Dissertação de Mestrado

EFEITO DO CICLOERGÔMETRO PASSIVO SOBRE A MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES CRÍTICOS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Tanara Bianchi

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Faculdade de Medicina

Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas

EFEITO DO CICLOERGÔMETRO PASSIVO SOBRE A MOBILIDADE DIAFRAGMÁTICA DE PACIENTES CRÍTICOS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA INVASIVA NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Autora: Tanara Bianchi

Orientador: Dr. Alexandre Simões Dias

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Pneumológicas, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pneumológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre

2016

Aquela que sempre esteve ao meu lado...

Mulher de garra que mostrou para mim o quanto é importante o respeito e amor, mostrou para mim o quanto a minha profissão é importante na vida das pessoas, que mesmo longe fisicamente sei que está e estará sempre ao meu lado cuidando de mim e sentindo orgulho. Sempre lembrarei dos dias em que precisastes fazer fisioterapia e me mostraste o quanto tu crescias e melhoravas com ela, foi isso que me fez querer ser a profissional que sou e que mostrou o quanto a fisioterapia pode melhorar a vida de uma pessoa. Infelizmente não podemos salvar todas as vidas, mas tenho certeza que tudo que precisava ser feito, foi feito. Serás para sempre meu modelo de mulher forte e guerreira que nunca desistiu de lutar, sempre me espalharei em você tanto na minha profissão quanto na vida. Obrigada mãe Marinês Boniatti Bianchi por tudo, não tenho nem palavras para descrever o quanto é importante para mim.

Aquele que incansavelmente me incentivou e ajudou a chegar aqui....

Tenho certeza absoluta que se não fosse por você não chegaria tão longe, tudo que sou e me tornei devo a você, a sua incansável luta para mostrar o quanto os estudos são importantes, as suas intermináveis viagens para Porto Alegre para me levar, ficar comigo, fazer companhia, tudo e mais um pouco, tentando sempre suprir a falta da mãe, sendo pai e mãe ao mesmo tempo e desempenhando esse papel muito bem. Obrigada por tudo Vilson Bianchi, por sempre me acompanhar, por sempre estar disposto a estar perto de mim, por fazer todas as minhas vontades e não medir esforços para me fazer feliz. Pai eu te amo e sempre vou te amar.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer muito uma pessoa especial que Deus colocou ao meu lado, uma pessoa que sempre incentivou meus sonhos e minhas vontades, mesmo sabendo que teria que ficar longe de mim durante as semanas, por ser meu amigo e noivo e por sempre me sustentar nas horas que pensei em desistir, meu amor Elisson Ferraz. Agradeço por sempre ter uma palavra de incentivo, por caminhar ao meu lado nesse caminho que foi difícil e por sempre me ajudar e superar as dificuldades que apareceram nesses anos. Te amo para sempre.

Ao meu orientador, Doutor Alexandre Simões Dias, que me acompanhou durante a graduação e durante o mestrado, incentivando e auxiliando em todos os momentos. A vontade de fazer o mestrado, com certeza foi inspirada por você que mostrou o quanto a pesquisa, a inovação e busca pelo conhecimento são importantes na área da fisioterapia. Queria desde o início do TCC e depois no mestrado lhe mostrar o meu melhor, sei que muitas vezes deixei a desejar, mas sempre tentei dar o meu melhor durante todo este período de aprendizagem. Obrigada por tudo, por ter me dado essa chance maravilhosa e pela confiança em realizar um trabalho dentro da UTI.

À minha irmã Tatiana Bianchi Guaresi que desde nova me mostrou o quanto eram importantes os estudos e a dedicação para sermos bons profissionais na área da saúde, para essa médica maravilhosa que mostrou que a área da saúde é linda e conseguimos mudar a vida das pessoas muitas vezes com um simples toque ou palavra. Obrigada por tudo e por sempre me acompanhar, por ser mais que uma irmã, uma amiga que sempre esteve ao meu lado. E obrigada por me dar o maior presente que a vida poderia me dar, a Isabela ser tia é maravilhoso e tenho ainda tanto a aprender com essa pequena. Amo vocês duas com todo meu coração.

A minha sogra Marinês Ferraz e meu sogro Orides Ferraz por me suportarem nos finais de semana, sempre cansada e se aproveitando dos jantares maravilhosos que faziam, pelas palavras de incentivo e pelo auxílio desses anos, por estarem sempre com as portas da casa abertas, mesmo que fosse para ficar no computador escrevendo e escrevendo. Amo vocês.

Agradecer também ao grupo MoVe ICU do HCPA, que juntos tínhamos o ideal de estudar a mobilização precoce no paciente crítico e hoje estamos colhendo juntos os frutos do nosso trabalho. Agradeço aos alunos de graduação que acompanharam o estudo e auxiliaram nas coletas de dados (Wialian Martins, Lisiane Fernandes, Rafael Bittencourt, Márcia Issa e Sara Hartel). Ao fisioterapeuta Wagner Naue que sempre me auxiliou dentro da UTI do HCPA, que não mediu esforços para que esse trabalho fosse realizado. A colega Ana Maria Dall' Acqua por auxiliar nas coletas de dados. Agradeço a professora, doutora e amiga Laura Jurema do Santos, por me auxiliar em todos os momentos, momentos de inexperiência, momentos de desespero e momentos de alegria, enfim lhe agradeço por me dar a chance de realizar este trabalho junto com o seu e por sempre estar disposta a ajudar. Ao professor Fernando Aguiar Lemos que sempre me auxiliou na montagem deste trabalho e sempre incentivou o trabalho com suas ideias e seu auxílio nas coletas.

A minha querida amiga Amanda Sachetti que foi um presente que Deus colocou em minha vida, que amenizou muitas vezes os dias ruins que eu tinha em Porto Alegre longe da família, que chorava e ria junto comigo, que me fez companhia nas coletas, nas jantas, nos passeios e principalmente me incentivou a realizar o mestrado e é um exemplo de profissional. Você é uma amiga que quero levar para vida toda e que mesmo longe agora sempre podemos contar uma com a outra, saudades amiga.

Também não posso deixar de agradecer a Deus, por que tenho certeza que Ele coloca tudo em nossas vidas no momento certo e da maneira certa. Agradecer a Deus por ter colocado tantas pessoas em minha vida que me auxiliaram e confortaram meus dias.

Sumário

LISTA DE ABREVIATURAS **8**
RESUMO **9**
1 INTRODUÇÃO **10**
2 REVISÃO DE LITERATURA **11**
2.1 PERDA DE MASSA MUSCULAR E UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA 11
2.2 MUSCULATURA RESPIRATÓRIA E INATIVIDADE 15
2.3 AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR NA UTI 16
2.3.1 MRC **16**
2.3.2 Ultrassonografia **17**
2.3 MOBILIZAÇÃO PRECOCE DO PACIENTE ADULTO CRÍTICO 17
2.4 RECURSOS PARA REALIZAR A MOBILIZAÇÃO PRECOCE 21
2.4.1 Cinesioterapia **21**
2.4.2 Estimulação Elétrica Neuromuscular **21**
2.4.3 Prancha ortostática **22**
2.4.4 Cicloergômetro **23**
3 REFERÊNCIAS **24**
4 JUSTIFICATIVA **37**
5 OBJETIVOS **37**
5.1 OBJETIVO GERAL: 37
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 37
6 ARTIGO PRINCIPAL **38**
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS **59**
8 CONCLUSÃO **60**
9 ANEXOS E APÊNDICES **61**
Apêndice A **61**
Apêndice B **63**
Apêndice C **64**
Anexo A **66**
Anexo B **68**

LISTA DE ABREVIATURAS

AGHWEB/HCPA – Gestão Hospitalar do Hospital de Clínicas de Porto Alegre

ANCOVA – Análise de Covariancia

CCIH – HCPA - Comissão de Controle de Infecção Hospitalar do Hospital

CTI – Centro de Tratamento Intensivo

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

EENM – Estimulação Elétrica Neuromuscular

FAPERGS – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul

FIPE - HCPA – Fundo de Incentivo à Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre

GC – Grupo Controle

GEE – Modelo de Equações de Estimativas Generalizadas

GI – Grupo Intervenção

HCPA – Hospital de Clínicas de Porto Alegre

IMC – Índice de Massa Corporal

MMII – Membros Inferiores

MMSS – Membros Superiores

MoVe-ICU Group- Grupo de Mobilização Precoce

MRC - *Medical Research Council*

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UTI – Unidade de Tratamento Intensivo

VIDD – Diaphragmatic Disfunction Induced by Ventilator

VM – Ventilação Mecânica

RESUMO

Objetivo: Avaliar o efeito do cicloergômetro sobre a mobilidade diafragmática de pacientes críticos em ventilação mecânica invasiva, internados no Centro de Tratamento Intensivo (CTI). **Método:** Ensaio clínico randomizado realizado no CTI do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brasil. Quarenta e dois pacientes com 24 a 48 horas de VM e, no máximo, sete dias de internação, realizaram mobilização de membros inferiores, utilizando o cicloergômetro de membros inferiores. Os pacientes foram randomizados para realizar fisioterapia convencional ou intervenção (fisioterapia convencional + cicloergômetro. O cicloergômetro foi realizado de forma passiva por 20 minutos, com 20 rotações por minuto, uma vez ao dia, a partir da intubação até a extubação ou até o momento que o paciente completasse sete dias do protocolo. **Resultados:** A mobilidade diafragmática foi avaliada através da ultrassonografia no momento da intubação e na extubação. Quatorze pacientes foram incluídos no grupo convencional (56,1±23,0 anos) e dezoito no grupo intervenção (52,3±22,7 anos). No grupo convencional não houve diferença no pré e pós protocolo (0,61±0,07 pré vs. 0,64±0,12 pós) (p=0,474), já no grupo intervenção houve um aumento, porém não estatisticamente significativo (0,54±0,06 pré vs. 0,68± 0,09 pós). Houve correlação positiva sem diferença estatisticamente significativa entre a variação da mobilidade diafragmática e o tempo de ventilação no grupo intervenção (r=0,199; p=0,495) e correlação negativa estatisticamente significativa no grupo convencional (r= -0,873; p = 0,010) (Figura 3). Da mesma forma, na associação entre a variação da mobilidade diafragmática e o tempo de protocolo, foi observada correlação positiva sem diferença estatisticamente significativa no grupo intervenção (r=0,031; p=0,915) e uma correlação negativa estatisticamente significativa no grupo convencional (r= -0,797; p = 0,018) **Conclusão:** A mobilidade diafragmática foi preservada em ambos os grupos durante a fase aguda de internação no CTI, portanto o uso do cicloergômetro não alterou os desfechos analisados. Houve associação entre a variação da mobilidade diafragmática e os tempos de protocolo e ventilação mecânica no grupo intervenção.

Clinical trials: NCT 02300662

Palavras-chave: intensive care, early mobilization, clinical trial.

1 INTRODUÇÃO

Pacientes na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) estão sujeitos a diversas comorbidades, umas delas é a perda de massa muscular a qual vem sendo cada vez mais estudada para desenvolver formas de ameniza-la. Esta perda de massa muscular é influenciada por diversos fatores que são relevantes para a reabilitação física dos pacientes (REID et al., 2004), até mesmo pacientes que ficam por um período pequeno em ventilação mecânica tem perda de massa muscular determinando prejuízos tanto nos parâmetros ventilatórios, como funcionais, dificultando assim o desmame ventilatório do paciente. (BURTIN et al., 2009; GOSSELINK et al., 2011; PERME e CHANDRASHEKAR, 2009). Com a sobrevida destes pacientes vem aumentando as complicações a longo prazo tornam-se mais evidentes, ocasionando muitas deficiências e resultando em paciente debilitados por mais tempo, os quais necessitam maiores cuidados mesmo após sua alta hospitalar. (ALI NA et al., 2008; DE JONGHE B et al., 2007; GIRARD et al., 2008; KRESS et al., 2000; SCHEURINGER et al., 2005; VAN DER SCHAAF et al., 2009).

Todos os fatores relacionados com a imobilidade e a doença de origem do paciente podem levar a uma perda de força e de massa muscular (DANTAS et al., 2012; SILVA et al., 2010). Muitos estudos relatam a perda de força muscular em 25% a 30% dos pacientes ventilados mecanicamente durante 4 a 7 dias de internação, os quais estão associados a um aumento da mortalidade, aumento da demanda de oxigênio e são os grandes desafios para o desmame ventilatório dos pacientes (BURTIN et al., 2009; CIRIO et al., 2003; DITTMIER e TEASELL, 1993 GOSSELINK et al., 2011, PERME e CHANDRASHEKAR, 2009). Alguns estudos sugerem que o paciente na UTI tem uma perda de massa muscular de 5% durante a primeira semana na UTI e está associada com o desmame tardio da ventilação mecânica (VM) e com o tempo prolongado de UTI, bem como com o aumento das taxas de mortalidade. (DE JONGHE B, 2007; EDBROOKE et al., 2011; GRIFFITHS et al., 1995; LEIJTEN FS et al., 1995; REID, 2004).

A importância de estudarmos a ação da mobilização precoce é que a fraqueza muscular esquelética envolve os membros superiores e inferiores juntamente com os músculos respiratórios. Estudo sugerem que a fraqueza muscular adquirida na UTI é um preditor para falha de desmame e prolonga a

estada dos pacientes na UTI. A VM prolongada e o imobilismo que os paciente críticos são submetidos fazem com que esses pacientes tenham significativa perda de fibra muscular tanto de músculos periféricos quanto respiratórios. Por isso a mobilização precoce nesses pacientes pode diminuir o tempo de UTI e VM, diminuindo assim os efeitos tardios após a alta hospitalar. (MIRZAKHANI e COLS., 2013).

O Cicloergômetro vem sendo utilizado para ajudar os fisioterapeutas dentro da UTI a diminuírem os efeitos deletérios do imobilismo e da VM. Este tipo de treinamento utiliza um aparelho estacionário que promove rotações e pode ser utilizado ativo, passivo ou até mesmo resistido. Ele vem se mostrando eficaz e seguro em pacientes na UTI e que de forma passiva ele pode preservar a musculatura do paciente (GRIFFITHS, 1995). Alguns estudos já foram feitos para avaliar a eficácia do cicloergômetro, porém a sua implantação dentro da UTI ainda é um desafio para os fisioterapeutas. (CAMARGO et al., 2013).

O estudo utilizando ultrassonografia da musculatura e a medição in vivo da arquitetura muscular foi validado por medições anatômicas diretas em cadáveres humanos e tem permitido avaliar a plasticidade muscular tanto pela adaptação funcional ao aumento do uso pelo treinamento físico, quanto pela redução do uso (imobilização, envelhecimento e micro gravidade) da musculatura esquelética (KAWAKAMY et al., 1995). Dentre as principais técnicas de imagem para estudar e medir massa muscular in vivo incluem a ressonância magnética e a ultrassonografia. Entretanto, recentes estudos não encontraram diferenças significativas entre medidas de massa muscular ao compararem as duas técnicas. (GRUTHER et al., 2008).

Para tanto, esta pesquisa foi realizada pelo grupo de pesquisa MoVe-ICU do HCPA que tem como linha principal a mobilização precoce e o efeito do cicloergômetro sobre a mobilidade diafragmática de pacientes críticos em ventilação mecânica invasiva.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PERDA DE MASSA MUSCULAR E UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA

O avanço nos cuidados em terapia intensiva tem resultado no aumento da sobrevida de pacientes críticos, porém, alguns precisam de ventilação mecânica prolongada. Segundo Gosselink (2001), cerca de 20% dos pacientes necessitam de

um suporte ventilatório prolongado, ou seja, acima de três dias de ventilação. Estes pacientes apresentam principalmente ventilação prejudicada, complacência pulmonar diminuída, aumento da resistência das vias aéreas, fraqueza dos músculos respiratórios entre outros, o que pode contribuir para aumento do trabalho respiratório e disfunção respiratória (CHIANG et al., 2006; GOSSELINK et al., 2011). Pacientes que necessitam ficar mais tempo em UTI encontram dificuldade no desmame. aproximadamente 40% dos pacientes na UTI necessitam de VM e destes, cerca de 20 a 25% encontram dificuldades do desmame e em torno de 40% do tempo gasto na UTI é dedicado a este processo. (ALI NA et al., 2008; DE JONGHE B et al., 2007; GROSU et al., 2012; SCHEURINGER et al., 2005; STOLL et al., 2005; VAN DER SCHAAF et al., 2009).

Sibinelli e Cols (2012), relata que em apenas 7 dias de repouso no leito uma pessoa pode perder até 30% da força muscular, pois o sistema musculoesquelético é projetado para se manter em movimento. A fraqueza relacionada ao paciente critico é comum e acomete 30 a 60% dos pacientes, sendo que a VM e o tempo de imobilidade contribuem para isso. (LAUPLAND et al., 2006).

A sobrevivência de pacientes na UTI vem trazendo custos pela diminuição da funcionalidade e da qualidade de vida desses pacientes, pois esses pacientes necessitam de cuidados especiais e ainda se afastam de seus trabalhos por muito tempo após sua alta. (BURTIN et al., 2009; CHEUNG et al., 2006; FRANÇA E COLS., 2012; GOSSELINK et al., 2011; PERME e CHANDRASHEKAR, 2009; UNROE, 2010).

A imobilidade acomete vários órgãos e sistemas osteoarticulares, cardiopulmonares, gastrointestinais entre outros o que contribui para diminuição da funcionalidade e aumento da permanência na UTI. (CIRIO et al., 2003; TRUONG et al., 2009). Efeitos relacionados ao desuso e relacionados a alterações na ventilação, circulação e sistema nervoso central e sensação de fadiga podem ser causados pela imobilidade. Entre pacientes hospitalizados, especialmente os idosos temos um aumento do tempo de reabilitação, levando em conta o paciente como um todo, elevando assim, os custos econômicos de uma doença com risco de vida. (CERIANA et al., 2003; HIRSCH et al., 1990; TOPP et al., 2002). A disfunção muscular esquelética está associada a uma sensação subjetiva de fadiga (AARONSON BURMAN, 1994; ST. PIERRE et al., 1992). Mesmo entre indivíduos

saudáveis, a fadiga pode levar à auto - limitação de atividade e mobilidade (BAUTMANS et al., 2005). Porém, ainda não são compreendidos completamente.

As associações da VM com os efeitos do imobilismo resultam em perda de fibras musculares, acarretando significativa redução da força muscular respiratória e periférica, sendo assim, o tempo de imobilidade será determinante na gravidade da disfunção contrátil pelas mudanças nas propriedades intrínsecas das fibras musculares. (DE JONGHE BE et al., 2002; LEIJTEN et al., 1995).

Além de suas comorbidades de origem, alguns fatores como hipercapnia, hipóxia, desnutrição, tratamento com corticosteroides e instabilidades hemodinâmicas e principalmente barreiras à imobilidade, podem afetar adversamente o estado do paciente resultando em um maior período de intubação e internação hospitalar. (BORGES et al., 2009; CIRIO et al., 2003; PERME e CHANDRASHEKAR, 2009). Vários são os fatores que influenciam a disfunção muscular principalmente a inatividade, inflamação, utilização de agente farmacológicos e a presença de síndromes neuromusculares associadas ao estado crítico do paciente. (NORDON-CRAFT et al., 2012).

As principais complicações musculoesqueléticas apresentadas pelos pacientes críticos incluem perda de força muscular, contraturas, doenças articulares degenerativas entre outros. (BURTIN et al., 2009; DITTMIER e TEASELL, 1993). As complicações a longo prazo da unidade de cuidados intensivos incluem fraqueza muscular profunda (AMBROSINO et al., 2012; HERRIDGE et al., 2011; LIPSHUTZ; GROPPER, 2013), depressão (DAVYDOW et al., 2009; LIPSHUTZ; GROPPER, 2013) e menor qualidade de vida (DOWDY et al., 2005; KAPFHAMMER et al., 2004; LIPSHUTZ; GROPPER, 2013), os quais são registrados até 5 anos pós-alta (LIPSHUTZ; GROPPER, 2013).

Todos os fatores relacionados com a imobilidade e a doença de origem do paciente podem ocasionar uma perda de força e de massa muscular (DANTAS et al., 2012; SILVA et al., 2010).

A polineuropatia e a miopatia são doenças neuromusculares que acometem o paciente crítico causando uma fraqueza profunda e reflexos diminuídos e acabam causando um aumento do tempo de internação e um tempo maior de desmame da VM. Esta doença acomete até 25% dos pacientes críticos que ficam vários dias em VM. (ALI NA et al., 2008; CITERIO et al., 2015; DE JONGHE B et al., 2002; NANAS et al., 2008; SCHWEICKERT; HALL, 2007). Medicamentos, sepse, agentes

bloqueadores neuromusculares, controle glicêmico inadequado, hipoalbuninemia, uso de corticosteroides, germes gram negativos podem estar envolvidos no desenvolvimento desta doença. (AMAYA-VILLAR et al., 2005; DE LETTER MA et al.,2001; GARNACHO-MONTERO et al., 2001; NANAS et al., 2008). Mecanismos de inflamação como sepse, trauma, lesão, tumor e desnutrição induzem as doenças neuromusculares periféricas como a miopatia e neuropatia. (BOLTON; LATRONICO, 2011).

A etiologia é multifatorial e está associada com o comprometimento da função física e estado de saúde em pacientes que passaram algum tempo na UTI, o que pode persistir até mesmo anos após a alta hospitalar. (FLETCHER et al., 2003; HERRIDGE, 2011). Isto aumenta drasticamente a duração de tratamentos pós- UTI (incluindo a reabilitação) e provoca graves alterações sociais, psicológicas e consequências econômicas.

Estas complicações que acometem o paciente crítico, na imobilidade podem perdurar por muito tempo, estudos relatam que de 5 a 8 anos esses efeitos podem durar após a alta da UTI podendo apresentar fraqueza, diminuição na capacidade de realizar exercício, e dificuldade a voltar ao trabalho. (HERRIDGE E COLS., 2003; IWASHYNA E COLS., 2010). A doença inflamatória pode causar disfunção contrátil do diafragma, contribuindo com a insuficiência respiratória (SMITH; REID, 2006), onde a resistência do diafragma pode também ser reduzida por descarga ou descanso do diafragma durante o suporte ventilatório prolongado (MACINTYRE, 2005; SMITH; REID, 2006).

Assim, a perda da massa muscular é um grande problema a ser enfrentado nas unidades de terapia intensiva, esta pode aparecer mais elevada durante as primeiras 2 a 3 semanas de internação em UTI, essa diminuição da massa muscular parece uma consequência inevitável da imobilidade (BURTIN et al., 2009; GRUTHER et al., 2008; REID et al., 2004; SILVA et al., 2010; TRUONG et al., 2009) e muitas vezes essa perda de massa muscular pode ser mascarada pela retenção de líquido que esses pacientes apresentam pelo uso de remédios e por inflamação. (DANTAS et al., 2012; GRUTHER et al., 2008; REID et al., 2004).

Segundo Truong (2009), as alterações na massa muscular provocam efeitos deletérios no músculo, o quadríceps pode perder de 1% a 1,5% de sua força para cada dia de repouso em pessoas saudáveis. Por estarem em uma situação de doença os pacientes em ventilação mecânica podem perder muito mais força

muscular resultando numa maior duração de ventilação mecânica e tempo de permanência na UTI.

Estudos em indivíduos saudáveis mostram que o repouso causa efeitos deletérios imediatos no músculo, existe uma redução de sarcômeros, resultando no encurtamento muscula e na perda de força contrátil diária, podendo essa redução chagar a 10% após uma semana de repouso completo em pessoas saudáveis. (KASPER et al., 2002). Ainda, o repouso pode levar a síndromes que são difíceis de reverter, como contraturas que se formam em até 8 horas de repouso. A inatividade afeta não só apenas os músculos esqueléticos, podendo afetar a função pulmonar (YENDE et al., 2006).

Sobreviventes da UTI tem limitações na função física, deficiência cognitiva e problemas psicológicos, isso causa grande impacto nas atividades de vida diária e redução da qualidade de vida. (IWASHYNA et al., 2010; JACKSON et al., 2009; VAN DER SHAAF et al., 2009).

As complicações da perda de força muscular e da massa muscular são muito mais fáceis de prevenir do que tratar por isso, o fisioterapeuta deve estar envolvido na prevenção e no tratamento dos pacientes em ventilação mecânica, contribuindo para um bem-estar geral e na melhora do estado funcional deste paciente durante sua estadia na UTI e na sua alta. Por isso é importante que o paciente crítico não fique totalmente imóvel durante a ventilação mecânica e que a mobilização deste paciente comece o quanto antes. (DITTMIER e TEASELL, 1993; GOSSELINK et al., 2011; PERME e CHANDRASHEKAR, 2009).

2.2 MUSCULATURA RESPIRATÓRIA E INATIVIDADE

O diafragma é um dos músculos que podem ser afetados pela imobilidade, diminuindo sua capacidade de força, podendo estar associado ao aumento do tempo de desmame, por isso a mobilização precoce é importante na preservação da massa muscular, tanto periférica quanto dos músculos respiratórios. A atrofia do diafragma durante a ventilação mecânica está correlacionada com a gravidade do quadro e a gravidade da fraqueza adquirida pelo paciente durante a ventilação mecânica. (CAMERON et al.,2015; KORUPOLO et al., 2009).

A fraqueza dos músculos respiratórios está relacionada ao tempo de VM e se apresenta muito similar a fraqueza dos músculos periféricos. Os músculos

respiratórios enfraquecidos e a carga imposta ao sistema respiratório durante a VM são uma das maiores causas de falha no desmame. (FRANÇA et al., 2012). Sabemos que a fraqueza muscular está ligada a falha do desmame do ventilador e prolonga o tempo de VM, podendo aumentar também o risco de aspiração pelo acometimento da faringe (MIRZAKHANI et al., 2013), tudo isso contribui para o aumento da permanência, duração da internação e mortalidade no hospital. (MIRZAKHANI et al., 2013).

Estudos apontam que a mobilização precoce com cicloergômetro é uma ferramenta segura e viável para ser utilizada em pacientes críticos, melhorando a capacidade funcional e a força dos pacientes, porém não temos nenhum estudo que avalie o impacto desta intervenção sobre o diafragma. (BURTIN et al.,2009).

A sobrecarga que a VM causa no sistema respiratório determina o aparecimento da atrofia diafragmática e disfunção, sendo chamado de disfunção diafragmática induzida pelo ventilador (VIDD). A VIDD está diretamente ligada a falha de desmame. Sugere-se que a redução da espessura do diafragma pode chegar a 6% por dia de VM e pode iniciar nas primeiras 48h após iniciar a VM. (GROSU et al., 2012). Estudos em animais e humanos tem mostrado que a VM induz a VIDD e é definida como a perda da capacidade de o diafragma gerar força. (LEVINE et al., 2008; PETROF; VASSILAKOPOULOS, 2004). A fisioterapia se torna essencial para a recuperação e preservação desta musculatura, trabalhando a funcionalidade e fazendo cada vez mais parte da equipe multiprofissional que cuida do paciente crítico. (DESAI et al., 2011; MALKOÇ et al., 2009).

2.3 AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR NA UTI

2.3.1 MRC

O *Medical Research Council* (MRC), é usado para realizar a avaliação da força muscular periférica, é reprodutível e com alto valor preditivo em vários estudos no paciente crítico. (BURTIN et al., 2009). Ele pode ser feito de forma simples e é necessário a colaboração do paciente, através de uma escala (BITTNER et al., 2009; LATRONICO; RASULO, 2010;). Podemos quantificar o grau de força de cada grupo muscular quantificando valores de 0 (paralisia total) e 5 (força muscular normal), sendo avaliada através de seis movimentos bilateral, podendo compreender valores de 0 a 60. (BITTNER et al., 2009; LATRONICO; RASULO, 2010).

2.3.2 Ultrassonografia

Sendo considerado como um método seguro e prático o ultrassom permite a avaliação hemodinâmica rápida e a visualização torácica, abdominal e suas principais estruturas (MATAMIS et al., 2013). O ultrassom vem se tornando uma ferramenta valiosa na avaliação de pacientes na UTI. (BEAULIEU, parte 1, 2005; BEAULIEU, parte 2, 2005). A ultrassonografia é uma técnica não invasiva, que provou ser segura, fácil de usar, modalidade precisa, usada a beira do leito, superando muitas das limitações padrão de técnicas de imagem. (MATAMIS et al., 2013).

São várias as técnicas que podem ser utilizadas para avaliar a arquitetura muscular, como a tomografia, ressonância magnética e o ultrassom, por sua vez, o ultrassom parece ser um instrumento válido e prático para avaliar a massa muscular e a mobilidade diafragmática. Com o ultrassom conseguimos avaliar as fibras musculares, seu comprimento e sua orientação, assim como mobilidade diafragmática. (BRACACCIOA et al., 2008; GRUTHER et al., 2008; REID et al., 2004; WALKERA et al., 2004).

O ultrassom pode mapear as camadas superficiais e profundas do tecido. Através do Ultra Som pode-se identificar facilmente músculo, gordura, tendão, ossos entre outros, ele pode fornecer informações desde camadas superficiais até as mais profundas, sendo muito utilizado para detectar atrofias musculares, fornecendo, assim indícios importantes para a recuperação dos pacientes imobilizados por longos períodos. (WALKER et al., 2004). Assim, o ultrassom deve ser considerado um importante método para avaliação da musculatura esquelética dentro da UTI, porém mais estudos são necessários para documentar a perda de massa muscular do paciente crítico e da mobilidade diafragmática. (GRUTHER et al., 2008).

2.3 MOBILIZAÇÃO PRECOCE DO PACIENTE ADULTO CRÍTICO

A medicina utilizava o repouso absoluto como adjuvante no tratamento de doenças graves, no entanto no início do século 20 pesquisadores começaram a reconhecer sequelas do repouso absoluto completo, mostrando que a imobilidade no leito é fisiologicamente e psicologicamente doentes. (DOCK, 1944). O repouso absoluto não mostrou benefícios e destacou danos aos sistemas respiratório e pulmonar. (ALLEN et al., 1999).

Levando em consideração a sobrevivência maior a longo prazo e os custos que o tratamento dos pacientes críticos tem gerado tanto durante como após a alta hospitalar, as investigações em terapia intensiva estão direcionadas principalmente a reabilitação precoce destes pacientes, evitando principalmente as comorbidades após a UTI. (CLINI et al., 2009; MOREIRA, 2012).

Para diminuirmos as complicações relacionadas a imobilidade do paciente crítico é muito importante a mobilização precoce, para que haja uma prevenção do descondicionamento físico induzido pela doença crítica. A mobilidade passiva precoce pode evitar a atrofia muscular e a perda de força. (BURTIN et al., 2009; CIRIO et al., 2003; GOSSELINK et al., 2011; TRUONG et al., 2009; PINHEIRO e CHRISTOFOLETTI, 2012).

A mobilização precoce é a aplicação da técnica que ocorre dentro dos primeiros 2 a 5 dias de internação daquele paciente criticamente doente. Ela inclui intervenções como o cicloergômetro e a estimulação elétrica. Na UTI, a mobilização precoce é aplicada com a intenção de manter ou restaurar a força musculoesquelética e a função, assim potencialmente promover melhora funcional. A grande limitação na capacidade de determinar os resultados da mobilização precoce é a variedade de técnicas diferentes empregadas, bem como a falta de padronização e definição através de estudos. (HODGSON et al., 2013).

A mobilização precoce pode incluir alongamentos passivos, posicionamentos adequados no leito, cicloergômetro passivo na cama ou eletroestimulação. Uma das intervenções que está de acordo com esta definição é a utilização de cicloergômetro que vem sendo muito utilizado para treinar força em pacientes em condições de imobilidade. A intervenção por meio de cicloergômetro vem se mostrando uma ferramenta segura e ele pode ser utilizado passivamente e ativamente sendo ajustada de acordo com a capacidade de cada paciente e o objetivo do fisioterapeuta. (BURTIN et al., 2009; GOSSELINK et al., 2011). Conforme BURTIN et al. (2009), em seu estudo utilizou o cicloergômetro de membros inferiores em pacientes de UTI e achou que os pacientes que utilizaram o cicloergômetro melhoraram a função muscular após alta em comparação com os pacientes que realizaram apenas fisioterapia convencional.

Contudo, de forma geral, a mobilização precoce no paciente crítico não ajuda apenas na musculatura esquelética, ela também é muito importante no processo de desmame da ventilação mecânica ajudando o paciente a melhorar suas capacidades

funcionais e previne novas internações. Desta forma, quanto mais cedo for iniciada a mobilização do paciente crítico melhor seu efeito (CHIANG et al., 2010; CIRIO et al., 2003; NAVA et al., 2002; SILVA et al., 20010).

Conforme Perme e Chandrashekar (2009), a mobilização precoce pode reduzir as complicações decorrentes do acamamento e promover a melhoria da função, antes e após o desmame do suporte ventilatório, melhorando a força total e a resistência do paciente.

Entretanto, para a mobilização precoce ser efetiva é muito importante uma avaliação fisioterapêutica detalhada levando em consideração todos os problemas relacionados com a fraqueza muscular e as doenças do paciente. Gosselink et al. (2011), afirma que é necessária uma avaliação detalhada de algumas variáveis como o nível de cooperação, reserva cardiorrespiratória, força muscular, mobilidade articular e estado funcional. A mobilização precoce deve variar de acordo com o quadro clínico do paciente e deve ser feita de acordo com o estágio da doença crítica e condições co-mórbidas. (CIRIO et al., 2013; GOSSELIK et al., 2011; PINHEIRO AND CHRISTOFOLETTI, 2012). O fisioterapeuta deve ser responsável por toda a mobilização precoce, desde sua prescrição até sua execução trabalhando com uma equipe interdisciplinar. (GOSSELINK et al., 2011; PERME AND CHANDRASHEKAR, 2009).

O principal objetivo da mobilização precoce é diminuir o tempo de imobilização no leito que pode estar relacionado a diversos fatores como: o quadro clínico, o motivo da internação, a preferência individual por permanecer no leito, a administração de sedação e analgésicos, além da cultura da equipe de reabilitação (KRESS, 2009; PERME et al., 2006). A mobilização é uma hipótese para preservar a força e a massa muscular, melhorando o fluxo de sangue, estimulando a produção de citosinas anti-inflamatórias, e aumentando a atividade da insulina e captação de glicose no músculo. (VAN ASWEGEN; MYEZWA, 2008).

A mobilização precoce vem sido considerada segura e viável e raramente provoca reações adversas, ela deve ser aplicada diariamente, tanto em pacientes estáveis, acamados e inconscientes. (BAILEY et al., 2009; MORRIS, 2008). Porém, mesmo as evidências apontando que a mobilização precoce é uma ferramenta importante na reabilitação do paciente, muitos profissionais ainda têm receio de mobilizar os pacientes principalmente em VM. (BORGES, 2009; NOZAWA, 2008; SKINNER, 2008; STOCKLEY, 2010).

A melhora no estado funcional, com saída do leito e deambulação precoce, e a diminuição do tempo de permanência hospitalar, são indicadores positivos promovidos pela abordagem motora. (BAILEY, 2007; MORRIS, 2008). Ainda há muitas divergências sobre a mobilização precoce principalmente sobre qual técnica usar, a duração e frequência. (PINHEIRO, 2012).

Muitas são as barreiras enfrentadas para a realização da mobilização precoce como a falta de equipamentos, equipe adequada, preocupação com a segurança do paciente e estabilidade deste e claro a escassez de dados sobre a eficácia e importância da técnica. (GENC, 2012; MORRIS PE, 2007). A principal delas é a segurança do paciente, muitos podem ser os efeitos adversos como: deslocamento de linhas vasculares, sondas e cateteres. (MORRIS, 2007). Porém, já existem estudos que relatam que tendo uma equipe treinada esses riscos diminuem. (BAILEY et al., 2007; BURTIN et al., 2009; LEDITSCHKE et al., 2012; MORRIS et al., 2008; NEEDHAM et al., 2010; SCHWEICKERT, 2009; THOMSEN, 2008;).

Estudos mais recentes tem relatado que a mobilização precoce é benéfica e deve ser incluída diariamente e que paciente que recebem tem menos dias de ventilação mecânica, menor dependência da VM, tempo de internação menor e uma melhor e ainda é necessário que seja estudada a otimização dos resultados ainda é necessário Otimização de resultados para padronização, (CAMERON et al., 2015) ainda em outro estudo demonstra em quatro categorias (respiratório, cardiovascular, neurológico e vascular) a mobilização foi segura, com exceção da vascular e que intubação não é uma contra indicação para mobilização precoce. (HODGSON et al., 2014). Outro estudo demonstrou que a mobilização precoce dentro da UTI não faz parte da rotina, mesmo tendo profissionais capacitados para isso, e pelo menos metade dos pacientes que tinham alta, apresentavam algum tipo de fraqueza muscular, por isso é importante ressaltar a importância da mobilização precoce e que ela seja implantada dentro da UTI. (THE TEAM STUDY INVESTIGATORS, 2015).

Embora já existam estudos demostrando que a mobilização precoce segura viável e traz benefícios aos pacientes, mais pesquisas são necessárias para melhora das técnicas e para padroniza-las. (HODGSON et al., 2013).

2.4 RECURSOS PARA REALIZAR A MOBILIZAÇÃO PRECOCE

2.4.1 Cinesioterapia

O fisioterapeuta utiliza a cinesioterapia como ferramenta para melhorar o bem-estar do paciente, tanto do sistema musculoesquelético quanto cardiopulmonar. (COLBY; KISNER, 1998; KOTTKE et al., 1984). Por isso, utilizamos a cinesioterapia é capaz de minimizar os efeitos da inatividade, corrigir disfunções musculares e adquirir maiores amplitudes de movimento para as articulações, também ajuda o paciente a ter mais funcionalidade, utilizando suas habilidades durante o exercício. (GARDINER, 1995).

A cinesioterapia em pacientes críticos é uma intervenção segura, viável e bem tolerada. Ela deve ser avaliada para evitar intercorrências como instabilidade hemodinâmica e respiratória ou alguma assincronia entre o paciente e o ventilador. Devemos contrapor as reações adversas que podem ocorrer, com as consequências do imobilismo. (MARTINEZ et al., 2013; PINHEIRO & CHRISTOFOLETT, 2012). Os exercícios têm sido vistos cada vez mais como parte do processo de recuperação do paciente crítico, pois melhora a função pulmonar, muscular e funcional do paciente, diminuindo o tempo de VM e a permanências na UTI. (KORUPOLU et al., 2009; THOMSEN et al., 2008). No entanto, os exercícios terapêuticos demonstram benefícios, principalmente quando iniciados precocemente, apesar das variedades de abordagens. (CLINI; AMBROSINO, 2005). Postergar o início dos exercícios apenas colabora para intensificar o déficit funcional do paciente.

Os protocolos de mobilização são importantes para a realização da mobilização precoce, esses protocolos vão desde exercícios com menor taxa metabólica como a mobilização passiva, a realização de transferências até exercícios com carga para membros superiores (MMSS) e membros inferiores (MMII) e a utilização de ergômetros. (GOSSELINK et al, 2008).

2.4.2 Estimulação Elétrica Neuromuscular

A Estimulação Elétrica Neuromuscular EENM consiste na ação de estímulos elétricos terapêuticos aplicados sobre o tecido muscular, por meio do sistema nervoso periférico, que restaura funções motoras e sensoriais. (MATHEUS et al.,

2007). A EENM é um método que induz o crescimento do músculo esquelético, além de aumentar a força e a capacidade de resistência dos pacientes em pacientes que não são capazes realizar exercícios ativos. Assim, ela se torna um caminho para prevenir a perda de massa muscular. (BAX et al., 2005; CREVENNA, 2006). Esta técnica é utilizada em pesquisas e na parte clínica para a reabilitação, ela pode ser utilizada para recuperação e conservação da massa muscular e função. (GIBSON et al., 1988; SNYDER-MACKLER et al., 1995). A EENM é de particular interesse na UTI, pois a perda de massa muscular é rápida e mais grave do que em outras condições crônicas, além disso, a técnica pode ser utilizada facilmente em pacientes imobilizados e sedados. (NEEDHAM et al., 2009).

Segundo Bickel e Gregory (2011), realizaram uma nova revisão com o objetivo de fornecer informações sobre o que os estudos anteriores sugerem sobre as diferenças entre a contração voluntária e através da EENM em relação a ativação de unidades motoras e concluíram que o recrutamento durante a estimulação elétrica é do tipo não seletivo, assincrônico e não é fixo. Segundo os autores, ambas as fibras, lentas e rápidas são recrutadas não seletivamente através da EENM a baixos ou altos níveis de força.

Apesar da atratividade fisiológica da EENM, os ensaios clínicos randomizados que avaliam os efeitos da técnica nos primeiros sete dias de internação na UTI ainda relatam metodologias muito distintas e conflitantes, no que diz respeito a diferenças na seleção dos pacientes, a inclusão ou exclusão de pacientes com sepse e a aplicação da técnica para populações heterogêneas. (GEROVASILI et al., 2009a; GEROVASILI et al., 2009b; RODRIGUEZ et al., 2012; ROUTSI et al., 2010).

2.4.3 Prancha ortostática

O ortostatismo é um recurso terapêutico indicado para readaptar os pacientes a posição vertical, quando este é incapaz de manter essa postura em segurança (CHANG et al., 2004; JERRE et al., 2007; NEEDHAM, 2008; MORRIS; HERRIDGE, 2007). Esta prática pode trazer controle autonômico do sistema cardiovascular, melhora da oxigenação, aumento da ventilação, melhora do estado de alerta, estimulação vestibular, prevenção da contratura articular e úlceras de pressão. (CHANG et al., 2004; JERRE et al., 2007; VELLAR; FORTI, 2008).

Chang et al. (2004) relata em seu trabalho que a otimização dos volumes pulmonares pode estar associada a redistribuição das secreções pulmonares, facilitando a tosse ou a aspiração das mesmas. A técnica também seria benéfica para os pacientes que não são capazes de participar ativamente de exercícios respiratórios de expansão pulmonar (CHANG et al., 2004).

2.4.4 Cicloergômetro

O cicloergômetro é um aparelho estacionário, que permite rotações cíclicas, podendo ser utilizado para realizar exercícios passivos, ativos e resistidos com os pacientes. (NEEDHAM et al., 2009). Este dispositivo tem sido testado em indivíduos saudáveis, como parte de programas de pesquisa, e foi encontrado que este preserva a espessura do músculo coxa durante a imobilização prolongada (ELLIS et al., 1993). Apesar de ser frequente seu uso em ambiente ambulatorial para auxiliar na reabilitação de pacientes com doença DPOC (NICI et al., 2006), poucos estudos avaliam seu uso em ambiente hospitalar e de terapia intensiva. (BURTIN et al., 2009; DANTAS et al., 2012; PINHEIRO; CHRISTOFOLETTI, 2012; PORTA et al., 2005).

Evidências recentes sugerem que cicloergômetros também podem ser úteis em pacientes com acidente vascular cerebral subagudo e crônico, lesão cerebral, doenças neurológicas degenerativas crônicas, e lesão na da medula espinhal. Comercialmente cicloergômetros disponíveis mostram grandes diferenças em termos de estrutura e função que têm um impacto direto sobre os protocolos de reabilitação específicos. (CAPODAGLIO et al., 2007).

Porta e Cols. (2005), foram os primeiros a utilizar esse tipo de dispositivo, porém, o exercício somente foi iniciado após o desmame da VM e realizado com os membros superiores (MMSS). Os estudos de Burtin e Cols. (2009) e de Dantas e Cols. (2012), relatam que o uso precoce desse dispositivo (durante a assistência ventilatória) aumenta a força muscular e está associado a melhora da capacidade funcional dos indivíduos.

Este método também demonstrou ser seguro e praticável em estudos durante hemodiálise (MOUG et al., 2004) e em pacientes com DPOC (LARSON et al., 1999). É uma forma de mobilização baseada em bicicleta ergométrica, além de tratamento

padrão já foi usado como uma forma de mobilização precoce em um único estudo randomizado de 90 pacientes em estado crítico, e comparado com o tratamento padrão. Neste estudo, a mobilização baseada no cicloergômetro melhorou a média de uma caminhada de 6 minutos na alta hospitalar. (BURTIN et al., 2009).

Um estudo buscou avaliar a viabilidade e a segurança do cicloergômetro como rotina da UTI e atestou que o uso dessa ferramenta é segura, porém são necessários mais estudos para ver os seus benefícios (KHO et al., 2015).

Através da revisão de literatura percebemos a importância do estudo com a mobilização precoce do paciente crítico para evitarmos doenças e diminuirmos tempo de hospitalização.

3 REFERÊNCIAS

AARONSON, L.S.; BURMAN, M.E. Use of health records in research: reliability and validity issues. **Res Nurs Health**, v.17, n.1, p. 67–73, 1994.

ALI, N.A et al. Acquired weakness, handgrip strength, and mortality in critically ill patients. **Am J Respir Crit Care Med,** v. 178, n.3, p. 261–8, 2008.

ALLEN, C.; GLASZIOU, P.; DEL MAR, C. Bed rest: A potentially harmful treatment needing more careful evaluation. **Lancet**, v. 354, p.1229–33, 1999.

AMAYA-VILLAR, R. et al. Steroid induced myopathy in patients intubated due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. **Intensive Care Med**, v.31, p.157-61, 2005.

AMBROSINO, N. et al. Rehabilitation, weaning and physical therapy strategies in chronic critically ill patients. **Eur Respir J**, v.39, n.2, p. 487–92, 2012.

BAILEY, P. et al. Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. **Crit Care Med**, v. 35, n.1, p.139-45, 2007.

BAILEY, P. P.; MILLER, R.R.; CLEMMER, T.P. Culture of early mobility in mechanically ventilated patients. **Crit Care Med**, v. 37, n. 10 (Suppl), p. S429-35, 2009.

BAUTMANS, I. et al. The feasibility of whole body vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. **BMC Geriatrics**, v.5, p.17, 2005.

BAX, M. et al. Executive Committee for the Definition of Cerebral Palsy. Proposed definition and classification of cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol**. v.47, n.8, p.571-6, 2005.

BEAULIEU, Y.; MARIK, P.E. Bedside ultrasonography in the ICU: part 1. **Chest**, v.128, p.881–895, 2005.

BEAULIEU, Y.; MARIK, P.E. Bedside ultrasonography in the ICU: part 2. **Chest**, v.128, p.1766–1781, 2005.

BICKEL CS, GREGORY CM, DEAN JC. Motor unit recruitment duryng neuromuscular electrical stimulation: a critical appraisal. **Eur J Appl Physiol**. 2011 Oct;111(10):2399-407

BITTNER, E.A. et al. Measurement of muscle strength in the intensive care unit. **Crit Care Med**, v.7, n.10 (Suppl), p. S321-30, 2009.

BORGES, V.M. et al. Fisioterapia motora em pacientes adultos em terapia intensiva. **Rev Bras Ter Intensiva***,* v. 21, n.4, p.446-52, 2009.

BRANCACCIOA, P. LIMONGELLIA, F.M; D'APONTEA, A; NARICI, M; MAFFULLI, N. Changes in skeletal muscle architecture following a cycloergometer test to exhaustion in athletes. **J Science Med Sport,** 11, 538—541, (2008).

BURTIN, C; CLERCKX, B; ROBBEETS, C; FERDINANDE, P; LANGER, D; TROOSTERS, T; HERMANS, G; DECRAMER, M; GOSSELINK, R. Early Exercise in Critically Ill Patients Enhances Short-Term Functional Recovery. **Crit Care Med,** 37(9):2499-2505, 2009.

CAMARGO PIRES NETO R, FOGAÇA KAWAGUCHI YM, SAYURI HIROTA A, FU C, TANAKA C, CARUSO P, PARK M, RIBEIRO CARVALHO CR. Very early passive cycling exercise in mechanically ventilated critically ill patients: physiological and safety aspects- a case series. **PLos One**. 2013 Sep. 9;8(9):e74182.

CAMERON S, IAN B, CEPINSKAS G, CHONG K, DOHERTY TJ, ELLIS CG et al. Early mobilization in the critical care unit: A review of adult and pediatric literature. J **Crit Care**, 30: 2015;664–672.

CAPODAGLIO, P. et al. Cycle ergometers in rehabilitation medicine: technical characteristics and selection criteria. **G Ital Med Lav Ergon***,* v. 29, n. 4, p. 942-8, 2007.

CERIANA, P. et al. Use of bronchodilators during non-invasive mechanical ventilation. **Monaldi Arch Chest Dis***,* v.59, n.2, p.123-127, 2003.

CHANG, A.T. et al. Standing with assistance of a tilt table in intensive care: a survey of Australian physiotherapy practice. **Aust J Physiother**, v.50, n.1, p.51-4, 2004

CHEUNG, A.M. et al. Two-year outcomes, health care use, and costs of survivors of acute respiratory distress syndrome. **Am J Respir Crit Care Med**. v.174, p. 538–544,2006.

CHIANG, L-L; WANG, L-Y; WU, C-P; WU, H-D; WU, Y-T. Effects of Physical Training on Functional Status in Patients With Prolonged Mechanical Ventilation. **Phisical Therapy,** 86:1271-1281, 2006.

CIRIO, S; PIAGGI, G.C; DE MATTIA, E; NAVA, S. Muscle retraining in ICU patients. **Arc Chest Dise,** 59: 4, 300-303, 2003

CITERIO G, et al. Year in review in Intensive Care Medicine 2014: I. Cadiac dysfunction and cardiac arrest, ultrasound, neurocritical care, ICU acquired weakness, nutrition, acute kidney injury, and miscellaneous. **Intesive Care Med**. 2015 Feb; 41(2): 179-191.

CLINI, E.; AMBROSINO, N. Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. **Respir Med**. v. 99, n. 9, p.1096-104, 2005.

CREVENNA, R. et al. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Fialka-Moser%20V%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=16523264 Neuromuscular electrical stimulation for a patient with metastatic lung cancer--a case report. **Sup Care Cancer,** v.14, n.9, p. 970-3, 2006

DANTAS,C.M; SILVA,P.F.S; SIQUEIRA,F.H.T; PINTO,R.M; MATIAS.S; MACIEL.C; OLIVEIRA.M.C; ALBUQUERQUE, C.G; ANDRADE,F.M.D; RAMOS, F.F; FRANÇA, E.E.T. Influência da mobilização precoce na força muscular periférica e respiratória em pacientes críticos. **Rev Bras de Terap Inten,** 24(2):173-178, 2012.

DAVYDOW, D.S. et al. Depression in general intensive care unit survivors: a systematic review. **Intensive Care Med**, v. 35, n.5, p. 796–809, 2009.

DE JONGHE, B. et al. Does ICU-acquired paresis lengthen weaning from mechanical ventilation?. **Intensive Care Med**, v. 30, p. 1117-1121, 2004.

DE JONGHE, B. et al. Groupe de Reflexión et d'etude des neuromyopathies en réanimation Paresis acquired in the intensive care unit: a prospective multicenter study. **JAMA** 2002. Dec 11; 288(22): 2859-67

DE JONGHE, B. et al. Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. **Crit Care Med***,* v. 35, n.9, p. 2007-15, 2007.

DE LETTER, M.A. et al. Risk factors for the development of polyneuropathy and myopathy in critically ill patients. **Crit Care Med***,* v.29, p. 2281–6, 2001.

DESAI, S.V.; LAW, T.J.; NEEDHAM, D.M. Long-term complications of critical care. **Crit Care Med**. v.39, n.2, p. 371-9, 2011.

DITTMIER, D.K; TEASELL, R. Complications of immobilization and bed rest. Part 1: Musculoskeletal and cardiovascular complications. **Canadian Family Physi**, VOL 39 Jan. 1993.

DOCK, W. The evil sequelae of complete bed rest. **JAMA**, p.125, p. 1083–85, 1944

DOWDY, D.W. et al. Quality of life in adult survivors of critical illness: a systematic review of the literature. **Intensive Care Med***,* v. 31, n.5, p. 611–20, 2005.

EDBROOKE, D.L. et al. Implications of ICU triage decisions on patient mortality: a cost-effectiveness analysis. **Crit Care***,* v. 15, p. R56, 2011.

FLETCHER, S.N. et al. Persistent neuromuscular and neurophysiologic abnormalities in long-term survivors of prolonged critical illness. **Crit Care Med,** v.31, p.1012-1016, 2003.

FRANÇA, E.E.T. et al. Recomendações de fisioterapia em pacientes críticos adultos. **Rev Bras Ter Intensiva,** v.24, n.1, p. 6-22, 2012.

GARDINER, M.D. *Manual de terapia por exercícios*. São Paulo: Santos; 1995. 316p.

GARNACHO-MONTERO, J. et al. Critical illness polyneuropathy: risk factors and clinical consequences. A cohort study in septic patients. **Intensive Care Med**, v.27, p.1288–96, 2001

GEROVASILI, V. et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. **Crit Care***,* v.13, p. R161b, 2009b

GEROVASILI, V. et al. Short-term systemic eff ect of electrical muscle stimulation in critically ill patients. **Chest,** v.136, p. 1249-1256, 2009a.

GIBSON, J.N.; SMITH K, RENNIE, M.J. Prevention of disuse muscle atrophy by means of electrical stimulation: maintenance of protein synthesis. **Lancet.** v.1, n.2(8614), p.767-70, 1988

GIRARD, T.D. et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. **Lancet***,* v.12, n.371(9607), p.126-34, 2008.

GOSSELINK, R. et al. Physiotherapy for adult patients with critical illness: recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. **Intensive Care Med**. v.34, n.7, p.1188-99, 2008

GOSSELINK, R; CLERCKX, B; ROBBETS, C; VANHULLEBUSCH, T; VAMPEE, G; SEGERS, J. Physiotherapy in the Intensive Care Unit. **Neth J Crit Care -** Volume 15 - No 2, 66-75, April 2011

GRIFFITHS, R.D. et al. Effect of passive strentching on the wating of muscle in the critically ill. **Nutrition,;** v.11, n.5, p. 428-32, 1995.

GROSU, H.B. et al. Diaphragm Muscle Thinning in Patients Who Are Mechanically Ventilated. **Chest**, v.142, n.6, p.1455-1460, 2012.

GRUTHER, W; BENESCH, T; ZORN, C; PATERNOSTRO- SLUGA, T; QUITTAN, M; FIALKA-MOSER, V; SPISS, C; KAINBERGER, F; CREVENNA, R. Muscle Wasting In Intensive Care Patients: Ultrasound Observation Of the M. Quadriceps Femoris Muscle Layer. **J Rehabi Med,** 40: 185–189, 2008.

HERRIDGE, M.S. et al. Canadian Critical Care Trials Group: One-year outcomes in survivors of the acute respiratory distress syndrome. **N Engl J Med**, v. 348, p.683-93, 2003.

HERRIDGE, M.S. et al. Functional disability 5 years after acute respiratory distress syndrome. **N Engl J Med**, v.364, n.14, p.1293–304, 2011.

HIRSCH, C.H. et al. The natural history of functional morbidity in hospitalized older patients. **J Am Geriatr Soc**, v.38, p.1296-1303, 1990.

HODGSON CL, et al. Expert consensus and recommendations on safety criteria for active mobilization of mechanically ventilated critically ill adults. **Crit Care**. 2014 18:658.

HODGSON, C.L. et al. Clinical review: Early patient mobilization in the ICU. **Crit Care,** v.17, p.207, 2013.

IWASHYNA, T.J. et al. Long-term cognitive impairment and functional disability among survivors of severe sepsis. **JAMA***,* v.304, p.1787–1794, 2010.

JACKSON, J.C.; MITCHELL, N.; HOPKINS, R.O. Cognitive functioning, mental health, and quality of life in ICU survivors: an overview. **Crit Care Clin***,* v.25, n.3, p.615-28, 2009.

JERRE, G. et al. Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. **J Bras Pneumol,** v.33 (Supl 2), p.142-50, 2007.

KAPFHAMMER, H.P. et al. Posttraumatic stress disorder and health-related quality of life in long-term survivors of acute respiratory distress syndrome. **Am J Psychiatry,** v.161, n.1, p.45–52, 2004

KASPER, CE., TALBOT, LA., GAINES, JM. Skeletal muscle damage and recorvery. **AACN Clinical Issues**, v.13, p. 237-247, 2002

KAWAKAMI, Y; ABE, T; FUKUNAGA, S.Y.K.T. Training-induced changes in muscle architecture and specific tension **Euro J Appli Physi and Accupa Physi.** 72:37-43, (1995).

KHO, ME et al. Feasibility and savety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit. **J Crit Care.** 2015 (30);6:1419-1419.e5.

KISNER, C.; COLBY, L.A. *Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas*. 3ª ed. São Paulo: **Manole,** 1998. 746.

KORUPOLU R, GIFFORD JM, NEEDHAM DM: Early mobilization of critically ill patients: reducing neuromuscular complications after intensive care. **Contemp Crit Care** 2009,6(9):1-11.

KOTTKE, F.J.; STILLWELL, G.K.; LEHMANN, J.F.K. *Tratado de medicina física e reabilitação*. 3ª ed. São Paulo: **Manole,** p.423-504, 1984.

KRESS, J.P. Clinical trials of early mobilization of critically ill patients. ***Crit Care Med***. v.37 (10 Suppl), p. S442-7, 2009.

KRESS, J.P. et al. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. **N Engl J Med***,* v.342, n.20, p.1471-7, 2000.

LARSON, J.L. et al. Cycle ergometer and inspiratory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v.160, p.500-507, 1999.

LATRONICO, N.; BOLTON, C.F. Critical illness polyneuropathy and myopathy: a major cause of muscle weakness and paralysis. **Lancet Neurol***,* v.10, p.931–941, 2011.

LATRONICO, N.; RASULO, F.A. Presentation and management of ICU myopathy and neuropathy. **Curr Opin Crit Care**, v.16, n2, p.123-127, 2010.

LAUPLAND, K. et al. Long-term mortality outcome associated with prolonged admission to the ICU. **Chest***,* v.129, p.954-9, 2006.

LEDITSCHKE, I.A. et al. What are the barriers to mobilizing intensive care patients?.**Cardiopulm Phys Ther J,** v.23, n.1, p.26-9, 2012.

LEIJTEN, F.S. et al. The role of polyneuropathy in motor convalescence after prolonged mechanical ventilation. **JAMA**, v.274, p.1221-1225, 1995.

LEVINE, S. et al. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. **N Engl J Med**, v.358, n.13, p.1327-35, 2008.

LIPSHUTZ, A.K.; GROPPER, M.A. Acquired neuromuscular weakness and early mobilization in the intensive care unit. **Anesthesiology.** v.118, n.1, p.202–15, 2013.

MACINTYRE, N.R. et al.National Association for Medical Direction of Respiratory Care. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: report of a NAMDRC consensus conference. **Chest***,* v.128, n.6, p.3937-54, 2005.

MALKOÇ, M.; KARADIBAK, D.; YILDIRIM, Y. The effect of physiotherapy on ventilatory dependency and the length of stay in an intensive care unit**. Int J Rehabil Res,** v.32, n.1, p.85-8, 2009.

MARTINEZ et al. Declínio funcional em uma unidade de terapia Intensiva (UTI). **R Insp Mov Saúde**, Curitiba, v.6, n.2, p. 1-5, mar-abr. 2013.

MATAMIS, D. et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. **Intensive Care Med**, v.39, p. 801–810, 2013.

MATHEUS, J.P.C. et al. Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular durante a imobilização nas propriedades mecânicas do músculo esquelético**. Rev Bras Med Esporte**. v.13, n.1, p.55-9, 2007

MIRZAKHANI, H. et al. Muscle weakness predicts pharyngeal dysfunction and symptomatic aspiration in long-term ventilated patients. **Anesthesiology***,* v.119, p. 389–397, 2013.

MOREIRA, R.C.M. *Mobilização Precoce de Pacientes Criticamente Doentes – ensaio clínico aleatorizado*. 2012. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade Federal Minas Gerais, Belo Horizonte. 2012.

MORRIS, P.E. et al.. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. **Crit Care Med***,* v.36, n.8, p. 2238-2243, 2008.

MORRIS, P.E.; HERRIDGE, M.S. Early intensive care unit mobility: future directions. **Crit Care Clin**, v.23, n.1, p. 97-110, 2007.

MOUG, S.J. et al. Exercise during haemodialysis: West of Scotland pilot study. **Scott Med J,** v.49, p. 14-17, 2004.

NANAS, S. et al. “Predisposing factors for critical illness polyneuromyopathy in a multidisciplinary intensive care unit,” **Acta Neurologica Scandinavica,** v.118, n.3, p. 175–181, 2008.

NAVA, S; PIAGGI, G; DE MATTIA, E; CARLUCCI A. Muscle retraining in the ICU patients. **Min Anestesio***,* 68:341-5, 2002.

NEEDHAM DM, TRUONG AD, FAN E. Technology to enhance physical rehabilitation of critically ill patients. **Crit Care Med.** 2009 Oct; 37 (10 Suppl): S436-41.

NEEDHAM, D.M. Mobilizing patients in the intensive care unit: improving neuromuscular weakness and physical function. **JAMA,** v.300, n.14, p.1685-90, 2008

NEEDHAM, D.M. et al. Early physical medicine and rehabilitation for patients with acute respiratory failure: a quality improvement project. **Arch Phys Med Rehabil.** v.91, n.4, p.536-42, 2010.

NORDON-CRAFT, A. et al. Intensive care unit-acquired weakness: implications for physical therapist management. **Phys Ther.** v.92, n.12, p.1494–506, 2012.

NOZAWA, E. et al. Perfil de fisioterapeutas brasileiros que atuam em unidades de terapia intensiva. **Fisioter Pesquisa***,* v.15, n.2, p. 177-82, 2008.

PERME, C.; Chandrashekar, R. Early mobility and walking program for patients in intensive care units: creating a standard of care. **Am J Crit Care,** v.18, n.3, p. 212-21, 2009.

PINHEIRO, A.R.; CHRISTOFOLETTI, G. Fisioterapia motora em pacientes internados na unidade de terapia intensiva: uma revisão sistemática. **Rev Bras Ter Intensiva,** v.24, n.2, p. 188-96, 2012.

PORTA, R. et al. Supported arm training in patients recently weaned from mechanical ventilation. **Chest***,* v.128, n.4, p. 2511-20, 2005.

REID, C.L; CAMPBELLB, I.T; LITTLE, R.A. Muscle wasting and energy balance in critical illness. **Clin Nutrition**, 23, 273–280, 2004.

RODRIGUEZ, P.O. et al. Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: Protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation. **J of Crit Care***,* v. 27, p. 319.e1–319.e8, 2012.

ROUTSI, C. et al. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuromyopathy: a randomized parallel intervention trial. **Crit Care***,* v.14, p. R74, 2010.

SAOIRSE CAMERON, MA et al. Early mobilization in the critical care unit: A review of adult and pediatric literature. **J. Crit Care** 30 (2015) 664-672.

SCHEURINGER, M. et al.. ICF Core Set for patients with musculoskeletal conditions in early post-acute rehabilitation facilities. **Disability and Rehabilitation***,* v.27, n.7/8, p.405-10, 2005.

SCHWEICKERT, W.D. et al. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. **Lancet,** v. 373, p. 1874- 1882, 2009.

SCHWEICKERT, W.D.; HALL, J. ICU-acquired weakness. **Chest,** v.131, n.5, p. 1541-9, 2007.

SIBINELLI, M. et al. Efeito imediato do ortostatismo em pacientes internados na unidade de terapia intensiva de adultos. **Rev Bras Ter Intensiva,;** v.24, n.1, p. 64-70, 2012.

SILVA, A.P.P; MAYNARD, K; CRUZ, M.R. Efeitos da fisioterapia motora em pacientes críticos: revisão de literatura. **Rev Bras de Ter Intensiva**. 22(1):85-91, 2010.

SKINNER, E.H. et al. Rehabilitation and exercise prescription in Australian intensive care units. **Physiotherapy***,* v.94, n.3, p. 220-9, 2008.

SMITH, M.A.; REID, M.B. Redox modulation of contractile function in respiratory and limb skeletal muscle. **Respir Physiol Neurobiol.** v.151, n.2-3, p. 229-41, 2006.

SNYDER-MACKLER, L.; DELITTO, A.; BAILEY, S.L.; STRALKA, S.W. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation. **J Bone Jt Surg Am**, v.77, p.1166–1173, 1995.

ST PIERRE, B.A.; KASPER, C.E.; LINDSEY, A.M. Fatigue mechanisms in patients with cancer: effects of tumor necrosis factor and exercise on skeletal muscle. **Oncol** *Nurs Forum,* v.19, n.3, p. 419-25, 1992.

STOCKLEY, R.C. et al. An investigation of the use of passive movements in the intensive care by UK physiotherapists. **Physiotherapy***,* v.96, n.3, p. 228-33, 2010.

STOLL, T. et al. ICF Core Set for patients with musculoskeletal conditions in the acute hospital. **Disabil Rehabil,** v.27, n.7-8, p. 381-7, 2005.

TEAM STUDY INVESTIGATORS. Early mobilization and recovery in mechanically ventilated patients in the ICU: a bi-national, multi-centre, prospective cohort study. **Crit Care**. 2015 19:81.

THOMSEN, G.E. et al. Patients with respiratory failure increase ambulation after transfer to an intensive care unit where early activity is a priority. **Crit Care Med**, v.36, n.4, p. 1119-24, 2008.

TOPP, R. et al. The Effect of Bed Rest and Potential of Prehabilitation on Patients in the Intensive Care Unit. **AACN Clinical Issues**, v.13, n.2, p. 263-276, 2002.

TRUONG, A.D; FAN, E; BROWER, R.G; NEEDHAM, D.M. Bench-to-bedside review: Mobilizing patients in the intensive care unit – from pathophysiology to clinical trials. **Crit Care,** Vol 13 No 4 13:216, 2009.

UNROE, M. et al. Oneyear trajectories of care and resource utilization for recipients of prolonged mechanical ventilation: a cohort study. **Ann Intern Med,** v.153, p. 167–175, 2010.

VAN DER SCHAAF, M. et al. Poor Functional recovery after a critical illness: a longitudinal study. **J Rehabil Med***,* v. 41, p. 1041-1048, 2009.

VAN, A.H.; MYEZWA, H. Exercise overcomes muscle weakness following on trauma and critical illness. **S Afr J Physiother**. v. 64, n.2, p. 36-42, 2008.

VASSILAKOPOULOS, T.; PETROF, B.J. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 169, n.3, p. 336-41, 2004.

VELLAR, C.M.; FORTI, J.G. Ortostatismo passivo em pacientes comatosos na UTI – um estudo preliminar. **Rev Neurociênc.** v.16, n.1, p. 16-9, 2008.

WALKERA, F.O; CARTWRIGHTA, M.S; WIESLERB, E.R; CARESSA, J. Ultrasound of nerve and muscle. **Clinical Neurophysiology,** 115 495–507, 2004.

YENDE, S. et al.Inflammatory markers are associated with ventilatory limitation and muscle dysfunction in obstructive lung disease in well functioning elderly subjects. **Thorax***,* v.61, n.1, p.10–16, 2006.

4 JUSTIFICATIVA

O crescimento da sobrevida de pacientes na UTI e o aumento de recursos que podem ser utilizados pelos profissionais de saúde que atuam com paciente críticos, também nos levam a algumas complicações que podem permanecer após a alta hospitalar dos pacientes que permaneceram muito tempo em VM. Estas complicações geram custos para saúde, pois estes pacientes mesmo fora do hospital acabam necessitando de suporte e tratamento.

Levando em consideração essas co-morbidades que aparecem após um longo período no ambiente hospitalar, os estudos vêm sendo direcionados a terapias precoces, denominada mobilização precoce, evitando que o paciente fique imóvel desde sua admissão no hospital, realizando algum tipo de atividade com o paciente sendo passiva ou ativa. Uma das técnicas utilizadas é o cicloergômetro prevenindo assim a redução de massa muscular e conseguindo mesmo que passivamente que o paciente não fique imóvel. Este estudo se torna importante, pois os efeitos da mobilização passiva sobre a musculatura e função respiratória ainda não foram estudados.

A maioria dos estudos publicados sobre cicloergômetro leva em consideração a eficácia dele sobre a musculatura periférica e sua segurança, no entanto pensamos que o cicloergômetro também pode influenciar na melhora da musculatura respiratória, influenciando na diminuição do tempo de UTI e de VM. Neste sentido este estudo torna-se relevante, pois avalia o efeito do cicloergômetro sobre a mobilidade diafragmática de pacientes críticos em VM.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL:

- ☐ Verificar o efeito da mobilização passiva através cicloergômetro sobre a mobilidade diafragmática de pacientes adulto críticos em VMI.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ☐ Avaliar se existe a correlação entre a mobilidade diafragmática e tempo de ventilação mecânica nos grupos intervenção e convencional
- ☐ Avaliar a correlação entre a mobilidade diafragmática e tempo de protocolo nos grupos intervenção e convencional

- ☐ Avaliar a eficácia do treinamento com cicloergômetro sobre a mobilidade diafragmática.

6 ARTIGO PRINCIPAL

Efeito do cicloergômetro passivo sobre a mobilidade diafragmática de pacientes críticos em ventilação mecânica invasiva na Unidade de Terapia Intensiva: ensaio clínico randomizado

Tanara Bianchi, PT[1]; Laura Jurema dos Santos, PT[2,3]; Fernando de Aguiar Lemos, PE[4]; Amanda Sachetti, PT[1]; Ana Maria Dall' Acqua, PT[2]; Wagner da Silva Naue, PT[5]; Alexandre Simões Dias, PT[1,4,5,6]; Silvia Regina Rios Vieira, MD[2,7]; MoVe-ICU Study Group

[1]Programa de Pós-graduação em Ciências Pneumológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS

[2]Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS

[3]Professora do Curso de Fisioterapia da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas/RS

[4]Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre/RS

[5]Serviço de Fisioterapia – Centro de Tratamento Intensivo do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre/RS

[6]Professor do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Chefe do Serviço de Fisioterapia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre/RS

[7]Professora da Faculdade de Medicina (FAMED) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Centro de Tratamento Intensivo do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre/RS

[1]tanara_bianchi@yahoo.com.br

[2]fernandodeaguiarlemos@gmail.com

[3]fisio.laurasantos@gmail.com

[4]amandasachetti@gmail.com

[5]aninhadallacqua@hotmail.com

[6]wnaue@hotmail.com

[7]simoesdias@terra.com.br

[8]srvieira@terra.com.br

Autor correspondente:

Tanara Bianchi

Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Rua Ramiro Barcelos, 2350 - Bairro Santa Cecília

Porto Alegre/RS - CEP 90035 903

RESUMO

Objetivo: Avaliar o efeito do cicloergômetro sobre a mobilidade diafragmática de pacientes críticos em ventilação mecânica invasiva, internados no Centro de Tratamento Intensivo (CTI). **Método:** Ensaio clínico randomizado realizado no CTI do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brasil. Quarenta e dois pacientes adultos com 24 a 48 horas de VMI e, no máximo, sete dias de internação, realizaram mobilização de membros inferiores, utilizando o cicloergômetro de membros inferiores. Os pacientes foram randomizados para realizar fisioterapia convencional ou intervenção (fisioterapia convencional + cicloergômetro. O cicloergômetro foi realizado de forma passiva por 20 minutos, com 20 rotações por minuto, uma vez ao dia, a partir da intubação até a extubação ou até o momento que o paciente completasse sete dias de protocolo. **Resultados:** A mobilidade diafragmática foi avaliada através da ultrassonografia no momento da intubação e na extubação. Quatorze pacientes foram incluídos no grupo convencional (56,1±23,0 anos) e dezoito no grupo intervenção (52,3±22,7 anos). Houve preservação na mobilidade diafragmática tanto no grupo convencional (0,61±0,07 pré vs. 0,64±0,12 pós) (p=0,474) quanto no grupo intervenção (0,54±0,06 pré vs. 0,68± 0,09 pós). Houve correlação positiva entre a variação da mobilidade diafragmática e o tempo de protocolo (r=0,031; p=0,915) e negativa entre a mobilidade diafragmática e ventilação mecânica (r=0,199; p=0,495) no grupo intervenção. **Conclusão:** A mobilidade diafragmática foi preservada em ambos os grupos durante a fase aguda de internação no CTI, portanto o uso do cicloergômetro não alterou os desfechos analisados. Houve associação entre a variação da mobilidade diafragmática e os tempos de protocolo e ventilação mecânica no grupo intervenção.

Palavras-chave: intensive care, early ambulation, clinical trial

ABSTRACT

Objective: To assess the effect of cycle ergometry exercise in diaphragmatic motion of invasive mechanically ventilated critically ill patients, admitted to an intensive care unit (ICU). **Methods:** A randomized clinical trial was completed in the ICU of Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brazil. The adult patients were randomly selected to perform either conventional physical therapy or intervention (conventional physical therapy + cycle ergometry). Exercise on a bedside cycle ergometer was performed once a day, in passive mode for 20 minutes, from intubation to extubation, or until seven days. **Results:** Diaphragmatic motion was measured by ultrasonography on intubation and extubation. Fourteen patients were selected to the conventional group (56.1±23.0 yrs) and eighteen patients were selected to the intervention group (52.3±22.7 yrs). Results demonstrated preservation of diaphragmatic motion on both conventional (0.61±0.07 pre vs. 0.64±0.12 post) and intervention (0.54±0.06 pre vs. 0.68± 0.09 post) groups. Also, there was a positive correlation between variation of diaphragmatic motion and length of time receiving exercise protocol (r=0.031; p=0.915), and a negative correlation between variation of diaphragmatic motion and length of time receiving mechanical ventilation support (r=0.199; p=0.495) in the intervention group. **Conclusion:** The diaphragmatic motion was persevered in both groups.

Key words: intensive care, early ambulation, clinical trial.

INTRODUÇÃO

Pacientes na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) apresentam diversas comorbidades e estão expostos muitas vezes a imobilização prolongada o que leva a complicações neuromusculares importantes.[1,2] Dificuldades no desmame ventilatório são encontrados em 20% a 25% dos pacientes que estão em ventilação mecânica, deixando-os suscetíveis a diversas situações clínicas relevantes como hipotensão, hipóxia e desenvolvimento da sepse.[3-5] A ventilação mecânica, por sua vez, pode induzir à disfunção diafragmática diminuindo a capacidade de produção de força do diafragma.[6] A fraqueza diafragmática é muito frequente no paciente crítico e está associada a atrofia de fibras de contração rápida e lenta, podendo ocorrer mesmo em breves períodos de ventilação mecânica.[7] Tudo isso pode estar associado ao aumento no período de hospitalização e na mortalidade dos pacientes, comprometendo assim a qualidade de vida.[5,8]

A perda de fibras musculares resultante da ventilação mecânica e do imobilismo também pode levar a uma redução da força dos músculos respiratórios e dos membros inferiores[9], onde a mobilização precoce pode ser utilizada na preservação da massa muscular dos pacientes críticos.[2] Neste contexto, um dos recursos que vem sendo muito utilizado é o cicloergômetro para membros inferiores, o qual pode ser acoplado ao paciente promovendo rotações cíclicas de toda a musculatura dos membros inferiores.[1] Essa intervenção vem se mostrando uma ferramenta segura, podendo ser utilizada passivamente ou ativamente, sendo ajustada de acordo com a capacidade de cada indivíduo.[2,9,10]

Diversos métodos são utilizados para a avaliação da disfunção diafragmática como a fluoroscopia, a estimulação elétrica do nervo frênico entre outros, porém essas técnicas são difíceis de serem realizadas na prática clínica.[6,11] A ultrassonografia é um instrumento de fácil manuseio e pode ser realizado à beira do leito sendo uma ferramenta diagnóstica importante para pacientes que estão na

UTI.[6,11,12] O estudo realizado por Kim et al (2011) demonstrou que 29% dos pacientes em ventilação mecânica apresentam disfunção diafragmática, os quais apresentam maior tempo no desmame e na ventilação mecânica.[6]

Não encontramos estudos avaliando a função diafragmática através do ultrassom após a intervenção com cicloergômetro. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do cicloergômetro sobre a mobilidade diafragmática de pacientes críticos em ventilação mecânica invasiva no CTI, bem como verificar a associação entre a variação da mobilidade diafragmática e o tempo de protocolo e de ventilação mecânica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como um ensaio clínico randomizado realizado no Centro de Tratamento Intensivo (CTI) do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), sendo financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e com verba do Fundo de Incentivo a Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (FIPE-HCPA). Foi conduzido de acordo com os princípios da Declaração de Helsinki das Boas Práticas Clínicas, sendo aprovado pelo comitê de ética do HCPA com o número (CEP n° 10-0530) onde foi registrado no sistema de estudos randomizados ClinicalTrials.gov (NCT 02300662). O consentimento informado por escrito foi obtido de todos os responsáveis e dos pacientes que participaram do estudo.

População do estudo

Foram incluídos pacientes com idade >18 anos, de ambos os gêneros, internados no CTI do HCPA com o período de ventilação mecânica de 24 a 48 horas. Podendo ser proveniente da emergência ou da unidade de internação, estes pacientes deveriam ter no máximo 1 semana de internação. Foram excluídos os pacientes que apresentavam doenças neuromusculares ou déficit motor anteriores à internação, tais como acidente vascular encefálico, esclerose múltipla, esclerose lateral amiotrófica, miastenia gravis e Guillain Barré. Os indivíduos extubados em menos de 48 horas após ser incluídos no estudo e que apresentaram complicações durante o protocolo, tais como: pneumotórax, trombose venosa profunda e embolia

pulmonar, cateter de Shilley na veia femoral, necessidade de reintubação, desmame prolongado (falha em três testes de ventilação espontânea), índice de massa corpórea (IMC) > 35 kg/m^2 e surgimento de escara na região do calcâneo durante o protocolo, foram considerados como perda do desenvolvimento do estudo. Os paciente também foram avaliados por gravidade através do APACHE obtido no prontuário eletrônico do hospital.

Na seleção da amostra um avaliador realizou uma busca diária de indivíduos elegíveis para o estudo através do sistema de administração de gestão hospitalar do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (AGHWEB/HCPA). Posteriormente, por meio do prontuário eletrônico, foram coletados os dados de identificação, diagnóstico médico e condições clínicas atuais, através do prontuário também se obtinha a informação se o paciente era séptico ou não séotico. Ao selecionar o paciente, o responsável pelo mesmo era convidado a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Intervenção

Os pacientes foram divididos em dois grupos: grupo convencional (GC) e grupo intervenção (GI). O grupo intervenção realizou, além da fisioterapia convencional, cicloergômetro para membros inferiores uma vez ao dia por um pesquisador treinado, objetivando a padronização das condutas e seguiu até o sétimo dia de VM, extubação do paciente ou óbito. Os pacientes foram analisados dentro dos grupos separando por sépticos e não sépticos.

Na realização do cicloergômetro os pacientes estavam em decúbito dorsal, com cabeceira elevada a 30º. Foram realizados exercícios de forma passiva (Flexmotor – Cajumoro, São Paulo, Brazil). O movimento passivo do cicloergômetro foi realizado bilateralmente. A flexão e a extensão de joelhos e quadril do paciente pelo tempo de 20 minutos consecutivos. O número de rotações por minuto foi estabelecido em 20 e todos os procedimentos foram realizados uma vez por dia no turno da tarde antes da realização da fisioterapia convencional todos os sinais clínicos foram supervisionados por um dos pesquisadores do estudo.[9]

Antes de aplicar o cicloergômetro foi explicado ao paciente o que seria realizado, independente do nível de consciência ou grau de sedação. A região do

tornozelo dos pacientes foi coberta por compressas esterilizadas a fim de minimizar o atrito com o aparelho, sendo acopladas faixas adesivas para que a articulação ficasse mais próxima do ângulo de 90 graus.

A fisioterapia convencional (fisioterapia respiratória e motora) foi realizada duas vezes por dia e o protocolo utilizado foi o aplicado na rotina dos atendimentos dos fisioterapeutas do CTI adulto com duração média de 30 minutos. Os exercícios consistiram de diagonais do método de facilitação neuromuscular proprioceptiva (duas séries de 10 repetições cada diagonal bilateral) para membros superiores e inferiores, exercícios manuais para higiene brônquica, como vibrocompressão, manobras com Ambú® e aspiração de secreções quando necessário.

Durante os atendimentos foram monitorados os valores de frequência cardíaca e respiratória, pressão arterial média, saturação periférica de oxigênio e parâmetros ventilatórios. A partir da extubação, o indivíduo foi novamente avaliado pelos mesmos instrumentos e permaneceu recebendo os atendimentos de fisioterapia respiratória e motora convencionais pelos profissionais do serviço de fisioterapia, até alta da UTI.

Avaliação

Após completar o período entre 24 a 48 horas de VM e estar efetivamente incluso no estudo, o indivíduo foi submetido a um exame ultrassonográfico, para avaliar a mobilidade diafragmática.

A ultrassonografia foi realizada ocorreu no primeiro dia de inclusão do indivíduo no estudo sendo também realizada no sétimo dia de VM ou no momento da extubação quando o período fosse inferior a sete dias. A avaliação foi realizada por um pesquisador treinado e cegado para o estudo.

Para a avaliação da mobilidade diafragmática os sujeitos foram posicionados em decúbito dorsal e por meio de uma sonda de arranjo linear (*Ultrasound probe linear array* 7,5 MHz – em modo M; marca SONOSITE®, Whashington, USA). A sonda foi embebida em um gel de transmissão solúvel em água promovendo contato acústico sem deprimir a superfície da pele, sendo posicionada por meio da janela anatômica de análise do fígado entre posição medioclavicular e linha axilar anterior

com direção cranial. Desta forma, a sonda foi posicionada médio, cranial e dorsal, fazendo o feixe do ultrassom alcançar o terço posterior do diafragma.[12,13] A excursão inspiratória e expiratória diafragmática foi realizada em Módulo “M” no aparelho de ultrassom. A excursão inspiratória foi considerada por meio da medida da altura vertical da base do início da inspiração até o ápice da inclinação no final da inspiração. Já a excursão expiratória foi considerada pela altura vertical do ápice da inspiração até o retorno da base.[12,13]

Desfechos

O desfecho primário foi a mobilidade diafragmática, utilizando como desfechos secundários o tempo de permanência em ventilação mecânica, tempo de permanência no CTI e no hospital, bem como o sucesso na extubação e óbito dos pacientes.

Cálculo Amostral

O cálculo do tamanho da amostra foi baseado em um estudo piloto com 10 pacientes. Com um tamanho de efeito de 1,2 desvios padrão entre os grupos, nível de significância de 5%, poder de 85% e 2 medidas repetidas (inicial e final), o tamanho amostral estimado pelo programa estatístico WinPepi versão 11.43 foi de 14 pacientes por grupo.

Randomização

Os pacientes foram distribuídos aleatoriamente para o grupo fisioterapia convencional ou para o grupo intervenção (fisioterapia convencional + cicloergômetro). A randomização foi realizada através do site www.randomization.com em blocos de 10 pacientes. Para manter o sigilo da sequência de randomização, a mesma foi gerada pelo mesmo avaliador, que não participava da coleta, e não tinha conhecimento prévio do estudo.

Análise Estatística

As variáveis contínuas foram descritas por média e desvio padrão ou erro padrão e mediana e amplitude interquartil, e as categóricas por frequências absolutas e relativas. Foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e testada homocedasticidade através do teste de Levene. Para comparar médias entre os

grupos, o teste t-student para amostras independentes foi aplicado e, para comparação de medianas, o de Mann-Whitney. Para análise dos dados qualitativos, o teste Qui-Quadrado ou Exato de Fisher (quando no mínimo 25% das células apresentaram frequência esperada < 5) foi aplicado. Para avaliar os efeitos intragrupo, do grupo e dos subgrupos (sépticos *versus* não sépticos) na mudança dos parâmetros musculares, o modelo de equações de estimativas generalizadas (GEE) foi realizado com ajuste por Bonferroni. A associação entre as variáveis foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Spearman. Para controle de fatores confundidores como IMC, tempo de protocolo e tempo de VM, a Análise de Covariância (ANCOVA) foi utilizada. O nível de significância adotado foi de 5% ($p \leq 0,05$) e as análises foram realizadas no programa SPSS versão 17.0.

RESULTADOS

Entre maio de 2013 e novembro de 2014, 1321 foram rastreados para elegibilidade no CTI. Entre eles, 1279 não preencheram os critérios de inclusão. Inicialmente foram randomizados 42 pacientes em ventilação mecânica para o estudo (21 em cada grupo) e, durante o período de estudo, houve perda de seguimento e descontinuidade da intervenção por razões expressas na Figura 1. Ao final do estudo, 32 pacientes haviam completado o protocolo de estudo, sendo 18 do GI e 14 do GC.

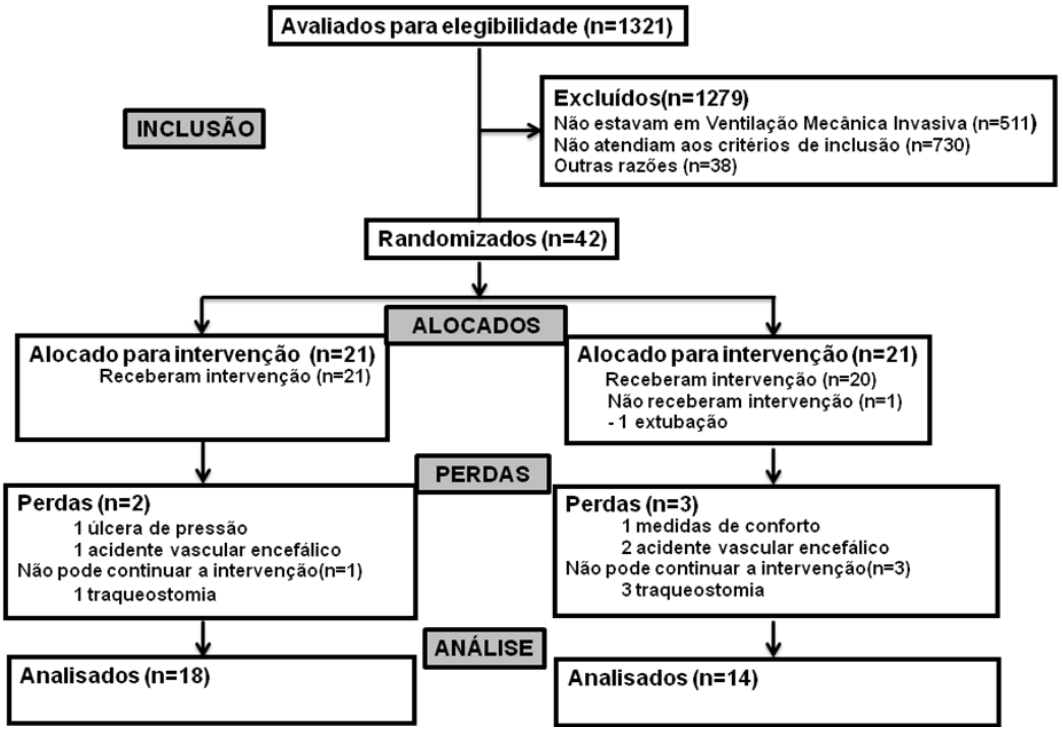

Figura 1. Representação do diagrama do estudo.

Desfechos

Houve preservação na mobilidade diafragmática tanto no grupo intervenção quanto no grupo convencional (Figura 2). Não foi encontrada diferença entre os grupos quanto ao tempo de ventilação mecânica (p=0,905), tempo internação no CTI (p=0,619) e tempo de internação no hospital (p=0,643), bem como na taxa de sucesso no extubação (p=0,411) e no número de óbitos (p=0,672) (Tabela 2).

Tabela 1. Características da amostra estudada.

Variável	Grupo Intervenção (*n*=18)	Grupo Convencional (*n*=14)	Valor p*
Idade, anos, média (DP)	52,3 (22,7)	56,1 (23,0)	0,650
Gênero, *n* (%)			0,465
Feminino	13 (72,2)	8 (57,1)	
Masculino	5 (27,8)	6 (42,9)	
IMC, kg/m^2, média (DP)	26,0 (5,8)	23,6 (4,4)	0,105

Lateralidade, *n* (%)			1,000
Destro	16 (88,9)	13 (92,9)	
Sinistro	2 (11,1)	1 (7,1)	
APACHE II, média (DP)	23,7 (7,7)	23.8 (8,7)	0,981
Motivo de internação no CTI, *n (%)*			1,000
Sepse	8 (44,4)	7 (50,0)	
Outros	10 (55,6)	7 (50,0)	
Tempo de protocolo, dias, média (DP)	4,6 (2,4)	4,9 (2,5)	0,778

Valores expressos em media e desvio padrão, n e porcentagem; *teste t-student para amostras independentes e qui-quadrado ou exato de Fisher (p≤0,05); IMC: índice de massa corporal; APACHE II: *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*

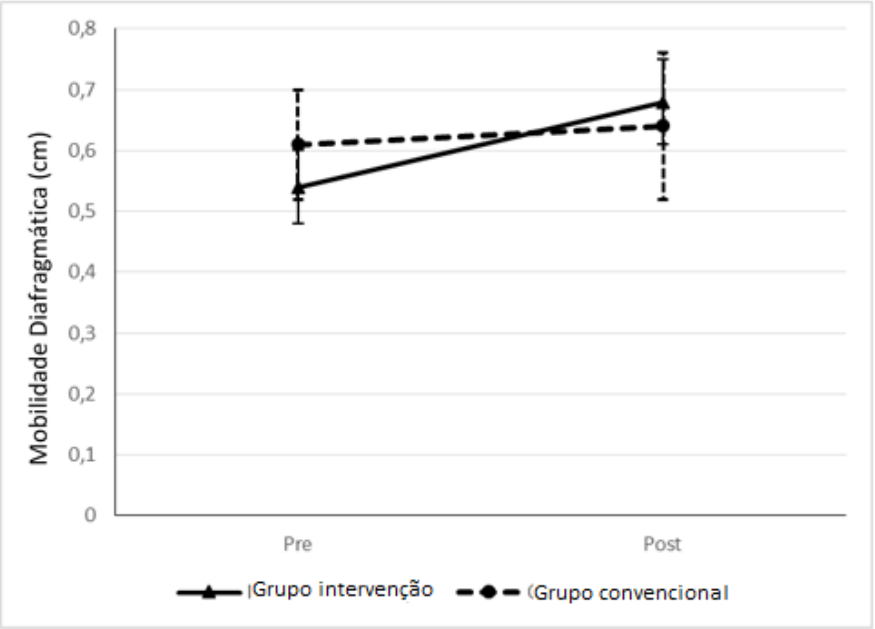

Figura 2. Avaliação do efeito do grupo sobre a mobilidade diafragmática Os círculos e triângulos representam a média e as barras de erro representam o erro padrão. Não houve nenhum efeito significativo no modelo de equações de estimativas generalizadas (GEE): grupo (p=0,853); tempo (p=0,277) e grupo x tempo (p=0,474).

Tabela 2. Dados referentes a tempo de permanência em ventilação mecânica, internação no CTI e no hospital, sucesso na extubação e óbito.

Variável	Grupo Intervenção (*n*=18)	Grupo Convencional (*n*=14)	Valor p

Tempo de VM, dias, mediana ($_{AIQ}$)	9 (7-10)	8 (5-13)	0,905
Tempo no CTI, dias, mediana ($_{AIQ}$)	11 (10-19)	15 (10-25)	0,619
Tempo no hospital, dias, mediana ($_{AIQ}$)	21 (15-37)	25 (17-36)	0,643
Sucesso na extubação, *n* (%)	12 (66,7)	12 (85,7)	0,411
Óbito, *n* (%)	4 (22,2)	2 (14,3)	0,672

Os dados foram expressos em mediana e amplitude interquartil e n e porcentagem; *Mann Whitney e qui-quadrado ou exato de Fisher (p≤0,05); VM: ventilação mecânica; CTI: centro de tratamento intensivo.

Não houve correlação positiva entre a variação da mobilidade diafragmática e o tempo de ventilação no grupo intervenção (r=0,199; p=0,495) e tivemos uma correlação negativa estatisticamente significativa no grupo convencional (r= -0,873; p = 0,010) (Figura 3). Da mesma forma, na associação entre a variação da mobilidade diafragmática e o tempo de protocolo, não foi observada correlação positiva no grupo intervenção (r=0,031; p=0,915) e uma correlação negativa estatisticamente significativa no grupo convencional (r= -0,797; p = 0,018) (Figura 4).

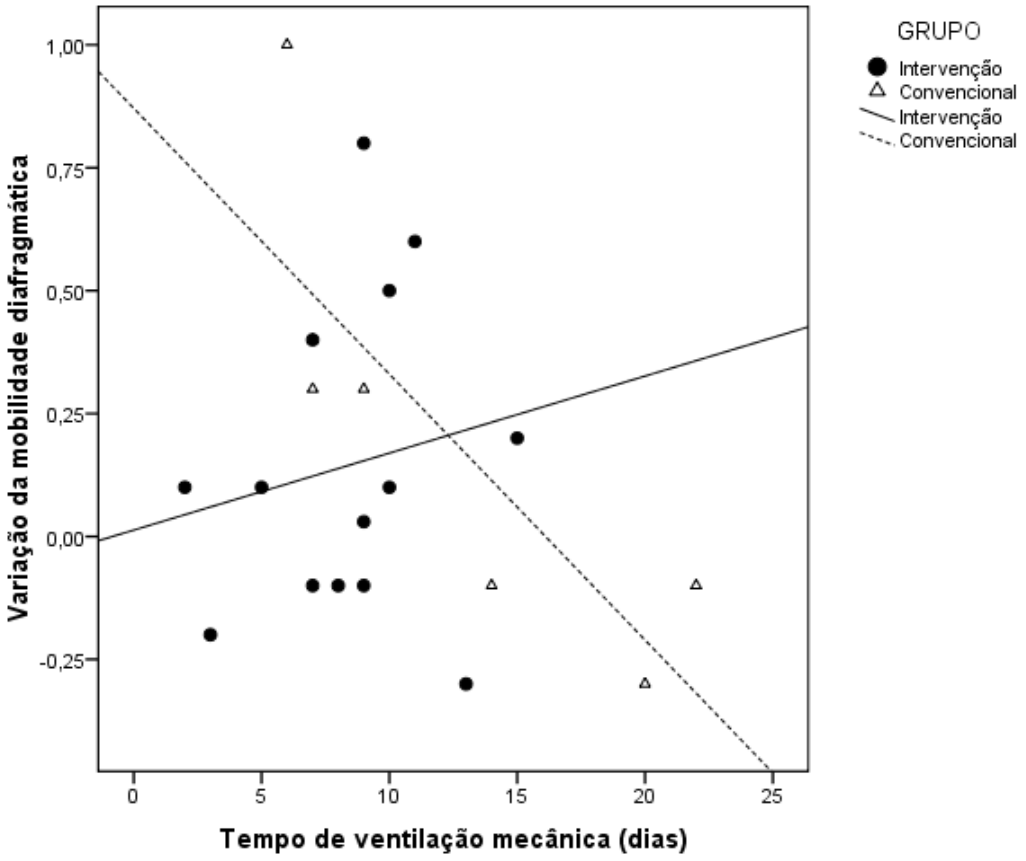

Figura 3. Associação entre a variação da mobilidade diafragmática e tempo de ventilação mecânica nos grupos intervenção (r_s=0,199; p=0,495) e convencional (r_s=-0,873; p=0,010).

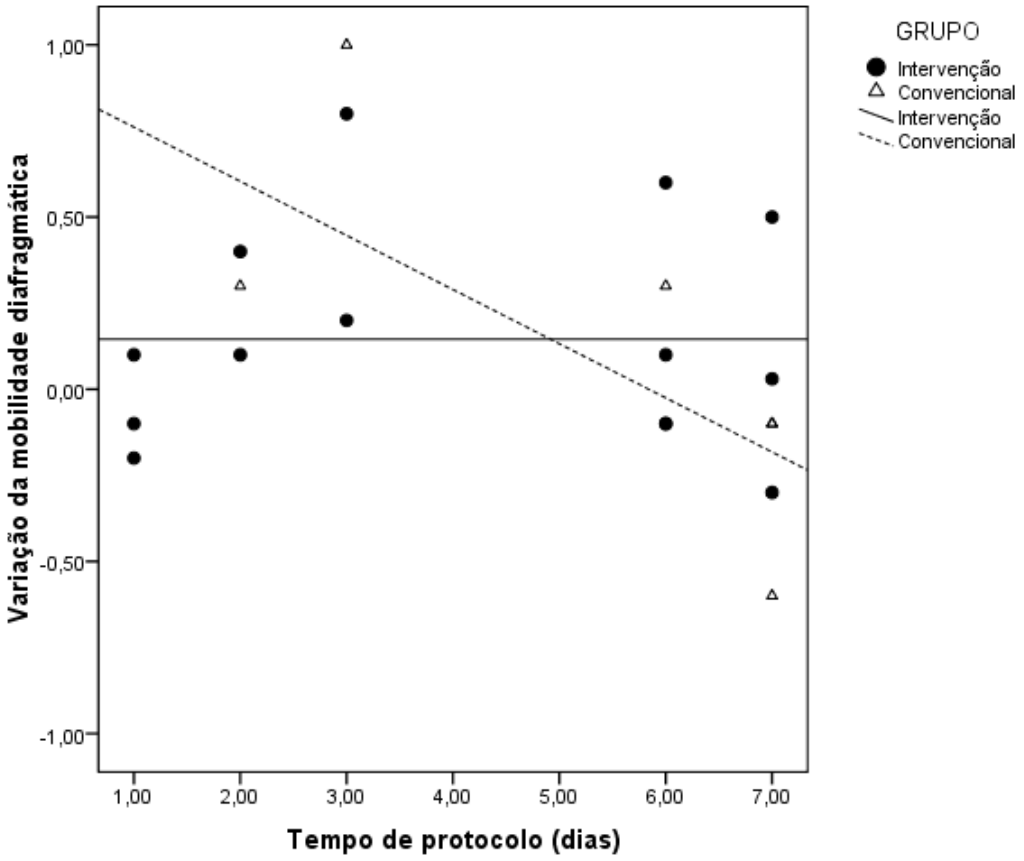

Figura 4. Associação entre a variação da mobilidade diafragmática e tempo de protocolo nos grupos intervenção (r_s=0,031; p=0,915) e convencional (r_s=-0,797; p=0,018).

Ao analisar os sinais vitais e parâmetros ventilatórios foi observado uma estabilidade durante as intervenções, não havendo nenhum evento adverso durante o período de aplicação das técnicas.

DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi a preservação da mobilidade diafragmática tanto nos pacientes que realizaram a fisioterapia convencional isolada, quanto no grupo que realizou o cicloergômetro associado. Não houve correlação positiva entre a variação da mobilidade diafragmática e os tempos de protocolo e ventilação mecânica no grupo intervenção, porém houve uma tendência a correlação positiva no grupo intervenção, enquanto no grupo convencional tivemos uma correlação negativa. Da mesma forma, não foi observado impacto nos tempos de

ventilação mecânica, taxa de sucesso de extubação, óbito e internação na UTI e no hospital. A atrofia diafragmática durante a ventilação mecânica invasiva está correlacionada coma gravidade da fraqueza adquirida pelo paciente e a gravidade do quadro está associado com a duração da ventilação mecânica.[14]

Sabemos que pacientes na UTI estão expostos a diversas comorbidades, principalmente pacientes em ventilação mecânica. O diafragma pode sofrer disfunção contrátil diminuindo sua capacidade de força, e podendo estar associado ao aumento do tempo de desmame.[15] Por isso, a mobilização precoce pode ser eficaz na preservação da massa muscular, tanto periférica quanto dos músculos respiratórios.[15] Estudos apontam que a mobilização precoce com cicloergômetro é uma ferramenta segura e viável para ser utilizada em pacientes críticos, melhorando a capacidade funcional e a força dos pacientes,[9] porém não temos nenhum estudo que avalie o impacto desta intervenção sobre o diafragma.

Acreditamos que o paciente crítico que não recebe nenhum tipo de mobilização precoce é submetido a diversos problemas relacionados à imobilidade especificamente a disfunção diafragmática. Neste estudo analisando os dois grupos nos momentos pré e pós não tivemos diferença estatística. Indivíduos em ventilação mecânica que não realizaram intervenção de mobilização precoce perdem força muscular em torno de 25% no período entre 4 a 7 dias de internação. Estas alterações podem estar associadas a um aumento da mortalidade e da demanda de oxigênio e impactam no desmame ventilatório dos pacientes.[9,10,16,17] Quando indivíduos saudáveis foram submetidos à imobilização no leito por dez dias apresentaram uma diminuição na força do quadríceps entre 1% a 1,5% para cada dia imobilizado, sendo mais acentuado em pacientes idosos.[18] Inúmeros fatores podem levar a fraqueza muscular, como má nutrição, imobilidade prolongada, aumento de citocinas inflamatórias e anormalidades neuromusculares. Assim, a imobilidade no leito associado ao quadro clínico leva a uma maior diminuição da massa muscular, principalmente nos membros inferiores.[2]

Ainda, pode ocorrer no músculo à diminuição da síntese da proteína muscular, aumento do catabolismo múscular. Essas mudanças podem se manifestar como reduzida área da secção transversal muscular e diminuição da força contráctil. Além disso, há uma mudança geral das fibras musculares de contração muscular lenta (tipo I) para contração rápida (tipo II), levando a redução

de endurance. A imobilidade também pode aumentar a produção de citocinas pró-inflamatórias e espécies reactivas de oxigénio, resultando em mais proteólise muscular, com um prejuízo líquido de proteína muscular e subsequente fraqueza muscular.[18]

Neste trabalho não tivemos alterações nos sinais vitais ou nos parâmetros ventilatórios. A mobilização precoce tem sido cada vez mais utilizada na reabilitação de pacientes críticos.[19] Um estudo recente utilizou o cicloergômetro uma única vez durante vinte minutos a partir do 5° dia de internação em indivíduos sedados, sendo avaliado variáveis hemodinâmicas como débito cardíaco, resistência vascular sistêmica, venosa central, a saturação de oxigênio no sangue, frequência respiratória, volume corrente, consumo de oxigênio, dióxido de carbono e lactato sanguíneo.[20] O exercício com cicloergômetro foi considerado seguro, pois os autores não encontraram alterações significativas nos parâmetros hemodinâmicos, respiratórios ou das variáveis metabólicas.[20] Em outro estudo que teve como objetivo avaliar as respostas do exercício passivo por 20 minutos, os autores também não acharam diferença na frequência cardíaca, pressão arterial média e saturação de oxigênio em qualquer momento da aplicação do exercício.[21] Estudo mais recente verificou a segurança da utilização do cicloergômetro dentro da UTI e relataram que o dispositivo é seguro e viável para ser utilizado, precisando de mais estudo para comprovação do mesmo.[22]

Em nosso estudo foi utilizado o ultrassom para a avaliação da mobilidade diafragmática, sendo este uma ferramenta importante na avaliação do diafragma, já que é um instrumento prático e simples de ser aplicado. Após analisar a disfunção diafragmática com método semelhante ao utilizado no estudo de Kim et al (2011) encontraram que o ultrassom pode predizer falha no tempo de extubação.[6] Além disso, pacientes com disfunção diafragmática apresentaram maior tempo de ventilação mecânica. Sendo assim, o ultrassom pode ser uma ferramenta importante para ser utilizada dentro da UTI. Em pacientes que apresentam dificuldades no desmame.[6] Grosu et al (2012) demonstrou que os pacientes submetidos a ventilação mecânica têm redução da espessura muscular levando à disfunção diafragmática.[23] Essas medidas podem auxiliar no desmame desses pacientes e identificar o que ocorre com o músculo respiratório durante o período de ventilação mecânica. Os mesmos autores demonstraram, também, que dentro de 48 horas de ventilação

mecânica já acontece a diminuição da espessura do diafragma e este pode afetar a função pulmonar.[23]

Não encontramos diferença no tempo de internação na CTI e no Hospital nos dois grupos avaliados, diferindo do estudo de Brahmbhatt et al (2010), o qual verificou que um protocolo de mobilização precoce promove diminuição no tempo de internação na CTI e diminui os custos na UTI ao comparar pacientes que receberam cuidados usuais. O grupo que realizou a intervenção também saiu do leito mais rápido, e apresentou menor tempo de internação na UTI e no hospital, realizamos intervenção com os dois grupos, por isso as diferenças podem não ter sido significativas.[24] Este fato também foi confirmado por Schweickert et al (2009) 59% dos pacientes que realizaram exercício precoce retornaram a independência funcional após alta hospitalar, neste mesmo estudo houve também diferença no período fora da ventilação mecânica, sendo maior no grupo intervenção, quando comparado ao grupo controle.[25] Estes estudos demonstram a importância da mobilização precoce no paciente crítico mesmo sem a utilização do cicloergômetro.[24,25]

Alguns estudos utilizaram o cicloergômetro e analisaram a força de quadríceps e massa muscular, sendo os resultados melhores no grupo intervenção, porém parâmetros como tempo de internação e mortalidade não mostraram diferença entre os grupos[9], isto demonstra a importância da fisioterapia convencional na melhora dos pacientes, pois as perdas musculares poderiam ser maiores.[9,26] Pacientes que receberam intervenção com mobilização precoce logo no início da internação na UTI tiveram preservação da capacidade física, funcionalidade e diminuição no tempo de internação, porém mesmo a literatura afirmando que a mobilização precoce é uma ferramenta segura e importante na saúde do paciente, a implementação diária nos hospitais ainda é um desafio.[19, 27] Um estudo que utilizou a mensuração do ultrassom para analisar a área de secção transversal do tibial anterior demonstrou uma diminuição da área proporcional a duração da internação na UTI.[28]

Em um estudo que buscou avaliar com ultrassom em modulo M, mesma técnica utilizada neste trabalho, com indivíduos que estavam por mais de 48 horas em ventilação mecânica, durante teste de respiração espontânea foi observado que

pacientes com disfunção diafragmática permaneceram maior tempo em ventilação mecânica.[6] Nosso estudo, observou-se que houve uma correlação indireta entre a variação da mobilidade diafragmática e o tempo de protocolo e ventilação mecânica no grupo convencional e uma tendência de correlação direta no grupo intervenção porém sem significância estatística nos mostrando, assim, que os pacientes com diminuição de mobilidade diafragmática permaneceram mais tempo em ventilação mecânica, prolongando o desmame no grupo convencional. Vários autores sugerem que a mobilização precoce é importante para pacientes críticos com ventilação mecânica prolongada, proporcionando melhora na função pulmonar, diminuindo tempo de ventilação mecânica e permanência na UTI.[1,9,29]

Observa-se também na literatura trabalhos que utilizaram o cicloergômetro de membros inferiores em pacientes na UTI, com métodos semelhantes do presente estudo, acrescentando a mobilização após a retirada da sedação e extubação. O estudo de Burtin et al. concluiu que treinamento com exercícios precoce promove um incremento na capacidade funcional, funcionalidade e força muscular no momento da alta hospitalar.[9] Por isso, acreditamos que a realização do protocolo até a alta hospitalar seria importante para resultados mais precisos.

Uma revisão de literatura recente avalia que a perda de força muscular está associada a um maior tempode ventilação mecânica, permanência de UTI, internação hospitalar e aumento de mortalidade, por isso os autores ressaltam a importância de novos estudos que contribuam para a prevenção dessa fraquesa. [30] O tempo de realização do protocolo (7 dias) e a duração e frequência da intervenção foram possíveis limitações na pesquisa realizada e podem ter influenciado nos resultados. Trabalhos que busquem estender o tempo de protocolo durante toda a internação do paciente no hospital podem ser importantes para dirimir estas dúvidas.

Sendo assim, com este estudo verificamos que a mobilidade diafragmática se manteve em ambos os grupos, porém o uso adicional do cicloergômetro não alterou os desfechos analisados. Além disso, não houve associação entre a variação da mobilidade diafragmática e os tempos de protocolo e ventilação mecânica no grupo intervenção durante a fase aguda de internação no CTI, porém houve uma tendência

a correlação positiva que poderia ser melhor demonstrada com um aumento do tempo de protocolo ou da amostra.

REFERÊNCIAS

1-Needham DM, Troug AD, Fan E. Technology to Enhance Physical Rehabilitation of Critically ill Patients. Crit Care Med. 2009; 37(10 Suppl):S436-41.

2-Troung AD, Fan E, Brower RG, Needham DM. Bench-to-bedside review: Mobilizing Patients in the Intensive Care-Unit- from Pathophysiology to Clinical Trials. Crit Care. 2009; 13(4):216.

3-Fletcher SN, Kennedy DD, Gosh IR et al. Persistent Neuromuscular and Neurophysiologic Abnormalities in Long-term Survivors of Prolonged. Crti Care Med. 2003;31(4):1012-1016.

4-Williams N, Flyn M. A Review of the Efficacy of Neuromuscular Electrical Stimulation in Critically ill Patients. Physiother Theory Pract. Physiother Theory Pract. 2014 Jan;30(1):6-11.

5-Hermans G, Clerckx B, Vanhullebusch T, Segers J, Vanpee G, Robbeets C, Casaer MP, Wouters P, Gosselink R, Van Den Berghe G. Interobserver Agreement of Medical Research Council Sum-Score and Handgrip Strenght in the Intensive Care Unit. Muscle Nerve. 2012;45(1):18-25.

6-Kim YW, Suh HJ, Hong SB, Koh Y, Lim CM. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: Influence on weaning from mechanical ventilation. Crit Care Med. Crit Care Med. 2011 Dec;39(12):2627-30.

7-McCool FD, Tzelepis GE. Dysfunction of the Diaphragm. N Engl J Med. 2012; 366;10.

8-Vanpee G, Segers J, Van Mechelen H, Wouters P, Van den Berghe G, Hermans G, Gosselink R. The Interobserver Agreement of Handheld Dynamometry for Muscle Strength Assessment in Critically ill Patients. Crit Care Med. 2011; 39(8):1928-1934.

9-Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, Ferdinande P, Langer D, Troosters T, Hermans G, Decramer M, Gosselink R. Early Exercise in Critically Ill Patients Enhances Short-Term Functional Recovery. Crit Care Med. 2009; 37(9):2499-2505.

10-Gosselink R, Clerckx B, Robbets C, Vanhullebusch T, Vampee G, Segers J. Physiotherapy in the Intensive Care Unit. Neth J Crit Care. 2011 April; 15(2):66-75.

11-Boussuges MDA, Gole MSY, Blanc MDP. Diaphragmatic Motion Studied by M-Mode Ultrasonography: Methods, Reproducibility, and Normal Value. Chest. 2009 Feb;135(2):391-400.

12-Ferrari G, Filippi G, Elia F, Panero F, Volpicelli G, Aprá F. Diaphragm ultrasound as a new index of discontinuation from mechanical ventilation. Crit Ultrasound J. 2014 Jun 7;6(1):8.

13-Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F, Richard JCM, Brochard L. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. Intensive Care Med 2013, 39:801–810.

14- Cameron S, Ian B, Cepinskas G, Chong K, Doherty TJ, Ellis CG et al. Early mobilization in the critical care unit: A review of adult and pediatric literature. J Critical Care, 30: 2015;664–672

15-Korupolu R, Gifford JM, Needham DM: Early mobilization of critically ill patients: reducing neuromuscular complications after intensive care. Contemp Crit Care 2009,6(9):1-11.

16-Perme C, Chandrashekar R. Early Mobility And Walking Program For Patients In Intensive Care Units: Creating a Standard Of Care. Am J Crit Care. 2009 May;18(3):212-21.

17-Vollman KM. Progressive Mobility in the Critically III. Crit Care Nurse. 2010;30:S3-S5.

18- Fan E. Critical Illness Neuromyopathy and the Role of Physical Therapy and Rehabilitation in Critically Ill Patients. Respiratory Care, june 2012;57(6).

19-Engel HJ, Needham DM, Morris PE, Gropper MA. ICU Early Mobilization: From Recommendation to Imprementation at Three Medical Centers. Crit Care Med. 2013; 41(9):S69–S80.

20-Pires-Neto RC, Kawaguchi MF, Hirota AS, Fu C, Tanaka C, Caruso P, Parks M, Caravalho CRR. Very Erly Passive Cycling Exercise in Mechanically Ventilated Critically III Patients: Physiological and Safety Aspects – A Case Series. Plos One. 2013 Sept; 8(9)74182.

21-Tipping CJ, Young PJ, Romero L, Saxena MK, Dulhunty J, Hodgson CL. A systematic Review of Measurements ofPhysical Function in Critically ill Adults. Crit Care Resusc. 2012 Decem; 302(14).

22- Kho ME, Martin RA, Toonstra AL, Zanni JM, Manthey EC, Nelliot A et al. Feasibility and safety of in-bed cycling for physical rehabilitation in the intensive care unit. J Critical Care, 2015; 15:416-5

23- Grosu HB, Lee YI, Lee J, Eden E, Eikermann M, Rose KM. Diaphragm Muscle Thinning in Patients Who Are Mechanically Ventilated. Chest. 2012;142(6).

24-Brahmbhatt N, Murugan R, Mibrandt EB. Erly Mobilization Improves Functional Outcomes in Critically ill Patients. Crit. Care, 2010;14:321.

25 - Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlikk AJ, Esbroo CL, Spears L, Miller M, Franczyk M, Deprizio D, Schmidt GA, Bowman A, Barr R, McCalister KE, Hall JB, Kress JP. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. J Lancet. 2009;373(9678):1874-82.

26-Gruther W, Benesch T, Zorn C, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Fialka-Moser V, Spiss C, Kainberger F, Crevenna R. Muscle Wasting In Intensive Care Patients: Ultrasound Observation Of the M. Quadriceps Femoris Muscle Layer. J Rehabil Med. 2008; 40:185–189.

27- Davidson JE, Harvey MA, Bemis-Dogherty A, Smith JM, Hopkins RO. Implementation of the Pain, Agitation and Delirium Clinical Practice Guidelines and Promoting Patient Mobility to Prevent Post- Intensive Care Syndrome. Crit Care Med. 2013 Sept; 41(9).

28 - Liano-Diez M, Renaud G, Andersson M, Marrero HG, Cacciani N, Engquist H et al. Mechanisms underlying ICU muscle wasting and effects of passive mechanical loading. Crit Care 2012; R16

29- Chang AT, Boots RJ, Brown MG, Paratz J, Hodges PW. Reduced inspiratory muscle endurance following successful weaning from prolonged mechanical ventilation. Chest. 2005;128(2):553-9.

30- Hermans G, Berghe GV. Clinical review: intensive care unit acquired weakness. Crit Care. 2015; 19:274

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cicloergômetro no músculo diafragma não produz diferença antes e depois do protocolo em relação a sua mobilidade;

O cicloergômetro produz correlação negativa no grupo convencional entre a variação da mobilidade diafragmática e o tempo de ventilação e da variação da mobilidade diafragmática e tempo de protocolo estatisticamente significativa. No grupo intervenção não houve correlação positiva, porém tivemos uma tendência a correlação.

Tendo em vista a preservação da mobilidade diafragmática para facilitar o desmame ventilatório e diminuir tempo de internação o uso do cicloergômetro é importante dentro da UTI, no entanto ainda há necessidade de mais pesquisas a respeito do uso do cicloergômetro nesse contexto.

8 CONCLUSÃO

Como podemos observar esse estudo nos mostra uma correlação negativa entre a mobilidade diafragmática e tempo de protocolo e tempo de ventilação mecânica no grupo convencional, mostrando com isso que o cicloergômetro pode sim ajudar o paciente crítico, para facilitar seu desmame ventilatório e reduzir o tempo de permanência na UTI. Sugerimos que mais estudos devem ser realizados como cicloergômetro para que esse aparelho seja mais utilizado dentro da UTI como ferramenta de mobilização precoce e como ferramenta para diminuir tempo de desmame e tempo de permanência hospitalar.

.

9 ANEXOS E APÊNDICES

Apêndice A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

MOBILIZAÇÃO PRECOCE DE PACIENTES CRÍTICOS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA Seu familiar está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada "MOBILIZAÇÃO

PRECOCE DE PACIENTES CRÍTICOS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA". O estudo tem como objetivo avaliar os efeitos de um programa de exercícios destinado a pacientes que estão respirando com ajuda de aparelhos internados no centro de tratamento intensivo adulto.

O trabalho será composto por dois grupos, sendo que o paciente será sorteado para um deles. Ambos realizarão exercícios para braços e pernas, os quais consistirão em troca de posição, posicionamento com elevação da cabeceira da cama a 30°, movimentos dos membros e alongamentos. O grupo intervenção realizará, também, um treinamento com bicicleta adaptada a cama a qual permite a mobilização das pernas.

O paciente pode se sentir cansado durante os exercícios e/ou dolorido após os mesmos. O tratamento não será prejudicado em caso de recusa.

Não haverá custo para os indivíduos que participarem do estudo e os dados pessoais não serão mencionados.

Pesquisadora responsável: Silvia Regina Rios Vieira (cel. 9968 6170).

Serviço de Medicina Intensiva - 13° andar do HCPA (tel. 2101 8634) Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, fone 3359 8304 - para questões sobre a pesquisa e sobre os direitos dos pacientes envolvidos ou sobre problemas decorrentes da pesquisa.

Ao assinar abaixo, você confirma que leu as afirmações contidas neste termo de consentimento elaborado em 2 vias (uma para o participante e outra para o pesquisador), que foram explicados os procedimentos do estudo, que teve a oportunidade de fazer perguntas, que está satisfeito com as explicações fornecidas e que decidiu participar voluntariamente deste estudo.

Nome do Paciente: _____

Nome do Responsável: _____

Nome do Pesquisador: _____

_____

_____

Responsável pelo paciente Pesquisador

Porto Alegre, ___ de _____ de 2013.

Apêndice B

Ficha de Coleta Ultrassom

MOBILIZAÇÃO PRECOCE DE PACIENTES CRÍTICOS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA

INICIAL

	Direita	Esquerda
Us Quadriceps		
Perimetria		
US Diafragma		

7º DIA

	Direita	Esquerda
Us Quadriceps		
Perimetria		
US Diafragma		

FINAL

	Direita	Esquerda
Us Quadriceps		
Perimetria		
US Diafragma		

Apêndice C

FICHA DE PROTOCOLO DE MOBILIZAÇÃO EM CICLOERGÔMETRO

Nome_____ Núm. identificação_____ Leito_____
Sexo_____ Idade _____ Peso _____ Altura_____ IMC_____ APACHE II _____

Doença de base_____

Comorbidades associadas_____

Internação Hospitalar __ /__ /__ Alta Hosp. __ /__ /__

Internação CTI __ /__ /__ Alta CTI __ /__ /__

Início VM __ /__ /__ Fim VM __ /__ /__

Desmame ( ) sucesso ( ) insucesso

DATA							

Momento	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
StPO2														
FR														
FC														
PAS														
PAD														
PAM														
Ppico														
PEEP														
VAC														
Tinsp														
FiO2														
FC														
PAM														
SpO_2														
Tempo														
Velocidade														
Modo VM														
Nível de sedação (RASS)														
Nível de Consciência (Glasgow)														
Dose de Drogas vasoativas														
Observações														

Legenda: SatO2 : Saturação Periférica de Oxigênio; FR: Frequência Respiratória; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; PAM: Pressão Arterial Média; FC: Frequência Cardíaca; Vel.: velocidade; VM: ventilação

mecânica; T insp: tempo inspiratório, VAC: volume de ar corrente; FiO2: fração inspirada de O2, PPico: pressão de pico; PEEP: positive end-expiratory pressure.

Anexo A

Aprovação do Projeto de Pesquisa

HCPA - HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE
GRUPO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

COMISSÃO CIENTÍFICA E COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

A Comissão Científica e o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (CEP/HCPA), que é reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)/MS e pelo Office For Human Research Protections (OHRP)/USDHHS, como Institutional Review Board (IRB00000921) analisaram o projeto:

Projeto: 100530
Data da Versão do Projeto: 24/06/2011
Data da Versão do TCLE: 24/06/2011

Pesquisadores:
LAURA JUREMA DOS SANTOS
SILVIA REGINA RIOS VIEIRA

Título: MOBILIZAÇÃO PRECOCE DE PACIENTES CRÍTICOS EM VENTILAÇÃO MECÂNICA

Este projeto foi APROVADO em seus aspectos éticos e metodológicos, bem como o respectivo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, de acordo com as diretrizes e normas nacionais e internacionais de pesquisa clínica, especialmente as Resoluções 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde.

- Os membros da Comissão Científica e do Comitê de Ética em Pesquisa não participaram do processo de avaliação dos projetos nos quais constam como pesquisadores.
- Toda e qualquer alteração do projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente ao CEP/HCPA.
- O pesquisador deverá apresentar relatórios semestrais de acompanhamento e relatório final ao CEP/HCPA.
- Somente poderá ser utilizado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido no qual conste o carimbo de aprovação do CEP/HCPA.

Porto Alegre, 16 de agosto de 2011.

Profª Nadine Clausell
Coordenadora GPPG e CEP/HCPA

Anexo B

Artigo publicado na Trials

Santos *et al. Trials* (2015) 16:383
DOI 10.1186/s13063-015-0914-8

TRIALS

STUDY PROTOCOL

Open Access

Early rehabilitation using a passive cycle ergometer on muscle morphology in mechanically ventilated critically ill patients in the Intensive Care Unit (MoVe-ICU study): study protocol for a randomized controlled trial

Laura Jurema dos Santos[1,2*], Fernando de Aguiar Lemos[3], Tanara Bianchi[4], Amanda Sachetti[4], Ana Maria Dall' Acqua[1], Wagner da Silva Naue[5], Alexandre Simões Dias[3,4,6] and Silvia Regina Rios Vieira[1,7]

Abstract

Background: Patients in Intensive Care Units (ICU) are often exposed to prolonged immobilization which, in turn, plays an important role in neuromuscular complications. Exercise with a cycle ergometer is a treatment option that can be used to improve the rehabilitation of patients on mechanical ventilation (MV) in order to minimize the harmful effects of immobility.

Methods/Design: A single-blind randomized controlled trial (the MoVe ICU study) will be conducted to evaluate and compare the effects of early rehabilitation using a bedside cycle ergometer with conventional physical therapy on the muscle morphology of the knee extensors and diaphragm in critical ill patients receiving MV. A total of 28 adult patients will be recruited for this study from among those admitted to the intensive care department at the Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Eligible patients will be treated with MV from a period of 24 to 48 h, will have spent maximum of 1 week in hospital and will not exhibit any characteristics restricting lower extremity mobility. These subjects will be randomized to receive either conventional physiotherapy or conventional physiotherapy with an additional cycle ergometer intervention. The intervention will be administered passively for 20 min, at 20 revolutions per minute (rpm), once per day, 7 days a week, throughout the time the patients remain on MV. Outcomes will be cross-sectional quadriceps thickness, length of fascicle, pennation angle of fascicles, thickness of vastus lateralis muscle, diaphragm thickness and excursion of critical ICU patients on MV measured with ultrasound.

Discussion: The MoVe-ICU study will be the first randomized controlled trial to test the hypothesis that early rehabilitation with a passive cycle ergometer can preserve the morphology of knee extensors and diaphragm in critical patients on MV in ICUs.

Trial registration: NCT02300662 (25 November 2014).

Keywords: Intensive care, Early ambulation, Clinical trial

* Correspondence: fisio.laurasantos@gmail.com
[1]Graduate Program in Health Sciences: Cardiology and Cardiovascular Science, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rua Dr Pereira Neto, 725 torre 1 ap 902, Tristeza–Porto Alegre, RS CEP 91920530, Brazil
[2]Department of Physical Therapy, Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, RS, Brazil
Full list of author information is available at the end of the article

BioMed Central

© 2015 Santos et al. **Open Access** This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.

Background

Patients in Intensive Care Units (ICU) are often exposed to prolonged immobilization, which can play an important role in neuromuscular complications [1, 2]. Bed rest results in skeletal muscle weakness, progressing to muscle atrophy and losses of 3–11 % of muscle mass during the first 3 weeks of immobility [3]. This loss of muscle mass and muscle weakness, in turn, are the result of acquired myopathy, polyneuropathy or a combination of the two [4]. The prevalence of acquired polyneuropathy among patients in intensive care settings is in the range of 58–96 % [5]. Notwithstanding, recent evidence suggests that muscle weakness can be present within hours of starting mechanical ventilation (MV) and is evident in 25–100 % of patients ventilated for more than 7 days [6]. Among these patients, muscle weakness is associated with increased length of hospital stay and higher mortality and with impaired functional status that can still be detected years after hospital discharge, compromising patients' quality of life [7, 8].

The combination of prolonged MV and the effects of immobility causes significant changes to muscle fibers, reducing both respiratory and peripheral muscle strength [9]. While this muscle weakness has a multifactorial etiology, early rehabilitation of patients in ICUs can help to keep the atrophy, loss of muscle mass and loss of physical conditioning associated with bed rest to a minimum [2]. One resource that has proved to be of great utility in hospitals is the cycle ergometer, which is a stationary piece of equipment designed to enable cyclical rotations of lower and/or upper extremities and can be used to perform passive, active and resisted exercises [1].

Treatment with the cycle ergometer has been shown to improve quadriceps strength, functional status and 6-min walking results at hospital discharge [10]. Although this therapy is widely used in outpatient settings with the objective of improving rehabilitation of patients with chronic pulmonary disease, few studies have assessed its effects in hospital settings, particularly in ICUs [11, 12].

This article provides a detailed description of the background, target population and methodology of the MoVe-ICU study, an randomized controlled trial (RCT) investigating the effects of early rehabilitation using a bedside cycle ergometer combined with conventional physical therapy versus conventional physical therapy alone on the muscle morphology of the knee extensors and the diaphragm.

Methods

This study will be financed by the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) research funding agency and it will be conducted in accordance with the principles laid out in the Helsinki Declaration and with Good Clinical Practice. Procedures will be in accordance with National Health Council (Conselho Nacional de Saúde: resolution number 466/12). The HCPA Ethics Committee has approved the study (CEP HCPA number 10-0530) and informed consent will be obtained in writing from all patients who are taking part.

Patients

This is a single-blind RCT that is going to be conducted by the intensive care and physiotherapy departments at the Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Patients of both genders aged ≥18 years will be recruited from among those admitted to the HCPA ICU and undergoing MV from 24 to 48 h after transfer from the emergency department or wards, no more than 1 week after admission. Exclusion criteria will include neuromuscular diseases causing motor deficits, such as strokes, multiple sclerosis, amyotrophic lateral sclerosis, myasthenia gravis and Guillain-Barré syndrome. Patients will also be excluded in the event of the following: extubation less than 48 h after enrollment on the study; hemodynamic instability (norepinephrine > 0.5 μg/kg/min for arterial blood pressure > 60 mmHg); complications during the protocol such as pneumothorax, deep vein thrombosis or pulmonary embolism; Shilley catheter in the femoral vein; reintubation; delayed weaning (3 failed spontaneous ventilation tests); body mass index (BMI) > 35 kg/m^2 [2]; or emergence of eschar in the calcaneus area during the protocol.

For sample selection, an assessor is going to conduct a daily search for potential trial participants using the hospital computer system. Then, electronic medical records will be reviewed by patient identification, medical diagnosis, and current medical condition in order to assess patients for eligibility. The next of kin to each eligible patient will be approached for study enrollment. Those who agreed to participate will be asked about the laterality of the patient and will be required to provide written consent.

Interventions

Conventional (chest and motor) physical therapy is going to be performed by staff physical therapists who have at least 2 years of experience in the care of critically ill patients. All patients will receive 30-min physical therapy sessions twice daily (morning and afternoon). The protocol consists of passive diagonal movements based on the proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching technique for the upper and lower extremities (two sets of 10 repetitions per set of each diagonal movement bilaterally) and manual bronchial hygiene techniques, such as chest compression-vibrations, resuscitation maneuvers with an Ambu® bag, Ambu, Ballerup, DK), and suction of secretions when necessary.

The intervention group (IG), in addition to conventional physical therapy, is going to undertake passive cycling exercise training for the lower extremities using a bedside cycle ergometer (Flexmotor; Cajumoro, São Paulo, SP, Brazil). For the cycling exercise, patients will be in the supine position with the head of the bed elevated to 30 °. Each patient will perform passive cycling movements at 20 rpm for 20 min once daily, 7 days a week, in the afternoon prior to conventional physical therapy, until extubation or day 7 of the protocol. The protocol will be discontinued if hemodynamic instability occurs (requiring norepinephrine >0.5 μg/kg/min for a mean arterial pressure (MAP) >60 mmHg), systolic blood pressure (SBP) >200 mmHg, heart rate <40 beats/min and persistent peripheral arterial saturation < 88 % or if performing tracheostomy is required.

Before and after each exercise session, the cycle ergometer will be cleaned following the cleaning procedures adopted in the ICU and the criteria established by the hospital infection control committee. Before starting the cycling exercise, all procedures will be briefly explained to the patient regardless of their level of consciousness or sedation. To minimize contact with the device, the heel region is going to be covered with sterile gauze and secured with adhesive tape so that the ankle joint will be close to a 90 ° angle. The passive cycling movements generate alternating extension and flexion of the knee and hip, bilaterally, for 20 consecutive minutes. All procedures will be performed under the supervision of one of the investigators.

In the two groups, arterial blood gas values will be recorded daily and the following parameters monitored during all sessions in order to monitor the safety of the technique: heart rate, respiratory rate, MAP, peripheral oxygen saturation, and ventilatory parameters.

After extubation or on day 7 of the protocol (whichever occurred first), all patients willreceive a second ultrasound examination (final assessment) and continue to receive conventional physical therapy until ICU discharge.

Assessment

After completing the period of 24 to 48 h of MV, patients will be enrolled in the study and an ultrasound will be performed to assess the morphology and thickness of the knee extensors (dominant side) and excursion of the diaphragm muscle. The first ultrasound examination will be performed on the first day of patient participation in the study (initial assessment). A second examination will be performed on day 7 of the protocol or 24 h after extubation, whichever occurred first (final assessment). Both assessments will be performed by the same trained examiner, who will be blind to group assignment and data analysis.

With the patient lying supine, real-time B-mode ultrasound scanning will be performed using a 7.5 MHz linear-array transducer (SonoSite, Washington, DC, USA). The probe willbe coated with water-soluble transmission gel to provide acoustic contact without depressing the dermal surface [13]. First, the quadriceps muscle length will be identified and marked on the skin, and its midpoint determined. To ensure that the same region of the muscle will be scanned on subsequent sessions, a map of this region will be recorded and traced on a clear acetate sheet using a permanent marker. Bony prominences and birthmarks will also be included in the map, as well as the probe outline in order to ensure that the probe is held at the same angle relative to the frontal plane during all measurements [13]. Quadriceps muscle thickness will be determined on cross-sectional images by measuring the distance from the outer edge of the femur to the inner edge of the aponeurosis of the upper attachment of the rectus femoris muscle [14].

Ultrasound-based measurements of the vastus lateralis muscle architecture will be made on images obtained at sites corresponding to the points on the muscle belly of highest contractile muscle volume. The muscle length is going to be marked on the skin, its lower two thirds will be determined, and then a point will be marked on the vastus lateralis muscle belly. With the patient lying in the supine position with legs and knees extended, the hip unrotated and the ankle in a neutral position, the ultrasound transducer will be oriented along the axial plane of the vastus lateralis muscle belly. Axial-plane images of the vastus lateralis will then be acquired and muscle architecture parameters, such as fascicle length (FL), fascicle pennation angle (PA), and muscle thickness [15]. Finally, data on FL will be normalized to femur length for each patient.

Ultrasound measurement of the thickness of the diaphragm muscle will be conducted with patients lying in supine position. The probe will be coated in a water-soluble transmission gel to enable acoustic contact without depressing the surface of the skin. The probe will be positioned perpendicular to the diaphragm in the intercostal space over the tenth rib at the anteroaxillary line [16]. For image acquisition the probe will be coated in a water-soluble transmission gel to enable acoustic contact without depressing the surface of the skin. The probe will then be positioned perpendicular to the diaphragm and the image will be acquired for measurement of the thickness at the end of the inspiration [16].

Subjects will be positioned for assessment of diaphragm excursion lying down in the supine position. The probe will be coated in a water-soluble transmission gel to enable acoustic contact without depressing the surface of the skin. The probe will be positioned using the anatomic window for liver analysis between the

medioclavicular line and the anterior axillary line, in the cranial direction. The probe will, therefore, be positioned medially, cranially and dorsally in such a way that the ultrasound beam transects the posterior third of the diaphragm [17, 18]. Inspiratory and expiratory diaphragmatic excursion images will be acquired with the ultrasound machine in M-mode. Inspiratory excursion will be defined as the vertical height measured from the base at the start of inspiration to the apex of inclination at the end of inspiration. Expiratory excursion will be defined as the vertical height from the apex of inspiration until the base returns [17, 18].

Outcomes

The primary endpoint with respect to the efficacy of passive leg cycle exercise in preserving muscle morphology may be the difference in cross-sectional thickness of the dominant quadriceps muscle from initial to final assessment between groups. Secondary efficacy endpoints may include changes in muscle architecture parameters, such as vastus lateralis fascicle length, PA, muscle thickness, and diaphragm thickness and excursion. We will also assess length of ICU and hospital stay, duration of MV, successful extubation, and incidences of patient death. In addition, septic (requiring vasoactive drugs) and non-septic patients will be compared in terms of primary and secondary outcomes.

Sample size calculation

The sample size calculation is based on a pilot study with 10 patients. To achieve an effect size of 1.2 standard errors between groups as cross-sectional thickness of the quadriceps muscle, significance level of 5 % and power of 85 % and 2 repeated measures (initial and final), the sample size estimated by the (WinPepi, http://www.brixtonhealth.com/pepi4windows.html) 11.43 statistical program was of 14 patients in each group.

Randomization

Patients will be randomly assigned to receive either conventional physical therapy (conventional group) or exercise training intervention using a cycle ergometer associated with conventional physical therapy (intervention group). Randomization sequence is going to be created by using the website www.randomization.com, with a 1:1 allocation ratio using blocks of 10 participants.

To ensure the confidentiality of randomization sequence, the sequence will be generated by an assessor who has not participated in data collection or study design and will be contacted by telephone only after the participant has been included in the study and is ready to start the protocol.

Statistical analysis

Continuous variables will be expressed as mean and standard deviation or standard error, or as median and interquartile range. Categorical variables will be expressed as absolute and relative frequencies. The Shapiro-Wilk test will be used to test the normality of distribution, and Levene's test will be used to assess homogeneity of variance for all group comparisons. Student's t test for independent samples will be used to compare means between groups, and the Mann–Whitney test will be used to compare medians between groups. Qualitative data will be analyzed using the chi-square test or Fisher's exact test when at least 25 % of the cells exhibited the expected frequency <5. To evaluate the intra-group effects, the group and subgroups (septic versus non-septic) in changing muscle parameters, the model of Generalized Estimating Equations (GEE) will be performed with Bonferroni adjustment. Analysis of covariance (ANCOVA) will be used to control for confounding factors such as BMI, duration of protocol and duration of MV. Statistical analysis will be performed using SSPS, version 17.0 (SSPS Inc., Chicago, IL, USA). The level of significance is going to be set at 5 % ($p \leq 0.05$).

Discussion

It is becoming ever more widely recognized that physical training is an important component of caring for critical patients who require MV and one that can improve pulmonary and muscular function and functional independence, accelerating the recovery process and reducing the time spent on MV and in the ICU [19]. The potentially beneficial effects of early rehabilitation of critical patients who are immobile in bed are related to the theory of the calf muscle pump and muscle training. Physical exercise increases lower extremity muscle tone and, as a consequence, during muscle contractions there is increased ejection capacity, improving both venous return and muscle perfusion [20, 21].

Patients who are on MV are immobilized in bed and this can lead to muscle weakness rates of up to 25 %, can be associated with increased mortality and higher oxygen demand and can present challenges for weaning from ventilation [10, 22, 23]. ICU-acquired weakness can be caused by a range of factors, such as the inflammatory response and medications, and also because the cardiovascular system undergoes changes when patients spend prolonged periods lying down, including increased cardiovascular work and heart rate and changes to cardiac output, which in turn can lead to retention of fluid, causing edema [24].

Immobility in bed and the underlying critical disease lead to greater loss of muscle mass, particularly from the lower extremities, when compared with healthy individuals [2]. Delayed weaning can cause patients to develop

pressure sores and worsens their physical fitness at the time of discharge from the ICU [10, 22–24]. In contrast, patients who are subject to intervention soon after admission to the ICU preserve a greater proportion of their physical capacity and functionality and achieve shorter hospital stays, although implementation of early rehabilitation in hospitals remains a challenge [25, 26].

In one controlled clinical trial [27], it was found that an early rehabilitation protocol was safe and easy to administer and led to shorter ICU stays and reduced expenditure when compared with patients given routine care. The members of the IG spent less time in bed, had shorter ICU stays and spent less time in hospital [27]. The authors also observed that 3 h of continuous passive rehabilitation using a cycle ergometer reduced fiber atrophy and protein loss, when compared with passive stretching for 5 min twice a day.

A study with healthy volunteers administered a cycling exercise test to exhaustion and then used ultrasound to assess quadriceps, finding that the PA and the thickness of the vastus lateralis muscle (VLMT) both increased [27]. The first randomized clinical trial to study the use and efficacy of a cycle ergometer with critical care patients demonstrated that one regular session of exercise daily was feasible and safe and should be administered early on in the ICU stay. The intervention improved functional capacity and muscle strength and brought forward hospital discharge in the patients who took part in that study [10].

In a study of critically ill patients published in *JAMA* recently, Puthucheary et al. [28] concluded that the loss of muscle mass occurred quickly and early during the first week of hospitalization. Risk stratification of patients with peripheral muscle wasting is vital to optimize the clinical management, including the implementation of kinesiotherapy, rehabilitation and other therapeutic interventions [29]. Recent attention has focused on the use of ultrasound to monitor the trajectory of muscle wasting in critically ill patients [30]. This had demonstrated clinical utility to evaluate the change in the architecture of peripheral skeletal muscles during critical illness. However, the technique still requires standardization of protocols in the intensive care environment [31].

It is now clear that the role of physiotherapy in the ICU and techniques employed are the subject of much research. A review of the recent literature showed that motor physiotherapy has proven beneficial for critical patients, reducing the time spent in the ICU and the hospital. Its effects on functional capacity were also positive, leading to the conclusion that early rehabilitation should be implemented in all ICUs [32].

Trial status

Recruiting since May 2013.

Abbreviations

ANCOVA: analysis of covariance; BMI: body mass index; CG: Conventional Group; FAPERGS: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul; FIPE: Fundo de Incentivo à Pesquisa e Eventos; FL: length of fascicle; GEE: Generalized Estimating Equations; HCPA: Hospital de Clinicas de Porto Alegre; ICU: Intensive Care Unit; IG: Intervention Group; MAP: mean arterial pressure; MV: mechanical ventilation; PA: pennation angle of fascicles; PNF: proprioceptive neuromuscular facilitation; RCT: randomized controlled trial; rpm: revolutions per minute; SBP: systolic blood pressure; IUFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; VLMT: thickness of vastus lateralis muscle.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contributions

LJS, FAL, ASD and SRRV developed the study design. TB, AS, AMDA and WSN made substantial contributions to the design of the trial. LJS, TB, ASD and SRRV drafted the manuscript. All authors provided input to revisions of the manuscript and have read and approved the final manuscript.

Acknowledgments

The authors would like to thank all of the physiotherapists, specialist nurses and physicians involved with recruitment and data collection. This study is supported by the research funding agencies Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) and Fundo de Incentivo à Pesquisa e Eventos (FIPE) do HCPA.

Author details

[1]Graduate Program in Health Sciences: Cardiology and Cardiovascular Science, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rua Dr Pereira Neto, 725 torre 1 ap 902, Tristeza–Porto Alegre, RS CEP 91920530, Brazil. [2]Department of Physical Therapy, Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, RS, Brazil. [3]Graduate Program in Human Movement Science, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil. [4]Graduate Program in Respiratory Science, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil. [5]Physical Therapy Service–Intensive Care Unit, Hospital de Clinicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre, RS, Brazil. [6]Department of Physical Therapy, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Physical Therapy Service, Hospital de Clinicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre, RS, Brazil. [7]School of Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Intensive Care Unit, Hospital de Clinicas de Porto Alegre (HCPA), Porto Alegre, RS, Brazil.

Received: 24 November 2014 Accepted: 17 August 2015
Published online: 28 August 2015

References

1. Needham DM, Troug AD, Fan E. Technology to enhance physical rehabilitation of critically ill patients. Crit Care Med. 2009;37 Suppl 10:S436–41.
2. Troung AD, Fan E, Brower RG, Needham DM. Bench-to-bedside review: mobilizing patients in the Intensive Care-Unit–from pathophysiology to clinical trials. Crit Care. 2009;13(4):216.
3. Meesen RL, Dendale P, Cuypers K, Berger J, Hermans A, Thijs H, et al. Neuromuscular electrical stimulation as a possible means to prevent muscle tissue wasting in artificially ventilated and sedated patients in the Intensive Care Unit: a pilot study. Neuromodulation. 2010;13(4):315–20.
4. Llano-Diez M, Renaud G, Andersson M, Marrero HG, Cacciani N, Engquist H, et al. Mechanisms underlying ICU muscle wasting and effects of passive mechanical loading. Crit Care. 2012;26(16):R209.
5. Fletcher SN, Kennedy DD, Ghosh IR, Misra VP, Kiff K, Coakley JH, et al. Persistent neuromuscular and neurophysiologic abnormalities in long-term survivors of prolonged critical illness. Crit Care Med. 2003;31(4):1012–6.
6. Williams N, Flyn M. A review of the efficacy of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients. Physiother Theory Pract. 2014;30(1):6–11.
7. Hermans G, Clerckx B, Vanhullebusch T, Segers J, Vanpee G, Robbeets C, et al. Interobserver agreement of Medical Research Council sum-score and handgrip strength in the Intensive Care Unit. Muscle Nerve. 2012;45(1):18–25.
8. Vanpee G, Segers J, Van Mechelen H, Wouters P, Van den Berghe G, Hermans G, et al. The interobserver agreement of handheld dynamometry

for muscle strength assessment in critically ill patients. Crit Care Med. 2011;39(8):1929–34.
9. França EE, Ferrari F, Fernandes P, Cavalcanti R, Duarte A, Martinez BP, et al. Physical therapy in critically ill adult patients: recommendations from the Brazilian Association of Intensive Care Medicine Department of Physical Therapy. Rev Bras Ter Intensiva. 2012;24(1):6–22.
10. Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, Ferdinande P, Langer D, Troosters T, et al. Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. Crit Care Med. 2009;37(9):2499–505.
11. Dantas CM, Silva PFS, Siqueira FHT, Pinto RMF, Matias S, Maciel C, et al. Influence of early mobilization on respiratory and peripheral muscle strength in critically ill patients. Rev Bras Ter Intensiva. 2012;24(2):173–8.
12. Pinheiro AR, Christofoletti G. Motor physical therapy in hospitalized patients in an intensive care unit: a systematic review. Rev Bras Ter Intensiva. 2012;24(2):188–96.
13. Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. J Appl Physiol. 2004;96(3):885–92.
14. Erskine RM, Jones DA, Maganaris CN, Degens H. In vivo specific tension of the human quadriceps femoris muscle. J Appl Physiol. 2009;106(6):827–38.
15. Brechue WF, Abe T. The role of FFM accumulation and skeletal muscle architecture in powerlifting performance. Eur J Appl Physiol. 2002;86(4):327–36.
16. Cohn D, Benditt JO, Eveloff S, McCool FD. Diaphragm thickening during inspiration. J Appl Physiol. 1997;83(1):291–6.
17. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by M-mode ultrasonography: methods, reproducibility, and normal values. Chest. 2009;135(2):391–400.
18. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. Intensive Care Med. 2013;39(5):801–10.
19. Needham DM. Early mobilization of critically ill patients: reducing neuromuscular complications after intensive care. JAMA. 2008;300(14):1685–90.
20. Penha GS, Damiano AP, Carvalho T, Lain V, Serafim JD. Early mobilization in acute stage of deep venous thrombosis of the lower limbs. J Vasc Bras. 2009;8(1):77–85.
21. Alberti LR, Petrolanu A, Corrêa D, Franco ST. The influence of physical activity on chronic venous insufficiency of the lower limbs. Acta Med Port. 2008;21(3):215–20.
22. Gosselink R, Clerckx B, Robbets C, Vanhullebusch T, Vampee G, Segers J. Physiotherapy in the Intensive Care Unit. Neth J Crit Care. 2011;15(2):66–75.
23. Perme C, Chandrashekar R. Early mobility and walking program for patients in Intensive Care Units: creating a standard of care. Am J Crit Care. 2009;18(3):212–21.
24. Vollman KM. Progressive mobility in the critically ill. Crit Care Nurse. 2010;30(2):S3–5.
25. Davidson JE, Harvey MA, Bemis-Dogherty A, Smith JM, Hopkins RO. Implementation of the Pain, Agitation and Delirium Clinical Practice Guidelines and promoting patient mobility to prevent post-intensive care syndrome. Crit Care Med. 2013;419 Suppl 9:S136–45.
26. Engel HJ, Needham DM, Morris PE, Gropper MA. ICU early mobilization: from recommendation to implementation at three medical centers. Crit Care Med. 2013;41 Suppl 9:S69–80.
27. Morris PE, Goad A, Thompson C, Taylor K, Harry B, Passmore L, et al. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure. Crit Care Med. 2008;36(8):2238–43.
28. Puthucheary ZA, Rawal J, McPhail M, Connolly B, Ratnayake G, Chan P, et al. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. JAMA. 2013;310(15):1591–600.
29. Puthucheary Z, Hart N. Intensive care unit acquired muscle weakness: when should we consider rehabilitation? Crit Care. 2009;13(4):167.
30. Puthucheary Z, Harridge S, Hart N. Skeletal muscle dysfunction in critical care: wasting, weakness, and rehabilitation strategies. Crit Care Med. 2010;38 Suppl 10:S676–82.
31. Connolly B, MacBean V, Crowley C, Lunt A, Moxham J, Rafferty GF, et al. Ultrasound for the assessment of peripheral skeletal muscle architecture in critical illness: a systematic review. Crit Care Med. 2015;43(4):897–905.
32. Stiller K. Physiotherapy in intensive care: an updated systematic review. Chest. 2013;144(3):825–47.

Submit your next manuscript to BioMed Central and take full advantage of:

- **Convenient online submission**
- **Thorough peer review**
- **No space constraints or color figure charges**
- **Immediate publication on acceptance**
- **Inclusion in PubMed, CAS, Scopus and Google Scholar**
- **Research which is freely available for redistribution**

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit

BioMed Central