado nutricional dos indivíduos em estudo, 3 artigos (16,22,30) inseriram parâmetros de composição corporal nos resultados a observar. Um deles, com duração de 12 semanas, focou-se na avaliação e comparação de valores dentro de componentes como perfil lipídico, albuminas, creatininas e transtirretinas, tendo obtido como resultados uma melhoria significativa apenas nos triglicerídeos (22). Com a mesma duração, um estudo baseado num programa de exercícios de resistência não obteve alterações estatisticamente significativas no valor de IMC dos 22 participantes(30). Um outro artigo com 35 participantes também sob programa de resistência detetou melhorias significativas na massa magra e massa musculoesquelética (16).

Influência do exercício físico no sistema cardiovascular de doentes hemodialisados

Tabela 1 - Resumo dos estudos que avaliam parâmetros relacionados com a componente cardiovascular de pacientes hemodialisados após programa de exercício físico

Autor, data e local	Objetivo	Participantes e idade média	Tipo	Duração	Intervenção	Controlo	Parâmetros avaliados e resultados
Graham-Brown et al. (18) 2021 Reino Unido	Analisar o efeito de um programa de EF sobre a MVE e outras medidas relevantes de doença CV	130 (57.2)	Aeróbico	6 meses	Exercício em cicloergómetro a 12-14 valores na EPE Duração: 30 minutos Frequência: 3x por semana	Cuidados básicos	MVE ↓ VOP ↓
Huang et al. (26) 2020 China	Analisar o efeito de um programa de EF sobre a eficiência da HD, PA, capacidade de EF e qualidade de vida em doentes em HD	32 (40.7)	Aeróbico e resistência	6 meses	Exercício em cicloergómetro a 12-14 valores na EPE Duração: 30 minutos (20 minutos aeróbico 10 minutos de resistência, muda a cada 4 semanas) Frequência: 3x por semana	Cuidados básicos	6MWT ↑ STS30 ↑ STS5 = PAS = PAD ↓ QoL =
Silva et al. (19) 2019 Brasil	Avaliar o impacto do treino aeróbio nos fatores de risco CV não tradicionais em pacientes com doença renal crónica em HD	30 (58.1)	Aeróbico	4 meses	Exercício em cicloergómetro a 65-75% da frequência cardíaca máxima e EPE de 13 Duração: 30 minutos Frequência: 3x por semana	Cuidados básicos	MVE ↓ RA = PCR ↑ no grupo de controlo

Influência do exercício físico no sistema cardiovascular de doentes hemodialisados

Dungey et al. (15) 2017 Reino Unido	Avaliar o efeito agudo do EF intradialítico sobre os fatores inflamatórios solúveis e os fenótipos dos leucócitos inflamatórios	38 (63.6)	Aeróbico	6 meses	Exercício em cicloergómetro a 12-14 valores na EPE Duração: 30 minutos Frequência: 3x por semana	Cuidados básicos	IL-6, PCR e TNF-alfa =
McGregor et al. (20) 2018	Comparar a facilidade e efeitos entre EF intradialítico de eletroestimulação e de ciclismo	51 (52.6)	Aeróbico e eletroestimulação	10 semanas	Exercício em cicloergómetro a 40-60% do VO ₂ max Eletroestimulação à máxima intensidade tolerada Duração: 1 hora Frequência: 3x por semana	Cuidados básicos	VO ₂ max ↑ Força muscular MIs ↑ RA = MVE =
Groussard et al. (22) 2015	Avaliar o efeito do EF intradialítico sobre perfil lipídico e status pro/antioxidante	18 (67.5)	Aeróbico	12 semanas	Exercício em cicloergómetro a 55-60% da frequência cardíaca máxima Duração: 30 minutos (máximo) Primeira semana: +5 minutos (adicionados gradualmente) Segunda semana: +10 minutos (adicionados gradualmente) Frequência: 3x por semana	Cuidados básicos	Triglicédeos ↓ 6MWT ↑ VO ₂ max = Perfil lipídico (HDL, LDL) =

Influência do exercício físico no sistema cardiovascular de doentes hemodialisados

<p>Momeni et al. (13) 2014</p>	<p>Avaliar a relação entre EF intradialítico e achados ecocardiográficos</p>	<p>40 (43.2)</p>	<p>Aeróbico</p>	<p>12 semanas</p>	<p>Exercício em cicloergómetro Duração: 30 minutos Frequência: 3x por semana</p>	<p>Cuidados básicos</p>	<p>FE ↑ PSAP ↓ PA =</p>
<p>Mihaescu et al. (16) 2013 Roménia</p>	<p>Determinar o impacto do exercício físico intradialítico em fatores de risco cardiovasculares em pacientes sob hemodiálise</p>	<p>35 (56.7)</p>	<p>Resistência</p>	<p>12 semanas</p>	<p>Exercício com bandas elásticas e pesos na mão e membros inferiores, 2-3 sets de 10 repetições cada set, a 12-14 valores na escala de percepção de esforço de Borg Duração: 30 minutos Frequência: 3x por semana</p>	<p>Standard care</p>	<p>VOP ↓ PA ↓ Massa magra ↑ Massa musculoesquelética ↑ Altura do salto, força membros inferiores, prensão da mão e número de passos diários ↑</p>
<p>Oliveros et al. (12) 2011</p>	<p>Determinar o impacto do exercício físico intradialítico em pacientes sob hemodiálise crónica</p>	<p>15 (49.1)</p>	<p>Aeróbico e resistência</p>	<p>16 semanas</p>	<p>Exercício aeróbico em cicloergómetro a intensidade moderada (40-60% da frequência cardíaca máxima) a uma escala de percepção de esforço de Borg de 13 valores Exercício de resistência com bandas elásticas nos membros inferiores Duração: 40 a 50 minutos Frequência: 3x por semana</p>	<p>Standard care</p>	<p>PCR = TNFalfa = Interleucina 6 = Força muscular membros inferiores ↑ 6MWT ↑ QoL =</p>

Influência do exercício físico no sistema cardiovascular de doentes hemodialisados

Reboredo et al. (28) 2011	Determinar a efetividade do exercício físico constante de alta intensidade enquanto exercício intradialítico em pacientes com lesão renal em fase terminal	28 (47)	Aeróbico	12 semanas	Exercício em cicloergómetro a uma intensidade moderada (Borg 4 a 6) Duração: 30 minutos Frequência: 3x por semana	Standard care	VO ₂ max ↑
Moraes et al. (23) 2014	Avaliar o efeito de um programa de exercício de resistência sobre a inflamação e perda de energia proteica nos doentes hemodialisados	37 (45.9)	Resistência	6 meses	Exercício de resistência dos membros inferiores com bandas elásticas a uma intensidade de 60% do valor da repetição única ao máximo Duração: - Frequência: 3x por semana	Standard care	IL-6 ↓ PCR ↓ TNF-alfa ↓
Brito et al. (24) 2022	Determinar o efeito do exercício físico aeróbico intradialítico na qualidade de vida e aptidão aeróbica em pacientes hemodialisados	33 (44)	Aeróbico	3 meses	Exercício em cicloergómetro a uma intensidade moderada Duração: 35 minutos Frequência: 3/4 vezes por semana	Standard care	QoL ↑ (não significativo) 6MWT ↑ PCR = TNFalfa = Interleucina 6 =
Abreu et al. (25) 2017	Avaliar o efeito do exercício físico de resistência na expressão de fatores de transcrição relacionados com a inflamação em doentes com	44 (46.4)	Resistência	3 meses	Exercícios de resistência com bandas elásticas nos membros inferiores, 3 sets de 10 repetições a 60% de uma	Standard care	QoL ↑ Nrf2 mRNA ↑ NF-kB =

Influência do exercício físico no sistema cardiovascular de doentes hemodialisados

	doença renal crónica em hemodiálise					repetição única ao máximo		
						Duração: 30 minutos		
						Frequência: 3x por semana		
Anding et al. (14) 2015	Avaliar o efeito e benefícios clínicos de um programa de exercício intradiálítico de longo prazo em doentes hemodialisados	46 (63.2)	Aeróbico e resistência	5 anos		Exercícios de resistência bem como aeróbicos em cicloergómetros A intensidade do exercício foi sendo constantemente ajustada em função quer da taxa máxima de repetições quer da frequência cardíaca máxima Exercícios envolvem MI, MS e abdómen/costas	Não se aplica	Timed Up and Go Test ↑ STS30 ↑ 6MWT ↑ QoL ↑
						Duração: 60 minutos		
						Frequência: 2x por semana		
Wilund et al. (21) 2010	Avaliar a eficácia do exercício físico intradiálítico sobre os fatores de risco que contribuem para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares em pacientes com doença renal crónica	17 (59.9)	Aeróbico	4 meses		Exercício físico intradiálítico aeróbico usando cicloergómetro (Borg 12 - 14) Duração: sessões começaram nos 5 minutos e foram tornando-se mais longas a cada sessão (mais 5-10 minutos por sessão) até	Standard care	Shuttle walk test ↑ Volume auricular esquerdo = MVE = Grossura da camada de gordura epicárdica ↓

Influência do exercício físico no sistema cardiovascular de doentes hemodialisados

					atingir os 45 minutos		
					Frequência: 3 vezes por semana		
					Exercício físico intradialítico aeróbico com cicloergómetro , a 50-60% da capacidade máxima de exercício do paciente		
Giannaki et al. (17) 2023	Examinar os efeitos a longo prazo de um programa de exercício físico intradialítico híbrido sobre a função e estrutura ventricular esquerda e o sistema nervoso autónomo	22 (56)	Aeróbico e resistência	9 meses	Exercício de resistência usando bandas elásticas e pesos para realizar 3 sets de 12 repetições cada de exercícios quer dos membros inferiores quer dos superiores a uma escala de perceção de esforço de Borg de 14-16	Não se aplica	FE ↑ MVE =
					Duração: 60 minutos		
					Frequência: 3x por semana		
Valle et al. (27) 2019	Avaliar os efeitos de um programa de exercício físico intradialítico de resistência na atividade física diária, força muscular, capacidade física e qualidade de vida em	24 (54.9)	Resistência	12 semanas	Exercício físico intradialítico de resistência usando elásticos e pesos para realizar exercícios pré-definidos no esquema 3 sets de 10 repetições cada Borg 3 a 5	Standard care	Tempo a andar = Tempo de pé = Tempo sentado = Tempo deitado = Número de passos = Força muscular = 6MWT ↑

Influência do exercício físico no sistema cardiovascular de doentes hemodialisados

	pacientes hemodialisados				Exercícios envolvem MI e MS		
					Duração: -		
					Frequência: 3x por semana		
					Exercício com cicloergómetro a 13 valores na EPE		
Kouidi et al. (29)	Avaliar o efeito de um programa de EF intradialítico sobre marcadores cardíacos não invasivos usados para estratificação de risco em pacientes hemodialisados	59 (53.9)	Aeróbico e resistência	10 meses	Duração: 90 minutos (aquecimento, 50 minutos aeróbico e 30 minutos resistência)	Cuidados básicos	FE ↑ VO2max ↑
					Frequência: 3x por semana		
					Exercícios de resistência com bandas elásticas e pesos, 3 sets de 12-15 repetições cada a 12-14 valores na EPE durante as primeiras 4 semanas e 3 sets de 10-12 repetições cada a 14-15 valores na EPE durante as últimas 8 semanas		
Chan et al. (30) 2017 Austrália	Examinar o efeito de um programa de EF intradialítico de resistência progressivo sobre a VOP	22 (71.3)	Resistência	12 semanas	Duração: 30 minutos	Cuidados básicos	VOP = IMC =
					Frequência: 3x por semana		

4. Discussão

A DRC consiste na deterioração do funcionamento renal de modo progressivo e de longa duração por danos estruturais ou funcionais que podem ser causados por diversas patologias de base. A DRC leva a acumulação de metabolitos tóxicos, distúrbios ácido base, desequilíbrios hidro-electrolíticos e alterações hormonais e do metabolismo fosfo-cálcico. (31,32).

A doença renal avançada acarreta consequências graves a outros sistemas, sobretudo o cardiovascular, hematológico e musculoesquelético, que se reflectem nas actividades de vida diária e qualidade de vida como um todo. No sentido de combater esta patologia cada vez mais prevalente, para além do tratamento farmacológico para atraso de progressão da doença, foi também inserido o EF. Atualmente, a prática de EF é aconselhada a todos os pacientes com DRC que não tenham contraindicações que os impossibilitem da mesma.

Sabe-se que, durante uma sessão de HD típica, a troca de ureia sérica entre a circulação sistémica e o dialisato é lenta. No entanto, se o paciente estiver sob a prática de EF durante a sessão, os músculos serão comprimidos e a circulação sanguínea acelera, tal como a velocidade da troca de metabolitos entre as células dos tecidos e o sangue aumenta, que por sua vez serão ainda excretados em conjunto com o suor produzido devido ao exercício (33,34).

Esta revisão sistemática estudou o impacto que tanto o EF aeróbico como o de resistência, incluindo ainda mecanismos de ativação muscular como a eletroestimulação, têm sobre a componente CV de pacientes hemodialisados através de diversos indicadores de distintas áreas, como parâmetros inflamatórios, respiratórios, aptidão física e funcional e afetação da qualidade de vida.

Várias revisões sistemáticas prévias demonstraram a eficácia de programas de exercício na melhoria de parâmetros como o 6MWT. Este dado factual é de extrema importância, visto que a prevalência de incapacidade perante as atividades da vida diária é severamente maior no grupo de pacientes com DRCT quando comparada com uma população de indivíduos saudáveis da mesma faixa etária (35). A aptidão física e funcional é um aspeto intimamente relacionado com o tratamento de HD. A elevada frequência e necessidade das sessões propiciam o sedentarismo por diversos fatores,

como por exemplo: sendo necessárias 3 idas semanais ao centro de diálise, os pacientes demonstram pouca vontade e compromisso em cumprir esquemas de EF que envolvam outros dias que não os das sessões de HD. Para além disso, são frequentes os casos de indivíduos que recusam participar em programas de EF intradialítico quer por fatores como a adinamia, astenia e cansaço muito associados a este grupo de indivíduos, quer por simplesmente não quererem estar sujeitos ao esforço físico e até psicológico à sessão de exercício. Ainda neste contexto, dentro da avaliação da capacidade física funcional há parâmetros que se correlacionam mais fortemente com uma resposta fisiológica em particular: é expectável detetar uma melhoria na capacidade aeróbica através do 6MWT, bem como um aumento da resistência e força muscular seria evidente em testes de levantamento de pesos ou STST. Assim, é interessante realçar que todos os estudos com programa de exercício misto (aeróbico e resistência) que pretendiam tirar conclusões acerca da aptidão física e funcional dos participantes (12,14,26) obtiveram resultados que demonstram melhoria quer no 6MWT quer em testes de força muscular. Estes resultados sugerem a possibilidade de instaurar programas de exercício mistos sem que nenhuma das componentes do mesmo seja negligenciada. De qualquer forma, é necessária precaução na análise destes resultados, bem como é exigida uma interpretação cuidadosa destas conclusões pelo facto de se basearem em apenas 3 estudos com protocolos de atuação diferentes e com possível presença de bias de selecção de indivíduos, podendo não se aplicar a toda a população em hemodialise.

A população de indivíduos em HD é composta por particularidades bastante específicas, com presença forte de fatores de risco CV não tradicionais. A disfunção endotelial, medida através da eficiência da resposta vasodilatadora, é um excelente indicador prognóstico dentro da população de indivíduos com DRC. Há uma relação inversa entre uma resposta vasodilatadora adequada e a doença renal crónica terminal, estando a primeira mais deteriorada em pacientes com DCVs concomitantes (36). Por sua vez, a disfunção endotelial está mais frequentemente associada a estados de inflamação sistémica subclínica (37). Os estudos incluídos nesta revisão com foco nos parâmetros inflamatórios apresentaram resultados bastante heterogéneos, não permitindo retirar conclusões sólidas e irrefutáveis acerca deste tópico, assim como tinha acontecido noutras revisões prévias (38,39). Ainda assim, torna-se curioso o facto de, dentro dos estudos referidos, apenas 25% dos que eram compostos por programas de exercício contendo a componente aeróbica obtiveram resultados que evidenciavam melhorias em medidas inflamatórias concretas como PCR, TNF-alfa e IL-6, sendo que esta percentagem sobe para 100% quando nos referimos a programas de exercício exclusivamente de resistência. De qualquer forma, estes dados têm de ser interpretados

de forma delicada dado o reduzido número de estudos nesta revisão que incluem parâmetros relacionados com as doenças cardiovasculares.

A referida associação entre a disfunção endotelial e inflamação sistémica subclínica pode levar a um aumento da rigidez arterial, que representa um fator preditor de morbilidade e mortalidade associadas às doenças CV (40). Todos os fatores de risco CV não tradicionais referidos podem contribuir para o desenvolvimento de HVE, bem como o aumento da MVE, que são critérios que favorecem um mau prognóstico e até a mortalidade (41). Assim como para os restantes parâmetros avaliados, esta revisão apresenta estudos com resultados muito distintos: estudos como o de Huang e Mihaescu partilham a conclusão de que o EF permite a diminuição significativa da PA, ao mesmo tempo que Graham-Brown no Reino Unido e Silva no Brasil não obtiveram dados que comprovem a eficácia do EF sobre a PA. De notar que, apesar da heterogeneidade dos dados presentes nesta revisão, não deixa de ser curioso o facto de a interpretação dos artigos demonstrar que programas de exercício em tudo idênticos apresentam melhores resultados com o aumento da respetiva duração, o que pode colocar o tempo durante o qual é implementado um programa de exercício como um fator decisivo na eficácia do mesmo.

A evidência atual sugere que o pico máximo de VO₂ está inversamente associado à morbilidade CV e à mortalidade por todas as causas na população geral (42). Sob o formato de meta-análise, Pella demonstrou que pacientes com DRC de qualquer estadio (incluindo hemodialisados) têm uma função cardiorrespiratória deteriorada quando em comparação com indivíduos de idade semelhante mas sem DRC (43). McGregor e Reboredo (20,28) realizaram estudos que obtiveram resultados compatíveis com os descritos em revisões sistemáticas anteriores (44). No entanto, esta aponta para a combinação entre exercício aeróbico e de resistência, associado a uma duração mínima de 6 meses, como a fórmula perfeita para atingir o melhor resultado possível (44). Este dado não foi possível de corroborar com a presente revisão, visto que dentro dos estudos incluídos com foco na avaliação do impacto do EF no pico máximo de VO₂, nenhum deles apresentava um programa que envolvesse EF aeróbico e de resistência. Para além da incompatibilidade na modalidade do exercício, os programas utilizados para análise do VO₂ têm uma duração máxima de 12 semanas. Ainda assim, os resultados evidenciaram uma melhoria desta medida em 2 dos 3 artigos que abordavam este parâmetro, o que leva a crer que estes programas poderiam ter um aproveitamento ainda maior caso fossem desenhados com uma maior duração.

Neste grupo populacional específico, a restrita atividade física realizada habitualmente quer durante as sessões de HD quer fora das mesmas, a elevada prevalência quer de um estilo de vida sedentário quer de sarcopenia por outras comorbilidades associadas à DRCT, reduz significativamente a capacidade de EF e aumenta a atrofia muscular. Logo, a qualidade de vida e capacidade física funcional diminuem, o que por sua vez está diretamente associado a um aumento das hospitalizações, criando-se uma bola de neve de efeitos adversos cumulativos (45). Ainda que programas de EF intradialítico envolvendo treino aeróbico ou de resistência possam ajudar no controlo da referida espiral negativa, não é frequente a prescrição deste tipo de programas na gestão clínica dos pacientes hemodialisados (46). De qualquer modo, 3 dos 5 estudos incluídos nesta revisão que avaliaram a influência do EF sobre a qualidade de vida dos indivíduos não demonstraram melhorias estatisticamente significativas, o que cria incerteza acerca da eficiência dos programas de EF neste aspeto. Dentro da evidência científica atual, estes achados são concordantes com alguns estudos prévios (45,47–49), ao mesmo tempo que contrastam com os resultados apresentados por outros (11,50). De realçar o facto de, dentro dos artigos referidos com resultados que apoiam o exercício intradialítico como terapêutica útil na melhoria da qualidade de vida dos pacientes hemodialisados, apenas o desenvolvido por Anding (14) inclui exercícios de resistência, o que sugere que talvez esta modalidade não seja a mais adequada perante o objetivo de aumentar a qualidade de vida de um paciente.

4.1 Limitações

Ao analisar os diferentes artigos, foram tornando-se evidentes as discordâncias entre os desenhos de cada estudo: qual o programa de exercício a aplicar, bem como das suas características mais específicas: modalidade, duração, intensidade e frequência. Neste momento, existe uma enorme heterogeneidade destes parâmetros entre os estudos, pelo que se torna complexo comparar resultados entre programas tão distintos. Para além disto, existe também a questão relativa aos métodos de avaliação de cada um destes tópicos. São frequentes os casos em que, apesar de dois estudos partilharem um desenho bastante semelhante, diferem totalmente quer no método de colheita de resultados quer até mesmo nas unidades em que os mesmos são registados. Esta é uma limitação que contribui também para a incapacidade e dificuldade no momento de confrontar artigos que partilhem um objetivo de estudo.

Os critérios rigorosos e específicos estabelecidos criam uma limitação significativa a este estudo: o reduzido número de artigos incluídos na revisão leva a que o poder de análise seja insuficiente para se apresentarem resultados conclusivos e fiáveis. Assim, torna-se evidente a necessidade de continuar a realizar estudos nesta área de crescente interesse para que as conclusões sejam suportadas por uma base científica cada vez maior.

Uma outra limitação desta revisão remete para o facto de estarem apenas presentes artigos escritos em inglês, pelo que existe a possibilidade de faltarem dados de estudos relevantes publicados noutros idiomas, ainda que se assuma que a maior parte dos trabalhos e publicações com maior relevo e importância para a atual comunidade científica estejam escritos na língua inglesa.

4.2 Direções para futuras pesquisas

A limitação mais tipicamente apontada pelos estudos desta área prende-se com o facto de, quer pela baixa participação inicial quer pela desistência frequente dos participantes a meio da investigação, não terem um tamanho de amostra grande o suficiente que confira credibilidade e fiabilidade à análise e interpretação dos resultados dos mesmos. De modo a que seja possível uma comparação rigorosa que permita obter conclusões exatas, é necessário que haja a definição objetiva de que tipo de programa instituir e de como o avaliar. A população hemodialisada é um grupo particular de indivíduos habitualmente caracterizado por uma fraca adesão e dificuldade de compromisso perante um programa de EF regular, o que representa também, a par do rigor e validade científica, um fator com contribuição importante sobre a necessidade de determinar qual o tipo de EF e suas características é mais eficaz na obtenção de melhores resultados. Para além disso, será de igual importância analisar os resultados obtidos entre programas de EF intra ou inter-dialíticos, bem como comparar as taxas de adesão dos respectivos. Nos próximos estudos, é necessário estabelecer medidas que promovam a adesão dos participantes. Com todas estas mudanças em perspectiva, estaríamos mais perto de conseguir combater a habitual limitação referida pela esmagadora maioria dos artigos neste âmbito.

5. Conclusão

Ainda que através desta revisão possamos concluir que, independentemente da modalidade e especificidade do mesmo, os indivíduos hemodialisados possam beneficiar da participação num programa de EF, não está atualmente preconizada a instauração desta “terapêutica adjuvante” neste tipo de pacientes. Esta revisão incluiu estudos que demonstram a eficácia de EF moderado sobre o sistema CV dos participantes, quer através de programas aeróbicos, de resistência ou mistos. Assim, a ausência de implementação terapêutica deste tipo de programas é notavelmente um motivo de preocupação na gestão clínica dos pacientes hemodialisados.

A componente CV, em comparação com outras, é frequentemente alvo de avaliação dentro da população hemodialisada. No entanto, esta examinação é pouco rigorosa, visto não estarem definidos critérios que permitam tirar conclusões válidas e indiscutíveis. Para tal, é necessário mitigar a heterogeneidade do método de avaliação dos parâmetros analisados, realçando-se a necessidade de padronizar esse processo de modo a que se possam retirar dados e premissas fidedignas dos artigos publicados que permitam a criação de guidelines e orientações universalmente aceites por toda a comunidade científica.

6. Bibliografia

1. Villanego F, Naranjo J, Vigar LA, Cazorla JM, Montero ME, García T, et al. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease. *Nefrologia* [Internet]. 2020;40(3):237–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nefro.2020.06.012>
2. Garg AX, Al-Jaishi AA, Dixon SN, Sontrop JM, Anderson SJ, Bagga A, et al. Personalised cooler dialysate for patients receiving maintenance haemodialysis (MyTEMP): a pragmatic, cluster-randomised trial. *The Lancet*. 2022;400(10364):1693–703.
3. Análise às condições de concorrência na prestação de cuidados de hemodiálise em Portugal Versão Final Abril 2021. 2021;1–63.
4. Griva K, Nandakumar M, Ng J an H, Lam KFY, McBain H, Newman SP. Hemodialysis Self-management Intervention Randomized Trial (HED-SMART): A Practical Low-Intensity Intervention to Improve Adherence and Clinical Markers in Patients Receiving Hemodialysis. *American Journal of Kidney Diseases*. 2018;71(3):371–81.
5. a BDECPDE. Estrutura De Mercado E Desempenho Da Indústria. 2007;18(31):83–104.
6. Himmelfarb J. Linking oxidative stress and inflammation in kidney disease: Which is the chicken and which is the egg? *Semin Dial*. 2004;17(6):449–54.
7. Chiu DYY, Sinha S, Kalra PA, Green D. Sudden cardiac death in haemodialysis patients: Preventative options. *Nephrology*. 2014;19(12):740–9.
8. Foley RN, Curtis BM, Randell EW, Parfrey PS. Left ventricular hypertrophy in new hemodialysis patients without symptomatic cardiac disease. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2010;5(5):805–13.
9. Parfrey PS, Foley RN, Harnett JD, Kent GM, Murray DC, Barre PE. Outcome and risk factors for left ventricular disorders in chronic uraemia. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 1996;11(7):1277–85.
10. Oliveira E Silva VR, Stringuetta Belik F, Hueb JC, De Souza Gonçalves R, Costa Teixeira Caramori J, Perez Vogt B, et al. Aerobic Exercise Training and Nontraditional Cardiovascular Risk Factors in Hemodialysis Patients: Results from a Prospective Randomized Trial. *Cardiorenal Med*. 2019;9(6):391–9.
11. Painter P. Physical functioning in end-stage renal disease patients: Update 2005. *Hemodialysis International*. 2005;9(3):218–35.
12. Oliveros R MS, Avendaño M, Bunout D, Hirsch S, De La Maza MP, Pedreros C,

- et al. [A pilot study on physical training of patients in hemodialysis]. *Rev Med Chil* [Internet]. 2011;139(8):1046–53. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22215335>
13. Momeni A, Nematollahi A, Nasr M. Effect of intradialytic exercise on echocardiographic findings in hemodialysis patients. *Iran J Kidney Dis*. 2014;8(3):207–11.
 14. Anding K, Bär T, Trojniak-Hennig J, Kuchinke S, Krause R, Rost JM, et al. A structured exercise programme during haemodialysis for patients with chronic kidney disease: Clinical benefit and long-term adherence. *BMJ Open*. 2015;5(8):1–9.
 15. Dungey M, Young HML, Churchward DR, Burton JO, Smith AC, Bishop NC. Regular exercise during haemodialysis promotes an anti-inflammatory leucocyte profile. *Clin Kidney J*. 2017;10(6):813–21.
 16. Mihaescu A, Avram C, Bob F, Gaita D, Schiller O, Schiller A. Benefits of exercise training during hemodialysis sessions: A prospective cohort study. *Nephron Clin Pract*. 2013;124(1–2):72–8
 17. Giannaki CD, Grigoriou SS, George K, Karatzaferi C, Zigoulis P, Lavdas E, et al. Nine Months of Hybrid Intradialytic Exercise Training Improves Ejection Fraction and Cardiac Autonomic Nervous System Activity. *Sports*. 2023;11(4).
 18. Graham-Brown MPM, March DS, Young R, Highton PJ, Young HML, Churchward DR, et al. A randomized controlled trial to investigate the effects of intra-dialytic cycling on left ventricular mass. *Kidney Int*. 2021;99(6):1478–86.
 19. Oliveira E Silva VR, Stringuetta Belik F, Hueb JC, De Souza Gonçalves R, Costa Teixeira Caramori J, Perez Vogt B, et al. Aerobic Exercise Training and Nontraditional Cardiovascular Risk Factors in Hemodialysis Patients: Results from a Prospective Randomized Trial. *Cardiorenal Med*. 2019;9(6):391–9.
 20. McGregor G, Ennis S, Powell R, Hamborg T, Raymond NT, Owen W, et al. Feasibility and effects of intra-dialytic low-frequency electrical muscle stimulation and cycle training: A pilot randomized controlled trial. *PLoS One*. 2018;13(7):1–17.
 21. Wilund KR, Tomayko EJ, Wu PT, Ryong Chung H, Vallurupalli S, Lakshminarayanan B, et al. Intradialytic exercise training reduces oxidative stress and epicardial fat: A pilot study. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2010;25(8):2695–701.
 22. Groussard C, Rouchon-Isnard M, Coutard C, Romain F, Malardé L, Lemoine-Morel S, et al. Beneficial effects of an intradialytic cycling training program

- in patients with end-stage kidney disease. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. 2015;40(6):550–6.
23. Moraes C, Marinho SM, Da Nobrega AC, De Oliveira Bessa B, Jacobson LV, Stockler-Pinto MB, et al. Resistance exercise: A strategy to attenuate inflammation and protein-energy wasting in hemodialysis patients? *Int Urol Nephrol*. 2014;46(8):1655–62.
24. Brito JS, Reis D, Silva G, Fonseca L, Ribeiro M, Chermut T, et al. Bicycle ergometer exercise during hemodialysis and its impact on quality of life, aerobic fitness and dialysis adequacy: A pilot study. *Complement Ther Clin Pract*. 2022;49(July):1–9.
25. Abreu CC, Cardozo LFMF, Stockler-Pinto MB, Esgalhado M, Barboza JE, Frauches R, et al. Does resistance exercise performed during dialysis modulate Nrf2 and NF- κ B in patients with chronic kidney disease? *Life Sci [Internet]*. 2017;188(April):192–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2017.09.007>
26. Huang M, Lv A, Wang J, Zhang B, Xu N, Zhai Z, et al. The effect of intradialytic combined exercise on hemodialysis efficiency in end-stage renal disease patients: a randomized-controlled trial. *Int Urol Nephrol*. 2020;52(5):969–76.
27. Martins do Valle F, Valle Pinheiro B, Almeida Barros AA, Ferreira Mendonça W, de Oliveira AC, de Oliveira Werneck G, et al. Effects of intradialytic resistance training on physical activity in daily life, muscle strength, physical capacity and quality of life in hemodialysis patients: a randomized clinical trial. *Disabil Rehabil [Internet]*. 2020;42(25):3638–44. Available from: <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1606857>
28. Reboredo MM, Neder JA, Pinheiro B V., Henrique DM, Faria RS, Paula RB. Constant work-rate test to assess the effects of intradialytic aerobic training in mildly impaired patients with end-stage renal disease: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil [Internet]*. 2011;92(12):2018–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2011.07.190>
29. Kouidi EJ, Grekas DM, Deligiannis AP. Effects of Exercise Training on Noninvasive Cardiac Measures in Patients Undergoing Long-term Hemodialysis: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Kidney Diseases [Internet]*. 2009;54(3):511–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.ajkd.2009.03.009>
30. Kalafat E, Laoreti A, Khalil A, Costa FDS. This article is protected by copyright . All rights reserved . Abbreviations This article is protected by copyright . All rights reserved . *J Fish Biol*. 2018;1(51):731–7.

31. Wyngaert K Vanden, Van Craenenbroeck AH, Van Biesen W, Dhondt A, Tanghe A, Van Ginckel A, et al. The effects of aerobic exercise on eGFR, blood pressure and VO₂ peak in patients with chronic kidney disease stages 3-4: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018;13(9):1–19.
32. Kandola A, Hendrikse J, Lucassen PJ, Yücel M. Aerobic Exercise as a Tool to Improve Hippocampal Plasticity and Function in Humans: Practical Implications for Mental Health Treatment. *Front Hum Neurosci*. 2016;10(July):1–25.
33. POTAPOV AG. Novaia sistema orosheniia i profilaktika maliarii. *Feldsher Akush*. 1950;12(1):31–2.
34. Smith AC, Burton JO. Exercise in kidney disease and diabetes: Time for action. *J Ren Care*. 2012;38(SUPPL. 1):52–8.
35. McAdams-Demarco MA, Law A, Garonzik-Wang JM, Gimenez L, Jaar BG, Walston JD, et al. Activity of daily living disability and dialysis mortality: Better prediction using metrics of aging. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(10):1981–2.
36. Verbeke FH, Pannier B, Guérin AP, Boutouyrie P, Laurent S, London GM. Flow-Mediated vasodilation in end-stage renal disease. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2011;6(8):2009–15.
37. Honda A, Tahara N, Nitta Y, Tahara A, Igata S, Bekki M, et al. Vascular inflammation evaluated by [18F]-fluorodeoxyglucose-positron emission tomography/ computed tomography is associated with endothelial dysfunction. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2016;36(9):1980–8.
38. Wu L, Liu Y, Wu L, Yang J, Jiang T, Li M. Effects of exercise on markers of inflammation and indicators of nutrition in patients with chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. *Int Urol Nephrol* [Internet]. 2022;54(4):815–26. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11255-021-02949-w>
39. Meléndez Oliva E, Villafaña JH, Alonso Pérez JL, Alonso Sal A, Molinero Carlier G, Quevedo García A, et al. Effect of Exercise on Inflammation in Hemodialysis Patients: A Systematic Review. *J Pers Med*. 2022;12(7).
40. Lee H, Hwang YH, Jung JY, Na KY, Kim HS, Son MJ, et al. Comparison of vascular calcification scoring systems using plain radiographs to predict vascular stiffness in peritoneal dialysis patients. *Nephrology*. 2011;16(7):656–62.
41. Krishnasamy R, Isbel NM, Hawley CM, Pascoe EM, Leano R, Haluska BA, et al. The association between left ventricular global longitudinal strain, renal impairment and all-cause mortality. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2014;29(6):1218–25.

42. Impact of Cardiorespiratory Fitness on All-Cause and Disease-Specific Mortality: Advances Since 2009 Matthew P. Harber. 2009;
43. Pella E, Theodorakopoulou MP, Boutou AK, Alexandrou ME, Bakaloudi DR, Sarridou D, et al. Cardiopulmonary reserve examined with cardiopulmonary exercise testing in individuals with chronic kidney disease: A systematic review and meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med.* 2022;65(5).
44. Smart N, Steele M. Exercise training in haemodialysis patients: A systematic review and meta-analysis. *Nephrology.* 2011;16(7):626–32.
45. Parsons TL, Toffelmire EB, King-VanVlack CE. Exercise Training During Hemodialysis Improves Dialysis Efficacy and Physical Performance. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(5):680–7.
46. LWatson E, Greening NJ, Viana JL, Aulakh J, Bodicoat DH, Barratt J, et al. Progressive resistance exercise training in Chronic Kidney Disease: A 2 feasibility study. LE1 9HN. *American Journal of Kidney Diseases* [Internet]. 2014;66(2):1–25. Available from:https://leicester.figshare.com/articles/Progressive_Resistance_Exercise_Training_in_CKD_A_Feasibility_Study/10125161/files/18247709.pdf
47. 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. *American Journal of Kidney Diseases.* 2002;40(6):1219–29.
48. Fitts, Sally S. PhD; Guthrie, Mark R. PT P. SIX-MINUTE WALK BY PEOPLE WITH CHRONIC RENAL FAILURE: Assessment of Effort by Perceived Exertion. *Am J Phys Med Rehabil.* 1995;74(1):54–8.
49. J. R. ,; K. H. ,; N. BH. The exercise-during-hemodialysis program: report on a pilot study. *CANNT journal.* 1999;9(3):20–6.
50. 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):814–21.