



ESCOLA SUPERIOR DE ENFERMAGEM DO PORTO
Curso de Mestrado em Enfermagem de Reabilitação

**A UTILIZAÇÃO DO CICLOERGÓMETRO NA
REABILITAÇÃO DA PESSOA EM *EXTRACORPOREAL
MEMBRANE OXYGENATION*: CONTRIBUTOS PARA A
ENFERMAGEM DE REABILITAÇÃO**

**THE USE OF THE CYCLE ERGOMETER IN THE
REHABILITATION OF INDIVIDUALS UNDERGOING
EXTRACORPOREAL MEMBRANE OXYGENATION:
CONTRIBUTIONS TO REHABILITATION NURSING**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Pedro Hugo da Costa Rodrigues

Porto, 2025

ESCOLA SUPERIOR DE ENFERMAGEM DO PORTO
Curso de Mestrado em Enfermagem de Reabilitação

A UTILIZAÇÃO DO CICLOERGÓMETRO NA
REABILITAÇÃO DA PESSOA EM
EXTRACORPOREAL MEMBRANE
OXYGENATION: CONTRIBUTOS PARA A
ENFERMAGEM DE REABILITAÇÃO

Dissertação orientada por:

Professora Doutora Carla Fernandes

Professor Doutor Luís Miguel Ferreira

Porto, 2025

DEDICATÓRIA

À Vânia, pela presença constante, pelo companheirismo inabalável e pela força extra nos momentos mais difíceis. Sem ti, este caminho não teria sido possível.

Aos meus filhos Matilde e Guilherme, pelas inúmeras horas em que o pai esteve perto, mas ao mesmo tempo tão longe. Que este trabalho vos inspire a nunca desistirem dos vossos sonhos.

AGRADECIMENTO

À Professora Doutora Carla Fernandes, pela orientação exemplar, pautada por um elevado rigor científico, pelo conhecimento partilhado e pela constante disponibilidade. Agradeço, em especial, por ter mantido o acompanhamento ao longo de todo este processo, mesmo atravessando um momento de particular adversidade – um gesto que demonstra um profundo sentido de profissionalismo.

Ao Professor Doutor Luís Miguel Ferreira, pela disponibilidade e conselhos.

Também ao colega, Enfermeiro Especialista em Enfermagem de Reabilitação Pedro Guimarães, pelo apoio prestado ao longo deste projeto.

RESUMO

Introdução: a pessoa em situação de doença crítica que necessita de suporte de *extracorporeal membrane oxygenation* enfrenta elevado risco de perda de massa muscular e limitações funcionais. O cicloergómetro é uma ferramenta com potencial para ser utilizada no programa de reabilitação desta população, com o objetivo de prevenir ou reduzir a atrofia muscular. **Objetivo:** mapear a utilização do cicloergómetro no programa de reabilitação da pessoa em *extracorporeal membrane oxygenation*. **Metodologia:** foi realizada uma *scoping review* de acordo com as orientações do *Joanna Briggs Institute* e *PRISMA extension for scoping reviews*. A pesquisa foi realizada sem limite temporal no dia 08/10/2024 nas bases de dados: CINAHL, MEDLINE, *Psychology and Behavioral Sciences Collection*, SPORTDiscus, PubMed, Scopus, Web of Science, MedicLatina, Scielo e Cochrane Database of Systematic Reviews. **Resultados:** Foram integrados 16 artigos, publicados entre 2009 e 2024, de natureza observacional ou retrospectiva, em que o cicloergómetro foi utilizado para treino dos membros inferiores. Foram analisadas variáveis como a frequência, intensidade, tipo e tempo do treino com o cicloergómetro, o profissional responsável pela sua aplicação, a ocorrência de efeitos adversos, os instrumentos de avaliação utilizados e os *outcomes* obtidos. A análise dos dados revelou lacunas no relato da intervenção com cicloergómetro, nomeadamente na descrição dos parâmetros do treino (frequência, intensidade, tipo e tempo), bem como na utilização consistente de instrumentos de avaliação e na apresentação dos *outcomes* obtidos. **Conclusão:** os achados desta revisão demonstram que o cicloergómetro é utilizado em programas de reabilitação de pessoas em *extracorporeal membrane oxygenation*, para o treino dos membros inferiores. Evidencia-se, contudo, a necessidade de novos estudos com amostras representativas, protocolos bem definidos e uma descrição detalhada dos parâmetros de treino.

Palavras-chave: cicloergómetro; enfermagem de reabilitação; reabilitação; *extracorporeal membrane oxygenation*; pessoa em situação de doença crítica

ABSTRACT

Introduction: critically ill individuals requiring extracorporeal membrane oxygenation support are at high risk of muscle mass loss and functional limitations. The cycle ergometer is a tool with potential for use in rehabilitation programs for this population, aiming to prevent or reduce muscle atrophy.

Objective: To map the use of the cycle ergometer in the rehabilitation programs of individuals on extracorporeal membrane oxygenation.

Methodology: A scoping review was conducted following the Joanna Briggs Institute guidelines and the PRISMA Extension for Scoping Reviews. The search was carried out without time restriction on October 8, 2024, across the following databases: CINAHL, MEDLINE, Psychology and Behavioral Sciences Collection, SPORTDiscus, PubMed, Scopus, Web of Science, MedicLatina, Scielo, and the Cochrane Database of Systematic Reviews. **Results:** 16 articles published between 2009 and 2024 were included, all observational or retrospective in nature, in which the cycle ergometer was used for lower limb training. Variables such as training frequency, intensity, type, and duration, the professional responsible for administering the intervention, the occurrence of adverse events, assessment tools used, and reported outcomes were analyzed. Data analysis revealed gaps in the reporting of the cycle ergometer intervention, particularly in the description of training parameters (frequency, intensity, type, and time), the consistent use of assessment tools, and the presentation of outcomes.

Conclusion: the findings of this review demonstrate that the cycle ergometer is used in rehabilitation programs for individuals on ECMO for lower limb training. However, there is a clear need for further studies with representative samples, well-defined protocols, and detailed descriptions of training parameters

Keywords: cycle ergometer; rehabilitation nursing; rehabilitation; extracorporeal membrane oxygenation; critically ill patient

CHAVE DE SIGLAS e/ou ABREVIATURAS

ARDS - *acute respiratory distress syndrome*

CDLB JI - cânula duplo lúmen bicaval jugular interna

CPAx - *Chelsea Critical Care Physical Assessment*

DPOC - doença pulmonar obstrutiva crónica

ECMO - *extracorporeal membrane oxygenation*

ECMO VA - *extracorporeal membrane oxygenation venoarterial*

ECMO VV - *extracorporeal membrane oxygenation venovenoso*

EEER - enfermeiro especialista em enfermagem de reabilitação

F – F - femoro – femoral

F– J - femoral – jugular

F-Aoa - femoral – artéria aorta ascendente

FES – *cycling - functional electrical stimulation cycling*

FF – J - bifemoral – jugular

FiO² - fração inspirada de oxigénio

FMACI - fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos

HGS - *Handgrip Strength Test*

ICU MS - *Intensive Care Unit Mobility Scale*

J – Aa - artéria axilar

J – Asc - jugular artéria subclávia

J -F - jugulo – femoral

JBÍ - *Joanna Briggs Institute*

LPM - litros por minuto

LVAD - *left ventricular assist device*

MRC - *Medical Research Council*

MRC SS - Medical Research Council Sumscore

NR - não reportado

PaO² - pressão arterial oxigénio

PFIT - *Physical Function in Intensive Care Test*

PRISMA-ScR - *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews*

PTC - ponte para transplante cardíaco

PTP - ponte para transplante pulmonar

PTR - ponte para recuperação

SpO² - saturação periférica oxigénio

VA - Venoarterial

VA - venoarterial

VV - Venovenoso

VV-V - venovenoso – venoso

Índice

INTRODUÇÃO	12
1. <i>EXTRACORPOREAL MEMBRANE OXYGENATION</i>	15
1.1. Modalidades de suporte de <i>extracorporeal membrane oxygenation</i>	17
1.2. <i>Awake extracorporeal membrane oxygenation</i>	19
2. A FRAQUEZA MUSCULAR ADQUIRIDA NOS CUIDADOS INTENSIVOS ..	22
3. A REABILITAÇÃO DA PESSOA COM <i>EXTRACORPOREAL MEMBRANE OXYGENATION</i>	25
3.1. O processo de reabilitação	25
3.2. Utilização do cicloergómetro	29
3.3. A segurança na reabilitação.....	33
3.4. O papel do Enfermeiro Especialista em Enfermagem de Reabilitação ..	35
4. METODOLOGIA.....	39
4.1. Tipo de estudo	39
4.2. Critérios de inclusão e exclusão.....	41
4.3. Estratégia de pesquisa.....	42
4.4. Seleção dos estudos	45
4.5. Extração de dados	47
4.6. Análise e apresentação de resultados	48
5. RESULTADOS	49
5.1. Características dos estudos.....	49
5.2. Caracterização dos participantes	54
5.3. Modalidade do suporte <i>extracorporeal membrane oxygenation</i>	55
5.4. Utilização do cicloergómetro	56
5.5. <i>Outcomes</i> da utilização do cicloergómetro	64
6. DISCUSSÃO	70
7. CONCLUSÃO.....	82
BIBLIOGRAFIA	85

ÍNDICE de TABELAS

Tabela 1 - Estratégia de pesquisa com operadores booleanos	43
Tabela 2 - Apresentação de resultados (ID, Autores, Ano, Objetivo, Características dos Estudos, Características dos Participantes)	50
Tabela 3 - Programa de reabilitação com utilização do cicloergómetro, características do treino com o cicloergómetro, responsável implementação e eventos adversos	57
Tabela 4 - Apresentação de Instrumentos de Avaliação e Outcomes.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma PRISMA 2020 – processo de seleção de estudos	46
--	----

Introdução

A crescente evolução científica e tecnológica na área dos cuidados de saúde possibilitou o desenvolvimento de formas de suporte de vida extracorporeal progressivamente mais eficientes. O tratamento e suporte da pessoa em situação de doença crítica, de elevada complexidade, passou a ser uma possibilidade, permitindo a recuperação e preservação de funções vitais comprometidas por patologias graves e agudas (Azevedo, 2020).

A *extracorporeal membrane oxygenation* (ECMO) é uma dessas modalidades de suporte vital extracorporeal, que melhora a oxigenação, ventilação e/ou débito cardíaco em pessoas com doença crítica, através de cânulas ligadas a um circuito que bombeia sangue através de um oxigenador e o devolve ao doente (Bertini et al., 2025). A ECMO pode ser utilizada em casos de patologia cardíaca e/ ou pulmonar refratária ao tratamento convencional, incluindo na insuficiência respiratória aguda hipoxémica, no *acute respiratory distress syndrome* (ARDS), na paragem cardíaca, no choque cardiogénico, entre outras indicações (Pereira, 2021).

A utilização desta técnica permitiu aumentar a sobrevivência em situações anteriormente consideradas fatais. Contudo, os sobreviventes de doença crítica prolongada frequentemente apresentam sequelas importantes, tais como défices significativos na função física, mental e cognitiva, afetando negativamente a qualidade de vida (Kang & Lee, 2025; Morris & Osman, 2017). Os défices físicos adquiridos durante o internamento na unidade de cuidados intensivos limitam frequentemente a capacidade da pessoa para executar atividades básicas de vida diária, especialmente as relacionadas com o autocuidado, aumentando o nível de dependência e afetando significativamente a saúde e o bem-estar (Azevedo et al., 2019).

A fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos é também comum nas pessoas submetidas a ECMO. Esta incapacidade funcional é causada pela atrofia muscular associada à doença crítica e tende a persistir após a alta

hospitalar. Devido à gravidade da sua condição clínica, esta população pode apresentar uma perda de massa muscular ainda mais pronunciada do que a população geral da unidade de cuidados intensivos, aumentando o risco de limitações funcionais severas (Hayes et al., 2018).

Face à necessidade de reduzir a morbilidade associada à doença crítica, tem existido um crescente enfoque em intervenções que promovam a reabilitação física precoce nas unidades de cuidados intensivos (Abrams et al., 2022). Atualmente, a reabilitação e mobilização precoce é reconhecida como essencial no tratamento da pessoa com doença crítica, visando prevenir não apenas complicações físicas, mas também cognitivas e mentais (Söderberg et al., 2023). Neste contexto, esta tema enquadra-se no âmbito das competências do Enfermeiro Especialista em Enfermagem de Reabilitação, enquanto elemento-chave na equipa multidisciplinar responsável pelo programa de reabilitação desta população.

Uma das ferramentas promissoras na estratégia de mobilização precoce é o cicloergómetro ou bicicleta ergométrica. Este possibilita o início precoce da reabilitação, potencializando a recuperação funcional de pessoas com doença crítica internadas nas unidades de cuidados intensivos (Newman et al., 2022). Uma das mais valias do cicloergómetro é a flexibilidade de poder ser adaptado à evolução da pessoa, adequando com precisão a intensidade da intervenção e o esforço exigido às suas reais capacidades, possibilitando programas individualizados (Kho et al., 2016), visando a manutenção ou melhoria da condição física (Silveira et al., 2019).

Partindo do princípio de que os *standards* de reabilitação definidos para a população geral com doença crítica devem igualmente orientar a reabilitação das pessoas submetidas a ECMO (Eden et al., 2017; Abrams et al., 2022), a utilização do cicloergómetro na reabilitação desta população surgiu como uma evolução natural, integrando-se progressivamente nas estratégias de mobilização precoce. No entanto, uma pesquisa exploratória prévia na literatura, demonstrou dispersão e escassez de evidências sobre este tema, motivo pelo qual a presente *scoping review* assume especial relevo.

Assim, com o objetivo de mapear a evidência científica existente sobre o tema, optamos pela realização de uma *scoping review* para dar resposta à questão “Quais as evidências disponíveis acerca da utilização do cicloergómetro na reabilitação da pessoa adulta em situação crítica em ECMO?”. Este estudo de investigação surge enquadrado no Curso de Mestrado em Enfermagem de Reabilitação da Escola Superior de Enfermagem do Porto, no ano letivo 2024/2025, da unidade curricular Dissertação, sob orientação da Professora Doutora Carla Fernandes e coorientação do Professor Doutor Luís Miguel Ferreira.

O projeto de investigação está organizado em sete capítulos. O primeiro remete para o enquadramento teórico sobre a técnica ECMO, seus conceitos, indicações e modalidades. O segundo capítulo aborda a fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos. Já o terceiro capítulo aborda a reabilitação da pessoa em ECMO, apontando alguns conceitos essenciais para ter uma visão abrangente sobre o desafio que esta população coloca aos enfermeiros especialistas em enfermagem de reabilitação. Neste capítulo, é também explorada a evidência existente sobre a utilização do cicloergómetro na reabilitação da pessoa com doença crítica. No quarto capítulo é descrito o procedimento metodológico para a elaboração da *scoping review*. O quinto capítulo apresenta os resultados obtidos e as evidências identificadas sobre a utilização do cicloergómetro no programa de reabilitação da pessoa em ECMO, servindo de base para a análise e discussão aprofundada no sexto capítulo. Por fim, na conclusão, são sintetizadas as principais ideias abordadas na discussão, em relação à questão de partida refletindo-se sobre o alcance dos objetivos inicialmente definidos.

1. *Extracorporeal membrane oxygenation*

A *extracorporeal membrane oxygenation* (ECMO) é uma tecnologia com potencial para salvar vidas, através de suporte mecânico temporário a pessoas com doença crítica, que apresentam falência cardíaca, respiratória ou cardiopulmonar combinada refratárias à terapia convencional ótima (Polastri et al., 2024).

O primeiro relato da implementação de *bypass* cardiopulmonar prolongado em seres humanos, que pode ser considerada ECMO, ocorreu em 1972 (Hill et al., 1972). Os autores descreveram o caso de um homem de 24 anos, que desenvolveu insuficiência respiratória após cirurgia de reparação aórtica devido a um acidente de viação. Apesar da otimização da estratégia de suporte convencional, a insuficiência respiratória piorou, pelo que foi iniciada perfusão venoarterial parcial. Após 75 horas de suporte, a insuficiência respiratória da pessoa melhorou, permitindo que esta fosse retirada do suporte ECMO com sucesso. Desde então, a utilização desta técnica a nível mundial tem sido crescente; em 2009 foram comunicados 850 casos de utilização de ECMO em adultos, tendo em 2021 o número de casos saltado para 17975. No período 2009-2022 foram registados 108265 casos de ECMO em adulto (Tonna et al., 2024). Em Portugal, a utilização da ECMO acentua-se a partir de 2009, com a pandemia pelo vírus *Influenza A H1N1*. No entanto, apenas em 2017, o despacho n.º 6669/2017, publicado em Diário da República, reconhece oficialmente pelo Ministério da Saúde três centros de referência ECMO: o Centro Hospitalar Lisboa Central, E. P. E., o Centro Hospitalar Lisboa Norte, E. P. E., e o Centro Hospitalar de São João, E. P. E., que passam a receber utentes referenciados de outras unidades hospitalares (Ministério da Saúde, 2017).

O princípio básico da ECMO é permitir o descanso do órgão afetado (Haji et al., 2021), podendo fornecer desde dias a semanas de suporte (Melnikov et al., 2024). Consiste na conjugação de um “pulmão artificial” com uma bomba de sangue, que drena continuamente o sangue desoxigenado através de uma veia central, o bombeia através de um oxigenador de membrana, removendo o

dióxido de carbono e acrescentando oxigénio, devolvendo o sangue agora oxigenado à pessoa (Mark et al., 2021). Utiliza um circuito básico constituído por uma bomba de sangue, oxigenador de membrana, tubagem de condução do sangue, permutador de calor e cânulas de drenagem e retorno que facilitam a troca de oxigénio e dióxido de carbono, permitindo reduzir as configurações do ventilador para diminuir o potencial de lesão pulmonar (Combes et al., 2020). A introdução de oxigenadores de polimetilpenteno que são mais pequenos, mas mais eficientes em termos de transferência de gases, e apresentam melhor biocompatibilidade, veio favorecer a estabilidade da coagulação, resultando em menor consumo de fatores de coagulação (Modi et al., 2024).

A pessoa em ECMO continua a ser particularmente suscetível a hemorragias (no local de inserção das cânulas, ferida cirúrgica, intracranianas ou intra-abdominais) devido à anticoagulação necessária, bem como à trombocitopenia e deficiências de fatores de coagulação comuns durante a ECMO. No entanto, a ativação e consumo de plaquetas, leucócitos e fatores de coagulação quando o sangue entra em contato com a superfície do circuito extravascular da ECMO passou a ser menor, diminuindo também a necessidade de transfusão de plaquetas, glóbulos rubros ou da substituição do oxigenador (He et al., 2022).

Os dispositivos utilizados atualmente são portáteis, autónomos, miniaturizados e de peso reduzido, diminuindo a incidência de algumas complicações (Betit, 2018) e permitindo a mobilização da pessoa, bem como o seu transporte intra e extra-hospitalar, de forma relativamente simples. É uma técnica versátil, que pode ser implementada em várias situações, desde a estabilização clínica da pessoa até à sua recuperação total (ponte para recuperação), passando por situações em que funciona como ponte para decisão terapêutica (ponte para decisão), seja para um *upgrade* para suporte ventricular de longa duração, transplante (ponte para transplante) ou, inclusivamente, a própria suspensão do suporte (Passos Silva et al., 2017).

1.1. Modalidades de suporte de *extracorporeal membrane oxygenation*

Existem dois tipos principais de ECMO: venovenoso (ECMO VV) e venoarterial (ECMO VA). As indicações de utilização dos diferentes tipos de ECMO estão relacionadas com a patologia da pessoa (Pereira, 2021).

A canulação VV é utilizada em pessoas com insuficiência respiratória isolada (Gajkowski et al., 2022). Está indicada na insuficiência respiratória aguda refratária grave, hipóxica ou hipercápnica, potencialmente reversível ou como ponte para transplante. Outras patologias que demonstraram benefícios com o uso de ECMO VV incluem: repouso pulmonar após contusão pulmonar, inalação de fumo e obstrução das vias aéreas, falência primária do enxerto após transplante pulmonar, como ponte para transplante pulmonar, no estado de mal asmático, na hemorragia pulmonar ou hemoptise maciça, na hérnia diafragmática congénita e na aspiração de mecónio (Pereira, 2021).

A canulação VA é usada em doentes com insuficiência cardíaca isolada, para suporte circulatório, ou insuficiência cardíaca e respiratória combinadas. (Gajkowski et al., 2022). As indicações potenciais para o ECMO VA incluem choque cardiogénico secundário a enfarte agudo do miocárdio, a insuficiência cardíaca refratária ao tratamento médico otimizado e a paragem cardiorrespiratória. Também pode ser útil em doentes com choque séptico e miocardiopatia associada à sepsis, arritmias, toxicidade cardíaca por drogas, embolia pulmonar, miocardite, complicações pós-cirurgia cardíaca, insuficiência cardíaca primária do aloenxerto, tireotoxicose, anafilaxia ou trauma (Pereira, 2021).

A principal diferença entre os circuitos de ECMO VA e ECMO VV é a localização da inserção das cânulas. Na modalidade ECMO VV o sangue é devolvido numa veia, na ECMO VA o sangue é devolvido numa artéria (Gajkowski et al., 2022).

A estratégia de canulação convencional para o ECMO VV envolve o uso de pelo menos uma cânula femoral, a cânula de acesso e uma cânula de retorno. A cânula de acesso venoso é comprida, reforçada com arame e, por isso, menos suscetível de se dobrar ou de se exteriorizar (está inserida cerca de 35-45 cm até ao diafragma, perto da junção veia cava inferior-aurícula direita). A cânula de retorno venosa é habitualmente colocada no pescoço através da veia jugular interna, sendo mais curta, podendo ser mais facilmente exteriorizada de forma acidental (Haji et al., 2021).

Outra forma de configuração ECMO VV é a femoro-femoral, em que tanto a cânula de acesso (drenagem) quanto a cânula de retorno são inseridas através das veias femorais comuns. O sangue é retirado de uma cânula posicionada na veia cava inferior, bombeado através do oxigenador do circuito ECMO e devolvido à pessoa ao nível da aurícula direita, pela veia femoral contralateral (Burrell et al., 2018).

Ainda uma alternativa possível para as situações de ECMO VV, consiste na inserção de apenas uma cânula de duplo lúmen na jugular interna. Esta alternativa é preferida por alguns centros que mobilizam os doentes de forma regular, por evitar a presença de uma cânula na região inguinal e não limitar a mobilidade do membro inferior homolateral. No entanto, esta necessita de perícia, sendo tecnicamente de colocação difícil, além de que a sua deslocação, mesmo que pequena, pode ter impacto major no fluxo ECMO ou recirculação, com riscos sérios para a pessoa. Por isso, a canulação standard com cânula dupla é mais segura e fácil de conseguir (Sorokin et al., 2017).

O ECMO VA periférico envolve também o uso de pelo menos uma cânula femoral, a cânula de acesso e uma cânula de retorno arterial. A cânula de retorno arterial pode ser colocada na artéria femoral ou na artéria axilar. A colocação na artéria axilar pode promover o conforto do doente durante a mobilização, mas é colocada de forma cirúrgica, com necessidade de ida ao bloco operatório, anestesia profunda e inserção de tubo oro traqueal. Já a colocação da cânula arterial na artéria femoral pode ser realizada na unidade através de controlo ecográfico. Associado à presença da cânula arterial na artéria femoral, está o

cateter de reperfusão distal, para permitir a perfusão anterógrada do membro distal (Haji et al., 2021). A ECMO VA também pode ser realizada de forma central, através de esternotomia. No entanto, é uma técnica muito invasiva, pois requer a canulação direta da aurícula direita e aorta ascendente. Por vezes, o tórax pode permanecer aberto durante alguns dias. Portanto, os riscos de hemorragia, infeção e lesão nos vasos são maiores. É utilizada apenas em situações de risco de morte iminente (Pavlushkov et al., 2017).

Atualmente, são utilizadas cânulas tecnologicamente avançadas, com paredes finas, estrutura reforçada e construídas numa única peça, conferindo-lhes elevada resistência (Strunina et al., 2019), sendo capazes de tolerar flexões de até 90° sem comprometer a sua integridade (Keshavamurthy et al., 2021).

1.2. Awake extracorporeal membrane oxygenation

Com o intuito de minimizar riscos associados a descanulações acidentais, bem como manter a sincronia com o ventilador, as pessoas submetidas a suporte ECMO encontravam-se frequentemente sob sedação profunda e imobilizadas no leito por longos períodos, sendo expostas ao uso prolongado de relaxantes musculares e corticosteroides (Eden et al., 2017). Esta abordagem resultava, inevitavelmente, num acentuado descondicionamento físico, contribuindo para o prolongamento do tempo de internamento na unidade de cuidados intensivos e dificultando significativamente o processo de desmame ventilatório (Patrick & Adams, 2021).

Este método – método clássico - tem vindo progressivamente a ser substituído por estratégias que promovem a redução precoce do uso de sedativos. Alguns centros optam por diminuir ou mesmo suspender a perfusão de sedativos logo após o início do suporte com ECMO, havendo casos em que esta técnica é

utilizada como primeira linha de tratamento, evitando a necessidade de ventilação mecânica invasiva e de entubação endotraqueal. Embora, em determinadas situações, possa ser necessário recorrer a uma sedação ligeira com o objetivo de proporcionar conforto à pessoa, esta nova abordagem permite manter a respiração espontânea e iniciar precocemente a mobilização ativa (Haji et al., 2021). Neste contexto, os doentes permanecem acordados, não entubados e a respirar espontaneamente, configuração que caracteriza a denominada *awake extracorporeal membrane oxygenation (awake ECMO)* (Eden et al., 2017).

O termo *awake ECMO* refere-se a um estado de sedação mínima que permite a participação ativa do doente nas atividades de mobilização (Polastri et al., 2016), potenciando a sua capacidade de colaborar tanto no processo de reabilitação como no desmame da ventilação mecânica (Eden et al., 2017). Esta estratégia tem demonstrado benefícios significativos como a redução da fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos, a melhoria da recuperação funcional, a diminuição da incidência de infeções nosocomiais e a redução do tempo de internamento hospitalar, contribuindo para a diminuição dos custos associados ao tratamento (Haji et al., 2021).

Entre os diversos benefícios associados a esta abordagem, destaca-se a possibilidade de a pessoa comer, beber, comunicar e envolver-se ativamente no seu processo de recuperação funcional (Sklienka et al., 2024). Não menos importante, a *awake ECMO* possibilita a manutenção da autonomia e identidade da pessoa permitindo-lhes, por exemplo, continuar a desempenhar atividades laborais através de dispositivos eletrónicos durante o internamento, contribuindo assim, para a preservação da normalidade do seu quotidiano (Knudson et al., 2022). Trata-se também de uma estratégia eficaz de ponte para transplante, que tem vindo progressivamente a ser adotada para pessoas conscientes, com doença pulmonar ou cardíaca em estado terminal (Haji et al., 2021).

Em termos teóricos, a utilização precoce da *awake ECMO* pode traduzir-se em pessoas com maior estabilidade física e fisiológica, quando comparados com aqueles submetidos a ventilação mecânica invasiva, uma vez que a evicção da

entubação oro-traqueal elimina um conjunto significativo de complicações tais como a pneumonia associada ao ventilador, a lesão pulmonar induzida pelo ventilador, a hiperinsuflação dinâmica e a redução na eficácia da administração de medicação por via aerossolizada (Sklienka et al., 2024).

A evicção dos efeitos deletérios associados à sedação, à entubação e à ventilação mecânica invasiva permite afirmar que existe uma base racional sólida para a adoção desta modalidade. A *awake* ECMO, em casos de disfunção cardíaca aguda ou de agudização de uma condição crónica, pode possibilitar a estabilização dos órgãos-alvo, atenuar a gravidade do quadro clínico e contribuir para melhores resultados terapêuticos (Haji et al., 2021).

No entanto, mesmo reconhecendo todos os benefícios da estratégia *awake* ECMO, não se deve ignorar que pessoas em situação de doença crítica sob suporte ECMO, constituem a população que apresenta doença de maior gravidade, em qualquer unidade de cuidados intensivos e, invariavelmente, terão um internamento prolongado com necessidades de cuidados de reabilitação também prolongadas (Haji et al., 2021).

2. A fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos

Uma das consequências mais bem documentadas da imobilidade é o desenvolvimento de uma fraqueza muscular acentuada, tanto ao nível dos músculos respiratórios como dos membros, conhecida como fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos (Veldema et al., 2019).

A fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos é definida como uma diminuição da força muscular clinicamente identificável, desenvolvida por uma pessoa em situação de doença crítica, sendo diretamente atribuída ao internamento na unidade de cuidados intensivos, após excluídas outras causas que possam justificar essa perda de força (Taylor, 2020). No caso específico das pessoas com suporte ECMO, observa-se uma acumulação de fatores de risco que favorecem a instalação e progressão desta condição, cuja prevalência pode atingir até 80% nesta população (Chen et al., 2022).

Esta condição corre de forma precoce e acelerada durante a primeira semana de doença crítica (Kho et al., 2023). Apresenta-se, tipicamente, de forma generalizada e simétrica, afetando predominantemente os músculos dos membros – com maior comprometimento dos segmentos proximais em relação aos distais – e os músculos respiratórios, enquanto os músculos faciais e oculomotores tendem a ser poupados. Os músculos dos membros inferiores, que correspondem a cerca de 75% da massa muscular esquelética total, são particularmente vulneráveis à fraqueza induzida pela imobilidade (Kho et al., 2023). Também os membros superiores sofrem perdas significativas, com reduções de massa muscular estimadas entre 13,2% e 16,9% (Nakanishi et al., 2020), e com uma diminuição da força muscular na ordem dos 11,8%, sendo o músculo deltoide especialmente afetado, com perdas que podem atingir os 14% (Samosawala et al., 2016). O tônus muscular encontra-se, quase invariavelmente, diminuído, e os reflexos tendinosos profundos podem estar reduzidos ou, por vezes, preservados. Pode ter origem numa perturbação neurogénica, denominada “polineuropatia da doença crítica, numa perturbação miogénica, denominada “miopatia da doença crítica”, ou numa combinação de

ambas, denominada “neuromiopatia da doença crítica” (Vanhorebeek et al., 2020).

Tem como consequência um aumento do risco de mortalidade, tanto durante o internamento hospitalar como após a alta. Contribui ainda para uma maior duração da ventilação mecânica e do tempo de hospitalização, refletindo-se num acréscimo significativo dos custos relacionados com os cuidados de saúde. Para além disso, eleva a probabilidade da necessidade de cuidados prolongados em unidades de reabilitação, com repercussões negativas na função física e na qualidade de vida a longo prazo (Vanhorebeek et al., 2020).

A fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos pode iniciar-se nas primeiras 24 horas após a admissão na unidade de cuidados intensivos, evoluindo progressivamente ao longo do internamento (Yu et al., 2024). Estima-se que entre 30% e 57% das pessoas que permanecem em cuidados intensivos por mais de sete dias venham a desenvolver esta condição (Taylor, 2020). Estudos como o de Hayes et al. (2018) demonstraram, através da avaliação ecográfica do musculo quadrícipite, uma acentuada perda de massa muscular em pessoas com ECMO, particularmente nos primeiros dias de suporte. Os dados revelaram que, ao décimo dia, a perda de massa muscular atinge os 20%, progredindo para 30% até ao vigésimo dia. Importa sublinhar que estes resultados foram observados mesmo em pessoas já integradas num programa de reabilitação precoce, cujo objetivo era alcançar o mais elevado nível possível de mobilidade e, idealmente, evoluir para a deambulação.

Os fatores de risco associados à fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos incluem sepsis, disfunção orgânica múltipla, ventilação mecânica, imobilização prolongada, hiperglicemia (Eggmann et al., 2018), estado catabólico, inflamação sistémica e uso de glucocorticoides (Veldema et al., 2019).

Um critério frequentemente utilizado para o diagnóstico de fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos é a avaliação de seis grupos musculares bilaterais, utilizando a escala desenvolvida pela *Medical Research Council – Sum Score* (MRC -SS); uma pontuação abaixo de 48 (score máximo 60) é

indicativa da presença desta condição. Contudo, é difícil conseguir fazer uma avaliação correta da força muscular nas etapas iniciais da doença crítica, porque exige que a pessoa esteja desperta, alerta e cognitivamente íntegra. Por este motivo, o diagnóstico de fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos é muitas vezes atrasado pela incapacidade de realizar testes de avaliação muscular volitivos (Vanhorebeek et al., 2020).

A alta da pessoa com doença crítica da unidade de cuidados intensivos não representa, necessariamente, o fim das limitações decorrentes da fraqueza muscular adquirida. Pelo contrário, a persistência dessas limitações levou ao reconhecimento de uma nova entidade clínica – a síndrome pós-cuidados intensivos – definida pela *Society of Critical Care Medicine* em 2010 (Hiser et al., 2023). Esta síndrome caracteriza-se por um conjunto de limitações físicas, cognitivas e psicológicas que comprometem, de forma significativa, a qualidade de vida das pessoas que sobrevivem a um internamento em cuidados intensivos. No caso particular das pessoas com suporte ECMO, cuja condição clínica é, à partida, mais grave, o risco de desenvolvimento desta síndrome é ainda mais elevado (Liu et al., 2023). De um modo geral, a qualidade de vida relacionada à saúde (*Health-Related Quality of Life*) dos sobreviventes adultos de ECMO, três meses ou mais após a alta hospitalar, é considerada baixa (Zeng et al., 2024) e seis meses após a alta, 52% dos sobreviventes de ECMO apresentam limitações funcionais, incluindo dificuldades nas atividades diárias, mobilidade e cuidados pessoais (Kalra et al., 2024).

.

3. A reabilitação da pessoa com *extracorporeal membrane oxygenation*

Num esforço para mitigar a morbilidade associada à doença crítica, tem-se verificado um crescente enfoque em intervenções que promovam a reabilitação física no contexto da unidade de cuidados intensivos (Abrams et al., 2022). As necessidades específicas de reabilitação da população em ECMO têm sido consistentemente identificadas ao longo da última década (Polastri et al., 2016), o que tem motivado a comunidade científica a explorar novas direções e abordagens inovadoras neste domínio de investigação (Polastri et al., 2024).

Neste sentido, torna-se evidente a necessidade de incluir estes doentes em programas de reabilitação precoce. Os seus benefícios, amplamente documentados na população geral de pessoas com doença crítica, podem igualmente ser aplicáveis às pessoas sob suporte ECMO (Naz et al., 2021).

A literatura atual evidencia três aspetos fundamentais acerca da reabilitação da pessoa sob suporte ECMO: a reabilitação precoce pode desempenhar um papel relevante na promoção da recuperação da pessoa em ECMO; apesar dos receios frequentemente associados, a reabilitação da pessoa em ECMO revela-se segura; e por fim, este processo exige uma colaboração interprofissional eficaz (Sheasby et al., 2022).

3.1. O processo de reabilitação

A reabilitação da pessoa em situação de doença crítica sob suporte ECMO é amplamente reconhecida como um componente essencial do plano terapêutico, com o objetivo de preservar e restaurar a força e função musculoesquelética (Polastri et al., 2024). Todas as intervenções que minimizem a perda muscular aguda durante a fase crítica da doença, revelam-se particularmente relevantes,

trazendo benefícios significativos para os sobreviventes de internamento em unidades de cuidados intensivos (Nickels et al., 2020). As intervenções podem incluir exercícios para manutenção da amplitude de movimentos, utilização do cicloergómetro na cama ou fora dela, exercícios com bandas de resistência, transferências posturais, treino de ortostatismo, fortalecimento da musculatura respiratória, técnicas de desobstrução das vias aéreas, exercícios respiratórios e atividades progressivas destinadas a readaptar a pessoa a atividades fora da cama, como sentar-se, levantar-se e caminhar. Dá-se particular relevância a protocolos de reabilitação que envolvem a aplicação de procedimentos de avaliação e de técnicas terapêuticas complexas, que integrem rotinas de exercício com intensidade progressiva, dando especial ênfase a atividades realizadas fora da cama, adotando uma abordagem multidisciplinar coordenada, centrada na mobilização ativa e segura da pessoa em ECMO (Polastri et al., 2024). O objetivo consiste em preservar ou restaurar as funções neuromuscular, cognitiva e respiratória, num contexto marcado por mobilidade significativamente reduzida ou ausente (Tonna et al., 2023).

De uma forma geral, como prática padrão, recomenda-se que os programas de reabilitação precoce tenham início entre os primeiros dois a quatro dias após o início do suporte com ECMO (Tonna et al., 2023) e exigem uma abordagem multidisciplinar rigorosa, que inclua a avaliação das morbilidades físicas, a identificação das necessidades específicas de reabilitação, a implementação de exercícios ativos e a definição de indicadores de resultado que permitam monitorizar a eficácia das intervenções (Eden et al., 2017).

A mobilização precoce, uma componente dos programas de reabilitação, enquanto intervenção terapêutica, está implementada em unidades de cuidados intensivos a nível global (Waldauf et al., 2019) e é amplamente aceite no plano de cuidados da pessoa em ECMO (Eden et al., 2017; Wells et al., 2018; Chatziefstratiou et al., 2023). Pode ser definida como uma intervenção terapêutica orientada para a atenuação dos efeitos iatrogénicos associados ao internamento prolongado em unidades de cuidados intensivos (Yang et al., 2023).

Neste contexto, o termo “mobilização” refere-se à realização de atividade física com intensidade suficiente para produzir efeitos fisiológicos benéficos, nomeadamente a melhoria da circulação central e periférica, podendo contribuir para a prevenção da estase venosa e da trombose venosa profunda, melhoria da ventilação pulmonar, do metabolismo muscular e do estado de alerta (Arias-Fernández et al., 2018). Os níveis de mobilidade da pessoa submetida a suporte ECMO podem ser avaliados através da *Intensive Care Unit Mobility Scale* (ICU-MS), uma escala cuja pontuação varia entre 0, correspondente à ausência de movimentos ativos, e 10, que representa a capacidade de caminhar de forma independente (Tonna et al., 2023).

Entre os benefícios documentados da mobilização precoce destacam-se a redução da incidência de delirium, a diminuição do número de dias sob ventilação mecânica, a menor necessidade de vasopressores, a redução do tempo de internamento hospitalar, a menor mortalidade e a melhoria da capacidade funcional, juntamente com uma redução nos custos de saúde (Eden et al., 2017; Wells et al., 2018; Chatziefstratiou et al., 2023). Já de acordo com Mark et al. (2021), os benefícios clínicos da mobilização precoce além da diminuição do delírio, diminuição do tempo de internamento hospitalar, a melhoria da recuperação funcional, e a redução do tempo de ventilação mecânica, passam também, pela redução da fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos.

Pode-se também afirmar, que a capacidade das pessoas com suporte ECMO, para participarem ativamente nas atividades de reabilitação motora e progredirem positivamente no programa de mobilização precoce, está diretamente relacionada com a sua sobrevivência (Mayer et al., 2022).

Adicionalmente aos benefícios clínicos destacam-se também os impactos económicos positivos associados à mobilização precoce em pessoas sob suporte ECMO. Num estudo realizado em pessoas com ECMO VV como ponte para transplante pulmonar, verificou-se que a implementação de uma estratégia de mobilização precoce com deambulação resultou numa redução de 22% no custo global do internamento e de 73% nos custos pós-transplante em unidades

de cuidados intensivos, quando comparado com a abordagem tradicional (Bain et al., 2016). De acordo com Tonna et al. (2023), as pessoas que iniciam a mobilização precoce nas primeiras 72 horas após o início do suporte com ECMO têm uma probabilidade significativamente superior de atingir níveis mais elevados de mobilidade até ao sétimo dia de internamento. Esses níveis incluem a capacidade de se sentar, realizar exercícios na cama e ser transferidas passivamente para um cadeirão (Tonna et al., 2023).

Outros estudos, como os de Munshi et al. (2017) revelam que existe uma possível associação positiva entre a implementação precoce de programas de reabilitação e a redução da mortalidade em pessoas submetidas a ECMO VV devido a síndrome de dificuldade respiratória aguda. O mesmo é suportado por Bonizzoli et al. (2019) que consideram que a reabilitação iniciada na primeira semana após o início do suporte ECMO tem um impacto positivo nesta população, ao associar-se a uma menor duração do suporte extracorporeal, da ventilação mecânica e do tempo total de internamento hospitalar.

Já em pessoas com progressão para doença pulmonar terminal, nos quais o transplante pulmonar esteja indicado e seja implementado suporte com ECMO VV como ponte para o transplante, a participação ativa na reabilitação física, incluindo a deambulação deve ter especial ênfase (Abrams et al., 2022). Os exercícios fora da cama em doentes em ECMO VV como ponte para transplante pulmonar têm potencial de favorecer uma recuperação pós-transplante mais rápida e eficaz (Patrick & Adams, 2021). Se as vantagens da reabilitação estão bem identificadas neste grupo de pessoas em ECMO, aqueles que se encontram em ponte para recuperação de doenças agudas ainda não têm a sua eficácia clínica e funcional bem estabelecidas. Nestes casos a evidência tem-se focado sobretudo na demonstração da segurança e viabilidade da mobilização precoce (Abrams et al., 2022).

A mobilização precoce é, portanto, uma intervenção complexa, que acarreta a necessidade de equipamentos e dotação de *staff* adequada, implicando um investimento significativo em termos de tempo e esforço por parte da equipa assistencial (Yang et al., 2023). Exige também, uma avaliação minuciosa da

pessoa, bem como uma articulação eficaz entre os diferentes elementos da equipa multidisciplinar, com o objetivo de atingir o maior nível de mobilidade possível, garantindo a segurança da pessoa e da equipa (Mark et al., 2021).

A mobilização precoce e intensiva de terapia físicas deve ter início o mais precocemente possível, e pode recorrer a estratégias de mobilização ativa, aplicação de electroestimulação muscular transcutânea ou utilização do cicloergómetro (Borges et al., 2022).

3.2. Utilização do cicloergómetro

O cicloergómetro, também conhecido como bicicleta ergométrica é uma ferramenta inovadora de mobilização precoce (Newman et al., 2022; Vanderlelie et al., 2024) que tem vindo a ser integrado nos protocolos de reabilitação das unidades de cuidados intensivos não estando ainda amplamente disponível (Kho et al., 2023). Consiste numa pedaleira estacionária cíclica, que tem como objetivo principal a manutenção ou a melhoria da condição física, mesmo em contextos de elevada complexidade clínica (Silveira et al., 2019). Permite a mobilização tanto dos membros superiores como dos membros inferiores (Newman et al., 2022; Vanderlelie et al., 2024) e tem o potencial de contribuir para a prevenção da atrofia do músculo quadricípite femoral (Veldema et al., 2019) bem como para a preservação da arquitetura muscular (Nickels et al., 2017). Dispõe de um mecanismo eletrónico para controlar e ajustar a carga de trabalho realizada pela pessoa (Muniz, 2023) podendo assim, ser utilizado de forma passiva, sem necessidade de esforço, o que o torna viável mesmo em situações de sedação e ventilação mecânica (Takaoka et al., 2020). Também pode ser aplicado de forma ativa-assistida — permitindo que a pessoa aumente a cadência previamente programada — ou de forma ativa-resistida, através da introdução de resistência, promovendo um maior envolvimento muscular (Kho et al., 2015).

Esta flexibilidade confere-lhe uma das suas principais mais-valias, pois permite a adaptação da intervenção à evolução clínica da pessoa. Possibilita ajustar com precisão a intensidade do exercício e o nível de esforço exigido, em função das capacidades reais de cada pessoa, o que favorece a implementação de programas individualizados (Kho et al., 2016).

Para implementar eficazmente um programa de mobilização com recurso ao cicloergómetro, é fundamental que as intervenções de reabilitação prescritas tenham em conta diversos fatores clínicos e técnicos, nomeadamente a modalidade de suporte ECMO (VA ou VV), o tipo de canulação utilizada e a frequência, intensidade, tempo e tipo de exercício (FITT). Este acrónimo – FITT - é amplamente utilizado na prescrição de exercício físico em diferentes contextos de reabilitação, como na reabilitação cardíaca (Nunes, 2023) e na reabilitação respiratória (Ordem dos Enfermeiros, 2018). Permite estruturar programas de exercício individualizados, ajustando a frequência das sessões, a intensidade do esforço (medida, por exemplo, pela taxa de consumo energético), a duração de cada sessão e o tipo de treino (força/anaeróbico e/ou resistência/aeróbico), de acordo com as necessidades específicas, condição clínica e capacidades funcionais de cada pessoa.

O primeiro ensaio clínico randomizado que investigou o uso e a eficácia da mobilização com recurso ao cicloergómetro em pessoas em situação de doença crítica foi conduzido por Burtin et al. (2009). Os resultados revelaram que o grupo intervencionado com cicloergómetro apresentou melhorias significativas na capacidade funcional para o exercício — medida pela distância percorrida no teste de marcha de seis minutos —, na força do músculo quadríceps e na perceção do estado funcional. Este método de mobilização demonstrou ainda ser seguro e viável, com uma média de quatro sessões semanais e um tempo total de preparação, execução e finalização entre 30 a 40 minutos por sessão. Não foram registados eventos adversos major, tendo apenas 4% das sessões sido interrompidas devido à diminuição da saturação de oxigénio abaixo dos 90%.

Outros estudos, como a revisão sistemática de Castro-Avila et al. (2015), defenderam que o cicloergómetro, quando disponível, deve ser integrado num programa estruturado de exercícios, sustentado por critérios de segurança bem definidos para o início e eventual interrupção das sessões. Também uma revisão sistemática conduzida por Arias-Fernández et al. (2018), demonstrou que o cicloergómetro pode ser eficaz na preservação da força muscular dos membros inferiores em pessoas com doença crítica.

A revisão sistemática com meta-análise conduzida por Takaoka et al. (2020) apontou para a segurança da utilização do cicloergómetro em contexto de cuidados intensivos, com uma taxa de eventos adversos extremamente reduzida (0,16% das sessões, correspondendo a 5 em 3117). No entanto, os autores referem que o impacto desta intervenção nos desfechos clínicos permaneceu incerto. Não foram observadas diferenças significativas na função física, duração da ventilação mecânica, tempo de internamento, qualidade de vida ou mortalidade entre as pessoas que utilizaram o cicloergómetro e aqueles que não o utilizaram o que torna a evidência sobre as vantagens da sua utilização inconclusiva. No mesmo sentido, o estudo de Waldauf et al. (2021) investigou a combinação do cicloergómetro com a eletroestimulação funcional (FES-cycling) numa população de doentes submetidos a ventilação mecânica, com previsão de internamento superior a sete dias. Os resultados, não evidenciaram melhorias significativas na incapacidade física seis meses após a alta da unidade de cuidados intensivos, quando comparado com o grupo de controlo, apesar do potencial teórico desta abordagem para mitigar os efeitos da imobilidade prolongada.

No contexto específico da ECMO, Eden et al. (2017) sugerem que a utilização do cicloergómetro para membros inferiores, seja na cama ou no cadeirão, de forma passiva ou ativa, pode constituir uma estratégia complementar eficaz para a manutenção da amplitude de movimentos e para o fortalecimento muscular dos membros inferiores, contribuindo para a prevenção do descondicionamento físico associado à imobilidade prolongada.

A utilização do cicloergómetro para o treino dos membros inferiores é igualmente incluída numa proposta de programa de exercícios para pessoas em ECMO, apresentada por Kourek et al. (2022). Os autores recomendam que, enquanto ferramenta de mobilização precoce, o cicloergómetro seja utilizado de forma passiva durante 20 minutos, cinco vezes por semana em pessoas inconscientes em ECMO. Nos casos de *awake* ECMO, é sugerido treino com cicloergómetro durante 15 a 30 minutos, com intensidade moderada a elevada e também a aplicação da *functional electrical stimulation – cycling* nos músculos dos membros inferiores. Já em situações de ECMO como ponte para transplante, sugerem a sua aplicação para treino aeróbico, com sessões diárias de 10 a 20 minutos de duração. Para efeitos de exercício pré transplante ou mobilização precoce em pessoas com maior gravidade clínica e menor capacidade funcional, é sugerido treino aeróbio de intensidade moderada, com uma perceção de esforço correspondente a 12–13 na escala de Borg. Para aqueles com melhor condição funcional, recomenda-se mobilização precoce com intensidades moderadas a moderadamente altas (Kourek et al., 2022).

Outra *guideline* recente sobre mobilização e reabilitação precoce em adultos submetidos a ECMO, também reforça a recomendação da utilização do cicloergómetro (Ramsey et al., 2025). Este documento estabelece um protocolo estruturado em cinco etapas progressivas. A primeira fase, designada por “etapa zero”, inclui exercícios passivos, mobilizações com transferência assistida e exercícios de ortostatismo passivo. A última fase, “etapa quatro”, abrange exercícios ativos e treino de marcha. O cicloergómetro surge na “etapa um”, que engloba exercícios ativos e transferência assistida para a posição de sentado, embora sem indicações específicas relativas a frequência, intensidade, tipo de treino e tempo da sessão. Nesta fase, o protocolo destina-se a pessoas que respondem a estímulos verbais ou físicos e que conseguem cumprir instruções motoras básicas.

3.3. A segurança na reabilitação

A utilização do suporte ECMO, independentemente da modalidade, não deixa de ser uma técnica isenta de riscos (Nakanishi et al., 2020). Situações como a descanulação accidental, a ocorrência de embolia gasosa ou a perda maciça de sangue — resultantes de ruturas ou desconexões na tubagem — representam eventos críticos, que podem obrigar à clampagem imediata e à interrupção do suporte ECMO, colocando em risco a vida da pessoa (Squiers et al., 2016). Também, considerando que a pessoa em ECMO possui frequentemente uma ou mais cânulas de grande calibre, inseridas em veia centrais, como a femoral ou a jugular, ou em artérias, que permitem fluxos sanguíneos de até 6L/min através do circuito, é fácil compreender que qualquer perturbação neste fluxo pode representar um risco imediato para a vida da pessoa (Eden et al., 2017). No entanto, desde que garantidas condições fundamentais como fixação segura das cânulas e comprimento adequado das tubagens para não comprometer a integridade do sistema nem aumentar os riscos de tração, é possível realizar mobilizações fora da cama (Haji et al., 2021).

A localização das cânulas do circuito de ECMO pode limitar as estratégias de intervenção em reabilitação, dependendo do seu local de inserção (Eden et al., 2017). No entanto, mesmo a canulação femoral não constitui uma contraindicação formal para a reabilitação motora, apesar das preocupações habitualmente associadas ao risco de deslocação ou complicações no ponto de inserção (Mayer et al., 2022). É possível realizar treino de marcha mesmo em doentes com cânulas arteriais ou venosas inseridas na região femoral (Abrams et al., 2022) desde que a equipa multidisciplinar tenha experiência. Ramsey et al. (2025) sugerem que seja avaliada a integridade posicional da cânula durante o movimento, antes de iniciar a sessão de reabilitação ou mobilização, colocando a pessoa em decúbito dorsal e realizada flexão manual da articulação coxofemoral do membro canulado até 90°, enquanto se avalia a posição da cânula, a estabilidade do fluxo sanguíneo do circuito ECMO e a perfusão distal

do membro, uma vez que o movimento de flexão da articulação coxofemoral produzido pelo cicloergómetro pode interromper o fluxo sanguíneo do circuito ECMO (Salna et al., 2020). Deve ser dada especial atenção a pessoas obesas, pois a ponta da cânula pode estar apenas superficialmente dentro do vaso sanguíneo (Ramsey et al., 2025; Braune et al., 2020).

A mobilização precoce da pessoa em ECMO é segura e viável, quando cuidadosamente planeada e executada por uma equipa multidisciplinar experiente. É por isso fundamental assegurar a presença de recursos humanos adequados para que a abordagem reabilitativa à pessoa em ECMO seja realizada de forma segura, estruturada e coordenada (Mark et al. 2021). A preparação, a coordenação e a comunicação constituem os três pilares fundamentais na articulação entre os profissionais de reabilitação e a equipa multidisciplinar envolvida no cuidado da pessoa em ECMO (Mayer et al., 2022). Para garantir a segurança durante as intervenções, cada elemento da equipa deve ter um papel claramente definido, sendo essencial a presença de um profissional especificamente responsável pelo apoio e pela monitorização contínua da posição das cânulas de ECMO (Ramsey et al., 2025). Todos os membros da equipa devem ter autonomia para interromper a sessão de reabilitação sempre que identifiquem qualquer situação que possa comprometer a segurança da pessoa ou dos profissionais envolvidos (Polastri et al., 2024).

Para a execução de exercícios fora da cama, por exemplo, recomenda-se, idealmente, uma equipa composta por cinco a sete profissionais. No entanto, este número pode ser reduzido para quatro elementos — um especialista em ECMO, um enfermeiro, um terapeuta respiratório e um fisioterapeuta — desde que a equipa detenha elevada experiência neste tipo de intervenções (Mark et al. 2021). Já segundo Morris & Osman (2017), as sessões de reabilitação podem decorrer, com a presença de dois fisioterapeutas, um enfermeiro e um enfermeiro especialista em ECMO. Por sua vez, Eden et al. (2017) referem que a equipa deve ser composta, no mínimo, por três elementos: dois fisioterapeutas (um dos quais sénior, com experiência na reabilitação de pessoas em ECMO) e um enfermeiro especialista em ECMO, um perfusionista (técnico de cardiopneumologia) ou coordenador ECMO. A inclusão de elementos adicionais

pode ser necessária sempre que a pessoa necessite de apoio acrescido para a mobilização ou para a monitorização de linhas e equipamentos.

Uma das vantagens do treino com cicloergómetro é o facto de após a preparação inicial da pessoa, ser necessária apenas a presença de um enfermeiro para supervisão do exercício (O'Grady et al., 2024). Assim, o uso do cicloergómetro pode representar uma solução eficaz para promover a mobilização precoce e prevenir a deterioração funcional, mesmo quando os recursos humanos são limitados, contribuindo para uma melhor gestão do tempo e organização do serviço.

3.4. O papel do Enfermeiro Especialista em Enfermagem de Reabilitação

O papel da reabilitação no contexto da ECMO, que nos últimos anos, tem registado uma evolução significativa, reconhece que cada vez mais a segurança e a eficácia na promoção da recuperação das pessoas está fortemente associada à presença de profissionais dedicados e com formação específica nesta área (Polastri et al., 2024). Torna-se, por isso, essencial investir na capacitação das equipas, assegurando a sua formação nos princípios básicos da ECMO, bem como no treino prático para a mobilização segura desta população (Haji et al., 2021). O Enfermeiro Especialista em Enfermagem de Reabilitação (EEER), enquanto elemento essencial da equipa multidisciplinar, assume um papel de destaque, contribuindo de forma imprescindível para o sucesso da implementação de protocolos de reabilitação na pessoa submetida a suporte ECMO.

De acordo com a Ordem dos Enfermeiros (2019), “o EEER *concebe, implementa e monitoriza planos de enfermagem de reabilitação diferenciados, baseados nos problemas reais e potenciais das pessoas*”. A sua intervenção, sustentada em

práticas sistematizadas e estruturadas, visa prevenir as complicações associadas à imobilidade prolongada, reduzir a perda de mobilidade, potenciar a independência funcional e, em última instância, contribuir para a minimização de incapacidades e para a melhoria da qualidade de vida das pessoas em situação crítica (Barros et al., 2022).

Assim, em contexto do cuidado à pessoa com doença crítica sob suporte ECMO as intervenções do EEER têm como um dos principais objetivos a redução da incidência da fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos, promovendo a preservação das capacidades funcionais da pessoa, prevenindo complicações e contribuindo para a minimização de incapacidades (Barros et al., 2022). No entanto, do ponto de vista da enfermagem de reabilitação, é redutor focar exclusivamente os ganhos ao nível da força muscular (Azevedo & Gomes, 2015). O nível elevado de conhecimentos e experiência acrescida, permitem ao EEER tomar decisões relativas à promoção da saúde e implementar programas de reabilitação, que incluem a realização de procedimentos de avaliação e a aplicação de técnicas terapêuticas complexas, visando preservar ou recuperar as funções neuromuscular, cognitiva e respiratória, num contexto de mobilidade significativamente reduzida ou ausente (Tonna et al., 2023).

O EEER concebe planos, seleciona e prescreve intervenções para otimizar, reeducar e reduzir o risco de alteração de funcionalidade, tendo em consideração diversos fatores clínicos da pessoa como o nível de sedação, a utilização de fármacos inotrópicos, o tipo de ventilação e as necessidades de fluxo do suporte ECMO (Polastri et al., 2024). Este plano, deve ser suficientemente flexível para permitir ajustes em função da evolução do estado clínico, nomeadamente em situações de instabilidade hemodinâmica (Mayer et al., 2022), sendo obrigatório a observação de critérios de avaliação para determinar a segurança da pessoa, nomeadamente hemodinâmicos, respiratórios e neurológicos (Mark et al., 2021).

Segundo a Ordem dos Enfermeiros (2014), os EEER assumem um papel fundamental na identificação de situações de risco, assim como na análise, proposta e implementação de estratégias de intervenção face aos problemas detetados. Para esse efeito, podem recorrer a técnicas e tecnologias inovadoras,

no âmbito de uma intervenção estruturada de Enfermagem de Reabilitação, traduzindo-se em benefícios concretos para as pessoas sob os seus cuidados. A utilização do cicloergómetro, enquanto tecnologia diferenciada, inserido num programa de treino estruturado e sustentado na melhor evidência científica disponível, pode representar um avanço significativo na prática do EEER no âmbito da reabilitação da pessoa com doença crítica sob suporte ECMO. Trata-se de uma ferramenta relevante que pode contribuir para a manutenção da funcionalidade e para a prevenção de complicações associadas à imobilidade. Oferece uma abordagem que concilia as exigências do suporte de vida extracorporeal com os princípios fundamentais da reabilitação.

A sua utilização deve ser individualizada, de forma a otimizar a resposta fisiológica e funcional da pessoa, cuja condição clínica pode variar significativamente ao longo do curso da doença crítica. É amplamente reconhecido que diferentes indivíduos podem apresentar respostas e progressões distintas face às intervenções de reabilitação, dependendo dos parâmetros seleccionados e das características específicas de cada caso (Mayer et al., 2022). Apesar dos desafios inerentes à sua implementação, os potenciais benefícios associados tornam este dispositivo uma ferramenta promissora, com capacidade para assumir um papel de destaque nos cuidados de enfermagem de reabilitação.

A incorporação de novas ferramentas ou tecnologias no ambiente clínico como a utilização do cicloergómetro, têm exigido aos enfermeiros a aquisição de competências técnicas altamente especializadas, de forma acelerada e num curto período, sobretudo no contexto dos cuidados críticos. São-lhe exigidos conhecimentos técnico-científicos sólidos sobre o funcionamento e manuseamento de novas tecnologias, assegurando a sua utilização em condições de segurança. No caso do EEER a prestar cuidado à pessoa com doença crítica em ECMO, isso implica não apenas o conhecimento e domínio na prestação de cuidados específicos de reabilitação, mas também a familiaridade com o circuito extracorporeal, incluindo a sua manipulação sempre que necessário (Farias, 2015).

A participação do EEER enquanto elemento da equipa multidisciplinar nas equipas de reabilitação em unidades de cuidados intensivos é por isso imprescindível. Trabalham em estreita articulação com outros profissionais da área da saúde, partilhando em alguns casos ações e competências comuns como no caso dos fisioterapeutas (Mendes & Nunes, 2018). No entanto, as competências específicas do EEER, permitem-lhe autonomia para delinear, implementar e avaliar programas de reabilitação específicos, capazes de promover a independência e maximizar o potencial funcional da pessoa em situação de doença crítica (Santos, 2021). O vasto conhecimento de reabilitação, os níveis de julgamento clínico e capacidade de tomada de decisão que detém traduzem-se num conjunto de competências especializadas, tornando-os absolutamente essenciais nas equipas de saúde (Gaspar et. al, 2021).

A presença do EEER em equipas de reabilitação é, portanto, fundamental e indispensável. Estes profissionais contribuem para a viabilidade e segurança das intervenções de reabilitação na população de pessoas sob suporte ECMO. No entanto, os dados disponíveis relativamente aos resultados obtidos a longo prazo permanecem limitados (Naz et al., 2021), destacando a necessidade de investigação adicional nesta área.

4. Metodologia

Este capítulo apresenta o enquadramento metodológico do estudo de revisão do tipo *scoping*. Encontra-se descrita a caracterização do estudo, o objetivo e a finalidade, a questão de revisão, a estratégia de pesquisa, os critérios de seleção dos estudos, os procedimentos de extração dos dados e a análise da evidência. O objetivo deste estudo foi mapear a evidência científica disponível sobre o tema em estudo.

4.1. Tipo de estudo

Com o propósito de cumprir os objetivos delineados neste estudo, tendo em consideração uma investigação exploratória preliminar, bem como a escassez de conhecimento consolidado sobre o tema em questão, optamos pela elaboração de uma *scoping review*. Esta abordagem metodológica constitui uma estratégia de revisão da literatura particularmente adequada à análise de áreas emergentes e ainda pouco exploradas do saber. A sua principal finalidade é mapear a produção científica existente num determinado campo de interesse, sendo especialmente pertinente quando não existem revisões previamente publicadas sobre o tema (Salvador et al., 2021).

Devido às suas características específicas, as *scoping reviews* distinguem-se pela sua utilidade em contextos onde o tema de investigação é recente ou ainda pouco explorado; quando existe uma grande quantidade de evidência disponível, dificultando a identificação dos estudos mais relevantes; ou quando se torna necessário obter uma visão geral do corpo de evidência antes de avançar para uma revisão sistemática mais aprofundada (Peters et al., 2020). Esta abordagem

emergiu como uma estratégia inovadora para a análise da literatura científica e tem vindo a ganhar destaque internacional no campo da síntese de evidências em saúde, com um crescimento significativo ao longo da última década, especialmente após a publicação de marcos teóricos relevantes nos anos de 2005 e 2015 (Salvador et al., 2021).

É uma abordagem cada vez mais comum para apoiar a tomada de decisão e orientar a investigação, com base na identificação e análise da literatura sobre um determinado tópico ou questão. Esta metodologia permite a inclusão de evidência de qualquer metodologia de pesquisa, proporcionando uma visão ampla e abrangente de temas complexos ou pouco explorados. Distingue-se, assim, das revisões sistemáticas tradicionais, que se centram em questões mais específicas, como a eficácia de intervenções ou a síntese de evidência qualitativa (Peters et al., 2020).

Tricco et al. (2016) identificaram como principais objetivos da realização de uma *scoping review* a exploração da amplitude e/ou profundidade da literatura existente, o mapeamento e a síntese das evidências disponíveis, bem como a orientação para futuras investigações. Este tipo de revisão caracteriza-se também pela inclusão de uma variedade de fontes de evidência, tais como estudos primários, revisões e meta-análises, cartas ao editor, diretrizes, *websites*, entre outros (Peters et al., 2020).

Através de uma pesquisa preliminar nas plataformas *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO) e *Open Science Framework* (OSF), verificou-se a inexistência de estudos registados com o mesmo objeto da presente investigação, nomeadamente o mapeamento da utilização do cicloergómetro no processo de reabilitação da pessoa em situação crítica sob suporte ECMO.

Com o objetivo de orientar de forma rigorosa a condução desta *scoping review*, assegurando a qualidade metodológica e minimizando potenciais desvios ou vieses, foi elaborado um protocolo com base na metodologia proposta pelo *Joanna Briggs Institute* (JBI) para a realização deste tipo de revisão (Peters et al., 2020). O relatório da revisão foi desenvolvido em conformidade com as

diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis Extension for Scoping Reviews* (PRISMA ScR). O protocolo da revisão foi registado na OSF com o identificador DOI 10.17605/OSF.IO/WHV23.

Uma etapa fundamental na elaboração de um estudo científico é a elaboração da questão de investigação. Para a construção de uma questão de investigação objetiva e precisa, foi utilizada a mnemónica P (Participantes), C (Conceito) e C (Contexto) (Peters et al., 2020).

No presente estudo, definiu-se como Participantes a pessoa adulta em situação de doença crítica sob suporte ECMO, Conceito a utilização do cicloergómetro, e Contexto a unidade de cuidados intensivos. A partir destes elementos, foi formulada a seguinte questão de revisão: Quais as evidências disponíveis acerca da utilização do cicloergómetro no programa de reabilitação da pessoa em ECMO?

4.2. Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de elegibilidade desta *scoping review* foram definidos com base na mnemónica PCC. Foram incluídos estudos cuja população seja constituída por pessoas adultas em situação de doença crítica sob suporte ECMO. Foram excluídos estudos focados na população pediátrica ou outras modalidades de suporte de vida extracorporeal que não a ECMO.

No que diz respeito ao conceito, procurou-se a inclusão de estudos em que o cicloergómetro tenha sido utilizado como ferramenta integrante do processo de reabilitação da pessoa sob suporte ECMO, independentemente da modalidade de suporte ECMO e do profissional responsável pela implementação do programa de reabilitação. Foram excluídos todos os estudos em que a utilização do cicloergómetro não estivesse claramente descrita ou explicitamente referida.

A incorporação de diversas fontes de evidência assumiu especial relevo, porque garantiu um mapeamento abrangente da evidência existente e forneceu uma base sólida para a síntese e interpretação dos resultados obtidos. Assim, foi realizada uma pesquisa ampla e foram incluídos todo o tipo de estudos. Resumos de comunicações livres ou de apresentação de posters foram considerados, se relevantes para a questão de revisão.

4.3. Estratégia de pesquisa

A estratégia de pesquisa para uma revisão desta natureza deve, idealmente, ser tão abrangente quanto possível, tendo em conta as limitações de tempo e recursos disponíveis (Tricco et al., 2016).

Com base nos elementos definidos pela mnemónica PCC, foi realizada uma pesquisa exploratória inicial com o objetivo de identificar os descritores e termos-chave mais frequentemente utilizados na literatura científica sobre o tema. Posteriormente, procedeu-se à combinação desses descritores, termos-chave e termos livres, utilizando os operadores booleanos “AND” e “OR” para construir uma questão booleana. A questão booleana foi ajustada às particularidades de cada uma das bases de dados selecionadas, considerando que cada plataforma possui o seu próprio vocabulário controlado. A Tabela 1 apresenta as equações booleanas utilizadas nas diferentes bases de dados selecionadas para a realização da pesquisa.

A pesquisa foi realizada no dia 08/10/2024, conforme a sintaxe e os termos de indexação apropriados para cada uma das seguintes bases de dados: *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) *Psychology and Behavioral Sciences Collection*, SPORTDiscus, PubMed, Scopus, Web of Science, MedicLatina, Scielo (Scientific Electronic Library Online), Cochrane

Database of Systematic Reviews. Para pesquisa de literatura cinzenta foi realizada pesquisa no *Google Scholar* e nos Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP).

Os autores de alguns estudos elegíveis foram contactados no sentido de fornecer informações não publicadas. Também, utilizando a estratégia *backward citation searching*, foi realizada uma pesquisa nas referências bibliográficas dos artigos incluídos para triagem através da leitura integral, na procura de literatura potencialmente relevante. Os artigos obtidos desta forma encontram-se devidamente identificados no fluxograma PRISMA (Figura 1).

Foram considerados para inclusão nesta revisão artigos em língua portuguesa, inglesa e espanhola, sem estabelecimento de limites temporais.

Tabela 1 - Estratégia de pesquisa com operadores booleanos

CINAHL (((MH "Extracorporeal Membrane Oxygenation") OR (MH "Oxygenators, Membrane") OR (MH "Extracorporeal Circulation") OR ("Ecmo patient*") OR ("Venoarterial ecmo") OR ("Venovenous ecmo") OR ("VA ecmo") OR ("VV ecmo") OR ("ECMO")) AND ((MH "Ergometry") OR (MH "Cycling") OR ("Recumbent bike") OR ("Bicycle") OR ("cycle") OR ("bicycle ergometer") OR ("Bed cycle") OR ("In-bed cycling") OR ("Out of bed cycling") OR ("Patient cycling") OR ("Cycling ergometer") OR ("Ergometer") OR ("Bike") OR ("Pedal exerciser") OR ("Cycle training") OR ("Biking exercise") OR ("Cardio bike") OR ("Cycle exercise") OR ("Bike therapy"))))
MEDLINE (((MH "Extracorporeal Membrane Oxygenation") OR (MH "Oxygenators, Membrane") OR (MH "Extracorporeal Circulation") OR ("Ecmo patient*") OR ("Venoarterial ecmo") OR ("Venovenous ecmo") OR ("VA ecmo") OR ("VV ecmo") OR ("ECMO")) AND ((MH "Ergometry") OR ("Cycling") OR ("Recumbent bike") OR ("Bicycle") OR ("cycle") OR ("bicycle ergometer") OR ("Bed cycle") OR ("In-bed cycling") OR ("Out of bed cycling") OR ("Patient cycling") OR ("Cycling ergometer") OR ("Ergometer") OR ("Bike") OR ("Pedal exerciser") OR ("Cycle training") OR ("Biking exercise") OR ("Cardio bike") OR ("Cycle exercise") OR ("Bike therapy"))))

Psychology and Behavioral Sciences Collection

((DE "EXTRACORPOREAL membrane oxygenation") OR ("Extracorporeal circulation") OR ("Ecmo patient*") OR ("Venoarterial ecmo") OR ("Venovenous ecmo") OR ("VA ecmo") OR ("VV ecmo") OR ("ECMO")) AND ((DE "ERGOMETRY") OR (DE "BICYCLES") OR (DE "CYCLING") OR ("cycle") OR ("Recumbent bike") OR ("Bed bike") OR ("In-bed cycling") OR ("Bed cycling") OR ("Patient-cycling") OR ("Cycle ergometer") OR ("bicycle ergometer") OR ("ergometer") OR ("Out of bed cycling") OR ("Bike") OR ("Pedal exerciser") OR ("Cycle training") OR ("Biking exercise") OR ("Cardio bike") OR ("Cycle exercise") OR ("Bike therapy") OR ("Cycling ergometer"))))

SPORTDiscus

((("Ecmo patients") OR ("Venoarterial ecmo") OR ("Venovenous ecmo") OR ("VA ecmo") OR ("VV ecmo") OR ("ECMO") OR ("Extracorporeal Circulation") OR ("Extracorporeal Membrane Oxygenation")) AND ((DE "ERGOMETRY") OR (DE "CYCLING") OR (DE "RECUMBENT bicycles") OR (DE "STATIONARY bicycles") OR (DE "BICYCLES") OR (DE "CYCLING training") OR ("Bed bike") OR ("bicycle ergometer") OR ("cycle") OR ("ergometer") OR ("Patient-cycling") OR ("Cycle ergometer") OR ("Bed bike") OR ("Out of bed cycling") OR ("In-bed cycling") OR ("Bike") OR ("Pedal exerciser") OR ("Cycle training") OR ("Biking exercise") OR ("Cardio bike") OR ("Cycle exercise") OR ("Bike therapy") OR ("Cycling ergometer"))))

MEDICLATINA/ SCOPUS/ COCHRANE/ SCIELO/ PUBMED/ GOOGLE SCHOLAR/ WEB OF SCIENCE

((("Extracorporeal Membrane Oxygenation") OR ("Extracorporeal Circulation") OR ("Ecmo patients") OR ("Venoarterial ecmo") OR ("Venovenous ecmo") OR ("VA ecmo") OR ("VV ecmo") OR ("ECMO")) AND ((("Ergometry") OR ("Cycling") OR ("Recumbent bike") OR ("Bicycle") or ("bicycle ergometer") OR ("Cycle") OR ("Bed bike") OR ("In-bed cycling") OR ("Bed cycling") or ("Out of bed cycling") OR ("Patient-cycling") OR ("Cycle ergometer") OR ("ergometer") OR ("Bike") OR ("Pedal exerciser") OR ("Cycle training") OR ("Biking exercise") OR ("Cardio bike") OR ("Cycle exercise") OR ("Bike therapy") OR ("Cycling ergometer"))))

4.4. Seleção dos estudos

Conforme a estratégia exposta anteriormente, os resultados obtidos nas bases de dados foram exportados para o *software Rayyan* (Qatar Computing Research Institute, Doha, Qatar), com o objetivo de agilizar a triagem inicial de duplicados, resumos e títulos através de um processo de semiautomação (Ouzzani et al., 2016).

Todo o processo de triagem dos artigos foi conduzido por dois investigadores de forma independente, garantindo a objetividade e a fiabilidade da seleção. Sempre que surgiram discrepâncias na elegibilidade dos estudos, foi prevista a intervenção de um terceiro investigador para alcançar consenso. Numa primeira fase, a triagem baseou-se na leitura dos títulos e resumos, com base nos critérios de inclusão previamente definidos. Num segundo momento, procedeu-se à leitura integral dos artigos selecionados, permitindo decidir a sua inclusão ou exclusão na amostra final.

Os artigos excluídos, que poderiam conter referências a estudos enquadrados nos critérios de inclusão, foram submetidos a uma análise bibliográfica detalhada, com o objetivo de identificar e localizar possíveis referências a estudos que pudessem enquadrar-se nos critérios definidos para esta revisão.

Os resultados da pesquisa estão descritos num fluxograma PRISMA (Figura 1), tendo como orientação a PRISMA 2020 (Page et al., 2021), que orientam a apresentação transparente e sistematizada do processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos.

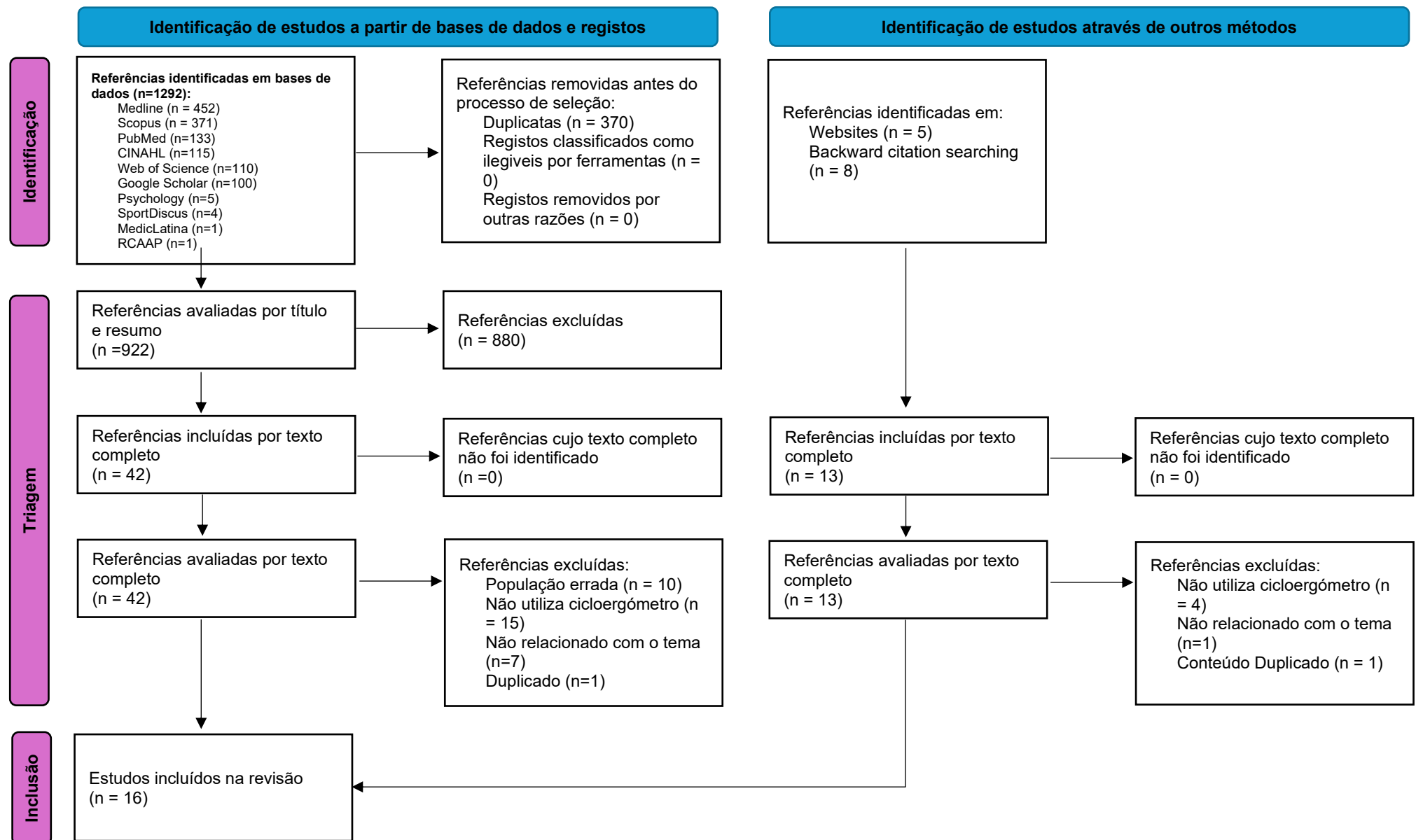


Figura 1 - Fluxograma PRISMA 2020 – processo de seleção de estudos (adaptado de Bailey et al., 2021)

4.5. Extração de dados

Seguindo as orientações do modelo da JBI para a extração de detalhes, características e resultados de estudos (Peters et al., 2020) foi construída uma tabela de extração de dados, ajustada ao objetivo e à questão de investigação da presente *scoping review*. A construção da tabela foi testada de forma independente por dois investigadores, antes do seu formato final. Dois investigadores procederam à recolha de dados de cada um dos artigos incluídos na *scoping review*.

Os dados extraídos foram organizados em categorias específicas, com o objetivo de facilitar a análise subsequente. As categorias definidas incluíram: informações bibliográficas (título, autores, ano de publicação e país de origem); características dos participantes (idade, dimensão da amostra, género, modalidade de suporte ECMO, patologia); descrição dos programas de reabilitação implementados, com foco na utilização do cicloergómetro (frequência, intensidade, tipo e duração das sessões), bem como a ocorrência de eventuais efeitos adversos; instrumentos de avaliação utilizados e *outcomes* obtidos.

Por se tratar de uma *scoping review*, não foi realizada a avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos, conforme recomendado por Peters et al. (2020). Este tipo de revisão tem como principal finalidade mapear e explorar a literatura disponível, identificando conceitos, evidências e lacunas no conhecimento, sem a exigência de avaliar criticamente a qualidade dos estudos. Essa análise poderia limitar as evidências disponíveis, prejudicando a obtenção de uma visão abrangente sobre o tema em estudo (Munn et al., 2018).

4.6. Análise e apresentação de resultados

De modo a facilitar a apresentação e organização dos resultados, procedeu-se à codificação dos artigos de acordo com a nomenclatura “E”, seguido da identificação numérica (E1, por exemplo). Também para otimizar a apresentação dos dados extraídos, procedeu-se à sua categorização de acordo com as suas semelhanças e apresentação sob o formato de tabelas. Todo o processo de categorização foi orientado pelo alinhamento com o objetivo e a questão de investigação desta *scoping review*, garantindo a coerência e relevância dos dados apresentados.

Nas tabelas foram incluídas as categorias fundamentais para determinar o tipo de estudo realizado, especificando a população estudada, a caracterização da utilização do cicloergómetro e os *outcomes* obtidos conforme os instrumentos de avaliação utilizados. As categorias incluem detalhes sobre informações bibliográficas (título, autores, ano de publicação, país de origem); informações dos participantes (idade, tamanho da amostra, género, modalidade de suporte ECMO, patologia); detalhes dos programas de reabilitação implementados, com foco na utilização do cicloergómetro (frequência, intensidade, tipo e tempo); efeitos adversos; instrumentos de avaliação e *outcomes* obtidos.

5. Resultados

Depois de realizado todo o processo de identificação e seleção dos artigos, de acordo com os critérios de inclusão definidos, foram incluídos 16 artigos na revisão (Tabela 2).

5.1. Características dos estudos

Embora a pesquisa tenha sido efetuada sem limites temporais, os 16 estudos incluídos para análise (Tabela 2) foram publicados ao longo de um período de 14 anos, entre 2009 e 2024. Os anos mais representativos foram 2022 (n=3), 2023 (n=2), 2015 (n=2) e 2017 (n=2).

Relativamente à distribuição geográfica, os estudos abrangeram diversas regiões do mundo, com representação da Europa, América do Norte, Ásia e Oceânia. O país com o maior número de publicações foi o Reino Unido (n=5), seguido dos Estados Unidos da América (n=4) e dos Países Baixos (n=2). Japão, China, Alemanha, Austrália e República Checa contribuem com um estudo cada.

Dos 16 estudos incluídos na presente *scoping review* (Tabela 2), nove foram estudos de caso (E2, E3, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E16), um foi um estudo de série de casos (E1) e seis foram estudos retrospectivos (E4, E5, E12, E13, E14, E15) (Tabela 2).

Tabela 2 - Apresentação de resultados (ID, Autores, Ano, Objetivo, Características dos Estudos, Características dos Participantes)

ID	Autores, Ano	País	Tipo de estudo	Objetivo	Participantes			Patologia	Suporte ECMO
					Número	Género	Idade		
E1	Rahimi et al., 2013	Estados Unidos da América	Série de casos	Descrever o caso de 3 pessoas com insuficiência respiratória em ECMO VV, inseridas num programa de reabilitação física. Reportar questões de viabilidade e segurança.	n = 2	Caso 1 (não considerado para a revisão)*	Média dos 2 casos incluídos na revisão: 32 anos	Caso 2 - Fibrose pulmonar com pneumotórax direito e fístula broncopleurale; -	Caso 2 - ECMO VV (CDLB JI). PTP;
						Caso 3: feminino		Caso 3 - fibrose quística com pneumonia multiresistente	Caso 3 - ECMO VV (CDLB JI). PTP
E2	Jacob et al., 2017	Estados Unidos da América	Estudo de caso	Relatar o caso de uma pessoa suportada com ECMO VA subclávio	n = 1	Masculino	59	Insuficiência cardíaca secundária a cardiomiopatia não isquémica	Awake ECMO VA (veia subclávia - artéria subclávia. Ponte para LVAD
E3	Ikeda et al., 2023	Japão	Estudo de caso	Relatar caso de pessoa com insuficiência respiratória grave em ECMO VA periférico "superior"	n = 1	Masculino	39	Pneumonia intersticial idiopática com insuficiência cardíaca esquerda	Awake ECMO VA (J -F), evolução para configuração J – Aa. PTP
E4	Abrams et al., 2014	Estados Unidos da América	Estudo de coorte retrospectivo	Descrever a viabilidade e o impacto da fisioterapia ativa na pessoa em ECMO, em	n = 35	Feminino (n= 20)	Média 45,2	Fibrose quística (n=10) ARDS (n = 9)	n = 23 (ECMO VV, CDLB JI)

				100 casos consecutivos, com início em abril 2009		Masculino (n= 15)		Doença pulmonar intersticial (n = 6) DPOC (n=6) hipertensão pulmonar (n = 4)	n = 4 (ECMO VA, J – Asc) n = 8 (canulação femoral) PTP (n=19), PPR (n=16)
E5	Hermens et al., 2015	Países Baixos	Estudo retrospectivo	Descrever processo de reabilitação dos casos <i>awake</i> ECMO, não entubados, em PTP, ocorridos entre 2008 e 2015	n = 9	Feminino (n = 5) Masculino (n = 4)	Média 35	Fibrose quística (n=7) Fibrose pulmonar idiopática (n=1), Linfangioleiomiomatose (n=1)	<i>Awake</i> ECMO VV. PTP; 3 modalidades de canulação: CDLB JI, F-J e F-F
E6	Naar et al., 2022	República Checa	Estudo de caso	Descrever caso de uma pessoa que esteve 207 dias em suporte ECMO VV até transplante pulmonar	n = 1	Masculino	59	Insuficiência respiratória secundária a COVID-19	ECMO VV F-J. PTP
E7	Li et al., 2022	China	Estudo de caso	Relatar o processo de reabilitação física precoce num caso de <i>awake</i> ECMO VV	n = 1	Masculino	36	Pneumonia por COVID-19	<i>Awake</i> ECMO VV
E8	Skrzat et al., 2011	Estados Unidos da América	Estudo de caso	Relatar processo de reabilitação física num caso de ECMO VV, com ênfase na praticabilidade e segurança	n = 1	Feminino	25	Fibrose quística com pneumonia	ECMO VV. PTP
E9	Lugthart et al., 2024	Países Baixos	Estudo de caso	Descrever a recuperação da força muscular esquelética e da função física numa pessoa em ECMO VV	n = 1	Feminino	54	Pneumonia por COVID-19	ECMO VV (CDLB JI)
E10	Camboni et al., 2009	Alemanha	Estudo de caso	Descrever caso de pessoa de 57 anos,	n = 1	Masculino	57	Choque cardiogénico	<i>Awake</i> ECMO VA F-Aoa. PTC

				com choque cardiogénico, que esteve sob suporte ECMO VA durante 5 semanas				por cardiomiopatia isquémica	
E11	Atkin et al., 2022	Reino Unido	Estudo de caso	Descrever impacto positivo da reabilitação no caso de pessoa em ECMO VV, apesar de hipoxemia profunda (38 a 60 mm Hg PaO ₂)	n = 1	Masculino	NR	ARDS presumidamente e induzido por cigarro eletrónico (<i>vaping</i>)	Awake ECMO VV
E12	Eden & Fowles, 2018	Reino Unido	Estudo retrospectivo	Revisão dos doentes sob suporte ECMO entre abril 2013 e outubro 2017, para avaliação da sua participação ativa no processo de reabilitação	n = 236	NR	NR	NR	ECMO VV (n = 206) ECMO VA (n = 30)
E13	Bradley & Patel, 2023	Reino Unido	Estudo retrospectivo	Revisão do tipo e frequência de intervenções de fisioterapia administradas aos casos de ECMO VV e VA num centro hospitalar no Reino Unido. Casos ocorridos entre Janeiro 2020 e Outubro 2022. Comparar com o documento de consenso do UK Physiotherapy ECMO network	n = 33	Masculino (n=20; 60%) Feminino (n=13; 40%)	Média 46 anos	NR	ECMO VV 45% (n = 15) ECMO VA 55% (n = 18); Com canulação F - F 70% (n = 23)
E14	Carswell et al., 2017	Reino Unido	Estudo retrospectivo	Determinar a segurança e praticabilidade na mobilização da pessoa em ECMO VV (PTP), nos casos ocorridos	n = 8	Masculino (n=5) Feminino (n=3)	NR	Fibrose quística (n=6) Fibrose pulmonar (n=2)	Awake ECMO VV ou VV-V. PTP. Configurações ECMO: CDLB JI, J-F, F-F e FF-J

				entre novembro 2014 e Março 2017								
E15				Determinar o impacto da reabilitação no tempo de internamento, outcomes funcionais e satisfação da pessoa em adultos sob suporte ECMO. Casos do grupo de intervenção entre outubro 2017 e setembro 2018. Casos do grupo controlo entre abril 2016 e março 2017	NR		NR		NR		NR	ECMO VV
Breach al., 2020	et	Reino Unido	Estudo retrospectivo com grupo controlo									
E16 -				Descrever a eficácia da estimulação elétrica funcional com cicloergómetro (FES - cycling) num caso de ECMO VV	n = 1		Feminino		30		Fibrose quística com pneumonia multiresistente	ECMO VV (CDLB JI). PTP
Pastva al., 2015	et	Austrália	Estudo de caso									

Legenda: ARDS (*acute respiratory distress syndrome*); CDLB JI (cânula duplo lúmen bicaval jugular interna); DPOC (doença pulmonar obstrutiva crónica); ECMO (*extracorporeal membrane oxygenation*); F-Aoa (femoral – artéria aorta ascendente); F – F (femoro – femoral); F– J (femoral – jugular); FES – *cycling* (*functional electrical stimulation cycling*); FF – J (bifemoral – jugular); J – Aa (artéria axilar); J – Asc (jugular – artéria subclávia); J -F (jugulo – femoral); LVAD – (*left ventricular assist device*); NR (não reportado); PTC (ponte para transplante cardíaco); PTP (ponte para transplante pulmonar); PTR (ponte para recuperação); VA (veno arterial); VV (venovenoso); VV-V (venovenoso – venoso); * Não considerado por apenas ter iniciado reabilitação após ser retirada a ECMO

5.2. Caracterização dos participantes

Todos os participantes dos estudos incluídos nesta *scoping review* foram pessoas em situação de doença crítica sob suporte ECMO, integradas em programas de reabilitação que incluíram a utilização do cicloergómetro. A média de participantes por estudo foi de 20,8 e o total de participantes em todos os estudos foi 332. No estudo E1 não foi considerado o primeiro caso, pelo facto de esse participante apenas ter iniciado o programa de reabilitação após ter sido retirado o suporte ECMO. A maioria dos estudos (56%) incluiu apenas um participante (E2, E3, E6, E7, E8, E9, E10, E11 e E16), sendo o estudo E12 o que apresentou amostra de maior dimensão (n=236). No estudo E15 não foi reportado o número de participantes. Relativamente à idade, a média reportada foi de 43,1 anos. Nos estudos E11, E12, E14 e E15 não foi relatada a idade dos participantes.

No que diz respeito às patologias dos participantes, verificou-se uma predominância de doenças do foro respiratório. As patologias mais representadas foram: a fibrose quística (n=26) nos estudos E1, E4, E5, E8, E14 e E16; seguiu-se o *acute respiratory distress syndrome* (n=10) nos estudos E4 e E11 e a doença pulmonar intersticial (n=7) nos estudos E3 e E4. Foram observados também casos de: fibrose pulmonar (n=4) nos estudos E1, E5 e E14; hipertensão pulmonar (n=4) no estudo E4; COVID-19 (n=3) nos estudos E6, E7 e E9; linfangioleiomiomatose (n=1) no estudo E5. Em relação às patologias do foro cardíaco, surgiu a insuficiência cardíaca secundária a cardiomiopatia não isquémica (n=1) no estudo E2 e a insuficiência cardíaca por cardiomiopatia isquémica (n=1) no estudo E10. Nos estudos E12, E13 e E15 não foi reportada a patologia dos seus participantes.

5.3. Modalidade do suporte *extracorporeal membrane oxygenation*

No conjunto dos participantes incluídos nos estudos analisados nesta *scoping review*, foram descritos 270 casos de ECMO VV e 55 casos de ECMO VA.

Foram relatados casos de pessoas em ECMO como ponte para transplante pulmonar em 50% dos estudos (E1, E3, E4, E5, E6, E8, E14 e E16), no total de 35 casos. No estudo E2 foi descrito o caso de uma pessoa em ponte para colocação de LVAD (*left ventricular assist device*) e no estudo E10 o caso de uma pessoa em ponte para transplante cardíaco. Em 44% dos estudos foram também apresentados casos de pessoas em *awake* ECMO (E2, E3, E5, E7, E10, E11 e E14).

Observando as estratégias de canulação para o suporte em ECMO VV, foi referida a utilização da cânula de duplo lúmen bicaval na jugular interna nos estudos E1, E4, E5, E9, E14 e E16, canulação femoro-jugular nos estudos E5 e E6, canulação femoro-femoral nos estudos E5, E13 e E14, canulação jugulo-femoral no estudo E14 e canulação femorofemoro-jugular no estudo E14. Para o suporte em ECMO VA foi referida a canulação veia subclávia-artéria subclávia no estudo E2, canulação jugulo-femoral no estudo E3, canulação jugulo-artéria axilar no estudo E3, canulação jugulo-artéria subclávia no estudo E4, canulação femoro-aorta ascendente no estudo E10 e canulação femoro-femoral no estudo E13.

5.4. Utilização do cicloergómetro

Através da análise dos estudos incluídos nesta *scoping review*, verificou-se que a utilização do cicloergómetro na pessoa em ECMO não surgiu de forma isolada, mas antes integrada num plano de reabilitação multimodal, personalizado e adaptado à situação clínica de cada um. A Tabela 3 apresenta uma síntese dos programas de reabilitação descritos nos diferentes estudos, incluindo as características do treino com o cicloergómetro, o elemento da equipa de saúde responsável pela sua aplicação bem como os eventos adversos reportados durante a sua aplicação.

Tabela 3 - Programa de reabilitação com utilização do cicloergômetro, características do treino com o cicloergômetro, responsável implementação e eventos adversos

	Objetivo do programa de reabilitação	Programa de Reabilitação em ECMO	Cicloergómetro				Outros dados	Responsável Implementação	Eventos adversos
			Frequência	Intensidade	Tipo	Tempo (min/sessão)			
E1	*								
	Caso 2 - potenciar a força muscular e função física.	Exercícios terapêuticos na posição supina, sentar na beira da cama, treino equilíbrio na posição sentada, cicloergómetro;	NR	NR	Treino ativo	NR	Descrição de utilização do cicloergómetro entre o dia 71 e 82 de internamento, 1º e 11º dia de ECMO	Fisioterapeuta	Não ocorreram efeitos adversos
	Caso 3 - prevenção da FMACI e limpeza das vias aéreas;	Cicloergómetro	NR	NR	Treino ativo	30 min	No 24º dia de internamento, 2º dia de ECMO		
E2	Potenciar participação física ativa	Transferência para cadeirão; cicloergómetro	NR	NR	Treino ativo	NR	Cicloergómetro utilizado no 4º dia de ECMO	NR	Não ocorreram efeitos adversos
E3	Potenciar participação física ativa; Mitigar diminuição da força dos membros inferiores	Exercícios ativos; cicloergómetro membros inferiores; eletroestimulação neuromuscular	NR	NR	NR	NR	NR	Fisioterapeuta	Não ocorreram efeitos adversos

E4	Potenciar participação física ativa	Mobilização passiva a ativa dos segmentos corporais. Sentar na cama e na beira da cama, transferência cadeirão, marcha, cicloergómetro	NR	NR	Treino ativo	Uma pessoa do grupo PTP utilizou cicloergómetro de cama durante 4 min; Outra realizou sessão de 25 min	Aumentado o fluxo ECMO em 0,5 LPM na pessoa que realizou sessão de 25 min.	Fisioterapeuta, terapeuta ocupacional	Não ocorreram efeitos adversos
E5	Mobilização e aumento da força muscular dos membros inferiores	Mobilização secreções, treino muscular dos membros inferiores (treino dinâmico dos quadríceps com prensa de pernas, cicloergómetro de cama e agachamentos)	NR	NR	NR	NR	Utilização do cicloergómetro iniciada logo após canulação	NR	Um caso de hematoma no musculo reto abdominal e outro de trombo obstrutivo na cânula de retorno. Ambos ocorridos em situação de canulação bifemoral
E6	NR	Exercícios respiratórios, fisioterapia passiva e ativa, cicloergómetro de cama	2 x dia	Nos melhores momentos, treino com baixo nível de resistência	Passivo/ativo	15-20 min	Atingiu a distância de 2 km. Presença de cânula femoral não impediu utilização cicloergómetro	Fisioterapeuta	NR
E7	Prevenção de atelectasias, <i>clearance</i> de secreções, aumento da funcionalidade	Exercícios de controlo da respiração, mobilizações passivas ou ativas, posicionamentos, marcha, cicloergómetro	NR	NR	NR	NR	Cicloergómetro utilizado entre o 6º e 13º dia de ECMO, sem data exata	Fisioterapeuta	Não ocorreram efeitos adversos
E8	Otimização da função física	<i>Clearance</i> de secreções, exercícios terapêuticos, mobilizações, treino de marcha, cicloergómetro	NR	NR	Ativo	30 min.	Cicloergómetro utilizado a partir do 2º de ECMO, 24º dia de internamento	Fisioterapeuta	Não ocorreram efeitos adversos

E9	Prevenir diminuição da força muscular e da função física	de cama para membros inferiores	NR	NR	NR	NR	Cicloergómetro utilizado a partir do 42º dia	Fisioterapeuta	Num dia a mobilização fora da cama foi interrompida devido a um episódio de hipotensão transitória assintomática
		Técnicas de <i>clearance</i> das vias aéreas, mobilizações passivas, posicionamentos na cama, cicloergómetro de cama, plano inclinado, ortostatismo ativo, transferência cama-cadeirão, exercícios no cadeirão, treino de marcha com auxiliar de marcha							
E10	Prevenção de atelectasias, prevenir diminuição da força dos membros inferiores	Respiração com pressão positiva intermitente, cicloergómetro de cama para membros inferiores	Diário	Carga de até 30 watt	Aeróbio	NR	Durante o exercício, o fluxo ECMO foi aumentado de 4,3 para 5 LPM, e a FiO₂ do oxigenador aumentada para 80-100% Objetivo era manter um treino aeróbico com uma PaO₂ ≥ 60 mmHg e níveis normais de lactato, enquanto a SvO₂ deveria permanecer próxima de 50%. A cânula femoral não impediu a utilização do cicloergómetro. Início de utilização do cicloergómetro na primeira semana de ECMO.	NR	Não ocorreram efeitos adversos

E11	NR	Transferência para cadeirão, cicloergómetro de membros inferiores na cama e cadeirão, ortostatismo e marcha estacionária	Diário ou bidiário	NR	Ativo	NR	Cicloergómetro utilizado a partir do 16º dia	NR	Não ocorreram efeitos adversos relacionados com hipoxemia durante a reabilitação
E12	NR	Sentar na beira da cama, sentar-erguer, cicloergómetro membros inferiores na cama e cadeirão, plano inclinado, marcha	NR	NR	NR	NR	Cicloergómetro de cama aplicado em 18 casos (17 VV e 1 VA); cicloergómetro no cadeirão aplicado em 15 casos (14 VV e 1 VA)	NR	Não ocorreram efeitos adversos
E13	NR	Mobilização passiva, técnicas manuais de clearance das vias aéreas, exercícios ativos na cama, sentar na beira da cama, cicloergómetro	NR	NR	NR	NR	Cicloergómetro de cama, a par de exercícios na cama, foi escolha predominante como forma de reabilitação ativa	Fisioterapeuta	NR
E14	Manter a força muscular e função física	Sentar na beira da cama, ortostatismo, cicloergómetro membros inferiores, marcha estacionária e marcha	NR	NR	NR	NR	É possível e seguro mobilizar as pessoas em ECMO VV, independentemente da configuração da canulação	NR	Alguns episódios de baixa de SpO2 ou tonturas durante a mobilização, que reverteram com repouso
E15	NR	Exercícios assistidos ou ativos na cama, cicloergómetro, sentar na beira da cama, transferência para cadeirão, mobilização. O	NR	NR	NR	NR	NR	Fisioterapeuta	Não ocorreram efeitos adversos

		cuidado usual consiste em mobilizações passivas e manobras para limpeza das vias aéreas							
E16	Mitigar a atrofia muscular	Terapia física convencional, com mobilização progressiva; FES - <i>cycling</i>	NR	NR	Ativo	20-43 min	Distância 5,8 a 11km. A FES- <i>cycling</i> foi realizada com estimulação bilateral dos músculos quadríceps, isquiotibiais e glúteos. <i>Power output</i> 1,59 a 8,96 watts. Início da FES- <i>cycling</i> na primeira semana de ECMO. 7 sessões ao longo 18 dias. Três sessões realizadas em ECMO VV	NR	Não ocorreram efeitos adversos
Legenda: ECMO (<i>extracorporeal membrane oxygenation</i>); FES – <i>cycling</i> (<i>functional electrical stimulation cycling</i>); FiO ² (fração inspirada de oxigénio); FMACI (fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos); LPM (litros por minuto); NR (não reportado); PaO ² (pressão arterial oxigénio); PTP (ponte para transplante pulmonar); SpO ² (saturação periférica oxigénio); VA (venoarterial); VV (venovenoso); * - No estudo E1, caso 1 não recebeu reabilitação durante o período em ECMO									

Para além da utilização do cicloergómetro, foco de atenção deste estudo, as outras intervenções que constituíram os programas de reabilitação da pessoa em ECMO foram: exercícios na posição supina (E1), exercícios passivos (E4, E6, E7, E9, E13, E15), exercícios ativos (E3, E4, E6, E7, E13, E15), electroestimulação neuromuscular (E3), sentar na beira da cama (E1, E4, E12, E13, E14 e E15), treino de equilíbrio na posição sentado (E1), treino ativo de ortostatismo (E9, E11, E14) transferência para cadeirão (E2, E4, E9, E11, E15), treino de marcha (E4, E7, E8, E9, E11, E12 e E14), exercícios respiratórios (E6, E7, E10), mobilização de secreções (E5, E8, E9, E13, E15), treino com prensa de membros inferiores e agachamentos (E5) e plano inclinado (E9, E12).

A prescrição de exercício baseada no princípio FITT (frequência, intensidade, tipo e tempo) foi utilizada como referência para orientar a recolha de dados relativos às características dos programas de exercício com cicloergómetro aplicados a pessoas em suporte ECMO. No entanto, em 50% dos estudos analisados (E3, E5, E7, E9, E12, E13, E14 e E15), não foram fornecidas informações específicas sobre a estratégia de utilização do cicloergómetro. Importa ainda destacar que, em nenhum dos estudos incluídos, o cicloergómetro foi utilizado para treino dos membros superiores, limitando-se a sua aplicação à mobilização dos membros inferiores

Relativamente à frequência de utilização do cicloergómetro, foi observada frequências diária nos estudos E10 e E11 e bidiária nos estudos E6 e E11. No segundo caso do estudo E1 o cicloergómetro foi utilizado entre o 1º e o 11º dia de ECMO, mas sem indicação de frequência de utilização. No estudo E16, ocorreram sete sessões de treino com *FES-cycling* ao longo de 18 dias, mas apenas três durante o período de suporte ECMO VV, igualmente sem indicação clara da frequência. A intensidade foi descrita em apenas dois estudos. No estudo E6 foi relatado que a maior intensidade conseguida foi baixo nível de resistência e no estudo E10 foi realizado treino com carga até 30 watt. Em relação ao tipo de treino, surgiu a descrição de treino ativo nos estudos E1, E2, E4, E8, E11, E16, treino passivo/ ativo no estudo E6 e treino aeróbico no estudo E10. Destaque para o estudo E10, com a definição de metas fisiológicas durante o treino, em que o objetivo foi manter um treino aeróbico com $\text{PaO}_2 \geq 60 \text{ mmHg}$

e níveis normais de lactato, enquanto a SvO₂ deveria permanecer próxima de 50%. A duração das sessões de cada treino com cicloergómetro variou entre os 4 minutos no estudo E4, 15 a 20 minutos no estudo E6, 25 minutos no estudo E4, 30 minutos nos estudos E1 e E8 e, 20 a 43 minutos no estudo E16.

Em relação ao início da sua utilização nos programas de reabilitação, verificou-se uma variabilidade no momento de introdução do cicloergómetro durante o suporte de ECMO. No estudo E1, no segundo caso, o cicloergómetro foi introduzido entre o 1º e o 11º dia de suporte ECMO, enquanto no terceiro caso foi utilizado a partir do 2º dia de ECMO. No estudo E8, o cicloergómetro foi introduzido no 2º dia após o início do suporte ECMO. No estudo E2, a utilização ocorreu no quarto dia de suporte ECMO. Nos estudos E10 e E16 a utilização começou na primeira semana de ECMO, sem especificação exata do dia. No estudo E7, o início foi registado entre o 6º e 13º dia de ECMO, sem indicação exacta. No estudo E11, o cicloergómetro foi utilizado a partir do 16º dia de ECMO. Por fim, no estudo E9, a intervenção teve início no 42º dia de internamento. No estudo E5 foi referido que o plano de reabilitação foi iniciado de imediato após a canulação para ECMO, mas sem indicação de dia exato.

Quanto ao responsável pela utilização do cicloergómetro, verificou-se que foi maioritariamente o fisioterapeuta, mencionado em nove estudos (E1, E3, E4, E6, E7, E8, E9, E13 e E15). O terapeuta ocupacional foi referido num único estudo (E4). Em sete estudos (E2, E5, E10, E11, E12, E14 e E16) não foi possível determinar o profissional responsável.

No que se refere à segurança da utilização do cicloergómetro, a maioria dos estudos (E1, E2, E3, E4, E7, E8, E10, E11, E12, E15 e E16) relatou a ausência de complicações. No estudo E5 foi relatado um caso de hematoma no músculo reto abdominal e outro de trombo obstrutivo na cânula de retorno, ambos ocorridos em situação de canulação femoro-femoral. No estudo E9, uma sessão de mobilização fora da cama foi interrompida devido a um episódio de hipotensão transitória assintomática, resolvida com administração de fluídos. No estudo E14, foram descritos alguns episódios de baixa de saturação periférica de oxigénio ou tonturas durante a mobilização, que reverteram com repouso.

Importa sublinhar que nenhum destes eventos foi diretamente associado à utilização do cicloergómetro. Adicionalmente, foram reportadas distâncias percorridas durante o treino: 2 km no estudo E6 e entre 5,8 a 11 km no estudo E16. No estudo E4, verificou-se um ajuste do fluxo ECMO, com um aumento de 0,5 LPM durante uma sessão de 25 minutos com o cicloergómetro. De forma semelhante, no estudo E10, durante o exercício, o fluxo ECMO foi ajustado de 4,3 para 5 LPM, e a FiO₂ do oxigenador foi aumentada para valores entre 80% e 100%. Outro dado relevante foi a utilização do cicloergómetro em pessoas com cânulas femorais nos estudos E6 e E10, demonstrando que este fator não constituiu impedimento para a sua aplicação.

5.5. Outcomes da utilização do cicloergómetro

A Tabela 4 apresenta os instrumentos de avaliação utilizados e os *outcomes* obtidos. Os instrumentos utilizados nos estudos incluídos nesta *scoping review* foram: a escala MRC (*Medical Research Council*) nos estudos E1 e E5; a MRC SS (*Medical Research Council sum score*) nos estudos E9 e E16; ICU MS (*Intensive Care Unit Mobility Scale*) nos estudos E4 e E15; PFIT (*Physical Function in Intensive Care*) no estudo E7; CPAX (*Chelsea Critical Care Physical Assessment Tool*) nos estudos E9, E11, E15; o HGS (*Handgrip Strength test*) nos estudos E9, E16 e a ultrassonografia no estudo E16.

Tabela 4 - Apresentação de Instrumentos de Avaliação e Outcomes

	Instrumentos de Avaliação	Outcomes
E1	MRC	Caso 2 – MRC global 4/ 5 prévio ao início do programa de reabilitação. Não é reportado outro momento de avaliação Caso 3 – MRC global 5/ 5 prévio ao início do programa de reabilitação. Não é reportado outro momento de avaliação
E2	NR	NR
E3	NR	NR
E4	ICU MS (adaptada)	O score médio de atividade física máxima atingido foi 8 em toda a coorte, com uma média de 8 no grupo PPT e de 2 no grupo PPR
E5	MRC	MRC pré-reabilitação de 3,75 (intervalo 3-4); Evolução positiva verificada no dia anterior ao transplante pulmonar, em que MRC aumenta para 4,25 (intervalo 4-5)
E6	NR	NR
E7	PFIT	No primeiro dia de reabilitação PFIT <i>score</i> 3; Evolução positiva verificada no 17º dia, com PFIT <i>score</i> de 10
E8	NR	NR
E9	HGS, MRC SS, CPAx	Primeira avaliação no 45º dia de internamento - MRC SS 42/ 60, HGS 6kg, CPAx 8/50; No dia 59 evolução positiva na CPAx 27/ 50; No dia 60 evolução positiva no MRC-SS 50/60 e HGS 18 kg
E10	NR	NR
E11	CPAx	No 1º dia de reabilitação, 16º dia de suporte ECMO, CPAx <i>score</i> 0 No dia 63 de internamento, doente retirado de suporte ECMO com evolução positiva. CPAx <i>score</i> 18
E12	CPAx	Apenas referido o <i>score</i> mais elevado na coorte, correspondendo a um CPAx <i>score</i> de 36. Não é reportado outro momento de avaliação
E13	NR	NR
E14	NR	NR

E15	ICU MS, CPAx, tempo de internamento, mortalidade	Entre os dois grupos (reabilitação vs cuidado <i>standard</i>), não houve diferença significativa no tempo de internamento (mediana 13,5 vs 13, intervalo 52 vs 48, p=0.649). No dia da alta, não houve diferença significativa na ICU MS (mediana 4 vs 5, intervalo 10 vs 8, p=0.087) ou CPAx (mediana 21 vs 26, intervalo 42 vs 39, p=0.060). Antes da alta da UCI, mais pessoas caminharam de forma independente, sem auxiliar de marcha (20% vs 2,8%) e foram transferidas passivamente para cadeirão (100% vs 72,2%). Não se verificou diferença na mortalidade
E16	Ultrassonografia, MRC SS e HGS	A espessura muscular do reto femoral manteve-se estável (1,5-1,6 cm) durante a estadia hospitalar e depois aumentou para >2,0 cm a partir do dia 26 (alta hospitalar). O vasto intermédio seguiu um padrão semelhante, com manutenção da espessura muscular (0,95-1,15 cm). A ecointensidade (qualidade muscular) aumentou de dia 1 a dia 11 em 15-30% para os músculos reto femoral e 50% para os músculos vasto intermédio. MRC SS 58/ 60 e HGS de 27,22 kg.no dia 14 (alta da UCI). Sem referência a momentos de avaliação prévios.
Legenda: CPAx (<i>Chelsea Critical Care Physical Assessment</i>); HGS (<i>Handgrip Strength Test</i>); ICU MS (<i>Intensive Care Unit Mobility Scale</i>); MRC (<i>Medical Research Council</i>); PFIT (<i>Physical Function in Intensive Care Test</i>); PTP (ponte para transplante); PPR (ponte para recuperação); MRC SS (<i>Medical Research Council Sumscore</i>); NR (não reportado)		

A escala de força muscular *Medical Research Council* foi utilizada para avaliar a força muscular, variando do grau 5 (normal) ao grau 0 (sem contração visível). A *Medical Research Council sum score* foi definido como a soma das classificações da MRC de seis grupos musculares dos membros superiores e inferiores (abdução do ombro, flexão do cotovelo, extensão do punho, flexão da anca, extensão do joelho e dorsiflexão do tornozelo), avaliados bilateralmente, resultando numa pontuação que varia de 60 (normal) a 0 (tetraplegia) (Turan et al., 2020). Uma pontuação total inferior a 48/60 indica fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos, e uma pontuação inferior a 36/48 indica fraqueza grave (Latronico & Gosselink, 2015).

A *Intensive Care Unit Mobility Scale* oferece um método rápido e simples para avaliar a mobilidade de pessoas com doença crítica. Consiste numa escala ordinal sensível de 11 pontos, que varia de nenhuma mobilidade (deitado/exercícios passivos na cama, pontuação de 0) até deambulação independente (pontuação de 10) (Tipping et al., 2016). Em E4 foi utilizada uma modificação da ICU MS, com escala ordinal de 1 a 8, em que a 1 corresponde não mobilização ou mobilização passiva das extremidades, e a 8 corresponde deambulação.

O *Physical Function in Intensive Care* é uma medida composta de força muscular e função física, que avalia quatro itens: sentar e levantar, cadência de marcha estacionária, flexão do ombro e força de extensão do joelho. Cada item é pontuado de 0 a 3 e somado até um máximo de 12 pontos numa escala ordinal, sendo que pontuações mais altas representam melhor função física (Parry & Baldwin, 2022).

A escala *Chelsea Critical Care Physical Assessment Tool* tem como propósito avaliar a capacidade funcional em diferentes domínios, incluindo função respiratória, mobilidade funcional e a força de preensão (Eggmann et al., 2023). É composta por 10 itens, que são avaliados em uma escala de 0 a 5. O *score* total varia entre 0 e 50, sendo que 50 indica independência total (Ferreira & Magalhães, 2024).

A *Handgrip Strength test*. avalia a força de preensão palmar utilizando a dinamometria. Considera como ponto de corte sugestivo de fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos, uma força de preensão inferior a 7 kgf para mulheres e 11 kgf para homens (Ali et al., 2008).

A ultrassonografia muscular avalia a ecogenicidade muscular. É um método não invasivo, rápido e acessível que não depende da cooperação da pessoa. Tem valor preditivo no diagnóstico de fraqueza muscular adquirida em cuidados intensivos, sendo útil em pessoas com doença crítica (Almeida et al., 2021).

Dos dezasseis estudos incluídos nesta revisão, sete não relatam a utilização de instrumentos de avaliação (E2, E3, E6, E8, E10, E13 e E14) e outros quatro (E1, E4, E12 e E15) relataram os instrumentos de avaliação utilizados, mas apenas apresentaram um momento de avaliação.

No que se refere aos estudos em que foram utilizados instrumentos de avaliação em pelo menos dois momentos, apesar da diversidade dos instrumentos utilizados, observam-se resultados positivos. No estudo E5, a força muscular, medida através da escala MRC (*Medical Research Council*), evoluiu de 3,75 antes do início do programa de reabilitação para 4,25 no dia anterior ao transplante pulmonar. No estudo E7 observou-se uma melhoria no score da escala PFIT (*Physical Function ICU Test*), que aumentou de 3 para 10 no 17º dia de internamento. No estudo E9, no primeiro momento de avaliação (45º dia de internamento), os resultados indicaram uma pontuação de 42/60 na escala MRC SS (*Medical Research Council Sum Score*), 6 kg de força na HGS (*Hand Grip Strength*) e 8/50 na escala CPAX (*Chelsea Critical Care Physical Assessment*), com uma evolução subsequente para 27/50 no 59º dia, aumento da pontuação da MRC SS para 50/60 e aumento da HGS para 18 kg no 60º dia. No estudo E11, no primeiro dia de reabilitação (16º dia de suporte ECMO), a avaliação na escala *Chelsea Critical Care Physical Assessment* foi 0, com uma melhoria posterior para o valor de 18. No estudo E16, através de ultrassonografia muscular, observou-se a manutenção da espessura dos músculos reto femoral e vasto intermédio. Além disso, a eco intensidade (qualidade muscular)

aumentou entre 15% a 30% para o músculo reto femoral e 50% para o músculo vasto intermédio entre o primeiro e o 11º dia de reabilitação.

No estudo E15, o único estudo a fazer comparação de *outcomes* entre um grupo de intervenção (reabilitação multimodal com cicloergómetro) e um grupo controlo (*matched-comparison group*), não foi encontrada diferença estatisticamente significativa na duração do internamento na unidade de cuidados intensivos e nos resultados funcionais na pessoa em ECMO VV, avaliados através da IMS (*ICU Mobility Scale*) e da ferramenta CPAX (*Chelsea Critical Care Physical Assessment*). No entanto, observou-se no grupo de reabilitação uma maior proporção de participantes com mobilidade independente, capazes de se sentar passivamente antes da alta e com maior satisfação face aos cuidados recebidos.

6. Discussão

Neste capítulo, analisamos os resultados da *scoping review*, confrontando-os com a literatura e a evidência científica, e discutindo as suas implicações para a prática clínica em enfermagem de reabilitação e para futuras investigações.

Evidências da Utilização do Cicloergómetro em ECMO

Nesta *scoping review*, resultado de uma pesquisa abrangente, foram incluídos dezasseis estudos, predominantemente de natureza observacional ou retrospectiva, que englobaram um total de 332 participantes, nos quais o cicloergómetro foi utilizado como ferramenta de reabilitação. Os estudos analisados incluíram participantes com diversas modalidades de suporte ECMO, diferentes tipos de canulação e várias patologias subjacentes. Em todos os estudos verificou-se que o cicloergómetro foi utilizado para treino dos membros inferiores, não havendo descrição da aplicação do cicloergómetro para treino dos membros superiores.

A literatura defende que o programa de reabilitação para a pessoa em ECMO deve ser iniciado o mais precocemente possível (Hayes et al., 2018) com vista à obtenção dos melhores resultados funcionais (Kourek et al., 2022). Apesar da ausência de consenso quanto ao momento ideal para o seu início, é sugerido que este deverá ocorrer entre o segundo e o quinto dia de internamento (Raurell-Torredà et al., 2021), ou, no máximo, até uma semana após a admissão (Tonna et al., 2023; Bonizzoli et al., 2019). Nos estudos incluídos nesta *scoping review*, em que foi relatado o momento de introdução do cicloergómetro no programa de reabilitação, verificou-se que em cinco dos estudos (Rahimi et al., 2013 (E1); Skrzat et al., 2011 (E8); Jacob et al., 2017 (E2); Camboni et al., 2009 (E10); Pastva et al., 2015 (E16)) o cicloergómetro foi utilizado dentro da primeira semana de suporte ECMO. De fora deste espaço temporal, pode ficar o estudo de Li et al. (2022), no qual o cicloergómetro foi implementado entre o 6º e o 13º dia de suporte, sem indicação exata da data. Não cumpriram este critério dois estudos (Atkin et al., 2022 (E11); Lugthart et al., 2024 (E9) por terem

ultrapassado este prazo. Apesar de estes dois últimos estudos constituírem uma exceção, este achado vai ao encontro da afirmação de Kourek et al. (2022), que consideram que o cicloergómetro já se encontra estabelecido na prática clínica como uma ferramenta de mobilização precoce.

No que se refere ao tipo de treino, nos estudos incluídos na nossa pesquisa, o treino ativo foi reportado nos estudos de Rahimi et al. (2013)(E1), Jacob et al. (2017)(E2), Abrams et al. (2014)(E4), Skrzat et al. (2011)(E8), Camboni et al. (2009)(E10), Atkin et al. (2022)(E11) e Pastva et al. (2015)(E16), totalizando sete estudos. O treino passivo/ativo foi mencionado no estudo de Naar et al. (2022)(E6). No estudo de Camboni et al. (2009)(E10), os autores classificaram o treino como aeróbico, estabelecendo como critérios a manutenção da $PaO_2 \geq 60$ mmHg, níveis normais de lactato e uma SvO_2 próxima de 50%. Seria relevante que outros estudos, à semelhança deste estudo, especificassem se o treino ativo adotado foi aeróbio ou anaeróbio. Esta distinção é crucial para uma análise mais precisa dos efeitos e da eficácia das intervenções de reabilitação. Diferenciar esses dois tipos de treino é essencial para a adequação da prescrição do exercício aos objetivos terapêuticos, à condição física e às necessidades individuais (Patel et al., 2017). O treino aeróbico, que utiliza predominantemente oxigénio para a produção de energia, é indicado para melhorar a capacidade cardiorrespiratória e a resistência muscular. Por outro lado, o treino anaeróbico, que recorre a fontes de energia independentes do oxigénio, é fundamental para o desenvolvimento de força, potência e hipertrofia muscular (Aydin, 2022). Essa distinção torna-se particularmente relevante na reabilitação de pessoas com doença crítica, pois permite a escolha da abordagem mais segura e eficaz para cada pessoa, minimizando riscos e potencializando os benefícios da intervenção.

A utilização do cicloergómetro no treino dos membros inferiores em pessoas submetidas a ECMO revelou-se particularmente relevante nos casos em que esta técnica foi utilizada como ponte para o transplante. Os estudos de Rahimi et al. (2013)(E1), Ikeda et al., (2023)(E3), Abrams et al. (2014)(E4), Hermens et al. (2015)(E5), Naar et al. (2022)(E6), Skrzat et al. (2011)(E8), Carswell et al. (2017)(E14) e Pastva et al. (2015)(E16), que constituem 50% dos estudos

incluídos nesta *scoping review*, envolvem um total de 35 pessoas em ECMO como ponte para transplante pulmonar. Adicionalmente, no estudo de Camboni et al. (2009)(E10) foi relatado o caso de uma pessoa em ECMO como ponte para transplante cardíaco.

A utilização do ECMO como ponte para o transplante pulmonar refere-se à situação em que a pessoa com doença pulmonar em fase terminal, que se encontra na lista de espera para transplante pulmonar e não pode ser mantida apenas com ventilação mecânica (devido a ventilação pulmonar inadequada ou trocas gasosas deficientes), necessita de suporte ECMO para sustentar a vida até que haja um pulmão de dador adequado disponível (Zhang et al., 2024). No entanto, é importante destacar que a pessoa em ECMO VV como ponte para transplante pulmonar, apresenta um risco acrescido de desenvolver fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos e de ser retirada da lista ativa de transplantes (Kourek et al., 2022). De facto, a ausência de reabilitação ou mobilização nesta população é considerada uma contraindicação significativa e pode, inclusive, impedir a realização do transplante (Chatziefstratiou et al., 2023). Assim, torna-se essencial que, após o início da ECMO, o candidato a transplante pulmonar inicie um programa de reabilitação, idealmente permanecendo acordado e participando de forma ativa (Leard et al., 2021; Tipograf et al., 2019).

Foram também analisadas as estratégias de canulação. Para o suporte ECMO VA, observamos que dois dos estudos (Jacob et al., 2017(E2); Ikeda et al., 2023(E3)) optaram por uma canulação periférica "superior", utilizando a artéria subclávia e a artéria axilar, respetivamente. Da mesma forma, no estudo de Abrams et al. (2014)(E4), quatro das trinta e cinco pessoas em ECMO que participaram ativamente na reabilitação estavam sob suporte VA com canulação "superior" (jugular – artéria subclávia). No estudo de Camboni et al. (2009)(E10), foi escolhida uma configuração que evitou a canulação da artéria femoral, mas o participante deste estudo manteve uma cânula de drenagem na veia femoral (calibre 23 French), sem que isso condicionasse negativamente o treino com cicloergómetro. Já no contexto do suporte ECMO VV, observou-se em seis dos estudos (Rahimi et al. (2013)(E1); Abrams et al. (2014)(E4); Hermens et al.

(2015)(E5); Lugthart et al. (2024)(E9); Carswell et al. (2017)(E14); Pastva et al. (2015)(E16)) a preferência pelo uso da cânula de duplo lúmen bicaval, inserida na veia jugular interna.

As estratégias de canulação atrás referidas, que privilegiam a abordagem pela parte superior do corpo para suporte ECMO VA ou VV, têm como vantagem a preservação da região inguinal, favorecendo o aumento da mobilidade, permitindo a reabilitação ativa e reduzindo os riscos durante a mobilização, além de potencializarem o fortalecimento dos membros inferiores (Rahimi et al., 2013, Lugthart et al., 2024; Abrams et al., 2014; Jacob et al., 2017; Ikeda et al., 2023). Apesar de a canulação femoral não ser considerada uma contraindicação para a mobilização precoce (Ferreira et al., 2019; Bonizzoli et al., 2019) as estratégias que evitam a presença de cânulas na região inguinal tendem a ser preferidas sempre que a mobilidade é uma prioridade elevada (Ferreira et al., 2019; Polastri et al., 2022).

Nenhum dos artigos incluídos na *scoping review* estudou a utilização do cicloergómetro para o treino dos membros superiores, embora a literatura existente indique que pode ocorrer uma redução significativa da massa e da força muscular nos membros superiores nos primeiros sete dias de internamento em unidade de cuidados intensivos (Nakanishi et al., 2018; Samosawala et al., 2016). Poderíamos supor que se deveu a uma limitação provocada pela tipologia de canulação, nomeadamente o local de inserção das cânulas. Contudo, apenas em três estudos, mais especificamente no estudo de Jacob et al. (2017)(E2), no estudo de Ikeda et al. (2023)(E3) e no estudo de (Abrams et al., 2014)(E4) foram identificadas estratégias de canulação que poderiam potencialmente limitar a mobilidade dos membros superiores durante o exercício com cicloergómetro. Nas restantes modalidades de canulação, a amplitude de movimento dos membros superiores permaneceu preservada, uma vez que não foi restringida pela presença de uma cânula do circuito extracorporal.

Sobre a utilização do cicloergómetro nos membros superiores em outras populações, Pinheiro et al. (2021) destacaram a sua eficácia em doentes com acidente vascular cerebral isquémico agudo, melhorando força muscular e

independência. Gardenghi et al. (2019) observaram que a sua utilização no pós-operatório de cirurgias cardíacas não provocou alterações hemodinâmicas adversas. Vanderlelie et al. (2024) confirmaram a segurança dessa intervenção, recomendando a realização de mais estudos sobre os seus efeitos a longo prazo. No contexto da pessoa em ECMO, a implementação do cicloergómetro como ferramenta de treino dos membros superiores, pode constituir uma estratégia relevante para a mobilização e reabilitação precoce. Esta abordagem pode contribuir para a preservação da força muscular e da capacidade funcional dos membros superiores, prevenindo ou atenuando os efeitos da fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos. Evidencia-se assim uma lacuna na investigação, que justifica a necessidade de novos estudos para avaliar a viabilidade, segurança e eficácia desta intervenção nesta população.

Na análise dos 16 estudos incluídos na nossa revisão, também foram identificadas lacunas relacionadas com as medidas de resultado, incluindo a ausência de instrumentos de avaliação e a falta de definição dos momentos de avaliação. Dos dezasseis estudos incluídos nesta revisão, sete não relataram a utilização de instrumentos de avaliação (Jacob et al. (2017)(E2); Ikeda et al. (2023)(E3); Naar et al. (2022)(E6); Skrzat et al. (2011)(E8); Camboni et al. (2009)(E10); Bradley & Patel (2023)(E13) e Carswell et al. (2017)(E14)) e outros quatro (Rahimi et al. (2013)(E1); Abrams et al. (2014)(E4); Eden & Fowles (2018)(E12); Breach et al., 2020)(E15)) relataram os instrumentos de avaliação utilizados, mas apenas apresentaram um momento de avaliação. Em cinco dos estudos, nomeadamente nos estudos de Hermens et al. (2015)(E5), Li et al. (2022)(E7), Lugthart et al. (2024)(E9), Atkin et al. (2022)(E11) e Pastva et al. (2015)(E16) foram realizados dois momentos de avaliação. Destes cinco estudos referidos, a única escala de avaliação comum foi a *Chelsea Critical Care Physical Assessment*, aplicada por Lugthart et al. (2024)(E9) e Atkin et al. (2022)(E11) para avaliar a função física dos participantes ao longo do período de reabilitação. Esta observação vai de encontro à opinião de Hayes et al. (2022), que consideram que a principal lacuna de evidência na reabilitação da pessoa em ECMO, reside na demonstração da eficácia desta intervenção na melhoria dos *outcomes*, assim como na heterogeneidade do instrumento de avaliação e do

momento da medição dos resultados. Existe variabilidade no uso das medidas de resultados, pois atualmente não está definido um instrumento *gold standard* para avaliar a função física da pessoa em ECMO (Eden et al., 2017). Polastri et al. (2024) e Ramsey et al. (2025) sugerem que a evolução do nível de mobilidade das pessoas submetidas a suporte ECMO seja avaliado através da escala *Intensive Care Unit Mobility Scale*.

Dos 16 estudos incluídos na nossa revisão, não foram reportados eventos adversos graves. Os poucos efeitos adversos foram descritos por: Hermens et al. (2015) (E5), onde ocorreu um caso de hematoma no reto abdominal e outro caso de um trombo na cânula de retorno, ambos em canulação femoro-femoral; Lugthart et al. (2024)(E9), onde uma sessão de mobilização foi interrompida por hipotensão transitória assintomática; Carswell et al. (2017)(E14), onde foram descritos alguns episódios de baixa de saturação periférica de oxigénio ou tonturas durante a mobilização, resolvidos com repouso. No entanto, nenhum destes efeitos adversos foi associado à utilização do cicloergómetro, sugerindo que esta é uma intervenção segura, mesmo sendo reconhecido que a reabilitação da pessoa em ECMO envolve riscos adversos sérios. Cada sessão pode aumentar a probabilidade de incidentes críticos, como a rutura do circuito, exteriorização de uma cânula ou oclusão do circuito, colocando a pessoa em risco de vida (Chatziefstratiou et al., 2023; Polastri et al., 2016). Assim, a ausência de complicações relevantes reforça o cicloergómetro como uma opção viável para promover a mobilização precoce e o treino físico dos membros inferiores, sem comprometer a estabilidade hemodinâmica ou a função cardiovascular da pessoa em ECMO. Podemos considerar que a segurança desta abordagem permite a sua integração rotineira nos programas de reabilitação, sem necessidade de recursos adicionais para prevenir complicações.

Desafios e Limitações na Implementação

No que diz respeito à aplicação do princípio FITT (frequência, intensidade, tipo e tempo) no treino com cicloergómetro em pessoas submetidas a ECMO foram identificadas lacunas críticas, com a não apresentação, ou apresentação

incompleta das características da intervenção. Apenas no estudo de Naar et al. (2022)(E6) foi descrita a totalidade dos componentes “frequência, intensidade, tipo e tempo”. Este achado vai de encontro à afirmação de Hayes et al. (2022) que considera que a “dose” e a intensidade dos exercícios realizados pela pessoa em ECMO são poucas vezes relatados.

A frequência de utilização do cicloergómetro foi relatada em 19% dos estudos (Naar et al. (2022)(E6); Camboni et al. (2009)(E10); Atkin et al. (2022)(E11)), a intensidade em 13% (Naar et al., 2022)(E6) e Camboni et al. (2009)(E10)) e o tempo de sessão em 31% dos estudos (Rahimi et al. (2013)(E1); Abrams et al. (2014)(E4); Naar et al. (2022)(E6), Skrzat et al. (2011)(E8) e Pastva et al. (2015)(E16). Estes valores divergem significativamente dos valores apresentados na revisão sistemática de O’Grady et al. (2024), que estudou a utilização do cicloergómetro na pessoa com doença crítica (sem ECMO). Nesta revisão, a frequência de utilização do cicloergómetro foi mencionada em 91% dos estudos incluídos, a intensidade em 88% e o tempo de duração das sessões em 97%. Esta diferença poderá ser explicada pelo facto de o cicloergómetro ser mais estudado na população geral de UCI do que na população em ECMO, apresentando protocolos de utilização melhor definidos.

A falta de discriminação do princípio “frequência, intensidade, tipo e tempo” na utilização do cicloergómetro pode ter diversas implicações, tanto na prática clínica como na investigação. A ausência de uma estruturação clara e individualizada dos programas de reabilitação pode resultar em abordagens menos sistematizadas na prescrição do exercício, comprometendo a eficácia das intervenções e aumentando o risco de sub ou sobrecarga funcional. A indefinição da intensidade, progressividade e duração do exercício pode também acarretar um risco acrescido de complicações, como fadiga excessiva e instabilidade hemodinâmica. Assim, optar por uma abordagem padronizada para o treino com cicloergómetro dos membros inferiores, contribuiria para potenciar sessões de maior duração e que a pessoa em situação de doença crítica atingisse uma resistência mais elevada (Kimawi et al., 2017).

Além disso, a não especificação dos parâmetros “frequência, intensidade, tipo e tempo” dificulta a comparação entre estudos e a replicação dos achados em diferentes contextos clínicos, limitando a construção de evidências científicas robustas. A falta de uma base comum para a prescrição do exercício pode aumentar a variabilidade na prática clínica, levando diferentes profissionais a adotarem estratégias de treino heterogêneas (Rooney et al., 2023). A inexistência de uma abordagem padronizada pode ainda dificultar a formação e capacitação dos enfermeiros de reabilitação (Netherway et al., 2021), reduzindo a sua confiança na implementação de programas de exercício seguros e eficazes com o cicloergómetro.

Papel dos Enfermeiros de Reabilitação na utilização do Cicloergómetro

A análise dos estudos incluídos nesta *scoping review*, não permitiu identificar o EEER como o profissional de saúde responsável pela utilização do cicloergómetro. Importa, no entanto, salientar que nenhum foi conduzido em Portugal, o que constitui um dado particularmente relevante, uma vez que nos países de origem destes estudos, ou não existe a figura do EEER, ou o seu âmbito de atuação difere significativamente do contexto português. Entre os países representados, apenas os Estados Unidos da América, o Reino Unido e os Países Baixos dispõem da especialidade de enfermagem de reabilitação, embora com características distintas daquelas que definem esta especialidade em Portugal (Schoeller et al., 2018). Nos Estados Unidos da América, os enfermeiros podem desempenhar um papel ativo na reabilitação de pessoas em ECMO, como demonstrado no estudo de Boling et al. (2016), que evidenciou a segurança do treino de marcha em pessoas sob ECMO VV liderado por enfermeiros. No entanto, neste país a enfermagem de reabilitação tem grande presença em empresas focadas no cuidado familiar de longa duração, limitando a sua atuação no contexto hospitalar de reabilitação intensiva. No Reino Unido, a especialidade é designada por *disability nursing*, focando-se essencialmente nos cuidados a pessoas com deficiência intelectual ou cognitiva. Em Portugal, os EEER, possuem uma formação académica específica, que os capacita para prestar cuidados especializados em diversos contextos clínicos (Ordem dos Enfermeiros, 2019), nomeadamente nas unidades de cuidados intensivos

(Mendes & Nunes, 2018), partilhando ações e competências com outros profissionais de saúde (Schoeller et al., 2018), particularmente o fisioterapeuta

Recentemente, Ramsey et al. (2025) apresentaram uma *guideline* para a mobilização e reabilitação precoce da pessoa adulta em ECMO. Neste documento, é atribuído o mesmo papel e responsabilidades ao fisioterapeuta e ao perito em reabilitação, que em Portugal pode ser o EEER. Esta abordagem centrada nas competências, reforça o reconhecimento do EEER na intervenção em contextos de elevada complexidade clínica, como é o caso da ECMO. Deste modo, ainda que a figura do EEER não seja referida nos estudos analisados, verifica-se que todas as competências necessárias à utilização segura do cicloergómetro em pessoas com doença crítica sob suporte ECMO podem ser atribuídas a este profissional, face à sua formação especializada.

Assim, é relevante analisar a importância da atuação do EEER no contexto da sua intervenção junto da pessoa em ECMO. Este profissional, frequentemente com experiência prévia enquanto enfermeiro generalista no cuidado à pessoa com doença crítica, reúne um conjunto de competências que o posiciona de forma privilegiada para responder às exigências clínicas e funcionais desta população. A sua presença estruturada nas unidades de cuidados intensivos em Portugal, conforme estipulado pela regulamentação nacional (Regulamento 743/2019, 2019), possibilita uma abordagem integrada e especializada no cuidado à pessoa em ECMO. Pela sua proximidade à prática clínica, pelas competências técnicas e pelo conhecimento científico que lhe confere a capacidade de prescrever exercício físico em populações com necessidades complexas (Sousa, 2019), este profissional assume um papel central na promoção de uma cultura de mobilização e reabilitação precoce. A sua intervenção é orientada pela melhor evidência científica disponível e guiada por princípios de segurança e adequação à condição clínica da pessoa em ECMO, com o objetivo de otimizar e/ou reeducar, entre outras, a função motora (Ordem dos Enfermeiros, 2020). A sua atuação abrange a avaliação contínua do estado funcional da pessoa, e o principal objetivo é reduzir ao máximo as repercussões da doença, a prevenção de complicações decorrentes da imobilidade prolongada

e do internamento a longo prazo, que possam afetar negativamente a qualidade de vida futura (Mendes & Nunes, 2018; Cerol et al., 2019; Prazeres et al., 2021).

O exercício profissional do EEER insere-se num contexto de atuação multiprofissional, mas este é dotado de autonomia para prescrever intervenções autónomas, assumindo a responsabilidade pela prescrição e pela implementação técnica da intervenção (Ordem dos Enfermeiros, 2001). Assim, compete-lhe conceber, implementar e liderar programas de reabilitação, que envolvam toda a equipa multidisciplinar, delineando um plano de cuidados individualizado, adaptado à condição clínica e funcional da pessoa em ECMO (Ordem dos Enfermeiros, 2020), utilizando as diversas tecnologias disponíveis como o cicloergómetro. Esta ferramenta de mobilização precoce, que apresenta como principal mais-valia a sua flexibilidade, permite ajustar a intensidade do exercício e o nível de esforço de acordo com as capacidades reais da pessoa (Kho et al., 2016). No entanto, para que o potencial terapêutico do cicloergómetro seja plenamente alcançado, é fundamental que o profissional responsável pela sua utilização detenha não apenas competências técnicas para a sua programação, mas também elevados níveis de julgamento clínico e capacidade de tomada de decisão (Gaspar et al., 2021). Estes são essenciais para avaliar adequadamente a resposta hemodinâmica da pessoa, intervir em situações de descompensação clínica e reajustar o plano de reabilitação sempre que necessário (Prazeres et al., 2021). Nesse sentido, o EEER destaca-se como o profissional mais capacitado, em Portugal, para garantir a prestação de cuidados especializados à pessoa em ECMO e para implementar, com segurança e eficácia, a utilização do cicloergómetro.

Direções Futuras

Apesar da evidência encontrada sobre a utilização do cicloergómetro no processo de reabilitação da pessoa em ECMO, continua a ser necessária investigação adicional que forneça dados mais robustos. São necessários estudos clínicos randomizados que avaliem a segurança e a eficácia do treino com cicloergómetro nesta população específica. Para tal, é essencial garantir amostras representativas, uma descrição detalhada dos protocolos utilizados,

bem como dos parâmetros do princípio FITT (frequência, intensidade, tipo e tempo), a aplicação de instrumentos de avaliação validados e padronizados, bem como uma definição temporal dos momentos de avaliação ao longo do processo de reabilitação. Neste âmbito, assume especial relevância a validação de protocolos de implementação adaptados ao contexto português, sob responsabilidade e supervisão do EEER. Só através deste nível de exigência científica será possível consolidar a utilização do cicloergómetro como uma prática de reabilitação segura e eficaz, que possa ser integrada de forma sistemática nos cuidados de enfermagem de reabilitação prestados às pessoas em ECMO, contribuindo ativamente para a sua recuperação funcional e melhoria da qualidade de vida.

O treino com cicloergómetro, utilizado na reabilitação de pessoas em ECMO, pode apresentar limitações associadas à sua natureza repetitiva e variedade limitada de estímulos. Esta monotonia pode afetar negativamente a motivação da pessoa, comprometendo a sua adesão ao programa de reabilitação e reduzindo a eficácia do processo terapêutico. Surge assim outro potencial campo de investigação, a integração de *exergames* e/ou realidade virtual no programa de treino com cicloergómetro na pessoa em ECMO. Os *exergames* podem representar uma estratégia inovadora para incentivar as pessoas em ECMO a praticarem exercício com cicloergómetro enquanto jogam, distraíndo-as de uma tarefa repetitiva, aumentando a sua motivação e *performance* (Glen et al., (2017). Paralelamente, a realidade virtual interativa surge como um recurso promissor, capaz de introduzir maior diversidade no treino, estimular a atividade motora de forma intuitiva e envolver ativamente a pessoa no seu processo de reabilitação. (He et al., 2024). No entanto, até à data, desconhecemos a existência de algum estudo sobre a aplicação de *exergames* ou de ambientes de realidade virtual no programa de reabilitação da pessoa em ECMO. Torna-se, portanto, essencial desenvolver investigações para definir os modelos mais adequados às necessidades desta população, avaliar a sua eficácia e garantir a segurança da sua implementação.

Limitações

A metodologia utilizada permitiu uma visão abrangente e detalhada do atual estado do conhecimento acerca da utilização do cicloergómetro na pessoa em ECMO. No entanto, é importante reconhecer algumas limitações que podem influenciar a interpretação dos resultados.

A pesquisa apenas incluiu estudos publicados em português, inglês ou espanhol, podendo assim não refletir toda a evidência existente publicada noutras línguas. O número relativamente reduzido de estudos encontrados, poderá refletir a natureza emergente desta área de investigação ou as dificuldades práticas na realização de estudos metodologicamente rigorosos em pessoas sob ECMO. Para além disso, a maioria dos estudos incluídos apresentou um desenho observacional e retrospectivo, o que implica um risco inerente de enviesamento e limita a robustez e a generalização das conclusões obtidas. Adicionalmente, verificou-se uma grande heterogeneidade nas populações estudadas, abrangendo participantes com diferentes idades, patologias de base e modalidades de suporte ECMO. Os estudos analisados caracterizam-se também por uma fraca reprodutibilidade, uma vez que não forneceram informações detalhadas sobre a utilização do cicloergómetro, nomeadamente a frequência, a duração, a intensidade e o tempo de sessão.

7. Conclusão

A ECMO é uma forma de suporte de vida extracorporeal, utilizada em pessoas com situação de doença crítica extrema. Estas pessoas, frequentemente com internamentos prolongados em unidades de cuidados intensivos, encontram-se particularmente vulneráveis ao desenvolvimento de fraqueza muscular adquirida nos cuidados intensivos, bem como ao síndrome pós-cuidados intensivos, apresentando necessidades acrescidas de reabilitação. O cicloergómetro tem-se afirmado como uma ferramenta com potencial na promoção da reabilitação e mobilização precoce neste contexto, demonstrando ser uma estratégia segura e eficaz na mitigação da morbilidade associada. No entanto, a escassez e dispersão de conhecimento consolidado sobre a sua utilização na pessoa em ECMO, conduziu-nos à realização de uma *scoping review*. O seu objetivo centrou-se em mapear a utilização do cicloergómetro no programa de reabilitação da pessoa em ECMO.

Foram incluídos 16 estudos, dos quais nove são estudos de caso, um é uma série de casos e seis são estudos retrospectivos. Esta distribuição evidencia uma predominância de estudos descritivos e observacionais, refletindo a natureza ainda emergente da investigação neste domínio. Os estudos analisados incluíram participantes em suporte ECMO VV e VA, com diferentes tipologias de canulação e diversas patologias de base. Foram reportados casos de utilização como ponte para transplante pulmonar em 50% dos estudos e em contexto de *awake ECMO* em 44%.

Da análise dos resultados, verificou-se que nenhum dos estudos relatou a utilização do cicloergómetro para treino dos membros superiores, restringindo-se a sua aplicação aos membros inferiores. Importa destacar que, nos estudos incluídos, não foram reportados eventos adversos graves e os poucos efeitos adversos descritos não foram relacionados com o uso do cicloergómetro, sugerindo que esta é uma ferramenta segura. A presença de cânulas femorais

também não foi considerada uma contraindicação para a utilização do cicloergómetro.

A análise dos dados revelou que, na maioria dos estudos que referem o momento de início do treino com cicloergómetro, este foi implementado durante a primeira semana após o início do suporte ECMO, caracterizando-se, assim, como uma ferramenta de reabilitação precoce. Contudo, a literatura indica que existe potencial para uma aplicação ainda mais precoce desta intervenção.

Verificou-se que não há referência ao EEER na utilização do cicloergómetro na pessoa em ECMO. No entanto, ao refletir sobre o papel do EEER em Portugal, constatou-se que todas as competências necessárias à utilização segura do cicloergómetro em pessoas com doença crítica sob suporte ECMO podem ser atribuídas a este profissional, face à sua formação especializada. Destacou-se a sua posição central no processo de reabilitação da pessoa em ECMO, assumindo a responsabilidade de coordenar e liderar essa intervenção, em estreita articulação com a equipa multidisciplinar. Entendemos que nas unidades de cuidados intensivos onde se encontram pessoas sob ECMO, deve ser favorecida a presença do EEER: Os princípios da sua prática profissional são fundamentados no regulamento de competências específicas do EEER. Compete-lhe identificar as necessidades de intervenção especializada, analisar o problema e elaborar um plano de cuidados adaptado à condição da pessoa, monitorizando continuamente o seu estado funcional e intervindo na prevenção de complicações resultantes da imobilidade e do internamento prolongado. O cicloergómetro pode constituir um recurso inovador e essencial neste plano, promovendo a funcionalidade e acelerando a recuperação.

Como proposta para investigações futuras, os resultados obtidos evidenciaram a necessidade de aprofundar a investigação sobre o uso do cicloergómetro no programa de reabilitação da pessoa em ECMO. É imprescindível a realização de novos estudos clínicos conduzidos por EEER com amostras representativas, protocolos metodologicamente bem estruturados e uma descrição detalhada dos parâmetros do princípio FITT (frequência, intensidade, tipo e tempo). Paralelamente, torna-se essencial padronizar os instrumentos de avaliação e os

momentos da sua aplicação, de forma a possibilitar uma medição precisa e rigorosa do impacto funcional da intervenção com cicloergómetro nesta população.

Para promover a inclusão efetiva do cicloergómetro nos programas de reabilitação da pessoa em ECMO, é fundamental desenvolver protocolos clínicos claros, equipar adequadamente as unidades de cuidados intensivos e capacitar os EEER e a equipa multidisciplinar para a sua utilização. A consciencialização sobre os seus benefícios e o investimento na formação contínua dos profissionais serão determinantes para a integração bem-sucedida desta ferramenta na prática de enfermagem de reabilitação.

Por fim, consideramos que o tema abordado nesta dissertação — a utilização do cicloergómetro no processo de reabilitação da pessoa em ECMO — pode representar um contributo relevante para os EEER que prestam cuidados a esta população, promovendo a melhoria da qualidade dos cuidados e beneficiando diretamente a pessoa em ECMO. Trata-se de uma ferramenta recente, segura e ainda pouco utilizada, mas com potencial para a diminuição dos níveis de dependência funcional ao proporcionar melhores índices de força muscular.

Bibliografia

- Abrams, D., Javidfar, J., Farrand, E., Mongero, L. B., Agerstrand, C. L., Ryan, P., Zimmel, D., Galuskin, K., Morrone, T. M., Boerem, P., Bacchetta, M., & Brodie, D. (2014). Early mobilization of patients receiving extracorporeal membrane oxygenation: A retrospective cohort study. *Critical Care*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/cc13746>
- Abrams, D., Madahar, P., Eckhardt, C. M., Short, B., Yip, N. H., Parekh, M., Serra, A., Dubois, R. L., Saleem, D., Agerstrand, C., Scala, P., Benvenuto, L., Arcasoy, S. M., Sonett, J. R., Takeda, K., Meier, A., Beck, J., Ryan, P., Fan, E., ... Trindade, A. (2022). Early Mobilization during Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiopulmonary Failure in Adults Factors Associated with Intensity of Treatment. *Annals of the American Thoracic Society*, 19(1), 90–98. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202102-151OC>
- Ali, N. A., O'Brien, J. M., Hoffmann, S. P., Phillips, G., Garland, A., Finley, J. C. W., Aimooa, K., Hejal, R., Wolf, K. M., Lemeshow, S., Connors, A. F., & Marsh, C. B. (2008). Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 178(3), 261–268. <https://doi.org/10.1164/rccm.200712-1829OC>
- Almeida, L. C. de, Pereira, M. R. R., Vitti, J. D., & Serrão Júnior, N. F. (2021). Instrumentos de avaliação para o diagnóstico da fraqueza muscular adquirida na unidade de terapia intensiva: Revisão narrativa. *Research, Society and Development*, 10(8), e12010817077. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17077>
- Arias-Fernández, P., Romero-Martin, M., Gómez-Salgado, J., & Fernández-García, D. (2018). Rehabilitation and early mobilization in the critical patient: systematic review. *The Journal of Physical Therapy Science*, 30(9), 1193–1201.
- Atkin, K., Eden, A., & Martin, A. (2022). A case study on the impact of active rehabilitation supported with veno-venous extra corporeal membrane oxygenation (VV-ECMO) with a patient with profound hypoxaemia. *Perfusion*, 37(1), 75. <https://doi.org/10.1177/02676591221089240>
- Aydin, S. B. (2022). A Critical Review on Anaerobic and Aerobic Exercise: Which One to Choose? The Difference, The Benefits and The Risks. *Perceptions in Reproductive Medicine*, 5(1), 386–389. <https://doi.org/10.31031/prm.2022.05.000604>

- Azevedo, P., & Gomes, B. (2015). Effects of early mobilisation in the functional rehabilitation of critically ill patients: a systematic review. *Revista de Enfermagem Referencia*, 4(5), 129–138. <https://doi.org/10.12707/RIV14035>
- Azevedo, P. (2020). *Doente crítico: Contributos de um programa sistematizado de Enfermagem de Reabilitação*. (Tese de doutoramento, Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar). Repositório Aberto da Universidade do Porto. <https://hdl.handle.net/10216/133433>
- Azevedo, P. M. D. da S., Gomes, B. P., Pereira, J. A. T. P., Carvalho, F. M. N., Ferreira, S. P. C., Pires, A. I., & Macedo, J. (2019). Functional dependence at discharge from the intensive care unit: Relevance for rehabilitation nursing. *Revista de Enfermagem Referencia*, 2019(20), 37–45. <https://doi.org/10.12707/RIV18084>
- Bain, J. C., Turner, D. A., Rehder, K. J., Eisenstein, E. L., Duane Davis, R., Cheifetz, I. M., & Zaas, D. W. (2016). Economic outcomes of extracorporeal membrane oxygenation with and without ambulation as a bridge to lung transplantation. *Respiratory Care*, 61(1), 1–7. <https://doi.org/10.4187/respcare.03729>
- Barros, C., Pinheiro, M., & Pinheiro, G. (2022). THE ROLE OF REHABILITATION NURSE WITH COVID 19 CRITICAL PATIENT: CASE REPORT. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitacao*, 5(2), 1–8. <https://doi.org/10.33194/rper.2022.249>
- Bertini, P., Marabotti, A., Meani, P., Sangalli, F., & Paternoster, G. (2025). Rising Above the Limits of Critical Care ECMO: A Narrative Review. Em *Medicina (Lithuania)* (Vol. 61, Número 2). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/medicina61020174>
- Betit, P. (2018). Technical advances in the field of ecmo. *Respiratory Care*, 63(9), 1162–1173. <https://doi.org/10.4187/respcare.06320>
- Bonizzoli, M., Lazzeri, C., Drago, A., Tadini Boninsegni, L., Donati, M., Di Valvasone, S., Pesenti, A., & Peris, A. (2019). Effects of a physiotherapeutic program in patients on veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: An 8-year single-center experience. *Minerva Anestesiologica*, 85(9), 989–994. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.19.13287-7>
- Borges, M. G. B., Borges, D. L., Ribeiro, M. O., Lima, L. S. S., Macedo, K. C. M., & Nina, V. J. da S. (2022). Early Mobilization Prescription in Patients Undergoing Cardiac Surgery: Systematic Review. Em *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery* (Vol. 37, Número 2, pp. 227–238). Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2021-0140>
- Bradley, C., & Patel, S. (2023). A single centre, retrospective review of the provision and frequency of physiotherapy interventions delivered to patients

- receiving V-V and V-A ECMO. *Perfusion*, 38(1_suppl), 168.
<https://doi.org/10.1177/02676591231162023>
- Braune, S., Bojes, P., Mecklenburg, A., Angriman, F., Soeffker, G., Warnke, K., Westermann, D., Blankenberg, S., Kubik, M., Reichenspurner, H., & Kluge, S. (2020). Feasibility, safety, and resource utilisation of active mobilisation of patients on extracorporeal life support: a prospective observational study. *Annals of Intensive Care*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00776-3>
- Breach, L., Snowden, N., & Barghouthy, D. (2020). Physiotherapy rehabilitation in adult veno- venous ECMO (VV-ECMO) patients. *Perfusion*, 35(1_suppl), 229. <https://doi.org/10.1177/0267659120909723>
- Burrell, A. J. C., Ihle, J., Pellegrino, V. A., Sheldrake, J., & Nixon, P. T. (2018). Cannulation technique: Femoro-femoral. Em *Journal of Thoracic Disease* (Vol. 10, pp. S616–S623). AME Publishing Company.
<https://doi.org/10.21037/jtd.2018.03.83>
- Burtin, C., Clerckx, B., Robbeets, C., Ferdinande, P., Langer, D., Troosters, T., Hermans, G., Decramer, M., & Gosselink, R. (2009). Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Critical Care Medicine*, 37(9), 2499–2505.
<https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181a38937>
- Camboni, D., Philipp, A., Hirt, S., & Schmid, C. (2009). Possibilities and limitations of a miniaturized long-term extracorporeal life support system as bridge to transplantation in a case with biventricular heart failure. *Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery*, 8(1), 168–170.
<https://doi.org/10.1510/icvts.2008.187567>
- Carswell, A., Roberts, A., Rosenberg, A., Zych, B., Garcia, D., Simon, A., Carby, M., & Reed, A. (2017). Mobilisation of Patients with Veno-Venous Extracorporeal Membrane Oxygenation (VV ECMO): A Case Series. *European Journal of Heart Failure*, 19(S2), 26–27.
<https://doi.org/10.1002/ejhf.846>
- Castro-Avila, A. C., Serón, P., Fan, E., Gaete, M., & Mickan, S. (2015). Effect of early rehabilitation during intensive care unit stay on functional status: Systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 10(7).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130722>
- Cerol, P., Martins, J., de Sousa, L. M. M., Oliveira, I., & Silveira, T. (2019). EARLY MOBILIZATION IN PEOPLE UNDERGOING MECHANICAL INVASIVE VENTILATION: INTEGRATIVE REVIEW OF LITERATURE. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitacao*, 2(1), 49–58.
<https://doi.org/10.33194/rper.2019.v2.n1.07.4563>

- Chatziefstratiou, A. A., Fotos, N. V., Giakoumidakis, K., & Brokalaki, H. (2023). The Early Mobilization of Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Systematic Review. Em *Nursing Reports* (Vol. 13, Número 2, pp. 751–764). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nursrep13020066>
- Chen, X., Lei, X., Xu, X., Zhou, Y., & Huang, M. (2022). Intensive Care Unit-Acquired Weakness in Patients With Extracorporeal Membrane Oxygenation Support: Frequency and Clinical Characteristics. *Frontiers in Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.792201>
- Combes, A., Schmidt, M., Hodgson, C. L., Fan, E., Ferguson, N. D., Fraser, J. F., Jaber, S., Pesenti, A., Ranieri, M., Rowan, K., Shekar, K., Slutsky, A. S., & Brodie, D. (2020). Extracorporeal life support for adults with acute respiratory distress syndrome. Em *Intensive Care Medicine* (Vol. 46, Número 12, pp. 2464–2476). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06290-1>
- Diário da República*, 2.^a série-N.º 148-2 de agosto de 2017. (sem data). http://ssaigt.dgterritorio.pt/ir/REN_Carta_de_Delimita
- Eden, A., & Fowles, J.-A. (2018). A single centre audit of rehabilitation of patients on VV and VA ECMO. *Perfusion*, 33(1), 199. <https://doi.org/10.1177/0267659118767502>
- Eden, A., Purkiss, C., Cork, G., Baddeley, A., Morris, K., Carey, L., Brown, M., McGarrigle, L., & Kennedy, S. (2017). In-patient physiotherapy for adults on veno-venous extracorporeal membrane oxygenation – United Kingdom ECMO Physiotherapy Network: A consensus agreement for best practice. *Journal of the Intensive Care Society*, 18(3), 212–220. <https://doi.org/10.1177/1751143717705801>
- Eggmann, S., Verra, M. L., Luder, G., Takala, J., & Jakob, S. M. (2018). Effects of early, combined endurance and resistance training in mechanically ventilated, critically ill patients: A randomised controlled trial. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207428>
- Eggmann, S., Verra, M. L., Stefanicki, V., Kindler, A., Schefold, J. C., Zante, B., & Bastiaenen, C. H. G. (2023). Predictive validity of the Chelsea Critical Care Physical Assessment tool (CPAx) in critically ill, mechanically ventilated adults: a prospective clinimetric study. *Disability and Rehabilitation*, 45(1), 111–116. <https://doi.org/10.1080/09638288.2021.2022785>
- Farias, A. (2015). *Cuidado de enfermagem especializado à pessoa dependente de oxigenação por membrana extracorporeal (ECMO)*. (Tese de mestrado, Escola Superior de Enfermagem de Lisboa). Repositório Científico de Acesso Aberto. <https://comum.rcaap.pt/entities/publication/d1a51a30-7748-416f-8e57-4de1650fad38>

- Ferreira, D., Marcolino, M. A. Z., Macagnan, F. E., Plentz, R. D. M., & Kessler, A. (2019). Safety and potential benefits of physical therapy in adult patients on extracorporeal membrane oxygenation support: A systematic review. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 31(2), 227–239. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20190017>
- Ferreira, M., & Magalhães, M. D. R. (2024). TRANSLATION, ADAPTATION AND VALIDATION OF THE CHELSEA CRITICAL CARE PHYSICAL ASSESSMENT TOOL INTO PORTUGUESE. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitacao*, 7(1). <https://doi.org/10.33194/rper.2024.363>
- Gajkowski, E. F., Herrera, G., Hatton, L., Velia Antonini, M., Vercaemst, L., & Cooley, E. (2022). ELSO Guidelines for Adult and Pediatric Extracorporeal Membrane Oxygenation Circuits. *ASAIO Journal*, 68(2), 133–152. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000001630>
- Gaspar, L., Loureiro, M., Novo, A. (2021). Exercício profissional dos enfermeiros especialistas em enfermagem de reabilitação. In O. Ribeiro, *Enfermagem de Reabilitação Conceções e práticas* (pp- 12-18). Editora Lidel
- Glen, K., Eston, R., Loetscher, T., & Parfitt, G. (2017). Exergaming: Feels good despite working harder. *PLoS ONE*, 12(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186526>
- Hayes, K., Hodgson, C. L., Webb, M. J., Romero, L., & Holland, A. E. (2022). Rehabilitation of adult patients on extracorporeal membrane oxygenation: A scoping review. Em *Australian Critical Care* (Vol. 35, Número 5, pp. 575–582). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2021.08.009>
- Hayes, K., Holland, A. E., Pellegrino, V. A., Mathur, S., & Hodgson, C. L. (2018). Acute skeletal muscle wasting and relation to physical function in patients requiring extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). *Journal of Critical Care*, 48, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2018.08.002>
- He, T., Yu, S., He, J., Chen, D., Li, J., Hu, H., Zhong, X., Wang, Y., Wang, Z., & Cui, Z. (2022). Membranes for extracorporeal membrane oxygenator (ECMO): History, preparation, modification and mass transfer. Em *Chinese Journal of Chemical Engineering* (Vol. 49, pp. 46–75). Materials China. <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2022.05.027>
- He, Y., Yang, Q., Dai, X., Chen, T., Wu, H., Li, K., Zhu, S., Liu, Y., & Lei, H. (2024). Effects of virtual reality technology on early mobility in critically ill adult patients: a systematic review and meta-analysis. Em *Frontiers in Neurology* (Vol. 15). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1469079>
- Hermens, J. A. J. M., Braithwaite, S. A., Heijnen, G., van Dijk, D., & Donker, D. W. (2015). Awake' extracorporeal membrane oxygenation requires

- adequate lower body muscle training and mobilisation as successful bridge to lung transplant. *Intensive Care Medicine Experimental*, 3.
<https://doi.org/10.1186/2197-425X-3-S1-A510>
- Hill, J. D., O'Brien, T. G., Murray, J. J., Dontigny, L., Bramson, M. L., Osborn, J. J., & Gerbode, F. (1972). Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). *New England Journal of Medicine*, 286(12), 629–634.
<https://doi.org/10.1056/NEJM197203232861204>
- Ikeda, T., Ichiba, S., Sasaki, T., Sato, M., Konoeda, C., Okamoto, T., Miyazaki, Y., Nakajima, J., & Sakamoto, A. (2023). A case of severe respiratory failure due to interstitial pneumonia successfully bridged to lung transplantation from a brain-dead donor using 109-day veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation. *Journal of Artificial Organs*, 26(1), 84–88. <https://doi.org/10.1007/s10047-022-01341-4>
- Jacob, S., MacHannaford, J. C., Chamogeorgakis, T., Gonzalez-Stawinski, G., Felius, J., Rafael, A., Malyala, R. S., & Lima, B. (2017). Ambulatory extracorporeal membrane oxygenation with subclavian venoarterial cannulation to increase mobility and recovery in a patient awaiting cardiac transplantation. *Proc*, 30(2), 224–225. <https://www.elseo.org/>
- Kalra, A., Kang, J. K., Khanduja, S., Menta, A. K., Ahmad, S. A., Liu, O., Rodriguez, E., Spann, M., Hernandez, A. V., Brodie, D., Whitman, G. J. R., & Cho, S. M. (2024). Long-Term Neuropsychiatric, Neurocognitive, and Functional Outcomes of Patients Receiving ECMO. *Neurology*, 102(3), e208081. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000208081>
- Kang, J., & Lee, M. H. (2025). Longitudinal trajectories of health-related quality of life among critical care survivors: A latent class growth approach. *Intensive and Critical Care Nursing*, 86.
<https://doi.org/10.1016/j.iccn.2024.103892>
- Keshavamurthy, S., Bazan, V., Tribble, T. A., Baz, M. A., & Zwischenberger, J. B. (2021). Ambulatory extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) as a bridge to lung transplantation. Em *Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* (Vol. 37, pp. 366–379). Springer.
<https://doi.org/10.1007/s12055-021-01210-4>
- Kho, M. E., Martin, R. A., Toonstra, A. L., Zanni, J. M., Manthey, E. C., Nelliott, A., & Needham, D. M. (2015). Feasibility and safety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit. *Journal of Critical Care*, 30(6), 1419.e1-1419.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.07.025>
- Kho, M. E., Molloy, A. J., Clarke, F. J., Ajami, D., McCaughan, M., Obrovac, K., Murphy, C., Camposilvan, L., Herridge, M. S., Koo, K. K. Y., Rudkowski, J., Seely, A. J. E., Zanni, J. M., Mourtzakis, M., Piraino, T., & Cook, D. J.

- (2016). TryCYCLE: A prospective study of the safety and feasibility of early in-bed cycling in mechanically ventilated patients. *PLoS ONE*, 11(12).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167561>
- Kho, M. E., Reid, J., Molloy, A. J., Herridge, M. S., Seely, A. J., Rudkowski, J. C., Buckingham, L., Heels-Ansdell, D., Karachi, T., Fox-Robichaud, A., Ball, I. M., Burns, K. E. A., Pellizzari, J. R., Farley, C., Berney, S., Pastva, A. M., Rochweg, B., D'Aragon, F., Lamontagne, F., ... Cook, D. J. (2023). Critical Care Cycling to Improve Lower Extremity Strength (CYCLE): protocol for an international, multicentre randomised clinical trial of early in-bed cycling for mechanically ventilated patients. *BMJ Open*, 13(6).
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-075685>
- Kho, M., Molloy, A., Clarke, F., Herridge, M., Koo, K., Rudkowski, J., Seely, A., Pellizzari, J., Tarride, J. E., Mourtzakis, M., Karachi, T., & Cook, D. J. (2016). CYCLE pilot: A protocol for a pilot randomised study of early cycle ergometry versus routine physiotherapy in mechanically ventilated patients. *BMJ Open*, 6(4). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011659>
- Kimawi, I., Lamberjack, B., Nelliott, A., Toonstra, A. L., Zanni, J., Huang, M., Kho, M. E., & Needham, D. M. (2017). Safety and Feasibility of a Protocolized Approach to In-Bed Cycling Exercise in the Intensive Care Unit: Quality Improvement Project. Em *Physical Therapy* □ (Vol. 97, Número 6). <https://academic.oup.com/ptj>
- Kourek, C., Nanas, S., Kotanidou, A., Raidou, V., Dimopoulou, M., Adamopoulos, S., Karabinis, A., & Dimopoulos, S. (2022). Modalities of Exercise Training in Patients with Extracorporeal Membrane Oxygenation Support. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, 9(2).
<https://doi.org/10.3390/jcdd9020034>
- Latronico, N., & Gosselink, R. (2015). A guided approach to diagnose severe muscle weakness in the intensive care unit. Em *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* (Vol. 27, Número 3, pp. 199–201). Associação de Medicina Intensiva Brasileira - AMIB. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20150036>
- Leard, L. E., Holm, A. M., Valapour, M., Glanville, A. R., Attawar, S., Aversa, M., Campos, S. V., Christon, L. M., Cypel, M., Dellgren, G., Hartwig, M. G., Kapnadak, S. G., Kolaitis, N. A., Kotloff, R. M., Patterson, C. M., Shlobin, O. A., Smith, P. J., Solé, A., Solomon, M., ... Ramos, K. J. (2021). Consensus document for the selection of lung transplant candidates: An update from the International Society for Heart and Lung Transplantation. *Journal of Heart and Lung Transplantation*, 40(11), 1349–1379.
<https://doi.org/10.1016/j.healun.2021.07.005>
- Li, H., Chen, J., Yu, Y., Mao, L., Luo, L., Zou, L., Zhang, T., Yang, J., & Chen, Z. (2022). Early physical therapy for a patient affected by coronavirus

- disease 2019 (COVID-19) on awake veno-venous extracorporeal membrane oxygenation: a case report. *Annals of Translational Medicine*, 10(5), 264–264. <https://doi.org/10.21037/atm-22-177>
- Lugthart, A., Sandker, S., Maas, J., López Matta, J., Henneman, M., Elzo Kraemer, C., & Werkman, M. (2024). Recovery of skeletal muscle strength and physical function in a patient with (post) COVID-19 requiring extracorporeal membrane oxygenation. *Physiotherapy Theory and Practice*, 40(1), 190–196. <https://doi.org/10.1080/09593985.2022.2107966>
- Mark, A., Crumley, J. P., Rudolph, K. L., Doerschug, K., & Krupp, A. (2021). Maintaining Mobility in a Patient Who Is Pregnant and Has COVID-19 Requiring Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Case Report. *Physical Therapy*, 101(1), 1–7. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa189>
- Mayer, K. P., Pastva, A. M., Du, G., Hatchett, S. P., Chang, M., Henning, A. N., Maher, B., Morris, P. E., & Zwischenberger, J. B. (2022). Mobility Levels With Physical Rehabilitation Delivered During and After Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Marker of Illness Severity or an Indication of Recovery? *Physical Therapy*, 102(3). <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab301>
- Melnikov, S., Itzhakov, S., & Furmanov, A. (2024). Development and validation of the novel nursing activities in the care of extracorporeal membrane oxygenation-supported patients scale. *Nursing in Critical Care*, 29(1), 107–116. <https://doi.org/10.1111/nicc.12887>
- Mendes, R., & Nunes, M. (2018). A IMPORTÂNCIA DA ENFERMAGEM DE REABILITAÇÃO NAS UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS PORTUGUESAS. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação*, 1, 8–13.
- Modi, S. P., D'Aloiso, B., Palmer, A., Smith, S., Arlia, P., Anselmi, M., Sanchez, P., & Ramanan, R. (2024). Comparative analysis of oxygenator dysfunction in polymethylpentene oxygenators: A pilot study. *Perfusion (United Kingdom)*. <https://doi.org/10.1177/02676591241268402>
- Morris, K., & Osman, L. (2017). Physiotherapy on ECMO: Mobility and beyond. *Qatar Medical Journal*, 2017(1). <https://doi.org/10.5339/qmj.2017.swacelso.58>
- Muniz, V. de A. S. (2023). Utilização do cicloergômetro na proposta de auxiliar a mobilização precoce em pacientes críticos: uma revisão sistemática. *Research, Society and Development*, 12(5), e6612536896. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i5.36896>
- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC*

Medical Research Methodology, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>

- Munshi, L., Kobayashi, T., DeBacker, J., Doobay, R., Telesnicki, T., Lo, V., Cote, N., Cypel, M., Keshavjee, S., Ferguson, N. D., & Fan, E. (2017). Intensive care physiotherapy during extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome. *Annals of the American Thoracic Society*, 14(2), 246–253. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201606-484OC>
- Naar, J., Kruger, A., Vondrakova, D., Janotka, M., Kubele, J., Lischke, R., Kolarova, M., Neuzil, P., & Ostadal, P. (2022). A Total of 207 Days of Veno-Venous Extracorporeal Membrane Oxygenation Support for Severe COVID-19 Prior to Successful Lung Transplantation: A Case Report. *Journal of Personalized Medicine*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/jpm12122028>
- Nakanishi, N., Okamoto, Y., Okahisa, T., & Oto, J. (2020). Early Initiation of Awake Veno-Venous Extracorporeal Membrane Oxygenation Can Attenuate Muscle Atrophy and Weakness in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.9926>
- Nakanishi, N., Oto, J., Tsutsumi, R., Iuchi, M., Onodera, M., & Nishimura, M. (2018). Upper and lower limb muscle atrophy in critically ill patients: an observational ultrasonography study. Em *Intensive Care Medicine* (Vol. 44, Número 2, pp. 263–264). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-4975-x>
- Naz, İ., Ediboglu, O., & Kirakli, C. (2021). Physiotherapy on a Patient Supported by Extracorporeal Membrane Oxygenation for Acute Respiratory Distress Syndrome: Short- and Long-Term Follow-up. *Respiratory Case Reports*, 10(3), 160–166. <https://doi.org/10.5505/respircase.2021.81488>
- Netherway, J., Smith, B., & Monforte, J. (2021). Training healthcare professionals on how to promote physical activity in the uk: A scoping review of current trends and future opportunities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph18136701>
- Newman, A. N. L., Kho, M. E., Harris, J. E., Fox-Robichaud, A., & Solomon, P. (2022a). Survey of Physiotherapy Practice in Ontario Cardiac Surgery Intensive Care Units. *Physiotherapy Canada*, 74(1), 25–32. <https://doi.org/10.3138/ptc-2020-0069>
- Newman, A. N. L., Kho, M. E., Harris, J. E., Fox-Robichaud, A., & Solomon, P. (2022b). The experiences of cardiac surgery critical care clinicians with in-bed cycling in adult patients undergoing complex cardiac surgery. *Disability*

- and Rehabilitation*, 44(18), 5038–5045.
<https://doi.org/10.1080/09638288.2021.1922515>
- Nickels, M. R., Aitken, L. M., Barnett, A. G., Walsham, J., King, S., Gale, N. E., Bowen, A. C., Peel, B. M., Donaldson, S. L., Mealing, S. T. J., & McPhail, S. M. (2020). Effect of in-bed cycling on acute muscle wasting in critically ill adults: A randomised clinical trial. *Journal of Critical Care*, 59, 86–93.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.05.008>
- Nickels, M. R., Aitken, L. M., Walsham, J., Barnett, A. G., & McPhail, S. M. (2017). Critical Care Cycling Study (CYCLIST) trial protocol: A randomised controlled trial of usual care plus additional in-bed cycling sessions versus usual care in the critically ill. *BMJ Open*, 7(10).
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-017393>
- Nunes, M. (2023). *Papel do Enfermeiro Especialista em Enfermagem de Reabilitação no cuidado da pessoa com Insuficiência Cardíaca*. Escola Superior de Enfermagem de Lisboa.
- Nuvens Silveira, A. C. C., Mota, V. M. T., de Sousa, F. K. V., Marçal, E., Gurgel, D. C., & Nogueira, I. C. (2019). Analysis of the procedures used in early mobilization in critical patients. *Motricidade*, 15(4), 71–80.
<https://doi.org/10.6063/motricidade.20068>
- O’Grady, H. K., Hasan, H., Rochweg, B., Cook, D. J., Takaoka, A., Utgikar, R., Reid, J. C., & Kho, M. E. (2024). Leg Cycle Ergometry in Critically Ill Patients — An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *NEJM Evidence*, 3(12). <https://doi.org/10.1056/EVIDoa2400194>
- Ordem dos Enfermeiros. (2001). *Divulgar: Padrões de Qualidade dos Cuidados de Enfermagem. Enquadramento Concetual Enunciados Descritivos*.
<https://www.ordemenfermeiros.pt/media/8903/divulgar-padroes-de-qualidade-dos-cuidados.pdf>
- Ordem dos Enfermeiros. (2014). *Parecer nº10/2014. Utilização de técnicas específicas na prestação de cuidados especializados em enfermagem de reabilitação*.
https://www.ordemenfermeiros.pt/arquivo/documentos/Documents/MCEER_Parecer_10_2014_Eletroterapia_Avaliacao_Diagnostica_Em_Enfermagem.pdf
- Ordem dos Enfermeiros. (2018). *Reabilitação Respiratória - Guia Orientador de Boa Prática* (Ordem dos Enfermeiros, Ed.).
https://www.ordemenfermeiros.pt/media/5441/gobp_reabilitação-respiratória_mceer_final-para-divulgação-site.pdf
- Ordem dos Enfermeiros. (2019). Regulamento nº 392/ 2019 - Regulamento das Competências Específicas do enfermeiro especialista em Enfermagem de

- Reabilitação. *Diário da República, 2a série*, 13565–13568.
<https://www.ordemenfermeiros.pt/media/11871/1356513568.pdf>
- Ordem dos Enfermeiros. (2020). *Tomada de posição nº02/2020*.
https://www.ordemenfermeiros.pt/media/19074/tomada-de-posi%C3%A7%C3%A3o_mceer_02-2020_falta-de-fisioterapeutas-nas-uci.pdf
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan- a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1).
<https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. Em *The BMJ* (Vol. 372). BMJ Publishing Group.
<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Parry, S. M., & Baldwin, C. E. (2022). Clinimetrics: The Physical Function in ICU test-scored. Em *Journal of Physiotherapy* (Vol. 68, Número 1, p. 73). Australian Physiotherapy Association.
<https://doi.org/10.1016/j.jphys.2021.05.003>
- Pastva, A., Kirk, T., & Parry, S. M. (2015). Functional Electrical Stimulation Cycling Pre-And Post-Bilateral Orthotopic Lung Transplantation: A Case Report. *Am J Respir Crit Care Med*, 191, a1643–a1643.
www.atsjournals.org
- Patel, H., Alkhawam, H., Madanieh, R., Shah, N., Kosmas, C. E., & Vittorio, T. J. (2017). Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system . *World Journal of Cardiology*, 9(2), 134.
<https://doi.org/10.4330/wjc.v9.i2.134>
- Patrick, K., & Adams, A. (2021). Mobilization of patients receiving extracorporeal membrane oxygenation before lung transplant. *Critical Care Nurse*, 41(4), 39–45. <https://doi.org/10.4037/ccn2021689>
- Pereira, I. (2021). ARDS REFRACTÁRIO À TERAPÊUTICA CONVENCIONAL – O ECMO E O PAPEL DOS CENTROS DE REFERENCIAÇÃO. *Life Saving*, 8(19), 73–77. <https://sapientia.ualg.pt/bitstreams/0993ac7d-d459-4415-9982-c24c9da1a47f/download>
- Peters, M. D. J., Marnie, C., Tricco, A. C., Pollock, D., Munn, Z., Alexander, L., McInerney, P., Godfrey, C. M., & Khalil, H. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIM Evidence Synthesis*, 18(10), 2119–2126. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00167>

- Polastri, M., Eden, A., & Swol, J. (2024). Rehabilitation for adult patients undergoing extracorporeal membrane oxygenation. *Perfusion (United Kingdom)*, 39(1_suppl), 115S-126S.
<https://doi.org/10.1177/02676591231226289>
- Polastri, M., Loforte, A., Dell'Amore, A., & Nava, S. (2016). Physiotherapy for Patients on Awake Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Systematic Review. Em *Physiotherapy Research International* (Vol. 21, Número 4, pp. 203–209). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/pri.1644>
- Polastri, M., Swol, J., Loforte, A., & Dell'Amore, A. (2022). Extracorporeal membrane oxygenation and rehabilitation in patients with COVID-19: A scoping review. Em *Artificial Organs* (Vol. 46, Número 1, pp. 30–39). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/aor.14110>
- Prazeres, V. M. P., Ribeiro, C. D., & Marques, G. F. S. (2021). CONTRIBUTION OF REHABILITATION NURSING IN INTENSIVE CARE UNITS. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitacao*, 4(2), 88–92.
<https://doi.org/10.33194/rper.2021.158>
- Rahimi, R. A., Skrzat, J., Raja, D., Reddy, S., Zanni, J. M., Fan, E., Stephens, R. S., & Needham, D. M. (2013). Physical Rehabilitation of Patients in the Intensive Care Unit Requiring Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Small Case Series. *Physical Therapy*, 93(2), 248–255.
<https://academic.oup.com/ptj/article/93/2/248/2735548>
- Ramsey, S., Shehatta, A. L., Ramanathan, K., Shekar, K., Brodie, D., Diaz, R., Roberts, A., Cruz, S., Hodgson, C., Zakhary, B., Herr, D., Ramanan, R., Broman, L., Riera, J., O'Neil, E., & Peek, G. (2025). Extracorporeal Life Support Organization 2024 Guideline for Early Rehabilitation or Mobilization of Adult Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenation. *ASAIO Journal*. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000002375>
- Raurell-Torredà, M., Regaira-Martínez, E., Planas-Pascual, B., Ferrer-Roca, R., Martí, J. D., Blazquez-Martínez, E., Ballesteros-Reviriego, G., Vinuesa-Suárez, I., & Zariquiey-Esteva, G. (2021). Early mobilisation algorithm for the critical patient. Expert recommendations. Em *Enfermeria Intensiva* (Vol. 32, Número 3, pp. 153–163). Ediciones Doyma, S.L.
<https://doi.org/10.1016/j.enfi.2020.11.001>
- Regulamento nº 743/ 2019. Norma para cálculo de dotações seguras dos cuidados de enfermagem, Diário da República 128 (2019).
<https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/regulamento/743-2019-124981040>
- Salna, M., Abrams, D., & Brodie, D. (2020). Physical rehabilitation in the awake patient receiving extracorporeal circulatory or gas exchange support. *Annals of Translational Medicine*, 8(13), 834–834.
<https://doi.org/10.21037/atm.2020.03.151>

- Salvador, P. T. C. de O., Alves, K. Y. A., Costa, T. D. da, Lopes, R. H., Oliveira, L. V. e, & Rodrigues, C. C. F. M. (2021). Contribuições da scoping review na produção da área da saúde: reflexões e perspectivas. *Revista Enfermagem Digital Cuidado e Promoção da Saúde*, 6.
<https://doi.org/10.5935/2446-5682.20210058>
- Samosawala, N., Vaishali, K., & Chakravarthy Kalyana, B. (2016). Measurement of muscle strength with handheld dynamometer in Intensive Care Unit. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 20(1), 21–26.
<https://doi.org/10.4103/0972-5229.173683>
- Santos, M. (2021). A gestão e a liderança em serviços de enfermagem de reabilitação. In O. Ribeiro, *Enfermagem de Reabilitação Conceções e práticas* (pp- 19-27). Editora Lidel
- Schoeller, S., Martins, M., Ribeiro, I., Lima, D., Padilha, M., & Gomes, B. (2018). BREVE PANORAMA MUNDIAL DA ENFERMAGEM DE REABILITAÇÃO. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação*, 1(1), 6–12.
- Sheasby, J., Krais, S., Do, M., Hall, A., Pace, H., Myers, D. P., & George, T. J. (2022). An Interprofessional Approach to Mobilizing Patients With COVID-19 Receiving Extracorporeal Membrane Oxygenation. *AACN Advanced Critical Care*, 33(3), 262–273. <https://doi.org/10.4037/aacnacc2022293>
- Silveira, A. C., Mota, V. M., Sousa, F. K., Marçal, E., Gurgel, D. C., & Nogueira, I. C. (2019). Analysis of the procedures used in early mobilization in critical patients. *Motricidade*, 15(4), 71–80.
<https://doi.org/10.6063/motricidade.20068>
- Sklienka, P., Burša, F., Frelich, M., Máca, J., Vodička, V., Straková, H., Bílená, M., Romanová, T., & Tomášková, H. (2024). Optimizing the safety and efficacy of the awake venovenous extracorporeal membrane oxygenation in patients with COVID-19-related ARDS. *Therapeutic advances in respiratory disease*, 18. <https://doi.org/10.1177/17534666241282590>
- Skrzat, J. M., Yare, N. C., & Zanni, J. (2011). Progressing PT through the continuum of acute respiratory failure-mechanical ventilation ECMO and lung transplantation A case study. *Journal of Acute Care Physical Therapy*, 2(3), 121.
https://journals.lww.com/jacpt/citation/2011/02030/progressing_pt_through_the_continuum_of_acute.12.aspx
- Söderberg, A., Karlsson, V., Fagevik Olsén, M., Thelandersson, A., & Johansson, A. (2023). Patient as active partner—clue to successful early mobilization in intensive care. *Physiotherapy Theory and Practice*.
<https://doi.org/10.1080/09593985.2023.2239891>

- Sorokin, V., MacLaren, G., Vidanapathirana, P. C., Delnoij, T., & Lorusso, R. (2017). Choosing the appropriate configuration and cannulation strategies for extracorporeal membrane oxygenation: the potential dynamic process of organ support and importance of hybrid modes. *European Journal of Heart Failure*, 19, 75–83. <https://doi.org/10.1002/ejhf.849>
- Sousa, L. (2019). ATIVIDADE FÍSICA E EXERCÍCIO FÍSICO: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES EM ENFERMAGEM DE REABILITAÇÃO. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação*, 2(1), 4–5.
- Takaoka, A., Utgikar, R., Rochweg, B., Cook, D. J., & Kho, M. E. (2020). The Efficacy and Safety of In-Intensive Care Unit Leg-Cycle Ergometry in Critically Ill Adults A Systematic Review and Meta-analysis. Em *Annals of the American Thoracic Society* (Vol. 17, Número 10, pp. 1289–1307). American Thoracic Society. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202001-059OC>
- Taylor, C. (2020). Intensive care unit acquired weakness. *Anaesthesia and Intensive Care*, 2(22), 81–84.
- Tipping, C. J., Bailey, M. J., Bellomo, R., Berney, S., Buhr, H., Denehy, L., Harrold, M., Holland, A., Higgins, A. M., Iwashyna, T. J., Needham, D., Presneill, J., Saxena, M., Skinner, E. H., Webb, S., Young, P., Zanni, J., & Hodgson, C. L. (2016). The ICU mobility scale has construct and predictive validity and is responsive: A multicenter observational study. *Annals of the American Thoracic Society*, 13(6), 887–893. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201510-717OC>
- Tonna, J. E., Bailey, M., Abrams, D., Brodie, D., & Hodgson, C. L. (2023). Predictors of early mobilization in patients requiring VV ECMO for greater than 7 days: An international cohort study. *Heart and Lung*, 62, 57–63. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2023.05.022>
- Tonna, J. E., Boonstra, P. S., MacLaren, G., Paden, M., Brodie, D., Anders, M., Hoskote, A., Ramanathan, K., Hyslop, R., Fanning, J. J., Rycus, P., Stead, C., Barrett, N. A., Mueller, T., Gómez, R. D., Kapoor, P. M., Fraser, J. F., Bartlett, R. H., Alexander, P. M. A., & Barbaro, R. P. (2024). Extracorporeal Life Support Organization Registry International Report 2022: 100,000 Survivors. *ASAIO Journal*, 70(2), 131–143. <https://doi.org/10.1097/MAT.0000000000002128>
- Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K., Colquhoun, H., Kastner, M., Levac, D., Ng, C., Sharpe, J. P., Wilson, K., Kenny, M., Warren, R., Wilson, C., Stelfox, H. T., & Straus, S. E. (2016). A scoping review on the conduct and reporting of scoping reviews. Em *BMC Medical Research Methodology* (Vol. 16, Número 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12874-016-0116-4>

- Turan, Z., Topaloglu, M., & Ozyemisci Taskiran, O. (2020). Medical Research Council-sumscore: A tool for evaluating muscle weakness in patients with post-intensive care syndrome. Em *Critical Care* (Vol. 24, Número 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03282-x>
- Vanderlelie, L., Bosich, S., O'Grady, H., Azizi, K., Lally, J., Micks, S., Sandhu, S., Whyte, B., & Kho, M. E. (2024). Arm cycle ergometry in critically ill patients: A systematic review. Em *Australian Critical Care*. Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2024.01.008>
- Vanhorebeek, I., Latronico, N., & Van den Berghe, G. (2020). ICU-acquired weakness. Em *Intensive Care Medicine* (Vol. 46, Número 4, pp. 637–653). Springer. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05944-4>
- Veldema, J., Bösl, K., Kugler, P., Ponfick, M., Gdynia, H. J., & Nowak, D. A. (2019). Cycle ergometer training vs resistance training in ICU-acquired weakness. *Acta Neurologica Scandinavica*, 140(1), 62–71. <https://doi.org/10.1111/ane.13102>
- Waldauf, P., Hrušková, N., Blahutova, B., Gojda, J., Urban, T., Krajčová, A., Fric, M., Jiroutková, K., Řasová, K., & Duška, F. (2021). Functional electrical stimulation-assisted cycle ergometry-based progressive mobility programme for mechanically ventilated patients: Randomised controlled trial with 6 months follow-up. *Thorax*, 76(7), 664–671. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2020-215755>
- Wells, C. L., Forrester, J., Vogel, J., Rector, R., Tabatabai, A., & Herr, D. (2018). Safety and Feasibility of Early Physical Therapy for Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenator: University of Maryland Medical Center Experience. *Critical Care Medicine*, 46(1), 53–59. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002770>
- Yang, X., Zhang, T., Cao, L., Ye, L., & Song, W. (2023). Early Mobilization for Critically Ill Patients. *Respiratory Care*, 68(6), 781–795. <https://doi.org/10.4187/respcare.10481>
- Yu, Q., Song, J., Yang, L., Miao, Y., Xie, L., Ma, X., Xie, P., & Chen, S. (2024). A scoping review of preclinical intensive care unit-acquired weakness models. Em *Frontiers in Physiology* (Vol. 15). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1423567>
- Zeng, X., Yang, F., Luo, X., Li, J., Lan, Y., Zeng, F., Lei, Y., Pan, C., Liu, R., & Huang, X. (2024). Long-term health related quality of life in adult extracorporeal membrane oxygenation survivors: a single-centre, cross-sectional study. *BMC Public Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20782-5>

A utilização do cicloergómetro na reabilitação da pessoa em *extracorporeal membrane oxygenation*:
contributos para a enfermagem de reabilitação

Zhang, C., Wang, Q., & Lu, A. (2024). ECMO for bridging lung transplantation.
Em *European journal of medical research* (Vol. 29, Número 1, p. 628).
<https://doi.org/10.1186/s40001-024-02239-y>