

Exercício em unidades de terapia intensiva, segurança e monitorização hemodinâmica

Exercise in intensive care units, safety and hemodynamic monitoring

Giulliano Gardenghi^{1,2,3,4} 

1. Hospital ENCORE, Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil.

2. Centro de Estudos Avançados e Formação Integrada, Goiânia, Goiás, Brasil.

3. Lifecare / HUGOL - Unidade de Terapia Intensiva em Queimados, Goiânia, Goiás, Brasil.

4. Hospital e Maternidade São Cristóvão, São Paulo, São Paulo, Brasil.

RESUMO

Introdução: Pacientes em unidade de terapia intensiva (UTI) apresentam diversos efeitos deletérios do imobilismo, entre eles a fraqueza adquirida na UTI. O Exercício surge como alternativa para mobilização precoce nesses pacientes. **Objetivo:** Esse trabalho tem o intuito de evidenciar as repercussões hemodinâmicas e a aplicabilidade do exercício na UTI. **Métodos:** Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, com artigos publicados entre 2010 e 2018, nas bases de dados Lilacs, PubMed e Scielo, utilizando os seguintes termos para pesquisa: exercise, cycle ergometer, intensive care units, early mobilization, mechanical ventilation, artificial respiration. **Resultados:** Foram incluídos 13 artigos, abordando monitorização hemodinâmica e o papel do exercício como mobilização precoce, com ou sem suporte ventilatório. As sessões de exercício eram viáveis e seguras dentro do ambiente de UTI. **Conclusão:** Conclui-se que a mobilização precoce que emprega exercício físico, pode ser realizada de maneira segura e eficaz na Unidade de Terapia Intensiva, desde que os profissionais possuam conhecimento adequado para prescrição e atuação durante possíveis intercorrências. Para tanto é necessário conhecimento da Fisiologia do Exercício e das evidências científicas disponíveis.

Palavras-chave: Exercício; Unidades de Terapia Intensiva; Segurança do Paciente.

ABSTRACT

Introduction: Patients in the intensive care unit (ICU) have several deleterious effects of immobilization, including weakness acquired in the ICU. Exercise appears as an alternative for early mobilization in these patients. **Objective:** This work aims to highlight the hemodynamic repercussions and the applicability of exercise in the ICU. **Methods:** An integrative literature review was carried out, with articles published between 2010 and 2018, in the Lilacs, PubMed and Scielo databases, using the following search terms: exercise, cycle ergometer, intensive care units, early mobilization, mechanical ventilation, artificial respiration. **Results:** 13 articles were included, addressing hemodynamic monitoring and the role of exercise as early mobilization, with or without ventilatory support. The exercise sessions were feasible and safe within the ICU environment. **Conclusion:** Physical exercise can be performed safely in an ICU environment, as long as respecting a series of criteria such as those presented here. It is important that the assistant professional seeks to prescribe interventions based on Exercise Physiology that can positively intervene in the functional prognosis in critically ill patients

Key-words: Exercise; Intensive Care Units; Patient Safety.

Recebido em: 21 de outubro de 2019. Aceito em: 30 de janeiro de 2020.

Correspondência: Giulliano Gardenghi. Rua Gurupi, Quadra 25, Lote 6 a 8 – Vila Brasília CEP: 74905-350 – Aparecida de Goiânia, GO, Brasil. E-mail: ggardenghi@encore.com.br

Introdução

O exercício físico em indivíduos internados em ambiente crítico deve ser realizado no sentido de se minimizarem as complicações do imobilismo no leito, que normalmente resultam em grande perda de massa muscular e limitação funcional significativa. Essa revisão tem por objetivo discorrer sobre aspectos relevantes das repercussões cardiovasculares e hemodinâmicas com a aplicação do exercício na Unidade de Terapia Intensiva (UTI), visando uma intervenção segura e eficaz.

Métodos

Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, com artigos publicados entre 2010 e 2018, nas bases de dados Lilacs, MEDLine via PubMed e Scielo, utilizando os seguintes termos para pesquisa: exercise, cycle ergometer, intensive care units, early mobilization, mechanical ventilation, artificial respiration. Após leitura crítica dos resumos encontrados foram selecionados 13 artigos para a construção deste manuscrito.

Risco para exercício associado ao uso de drogas vasoativas

Não há consenso entre os especialistas sobre a dose de Drogas Vasoativas (DVA) (e a combinação desses medicamentos) que permitiriam a mobilização segura na UTI, quando se considera o risco associado à mobilização precoce, especificamente sobre parâmetros cardiovasculares. Acredita-se que a administração de DVA, por si só, não é uma contra-indicação absoluta à mobilização, devendo-se considerar que há influência direta da dose absoluta ou da mudança da dose das DVA sobre o padrão de mobilização precoce adotado. Em reunião em que buscou-se consenso sobre os riscos e barreiras para mobilização precoce, não se pôde chegar a um consenso sobre uma dose limiar de medicamentos vasoativos abaixo do qual era aceitável mobilizar pacientes. Por conseguinte, concordou-se que os clínicos das UTIs devem discutir caso a caso a dose segura e as combinações de drogas vasoativas que permitem a mobilização de cada paciente, sendo que, tais discussões devem envolver toda a equipe da UTI [1].

Considerando aspectos de segurança, Hodgson *et al.* [1] propuseram um esquema elucidativo para identificar e escalonar riscos para mobilização precoce em ambiente de terapia intensiva. A seguir apresentaremos quatro quadros que irão sintetizar os aspectos que devem ser avaliados, especificamente abordando parâmetros cardiovasculares/hemodinâmicos, para realização de mobilização precoce.

Quadro 1 Aspectos a serem avaliados antes da mobilização considerando a pressão arterial.

Condição	Exercícios no leito	Exercícios fora do leito
Terapia antihipertensiva intravenosa para emergência hipertensiva		
Pressão arterial média abaixo do alvo desejado e causando sintomas		
Pressão arterial média abaixo do alvo desejado a despeito de suporte de DVA ou ainda suporte mecânico.		
Pressão arterial média na zona terapêutica* sem nenhum suporte hemodinâmico ou ainda mantido à custa de baixas doses de DVA.		
Pressão arterial média na zona terapêutica* mantida à custa de doses moderadas de DVA.		
Pressão arterial média na zona terapêutica* mantida à custa de doses elevadas de DVA.		
Hipertensão pulmonar reconhecida ou suspeita.		
<p>Legenda: DVA – drogas vasoativas; Risco potencial de eventos adversos com consequências graves; Há riscos para mobilização, mas os benefícios advindos da mesma sobrepõem-se aos riscos desde que com equipe habilitada e treinada nos processos; Baixo risco de eventos adversos.</p> <p>* zona terapêutica desejada acima de 65 mmHg considerando a pressão arterial média.</p>		

Adaptado de Hodgson CL, *et al.* Critical Care 2014;18(6):658 [1].

Quadro 2. Aspectos a serem avaliados antes da mobilização, considerando as arritmias cardíacas.

Condição	Exercícios no leito	Exercícios fora do leito
Bradicardia requerendo intervenção farmacológica ou aguardando implante emergencial de marcapasso		
Bradicardia que não requer intervenção farmacológica ou ainda onde não seja necessário implante emergencial de marcapasso		
Presença de marcapasso transvenoso ou epicárdico ritmo dependente		
Presença de marcapasso transvenoso ou epicárdico com ritmo de base estável (não dependente do marcapasso)		
Taquiarritmia estável com frequência ventricular maior de 150 bpm		
Taquiarritmia estável com frequência ventricular entre 120 e 150 bpm		
Qualquer taquiarritmia com frequência ventricular menor de 120 bpm		
<p>Legenda: bpm – batimentos por minuto; Risco potencial de eventos adversos com consequências graves; Há riscos para mobilização, mas os benefícios advindos da mesma sobrepõem-se aos riscos desde que com equipe habilitada e treinada nos processos; Baixo risco de eventos adversos.</p>		

Adaptado de Hodgson CL, *et al.* Critical Care 2014;18(6):658[1].

Quadro 3. Aspectos a serem avaliados antes da mobilização, considerando dispositivos mecânicos invasivos para suporte hemodinâmico ou monitorização.

Condição	Exercícios no leito	Exercícios fora do leito
Presença de balão intra-aórtico*	●	⬮
Dispositivos de assistência ventricular*	●	●
Cateter de artéria pulmonar ou qualquer outro dispositivo para monitorização do débito cardíaco	●	▲
ECMO com canulação em veia central (bicaval)	●	▲
ECMO com canulação em artéria femoral ou subclávia*	●	⬮

Legenda: ECMO – oxigenação por membrana extracorpórea; ⬮ Risco potencial de eventos adversos com consequências graves; ▲ Há riscos para mobilização, mas os benefícios advindos da mesma sobrepõem-se aos riscos desde que com equipe habilitada e treinada nos processos; ● Baixo risco de eventos adversos. *Flexão de quadril é contraindicada no membro inferior onde foi inserido o dispositivo.

Adaptado de Hodgson CL, *et al.* Critical Care 2014;18(6):658 [1].

Quadro 4. Aspectos a serem avaliados antes da mobilização, considerando outros aspectos cardiovasculares relevantes.

Condição	Exercícios no leito	Exercícios fora do leito
Estado de choque diagnosticado ou lactato sérico ≥ 4 mmol/L	▲	▲
Suspeita ou confirmação de tromboembolismo venoso*	▲	▲
Suspeita ou confirmação de estenose aórtica severa	●	▲
Isquemia cardíaca com dor torácica vigente ou alteração ao eletrocardiograma	▲	⬮

Legenda: mmol/L – milimol por litro; ⬮ Risco potencial de eventos adversos com consequências graves; ▲ Há riscos para mobilização, mas os benefícios advindos da mesma sobrepõem-se aos riscos desde que com equipe habilitada e treinada nos processos; ● Baixo risco de eventos adversos.

* tromboembolismo venoso envolve os quadros de trombose venosa profunda e embolia pulmonar.

Adaptado de Hodgson CL, *et al.* Critical Care 2014;18(6):658 [1].

Indivíduos dependentes de DVA em um padrão de doses elevatórias no decorrer do tempo resultariam em cautela ou contraindicação para a mobilização precoce. Seriam contraindicados para mobilização também indivíduos que, independentemente da dose administrada, estivessem mal perfundidos, usando como base sinais clínicos como aumento do lactato sanguíneo (maior de 2 mmol/L), aumento na diferença arterio-venosa, hipotensão arterial com pressão arterial sistólica menor de 90 mmHg ou ainda pressão arterial média inferior a 65 mmHg.

Monitorização hemodinâmica e riscos para exercício durante a realização de cicloergômetro em terapia intensiva

Pires-Neto *et al.* [2] revelaram que uma única intervenção de cicloergômetro em 5 minutos de exercício ativo na UTI pode promover um aumento da frequência cardíaca, da frequência respiratória e da percepção subjetiva de Borg, em pacientes hemodinamicamente estáveis. Ao final, os autores concluíram que a adoção do cicloergômetro ativo implicava em pequenas alterações cardiorrespiratórias, além de ser uma atividade viável a ser realizada em pacientes na UTI. Essa intervenção foi associada a um alto grau de aceitação pelos pacientes. Observou-se também que 85% dos pacientes gostaram de realizar esse tipo de atividade.

Abordando especificamente o pós-operatório de cirurgias cardíaca, Gardenghi e cols. [3] estudaram pacientes que passaram por cirurgia cardíaca e foram submetidos a cicloergômetro de membros superiores, em sessões de cinco minutos, no primeiro dia de pós-operatório. Foi realizado um ensaio clínico em que analisou-se o comportamento cardiovascular e a incidência de perda de cateter para monitorização da pressão arterial invasiva (inserido na artéria braquial). A Figura 1 exemplifica o posicionamento do paciente no momento da realização do cicloergômetro para membros superiores. Os pacientes foram orientados a manter de 50 a 60 rotações por minuto ao cicloergômetro, com percepção de esforço subjetivo classificada como moderada, com base na escala de Borg. Um dos grupos estudados recebia DVA em doses baixas, de acordo com a equipe médica assistente. Como resultados não foram observados eventos adversos nas respostas cardiovasculares, que se comportaram de maneira fisiológica frente ao estímulo do exercício, mesmo em indivíduos sob uso de DVA. Não houve nenhum evento de perda de cateter arterial braquial. Demonstrou-se, que a realização precoce de cicloergômetro para membros superiores após cirurgias cardíacas é segura e deve, portanto, ser incentivada, minimizando repercussões negativas do imobilismo no leito.

Cordeiro *et al.* [4] também submeteram pacientes após cirurgia cardíaca a um cicloergômetro para membros superiores por 20 minutos e demonstraram que este tipo de exercício implicava em um aumento pequeno e não estatisticamente significativo na frequência cardíaca, pressão arterial e saturação da oxihemoglobina, sendo também bem tolerado e seguro para esta população.

Hirschhorn *et al.* [5] relataram que três dias após a cirurgia cardíaca, os exercícios de caminhada ou bicicleta ergométrica já podem ser usados. O artigo recomenda duas sessões de exercício de intensidade moderada, com duração de 10 min, do 3º dia de pós-operatório até a alta hospitalar. Os autores concluem que um programa de condicionamento físico bem planejado usando bicicleta estacionária oferece uma alternativa bem tolerada e clinicamente eficaz à deambulação no pós-operatório imediato após cirurgia de revascularização do miocárdio, possibilitando melhores desfechos, principalmente em desconforto respiratório e no retorno para atividades laborativas. É importante notar que, no estudo de Hirschhorn, a sessão de exercício não se iniciou com o paciente recebendo DVA.



Figura 1. Paciente sendo submetido ao cicloergômetro de membros superiores no primeiro dia de pós-operatório de cirurgia cardíaca. No destaque (círculo em vermelho) mostra-se o ponto de inserção do cateter de pressão arterial invasiva, na artéria radial.
Fonte: imagem do arquivo pessoal pertencente à Giulliano Gardenghi.

Segurança para mobilização precoce considerando aspectos cardiovasculares/hemodinâmicos

Nydahl *et al.* [6], em 2017, publicaram uma elegante revisão sistemática com metanálise onde investigaram diversos aspectos referentes à segurança da mobilização precoce em pacientes críticos. No aspecto cardiovascular/hemodinâmico encontraram 27 publicações, que juntas totalizavam 6.082 pacientes estudados. Encontraram incidência de eventos adversos de 3,8 episódios para cada 1.000 sessões de mobilização. Dentre os eventos cardiovasculares descritos, aumentos de frequência cardíaca (considerando valores maiores de 125-140 bpm) estiveram presentes em uma incidência de 1,9 episódios para cada 1.000 sessões de mobilização. Quedas da pressão arterial média (a valores menores de 55-70 mmHg) apresentaram incidência de 4,3 episódios para cada 1.000 sessões de mobilização. Quedas da pressão arterial sistólica (a valores menores de 80-90 mmHg) foram relatadas em uma incidência de 1,8 episódios para cada 1.000 sessões de mobilização. Ainda considerando a pressão arterial, aumentos da mesma também foram estudados. Na pressão arterial média, considerando valores superiores a 100-140 mmHg como aumentados, foi relatada incidência de 3,9 episódios para cada 1.000 sessões de mobilização. Já a pressão arterial sistólica aumentou em uma incidência de 0,3 episódios para cada 1.000 sessões de mobilização, considerando como aumentados valores superiores a 180-200 mmHg.

Os mesmos autores relataram também como foram abordados os eventos cardiovasculares/hemodinâmicos que ocorreram durante as sessões de mobilização precoce (34 eventos). Em quatro ocasiões os pacientes foram reposicionados de sentados para deitados no leito com remissão dos sintomas. Em oito ocasiões os pacientes tiveram de retornar ao leito. Em outras oito situações as DVA tiveram de ser reiniciadas ou ter suas doses aumentadas, ou ainda ministrou-se fluidos para ressuscitação volêmica. Outros 14 eventos foram abordados apenas com pausas temporárias ou interrupções das sessões de mobilização. Menciona-se ainda ocorrência de tonturas e de dor torácica como motivos

para retorno ao leito [6].

Outro estudo que focou na mobilização precoce durante as primeiras 24 horas de admissão na UTI, envolvendo 171 pacientes admitidos por um período de dois meses, relatou uma incidência de 0,8% de eventos hemodinâmicos que lavaram à interrupção do atendimento, primariamente por hipotensão ou alterações no ritmo cardíaco decorrentes do exercício [7].

Estudo suíço que incluiu 53 pacientes evidenciou que a mobilização precoce (entre 12 e 24 horas no período pós-operatório) em pacientes de cirurgia cardíaca é um procedimento seguro em um ambiente de terapia intensiva, com poucos eventos adversos, mesmo que tal intervenção possa estar associada a alterações hemodinâmicas significativas. Todos os pacientes completaram com sucesso o protocolo de mobilização sem experimentar isquemia miocárdica ou outras complicações maiores. Dezoito pacientes apresentaram uma diminuição significativa na pressão arterial média, mas apenas nove deles necessitaram de tratamento, sendo que sete receberam líquidos intravenosos adicionais (500 ml aproximadamente) e dois receberam vasopressores (infusão de noradrenalina em baixa dose). Sete pacientes queixaram-se de náuseas auto-limitantes com um deles referindo tonturas transitórias. Três pacientes apresentaram arritmias auto-limitadas (duas taquicardias sinusais e uma arritmia supraventricular paroxística) [7]. Em sua conclusão, os autores sugerem ainda que devido ao comprometimento do sistema cardiovascular após a cirurgia cardíaca, a mobilização deve ser realizada sob monitorização clínica e hemodinâmica rigorosa em ambiente intensivo, com atenção especial ao lactato sanguíneo e saturação venosa central [8].

Considerando a adoção de protocolo de mobilização precoce em situações em que os pacientes eram submetidos à oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO), muitas vezes associada a casos de síndrome do desconforto respiratório agudo, Munshi e colaboradores, assistindo 50 pacientes, demonstraram que 39% (n = 18) desses pacientes atingiram um nível de atividade de 2 ou mais (exercícios ativos na cama) e 17% (n = 8) alcançaram um nível de atividade 4 ou superior (sentado ativamente no lado da cama). Em uma análise exploratória, a atuação da equipe de fisioterapia da UTI foi associada à diminuição da mortalidade (odds ratio, 0,19; intervalo de confiança de 95%, 0,04-0,98). Os autores concluíram que a mobilização durante a ECMO é viável e segura quando realizada por uma equipe experiente e executada em etapas, embora ainda deixem claro que pesquisas futuras são necessárias para identificar barreiras potenciais, intensidade ideal de exercício e perfil de segurança ótimos [9].

Intolerância ortostática e risco de síncope relacionadas ao uso de fármacos e ao imobilismo no leito

A disfunção autonômica é comum em pacientes que permanecem por longos períodos acamados no leito, fator comum aos pacientes hospitalizados, que acabam por sofrer os efeitos do imobilismo (caquexia, infecções oportunistas, fraqueza muscular generalizada, dentre outros). Sabe-se que condições como essa levam o paciente à deterioração funcional, alterações fisiológicas e perda da independência em atividades cotidianas.

As consequências do decúbito prolongado podem ainda levar a alterações cardiocirculatórias e posteriormente alterações hemodinâmicas e, com

isto, disfunção ortostática [10]. Em pacientes com estas características notou-se a presença de disfunção autonômica parassimpática (aumento da frequência cardíaca de repouso e diminuição da variabilidade da frequência cardíaca) [10]. Importante salientar que indivíduos que apresentem menor exposição ao estresse ortostático, ou seja, gradiente gravitacional reduzido, situação similar à restrição ao leito ou à exposição à microgravidade, apresentam alterações cardiocirculatórias, incluindo hipovolemia, redução da sensibilidade barorreflexa e aumento do acúmulo de sangue nas regiões periféricas do organismo. Essas alterações podem ser consideradas como descondicionamento cardiovascular, o que pode levar à intolerância ortostática [11]. A Figura 2 resume o impacto do imobilismo no leito sobre o sistema cardiovascular.

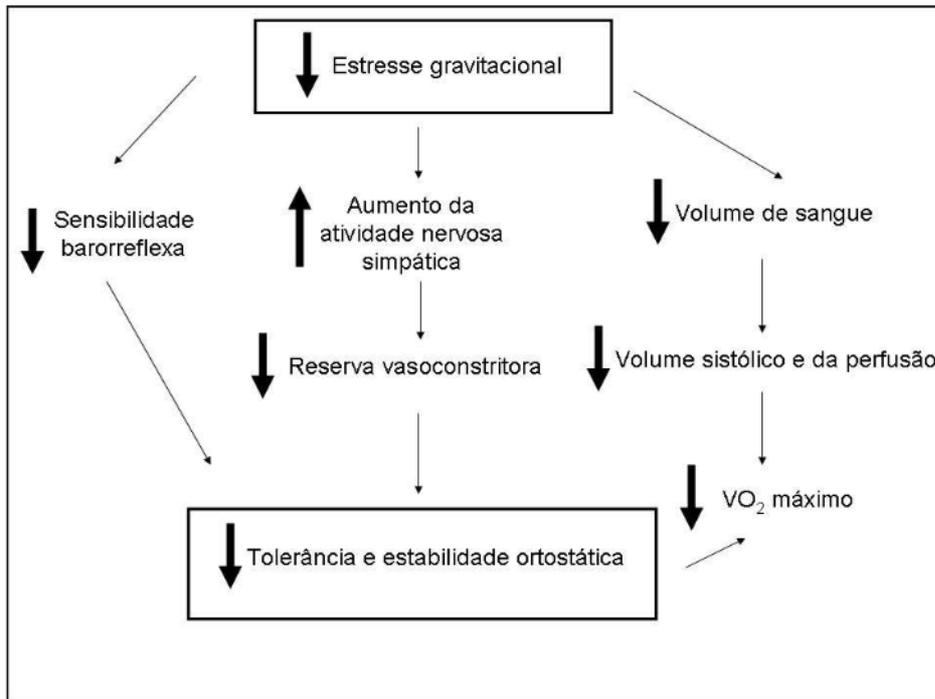


Figura 2. Impacto do imobilismo no leito e da diminuição do estresse gravitacional pela ausência de mudanças posturais sobre o sistema cardiovascular. Legenda: VO₂ máximo – consumo máximo de oxigênio.

Fonte: imagem do arquivo pessoal pertencente à Giuliano Gardenghi, adaptada de artigo de Kathleen M. Vollman [12].

Pacientes com HIV/AIDS fazem uso associado de fármacos. Entre estes fármacos encontram-se os inibidores de protease (IPs), que podem causar disfunção endotelial, cuja fisiopatologia ainda não está totalmente esclarecida, e diminuição da capacidade vasodilatadora [11]. Um estudo realizado por Justino e cols. [10] analisou a tolerância ortostática e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em indivíduos portadores de HIV/AIDS, incluindo 21 pacientes (idade: 37±10 anos) que foram submetidos ao teste de inclinação (TI) após sete dias de internação, ainda na enfermaria do serviço hospitalar. Os pacientes permaneceram acamados no leito por 19 ± 2 horas/dia antes da realização do TI. Sabe-se que o decúbito prolongado leva à disfunção barorreflexa, gerando alterações no fluxo sanguíneo sistêmico e encefálico. Como resultado, sete pacientes (33% da amostra) apresentaram TI positivo (TI+) aos 25 ± 8 minutos de inclinação. Pacientes com TI+ apresentaram maior predomínio simpático em repouso e durante a inclinação ortostática, quando comparados a pacientes

com TI negativo. O componente simpático aumentado no grupo TI+ pode desencadear bradicardia e vasodilatação reflexa (reflexo de Bezold-Jarisch), o que poderia justificar a perda de consciência na população estudada.

Doenças sistêmicas como a insuficiência renal e o câncer também podem causar hipotensão e síncope. Tem sido demonstrada também ligação entre hipotensão ortostática e doença de Alzheimer [8]. Importante lembrar a vasta quantidade de drogas com ação cardiovascular que pode piorar ou causar hipotensão ortostática, como os inibidores da enzima de conversão da angiotensina, bloqueadores dos receptores alfa, bloqueadores dos canais de cálcio, betabloqueadores, diuréticos, hidralazina, agentes bloqueadores ganglionares, nitratos, citrato de sildenafil dentre outras [11]. Para pacientes em uso dessas drogas a atenção nos parâmetros hemodinâmicos deve ser maior, bem como a equipe deve estar preparada caso haja hipotensão ou síncope durante a mobilização.

Além disso, tem sido observado um aumento de frequência de síncope por disautonomia em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva. Neste grupo, a combinação de débito cardíaco baixo e depleção volumétrica (devido ao uso de diuréticos e terapêutica vasodilatadora) pode interferir nos mecanismos normais de adaptação à posição ortostática [11]. Drogas com ação central, como opiáceos e os antidepressivos tricíclicos, reserpina e metildopa, também podem exacerbar uma hipotensão até então moderada e desencadear a síncope [11].

Liu e cols. [13] em 2018 estudaram um total de 232 pacientes que foram submetidos a 587 sessões de reabilitação. Ocorreram 13 eventos adversos (2,2%) e nenhum tratamento específico foi necessário. Não houve casos de destruição/perda ou obstrução de dispositivos médicos, tubos ou acessos arteriais ou venosos. A incidência de eventos adversos associados à ventilação mecânica ou ECMO foi de 2,4 e 3,6%, respectivamente. De 587 sessões, 387 (66%) foram realizadas no nível de reabilitação ativa, incluindo sessões fora do leito, transferência ativa para uma cadeira, em pé, em marcha estacionária ou deambulando pela UTI. Os médicos da UTI participaram de mais de 95% dessas sessões de reabilitação ativa. De todos os pacientes, 143 (62%) saíram da cama em dois dias. Os eventos adversos incluíram sete episódios de intolerância ao paciente, necessitando-se a interrupção da sessão de reabilitação e seis episódios de hipotensão ortostática com sintomas [13].

Conclusão

Conclui-se que a mobilização precoce que emprega exercício físico pode ser realizada de maneira segura e eficaz na Unidade de Terapia Intensiva, desde que os profissionais possuam conhecimento adequado para prescrição e atuação durante possíveis intercorrências. Para tanto é necessário conhecimento da Fisiologia do Exercício e das evidências científicas disponíveis.

Nota

O termo intervenção precoce utilizado pelo autor, se refere à realização de atividades de mobilização física imediatamente após intervenção cirúrgica com a estabilização dos seguintes parâmetros: pressão arterial sistêmica, frequência cardíaca, frequência respiratória, saturação periférica de oxigênio, parâmetros de ventilação mecânica, pressão intracraniana e nível de consciência.

Referências

1. Hodgson CL, Stiller K, Needham DM, Tipping CJ, Harrold M, Baldwin CE, et al. Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults. *Critical Care* 2014;18(6):658. <https://doi.org/10.1186/s13054-014-0658-y>.
2. Pires-Neto RC, Pereira AL, Parente C, Sant'anna GN, Esposito DD, Kimura A, et al. Characterization of the use of a cycle ergometer to assist in the physical therapy treatment of critically ill patients. *Rev Bras Ter Intensiva* 2013;25(1):39-43. <https://doi.org/10.1590/S0103-507X2013000100008>
3. Gardenghi G, Kushida CL, Cruz JB, Souza AH, Prudente ML, Moraes Junior A, et al. Avaliação da segurança no uso de cicloergômetro para membros superiores no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev do DERC* 2017;23(4):123.
4. Cordeiro AL, Barbosa AFN, Leitão LP, Araújo PAS, Carvalho S. Hemodynamic effects of training on cycle ergometer in patients in post operative cardiac surgery. *Rev do DERC* 2014;20(3):90-93.
5. Hirschhorn AD, Richards DA, Mungovan SF, Morris NR, Adams L. Does the mode of exercise influence recovery of functional capacity in the early postoperative period after coronary artery bypass graft surgery? A randomized controlled trial. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2012;15(6):995-1003. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivs403>.
6. Nydahl P, Sricharoenchai T, Chandra S, Kundt FS, Huang M, Fischill M, et al. Safety of patient mobilization and rehabilitation in the Intensive Care Unit. Systematic Review with Meta-Analysis. *Ann Am Thorac Soc* 2017;14(5):766-77. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201611-843SR>.
7. Hickmann CE, Castanares-Zapatero D, Bialais E, Dugernier J, Tordeur A, Colmant L, et al. Teamwork enables high level of early mobilization in critically ill patients. *Ann Intensive Care* 2016;6(1):80. <https://doi.org/10.1186/s13613-016-0184-y>.
8. Cassina T, Putzu A, Santambrogio L, Villa M, Licker MJ. Hemodynamic challenge to early mobilization after cardiac surgery: A pilot study. *Ann Card Anaesth* 2016;19(3):425-432. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.185524>.
9. Munshi L, Kobayashi T, DeBacker J, Doobay R, Telesnicki T, Lo V, et al. Intensive care physiotherapy during extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome. *Ann Am Thorac Soc* 2017;14(2):246-253. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201606-484OC>.
10. Justino CF, Santos DS, Vicentim TK, Alexandre L, Salomão R, Gardenghi G. Análise da tolerância ortostática e da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos portadores de HIV/AIDS. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2010;20(3 Supl A):26-30.
11. Gardenghi G, Balestra LF. Fisiopatologia da hipotensão postural e intolerância ortostática. *Rev. Pesqui. Fisioter* 2017;7(1):115-24.
12. Vollman KM. Understanding critically ill patients hemodynamic response to mobilization. using the evidence to make it safe and feasible. *Crit Care Nurs Q* 2013;36(1):17-27. <https://doi.org/10.1097/CNQ.0b013e3182750767>.
13. Liu K, Ogura T, Takahashi K, Ohtake H, Fujiduka K, et al. The safety of a novel early mobilization protocol conducted by ICU physicians: a prospective observational study. *J Intensive Care* 2018;6:10. <https://doi.org/10.1186/s40560-018-0281-0>.