Adriana Claudia Lunardi

**Efeito do treinamento muscular respiratório
em indivíduos desnutridos submetidos a
cirurgias abdominais altas**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Doutor em Ciências

Programa de: Fisiopatologia Experimental

Orientador: Prof. Dr. Celso Ricardo Fernandes de Carvalho

**São Paulo
2010**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Lunardi, Adriana Claudia

Efeito do treinamento muscular respiratório em indivíduos desnutridos submetidos a cirurgias abdominais altas / Adriana Claudia Lunardi. -- São Paulo, 2010.

**Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.**

Programa de Fisiopatologia Experimental.

Orientador: Celso Ricardo Fernandes de Carvalho.

Descritores: 1.Desnutrição 2.Músculos respiratórios 3.Cirurgia

4.Fisioterapia 5.Cuidados pós-operatórios 6.Complicações pós-operatórias

USP/FM/DBD-234/10

Dedico este trabalho...

Aos fisioterapeutas que exercem este ofício com dignidade;
aos profissionais e estudantes que buscam sempre fazer o melhor na
ciência, na assistência, ou no ensino; aos que acreditam em ajudar ao
próximo e se dedicam ao crescimento e reconhecimento da Fisioterapia
na promoção da saúde, do conhecimento e do bem-estar!

***"O significado das coisas não está nas coisas em si,
mas sim em nossa atitude com relação a elas."***

Antoine De Saint Exupery

Agradeço

A **minha família**, que além de ser meu porto seguro e me rodear de carinho e amor... sempre incentivou minha busca de crescimento pessoal e profissional. Obrigada a meu pai *Luiz* por ser um homem correto, protetor, batalhador e imensamente dedicado à família. Obrigada à minha mãe *Evanir* por sempre cuidar tão bem de nós e ser a mulher mais forte e determinada que conheço. E obrigada à minha irmã *Leticia* por preencher meus dias com alegria, amizade e companheirismo. Vocês sabem o quanto amo vocês e quanto orgulho tenho de fazer parte dessa família.

***"A consciência de amar e ser amado traz um conforto
e riqueza à vida que nada mais consegue trazer."***

(Oscar Wilde)

Ao **Prof. Dr. Celso RF Carvalho**, que mais do que meu orientador, desde a iniciação científica, sempre foi e será uma referência na minha caminhada profissional. Obrigada pela amizade, pelos ensinamentos, pelas conversas e por ser orgulho dessa instituição e da nossa profissão. Você é um exemplo de competência, fibra e determinação na ciência e na docência, além de pai dedicado e amigo fiel. Reafirmo que tenho muito orgulho de ter minha vida profissional conduzida por você!

*Às fisioterapeutas **Camila S. Miranda e Karoline M. Silva**, que além de terem sido excelentes companheiras e amigas, tornaram este estudo possível.*

Ao **Departamento de Gastroenterologia**, que me acolheu como membro da equipe desde 2001, permitindo e confiando plenamente no desenvolvimento deste e de outros estudos científicos realizados no Serviço de Cirurgia do Aparelho Digestório e de Coloproctologia do Instituto Central do HC-FMUSP.

Ao **Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional** da Faculdade de Medicina da USP, em especial aos Docentes do Curso de Fisioterapia, pela minha formação e desenvolvimento profissional.

Aos alunos de graduação de Fisioterapia da USP e de especialização do ICHC-FMUSP, que desde 2001 são a razão da minha caminhada e me dão o prazer e a responsabilidade de fazer parte da sua formação.

A equipe da Gastrocirurgia do ICHC-FMUSP, desde as secretárias, os médicos e as equipe de Enfermagem, Nutrição, Psicologia, Serviço Social, Fonoaudiologia e Limpeza, por me ensinarem a trabalhar em equipe multiprofissional e fazerem minha rotina muito divertida.

Aos Residentes e Preceptores de Gastrocirurgia do HC-FMUSP pela confiança no meu trabalho, pelos conhecimentos de cirurgia que me transmitem e principalmente, por tornarem minha rotina muito mais divertida. Em especial, aos amigos que ganhei durante todos esses anos: Luciana Ragazzo, Antonio Couceiro Lopes, Arceu Scanavini Neto, Fernando Saito, Marcos Lucon, Gustavo Ebaid, Renato Lupinacci, Allan Garms, André Kondo, Carlos Pires, Fabrício Coelho, Vitor Maia Pires, Ivan Orso, Ivan Rezende, Daniel Kruglensky, Mauricio Sorbello e Thatyana Arantes.

A **minha família paulistana: Cândido, Patrícia, Laura e Heloisa** que me cercam de carinho e de apoio em tudo que é possível. Obrigada por me receberem na sua família e me tornar membro oficial dela! Sou muito feliz por fazer parte da vida de vocês.

A **Cibele CB Marques da Silva, Denise M Paisani, Fabiana Stanzani, Luciana Chiavegato** pela amizade, idéias, incentivo rotineiro, apoio infinito, incontáveis risadas e convívio prazeroso. Vocês, certamente, são um dos melhores frutos deste período de doutorado. Obrigada por surgirem na minha vida e despertarem o melhor de mim, dividindo momentos difíceis e divertidos, crises existenciais e alegrias, e por serem ótimas companhias. Vocês serão eternamente minhas Golden friends!

A **Beatriz Panosian, Jordana Bernardes e Thaís Guilherme** que são minhas poucas e excelentes amigas. Obrigada pela amizade e carinho e principalmente, pela compreensão nessa época de ausência.

Ao **Felipe Mendes** pela parceria, amizade, apoio e confiança. Obrigada pelo companheirismo, por acreditar e embarcar nos meus devaneios pessoais e profissionais, por sempre estar disponível e

disposto nos meus momentos de desespero e de alegria, pelas *puxadas de orelha* e especialmente, por deixar meus dias muito mais divertidos. Você sabe o quanto eu te acho brilhante e quero que nossa “sociedade” dure por muito tempo.

***“Amigos são anjos que nos deixam de pé
quando nossas asas têm problemas
em se lembrar como voar”***

(Cartecia)

Aos ***Pacientes***, motivo principal deste estudo... meu total respeito.

***Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha, é porque cada pessoa é
única e nenhuma substitui a outra!***

***Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha e não nos deixa só porque
deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós.***

***Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se
encontram por acaso.***

(Charles Chaplin)

Sumário:

Lista de Abreviaturas

Lista de Tabelas

Lista de Figuras

Resumo

Abstract

1) INTRODUÇÃO	1
1.1) Desnutrição e o sistema respiratório	2
1.2) Desnutrição e risco cirúrgico	5
1.3) Treinamento da musculatura respiratória	7
1.3.1) Bases fisiológicas do treinamento da musculatura esquelética	7
1.3.2) Racional do treinamento da musculatura respiratória	9
2) OBJETIVOS	11
3) MÉTODOS	12
3.1) Desenho do estudo	12
3.2) Casuística	11
3.2.1) Critérios de inclusão	13
3.2.2) Critérios de exclusão	14
3.3) Desenho experimental	15
3.4) Protocolo	17
3.4.1) Avaliação antropométrica, nutricional e história clínica	17
3.4.2) Avaliação do sistema respiratório	18
3.4.3) Seguimento pós-operatório	20
3.4.4) Avaliação antropométrica, nutricional e história clínica dos	

desnutridos	21
3.4.5) Avaliação do sistema respiratório dos desnutridos	21
3.4.6) Seguimento pós-operatório dos desnutridos	23
3.5) Materiais	24
3.6) Análise estatística	24
4) RESULTADOS	26
4.1) Etapa inicial	26
Tabela 1	27
Tabela 2	29
Tabela 3	30
Figura 1	31
4.2) Segunda etapa	32
Tabela 4	34
Tabela 5	35
Tabela 6	36
Tabela 7	38
5) DISCUSSÃO	39
6) CONCLUSÕES	50
7) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

Lista de Abreviaturas

OMS = Organização Mundial de Saúde

g/dL = grama por decilitro

DPOC = Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

P_{imáx} = Pressão Inspiratória Máxima

P_{emáx} = Pressão Expiratória Máxima

GC = Grupo Controle

n = número amostral

GD = Grupo Desnutrido

CPP = Complicação Pulmonar Pós-operatória

IMC = Índice de Massa Corpórea

Kg/m² = quilograma por metro quadrado

GSH = Grupo *Sham*

GTI = Grupo Treinamento Inspiratório

GTE = Grupo Treinamento Expiratório

NIH = *National Institute of Health, Heart, Lung and Blood*

cmH₂O = centímetro de água

Kg = quilograma

m = metro

HC-FMUSP = Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

EUA = Estados Unidos da América

ATS = *American Thoracic Society*

ERS = *European Respiratory Society*

CVF = Capacidade Vital Forçada

VEF₁ = Volume Expiratório Forçado no 1º segundo

FEF_{25-75%} = 25 a 75% do Fluxo Expiratório Forçado

F = sexo feminino

M = sexo masculino

% predito = valor em percentual do predito

cm = centímetro

VVM = Ventilação Voluntária Máxima

SIRS = *Systemic Inflammatory Response Syndrome*

Lista de Tabelas

Tabela 1: Caracterização dos grupos estudados

Tabela 2: Avaliação da função respiratória nos grupos estudados

Tabela 3: Dados peri-operatórios

Tabela 4: Caracterização dos grupos treinados

Tabela 5: Avaliação da função respiratória nos desnutridos

Tabela 6: Comparação da função respiratória após o treinamento

Tabela 7: Dados peri-operatórios dos desnutridos

Lista de Figuras

Figura 1: Incidência de complicação pulmonar pós-operatória em indivíduos desnutridos submetidos a cirurgias abdominais altas convencionais e eletivas.

RESUMO

Racional: A desnutrição calórico-protéica é um problema de saúde pública mundial e atinge cerca de 40% da população com doenças gastrointestinais candidata a cirurgias abdominais altas eletivas.

Objetivos: Avaliar os efeitos do treinamento da musculatura respiratória na função respiratória e na incidência de complicações pulmonares em indivíduos desnutridos submetidos a cirurgias abdominais altas (desfecho primário), após caracterizar a função respiratória em portadores de desnutrição calórico-protéica (desfecho secundário).

Métodos: Foram avaliados 122 indivíduos em 2 fases. A etapa inicial foi um estudo longitudinal que avaliou 75 candidatos à cirurgia abdominal alta eletiva que foram divididos em 2 grupos, de acordo com seu estado nutricional: controle (GC, n=36) e desnutridos (GD, n=39). Todos os indivíduos tiveram seus dados clínicos (nutricional e laboratorial), antropométricos e a função respiratória (espirometria, força muscular respiratória e cirtometria) avaliados. A incidência de complicações pulmonares pós-operatórias (CPP) foi contabilizada de maneira “cega” por avaliadores independentes após o procedimento cirúrgico. Todos os indivíduos receberam sessões diárias de fisioterapia convencional e padronizada após a cirurgia. Na etapa seguinte, foram avaliados 47 desnutridos divididos aleatoriamente em 3 grupos de treinamento: *Sham*

(GSH, n=20), inspiratório (GTI, n=15) e expiratório (GTE, n=12). Os treinamentos inspiratórios e expiratórios foram realizados durante 7 dias com carga linear de 30% da pressão respiratória máxima. As avaliações pré-operatórias e o seguimento pós-operatório foram realizados de maneira similar a etapa inicial do estudo. **Resultados:** Nossos resultados mostram que os desnutridos apresentam fraqueza dos músculos expiratórios ($p<0,001$), redução da expansibilidade torácica ($p<0,001$) e maior incidência de CPP ($p=0,05$). Além disso, observou-se que quando a desnutrição esta associada à fraqueza da musculatura expiratória há uma maior incidência de CPP ($p=0,02$). Na etapa do treinamento muscular respiratório, não foi observado ganho de força muscular respiratória ou de expansibilidade torácica em nenhum dos grupos treinados ($p>0,05$) e não houve diferença na incidência CPP após cirurgias abdominais altas eletivas entre os grupos ($p>0,05$). **Conclusões:** Nossos resultados mostram que a desnutrição está associada à fraqueza da musculatura expiratória e à diminuição da expansibilidade torácica e que esses déficits aumentam a incidência de complicações pulmonares após cirurgias abdominais altas eletivas. Porém, não observamos modificação na incidência dessas complicações decorrentes dos treinamentos musculares respiratórios realizados. É

possível que isto esteja relacionado ao número amostral e sugerimos futuros estudos para confirmar estes resultados.

Effect of respiratory muscle training on malnourished individuals undergoing upper abdominal surgeries

Background: The protein-energy malnutrition is a very common health problem and around 40% of patients with gastrointestinal disorders candidate for elective upper abdominal surgery present weight loss and malnutrition. **Objectives:** This is a two phases study and the first phase aimed to compare the incidence of pulmonary complications in controls and malnourished individuals undergoing to upper abdominal surgeries. The second phase aimed to assess the effect of two types of respiratory muscles training in the incidence of pulmonary complications in malnourished individuals. **Methods:** One-hundred and twenty-two individuals were evaluated in two phases. In the first phase, 75 candidates for elective upper abdominal surgery were divided, based on their nutritional status, into 2 groups: control (CG, n=36) and malnutrition (MG, n=39). Clinical (nutritional and hemogram) and anthropometric data as well as respiratory function (spirometry, respiratory muscles strength and cirtometry) were collected from all patients. The incidence of postoperative pulmonary complications (PPC) was collected after surgery by a blinded independent evaluator. All subjects received daily sessions of conventional physiotherapy

standardized. On the second phase, 47 malnourished individuals were randomly divided into 3 groups: *Sham* (SHG, n=20) and either inspiratory (ITG, n=15) or expiratory training groups (ETG, n=12). Inspiratory and expiratory training were performed with linear load of 30% of maximum respiratory pressure. The preoperative assessments and the postoperative follow up were made on the similar way at the beginning of the study. **Results:** Our results showed that malnourished individuals present expiratory muscle weakness ($p<0.001$), reduced chest wall expansion ($p<0.001$) and higher incidence of PPC ($p=0.05$). In addition, it was observed that the malnutrition associated with expiratory muscle weakness causes a higher incidence of PPC ($p=0.02$). During the respiratory muscle training, it was not observed either increase in the respiratory muscle strength or chest wall expansibility in all training groups ($p>0.05$) and there was no difference in the incidence of PPC after elective upper abdominal surgery among the groups ($p>0.05$). **Conclusions:** Our results show that malnutrition is associated with expiratory muscle weakness and decreased chest wall expansion and these deficits increase postoperative pulmonary complications in individuals undergoing to upper abdominal surgeries. The impairment on malnourished subject's respiratory function causes increase in the incidence of postoperative pulmonary complications after elective upper

abdominal surgery. However, we did not observe changes in the incidence of complications after respiratory muscle training. It is possible that this fact is related with the sample size and we suggest future studies to confirm these results.

1) INTRODUÇÃO

A desnutrição calórico-protéica hospitalar é um problema de saúde pública mundial (Pedrolli et al., 2009) afetando entre 30% a 40% dos pacientes (Westergren et al., 2009) e resulta da redução da ingestão ou assimilação de energia e/ou proteína (Soeters et al., 2009). A gravidade ou persistência deste estado de má nutrição resulta na diminuição da massa corporal magra com prejuízo funcional causado pelo catabolismo e pela alteração funcional tissular dos músculos esqueléticos (Sungurtekin et al., 2004; Jensen et al., 2010), fato este diretamente relacionado com o prolongamento da estadia hospitalar e com os elevados índices de complicações apresentados por essa população (Cohn et al., 2007).

As modificações no sistema respiratório decorrentes do mal estado nutricional são abrangentes e incluem mudanças na estrutura do parênquima pulmonar, na qualidade do surfactante, no transporte de íons e, principalmente, na defesa celular e na estrutura dos músculos respiratórios (Dias et al., 2004). O diafragma é o músculo respiratório mais afetado pela desnutrição, com redução da sua espessura, comprimento e massa muscular (Polla et al., 2004). Porém, pouco se sabe do impacto que essa perda de massa muscular tem na força e resistência dos músculos respiratórios e na mobilidade torácica desses pacientes, e

ainda, se essa condição afeta as taxas de complicações pulmonares após cirurgias de grande porte.

1.1) Desnutrição e o sistema respiratório

A desnutrição afeta o sistema respiratório diretamente, com perda do *turnover* do parênquima pulmonar, prejuízo na regeneração do epitélio respiratório, provocando alterações do tipo enfisematosas com diminuição de elastina e da espessura das paredes alveolares. Ocorrem ainda, modificações na estrutura e na função do surfactante produzido, redução da tensão superficial e aumento da probabilidade de atelectasias; levando a uma maior chance de congestão e edema pulmonar causados pelo aumento das concentrações de sódio e cloreto intra-alveolares pelo transporte ineficiente desses íons (Dias et al., 2004; Eisenhut et al., 2007). A defesa pulmonar também está comprometida em estados de má nutrição, com diminuição de 40% dos macrófagos alveolares e de secreção de imunoglobulina A nos fluidos respiratórios, aumentando assim a incidência e severidade das infecções respiratórias da comunidade e nosocomiais (Rochester e Esau, 1984). A sepse, a pneumonia e a insuficiência respiratória estão dentre as maiores causas de morte entre os indivíduos desnutridos (Rochester e Esaú, 1984).

Além de todas as alterações citadas, a restrição calórica e a conseqüente depleção do estado nutricional diminuem a taxa metabólica alterando a atividade do *drive* respiratório. Como efeito dessa mudança, há uma diminuição da capacidade dos indivíduos de manter níveis adequados de ventilação e de responder à hipóxia e à hipercapnia através da modulação ventilatória (Baier e Somani, 1984).

Já, os efeitos da desnutrição calórico-protéica na função e na estrutura dos músculos respiratórios, são bem conhecidos. Polla e colaboradores (2004) sugerem que a perda da musculatura respiratória em desnutridos é proporcional a de outros músculos esqueléticos, podendo ser, em alguns casos, até maior. O diafragma é o músculo respiratório mais estudado em relação aos efeitos da desnutrição e existem evidências de que ele seja o que tem sua estrutura mais afetada (Dias et al., 2004; Polla et al., 2004), já que apresenta diminuição do número e da área seccional das suas fibras musculares, principalmente as do tipo II. Como conseqüência, ocorre fraqueza deste músculo, com perda da força e da resistência na contração muscular, levando a maior suscetibilidade à fadiga (Rochester e Esau 1984, Kelsen et al., 1985; Lewis e Belman, 1988; Golgeli et al., 1994; Dureuil e Matuszcak, 1998; Polla et al. 2004).

Do ponto de vista da função pulmonar, alguns estudos verificaram que a desnutrição leva à redução das pressões respiratórias máximas e da ventilação voluntária máxima (Rochester e Esau 1984), diminuição da capacidade vital forçada (Birmingham e Tan, 2003; González-Moro et al., 2003) e do volume minuto (Rochester e Esau, 1984) e aumento do volume residual (González-Moro et al., 2003; Dias et al., 2004). Com essa diminuição da força muscular respiratória e de algumas capacidades pulmonares, o indivíduo tem uma tosse menos eficaz e conseqüente diminuição da eliminação de secreções, aumentando o risco do desenvolvimento de atelectasias e pneumonias. A fraqueza muscular respiratória também pode levar o indivíduo a um quadro de insuficiência respiratória (Ferrari-Baliviera et al., 1989; Machado, 1993; Wu et al., 2006).

A hospitalização prolongada pode potencializar o impacto da desnutrição sobre o sistema respiratório, agravando a chance das complicações pulmonares como atelectasias e infecções respiratórias já que um curto período de hospitalização é suficiente para causar prejuízo na função pulmonar dos pacientes, mesmo que estes não estejam desnutridos e/ou confinados ao leito. Neste sentido, há evidências de que o repouso provocado pela hospitalização provoca diminuição do volume corrente, da força muscular respiratória e da mobilidade da caixa

torácica (Suesada et al., 2007). A desnutrição do indivíduo hospitalizado pode estar relacionada à falta de apetite provocada pela dieta do hospital levando a uma diminuição do índice de massa corpórea e agravando seu quadro nutricional. De acordo com Humphreys e colaboradores (2002), a fraqueza muscular é um importante fator preditor de degeneração da funcionalidade durante a hospitalização, sendo que a perda de massa muscular acontece justamente devido à desnutrição, à resposta metabólica à injúria e à imobilização prolongada. Como prevenção desta condição, sugere-se um suporte nutricional adequado aliado ao treino da musculatura esquelética.

1.2) Desnutrição e risco cirúrgico

Existem diversos fatores que predispõem à incidência de complicações pós-cirúrgicas tais como idade superior a 65 anos, função pulmonar deteriorada, presença de malignidade, sítio cirúrgico, índice *status performance* e a desnutrição (Katsuta et al., 1998; Avendano et al., 2002; Ferguson e Durkin, 2002).

A desnutrição, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), é uma síndrome com diversas condições patológicas relacionadas, a qual se desenvolve quando há carência simultânea de calorias e proteínas e pode ocorrer em variadas proporções (OMS, 2000). A desnutrição calórico-

protéica acontece quando as necessidades nutricionais de proteínas ou de combustíveis energéticos, ou ambos, não conseguem ser supridas pela dieta (Júnior e Waitzberg, 2000) e, geralmente, está relacionada a vários fatores, tais como: idade, câncer, infecção, estadia hospitalar prolongada e baixa renda per capita (Waitzberg et al., 2001). Pela importância e complexidade das alterações sistêmicas, a desnutrição é objeto de interesse entre todos os profissionais da saúde.

Em indivíduos hospitalizados, a desnutrição é um fator crítico no do sistema único de saúde do Brasil e sua taxa de frequência chega a 48% sendo que 12,5% dos indivíduos são considerados desnutridos graves (Waitzberg et al., 2001). Este quadro está diretamente relacionado com os altos índices de complicações durante e após a alta hospitalar, o que ocorre com 30% a 50% dos indivíduos, como consequência da doença primária ou do tratamento utilizado (Machado, 1993; Humphreys et al., 2002; Sungurtekin et al., 2004; Wu et al., 2006).

Aproximadamente, 40% dos indivíduos com doenças do trato gastrointestinal com indicação de tratamento cirúrgico apresentam desnutrição (Corish et al. 2000; Sungurtekin et al. 2004; Liang et al. 2009) e as complicações pulmonares mais frequentes e mórbidas nos desnutridos são: atelectasias com repercussão clínica, pneumonia, falência respiratória, e exacerbação de doenças pulmonares crônicas pré-

existentes (Smetana, 2006). A associação de um mal estado nutricional e de hipoalbuminemia aumentam ainda mais o risco do desenvolvimento destas complicações pulmonares (Qaseem et al., 2006; Ebell et al., 2007). Neste sentido, alguns estudos mostraram que as complicações pulmonares pós-operatórias podem ser até 4 vezes maior nos pacientes com níveis baixos de albumina sérica (<3,5 g/dL) (Weber et al. 1993; Stuhmeier et al., 1996; Gibbs et al., 1999; McHale et al., 2000), podendo ser considerado um fator de risco independente para as complicações pulmonares pós-operatórias (Garibaldi et al., 1981; Fan et al., 1987; Windsor et al., 1988; Fujita et al., 1995; Arozullhah et al., 2000). Adicionado a isso, níveis baixos de albumina sérica também são tidos como importantes preditores de morbi-mortalidade em 30 dias de pós-operatório (Gibbs et al., 1999). Estes achados foram confirmados por uma revisão sistemática recente da literatura (Smetana et al., 2006).

1.3) Treinamento da musculatura respiratória

1.3.1) Bases fisiológicas do treinamento de musculatura esquelética

Os músculos respiratórios, assim como os demais músculos esqueléticos, podem melhorar sua função em resposta a um treinamento específico (Barbanti et al., 1996). O treino de força utiliza sobrecarga para

obtenção de hipertrofia e o de resistência envolve aumento da capacidade oxidativa para tornar as fibras mais resistentes à fadiga. As adaptações musculares são obtidas quando são empregados estímulos apropriados. Existem três princípios básicos do treinamento: sobrecarga, especificidade e reversibilidade (Barbanti et al., 1996).

Para que ocorram mudanças estruturais e melhora funcional das fibras musculares, elas devem ser exigidas em níveis considerados críticos, sendo que estímulos diferentes determinam adaptações específicas, devido à ação especializada dos músculos esqueléticos. Logo, o treinamento muscular deve ser composto de estímulos de intensidade, duração e frequências suficientes para produzir as respostas desejadas. Porém, as mudanças conseguidas durante o estímulo são de natureza transitória e as fibras musculares se readaptam em caso de inatividade (Skinner et al., 1991; Barbanti et al., 1996).

A especificidade do treinamento dos músculos respiratórios já foi demonstrada tanto pela mudança na composição dos tipos de fibras dos músculos respiratórios (Ramírez-Sarmiento et al., 2002) quanto na proporção de fibras tipo I e no tamanho das fibras tipo II (Lotters et al., 2000), levando à melhora funcional dos músculos após o período de treinamento. No diafragma, as adaptações na composição das fibras musculares e da atividade enzimática ocorrem em resposta ao aumento

da carga, de modo similar aos outros músculos esqueléticos. Existe adaptação à sobrecarga fisiológica em níveis celulares e sub-celulares, resultando no aumento da resistência à fadiga e na melhora do comportamento funcional do músculo (Darnley et al., 1999).

1.3.2) Racional do treinamento da musculatura respiratória

A força da musculatura respiratória, medida clinicamente pela manovacuometria, é utilizada para avaliar a função pulmonar e também é uma forma indireta de avaliar o estado nutricional de indivíduos hospitalizados (Humphreys et al., 2002). Embora haja controvérsias quanto à veracidade da correspondência exata da força muscular com as medidas das pressões máximas, essa mensuração ainda é a mais adotada em nosso meio, por ser a mais simples, reprodutível e não invasiva (Syabbalo et al., 1998; Windisch et al., 2004).

Em 1976, Leith e Bradley confirmaram a hipótese de que os músculos respiratórios podem ser treinados e têm a capacidade de responder a estímulos específicos de força e resistência. A grande maioria das evidências encontradas na literatura sobre o treinamento da musculatura respiratória refere-se a indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (Polkey e Moxham, 2004). Nestes indivíduos, o treino da musculatura respiratória ainda não é consensual, porém alguns

estudos apontam evidências de melhora da sensação de dispnéia e da qualidade de vida, e aumento da capacidade de exercício (Lisboa et al., 1997; Volianitis et al., 2001; Hill et al., 2004; Beckerman et al., 2005).

Nomori e colaboradores (1994a) realizaram um estudo com treinamento da musculatura respiratória no pré-operatório e verificaram que houve aumento significativo da pressão inspiratória máxima (Pimáx) e da pressão expiratória máxima (Pemáx), mesmo nos sujeitos com fraqueza muscular prévia, o que preveniu complicações pulmonares pós-operatórias nas cirurgias torácicas. Em outro estudo, os mesmos autores verificaram que, mesmo com a ação benéfica do treinamento, os indivíduos com algum grau de desnutrição evoluíram com maiores taxas de complicações pulmonares pós-operatórias (Nomori et al., 1994b).

Até o presente momento, desconhecemos estudos que tenham avaliado o papel do treinamento da musculatura inspiratória em indivíduos desnutridos e seu efeito na incidência de complicações pulmonares após cirurgias abdominais altas.

2) OBJETIVOS

Avaliar os efeitos do treinamento da musculatura respiratória na função respiratória e na incidência de complicações pulmonares em indivíduos desnutridos submetidos a cirurgias abdominais altas (desfecho primário), após caracterizar a função respiratória em portadores de desnutrição calórico-protéica (desfecho secundário).

3) MÉTODOS

3.1) Desenho do estudo

Estudo longitudinal prospectivo, aleatorizado e controlado.

3.2) Casuística

Este estudo foi realizado em duas etapas incluindo um total de 122 indivíduos candidatos a cirurgia abdominal alta convencional eletiva, internados no Serviço de Cirurgia do Aparelho Digestório e Coloproctologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, no período entre janeiro de 2007 e abril de 2010. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética do hospital sob protocolo número 0613/07.

Na etapa inicial, 75 indivíduos consecutivos foram avaliados no dia de internação hospitalar e divididos segundo seu estado nutricional em eutróficos (GC, n=36) e desnutridos (GD, n=39). Eles foram seguidos até a alta hospitalar para verificação e comparação da taxa de complicações pulmonares pós-operatórias (CPP). Esta fase de caracterização transcorreu entre janeiro de 2007 e dezembro de 2008.

Na etapa seguinte, entre o período de janeiro de 2009 e abril de 2010, foram avaliados 47 indivíduos desnutridos (que não participaram

da etapa inicial), candidatos à cirurgia abdominal alta, recrutados no dia da internação e incluídos no estudo para analisar o impacto do treinamento dos músculos respiratório na incidência de complicação pulmonar no período pós-operatório.

3.2.1) Critérios de inclusão

Na etapa inicial, foram incluídos indivíduos que apresentavam as seguintes características:

- idade acima de 18 anos;
- ausência de história ou sintomatologia prévia de pneumopatia;
- indicação de tratamento cirúrgico por laparotomia eletiva para doenças do trato digestório.

O grupo desnutrido foi caracterizado por indivíduos com IMC <20 Kg/m² ou perda de peso $\geq 10\%$ não intencional nos últimos 6 meses, níveis de albumina sérica plasmática $<3,5$ g/dL e proteínas séricas plasmáticas totais $<6,0$ g/dL (Waitzberg et al., 2001);

Na etapa do treinamento muscular respiratório, foram incluídos apenas indivíduos que apresentavam:

- idade acima de 18 anos;
- critérios de desnutrição: IMC <20 Kg/m² ou perda de peso $\geq 10\%$ não

intencional nos últimos 6 meses, níveis de albumina sérica plasmática <3,5 g/dL e proteínas séricas plasmáticas totais <6,0 g/dL (Waitzberg et al., 2001);

- ausência de história ou sintomatologia prévia de pneumopatia;
- indicação de tratamento cirúrgico por laparotomia eletiva para doenças do trato digestório.

3.2.2) Critérios de exclusão

Em todas as etapas foram excluídos indivíduos que apresentavam:

- incapacidade de compreensão das manobras necessárias para realização das avaliações;
- impossibilidade de manutenção de sedestação sem auxílio;
- alterações faciais ou de preensão bucal que impossibilitasse a realização das medidas de avaliação e o treinamento;
- nível de orientação têmporo-espacial inadequado para a realização das avaliações ou do treinamento;
- necessidade de re-operação no mesmo período de internação hospitalar;
- recusa em participar do estudo.

3.3) Desenho experimental

Na etapa inicial, 75 indivíduos consecutivos foram avaliados nas primeiras 24 horas de internação hospitalar, divididos em 2 grupos de acordo com seu estado nutricional (eutróficos (grupo controle; GC) e desnutridos (grupo desnutrido; GD)) e seguidos até a alta hospitalar. Os indivíduos foram submetidos a 2 avaliações: clínica e da função respiratória. Na avaliação clínica foram avaliados os dados antropométricos, história clínica e estado nutricional. Na avaliação da função respiratória, foram avaliadas a função pulmonar e a força muscular respiratória. Após o procedimento cirúrgico, todos os indivíduos foram acompanhados pelos médicos de maneira “cega” quanto à incidência de complicações respiratórias até a alta hospitalar. Durante este período de pós-operatório, os pacientes receberam atendimento fisioterapêutico convencional e padronizado. As taxas e os tipos de complicações foram posteriormente quantificados.

Na segunda etapa do estudo, ocorrida entre o período de janeiro de 2009 e abril de 2010, 47 indivíduos desnutridos (que não participaram da etapa inicial) e candidatos à cirurgia abdominal alta, foram recrutados no dia da internação e incluídos no estudo para avaliar o impacto do treinamento muscular respiratório na incidência de complicação pulmonar no período pós-operatório nesta população. Estes indivíduos foram divididos aleatoriamente (por sorteio) em 3 grupos: *Sham* (GSH,

n=20) e treinamento muscular inspiratório (GTI, n=15) ou expiratório (GTE, n=12). Todos foram avaliados nas primeiras 24 horas de internação hospitalar, quanto a seus dados antropométricos, história clínica, estado nutricional e função respiratória. A reavaliação respiratória foi realizada após o período de treinamento. Após o procedimento cirúrgico, todos os indivíduos foram acompanhados pelos médicos de maneira “cega” quanto à incidência de complicações respiratórias até a alta hospitalar. Durante este período de pós-operatório, os pacientes realizaram fisioterapia convencional e padronizada. As taxas e os tipos de complicações foram posteriormente quantificados.

O grupo *Sham* fez uso do equipamento sem carga e os grupos treinamento muscular (inspiratório ou expiratório) foram treinados durante os 7 dias do período pré-operatório com carga linear de 30% da força muscular máxima para cada grupo. Após a cirurgia, os indivíduos foram acompanhados pelos médicos de maneira “cega” quanto à incidência de complicações respiratórias até a alta hospitalar. Durante este período de pós-operatório, todos os pacientes realizaram fisioterapia convencional e padronizada. As taxas e os tipos de complicações foram posteriormente quantificados.

3.4) Protocolo

Etapa inicial: os 75 indivíduos que compunham o GC (n=36) e o GD (n=39) foram avaliados no dia da internação hospitalar por uma fisioterapeuta treinada e permaneceram em seguimento por todo período de estadia. As avaliações realizadas foram:

3.4.1) Avaliação antropométrica, nutricional e história clínica

As informações dos indivíduos foram colhidas no pré-operatório referentes à idade, gênero, história clínica, tabagismo, etilismo e diagnóstico. A estatura e o peso foram mensurados como recomendado pelo *National Institute of Health, Heart, Lung and Blood Institute* (NIH, 1998). O índice de massa corpórea (IMC) foi calculado pela divisão do peso (em quilogramas) pelo quadrado da estatura (em metros) e expresso em Kg/m². Foi questionado aos indivíduos sobre a porcentagem de peso corpóreo perdido desde o início dos sintomas e o tempo em que isso vinha ocorrendo.

Foi realizada a avaliação laboratorial que constou de hemograma e quantificação dos níveis séricos de albumina e proteína total sérica. Os exames colhidos foram realizados, como de rotina, pelo Laboratório Central do Instituto Central do Hospital das Clínicas de São Paulo. A terapêutica nutricional durante o período de internação foi padronizada de acordo com a Divisão de Nutrição e Dietética do HC-FMUSP.

3.4.2) Avaliação do sistema respiratório

A) Medida de pressões inspiratória e expiratória máximas: foram avaliadas como previamente descrito por Black e Hyatt (1969) utilizando-se um manovacuômetro digital (MVD 300, Brasil). Resumidamente, a pressão expiratória máxima (P_{emáx}) foi mensurada após solicitar ao paciente uma inspiração voluntária máxima dos pulmões (próximo à capacidade pulmonar total) seguida de uma expiração forçada máxima sustentada por 1 segundo. A avaliação da P_{imáx} foi realizada de modo semelhante após solicitar ao paciente que realize uma expiração máxima (próximo ao volume residual) seguida de um esforço inspiratório máximo sustentado por 1 segundo. As mensurações foram realizadas por 3 vezes com uma variação inferior a 10% entre as medidas e foi considerado o maior valor obtido em cada um dos testes. Os valores encontrados foram comparados aos valores preditos para a população brasileira segundo as equações propostas por Neder e colaboradores (1999).

B) Cirtometria torácica axilar, xifóide e abdominal: a expansibilidade torácica foi mensurada utilizando uma fita métrica colocada sobre a caixa torácica do paciente nas regiões axilar, xifóide e basal. Cada medida foi obtida após solicitar ao paciente que realizasse uma expiração máxima

seguida de uma inspiração máxima e outra expiração máxima (Kakizaki, 1999; Paulin, 2003).

C) *Espirometria*: foi realizada com um espirômetro portátil conectado a um microcomputador, onde foram solicitadas três medidas de capacidade inspiratória e expiratória no mesmo ciclo respiratório e foi considerado o maior valor obtido dentro dos critérios de aceitabilidade internacionalmente determinados. O teste foi realizado utilizando-se um equipamento Cosmed (EUA) conectado a um computador portátil (Toshiba, Japão) e os procedimentos foram realizados de acordo com critérios previamente estabelecidos pela *American Thoracic Society* e *European Respiratory Society* (ATS/ERS, 2005). Foram realizados 3 testes com variação inferior a 5% e o maior valor obtido num dos testes foi comparado com valores de referência previamente descritos (Pereira, 1992). Foram obtidos os seguintes parâmetros: capacidade vital forçada (CVF), volume expirado forçado no primeiro segundo (VEF₁), relação VEF₁/CVF e fluxo expiratório forçado 25%-75% (FEF_{25%-75%}). Todos os indivíduos encontravam-se clinicamente estáveis no dia da realização do teste.

3.4.3) Seguimento pós-operatório

Todos os indivíduos foram submetidos à cirurgia abdominal alta

eletiva aberta e receberam uma sessão diária de fisioterapia convencional e padronizada até a alta hospitalar. O atendimento fisioterapêutico constou de exercícios de inspirações profundas associadas à cinesioterapia respiratória, tosse assistida e deambulação precoce. As complicações pulmonares consideradas neste estudo foram: atelectasia com repercussão clínica (Duggan et al., 2005), pneumonia (Evans e Gleeson, 2004) e insuficiência respiratória aguda (Sakai et al., 2007).

Segunda etapa: os 47 indivíduos consecutivos considerados desnutridos que compunham o GSH (n=20), o GTI (n=15) e o GTE (n=12) foram avaliados no dia da internação hospitalar e reavaliados após o período de treinamento. Todos os indivíduos permaneceram em seguimento por todo período de estadia. As avaliações realizadas foram:

3.4.4) Avaliação antropométrica e história clínica dos desnutridos

Foram colhidas informações no pré-operatório referentes à idade, gênero, história clínica, tabagismo, etilismo e diagnóstico dos indivíduos. A estatura e o peso foram mensurados para cálculo do IMC. Os indivíduos foram questionados quanto aos dados referentes à perda recente de peso corpóreo, como previamente descrito no item 4.4.1.

Foi realizada a avaliação laboratorial que constou de hemograma e quantificação dos níveis séricos de albumina e proteína total sérica, assim como a terapêutica nutricional durante o período de internação foi padronizada, como descrito acima no item 4.4.1.

3.4.5) Avaliação do sistema respiratório dos desnutridos

A) Medida de pressões inspiratória e expiratória máximas dos desnutridos: foram avaliadas como previamente descrito por Black e Hyatt (1969) utilizando-se um manovacuômetro digital (MVD 300, Brasil). Os maiores valores encontrados em três repetições foram comparados aos valores preditos para a população brasileira segundo as equações propostas por Neder e colaboradores (1999). A técnica de aferição realizada para obtenção das pressões máximas foi exatamente igual às descritas acima no A do item 4.4.2.

B) Cirtometria torácica axilar, xifóide e abdominal dos desnutridos: a expansibilidade torácica foi mensurada com a diferença entre a expiração e inspiração máximas, utilizando-se uma fita métrica colocada sobre a caixa torácica do paciente nas regiões axilar, xifóide e basal. Como descrito por Kakizaki et al., 1999; a técnica de aferição realizada para obtenção das diferenças de perimetria foi exatamente igual às descritas acima no B do item 4.4.2.

C) Espirometria dos desnutridos: foi realizada com um espirômetro portátil conectado a um microcomputador, sendo considerado o maior valor obtido dentre três repetições reprodutíveis. O teste foi realizado utilizando-se um equipamento Cosmed (EUA) conectado a um computador portátil (Toshiba, Japão) e os procedimentos foram realizados de acordo com critérios previamente estabelecidos pela *American Thoracic Society* e *European Respiratory Society* (ATS/ERS, 2005), exatamente como descrito acima no C do item 4.3.2.

3.4.6) *Treinamento da musculatura respiratória dos desnutridos*

Os 47 indivíduos incluídos nesta etapa foram avaliados no dia da internação e após 7 dias do início do treinamento muscular respiratório. Eles foram divididos aleatoriamente (sorteio por terceiros) e locados em 3 programas de treinamento muscular respiratório: *Sham* (GSH), inspiratório (GTI) e expiratório (GTE). As sessões de treinamento duraram 50 minutos no total, sendo 3 períodos de 10 minutos ininterruptos com o uso do aparelho e com o intervalo de 10 minutos de descanso entre eles. O treino foi realizado invariavelmente no período vespertino, para evitar possíveis oscilações circadianas.

A) Treinamento muscular Sham: O GSH foi composto por 20 indivíduos que realizaram treinamento muscular respiratório sem carga.

B) Treinamento muscular inspiratório: O GTI foi composto por 15 indivíduos que foram orientados e treinados a realizar respirações resistidas com o Threshold IMT®, usando um *clip* nasal. O valor utilizado como resistência (em cmH₂O) foi personalizado de acordo com a pressão inspiratória máxima gerada no primeiro dia de avaliação, sendo de 30% do maior valor máximo encontrado na mensuração das pressões respiratórias (Kulzebos et al. , 2006).

C) Treinamento muscular expiratório: O GTE foi composto por 12 indivíduos que foram orientados e treinados a realizar respirações resistidas com o Threshold PEP®, usando um *clip* nasal. O valor utilizado como resistência (em cmH₂O) foi personalizado de 30% do valor máximo da pressão expiratória máxima obtida no primeiro dia de avaliação (Kulzebos et al., 2006).

3.4.7) Seguimento pós-operatório dos desnutridos

Os indivíduos que foram submetidos à cirurgia abdominal alta receberam sessão diária de fisioterapia convencional padronizada até a alta hospitalar. O atendimento fisioterapêutico constou de exercícios de inspirações profundas associadas à cinesioterapia respiratória, tosse assistida e deambulação precoce. As complicações pulmonares consideradas neste estudo foram: atelectasia com repercussão clínica

(Duggan et al., 2005), pneumonia (Evans e Gleeson, 2004), traqueobronquite (Pereira et al., 1999) e insuficiência respiratória (Sakai et al., 2007).

3.5) Materiais

Foram utilizados: fita métrica convencional, manovacuômetro digital (MVD300, Brasil), espirômetro portátil (Cosmed PFT, Itália) e aparelhos de treinamento muscular respiratório com carga pressórica linear (Threshold IMT® e Threshold PEP® Respironics, EUA).

3.6) Análise estatística

Para a primeira parte do estudo, foi feito o cálculo da amostra considerando os seguintes fatores: proporção de 10% de complicações respiratórias nos indivíduos do grupo controle e 30% do grupo desnutrido, uma sensibilidade (*power*) de 80% e nível de significância de 5% ($p < 0,05$), sendo encontrado um tamanho de amostra ideal de 60 indivíduos, sendo 30 para cada um dos grupos. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. A comparação entre os grupos controle e desnutrido foi avaliada pelo teste “t” de Student para dados de distribuição normal e pelo Mann-Whitney Rank *Sum Test* para as variáveis com distribuição não normal. A análise da proporção das

variáveis entre os grupos foi avaliada utilizando o teste “z”. A análise da correlação entre as variáveis foi calculada com o teste de Pearson. O nível de significância considerado foi de 5% ($p < 0,05$).

Para a segunda etapa, o cálculo da amostra foi baseado nos seguintes fatores: proporção de 30% de complicações respiratórias nos indivíduos do grupo controle e 15% do grupo desnutrido, uma sensibilidade (*power*) de 80% e nível de significância de 5% ($p < 0,05$), sendo encontrado um tamanho de amostra ideal de 120 indivíduos (40 para cada grupo). A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e a homocedasticidade foi avaliada pelo teste de variância One-way ANOVA para dados de distribuição normal. A análise da proporção absoluta das variáveis foi avaliada utilizando o teste “z” ou teste qui-quadrado quando houve comparação de mais de dois grupos. A variância entre os grupos antes e depois do treinamento foi analisada pelo teste de Two-way ANOVA. O nível de significância foi ajustado para 5% ($p < 0,05$).

4) RESULTADOS

4.1) Etapa inicial

Esta fase foi realizada com 75 indivíduos consecutivos submetidos à cirurgia abdominal alta convencional eletiva, com idade média de 56,5 anos (de 22 a 81 anos) sendo 38 homens (50,6%) (Tabela 1). A maioria dos indivíduos (62,6%) era portador de doença maligna (tumor do trato gastrointestinal) e apresentavam fatores preditores de complicação pulmonar como tabagismo (57,3%) e alcoolismo (17,3%), não havendo diferença entre os grupos. As características dos grupos estudados estão demonstradas na Tabela 1.

No grupo desnutrido (GD), 36 dos 39 indivíduos (92%) relataram perda não intencional de peso corpóreo maior do que 10% do peso habitual, nos últimos meses. Conseqüentemente, os indivíduos deste grupo (GD) apresentavam um IMC menor se comparado ao grupo controle ($p < 0,001$) (Tabela 1). Como esperado, o estado nutricional (albumina e proteínas totais séricas) nos indivíduos desnutridos era inferior quando comparado com o controle ($p < 0,05$). Não foi observada diferença entre os indivíduos de ambos os grupos com relação à idade, proporção de gêneros e presença de fatores preditores de complicação cirúrgica ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização dos grupos estudados.

	Grupo Controle		Grupo Desnutrido		
	n=36	variação	n=39	variação	p
Fatores Clínicos					
Idade (anos)	59 ± 16	22 – 80	54 ± 15	24 – 81	0,17
Gênero (F/M)	21/15		16/23		0,82
Fatores de Complicação					
Tabagismo (%)	55		58		0,96
Alcoolismo (%)	20		16		0,86
Diagnóstico de câncer (%)	55		68		0,34
Avaliação Nutricional					
IMC (Kg/m²)	24 ± 3	12 – 29	19 ± 3*	14 – 27	<0,001
Perda de peso (%)	ND		17 ± 7	8 – 35	
Tempo de perda de peso (meses)	ND		7 ± 5	2 – 24	
Hemoglobina (g/dL)	11 ± 2	5 – 16	11 ± 2	6 – 15	1,00
Albumina (g/dL)	4,2 ± 0,4	2 – 5	3,0 ± 0,4*	2 – 4	<0,001
Proteínas totais (g/dL)	6,2 ± 1,0	4 – 8	3,8 ± 1,0*	4 – 8	<0,001

Legenda: Os dados estão expressos como média±desvio padrão; %=porcentagem; F=feminino; M=masculino; ND=não-detectável; IMC=índice de massa corpórea; g/dL=gramas por decilitro; variação=representa os valores mínimos e máximos em cada grupo; *p<0,05 comparação com o grupo controle através do teste t não-pareado de *Student*.

A função pulmonar foi similar entre os grupos controle e desnutrido, e ambos apresentaram valores médios próximos à normalidade (VEF_1 e CVF $\geq 80\%$; Tabela 2). Além disso, o número de indivíduos que apresentavam valores de função pulmonar abaixo do predito foi similar nos grupos GD e GC e não havendo diferença entre eles (respectivamente, 6 (15%) vs. 5 (13%); $p > 0,05$) (Tabela 2). Os valores da pressão inspiratória máxima também foram similares entre os grupos e os valores médios estavam próximos à normalidade ($p > 0,05$). Por outro lado, a pressão expiratória máxima em valores absolutos e relativos foram inferiores nos indivíduos do GD em relação ao GC ($p < 0,001$; Tabela 2). E por último, foi verificado que a expansibilidade torácica também estava reduzida no GD quando comparado ao GC ($p < 0,001$).

Os procedimentos cirúrgicos realizados nos pacientes incluíram 21% de esofagectomias, 7% de cardiomiectomias, 28% de gastrectomias, 5% de hepatectomias, 17% de pancreatectomias e 21% de cirurgias proctológicas, sendo que a proporção de ocorrência de cada uma delas foi similar entre ambos os grupos ($p > 0,05$) (Tabela 3). Além disso, não foi verificada diferença entre o tempo médio de duração das cirurgias nos grupos controle e desnutrido ($> 0,05$).

Tabela 2: Avaliação da função respiratória nos grupos estudados.

	Grupo Controle		Grupo Desnutrido		
	n=36	variação	n=39	variação	P
Pressões Respiratórias					
Pimáx (cmH ₂ O)	77 ± 20	19 – 178	76 ± 20	19 – 131	0,83
(% predito)	78 ± 31	18 – 138	74 ± 30	16 – 132	0,57
Pemáx (cmH ₂ O)	82 ± 22	23 – 120	65 ± 24*	23 – 104	<0,001
(% predito)	80 ± 21	39 – 121	62 ± 21*	21 – 103	<0,001
Cirtometria					
Axilar (cm)	4,7 ± 1,5	2,0 – 10	2,6 ± 1*	2,0 – 6,8	<0,001
Xifóide (cm)	4,6 ± 1,6	-1,0 – 8,0	2,6 ± 3*	2,2 – 8,9	<0,001
Abdominal (cm)	3,8 ± 3,9	-1,0 – 6,9	-0,5 ± 3*	-4,8 – 7,0	<0,001
Função Pulmonar					
CVF (L)	3,1 ± 0,8	1,0 – 4,2	3,0 ± 1,0	1,0 – 5,0	0,64
(% predito)	82 ± 17	49 – 115	83 ± 19	46 – 120	0,81
VEF ₁ (L)	2,0 ± 0,9	0,6 – 3,9	2,1 ± 1,1	0,6 – 3,7	0,63
(% predito)	81 ± 21	40 – 122	79 ± 23	34 – 122	0,69
VVM (L)	89 ± 26	35 – 148	82 ± 30	35 – 140	0,29
(% predito)	72 ± 16	42 – 103	70 ± 19	33 – 107	0,62

Legenda: Os dados estão expressos em média±desvio padrão; Pimáx=pressão inspiratória máxima; % predito=percentual do predito; Pemáx=pressão expiratória máxima; CVF=capacidade vital forçada; VEF₁=volume expiratório forçado no 1º segundo; VVM=ventilação voluntária máxima; variação=representa os valores mínimos e máximos em cada grupo; *p<0,05 comparação com o grupo controle através do teste t não-pareado de *Student*.

Tabela 3: Dados peri-operatórios.

	Grupo Controle	Grupo Desnutrido	
	n=36	n=39	P
Procedimentos Cirúrgicos			
Gastrectomias	9	12	0,75
Esofagectomias	6	10	0,51
Hepatectomias	4	0	0,10
Proctológicos	7	9	0,91
Pancreatectomias	9	4	0,16
Cardiomiectomias	1	4	0,43
Tempo cirúrgico			
Duração (minutos)	304,3 ± 96	343,3 ± 98	0,08

Legenda: Os dados estão expressos em números absolutos, exceto a duração das cirurgias cujos dados estão apresentados em média±desvio padrão; p=comparação da proporção de ocorrência de procedimentos cirúrgicos pelo teste z e comparação do tempo cirúrgico entre os grupos pelo teste t não-pareado de *Student*.

No GD, 11 de 12 indivíduos (91,6%) que desenvolveram complicação pulmonar pós-operatória (CPP) tinham pressão expiratória máxima (Pemáx) abaixo de 70% do predito e 6 (66,6%) deles também tinham pressão inspiratória máxima (Pimáx) abaixo de 70% do predito. Em contraste, no GC, somente 2 de 4 indivíduos (50%) que desenvolveram CPP tinham valores de pressões respiratórias máximas abaixo de 70% do predito.

Além disto, a incidência de CPP no grupo com má nutrição foi maior do que no grupo controle (31% vs. 11%; p=0,05) (Figura 1). As

atelectasias foram as complicações mais freqüentes em ambos os grupos (7 indivíduos (18%) no GD e 3 indivíduos (8%) no GC), seguidas pela traqueobronquite (2 indivíduos (5%) e 1 indivíduos (3%) no GC). Já, a pneumonia ocorreu somente no GD (3 indivíduos (8%)). Não foi observada nenhuma ocorrência de insuficiência respiratória aguda na população analisada.

Figura 1: Incidência de complicação pulmonar pós-operatória em indivíduos desnutridos submetidos a cirurgias abdominais altas convencionais e eletivas.

Legenda: Os valores estão representados em valores percentuais de complicações pulmonares pós-operatórias em cada grupo; GD=grupo desnutrido (em preto); GC=grupo controle (hachureado); %=percentual; CPP=complicações pulmonares pós-operatórias; * $p<0,05$ comparado com o grupo controle através do teste z.

Nos indivíduos desnutridos, a pressão dos músculos expiratórios estava positivamente associada com o IMC ($r=0,43$; $p<0,01$), o que não foi observado nos indivíduos do GC ($p>0,05$). Além disso, não foi observada relação entre a força dos músculos respiratórios seja com os níveis séricos de albumina ou com a perda de peso nos indivíduos estudados ($p>0,05$). Porém, foi observada uma associação entre o estado de desnutrição e a fraqueza da musculatura expiratória com uma maior incidência de complicações pulmonares após cirurgias abdominais altas convencionais e eletivas ($p=0,02$).

4.2) Segunda etapa

Nesta etapa, 47 indivíduos desnutridos foram divididos em 3 grupos *Sham* (controle), e treinamento muscular inspiratório (GTI), e expiratório (GTE) uma semana antes da cirurgia abdominal alta convencional eletiva. Dentre estes, 25 eram homens (53%), a maioria (66%) portava doença maligna (tumor do trato gastrointestinal) e apresentavam fatores preditores de complicação pulmonar como tabagismo e alcoolismo (respectivamente 57% e 17%). As características dos grupos estudados estão demonstradas na Tabela 4.

Não foram observadas diferenças nos parâmetros analisados quanto ao estado nutricional ou variáveis laboratoriais entre os grupos

($p>0,05$) (Tabela 4). Adicionalmente, não houve diferença com relação à idade, proporção de gêneros e presença de fatores preditores de complicação cirúrgica entre os três grupos ($p>0,05$).

Do mesmo modo, a função pulmonar foi similar entre todos os grupos, sendo que os valores médios apresentavam-se próximos à normalidade (VEF_1 e $CVF \geq 80\%$; $p>0,05$) (Tabela 5). Não foi observada diferença nos valores das pressões inspiratória e expiratória máximas ($p>0,05$), assim como na expansibilidade torácica em nenhum nível de mensuração entre os grupos GSH, GTI e GTE ($p>0,05$; Tabela 5).

Tabela 4 - Caracterização dos grupos treinados.

	GSH		GTI		GTE		
	n=20	variação	n=15	variação	n=12	variação	p
Fatores Clínicos							
Idade (anos)	58 ± 14	26 – 76	57 ± 19	24 – 81	54 ± 16	24 – 80	0,79
Gênero (F/M)	11/9		6/9		5/7		
Fatores de Complicação							
Tabagismo (%)	55		64		58		0,92
Alcoolismo (%)	15		18		16		0,98
Diagnóstico de câncer (%)	60		73		68		0,75
Avaliação Nutricional							
IMC (Kg/m ²)	19 ± 2	15 – 23	18 ± 2	14 – 20	19 ± 4	16 – 29	0,49
Perda de peso (%)	20 ± 8	8 – 34	21 ± 9	10 – 35	17 ± 7	4 – 38	0,43
Tempo de perda de peso (meses)	7,8 ± 7,0	1 – 24	7,6 ± 5,6	4 – 13	7,3 ± 5	2 – 21	0,97
Hemoglobina (g/dL)	11 ± 2,0	6 – 14	9,8 ± 1,7	7 – 13	10 ± 2	7 – 14	0,15
Albumina (g/dL)	3,3 ± 0,7	2,2 – 4,5	3,3 ± 0,4	2,2 – 3,3	3,0 ± 0,5	2,2 – 3,6	0,30
Proteínas totais (g/dL)	6,0 ± 0,9	4 – 7	5,9 ± 0,8	4,2 – 6,9	5,3 ± 0,9	3,8 – 6,9	0,08

Legenda: Os dados estão expressos em média±desvio padrão; %=porcentagem; F=feminino; M=masculino; IMC=índice de massa corpórea; g/dL=gramas por decilitro; variação=representa os valores mínimos e máximos em cada grupo; GSH=grupo *Sham*; GTI=grupo treinamento inspiratório; GTE=grupo treinamento expiratório; p=comparação entre os grupos pelo teste One-way ANOVA.

Tabela 5: Avaliação da função respiratória nos desnutridos.

	GSH		GTI		GTE		
	n=20	variação	n=15	variação	n=12	variação	p
Pressões Respiratórias							
Pimáx (cmH ₂ O)	67 ± 26	33 – 131	64 ± 24	39 – 106	61 ± 47	19 – 152	0,88
(% predito)	72 ± 24	43 – 130	68 ± 24	30 – 107	71 ± 39	20 – 131	0,92
Pemáx (cmH ₂ O)	61 ± 18	37 – 91	61 ± 20	37 – 91	55 ± 23	23 – 87	0,67
(% predito)	66 ± 18	47 – 127	63 ± 20	29 – 107	53 ± 18	23 – 72	0,17
Cirtometria							
Axilar (cm)	5,0 ± 1,3	2,0 – 7,0	5,0 ± 1,5	2,0 – 7,0	4,6 ± 0,5	3,0 – 6,2	0,63
Xifóide (cm)	4,3 ± 1,3	-2,0 – 6,0	4,7 ± 1,4	3,0 – 7,0	4,3 ± 1,0	3,0 – 6,0	0,60
Abdominal (cm)	-0,7 ± 3,2	-5,0 – 7,0	0,4 ± 3,4	-5,0 – 7,0	-0,8 ± 4	-7,0 – 4,0	0,58
Função Pulmonar							
CVF (L)	2,7 ± 0,8	1,6 – 3,9	3,1 ± 0,8	1,5 – 4,5	3,3 ± 0,7	1,5 – 4,5	0,10
(% predito)	83 ± 17	63 – 112	90 ± 12	64 – 105	88 ± 15	59 – 105	0,37
VEF ₁ (L)	2,1 ± 0,6	1,3 – 3,6	2,4 ± 0,7	1,3 – 3,4	2,5 ± 0,6	1,3 – 3,2	0,20
(% predito)	82 ± 16	56 – 112	86 ± 17	56 – 107	82 ± 14	54 – 107	0,72
VVM (L)	79 ± 24	47 – 137	74 ± 15	49 – 95	83 ± 23	49 – 129	0,55
(% predito)	93 ± 26	54 – 135	91 ± 27	50 – 129	90 ± 27	50 – 140	0,95

Legenda: Os dados estão expressos em média±desvio padrão; Pimáx=pressão inspiratória máxima; % predito=valor em percentual do predito; Pemáx= pressão expiratória máxima; CVF=capacidade vital forçada; VEF₁=volume expiratório forçado no 1º segundo; VVM=ventilação voluntária máxima; variação=representa os valores mínimos e máximos em cada grupo; GSH=grupo Sham; GTI=grupo treinamento inspiratório; GTE=grupo treinamento expiratório; p=comparação entre os grupos pelo teste One-way ANOVA.

Tabela 6: Comparação da função respiratória após o treinamento.

	GSH		GTI		GTE		
	antes	depois	antes	depois	antes	depois	p
Pressões Respiratórias							
Pimáx (cmH ₂ O)	67 ± 26	69 ± 29	64 ± 24	66 ± 38	61 ± 47	65 ± 42	0,83
(% predito)	72 ± 24	88 ± 18	68 ± 24	72 ± 42	71 ± 39	74 ± 37	0,82
Pemáx (cmH ₂ O)	61 ± 18	58 ± 20	61 ± 20	70 ± 25	55 ± 23	61 ± 24	0,80
(% predito)	66 ± 18	64 ± 31	63 ± 20	77 ± 36	53 ± 18	60 ± 35	0,92
Cirtometria							
Axilar (cm)	5,0 ± 1,3	4,4 ± 1,4	5,0 ± 1,5	5,3 ± 1,4	4,6 ± 0,5	5,1 ± 0,7	0,70
Xifóide (cm)	4,3 ± 1,3	4,2 ± 1,4	4,7 ± 1,4	5,3 ± 1,5	4,3 ± 1,0	4,7 ± 0,9	0,60
Abdominal (cm)	-0,7 ± 3,2	-0,5 ± 2,9	0,4 ± 3,4	0,7 ± 3,6	-0,8 ± 4	-0,3 ± 3,8	0,43
Função Pulmonar							
CVF (L)	2,7 ± 0,8	2,7 ± 0,9	3,1 ± 0,8	3,3 ± 1,1	3,3 ± 0,7	3,5 ± 0,9	0,35
(% predito)	83 ± 17	83 ± 17	90 ± 12	93 ± 19	88 ± 15	89 ± 17	0,56
VEF ₁ (L)	2,1 ± 0,6	2,1 ± 0,9	2,4 ± 0,7	2,4 ± 0,8	2,5 ± 0,6	2,6 ± 0,7	0,51
(% predito)	82 ± 16	81 ± 28	86 ± 17	86 ± 27	82 ± 14	84 ± 20	0,74
VVM (L)	79 ± 24	81 ± 30	74 ± 15	92 ± 35	83 ± 23	93 ± 30	0,16
(% predito)	93 ± 26	72 ± 15	91 ± 27	98 ± 21	90 ± 27	97 ± 22	0,58

Legenda: Os dados estão expressos em média±desvio padrão; Pimáx=pressão inspiratória máxima; % predito=valor em percentual do predito; Pemáx=pressão expiratória máxima; CVF=capacidade vital forçada; VEF₁ =volume expirado forçado no 1º. segundo; VVM=ventilação voluntária máxima; GSH=grupo *Sham*; GTI=grupo treinamento inspiratório; GTE=grupo treinamento expiratório; p=comparação dos valores medidos antes e após treinamento em cada grupo e entre os grupos através do teste Two-way ANOVA.

Os grupos treinamentos e controle não apresentaram mudanças significativas entre a avaliação e a reavaliação após 7 dias em nenhum dos parâmetros analisados: função pulmonar, expansibilidade torácica ou pressões respiratórias máximas ($p>0,05$) (Tabela 6).

Os procedimentos cirúrgicos realizados neste estudo incluíram 15% de esofagectomias, 15% de cardiomiectomias, 24% de gastrectomias, 11% de hepatectomias, 9% de pancreatectomias e 26% de cirurgias proctológicas, sendo que a proporção de ocorrência de cada uma delas foi equivalente nos três grupos estudados ($p>0,05$) (Tabela 7). Além disso, não foi observada diferença entre o tempo médio de duração das cirurgias nos grupos controle e treinamentos ($>0,05$).

A incidência de CPP observada foi similar nos grupos três grupos (4 (20%) no GSH, 3 (20%) no GTI e 3 (25%) no GTE); $p=0,05$). Entre as complicações diagnosticadas, as infecções respiratórias, entenda-se pneumonia e traqueobronquite, foram as mais freqüente em todos os grupos (2 dos 20 (10%) no GSH, 2 dos 15 (13,3%) no GTI e 2 (16,7%) no GTE), seguidas pela atelectasia (2 dos 20 (5%) no GSH, 1 dos 15 (6,7%) no GTI e 1 dos 12 (8,4%) no GTE) (Tabela 7) ($p>0,05$).

Tabela 7: Dados peri-operatórios dos desnutridos.

	GSH n=20	GTI n=15	GTE n=12	p
Procedimentos Cirúrgicos				
Gastrectomias	4	4	3	0,89
Esofagectomias	4	2	1	0,66
Hepatectomias	4	1	0	0,17
Proctológicos	5	3	4	0,73
Pancreatectomias	1	1	2	0,49
Cardiomiectomias	2	4	2	0,39
Tempo cirúrgico				
Duração (minutos)	307 ± 92	333 ± 85	322 ± 72	0,67
Complicações pulmonares				
Infecciosas	2	2	2	0,86
Atelectasias	2	1	1	0,94

Legenda: Os dados estão expressos em números absolutos, exceto a duração das cirurgias representadas cujos dados estão apresentados em média±desvio padrão; infecciosas=pneumonia e traqueobronquite; GSH=grupo Sham; GTI=grupo treinamento inspiratório; GTE=grupo treinamento expiratório. p=comparação da proporção de ocorrência de procedimentos cirúrgicos e complicações pulmonares entre os grupos pelo teste qui-quadrado e comparação do tempo cirúrgico entre os grupos pelo teste One-way ANOVA.

5) DISCUSSÃO

Nossos resultados demonstram que os indivíduos desnutridos apresentam fraqueza dos músculos expiratórios e redução da expansibilidade da caixa torácica, assim como uma incidência elevada de complicação pulmonar após cirurgias abdominais altas convencionais eletivas. Verificamos também que a desnutrição causada pelas doenças do trato gastrointestinal não tem nenhum impacto na função pulmonar ou na força dos músculos inspiratórios. Observamos ainda que os portadores de desnutrição calórico-protéica que também apresentam fraqueza da musculatura expiratória cursam com uma incidência ainda maior de complicações pulmonares pós-operatórias. Por último, verificamos que o treinamento da força muscular respiratória não foi efetivo no fortalecimento da musculatura respiratória e nem na redução das complicações pós-operatórias nesta população.

A relevância do tema abordado neste estudo decorre da alta prevalência do mal estado nutricional em todo o mundo, que acomete cerca de 40% dos indivíduos portadores de doenças do trato gastrointestinal (Corish et al. 2000, Sungurtekin et al., 2004; Liang et al. 2009). Na nossa população, a perda de peso corpóreo foi relatada por quase a totalidade dos indivíduos (92%) e quantificada em 17% do

peso habitual, o que é condizente com as taxas reportadas recentemente por outros autores. Antoun e colaboradores verificaram que pacientes submetidos a cirurgias de grande porte em nove hospitais na França perderam 15% do peso corpóreo habitual (Antoun et al., 2009). Além disto, Liang e colaboradores também observaram uma perda de 19% do peso corpóreo em 600 pacientes cirúrgicos com doenças gastrointestinais em três hospitais universitários chineses (Liang et al., 2009).

Ryan e colaboradores relataram que pacientes que perdem mais do que 10% do peso estão mais susceptíveis a desenvolver complicações após cirurgias abdominais (Ryan et al., 2009). No presente estudo, observamos que os indivíduos desnutridos realmente apresentaram mais complicação pulmonar pós-operatória (CPP) do que os eutróficos, o que corrobora com os achados sugeridos por Sungurtekin e colaboradores que analisaram retrospectivamente 100 pacientes submetidos a cirurgias gastrointestinais e observaram uma taxa de 35% de CPP nos pacientes com um mal estado nutricional (Sungurtekin et al., 2004).

No presente estudo, as pneumonias e atelectasias foram as complicações respiratórias detectadas com mais frequência e sua incidência foi maior quando os pacientes apresentavam desnutrição e

fraqueza da musculatura expiratória concomitantemente. A verificação de que a associação desses dois fatores contribui para o aumento das complicações pulmonares pós-operatórias sugere que mecanismos distintos possam estar envolvidos nesse evento visto que, quando somados, pioram o quadro clínico ou a resposta orgânica deste indivíduo. Embora o nosso estudo não tenha visado avaliar os mecanismos que levam ao aumento das CPPs, podemos sugerir que isto ocorreu porque os pacientes apresentaram uma redução da resposta imune ocasionada pela desnutrição (Sungurtekin et al., 2004) e uma redução da capacidade de *clearence* das vias aéreas, possivelmente, causada pela fraqueza dos músculos expiratórios como previamente descrito para outras populações (Ambrosino et al., 2009). Ainda, estudos prévios têm sugerido que a desnutrição, a idade, a presença de doença maligna e o prejuízo da capacidade funcional predispõem os indivíduos a desenvolverem complicações pós-operatórias em geral (Qaseem et al., 2006; Smetana et al., 2006).

Ao contrário das nossas expectativas, a desnutrição teve um efeito específico na força dos músculos expiratórios a despeito da manutenção da força dos músculos inspiratórios. A nossa hipótese inicial era de que a desnutrição poderia afetar mais os músculos inspiratórios e que a falência dos mesmos levaria a uma possível

hipoventilação e hipoxemia e isto explicaria a maior incidência de CPPs. Baseados em nossos resultados, podemos sugerir que a desnutrição levou a uma atrofia nas fibras dos músculos respiratórios. Lopes e colaboradores, em 1982, mostraram que a desnutrição causa um maior impacto nas fibras do tipo II, reduzindo a capacidade de relaxamento e de contração destes músculos. Como os músculos inspiratórios, principalmente o diafragma, têm uma maior porção de fibras do tipo I, que essas são relativamente poupadas durante o processo de desnutrição calórico-protéica, é possível sugerir que isto explique, pelo menos parcialmente, os nossos resultados. Apesar de inicialmente inesperados, estes resultados são fisiologicamente coerentes porque um dos principais mecanismos de defesa pulmonar é a tosse e a sua efetividade é dada pela contração dos músculos expiratórios. Sendo assim, podemos também sugerir que as complicações pulmonares acontecem porque o indivíduo perde a eficiência do *clearance* brônquico. Porém, estudos futuros são necessários para avaliar o efeito da desnutrição nos tipos de fibras dos músculos respiratórios e sugerimos que isto ocorra com o estudo associado do *clearance* das vias aéreas.

Outro achado interessante no nosso estudo foi que os pacientes desnutridos apresentam valores médios de função pulmonar dentro da

faixa de normalidade ($\geq 80\%$), apesar da alteração da mecânica torácica e da fraqueza muscular expiratória. Existem evidências sugerindo que a desnutrição afeta o sistema respiratório de diversas maneiras tais como: perda do *turnover* do parênquima pulmonar, prejuízo na regeneração do epitélio respiratório, reduz na produção de elastina e da espessura das paredes alveolares. Além disto, ocorre modificação da estrutura e da função do surfactante e redução da tensão superficial o que torna esses indivíduos mais susceptíveis à atelectasias (Rochester e Esau, 1984; Duggan et al., 2005). Em vista destes resultados, seria esperado que a função pulmonar dos nossos pacientes estivesse reduzida, porém é possível que isto não tenha ocorrido porque estas alterações previamente descritas ocorrem após longos períodos de desnutrição o que não ocorreu com os nossos pacientes visto que eles tiveram uma perda do peso corpóreo num curto espaço de tempo (em média, 7 meses). Estudos prévios em pacientes com anorexia nervosa, modelo ideal para avaliar os efeitos da desnutrição calórico-protéica, sugerem que a função pulmonar está preservada mesmo com fraqueza dos músculos respiratórios (Arora e Rochester, 1982; Gonzàles-Moro et al., 2003).

Certas limitações na primeira fase do estudo foram verificadas. Em primeiro lugar, não foram avaliadas complicações pós-operatórias

não pulmonares. Embora o objetivo central deste estudo tenha sido a função respiratória dos indivíduos desnutridos, verificamos agora que a análise de outras complicações observadas ao longo do estudo tais como: fístulas do trato gastrointestinal, deiscência da parede abdominal e síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS) poderiam auxiliar numa melhor compreensão dos nossos resultados. Segundo, não foram quantificadas outras co-morbidades e os custos hospitalares, o que poderia aumentar a relevância deste estudo. Por fim, incluímos tabagistas e não tabagistas na nossa amostra, e é possível que o efeito do fumo sobre a função pulmonar possa ter sido um fator de confusão, visto que ele o tabagismo modifica a função pulmonar e a força muscular respiratória; porém, a maioria das doenças do trato gastrointestinais apresentadas na população estudada é causada por hábitos, vícios e fatores genéticos, sendo que o tabagismo é um importante fator predisponente para desenvolvimento das mesmas. Adicionalmente, entendemos que isto parece não ter sido influenciado na interpretação dos nossos achados visto que o número de indivíduos tabagistas avaliados na etapa inicial deste estudo foi similar nos grupos controle e desnutrido.

Na segunda etapa do nosso estudo, aonde avaliamos o efeito de dois tipos de treinamento muscular respiratório nos indivíduos

desnutridos, verificamos que nenhuma destas intervenções modificou a força muscular respiratória, a expansibilidade torácica ou a função pulmonar após a cirurgia abdominal alta. Além disto, verificamos que estes treinamentos também não resultaram em redução no número de complicações pulmonares no período pós-operatório. Apesar de termos incluídos outros indivíduos desnutridos nesta segunda etapa, pudemos verificar que os nossos achados de maior perda da força muscular expiratória nesta população com indicação de cirurgia eletiva abdominal alta foram confirmados apesar da manutenção dos valores de normalidade da função pulmonar.

Como dito anteriormente, os efeitos deletérios da desnutrição sobre a musculatura esquelética respiratória leva à fraqueza e/ou fadiga muscular e maior suscetibilidade a infecções pulmonares, porém nenhum estudo havia sido realizado com indivíduos submetidos à intervenção cirúrgica (Kelsen et al., 1985; Machado, 1993; Dureuil e Matuszcak, 1998; Polla et al., 2004). O treinamento da musculatura respiratória em indivíduos desnutridos proposto no presente estudo é uma estratégia inédita na tentativa de reabilitar a força muscular respiratória e possivelmente reduzir as complicações pós-operatórias. Porém, a maior limitação que nós encontramos foi o curto período disponível para realizar esta intervenção visto que o

paciente fica internado por, em média, 7 dias antes do procedimento cirúrgico. O efeito do treinamento muscular respiratório, assim como outros treinamentos musculares, é dependente do tempo, duração e intensidade. No presente estudo, verificamos que o treinamento muscular respiratório não modificou a força desta musculatura o que apesar de inesperado pode ser decorrente do período de treinamento durante a hospitalização. Além disto, a comparação dos nossos resultados com outros estudos é dificultada pela ausência de estudos que tenham realizado a mesma intervenção num período curto de treinamento.

Estudos realizados em outras populações sugerem períodos de treinamentos ideais que varia entre 6 e 12 semanas. Em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), 6 semanas de treinamento induziram a uma melhora da força muscular (Pimáx) e dos fatores relacionados à qualidade de vida (Luis et al., 2006). Uma revisão sistemática recente mostrou que o treinamento da musculatura inspiratória nesta população, quando clinicamente estáveis, apresentam um aumento da força e da resistência muscular inspiratória, melhorando a capacidade física, os fatores relacionados à qualidade de vida e diminuindo a sensação de dispnéia (Geddes, 2008). Em sujeitos com fibrose cística, 6 semanas de treinamento apresentam

resultados similares (Reid et al., 2008). Estudos em pacientes com distrofia muscular (Yeldan et al., 2008) e idosos (Aznar-Lain et al., 2007; Kim et al., 2008) sugerem períodos de treinamento, respectivamente, de 12 semanas e 24 meses.

No nosso estudo, a intensidade foi do treinamento muscular foi realizada com uma carga linear de 30% da Pimáx, intensidade similar aquela utilizada em diferentes populações citadas anteriormente. Não existe também na literatura diretrizes em relação à carga imposta durante o treinamento muscular, tendo sido fixada a carga recomendada pelo fabricante do aparelho utilizado. Em vista disto, entendemos que a falta de um efeito pode não ter sido decorrente de uma intensidade inadequada de treinamento. Resumidamente, entendemos que a ausência do efeito fisiológico observada no presente estudo deve ter sido decorrente de dois fatores: tempo reduzido para treinamento e/ou a condição nutricional e metabólica do indivíduo que faz com que ele esteja num estado de maior consumo energético.

Baseado nos resultados iniciais em que foi observado um maior comprometimento dos músculos expiratórios, nós propusemos o treinamento desta musculatura. A fraqueza muscular pode, inclusive, ser a causa de complicações respiratórias como a pneumonia em indivíduos com deficiência nutricional como descrito em pacientes

com doenças neuromusculares o que resultaria uma tosse ineficiente durante infecções do trato respiratório podendo levar à insuficiência respiratória (Bach et al., 1998; Carvalho, 2004; Ambrosino et al. 2009). Coincidentemente, a pneumonia e a traqueobronquite foram as complicações respiratórias mais incidente nos indivíduos avaliados nas duas fases deste presente estudo.

Apesar dos valores de função pulmonar estar, em média, dentro do predito, verificou-se uma ampla variação desta medida. Visto que os indivíduos com doenças ou sintomas respiratórios prévios foram excluídos do nosso estudo, acreditamos que estas alterações não podem ser decorrentes de disfunções pulmonares e é possível que isto tenha ocorrido pela perda de força muscular respiratória observada nos pacientes desnutridos. Neste sentido, a perda da força muscular pode estar ocasionando uma menor capacidade ventilatória o que também poderia explicar a maior incidência de complicações pulmonares em desnutridos (Ferrari-Baliviera et al., 1989; Machado, 1993; Wu et al., 2006). Interessantemente, os nossos pacientes desnutridos apresentaram uma redução da ventilação voluntária máxima (capacidade ventilatória).

Apesar dos grupos submetidos ao treinamento, não apresentarem uma melhora da força muscular máxima e da função pulmonar, eles

apresentaram uma melhora da ventilometria o que pode sugerir que eles obtiveram um ganho da capacidade ventilatória que ainda não ocorreu nos valores máximos. Como o número amostral dos grupos treinados era reduzido, é possível que isto seja um erro estatístico do tipo II e que a continuidade deste estudo, como estamos fazendo, possa apresentar respostas melhores.

As principais limitações desta etapa do estudo foram: o baixo número amostral, a ausência de avaliação de co-morbidades, a ausência da re-avaliação do estado nutricional após o período de treinamento e o curto tempo de treinamento.

6) CONCLUSÕES

Nossos resultados nos permitem afirmar que a desnutrição causa fraqueza da musculatura expiratória e diminuição da expansibilidade torácica e que essas alterações aumentam a incidência de complicações pulmonares após cirurgias abdominais altas eletivas.

Concluimos também que a associação entre um mal estado nutricional e músculos expiratórios com perda de força potencializam o desenvolvimento de complicações pulmonares após cirurgias abdominais altas eletivas.

Concluimos, por fim, que o treinamento muscular respiratório de curta duração não traz benefícios na força muscular respiratória em indivíduos desnutridos e não pode ser considerada uma estratégia protetora contra complicações pulmonares após cirurgias abdominais altas eletivas. Porém, novos estudos com maior número amostral devem ser realizados para confirmar estes achados.

7) REFERÊNCIAS

Ambrosino N, Carpenne N, Gherardi M. Chronic respiratory care for neuromuscular diseases in adults. *Eur Respir J* 2009; 34:444-51.

Antoun S, Rey A, Béal J, Montange F, Pressoir M, Vasson MP, Dupoirion D, Gourdiat-Borye A, Guillaume A, Maget B, Nitenberg G, Raynard B, Bachmann P. Nutritional Risk Factors in Planned Oncologic Surgery: What Clinical and Biological Parameters Should Be Routinely Used? *World J Surg* 2009; [33](#):1633-40.

Arora N, Rochester D: Respiratory muscle strength and maximal voluntary ventilation in undernourished patients. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126:5-8.

Arozullah AM, Daley J, Henderson WG, Khuri SF. Multifactorial risk index for predicting postoperative respiratory failure in men after major noncardiac surgery. The National Veterans Administration Surgical Quality Improvement Program. *Ann Surg* 2000; 232:242-53.

ATS/ERS Task Force: Standardization of lung function testing: Standardization of spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26:319-38.

Avendano CE, Flume PA, Silvestri GA, King LB, Reed CE. Pulmonary complications after esophagectomy. *Annals of Thoracic Surgery* 2002; 73:922-6.

Baier H, Somani P. Ventilatory drive in normal man during semistarvation. *Chest* 1984; 85(2):222-5.

Barbanti, VJ. Treinamento físico; bases científicas. São Paulo: Baliero, 1996.

Beckerman M, Magadle R, Weiner M, Weiner P. The Effects of 1 Year of Specific Inspiratory Muscle Training in Patients With COPD. *Chest* 2005; 128:3177-82.

Birmingham LC, Tan AO. Respiratory Muscle Weakness and Anorexia Nervosa. *Int J Eat Disord* 2003; 33(2):230-3.

Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Resp Dis* 1969; 99:696-702.

Cohn SL, Smetana GW. Update in Perioperative Medicine. *Ann Intern Med* 2007; 147:263-70.

Corish CA, Kennedy NP. Protein–energy undernutrition in hospital in-patients. *Brit J Nutr* 2000; 83:575-91.

Darnley GM, Gray AC, McClure SJ, Neary P, Petrie M, McMurray JJV, MacFarlane NG. Effects of resistive breathing on exercise capacity and diaphragm function in patients with ischaemic heart disease. *Eur J of Heart Fail* 1999; 1(3):297-300.

Dias CM, Pássaro CP, Cagido VR, Einicker-Lamas M, Lowe J, Negri EM. Effects of undernutrition on respiratory mechanics and lung parenchyma remodeling. *J Appl Physiol* 2004; 97:1888-96.

Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary Atelectasis: A Pathogenic Peri-operative Entity. *American Society of Anesthesiologists* 2005; 102(4):838-54.

Dureuil B, Matuszczak Y. Alteration in nutritional status and diaphragm muscle function. *Reprod Nutr Dev* 1998; 38(2):175-80.

Ebell MH. Predicting Postoperative Pulmonary Complications. *Am Fam Physician* 2007; 75:1837-8.

Eisenhut M. Malnutrition causes a reduction in alveolar epithelial sodium and chloride transport which predisposes to death from lung injury. *Med Hypotheses* 2007; 68(2):361-3.

Evans AL, Gleeson FV. Radiology in pleural disease: State of the art. *Respirology* 2004; 9(3):300-12.

Fan ST, Lau WY, Yip WC, Poon GP, Yeung C, Lam WK, et al. Prediction of postoperative pulmonary complications in oesophagogastric cancer surgery. *Br J Surg* 1987; 74:408-10.

Ferguson MK, Durkin AE. Preoperative prediction of the risk of pulmonary complications after esophagectomy for cancer. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2002; 123:661-9.

Ferrari-Baliviera E, Pierdominici S, Sarcinelli L. Effects of the nutritional status on the respiratory system. *Minerva Anesthesiol* 1989; 55(11):443-50.

Fujita T, Sakurai K. Multivariate analysis of risk factors for postoperative pneumonia. *Am J Surg* 1995; 169:304-7.

Garibaldi RA, Britt MR, Coleman ML, Reading JC, Pace NL. Risk factors for post-operative pneumonia. *American Journal of Medicine* 1981; 70:677-80.

Gibbs J, Cull W, Henderson W, Daley J, Hur K, Khuri SF. Preoperative serum albumin level as a predictor of operative mortality and morbidity: results from the National VA Surgical Risk Study. *Arch Surg* 1999; 134:36-42

Golgeli A, Özesmi C, Süer C. Effect of acute starvation on rat diaphragm function. *Jpn J Physiol* 1994; 44(6):743-7.

González-Moro JMR, Miguel-Díez L, Paz-González L, Buendía-García MJ, Santacruz-Siminiani A, Lucas-Ramos P. Abnormalities of the Respiratory Function and Control of Ventilation in Patients with Anorexia nervosa. *Respiration* 2003; 70:490-5.

Hill K, Jenkins S C, Hillman DR, Eastwood PR. Dyspnoea in COPD: Can inspiratory muscle training help? *Aust J Physiother* 2004; 50:169-80.

Humphreys J, Maza P, Hirsch S, Barrera G, Gattas V, Bunout D. Muscle Strength as a Predictor of Loss of Functional Status in Hospitalized Patients. *Nutrition* 2002; 18 (7/8):616-20.

Jensen GL, Mirtallo J , Compher C, Dhaliwal R, Forbes A, Grijalba RF, Hardy G, Kondrup J, Labadarios D, Nyulasi I, Pineda JCC, Waitzberg D. Adult starvation and disease-related malnutrition: A proposal for etiology-based diagnosis in the clinical practice setting from the International Consensus Guideline Committee. *Clin Nutr* 2010; 29(2):151-3.

Júnior JCM, Waitzberg DL. Consequências funcionais da desnutrição. In: Waitzberg DL. *Nutrição Oral, enteral e parenteral na prática clínica*. 3ª edição. São Paulo: Editora Atheneu, 2000. 399-409.

Kakizaki F, Shibuya M, Yamazaki T, Yamada M, Suzuki H, Homma I. Preliminary report on the effects of respiratory muscle stretch gymnastics on chest wall mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care* 1999; 44:409-14.

Katsuta T, Saito T, Shigemitsu Y, Kinoshita T, Shiraishi N, Kitano S. Relation between tumor necrosis factor and interleukin 1 producing capacity of peripheral monocytes and pulmonary complications following oesophagectomy. *British Journal of Surgery* 1998; 85:548-53.

Kelsen SG, Ference M, Kapoor S. Effect of prolonged undernutrition on structure and function of the diaphragm. *J Appl Physiol* 1985; 58:1354-9.

Kulzebos EHJ; Helders PJ; Favié NJ; De Bie RA; Riviere AB; Van Meeteren NLU. Preoperative Intensive Inspiratory Muscle Training to Prevent Postoperative Pulmonary Complications in High-Risk Patients Undergoing CABG Surgery. *JAMA* 2006; 296:1851-7.

Leith DE, Bradley M. Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol* 1976; 41:508-16.

Lewis MI, Belman MJ. Nutrition and the respiratory muscles. *Clin Chest Med* 1988; 9(2):337-48.

Liang X, Jiang ZM, Nolan MT, Wu X, Zhang H, Zheng Y, Liu H, Kondrup J. Nutritional risk, malnutrition (undernutrition), overweight, obesity and nutrition support among hospitalized patients in Beijing teaching hospitals. *Asia Pac J Clin Nutr* 2009; 18: 54-62.

- Lisboa C, Villafranca C, Leiva A, Cruz E, Pertuzé J, Borzone G. Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. *Eur Respir J* 1997; 10:537-42.
- Lopes J, RusselDM, Jocelyn WJ, Khursheed N, Jeejeebhoy N. Skeletal muscle function in malnutrition. *Am J Clin Nutr* 1982; 36:602-10.
- Lotters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J* 2002; 20:570-6.
- Machado MCC. Desnutrição no doente cirúrgico. In: Waitzberg DL. *Metabolismo na prática cirúrgica*. São Paulo: Sarvier, 1993. p:37-46.
- McHale JE, Barth MM. Nursing care after pneumonectomy in patients with invasive pulmonary aspergillosis. *Crit Care Nurse* 2000; 20:37-44.
- Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res* 1999; 32:703-17.
- NHB-National Institute of Health, Heart, Lung and Blood. Clinical guidelines on identification, evaluation and treatment of overweight and obesity in adults. 1998; 6:1-210.
- Nomori H, Kobayashi R, Fuyuno G, Morinaga S, Yashima H. Preoperative respiratory muscle training. Assessment in thoracic surgery patients with special reference to postoperative pulmonary complications. *Chest* 1994; 105(6):1782-8.

Nomori H, Kobayashi R. Postoperative pulmonary complications in patients undergoing thoracic surgery with special reference to preoperative respiratory muscle strength and nutrition. Nippon Kyobu Geka Gakkai Zasshi - Journal of the Japanese Association for Thoracic Surgery 1994; 42(9):1272-5. (B)

OMS-Organização Mundial de Saúde. Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. 10ª Revisão.

Paulin E, Brunetto AF, Carvalho CRF. Efeitos de programa de exercícios físicos direcionado ao aumento da mobilidade torácica em indivíduos portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. J. Pneumol 2003; 29:287-94.

Pedrolli C, Cereda E, Costa A. Fighting hospital malnutrition: let's start by calibrating hospital scales! Mediterr J Nutr Metab 2009; 2:145-7.

Pereira CAC, Barreto SP, Simões JG, et al. Valores de referência para a espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. J. Pneumol 1992; 18:10-22.

Pereira EDB, Fernandes ALG, MS Anção, Peres CA, Atallah NA, Faresin SM. Prospective assessment of the risk of postoperative pulmonary complications in patients submitted to upper abdominal surgery. Sao Paulo Med J 1999; 117:151-60.

Polkey MI, Moxham J. Improvement in volitional tests of muscle function alone may not be adequate evidence that inspiratory muscle training is effective. Eur Resp J 2004; 23:5-6.

Polla B, D'Antona G, Bottinelli R, Reggiani C. Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. *Thorax* 2004; 59:808-17.

Qaseem A, Snow V, Fitterman N, Hornbake ER, Lawrence VA, Smetana GW, Weiss K, Owens DK. Risk Assessment for and Strategies To Reduce Perioperative Pulmonary Complications for Patients Undergoing Noncardiothoracic Surgery: A Guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2006; 144:575-80.

Ramírez-Sarmiento A, Orozco-Levi M, Barreiro E, Méndez R, Ferrer A, Broquetas J, Gea J. Expiratory muscle endurance in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2002; 57:132-6.

Rochester DF, Esau AS. Malnutrition and the respiratory system. *Chest* 1984; 85:411-5.

Ryan AM, Reynolds JV, Healy L, Byrne M, Moore JRN, Brannelly N, McHugh A, McCormack D, Flood P. Enteral Nutrition Enriched With Eicosapentaenoic Acid (EPA) Preserves Lean Body Mass Following Esophageal Cancer Surgery: Results of a Double-Blinded Randomized Controlled Trial. *Annals of Surgery* 2009; 249(3):355-63.

Sakai RL, Abrão GMG, Ayres JFV, Vianna PTG, Carvalho LR, Castiglia YMM. Prognostic factors for perioperative pulmonary events among patients undergoing upper abdominal surgery. *Sao Paulo Med J* 2007; 125(6): 315-21.

Skinner, JS. Prova de Esforço e Prescrição de Exercício para Casos Específicos. Rio de Janeiro: Editora Revinter, 1991. p339.

Smetana GW, Lawrence VA, Cornell JE. Preoperative Pulmonary Risk Stratification for Noncardiothoracic Surgery: Systematic Review for the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2006; 144:581-95.

Soeters PB, Schols AMWJ. Advances in understanding and assessing malnutrition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2009; 12:487-94.

Stühmeier KD, Mainzer B, Cierpka J, Sandmann W, Tarnow J. Small, oral dose of clonidine reduces the incidence of intraoperative myocardial ischemia in patients having vascular surgery. *Anesthesiology* 1996; 85:706-12.

Suesada MM, Martins MA, Carvalho CR. Effect of short-term hospitalization on functional capacity in patients not restricted to bed. *Am J Phys Med Rehabil* 2007; 86:455-62.

Sungurtekin H, Sungurtekin U, Balci C, Zencir M, Erdem E. The influence of nutritional status on complications after major intrabdominal surgery. *J Am Coll Nutr* 2004; 23:227-32.

Syabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgrad Med J* 1998; 74:208-15.

Volianitis S, McConnell AK, Koutedakis Y, Mcnaughton L, Backx K, Jones DA. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33:803-9.

Waitzberg DL, Caiaffa WT, Correia MITD. Hospital malnutrition: the Brazilian National Survey (IBRANUTRI): A study of 4000 patients. *Rev Applied Nutrition Investigation* 2001; 17:573-80.

Weber RS, Hankins P, Rosenbaum B, Raad I. Nonwound infections following head and neck oncologic surgery. *Laryngoscope* 1993; 103:22-7.

Westergren A, Wann-Hansson C, Börgdal EB, Sjölander J, Strömblad R, Klevsgård R, Axelsson C, Lindholm C, Ulander K. Malnutrition prevalence and precision in nutritional care differed in relation to hospital volume-a cross-sectional survey. *Nutr J* 2009; 8:8-20.

Windisch W, Hennings E, Sorichter S, Hamm H, Criée CP. Peak ou plateau maximal inspiratory mouth pressure: which is best? *Eur Respir J* 2004; 23:708-13.

Windsor JA, Hill GL. Risk factors for postoperative pneumonia. The importance of protein depletion. *Ann Surg* 1988; 208:209-14.

Wu GH, Liu ZH, Wu ZH, Wu ZG. Perioperative artificial nutrition in malnourished gastrointestinal cancer patients. *World J Gastroenterol* 2006; 12:2441-4.