UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

Paulo Eduardo Gomes Ferreira

**Efeito de um programa pré-operatório de fortalecimento
supervisionado da musculatura inspiratória na evolução
hospitalar de pacientes submetidos a operações cardíacas**

Ribeirão Preto
2013

Paulo Eduardo Gomes Ferreira

Efeito de um programa pré-operatório de fortalecimento supervisionado da musculatura inspiratória na evolução hospitalar de pacientes submetidos a operações cardíacas

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor.

Área de concentração: Cirurgia.

Orientador: **Prof. Dr. Alfredo José Rodrigues**

**Ribeirão Preto
2013**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ferreira, Paulo Eduardo Gomes.

Efeito de um programa pré-operatório de fortalecimento supervisionado da musculatura inspiratória na evolução hospitalar de pacientes submetidos a operações cardíacas. Ribeirão Preto, 2013.

97 p. : il. ; 30 cm

Tese de Doutorado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Cirurgia.

Orientador: Rodrigues, Alfredo José.

1. Músculos respiratórios. 2. Fisioterapia. 3. Cirurgia cardíaca. 4. Nitrito. 5. Nitrato.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Paulo Eduardo Gomes Ferreira

“Efeito de um programa pré-operatório de fortalecimento supervisionado da musculatura inspiratória na evolução hospitalar de pacientes submetidos a operações cardíacas”

Aprovado em: 26 / 04 / 2013

Banca Examinadora

Prof. Dr. Alfredo José Rodrigues

Assinatura: _____

Instituição: Universidade de São Paulo – USP

Prof. Dr. Elcio dos Santos Oliveira Vianna

Assinatura: _____

Instituição: Universidade de São Paulo – USP

Prof. Dr. André Schmidt

Assinatura: _____

Instituição: Universidade de São Paulo – USP

Prof. Dr. Marco Antônio R. Fernandes

Assinatura: _____

Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP

Prof. Dr. João Nelson Rodrigues Branco

Assinatura: _____

Instituição: Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP

*A minha esposa **Andréa** e aos meus filhos **Isabela** e **Caio**,
pela compreensão nos meus momentos de ausência,
pelo estímulo e confiança na minha capacidade
em realizar este trabalho.*

*Aos meus pais, **Edson** (in memoriam) e **Celisa**,
pelo exemplo de vida, educação
e formação do meu caráter.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, nosso Pai-Maior, que tem iluminado meu caminho, desde os meus primeiros passos.

Ao Prof. Dr. Alfredo José Rodrigues, meu orientador e grande responsável pela realização dessa tese. Sua confiança em minha capacidade de trabalho serviu-me como força e estímulo para superar os momentos de dificuldades.

Aos professores componentes da banca, Prof. Dr. Elcio dos Santos Oliveira Vianna, Prof. Dr. André Schmidt, Prof. Dr. Marco Antônio Rodrigues Fernandes e Prof. Dr. João Nelson Rodrigues Branco, meus sinceros agradecimentos pela colaboração que ajudou a aprimorar este trabalho.

Aos Médicos Assistentes e demais funcionários da equipe de Cirurgia Torácica e Cardiovascular.

Ao Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP.

A Juliana Pischiotin da Silva Moraes, secretária do Setor de Pós-Graduação da Área de Clínica Cirúrgica do Departamento de Cirurgia e Anatomia, pela ajuda a mim dedicada.

*Aos **pacientes**, sem os quais não seria possível a realização deste estudo.*

“Quando uma criatura humana desperta para um grande sonho e sobre ele lança toda a força de sua alma, todo o universo conspira a seu favor.”

Johann Goethe

RESUMO

Introdução: A disfunção respiratória é uma das complicações mais frequentes após operações cardíacas. Vários fatores contribuem para que as disfunções respiratórias ocorram, dentre eles está a disfunção da musculatura inspiratória que, por sua vez, pode ser multifatorial. **Objetivo:** O condicionamento da musculatura inspiratória no período pré-operatório poderia ajudar a reduzir a incidência de complicações respiratórias no pós-operatório de operações cardíacas. **Métodos:** No presente trabalho 21 pacientes voluntários, de ambos os sexos, com idade mínima de 50 anos, com fraqueza de musculatura inspiratória e candidatos à operação de revascularização cirúrgica do miocárdio e/ou operação valvar cardíaca no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP foram distribuídos aleatoriamente em 2 grupos. Em um grupo, 10 pacientes foram submetidos a um período mínimo de 9 dias de treinamento da musculatura inspiratória utilizando um incentivador respiratório marca “Threshold® IMT” (Respironics, Cedar Grove, NJ, EUA), com carga de 40, 60 e 80% da pressão inspiratória máxima. Os outros 11 pacientes receberam apenas orientações gerais, sem treinamento objetivo da musculatura respiratória. Comparamos os valores espirométricos antes e após o treinamento dentro de cada grupo. A evolução da pressão inspiratória máxima, da pressão expiratória máxima e da gasometria arterial de ambos os grupos, antes e após o treinamento, bem como a sua evolução temporal no pós-operatório, além dos valores de nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar. Comparamos também a evolução clínica de ambos os grupos. **Resultados:** Observamos que o treinamento causou elevação significativa do pico de fluxo expiratório ($p=0,028$) e diminuição nos valores de nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar ($p=0,05$) e redução das complicações pós operatórias ($p=0,057$), sendo as duas últimas não significativas. Todavia, não houve diferença na evolução gasométrica e nem da pressão inspiratória máxima ou da pressão expiratória máxima entre ambos os grupos. **Conclusão:** O treinamento da musculatura respiratória inspiratória em pacientes internados, além de factível e seguro, resulta em maior fortalecimento dessa musculatura, reduz a morbidade pós-operatória e os níveis de nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar.

Palavras-chave: músculos respiratórios; fisioterapia; cirurgia cardíaca; nitrito; nitrato.

ABSTRACT

Introduction: Respiratory dysfunction is one of the most common complications after cardiac operations. Several factors contribute to respiratory dysfunctions that occur among them is inspiratory muscle dysfunction that, in turn, may be multifactorial. **Objective:** The conditioning of inspiratory muscles on preoperative could help reduce the incidence of respiratory complications in the postoperative period of cardiac operations. **Methods:** In this study 21 patients volunteers of both sexes, aged 50 years, with weakness of inspiratory muscles and candidate operation of CABG and / or heart valve surgery at the Hospital of the Medical College of Ribeirão Preto-USP were randomized into 2 groups. In one group, 10 patients underwent a minimum of 9 days of inspiratory muscle training using an incentive spirometry "Threshold[®] IMT" (Respironics, Cedar Grove, NJ, USA) with a load of 40, 60 and 80% of maximal inspiratory pressure. The other 11 patients received only general guidelines without respiratory muscle training goal. We compared spirometric values before and after training within each group. The evolution of maximal inspiratory pressure, maximal expiratory pressure and arterial blood gas analysis of both groups before and after training, as well as its temporal evolution postoperatively, and the values of nitrite / nitrate in exhaled breath condensate. We also compared the clinical outcomes in both groups. **Results:** We observed that the training caused significant peak expiratory flow ($p=0,028$) and decrease in nitrite/nitrate in exhaled breath condensate ($p=0,05$) and reduction of postoperative complications ($p=0,057$), the last two being non-significant. However, there was no difference in blood gas evolution nor maximal inspiratory pressure and maximal expiratory pressure between both groups. **Conclusion:** The inspiratory muscle training in patients hospitalized, and feasible and safe, results in further strengthening these muscles, reduces postoperative morbidity and levels of nitrite / nitrate in exhaled breath condensate.

Keywords: respiratory muscles; physical therapy; cardiac surgery; nitrite; nitrate.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Equipamento Threshold®-IMT, clipe nasal e bucal utilizado para o treinamento da musculatura inspiratória _____ 35
- Figura 2-** Esquema do equipamento de coleta do condensado do exalado pulmonar _____ 36
- Figura 3-** Variações da pressão inspiratória máxima (PI Max) no dia da internação (D INT), no dia anterior a operação (DO) e com 12h, 24h, 48h e 72h de pós-operatório nos grupos Controle e IR _____ 47
- Figura 4-** Variações da pressão expiratória máxima (PE Max) no dia da internação (D INT), no dia anterior a operação (DO) e com 12h, 24h, 48h e 72h de pós-operatório nos grupos Controle e IR _____ 49
- Figura 5-** Evolução temporal da PO₂ no dia da internação (D INT), no dia anterior a operação (DO), imediatamente após extubação orotraqueal, 12h, 24h, 48h e 72h de pós-operatório nos grupos Controle e IR _____ 50
- Figura 6-** Evolução temporal da PCO₂ no dia da internação (D INT), no dia anterior a operação (DO), imediatamente após extubação orotraqueal, 12h, 24h, 48h e 72h de pós-operatório nos grupos Controle e IR _____ 51
- Figura 7-** Valores de nitrito/nitrato no CEP dos pacientes do grupo controle e do grupo tratado no dia da internação e no dia anterior à operação _____ 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Incidência de comorbidades entre idosos e não idosos submetidos à operações cardíacas no HCFMRP-USP entre 2004 e 2011 (dados não publicados)___	17
Tabela 2- Dados antropométricos e hábitos tabagísticos (resultados expressos como porcentagens ou média $\pm$ desvio-padrão) _____	41
Tabela 3- Características clínicas (resultados expressos como porcentagens ou média $\pm$ desvio-padrão) _____	41
Tabela 4- Dados operatórios _____	42
Tabela 5- Evolução clínica no pós-operatório _____	43
Tabela 6- Valores da capacidade vital forçada e da VVM do grupo controle no dia da internação (D INT) e no dia anterior ao da operação (D0) _____	44
Tabela 7- Valores espirométricos obtidos da CVF do grupo controle no dia da internação (D INT) e no dia anterior ao da operação (D0) _____	45
Tabela 8- Valores da capacidade vital forçada e da VVM do grupo tratado no dia da internação (D INT) e dia anterior ao da operação (D0) _____	45
Tabela 9- Valores espirométricos obtidos da CVF do grupo tratado no dia da internação (D INT) e no dia anterior ao da operação (D0) _____	46
Tabela 10- Resultados de PI Max no momento da internação (PI Max D INT), no dia anterior ao da operação (D0) e com 12h (PI Max 12h), 24h (PI Max 24h), 48h (PI Max 48h) e 72h (PI Max 72h) de pós-operatório nos grupos controle e IR _____	47
Tabela 11- Resultados de PE Max no momento da internação (PE Max D INT), no dia anterior ao da operação (DO) e com 12h (PE Max 12h), 24h (PE Max 24h), 48h (PE Max 48h) e 72h (PE Max 72h) de pós-operatório nos grupos controle e IR _____	48
Tabela 12- Valores de CVF no DO dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo _____	76
Tabela 13- Valores de CVF no D INT dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo _____	77

Tabela 14- Valores de VVM no D0 dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo _____	78
Tabela 15- Valores de VVM no D INT dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo _____	79
Tabela 16- Valores de VEF1 no D0 dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo _____	80
Tabela 17- Valores de VEF1 no DINT dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo _____	81
Tabela 18- Valores da relação VEF1/CVF no D0 dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo _____	82
Tabela 19- Valores da relação VEF1/CVF no D INT dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo _____	83
Tabela 20- Valores do FEF 25-75% no D0 dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo _____	84
Tabela 21- Valores do FEF 25-75% no D INT dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo _____	85
Tabela 22- Valores da PI Max no D INT, DO, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle _____	86
Tabela 23- Valores da PI Max no D INT, DO, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR _____	87
Tabela 24- Valores da PE Max no D INT, DO, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle _____	88
Tabela 25- Valores da PE Max no D INT, DO, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR _____	89
Tabela 26- Valores da PO2 no D INT, DO, D EXT, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle _____	90

Tabela 27- Valores da PO ₂ no D INT, DO, D EXT, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR _____	91
Tabela 28- Valores da PCO ₂ no D INT, DO, D EXT, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle _____	92
Tabela 29- Valores da PCO ₂ no D INT, DO, D EXT, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR _____	93
Tabela 30- Valores da PI Max no D INT, DO, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle em porcentagem do esperado para a idade e sexo ____	94
Tabela 31- Valores da PI Max no D INT, DO, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR em porcentagem do esperado para a idade e sexo _____	95
Tabela 32- Valores da PE Max no D INT, DO, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle em porcentagem do esperado para a idade e sexo ____	96
Tabela 33- Valores da PE Max no D INT, DO, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR em porcentagem do esperado para a idade e sexo _____	97

LISTA DE ABREVIATURAS

12h PO	12 horas após a extubação
24h PO	24 horas após a extubação
48h PO	48 horas após a extubação
72h PO	72 horas após a extubação
ATS	American Thoracic Society
AVC	Acidente Vascular Cerebral
AVC PO	Acidente Vascular Cerebral Pós Operatório
BTPS	Condições corporais, temperatura corporal, pressão ambiente, saturada com vapor d'água
CEC	Circulação Extracorpórea
CEP	Condensado do Exalado Pulmonar
CPAP	Pressão Positiva Constante nas Vias Aéreas
CPT	Capacidade Pulmonar Total
CRF	Capacidade Residual Funcional
CV	Capacidade Vital
CVF	Capacidade Vital Forçada
D EXT	Dia da Extubação
D int	Dia da Internação do Paciente
DO	Dia da Segunda Avaliação Antes da Cirurgia
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
FA	Fibrilação Atrial
FE	Fração de Ejeção
FEF 25 - 75%	Fluxo Expiratório Forçado de 25 a 75% da Capacidade Vital Forçada
FENO	Concentração Fracionada de Oxido Nítrico
Grupo GC	Grupo Controle
Grupo IR	Grupo Incentivo Respiratório
GSH-Px	Glutathione Peroxidase
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HCFMRP-USP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
ICC	Insuficiência Cardíaca Congestiva
IMC	Índice de Massa Corpórea
LBA	Lavado Bronco Alveolar
MDA	Malondialdeído
NO	Oxido Nítrico
NYHA	New York Heart Association

P(A – a) O ₂	Diferença Alvéolo Arterial de Oxigênio
PaCO ₂	Pressão Parcial Arterial de Gás Carbônico
PaO ₂	Pressão Parcial Arterial de Oxigênio
PAO ₂	Pressão Parcial Alveolar de O ₂
PaO ₂ /FiO ₂	Relação Pao ₂ /Fio ₂
PE Máx	Pressão Expiratória Máxima
PFE	Pico de Fluxo Expiratório
PI Máx	Pressão Inspiratória Máxima
Pinçamento Ao	Pinçamento Aórtico
PNMPO	Pneumonia Pós Operatória
SOD	Superoxido Dismutase
TCE	Tronco de Coronária Esquerda
TCEC	Tempo de Circulação Extracorpórea
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VC	Volume Corrente
VEF1	Volume Expiratório Forçado no 1º Segundo
VEF1/CVF	Relação entre Volume Expiratório Forçado no 1º Segundo e Capacidade Vital Forçada
VO ₂	Volume de Oxigênio
VR	Volume Residual
VVM	Ventilação Voluntária Máxima

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 Pacientes	27
3.2 Grupos de estudo	27
3.3 Critérios de seleção	28
3.4 Critérios de exclusão	28
3.5 Critérios para interrupção dos exercícios respiratórios	29
3.6 Critérios para interrupção do estudo	29
3.7 Exploração funcional pulmonar no pré-operatório	30
3.7.1 Manovacuometria	30
3.7.2 Espirometria	31
3.7.3 Gasometria arterial	33
3.8 Orientações gerais no pré-operatório	33
3.9 Programa específico de treinamento da musculatura inspiratória	35
3.10 Coleta e análise do nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar	36
3.10.1 Análise do nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar	37
3.11 Análise estatística	38
4. RESULTADOS	39
4.1 Dados antropométricos	40
4.2 Dados operatórios	42
4.3 Evolução pós-operatória	43
4.4 Avaliação da função respiratória	44
4.4.1 Espirometria	44
4.4.2 Manovacuometria	46
4.4.3 Gasometrias	49
4.5 Nitrito/nitrato no concentrado de exalado pulmonar	51
5. DISCUSSÃO	53
6. CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
APÊNDICES	70

1. INTRODUÇÃO

A população brasileira vem envelhecendo de forma rápida e a expectativa de vida ao nascer já ultrapassa os 73 anos de idade (IBGE, 2011). Consequentemente, o número de idosos que procuram assistência médica por doenças crônico-degenerativas também aumentou, sendo que na região sul do Brasil 29% do total de óbitos é decorrente de doenças cardiovasculares (CHAIMOWICZ, 1997).

Atualmente a população brasileira vive duas grandes transformações: o aumento percentual da população de idosos e o crescente aumento das doenças crônicas não transmissíveis. Consequentemente, ocorreu um aumento considerável da participação dos idosos no consumo de serviços de saúde, sobretudo nos serviços públicos, onde as doenças cardiovasculares são responsáveis por cerca de um terço das mortes da população em geral (RAMOS; SANTOS; MARCOPITO, 1997), o que, por sua vez, resulta em maior número de idosos encaminhados para tratamento cirúrgico de cardiopatias, sobretudo para a revascularização do miocárdio.

No período de janeiro de 2004 a dezembro de 2011, o número de idosos submetidos a operações cardíacas no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP) manteve-se constante, dos quais 43% tinham 60 anos ou mais de idade, considerados idosos segundo os critérios da Organização Mundial de Saúde para países em desenvolvimento. Levando-se em conta outras faixas etárias, observou-se que 29% tinham 65 anos ou mais de idade e que 18% eram septuagenários ou mais velhos. Considerando-se apenas os pacientes com 60 anos ou mais de idade, foi notado que 50% das operações realizadas envolveram a revascularização cirúrgica do miocárdio isolada, e que em 31% foi realizada a correção cirúrgica isolada de valvopatias (dados não publicados).

A presença de comorbidades associadas à idade, a menor reserva funcional dos órgãos e sistemas decorrentes do envelhecimento e de fatores intra-operatórios, propicia a ocorrência de complicações pós-operatórias, sobretudo na população mais velha. Dentre elas, as complicações respiratórias são umas das

principais causas de morbidade e mortalidade (SILVA; NASCIMENTO; VIOTTI JÚNIOR, 1997; RODRIGUEZ *et al.*, 2002; JIN; CHUNG, 2001).

Como era de se esperar, na população idosa operada no HCFMRP-USP no período de 2004 a 2011, a incidência de disfunção cardíaca, pulmonar e renal, além de outras comorbidades, foi significativamente maior do que a observada nos pacientes com menos de 60 anos, como demonstrado na tabela 1.

Tabela 1- Incidência de comorbidades entre idosos e não idosos submetidos à operações cardíacas no HCFMRP-USP entre 2004 e 2011, (dados não publicados).

	Idade				P
	<60 anos		≥60 anos		
	n	%	N	%	
FE < 35%	37	5,8%	47	10,0%	0,010
Lesão TCE > 50%	38	5,9%	56	11,6%	0,001
Infarto prévio	97	15,1%	117	24,2%	<0,001
Diabetes	108	16,8%	156	32,3%	<0,001
Obstrução carotídea >60%	10	1,6%	32	6,6%	<0,001
DPOC	14	2,2%	30	6,2%	0,001
Doença vascular periférica	19	3,0%	35	7,2%	0,001
Creatinina >2,0 mg/dl	42	6,6%	50	10,4%	0,021
Hipertensão arterial	337	52,7%	361	74,7%	<0,001

FE: Fração de ejeção, TCE: Tronco de coronária esquerda, DPOC: Doença pulmonar obstrutiva crônica

Mesmo na população idosa saudável, a função pulmonar deteriora-se com a avançar da idade (ENRIGHT *et al.*, 1993), resultando em alterações anatômicas e funcionais, tais como:

1. Diminuição da retração elástica
2. Aumento da complacência pulmonar
3. Diminuição da capacidade de difusão de oxigênio
4. Fechamento prematuro das vias aéreas levando à diminuição da relação ventilação/perfusão com aumento do gradiente de oxigênio alvéolo capilar
5. Diminuição dos fluxos expiratórios

Segundo Burr, Phillips e Hurst (1985) ocorre ainda diminuição progressiva da capacidade vital devido a:

1. Aumento da rigidez torácica;
2. Perda da retração elástica pulmonar;
3. Diminuição da força da musculatura respiratória.

Observa-se, ainda, diminuição progressiva do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) e da capacidade vital forçada (CVF) em idosos com 70 anos ou mais, independentemente do tabagismo ou exposição à poluição (BURR; PHILLIPS; HURST, 1985; KNUDSON *et al.*, 1983).

Tolep e Kelsen (1993) constataram diminuição da força da musculatura respiratória com o aumento da idade, e observaram que a força diafragmática é 25% menor em idosos saudáveis, quando comparada a adultos mais jovens.

As alterações mecânicas nos pulmões e na caixa torácica, observadas no envelhecimento, podem resultar em alterações na troca gasosa onde foi estimado que mesmo em indivíduos não fumantes, ocorre um declínio na capacidade de difusão com o envelhecimento (NEAS; SCHWARTZ, 1996), sendo demonstrada uma relação linear e recíproca entre idade e PaO₂, conforme a seguinte fórmula: $PaO_2 = 109 - (0.43 \times \text{idade})$ (SORBINI *et al.*, 1968).

As alterações relacionadas com a idade alteram também a relação ventilação/perfusão devido ao fechamento prematuro de vias aéreas dependentes e pelo aumento do espaço morto fisiológico. Apesar destas mudanças na relação ventilação/perfusão, o sistema respiratório é capaz de manter a troca gasosa adequada em repouso e durante esforço, porém, o envelhecimento tende a diminuir a reserva do sistema respiratório em situações de doenças agudas (JANSSENS; PACHE; NICOD, 1999).

Embora com o envelhecimento não ocorra atrofia da musculatura diafragmática de forma que não se possa responsabilizar a fraqueza desta musculatura pelas alterações ventilatórias, ela ocorre na musculatura intercostal interna e em menor extensão na musculatura intercostal externa, com um decréscimo

entre 20% e 7% na área de secção transversa respectivamente, após a quinta década de vida (MIZUNO, 1991).

Apesar de a diminuição na função pulmonar resultante do envelhecimento não ser evidente sob condições normais, ela pode manifestar-se sob condições de estresse, tais como em doenças agudas, exercício físico ou cirurgia (JOHNSON *et al.*, 1991; SHEPHARD, 1993).

Não bastasse as alterações funcionais relacionadas a comorbidades e ao envelhecimento, a própria operação pode contribuir para a disfunção respiratória.

A função da musculatura respiratória pode ser afetada por procedimentos operatórios de diversas maneiras. Incisões, sobretudo as torácicas e abdominais, que afetam a integridade da musculatura respiratória, provocam dor que é exacerbada pela respiração. Ademais, drogas anestésicas, bloqueadores neuromusculares e sedativos também podem influenciar negativamente no desempenho da musculatura respiratória (MATTHAY; WIENER-KRONISH, 1989).

As disfunções da musculatura respiratória provocada pelas operações cardíacas resultam em redução da capacidade vital (CV) e aumento da retração elástica pulmonar, aumentando o trabalho da musculatura respiratória para gerar um determinado volume inspiratório, além da diminuição do volume corrente (VC) e da capacidade pulmonar total (CPT), o que pode resultar em atelectasias, diminuição da capacidade residual funcional e prejuízo das trocas gasosas (FROESE; BRYAN, 1974; NIMMO; DRUMMOND, 1996).

Ademais, demonstrou-se que a utilização da artéria torácica interna nas revascularizações do miocárdio, embora seja considerado um enxerto padrão, pode ser prejudicial à função respiratória (SINGH, *et al.*, 1992).

Tem sido documentado, em consequência da anestesia geral, uma queda de 20% da CRF. Isto deve se dar provavelmente aos efeitos da anestesia no movimento da caixa torácica e do diafragma, pois, após a indução da anestesia geral, o diafragma sofre interferência devido à diminuição da atividade tônica, tendo sido observado a ocorrência de atelectasias em quase todos os pacientes submetidos a operações cardíacas e investigados com tomografia computadorizada no pós-operatório (HEDENSTIERNA *et al.*, 1985; NG *et al.*, 2002).

Na operação cardíaca, além das intervenções comuns a todas as operações, há o agravante da circulação extracorpórea, uma vez que a resposta inflamatória sistêmica provoca alterações pulmonares deflagrada (NG *et al.*, 2002), tais como:

- 1) Shunt intrapulmonar,
- 2) Edema pulmonar,
- 3) Diminuição da complacência pulmonar,
- 4) Aumento da resistência e permeabilidade vascular pulmonar,
- 5) Diminuição da difusão gasosa.

Estes fatores resultam em disfunção pulmonar de grau variado, podendo se expressar nas formas mais graves, como síndrome da angústia respiratória aguda.

A ausência de circulação extracorpórea foi associada com resposta reduzida de citocina e a atenuação da reação inflamatória, quando comparada ao seu uso, conduzindo a um menor prejuízo para a função pulmonar pós-operatória (WAN *et al.*, 1999; DIEGELER *et al.*, 2000). Demonstrou-se que o número de neutrófilos e monócitos circulantes, como também o nível de elastase dos neutrófilos, eram significativamente mais baixos nos pacientes submetidos à cirurgia torácica sem o uso de circulação extracorpórea (ASCIONE *et al.*, 2000; MATATA; SOSNOWSKI; GALINANES, 2000). Apesar desses achados, na vigência ou não da circulação extracorpórea, foi encontrado valor semelhante de PA O₂ reduzidos e aumentados de P(A - a) O₂ (WAN *et al.*, 1999; NG *et al.*, 2002).

A alteração da temperatura corporal durante a cirurgia cardíaca é frequente, sendo controversa sua participação nas alterações pulmonares (NG *et al.*, 2002).

Ng *et al.* (2002) concluíram que a temperatura de perfusão não fez diferença significativa nas trocas gasosas após revascularização do miocárdio, contudo, a isquemia e a reperfusão durante a cirurgia aumentaram a liberação regional de mediadores inflamatórios que podem induzir a dano pulmonar.

Além das alterações anteriormente descritas, a cirurgia cardíaca produz resposta inflamatória sistêmica, causada pelo uso da circulação

extracorpórea, o que pode levar a um aumento do tempo de ventilação mecânica e da internação na unidade de cuidados intensivos (ANASTASIADIS *et al.*, 2012). A determinação do nitrito/nitrato no exalado pulmonar ou no condensado do exalado pulmonar tem sido utilizada como marcador de inflamação nas vias aéreas, sobretudo na asma (JOHNSON; HAMID, 2012). Todavia, mais investigações são necessárias para determinar o papel na biologia e os benefícios da utilização do nitrito/nitrato no exalado pulmonar em condições respiratórias outras que não a asma, sobretudo na doença pulmonar obstrutiva crônica (BARNES *et al.*, 2010). Assim, desde que temos nos interessado em investigar os níveis de nitrito/nitrato no exalado do condensado pulmonar em pacientes submetidos a operações cardíacas (ARCÊNCIO, 2012), também conjecturamos verificar se o treinamento da musculatura respiratória nesses pacientes poderia influenciar os níveis de nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar, uma vez que há experimentos que sugerem que o exercício físico, mesmo de baixa intensidade, pode influenciar na resposta inflamatória de vias aéreas (VIEIRA *et al.*, 2007; RAMOS *et al.*, 2010;).

O ato de respirar depende da atividade coordenada dos músculos respiratórios a fim de gerar pressão intrapleural subatmosférica e a disfunção dos músculos respiratórios pode causar manifestações clínicas (LAGHI; TOBIN, 2003). Infelizmente, em nosso meio são escassos os estudos envolvendo o treinamento da musculatura respiratória como profilaxia de complicações respiratórias no pós-operatório, sobretudo em cirurgia cardíaca. Todavia, em estudo recente (RODRIGUES *et al.*, 2011) observaram que a disfunção da musculatura respiratória, caracterizada por pressão inspiratória máximas inferior a 70% dos valores previstos segundo a fórmula de NEDER, 1999, combinados à frequência respiratória acima de 15 rpm, esta associado a necessidade de ventilação invasiva prolongada no pós-operatório de operações cardiovasculares.

Os músculos respiratórios podem ser treinados, porém tal benefício em indivíduos normais assintomáticos não é evidente, porque as cargas impostas pela maioria das condições respiratórias requerem alto nível de resistência em lugar de grande aumento de força. Se os músculos respiratórios forem muito fracos, algum fortalecimento pode ser em parte necessário. Neste caso, a escolha deve recair sobre

um treinamento da musculatura inspiratória com finalidade de seu fortalecimento, podendo ser realizado tanto para prevenir como para facilitar a recuperação da fadiga (REID; DECHMAN, 1995).

Weiner *et al.* (1998), estudaram os efeitos de um programa de treinamento profilático da musculatura inspiratória com Threshold®-IMT em 84 pacientes submetidos à revascularização cirúrgica do miocárdio, subdivididos em 2 grupos onde 42 pacientes realizaram treinamento da musculatura inspiratória por 2 a 4 semanas antes da cirurgia, compondo o grupo A e os outros 42 pacientes, realizaram treinamento placebo, formando o grupo B (grupo controle). Os autores observaram que tal programa pode prevenir o comprometimento da função pulmonar associada a tal cirurgia, porém, o baixo número de pacientes estudados não permitiu definir sobre a prevenção de morbidade e mortalidade peri-operatória. Logo, a partir do citado, é razoável esperar que o treino com Threshold®-IMT no pré-operatório de cirurgia cardíaca, pode evitar a maioria das complicações pulmonares peri-operatórias, podendo encurtar o tempo de ventilação mecânica, da hospitalização, e diminuir a mortalidade.

Em outro estudo utilizando espirometria de incentivo e treinamento da musculatura inspiratória em pacientes no pré-operatório de cirurgia de ressecção pulmonar, Weiner *et al.* (1997) encontraram aumento significativo da força muscular inspiratória antes da cirurgia de ressecção pulmonar e 3 meses após a cirurgia no grupo que realizou treinamento muscular respiratório, além de valores aumentados no VEF1 pós-operatório onde, o valor atual era mais alto que o VEF1 predito, concluindo, então, que pode-se melhorar significativamente a função pulmonar quando forem utilizadas espirometria de incentivo e treino do músculo inspiratório específicos, antes e depois de operação.

Meyer *et al.* (2001), em um estudo onde os autores investigaram a PI Max de 244 pacientes portadores de insuficiência cardíaca congestiva (ICC) onde, 13% se enquadravam em classe funcional I, 41% em classe funcional II e 46% em classe funcional III segundo a New York Heart Association (NYHA), sendo o grupo controle composto por 25 pacientes sem ICC. Os autores observaram que a capacidade vital inspiratória, o VEF1 e a PI Max do grupo de pacientes portadores de

ICC eram significativamente inferiores aos valores observados no grupo controle. Todavia, não observaram diferença significativa na PE Max ou na PCO₂ entre os grupos. Cinquenta e sete pacientes dos 244 com ICC (23%) morreram durante o seguimento. Dentre estes pacientes, foi observado os menores valores de PI Max, em comparação aos demais pacientes com ICC. Os autores concluíram que em pacientes com ICC, a PI Max é um importante índice preditivo de prognóstico.

Em outro estudo visando fortalecimento de musculatura respiratória, Ferreira, Rodrigues e Evora (2009), realizaram treinamento da musculatura respiratória por um período mínimo de 15 dias antes da realização da cirurgia cardíaca com 40% da PI Máx no período pré-operatório de cirurgia cardíaca, tanto de troca valvar, como de revascularização do miocárdio com o uso de circulação extracorpórea em 30 pacientes, onde estes pacientes foram subdivididos em dois grupos. O grupo controle foi composto por 15 pacientes que não realizaram o fortalecimento da musculatura respiratória e o grupo incentivo respiratório foi composto por outros 15 pacientes onde estes realizaram o fortalecimento da musculatura respiratória com um incentivado respiratório chamado Threshold®-IMT em regime domiciliar, regulado com 40% da PI Max por um período não inferior a 15 dias antes da cirurgia. O treinamento constou de cinco séries de 10 inspirações calmas e profundas com intervalos regulares de pelo menos 1 minuto entre as séries e que não gerassem fadiga ou mal estar. Tais séries de exercícios deveriam ser repetidas três vezes ao dia. Os autores concluíram que tal procedimento resulta em melhora da capacidade vital forçada e da ventilação voluntária máxima, embora o benefício clínico não tenha sido evidente no grupo de pacientes estudados. Todavia, tal melhora não influenciou significativamente a evolução pós-operatória, uma vez que se tratava de coortes de baixo risco para eventos adversos no pós-operatório. Ademais, verificou-se que o programa domiciliar impôs dificuldade em acompanhar a adesão ao treinamento e verificação da progressão dos efeitos do programa. Assim, este fato nos fez conjecturar a realização de um programa intra hospitalar pré-operatório de curta duração de treinamento supervisionado da musculatura inspiratória em candidatos a operações cardíacas, e de maior risco.

2. OBJETIVOS

Os objetivos desse estudo são:

- Primário:

Verificar se um programa supervisionado intra-hospitalar de treinamento da musculatura respiratória no período pré-operatório em candidatos adultos a operações cardíacas de revascularização do miocárdio e/ou para a correção de valvopatias contribui para fortalecer esta musculatura e reduzir a morbidade e a mortalidade pós-operatória.

- Secundário:

Verificar se o programa de treinamento da musculatura respiratória proposto influencia os níveis de nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Pacientes

Foram incluídos no estudo pacientes de ambos os sexos, independente da raça, com idade mínima de 50 anos, o qual seriam submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio e/ou correção de valvopatias com circulação extracorpórea no período de abril de 2009 até junho de 2011 na Divisão de Cirurgia Torácica e Cardiovascular do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (HCFMRP-USP), que preencheram os critérios de inclusão e concordaram em participar da pesquisa até o final do estudo.

O recrutamento foi realizado na ocasião da internação do paciente para a realização da operação. Neste momento o paciente foi completamente orientado quanto aos propósitos do estudo, as possíveis complicações decorrentes de sua participação, bem como os possíveis benefícios. Após esses esclarecimentos, caso aceitasse participar do estudo, este foi orientado a ler e que assinasse o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” (Apêndice A).

Cada voluntário foi alocado em um dos dois grupos de estudo conforme tabela de alocação aleatória gerada pelo *software GraphPad StatMate 1.01* (GraphPad Software, Inc, San Diego, CA, EUA).

3.2 Grupos de estudo

Os voluntários foram aleatoriamente alocados em dois grupos: **Grupo Controle (GC)** e **Grupo Incentivo Respiratório (IR)**.

O grupo GC foi formado por pacientes que não realizaram treinamento da musculatura inspiratória com incentivador respiratório para fortalecimento da musculatura inspiratória, embora tenham recebido as orientações gerais, descritas adiante e habitualmente fornecidas pelo fisioterapeuta a todos os pacientes candidatos a operações cardíacas.

Os pacientes do grupo IR, além de receberem as orientações gerais, foram instruídos para a realização dos exercícios respiratórios supervisionados propostos com incentivador respiratório, para fortalecimento da musculatura

inspiratória, por um período não inferior a 9 dias antes da cirurgia. Caso o paciente fosse operado antes de completar o tempo mínimo de treinamento, este seria retirado do estudo.

3.3 Critérios de seleção

Voluntários de ambos os sexos, independente da raça, com idade mínima de 50 anos, com PI Max inferior a 70% do predito para a idade e sexo conforme a formula de Neder (1999) e que fossem portadores de coronariopatia obstrutiva aterosclerótica e/ou valvopatia e que estivessem internados aguardando para serem submetidos à operação de revascularização do miocárdio e/ou intervenção valvar cardíaca cirúrgica no HCFMRP-USP.

3.4 Critérios de exclusão

Foram considerados critérios de exclusão os seguintes fatores:

- a) Angina instável no momento da seleção ou no decorrer do programa;
- b) Sinais de insuficiência cardíaca congestiva descompensada como: dispnéia aos esforços, dispnéia paroxística noturna, ortopnéia ou edema agudo de pulmão (CASTRO *et. al.*, 1999);
- c) Incapacidade física e/ou intelectual que o impossibilitasse de realizar os exercícios prescritos adequadamente;
- d) Arritmias ventriculares complexas;
- e) Hipertensão arterial (acima de 140/90 mm Hg);
- f) Bloqueio átrio-ventricular de grau avançado;
- g) História de broncoespasmo induzido por exercícios leves ou se apresentasse broncoespasmo durante ou após a realização dos exercícios do programa proposto;

- h) Operação antes de completarem, no mínimo, 9 dias de treinamento da musculatura respiratória;
- i) Infarto do miocárdio nos últimos três meses antes do estudo ou durante o estudo;
- j) Acidente vascular cerebral nos últimos três meses antes do estudo ou durante o estudo.

3.5 Critérios para interrupção dos exercícios respiratórios

Durante a realização do programa de exercícios, os pacientes foram informados que deveriam interrompê-los se algum sinal ou sintoma surgisse, tais como:

- a) Dispnéia durante ou depois do treinamento;
- b) Dor ou desconforto precordial e/ou abdominal ou qualquer outro sintoma que caracterizasse como “anginoso” por experiência prévia;
- c) Tonturas, escurecimento da visão ou qualquer outro tipo de desconforto físico ou mental;
- d) Vômitos ou náuseas;
- e) Taquicardia ou bradicardia;
- f) Fadiga a qual julgasse ser difícil continuar o exercício;
- g) Cianose ou palidez cutâneo-mucosa;
- h) Vertigem, tontura ou perda de consciência.

3.6 Critérios para interrupção do estudo

O estudo seria prontamente interrompido caso os investigadores suspeitassem ou concluíssem que o programa estivesse causando prejuízo físico ou psicológico ao paciente. Ficou à disposição dos pacientes os telefones do investigador para contato, a fim de elucidar quaisquer dúvidas quanto às orientações, ou mesmo para qualquer que fosse a necessidade relacionada à pesquisa.

3.7 Exploração funcional pulmonar no pré-operatório

Todos os pacientes, de ambos os grupos, foram submetidos aos seguintes procedimentos:

- 1) Manovacuometria;
- 2) Espirometria;
- 3) Coleta de sangue arterial para realização de gasometria arterial;
- 4) Coleta do condensado do exalado pulmonar (CEP).

3.7.1 Manovacuometria

Foram determinadas a pressão inspiratória máxima (PI Max) e a pressão expiratória máxima (PE Max) a partir de VR e CPT respectivamente pois, os músculos geram maior força à medida que seu comprimento aumenta (MEYER *et. al.*, 1994; DIRETRIZES PARA TESTES DE FUNÇÃO PULMONAR, 2002). Para essas medidas foi utilizado o manovacuômetro modelo MV-150/300 (Ger-Ar Comércio Equipamentos Ltda. São Paulo, SP, Brasil). Após orientação ao paciente de como proceder para obtenção dessas pressões, foram realizadas duas medidas como treinamento. Após 20 minutos de descanso, foram realizadas três aferições consecutivas, tecnicamente aceitáveis, com intervalo de no mínimo 1 minuto entre cada aferição, sendo levado em consideração a média dessas 3 aferições. Foram descartadas as medidas que forneceram valores com diferença maior que 10% em relação às demais e o procedimento repetido para a obtenção dos valores, de ao menos 3 medidas consideradas adequadas (DIRETRIZES PARA TESTES DE FUNÇÃO PULMONAR, 2002).

Foram realizadas 6 sessões de aferições da PI Max e PE Max durante o estudo. A primeira foi realizada antes do início do estudo, no momento da inclusão do paciente no programa de fortalecimento da musculatura inspiratória, na qual os pacientes optaram por participar do estudo (denominada D INT, controle do próprio

paciente). A segunda aferição foi realizada na enfermaria necessariamente antes da operação, (denominada DO), portanto, após o período mínimo de treinamento da musculatura inspiratória para o grupo IR. Nestas duas ocasiões as aferições foram realizadas com o paciente sentado na cadeira utilizando um clipe nasal.

Após a cirurgia, foram feitas aferições com 12h (12h PO), 24h (24h PO), 48h (48h PO) e 72h (72h PO) após a extubação no período pós-operatório. Essas aferições também foram realizadas com o paciente sentado, porém, no leito e também utilizando um clipe nasal.

3.7.2 Espirometria

Ambos os grupos foram submetidos a duas espirometrias, sendo a primeira realizada antes do início do estudo, no momento da inclusão do paciente no programa de fortalecimento da musculatura inspiratória, no qual os pacientes optaram por participar do estudo (denominada D INT, controle do próprio paciente). A segunda espirometria foi realizada antes do procedimento cirúrgico (denominada D0), portanto, 9 dias no mínimo, após o primeiro exame, conforme o protocolo do trabalho proposto.

Os testes de função pulmonar foram realizados sempre pelo mesmo pesquisador. Os indivíduos permaneceram sentados com o tronco ereto, usando um clip nasal durante a realização do exame.

Para a aplicação dos testes foi obedecida à mesma ordem, evitando-se o efeito residual, visto que diferentes manobras respiratórias podem influenciar na resistência das vias aéreas (NADEL; TIERNEY, 1961). Os volumes foram corrigidos em BTPS (Condições corporais, temperatura corporal, pressão ambiente, saturada com vapor d'água).

As variáveis colhidas foram:

- a) Capacidade vital forçada (CVF);
- b) Percentual do predito da Capacidade vital forçada;
- c) Ventilação voluntária máxima (VVM);

- d) Percentual do predito da ventilação voluntária máxima;
- e) Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1);
- f) Percentual do predito do volume expiratório forçado no primeiro segundo
- g) Relação entre volume expiratório forçado no 1º segundo e capacidade vital forçada (VEF1/CVF);
- h) Percentual do predito da relação entre volume expiratório forçado no 1º segundo e capacidade vital forçada;
- i) Pico de fluxo expiratório;
- j) Percentual do predito do pico de fluxo expiratório;
- k) Fluxo expiratório forçado 25-75% da CVF (FEF 25-75%);
- l) Percentual do predito do fluxo expiratório forçado 25-75% da CVF.

As medidas espirométricas foram realizadas através do espirômetro Koko PFT system versão 4.11, 2007 nSpire Health, Inc; Pulmonary Data Services, Inc. a Ferraris Group plc company Louisville, CO 80027 USA e ainda foi utilizado o programa de computador pertencente ao aparelho.

Após alguns ciclos de respiração tranqüila, era solicitado ao paciente que realizasse uma inspiração máxima seguida de breve apneia, em seguida foi pedido ao paciente que realizasse uma manobra de expiração forçada. O paciente era incentivado a manter a expiração prolongada até ocorrer estabilização do traçado espirográfico. Esta manobra foi sucedida de uma inspiração máxima até atingir o nível da capacidade pulmonar total. Foram obtidas, pelo menos, três medidas tecnicamente corretas. Para o cálculo foi utilizado o melhor traçado, em relação à capacidade vital forçada e ao volume expiratório forçado no primeiro segundo (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 1995).

De acordo com os critérios de reprodutibilidade e aceitabilidade preconizados pela American Thoracic Society (1995), foram determinados a CVF, o VEF1, a relação VEF1/CVF (%) os fluxos expiratórios FEF 25-75% da CVF e o pico de fluxo expiratório (MORRIS, 1971; CRAPO, 1981; KNUDSON, 1983).

3.7.3 Gasometria arterial

Todas as gasometrias foram colhidas mediante punção da artéria radial ou mediante aspiração de sangue do cateter intra-arterial para monitorar a pressão arterial no pós-operatório. Quando coletado pelo cateter intra-arterial, foram aspirados 10 ml de sangue antes da amostra levada para análise, evitando assim que este sangue colhido estivesse diluído. Foram colhidas amostras no dia da primeira espirometria (D INT), portanto, antes do início do programa de exercícios e outra no dia anterior a operação (DO). As demais foram obtidas após a operação, uma imediatamente após a extubação orotraqueal e as demais com 12h, 24h, 48h e 72h após extubação orotraqueal.

Para cada exame realizado foram coletados 2 ml de sangue arterial em seringa Monovette LH, Sarstedt, Nümbrecht, Germany. A amostra foi conservada e transportada em gelo até o laboratório de urgência onde foi realizada a análise no equipamento Rapid Lab 860 (Bayer, East Walpole, USA).

3.8 Orientações gerais no pré-operatório

Todos os pacientes receberam as mesmas orientações gerais no período pré-operatório.

No primeiro momento, durante a consulta na enfermaria, todos os pacientes foram orientados sobre as particularidades das operações. Nesta ocasião foram abordados aspectos gerais da anestesia, as incisões, a necessidade de ventilação mecânica nas primeiras horas de pós-operatório e a necessidade de tubo orotraqueal, o desconforto psicológico e físico e as complicações que poderiam ocorrer no pós-operatório devido às sondas, cateteres e drenos torácicos. Receberam ainda, informações quanto ao tempo médio de permanência na unidade de terapia intensiva e na enfermaria.

Os pacientes, de ambos os grupos, foram orientados sobre os efeitos deletérios do uso do tabaco, tendo sido usado como critério de paciente ex-fumante,

aqueles sujeitos que interromperam o hábito tabagístico a mais de 4 semanas. Os pacientes que permaneceram fumando no período de internação foram estimulados a interromper seu uso antes da operação e a realizarem caminhadas diárias dentro de seus próprios limites físicos.

Para os pacientes do grupo controle foi orientada a realização de exercícios que consistiu na realização de respirações profundas, na proporção de três séries de dez repetições por dia, mas sem a utilização de qualquer equipamento.

Ademais, todos os pacientes de ambos os grupos foram orientados quanto à importância da tosse com a finalidade de higiene brônquica e sobre a maneira de tossir efetivamente, sempre que suspeitem da presença de secreção pulmonar ou na garganta. Receberam orientações quanto ao uso correto da utilização da musculatura respiratória, sobretudo no que diz respeito aos músculos diafragma e intercostais, durante a fase inspiratória, com o intuito de reeducação respiratória, a fim de aperfeiçoar a utilização dessa musculatura.

Foram ainda, informados quanto aos procedimentos fisioterapêuticos a que seriam submetidos a partir do pós-operatório imediato, conforme rotinas habituais do Serviço de Fisioterapia no Pós-Operatório da Divisão de Cirurgia Cardiovascular e Torácica do HCFMRP-USP, que são:

- a) A recepção do paciente vindo do centro cirúrgico,
- b) O início do desmame ventilatório seguido da retirada da cânula orotraqueal,
- c) A avaliação das condições ventilatórias e de possíveis complicações pulmonares e/ou músculo-esqueléticas e vasculares,
- d) A realização de exercícios respiratórios usando ou não incentivadores respiratórios no pós-operatório,
- e) A realização de exercícios de membros superiores e inferiores até sua alta para a enfermaria, onde o seguimento fisioterapêutico é mantido enfocando ainda a função respiratória e dando início à atividade física, como a caminhada.

3.9 Programa específico de treinamento da musculatura inspiratória

Os pacientes do grupo IR, além das orientações gerais, foram submetidos a pelo menos 9 dias de treinamento da musculatura respiratória. O treinamento foi mantido por qualquer período que se estendesse além dos 9 dias, enquanto o paciente aguardasse a operação.

Foi utilizado um incentivador respiratório “Threshold®-IMT” (Respironics, Cedar Grove, NJ, EUA) por ser o incentivador utilizado rotineiramente em nosso serviço, sendo sua carga regulada inicialmente com 40% da PI Max (D INT) e ajustada para 60% e 80% a cada 72 horas a partir do D INT. Nesse aparelho o paciente faz inspirações mediante adaptador bucal, necessitando gerar uma pressão negativa pré-estabelecida para abrir uma válvula, que permite a entrada do fluxo aéreo. O aparelho permite regulação da pressão, em cm H₂O, necessária para abrir esta válvula.

Figura 1- Equipamento Threshold®-IMT, clipe nasal e bucal utilizado para o treinamento da musculatura inspiratória. (Fonte: acervo pessoal).

Para a realização dos exercícios respiratórios, o paciente permaneceu sentado com os pés apoiados no chão, utilizando roupas confortáveis e um clipe nasal para impedir a realização de respiração nasal. O treinamento constou de cinco séries de 10 inspirações calmas e profundas sempre sob a supervisão do fisioterapeuta, com intervalos regulares de pelo menos 1 minuto entre as séries e que não gerassem fadiga ou mal estar. Tais séries de exercícios foram repetidas três vezes ao dia. O paciente deveria interromper o treinamento caso percebesse qualquer sintoma de característica cardíaca, por experiência prévia e comunicar o fisioterapeuta.

3.10 Coleta e análise do nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar

As coletas do condensado do exalado foram realizadas utilizando o equipamento e a metodologia desenvolvida por Vento, Arcêncio e Rodrigues (2012). Em resumo trata-se de um equipamento em forma de “U” feito de vidro cuja alça é imersa em gelo. Em uma das extremidades foram acopladas válvulas respiratórias de modo a permitir que o ar exalado passasse pelo tubo e o condensado fosse coletado na parte inferior do equipamento, como ilustra a figura 2.

Figura 2- Esquema do equipamento de coleta do condensado do exalado pulmonar (VENTO; ARCÊNCIO; RODRIGUES, 2012).

As coletas foram realizadas na enfermaria do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP, de acordo com as recomendações da American Thoracic Society (2006) e da Força Tarefa entre a American Thoracic Society e a European Respiratory Society (2005). Uma coleta foi realizada no dia da internação e outra no dia anterior à operação nos pacientes de ambos os grupos de forma que as coletas se deram antes e após o treinamento no grupo IR.

Antes do início da coleta o voluntário recebeu instruções e informações sobre o procedimento de coleta. A seguir, foi solicitado ao voluntário que realizasse um enxágue bucal com água e a permanecer sentado, em repouso, por 5 minutos. Realizou-se um ensaio com o dispositivo de válvulas sem o equipamento conectado, para que o voluntário se familiarizasse e para que possíveis erros fossem corrigidos e evitados.

Após esse ensaio o voluntário aguardou mais 5 minutos antes de iniciar a coleta propriamente dita. Certificou-se de que o bocal estava bem acoplado e o clipe nasal posicionado corretamente. O voluntário foi orientado a respirar normalmente pelo bocal do equipamento durante 10 minutos. Caso o voluntário apresentasse sinais e sintomas como tontura, mal estar, dispnéia ou qualquer desconforto durante a execução da coleta, a mesma seria interrompida.

O condensado, coletado no microtubo de polipropileno, foi mantido acondicionado em gelo (-7°C) e foi transportado para ser estocado em freezer a -70°C para posterior análise.

3.10.1 Análise do nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar

A técnica empregada para mensuração no nitrito/nitrato foi a quimioluminescência. A detecção do nitrito/nitrato é baseada na observação da interação do ozônio com o nitrito/nitrato para gerar luz. Esta luminescência gerada é mensurada por um tubo sensível fotomultiplicador e é diretamente proporcional aos níveis de nitrito/nitrato. A análise foi realizada no aparelho Nitric Oxide Analyzer

280i NOA (Sievers, Boulder, CO, EUA) do Laboratório de Função Endotelial do Departamento de Cirurgia e Anatomia da FMRP-USP.

3.11 Análise estatística

Os valores foram expressos como média $\pm$ desvio-padrão ou percentagens para as variáveis nominais. As comparações entre os grupos foram feitas utilizando o teste de Mann-Whitney ou teste exato de Fisher. Para as medidas únicas realizadas antes e após a intervenção em cada grupo utilizou-se o teste de Wilcoxon. Para a análise de medidas repetidas (3 ou mais) no mesmo indivíduo, utilizou-se a análise de variância para medidas repetidas com comparação intra e intergrupos. Considerou-se significativo valor de $p < 0,05$. O software SPSS 15.0 foi utilizado para execução das análises estatísticas.

4. RESULTADOS

Durante o período de coleta de dados, entre abril de 2009 até junho de 2011, foram operados 297 pacientes de operações de revascularização do miocárdio e/ou valvopatias, dos quais 22 pacientes preencheram os critérios de inclusão.

Em nosso trabalho, 21 pacientes participaram do estudo, mesmo tendo sido operado um maior número de pacientes com idade e patologias compatíveis. Isto se deu devido à necessidade de apresentarem fraqueza de musculatura respiratória com pressão inspiratória máxima inferior a 70% do predito para idade e o sexo.

Dos pacientes que preencheram os critérios de inclusão, apenas uma voluntária, foi excluída do estudo devido à falta de compreensão para a realização da espirometria e nenhum paciente foi excluído por apresentar os critérios de exclusão durante a realização do estudo.

Ademais, após o início do tratamento proposto, nenhum voluntário apresentou qualquer sinal ou sintoma dos critérios de exclusão ou de interrupção dos exercícios, como também ninguém solicitou a própria retirada do estudo.

Durante a coleta do condensado do exalado para análise do nitrito e nitrato, em 3 pacientes do grupo controle não foi possível realizar a análise devido a queixa de náuseas, enquanto no grupo tratado, 2 pacientes apresentaram pequena quantidade de condensado do exalado pulmonar, não sendo suficiente para análise.

4.1 Dados antropométricos

A tabela 2 mostra os dados antropométricos de ambos os grupos. Embora no grupo controle os pacientes apresentassem peso e estatura significativamente maiores que o do grupo tratado, o efeito no índice de massa corporal (IMC) não apresentou diferença significativa entre os grupos

Tabela 2- Dados antropométricos e hábitos tabagísticos (os resultados são expressos como porcentagens ou média $\pm$ desvio-padrão).

	GRUPOS		p
	Controle N= 11	IR n= 10	
Sexo: Masculino	9 (81,8%)	3 (30%)	0,03
Idade (anos)	68 $\pm$ 6	63 $\pm$ 5	0,051
Peso (kg)	76,25 $\pm$ 13,97	62,30 $\pm$ 14,53	0,041
Altura (m)	1,68 $\pm$ 0,11	1,55 $\pm$ 0,12	0,014
IMC	27,1 $\pm$ 4,0	26,1 $\pm$ 4,8	0,722
Tabagista atual	1 (9%)	3 (30%)	0,303

IMC: índice de massa corpórea.

As características clínicas de ambos os grupos são apresentadas na tabela 3. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos.

Tabela 3- Características clínicas e laboratoriais (os resultados são expressos como porcentagens ou média $\pm$ desvio-padrão).

	GRUPOS		P
	Controle N= 11	IR n= 10	
Classe III ou IV da NYHA	3 (27,3%)	2 (20,%)	1
FE	0,60 $\pm$ 0,13	0,64 $\pm$ 0,10	0,482
FA crônica	2 (18,2%)	4 (40%)	0,361
Lesão TCE > 50%	0	0	
Diabetes	3 (27,3%)	3 (30%)	1
Obstrução Carótida	0	0	
Tabagista atual	1 (9%)	3 (30%)	0,303
DPOC	1 (9%)	1 (10%)	1
AVC	0 (0%)	1 (10%)	0,474
Doença Vascular periférica	0 (0%)	1 (10%)	0,474

(Continua)

		(Continuação)	
Endocardite	0 (0%)	0 (0%)	
Creatinina alta	3 (27,3%)	0 (0%)	0,218
HAS	10 (90,9%)	6 (66,7)	0,087
IAM recente	0 (0%)	0 (0%)	
IAM prévio	2 (18,2%)	1 (11,1%)	1
Pressão sistólica da artéria pulmonar > 40 mm Hg	4 (36,3%)	1 (11,1)	0,303
Operação anterior	2 (18,2%)	1 (10%)	1

NYHA: New York heart association, FE: fração de ejeção, FA: fibrilação atrial, TCE: tronco de coronária esquerda, DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica, AVC: acidente vascular cerebral, HAS: hipertensão arterial sistêmica, IAM: infarto agudo do miocárdio.

4.2 Dados operatórios

Todos os pacientes foram operados mediante esternotomia e com circulação extracorpórea. A tabela 4 demonstra os dados operatórios. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos.

Tabela 4- Dados operatórios.

	GRUPOS		P
	Controle n= 11	IR n= 10	
Tempo de pinçamento Ao (min)	161,1 ± 280	154,8 ± 298	0,438
TCEC (min)	204,9 ± 266	189,9 ± 289	0,306
Troca valvar	8 (72,7%)	6 (60%)	0,268
Plastia valvar	2 (18,1%)	2 (20%)	0,876
Anastomoses distais	3 ± 0	3 ± 0	1,0

Ao: Aórtico, TCEC: Tempo de circulação extracorpórea.

4.3 Evolução pós-operatória

Imediatamente após a operação todos os pacientes foram admitidos na Unidade de Terapia Intensiva de Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca e Torácica, entubados sob ventilação mecânica invasiva e com dreno de mediastino, independentemente se submetidos à operação valvar ou à revascularização do miocárdio. Todos os pacientes submetidos à revascularização do miocárdio utilizaram artéria torácica interna e receberam também um dreno na cavidade pleural esquerda.

A tabela 5 mostra a incidência de complicações no pós-operatório e a mortalidade, em cada grupo. Considerando-se a incidência de ao menos uma complicação no pós-operatório, observamos que um número maior de pacientes do grupo controle apresentou ao menos uma complicação (54,5% versus 10%, $p=0,057$, teste exato de Fisher). Todavia, considerando-se a incidência de complicações específicas, não observamos diferenças significativas, não obstante a maior incidência de complicações respiratórias (pneumonia e/ou ventilação invasiva prolongada) serem maior no grupo controle (30% versus 0%, $p=0,211$, teste exato de Fisher).

Tabela 5- Evolução clínica no pós-operatório.

	GRUPOS		P
	Controle (n=11)	IR (n=10)	
Complicações pós-operatórias	6 (54,5%)	1 (10%)	0,057
Reoperação sangramento	1 (9,1%)	0 (0%)	0,330
Entubação prolongada (>48h)	3 (27,2%)	0 (0%)	0,211
PNMPO	3 (27,2%)	0 (0%)	0,211
Necessidade de inotrópicos	4 (36,3%)	1 (10,0%)	0,303
Falência cardíaca	3 (27,2%)	0 (0%)	0,211
AVC PO	1 (9,1%)	0 (0%)	0,330
Disfunção renal	4 (36,3%)	1 (10,0%)	0,303
Infarto do miocárdio	1 (9,1%)	0	0,330
ÓBITO	2 (18%)	1 (10%)	0,593

PNMPO: pneumonia no pós operatório, AVC PO: acidente vascular cerebral no pós operatório.

4.4 Avaliação da função respiratória

Para o grupo IR o tempo médio decorrido entre a inclusão dos pacientes no estudo e a operação, ou seja, o tempo disponível para o treinamento da musculatura respiratória foi de $14,5 \pm 4,6$ dias e no grupo controle o tempo entre a internação e a operação, sem treinamento específico da musculatura respiratória, foi de $17,54 \pm 17,89$ ($p = 0,156$).

4.4.1 Espirometria

As tabelas 6 e 7 mostram os valores da espirometria do grupo controle no início da investigação e no dia anterior da cirurgia. Não foram observadas diferenças significativas.

Tabela 6- Valores da capacidade vital forçada e da VVM do grupo controle no dia da internação (D INT) e no dia anterior ao da operação (D0).

	D INT	D0	p
CVF atual	$2,8 \pm 1,0$	$2,7 \pm 1,0$	0,091
CVF % predito	$75,9 \pm 20,6$	$72,9 \pm 20,1$	0,166
VVM atual	$77,2 \pm 41,7$	$75,3 \pm 35,2$	0,594
VVM % predito	$78,2 \pm 35,3$	$77,3 \pm 31,3$	0,689

CVF: capacidade vital forçada, VVM: ventilação voluntária máxima.

Tabela 7- Valores espirométricos obtidos a partir da CVF do grupo controle no dia da internação (D INT) e no dia anterior ao da operação (D0).

	D INT	DO	p
VEF1	2,8 ± 2,4	1,9 ± 0,8	0,266
VEF1 (% predito)	68,5 ± 22,6	66,5 ± 21,7	0,475
VEF1/CVF	0,7 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,539
VEF1/CVF (% predito)	89,8 ± 13,9	90,53 ± 11,82	0,80
FEF 25-75%	1,5 ± 0,9	1,5 ± 0,9	0,423
FEF 25-75% (% predito)	52,6 ± 31,9	51,4 ± 30,9	0,423
PEF	5,5 ± 2,6	5,3 ± 2,1	0,859
PEF (% predito)	61,7 ± 27,3	69,8 ± 22,1	0,450

VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo, VEF1/CVF: Índice de Tiffeneau, FEF 25-75%: fluxo expiratório forçado de 25 a 75% da capacidade vital forçada, PEF: pico de fluxo expiratório.

As tabelas 8 e 9 mostram os valores da espirometria do grupo tratado no início da investigação e no dia anterior à operação. Observou-se elevação significativa apenas no percentual do valor predito do pico de fluxo expiratório (PFE).

Tabela 8- Valores da capacidade vital forçada e da VVM do grupo tratado no dia da internação (D INT) e no dia anterior ao da operação (D0).

	D INT	DO	p
CVF atual	2,5 ± 1,0	2,6 ± 1,1	0,126
CVF % predito	85,7 ± 19,4	89,3 ± 21,8	0,125
VVM atual	70,2 ± 11,6	70,4 ± 16,4	0,799
VVM % predito pré	81,5 ± 18	81 ± 20,9	0,859

CVF: capacidade vital forçada, VVM: ventilação voluntária máxima.

Tabela 9- Valores espirométricos obtidos a partir da CVF do grupo tratado no dia da internação (D INT) e no dia anterior ao da operação (D0).

	D INT	DO	p
VEF1	1,9 ± 0,6	2,0 ± 0,7	0,092
VEF1 (% predito)	80,4 ± 19,2	83,8 ± 18,3	0,092
VEF1/CVF	,7 ± 0,1	,8 ± 0,1	0,514
VEF1/CVF (% predito)	94,2 ± 7,1	93,6 ± 8,3	0,767
FEF 25-75%	1,5 ± 0,6	1,6 ± 0,7	0,541
FEF 25-75% (% predito)	64,0 ± 30,2	67,8 ± 26,6	0,508
PEF	3,9 ± 0,8	4,7 ± 1,1	0,051
PEF (% predito)	60,9 ± 24,2	75,8 ± 18,8	0,028

VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo, VEF1/CVF: Índice de Tiffeneau, FEF 25-75%: fluxo expiratório forçado de 25 a 75% da capacidade vital forçada, PEF: pico de fluxo expiratório.

4.4.2 Manovacuometria

A tabela 10 e a figura 3 demonstram os valores da PI Max no momento da internação (D INT), no dia anterior da operação (DO) e com 12h, 24h, 48h e 72h de pós-operatório, nos grupos Controle e IR. Foi observada diferença significativa da PI Max entre os grupos, na aferição do dia anterior da operação (DO) ($p=0,009$). Após a operação, o comportamento da PI Max foi semelhante em ambos os grupos. Houve queda de PI Max com 12h de pós-operatório em relação ao dia da internação em ambos os grupos. A PI Max elevou-se progressivamente a partir de 24h até 72h da operação em ambos os grupos, mas os valores se mantiveram significativamente menores ao observado no dia da internação (figura 3).

A comparação da PI Max entre ambos os grupos no dia da internação não mostrou diferença significativa (50 ± 13 versus 49 ± 6 , $p=0,829$). Todavia, ao se comparar a PI Max no dia da internação com a obtida no dia anterior a operação observou-se que ocorreu elevação significativa da PI Max em ambos os grupos (55 ± 12 , $p=0,038$, para o controle e 78 ± 17 , $p=0,004$, para o IR; teste de Wilcoxon). Para

o grupo controle o incremento médio na PI Max foi de 5 ± 6 , significativamente menor que o incremento observado no grupo IR que foi de 27 ± 15 ($p=0,001$, Mann-Whitney).

Tabela 10- Resultados de PI Max no momento da internação (PI Max D INT), no dia pós treino (PI Max DO) e com 12h (PI Max 12h), 24h (PI MAX 24h), 48h (PI Max 48h) e 72h (PI Max 72h) de pós-operatório nos grupos controle e IR.

	Controle	Variação em %	IR	Variação em %
D INT	$50,0 \pm 13,8$	51,5	$49,5 \pm 6,0$	57,3
DO	$55,0 \pm 12,2$	52,3	$78,3 \pm 17,3$	89,6
12h	$26,7 \pm 5,2$	29	$25,6 \pm 7,3$	30,5
24h	$34,3 \pm 9,3$	36	$32,5 \pm 10,0$	39,8
48h	$38,6 \pm 12,5$	40,5	$37,1 \pm 9,1$	45,9
72h	$40,7 \pm 12,4$	42,1	$42,1 \pm 9,9$	50,8

PI Max: pressão inspiratória máxima, D INT: dia da internação, DO: segunda aferição antes da cirurgia, IR: grupo que realizou treinamento muscular respiratório.

Figura 3 - Variações da pressão inspiratória máxima (PI Max) no dia da internação (D INT), no dia anterior a operação (DO) e com 12h, 24h, 48h e 72h de pós-operatório nos grupos Controle e IR.

* diferença significativa ($p<0,001$) em relação ao D INT (controle do próprio grupo).

A evolução da PE Max está demonstrada na tabela 11 e na figura 4. A PE Max do grupo controle no período pós treino, apresentou diminuição em relação ao D INT. Após esta medida, os valores se mantiveram semelhantes no período pós operatório.

Feita a comparação do D INT com o DO, não observamos diferença significativa no grupo controle ($p=0,362$) e grupo tratado ($p= 0,339$).

Houve queda da PE Max na aferição de 12h de pós-operatório e elevação progressiva a partir de 24h até 72h em ambos os grupos, todas significativamente inferiores ao D INT ($p<0,001$).

Não houve diferença significativa entre os grupos quanto a PE Max ($p= 0,374$).

Tabela 11- Resultados de PE Max no momento da internação (PE Max D INT), no dia pós treino (PE Max DO) e com 12h (PE Max 12h), 24h (PE MAX 24h), 48h (PE Max 48h) e 72h (PE Max 72h) de pós-operatório nos grupos controle e IR.

	Controle	Variação em %	IR	Variação em %
D INT	86,8 ± 18,5	43,2	81,0 ± 20,9	57,3
DO	82,3 ± 10,8	41,3	85,0 ± 19,8	89,6
12h	45,8 ± 20,6	23,4	38,9 ± 7,8	30,5
24h	50,0 ± 18,5	25,2	45,0 ± 10,0	39,8
48h	52,9 ± 18,5	26,7	51,4 ± 12,5	45,9
72h	55,7 ± 17,4	28,1	55,7 ± 15,4	50,8

PE Max: pressão expiratória máxima, D INT: dia da internação, DO: segunda aferição antes da operação, IR: grupo que realizou treinamento muscular respiratório.

Figura 4 - Variações da pressão expiratória máxima (PE Max) no dia da internação (D INT), no dia anterior a operação (DO) e com 12h, 24h, 48h e 72h de pós-operatório nos grupos Controle e IR.

* diferença significativa ($p < 0,001$) em relação ao DINT (controle do próprio grupo).

4.4.3 Gasometrias

A figura 5 mostra a evolução temporal da PO₂ arterial. Não se observou diferenças significativas entre os grupos e a evolução foi semelhante para ambos os grupos.

Na avaliação intra grupos, ocorreu elevação significativa ($p < 0,001$) da PO₂ arterial, quando comparado os valores de D INT com os valores do dia da extubação, em decorrência da suplementação de oxigênio mediante uso de máscara de oxigenioterapia, feita rotineiramente em todos os pacientes.

Os valores da PO₂ arterial retornaram aos níveis observados no D INT e do dia da operação após 12h, 24h, 48h, e 72h de extubação, sem diferença significativa.

Figura 5- Evolução temporal da PO2 no dia da internação (D INT), no DO, imediatamente após extubação orotraqueal, 12h, 24h, 48h e 72h de pós-operatório nos grupos Controle e IR.

* diferença significativa ($p<0,001$) em relação ao D0 (controle do próprio grupo).

A evolução temporal da PaCO₂ em ambos os grupos está demonstrada na figura 6. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, cujos valores da PCO₂ arterial mantiveram-se dentro da faixa de valores considerados normais até 24 horas após a extubação.

A partir de 48h a PCO₂ arterial, em ambos os grupos, atingiu valores significativamente inferiores ao observado no dia da internação ($p=0,041$)

Figura 6- Evolução temporal da PCO₂ no dia da internação (D INT), no DO, imediatamente após extubação orotraqueal, 12h, 24h, 48h e 72h de pós-operatório nos grupos Controle e IR.

* diferença significativa ($p<0,05$) em relação ao D0 (controle do próprio grupo).

4.5 Nitrito/nitrato no concentrado de exalado pulmonar

A figura 7 mostra os níveis de nitrito/nitrato no concentrado do exalado pulmonar nos grupos controle e IR (tratado) no dia da internação e no dia anterior ao da operação. Observamos que não houve alteração significativa nos níveis de nitrito/nitrato no CEP dos pacientes do grupo controle. No grupo IR quando comparamos os valores obtidos antes e após o treinamento, observamos uma diminuição nos níveis de nitrito/nitrato ($p=0,05$).

Figura 7- Valores de nitrito/nitrato no CEP dos pacientes do grupo controle e do grupo tratado no dia da internação e no dia anterior à operação. No grupo IR (tratado) entre estes dois dias houve o período de treinamento da musculatura respiratória.

5. DISCUSSÃO

Os nossos resultados demonstram que, o treinamento pré-operatório da musculatura inspiratória promoveu benefício clínico para os pacientes, a julgar pela diminuição das incidências de complicações pós-operatórias, além de melhora significativa da função ventilatória, evidenciada pelo aumento do percentual do predito do pico de fluxo expiratório no grupo treinado verificado na espirometria.

Outros estudos apontam que o treinamento específico da musculatura inspiratória pode ser efetivo em melhorar o desempenho da musculatura respiratória no período peri-operatório.

Em um estudo realizado por Gaspar *et al.* (2008), os autores encontraram um aumento da espessura do diafragma após terem realizado fortalecimento da musculatura inspiratória por 4 semanas em pacientes com fraqueza da musculatura inspiratória portadores de insuficiência cardíaca crônica.

Em outro estudo prospectivo comparando os cuidados habituais com o treinamento da musculatura respiratória empregando incentivador respiratório no período pré-operatório de revascularização do miocárdio, Hulzebos *et al.* (2006) observaram aumento significativo na média da força da musculatura inspiratória, menor tempo de ventilação mecânica e redução da incidência de complicações pulmonares, e consequente diminuição do tempo de internação no grupo que recebeu treinamento comparado aos cuidados habituais.

Em mais um estudo desenvolvido por Hulzebos *et al.* (2006), os autores realizaram treinamento muscular respiratório com o incentivador inspiratório Threshold® em pacientes no período pré-operatório de operação eletiva para revascularização do miocárdio. Os autores encontraram um aumento significativo da força da musculatura inspiratória e diminuição significativa da incidência de atelectasias nos pacientes que realizaram o treinamento muscular respiratório.

Em outro estudo utilizando exercício inspiratórios com Threshold®-IMT, Barros *et al.* (2010) compararam a perda de capacidade ventilatória no período pós-operatório, em pacientes submetidos a revascularização do miocárdio com o uso de circulação extracorpórea entre pacientes que realizaram treinamento de força da musculatura respiratória com um grupo controle, no qual os pacientes foram

submetidos apenas a manobras de higiene brônquica e aspiração traqueal quando necessária. Semelhantemente ao que observamos, os autores encontraram diminuição significativa da PI Max e da PE Max no primeiro dia de pós-operatório, além dos valores do volume corrente e do pico de fluxo expiratório em ambos os grupos estudados quando comparado ao período pré operatório.

Em contra partida, nos pacientes integrantes do grupo que realizou o treinamento da musculatura respiratória, foi observado um restabelecimento da função ventilatória no momento da alta hospitalar, com aumento significativo dos valores de volume corrente, do pico de fluxo expiratório, da PI Max e da PE Max, retornando aos seus valores observados inicialmente antes da operação.

Não obstante alguns estudos sugerirem que o treinamento da musculatura respiratória possa ser benéfico na evolução pós-operatória, existem outros estudos nos quais não se evidenciou tal benefício.

Savci *et. al* (2011) compararam a evolução de dois grupos no qual todos os pacientes receberam cuidados habituais. Além disso, o grupo intervenção realizou treinamento muscular inspiratório com o equipamento Threshold®-IMT no pré e pós-operatório.

Ao final, não foi encontrada diferença significativa entre os grupos quanto ao tempo de ventilação mecânica e nem na incidência de atelectasia, porem o grupo intervenção apresentou aumento significativo da relação VEF1/CVF, da média da força muscular respiratória, da distancia percorrida durante o teste de caminhada de 6 minutos, alem de melhora na qualidade de vida e na dimensão do sono, assim como uma melhora na pontuação da ansiedade entre o período de internação e alta hospitalar enquanto o grupo controle apresentou um tempo significativamente maior de permanência na UTI.

Além das vantagens proporcionadas pelo treinamento da musculatura respiratória descritas até então, alguns estudos demonstram que tal treinamento pode trazer benefícios para a diminuição da inflamação das vias aéreas.

Embora o monitoramento do nitrito/nitrato no exalado pulmonar de algumas afecções respiratórias, sobretudo a asma brônquica, seja útil e bastante utilizado (MENDES *et al.*, 2011; GONÇALVES *et al.*, 2008), o papel do nitrito/nitrato

na fisiopatologia de outras afecções respiratórias e sua utilidade em outras situações clínicas, sobretudo em situações peri-operatórias, tem recebido menor atenção.

Em nosso trabalho, não obstante o número reduzido de pacientes nos quais foram feitas aferições dos níveis de nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar (CEP), nossos resultados demonstraram uma redução desses valores nos indivíduos que foram submetidos ao treinamento da musculatura respiratória.

Nossos resultados não nos permitem conclusões definitivas quanto à redução dos níveis de nitrito/nitrato no CEP dos pacientes submetidos ao treinamento da musculatura respiratória. Todavia, existem estudos experimentais que sugerem que a atividade física aeróbica pode diminuir a inflamação das vias aéreas, o que explicaria a redução nos níveis de nitrito/nitrato no CEP.

Em estudo experimental com camundongos sensibilizados ou não com ovalbumina e submetidos ou não a condicionamento aeróbico, Silva *et al.* (2012) observaram que os camundongos do grupo que recebeu condicionamento aeróbico e foram sensibilizados apresentaram redução dos eosinófilos e na contagem de linfócitos no lavado bronco alveolar (LBA), quando comparados aos animais sensibilizados que não receberam condicionamento aeróbico. Os autores concluíram que o condicionamento físico antes e durante a fase de sensibilização parece ter um papel preventivo na remodelação e na inflamação alérgica das vias aéreas.

Também utilizando cobaias, Olivo *et al.* (2012) verificaram os efeitos do treinamento aeróbico onde, estas cobaias realizaram ou não treinamento aeróbico e foram ou não sensibilizadas com ovalbumina.

Os autores verificaram que somente os animais que realizaram treinamento aeróbico e que foram sensibilizados e não, exibiram um aumento significativo na capacidade de exercício, além de diminuição significativa na densidade de eosinófilos e linfócitos peribrônquicos, concluindo assim que, o exercício aeróbico diminui a inflamação alérgica crônica das vias aéreas em cobaias.

Vieira *et al.* (2007), em estudo envolvendo treinamento aeróbico com camundongos, os autores formaram grupos de animais que foram treinados ou não e que foram sensibilizados ou não, tendo sido realizado exercícios aeróbicos de baixa e de moderada intensidade

Ao final, os autores encontraram seis vezes o número total de células no lavado bronco alveolar no grupo sensibilizado com ovalbumina e não treinado, principalmente às células mononucleares e os eosinófilos, enquanto que no grupo sensibilizado com ovalbumina e que realizou o treinamento físico de baixa e moderada intensidade, houve redução da contagem de eosinófilos no lavado broncoalveolar, assim como na parede das vias aéreas.

Ademais, tanto o grupo de baixa como o de moderada intensidade de exercício aeróbico, resultou numa diminuição significativa na densidade de células positiva para interleucina 4 e 5.

Os benefícios do treinamento físico aeróbico também são demonstrados em humanos.

Gonçalves *et al.* (2008) avaliaram os efeitos de um programa de condicionamento físico aeróbico e compararam as alterações nos aspectos psicossociais, qualidade de vida, sintomas, função pulmonar e nos níveis de nitrito/nitrato no CEP de pacientes portadores de asma persistente moderada ou grave com pacientes que não realizaram treinamento aeróbico.

Os indivíduos treinados mostraram um aumento significativo do VO₂ de pico, do VO₂ previsto, nos parâmetros submáximos como o limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratório e do pulso de oxigênio no pico do exercício, além de redução na percepção de esforço no pico do exercício quando comparado com os valores obtidos antes do período de treinamento físico.

Quanto aos níveis de nitrito/nitrato no CEP, foi observado que os pacientes do grupo treinado apresentaram valores significativamente inferiores àqueles observados no grupo controle na avaliação realizada após 30 dias de início do treinamento.

Em um estudo prospectivo e controlado, Clini *et al.*, (2012), os autores compararam dados funcionais e metabólicos em repouso e durante o exercício em pacientes portadores de DPOC estáveis fora de crise

Ao final, foi encontrada uma melhora significativa na tolerância ao exercício, na sensação de dispnéia e de fadiga dos membros inferiores, como também

na média da concentração fracionada de óxido nítrico (FENO) após a reabilitação pulmonar.

Clini *et al.* (2001), em mais um estudo prospectivo e controlado, onde os autores compararam os níveis de concentração fracionada de óxido nítrico (FENO) entre pacientes portadores de DPOC estável com sujeitos sedentários saudáveis após um programa de reabilitação pulmonar.

Os autores verificaram que os valores individuais e médios da concentração fracionada de óxido nítrico (FENO) em repouso foram semelhantes entre os 2 grupos. Em contraste encontrou-se aumento nos valores médios de FENO após a reabilitação pulmonar, com melhora na qualidade de vida, na tolerância ao exercício, uma melhor performance no teste de caminhada de 6 minutos, como também na sensação de dispnéia e de fadiga dos membros inferiores de forma significativa.

Onur *et al.* 2011, também estudaram os efeitos de um programa de reabilitação porém, em crianças asmáticas onde, um grupo recebeu apenas o tratamento farmacológico e o outro recebeu tanto o tratamento farmacológico, como também foi atribuído a um programa de reabilitação e compararam com um grupo de crianças saudáveis.

Os autores verificaram que no final estudo, os grupos de crianças asmáticas, apresentaram redução significativa dos níveis de malondialdeído (MDA) e de nitrito/nitrato, porém o grupo que realizou o programa de reabilitação, apresentou aumento da atividade da superóxido dismutase (SOD) com aumento dos níveis de glutathione peroxidase (GSH-Px) além dos valores de capacidade vital forçada e do VEF1.

A análise de comparação entre os grupos revelou que, embora o tratamento medicamentoso tenha diminuído os níveis de malondialdeído (MDA) e de nitrito/nitrato, estes foram significativamente mais elevados do que nos grupos controle e no grupo que também realizou o programa de reabilitação.

Nosso estudo, embora prospectivo com alocação aleatória dos voluntários, não está isento de críticas. Primeiramente, reconhece-se que o número de pacientes é pequeno, sobretudo se levado em consideração que são dois tipos

distintos de operações cardíacas. Outro ponto que merece análise crítica é o fato de que o programa focou apenas uma modalidade de exercício respiratório, além de não levar em consideração a quantidade e o local dos drenos utilizados em cada grupo no período pós-operatório, o que pode ter influenciado a realização dos testes no período pós-operatório.

Outra crítica que merece ser feita, é o número inferior de pacientes que realizou a coleta do condensado do exalado pulmonar, isto se deu devido a presença de náuseas por parte dos pacientes durante a realização do procedimento e ao baixo nível de material coletado

A despeito desses problemas metodológicos, observou-se que o treinamento da musculatura inspiratória melhorou significativamente um parâmetro espirométrico (PFE) e a pressão inspiratória máxima, além de diminuir a incidência de complicações pós-operatórias e os níveis de nitrito e nitrato no exalado pulmonar após o treinamento proposto.

Quanto aos níveis de nitrito/nitrato, acreditamos que mais estudos serão necessários para confirmar tal benefício e verificar seu significado clínico.

Assim, o papel da fisioterapia respiratória, no período pré-operatório, sobretudo aqueles com caráter profilático envolvendo pacientes com disfunção respiratória em regime hospitalar, merece outros estudos prospectivos, que contribuirão para o esclarecimento de quais populações podem ser beneficiadas, assim como quais terapias são mais adequadas.

6. CONCLUSÃO

O programa de treinamento da musculatura inspiratória em pacientes internados aguardando a realização de operação cardíaca, além de factível e seguro, resulta em maior fortalecimento dessa musculatura além de aumentar significativamente o percentual do predito do pico de fluxo expiratório, reduz a morbidade pós-operatória e os níveis de nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN THORACIC SOCIETY. Standardization of spirometry. 1994. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, New York, n. 152, p. 1107-1136, 1995.

AMERICAN THORACIC SOCIETY/EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY. Recommendations for standardized procedures for the online and offline measurement of exhaled lower respiratory nitric oxide and nasal nitric oxide, **Am J Respir Crit Care Med**, New York, v. 171, n.8, p. 912-30, apr. 2005.

AMERICAN THORACIC SOCIETY: workshop proceedings: exhaled nitric oxide and nitric oxide oxidative metabolism in exhaled breath condensate. **Proc Am Thorac Soc**, v.3, n.2, p.131-45, apr. 2006.

ANASTASIADIS, K. *et al.* Use of minimal extracorporeal circulation improves outcome after heart surgery; a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **International Journal of Cardiology**: Amsterdam, feb.2012.

ARCÊNCIO, L. **Estudo do nitrito/nitrato no condensado do exalado pulmonar e no plasma de pacientes valvopatas e coronariopatas submetidos à operação cardíaca com circulação extracorpórea**. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Cirurgia) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012

ASCIONE, R. *et al.* Inflammatory response after coronary revascularization with or without cardiopulmonary bypass. **The Annals of Thoracic Surgery**, Boston, v. 69, n. 4, p. 1198-1204, apr. 2000.

BARNES, P. J. *et al.* Exhaled nitric oxide in pulmonary diseases: a comprehensive review. **Chest**, v. 138, n. 3, p. 682-92, sep. 2010.

BARROS, G. F. *et al.* Treinamento muscular respiratório na revascularização do miocárdio. **Revista Brasileira de cirurgia Cardiovascular**, São José do Rio Preto, v.25, n. 4, p. 483-90, Oct./Dec. 2010

BURR, M. L.; PHILLIPS, K. M.; HURST, D. N. Lung function in the elderly. **Thorax**, London, v. 40, n. 1, p. 54-59, jan. 1985.

CASTRO, I. *et al.* Insuficiência cardíaca. In: FERREIRA, C.; PÓVOA, R. **Cardiologia para Clínico Geral**. São Paulo: Atheneu, p. 215-228, 1999.

CHAIMOWICZ, F. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 184-200, abr. 1997.

CLINI, E.; BIANCHI, L.; VITACCA, M.; PORTA, R.; FOGLIO, K.; AMBROSINO, N. Exhaled nitric oxide and exercise in stable COPD patients. **Chest**, v. 117, n.3, p.702-7, mar. 2012.

CLINI, E.; BIANCHI, L.; FOGLIO, K.; PORTA, R.; VITACCA, M.; AMBROSINO, N. Effect of pulmonary rehabilitation on exhaled nitric oxide in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**. v.56, n.7, p.519-23, jul. 2001.

CRAPO, R. O.; MORRIS, A. H.; GARDNER, R. M. Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. **The American Review of Respiratory Disease**, Baltimore, v. 123, p. 659-664, 1981.

DIEGELER, A. *et al.* Humoral immune response during coronary artery bypass grafting: a comparison of limited approach, "off-pump" technique, and conventional cardiopulmonary bypass. **Circulation**, Dallas, v. 102, n. 19, Suppl. 3, p. III 95-100, nov. 2000.

DIRETRIZES PARA TESTES DE FUNÇÃO PULMONAR. Pressões Respiratórias Estáticas Máximas. **Jornal de Pneumologia**, Brasília, v. 28, supl. 3, p. 155-165, out. 2002.

ENRIGHT, P. L. *et al.* Spirometry reference values for women and men 65 to 85 years of age: cardiovascular health study. **The American Review of Respiratory Disease**, Baltimore, v. 147, n. 1, p. 125-133, jan. 1993.

FERREIRA, P. E. G.; RODRIGUES, A. J.; EVORA, P. R. Effects of an inspiratory muscle rehabilitation program in the postoperative period of cardiac surgery. **Arquivos Brasileiro de Cardiologia**, São Paulo, v. 92, n. 4, p. 275-82, apr. 2009.

FROESE, A. B.; BRYAN, A. C. Effects of anesthesia and paralysis on diaphragmatic mechanics in man. **Anesthesiology**, Philadelphia, v. 41, n. 3, p. 242-255, sep. 1974.

CHIAPPA, G. R. *et al.* Inspiratory muscle training improves blood flow to resting and exercising limbs in patients with chronic heart failure. **JACC**, New York, v. 51, n. 17, p. 1663-71, April 2008.

GONÇALVES, R. C. *et al.* Efeito de um programa de condicionamento físico aeróbio nos aspectos psicossociais, na qualidade de vida, nos sintomas e no óxido nítrico exalado de portadores de asma persistente moderada ou grave. **Rev Bras Fisioter**, São Carlos, v. 12, n. 2, p. 127-35, mar./abr. 2008.

HEDENSTIERNA, G. *et al.* Functional residual capacity, thoracoabdominal dimensions, and central blood volume during general anesthesia with muscle paralysis and mechanical ventilation. **Anesthesiology**, Philadelphia, v. 62, n. 3, p. 247-254, mar. 1985.

HULZEBOS, E. H. J. *et al.* Preoperative Intensive Inspiratory Muscle Training to Prevent Postoperative Pulmonary Complications in High-Risk Patients Undergoing CABG Surgery. **Jama**, Chicago, v. 296, n. 15, p. 1851-57, Oct, 2006.

HULZEBOS, E. H. J. *et al.* Feasibility of preoperative inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass surgery with a high risk of postoperative pulmonary complications: a randomized controlled pilot study. **Clinical Rehabilitation**, London, v. 20, n. 11, p. 949-59, Oct, 2006.

IBGE. **Brasil: tabela completa de mortalidade - 2010**. Rio de Janeiro, Dez. 2011.

Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/tabuadavida/2010/notastecnicas.pdf>. Acesso em: 26 out 2012.

JANSSENS, J. P.; PACHE, J. C.; NICOD, L. P. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. **The European Respiratory Journal**. Copenhagen, 13, p. 197-205, oct. 1999.

JIN, F.; CHUNG, F. Minimizing perioperative adverse events in the elderly. **British Journal of Anaesthesia**, London, v. 87, n. 4, p. 608-624, oct. 2001.

JOHNSON, B. D. *et al.* Flow limitation and regulation of functional residual capacity during exercise in a physically active aging population. **The American Review of Respiratory Disease**, Baltimore, v. 143, n. 5, p. 960-967, may. 1991.

JOHNSON, J. R.; HAMID, Q. Appraising the small airways in asthma. **Curr Opin Pulm Med**, v. 18, n.1, p.23-8, jan. 2012.

KNUDSON, R. J. *et al.* Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. **The American Review of Respiratory Disease**, Baltimore, v. 127, n. 6, p. 725-734, jun. 1983.

LAGHI, F.; TOBIN, M. J. Disorders of the respiratory muscles. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, New York, v. 168, n. 1, p. 10-48, jul. 2003.

MATATA, B. M.; SOSNOWSKI, A. W.; GALINANES, M. Off-pump bypass graft operation significantly reduces oxidative stress and nflammation. **The Annals of Thoracic Surgery**, Boston, v. 69, n. 3, p. 785-791, mar. 2000.

MATTHAY, M. A.; WIENER-KRONISH, J. P. Respiratory management after cardiac surgery. **Chest**, Chicago, v. 95, n. 2, p. 424-434, feb. 1989.

MENDES, F. A. R.; ALMEIDA, F. M.; CUKIER, A.; STELMACH, R. ; JACOB-FILHO, W.; MARTINS, M. A.; CARVALHO, C. R. F. Effects of Aerobic Training on Airway Inflammation in Asthmatic Patients. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 2, p. 197-203, 2011.

MEYER, E. C. *et. al.* Monitorização respiratória. In: KNOBEL, E. **Condutas no paciente grave**. São Paulo: Atheneu. p. 289-311, 1994.

MEYER, F. J. *et. al.* Respiratory Muscle Dysfunction in Congestive Heart Failure. **Circulation**, Dallas, v. 103, n. 17, p. 2153-2158, fev. 2001.

MIZUNO, M. Human respiratory muscles: fibre morphology and capillary supply. **The European Respiratory Journal**. Copenhagen, v. 4, n. 5, p. 587-601, may. 1991.

MORRIS, J. F.; KOSKI, A.; JOHNSON, L. C. Spirometric Standards for healthy nonsmoking adults. **The American Review of Respiratory Disease**, Baltimore, v. 103, p. 57-67, 1971.

NADEL, J. A.; TIERNEY, D. F. Effect of a Previous Deep Inspiration on Airway Resistance in Man. **Journal of applied physiology**. Washington, v. 16, p. 717-719, jul. 1961.

NEDER, J. A. *et. al.* Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation **Braz. J. Med. Biol. Res.** Brasil, v. 32, n. 6, p. 719-27, junho. 1999.

- NEAS, L. M.; SCHWARTZ, J. The determinants of pulmonary diffusing capacity in a national sample of U.S. adults. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, New York, v. 153, n. 2, p. 656-664, feb. 1996.
- NG, C. S. *et al.* Pulmonary dysfunction after cardiac surgery. **Chest**, Chicago, v. 121, n. 4, p. 1269-1277, apr. 2002.
- NIMMO, A. F.; DRUMMOND, G. B. Respiratory mechanics after abdominal surgery measured with continuous analysis of pressure, flow and volume signals. **British Journal of Anaesthesia**, London, v. 77, n. 3, p. 317-326, sep. 1996.
- OLIVO, C. R. *et al.* Effects of aerobic exercise on chronic allergic airway inflammation and remodeling in guinea pigs. **Respir Physiol Neurobiol**, v. 182, n. 2-3, p.81-87, may, 2012.
- ONUR, E. *et al.* The beneficial effects of physical exercise on antioxidant status in asthmatic children. **Allergol Immunopathol**, Madrid, v. 39, n. 2, p. 90-95, jan, 2011.
- RAMOS, D. S. *et al.* Low-intensity swimming training partially inhibits lipopolysaccharide-induced acute lung injury. **Med Sci Sports Exerc.** v.42, n.1, p. 113-9, jan 2010.
- RAMOS, L. R.; SANTOS, F. R. G.; MARCOPITO, L. F. Morbidade e mortalidade por doenças cardíacas em São Paulo. **SOCESP: Cardiologia, Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 2, p. 1-7, 1997.
- REID, W. D.; DECHMAN, G. Considerations when testing and training the respiratory muscles. **Physical Therapy**, Albany v. 75, n. 11, p. 971-982, nov. 1995.
- RODRIGUES, A. J.; MENDES, V.; FERREIRA, P. E.; XAVIER, M. A.; AUGUSTO, V. S.; BASSETTO, S.; ÉVORA, P. R. Preoperative respiratory muscle dysfunction is a predictor of prolonged invasive mechanical ventilation in cardiorespiratory complications after heart valve surgery. **Eur J Cardiothorac Surg**. Berlim, v. 39 n. 5, p. 662-6, maio. 2011.
- RODRIGUEZ, R. *et al.* Cardiac surgery in elderly patients. **Revista española de cardiología**, Madrid, v. 55, n. 11, p. 1159-1168, nov. 2002.

SAVCI, S. Short-term effects of inspiratory muscle training in coronary artery bypass graft surgery: A randomized controlled trial. **Scand Cardiovasc J.** London, v. 45, n. 5, p. 286-93, oct, 2011

SHEPHARD, R. J. Exercise and aging: extending independence in older adults. **Geriatrics**, Minneapolis, v. 48, n. 5, p. 61-64, may. 1993.

SILVA, L. H. F.; NASCIMENTO, C. S.; VIOTTI JÚNIOR, L. A. P. Revascularização do miocárdio em idosos. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, São José do Rio Preto, v. 12, n. 2, p. 132-140, abr/jun, 1997.

SILVA, A. C.; VIEIRA, R. P.; NISIYAMA, M.; SANTOS, A. B.; PERINI, A.; MAUAD, T.; DOLHNIKOFF, M.; MARTINS, M. A.; CARVALHO, C. R. Exercise inhibits allergic lung inflammation. **Int J Sports Med.** v. 33, n. 5, p. 402-9, may, 2012.

SINGH, N. P. *et al.* Arterial blood gases after coronary artery bypass surgery. **Chest**, Chicago, v. 102, n. 5, p. 1337-1341, nov. 1992.

SORBINI, C. A. *et al.* Arterial oxygen tension in relation to age in healthy subjects. **Respiration**, Basel, v. 25, n. 1, p. 3-13, 1968.

STEPHEN, J. C. *et al.* Respiratory ultrasonography of human paraesternal intercostal muscle in vivo. **Elsevier**, Westmead, v. 24, n. 3, p. 313-326, 1997.

TOLEP, K.; KELSEN, S. G. Effect of aging on respiratory skeletal muscles. **Clinics in chest medicine**, Philadelphia, v. 14, n. 3, p. 363-378, sep. 1993.

VENTO, D. A.; ARCÊNCIO, L.; RODRIGUES, A. J. Nitric oxide in the exhaled breath condensate of healthy volunteers collected with a reusable device. **Arch Bronconeumol**, Madrid, v. 48, n. 4, p. 120 - 5, jan. 2012

VIEIRA, R. P.; CLAUDINO, R. C.; DUARTE, A. C.; SANTOS, A. B.; PERINI, A.; FARIA NETO, H. C.; MAUAD, T.; MARTINS, M. A.; DOLHNIKOFF, M.; CARVALHO, C. R. Aerobic exercise decreases chronic allergic lung inflammation and airway remodeling in mice.. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 176, n.9, p.871-7, nov 2007.

WAN, S. *et al.* Avoiding cardiopulmonary bypass in multivessel CABG reduces cytokine response and myocardial injury. **The Annals of thoracic surgery**, Boston, v. 68, n. 1, p. 52-56, jul. 1999.

WEINER, P. *et al.* The effect of incentive spirometry and inspiratory muscle training on pulmonary function after lung resection. **The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, St. Louis, v. 113, n. 3, p. 552-557, mar. 1997.

WEINER, P. *et al.* Prophylactic inspiratory muscle training in patients undergoing coronary artery bypass graft. **World Journal of Surgery**. New York, v. 22, n. 5, p. 427-431, may. 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Senhor (a).

O senhor (a) irá se submeter a uma operação no coração nos próximos dias. Como todo paciente que será submetido a uma operação no coração o senhor (a) corre o risco de ter complicações após a operação que podem inclusive causar a morte. Felizmente o risco de tais complicações ocorrerem é muito menor do que a chance de que tudo saia bem.

Complicações pulmonares, tais como pneumonia e incapacidade de respirar sem a ajuda de aparelhos (insuficiência respiratória) não são raras após a operação, sobretudo se o Senhor ou a Senhora fumam, ou já foram fumante, é obeso, ou diabético ou tem mais de 60 anos de idade.

Geralmente todos os pacientes são orientados a parar de fumar antes da operação e recebem orientações gerais para diminuir a chance de ter complicação pulmonar após a operação. Todavia, acredita-se que a participação em um programa de exercícios para a respiração feita sob a supervisão do fisioterapeuta utilizando um pequeno aparelho pode fortalecer os músculos responsáveis pela respiração e ajudar a diminuir a chance de apresentar complicação pulmonar após a operação.

A finalidade deste documento é esclarecê-lo e convidá-lo a participar de um estudo cuja finalidade é verificar se os exercícios respiratórios feitos por um período mínimo de 9 dias antes da operação realmente ajudarão a diminuir a chance de complicações pulmonares após a operação. O nome deste estudo é **“EFEITO DE UM PROGRAMA PRÉ-OPERATÓRIO DE FORTALECIMENTO SUPERVISIONADO DA MUSCULATURA INSPIRATÓRIA NA EVOLUÇÃO HOSPITALAR DE PACIENTES SUBMETIDOS A OPERAÇÕES CARDÍACAS”**.

Nenhuma mudança será feita em seu tratamento durante sua participação neste estudo e de forma alguma sua operação sofrerá atraso devido ao período de participação no estudo. Se concordar em participar, o Senhor ou a Senhora será

sorteado e poderá ser incluído no grupo chamado controle, o grupo que não fará os exercícios com o aparelho, ou do grupo de estudo, no qual será necessária a realização dos exercícios de respiração conforme será demonstrado.

Haverá a necessidade da coleta de duas amostras de sangue, uma no início do estudo e outra no final, antes da operação. O sangue será colhido por profissional qualificado por uma punção na artéria radial no antebraço e servirá para verificar se o seu pulmão está oxigenando adequadamente seu sangue e é realizado em TODOS os pacientes que são submetidos a operações no coração. A artéria radial é a artéria a qual os profissionais de saúde utilizam para verificar a pulsação. A punção é semelhante aquela para a coleta de sangue da veia do braço, todavia pode ser um pouco mais dolorosa e pode formar hematoma maior no local. Há chance de ocorrer lesão da artéria como trombose da mesma, mas esta complicação é rara, mas mesmo quando ocorre ela geralmente não traz maiores conseqüências, pois a mão recebe sangue de duas artérias.

Haverá ainda a necessidade da realização de um exame chamado ESPIROMETRIA.

Neste exame, o paciente assopra com força em um aparelho após encher bem os pulmões para verificar o funcionamento dos pulmões. É um exame indolor e geralmente não causa desconforto.

Será utilizado também, um aparelho simples que não lhe causará nenhum dano, onde você irá respirar tranquilamente pela boca durante 10 minutos para a análise do nitrito/nitrato.

Você não corre nenhum risco, caso sinta algum desconforto, como tontura ou falta de ar, o procedimento será interrompido. Nenhum dos procedimentos realizados oferece riscos a sua saúde e dignidade.

Este exame não trará benefício direto para você, no entanto, no futuro, essas informações poderão ser usadas em benefício de pessoas com algumas doenças pulmonares.

Embora os exercícios respiratórios não sejam intensos e raramente provoquem desconforto ou outros problemas, eles poderão acarretar dor ou desconforto no tórax, angina, falta de ar, cansaço e tonturas, sobretudo se realizados de forma indevida.

Quando esses sintomas aparecem é geralmente no início do programa de exercício e nesses casos a interrupção dos exercícios é o suficiente para parar os sintomas. Eles tendem a desaparecer após o ajuste da intensidade do exercício respiratório.

O estudo também observará como será sua evolução durante o tratamento no hospital e usará uma série de informações sobre sua condição de saúde durante o tratamento. Nenhum outro procedimento diferente daqueles normalmente necessários para o seu tratamento de sua doença ou das complicações relacionados a sua doença ou à operação será feitos por causa do estudo após a operação.

O Senhor (a) tem o direito de escolher não participar deste estudo, ou mesmo parar de participar em qualquer momento que desejar, sem que isso prejudique a continuidade do seu tratamento, ou seja, seu tratamento será exatamente o mesmo daqueles pacientes que participam do estudo, tanto durante a internação como depois da alta.

Em nenhum momento durante a realização do estudo e de seu tratamento, ou durante a divulgação dos resultados do estudo, a sua identidade será revelada.

O Senhor (a) tem o direito de solicitar indenização, nos termos da lei Brasileira vigente, caso ache que a participação neste estudo o tenha prejudicado de alguma maneira.

Não está prevista nenhuma forma de compensação ou remuneração pela sua participação no estudo. Todavia, um aparelho chamado “Threshold” para a realização dos exercícios lhe será fornecido gratuitamente caso o senhor (a) seja sorteado para participar do grupo que fará os exercícios respiratórios.

A qualquer momento o Senhor (a) poderá solicitar esclarecimentos adicionais sobre sua participação no estudo ou sobre o tratamento a que esta sendo submetido. Em caso de dúvidas, durante ou após a participação no estudo, você ou qualquer membro de sua família poderá contatar pessoalmente o Dr. Alfredo José Rodrigues ou o fisioterapeuta Paulo Eduardo Gomes Ferreira da Divisão de Cirurgia Torácica e Cardiovascular do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, no Campus da USP, ou mediante o telefone (16) 3602-2886.

Eu, _____, após ler o documento pessoalmente ou o Senhor (a) _____ tê-lo

feito por mim, que assina juntamente com as testemunhas abaixo, e receber todas as informações necessárias e ter minhas dúvidas esclarecidas, e tendo conhecimento de todos os meus direitos, concordo voluntariamente em participar do estudo **“EFEITO DE UM PROGRAMA PRÉ-OPERATÓRIO DE FORTALECIMENTO SUPERVISIONADO DA MUSCULATURA INSPIRATÓRIA NA EVOLUÇÃO HOSPITALAR DE PACIENTES SUBMETIDOS A OPERAÇÕES CARDÍACAS”**.

Ribeirão Preto, ____ de _____ de _____.

Nome do paciente

Assinatura do paciente

Testemunha 1 (leitor) do paciente

Assinatura da testemunha 1

Testemunha 2 do paciente

Assinatura da testemunha 2

Investigador

Assinatura do investigador

APÊNDICE B - Ofício de aprovação do trabalho pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

www.hcrp.fmrp.usp.br

Ribeirão Preto, 08 de julho de 2008

Ofício nº 2432/2008
CEP/MGV:

Prezados Senhores,

O trabalho intitulado **“EFEITO NA EVOLUÇÃO HOSPITALAR DE UM PROGRAMA SUPERVISIONADO DE FORTALECIMENTO DA MUSCULATURA INSPIRATÓRIA NO PERÍODO PRÉ-OPERATÓRIO DE PACIENTES SUBMETIDOS A OPERAÇÕES CARDÍACAS”**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 269ª Reunião Ordinária realizada em 07/07/2008 e enquadrado na categoria: **APROVADO, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, de acordo com o Processo HCRP nº 7476/2008.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 196/96 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.

Atenciosamente.

DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Vice-Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores
PAULO EDUARDO GOMES FERREIRA
PROF. DR. ALFREDO JOSÉ RODRIGUES (Orientador)
Depto. de Cirurgia e Anatomia

APÊNDICE C - Dados individuais dos participantes da pesquisa

Tabela 12 – Valores de CVF no DO dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo.

	CVF GC (D0)		CVF IR (DO)	
	Observado	% do predito	Observado	% do predito
1	2,49	73	2,09	55
2	2,09	55	1,59	71
3	3,13	62	5,2	110,6
4	1,61	61	2,34	61
5	4,11	102	2,01	89
6	4,95	120	2,63	96
7	2,63	67	2,79	113
8	1,69	62,6	2,26	88
9	2,43	66	2,32	94
10	2,13	71	1,96	79
11	3,33	95	-	-

Tabela 13 – Valores de CVF no D INT dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo.

	CVF GC (D INT)		CVF IR (INT)	
	Observado	% do predito	Observado	% do predito
1	2,37	70	2,23	59
2	2,23	59	1,5	67
3	3	59	5,57	117
4	1,72	65	2,65	69
5	3,66	91	2,07	92
6	4,83	117	2,25	82
7	2,61	67	3,16	127
8	1,37	51	2,35	92
9	2,33	63	2,54	103
10	1,9	63	2,12	85
11	3,42	97	-	-

Tabela 14 – Valores de VVM no D0 dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo.

	VVM GC (D0)		VVM IR (D0)	
	Observado	% do predito	Observado	% do predito
1	61	65	55,76	55
2	54,26	86,13	55,46	75
3	65,37	50	73,73	59,41
4	44,37	53,57	74,71	72
5	159,82	144	74,03	94
6	127,99	112	89,63	109
7	82,89	82	85,66	107
8	27,8	34,3	60,64	76
9	58,63	59	66,35	84
10	44,16	49	66,26	84
11	122,4	125	-	-

Tabela 15 – Valores de VVM no D INT dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo.

	VVM GC (D INT)		VVM IR (D INT)	
	Observado	% do predito	Observado	% do predito
1	66,9	72	64,25	63
2	64,25	101,63	40,15	55
3	64,39	49,67	84,02	68
4	45,87	55	65,89	63
5	132,75	120	68,62	87
6	121,61	107	100,33	122
7	91,94	91	85,93	107
8	26,14	32	69,47	87
9	56,8	57	61,6	78
10	42,22	47	63,58	80
11	115,41	118	-	-

Tabela 16 – Valores de VEF1 no D0 dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo.

	VEF1 GC (D0)		VEF1 IR (D0)	
	Observado	% do predito	Observado	% do predito
1	2,15	81	1,36	46
2	1,36	46	1,21	68
3	2,01	52	3,44	91,73
4	1,19	56	1,8	60
5	3,07	95	1,74	89
6	3,44	104	2,1	99
7	2,09	71	2,27	112
8	9,81	39	1,64	81
9	1,8	62	1,61	81
10	1,24	51	1,51	76
11	2,7	97	-	-

Tabela 17 – Valores de VEF1 no DINT dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo.

	VEF1 GC (D INT)		VEF1 IR (D INT)	
	Observado	% do predito	Observado	% do predito
1	1,63	61	1,61	55
2	1,61	55	1,19	67
3	1,98	51	3,92	106
4	1,23	58	1,89	63
5	2,86	89	1,72	88
6	3,32	100	1,95	92
7	2,27	77	2,29	113
8	0,82	39	1,72	85
9	1,65	57	1,77	89
10	1,06	44	1,6	80
11	2,79	100	-	-

Tabela 18 – Valores da relação VEF1/CVF no D0 dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo.

	VEF1/CVF GC (D0)		VEF1/CVF IR (D0)	
	Observado	% do predito	Observado	% do predito
1	0,86	110	0,65	84
2	0,65	84	0,76	95
3	0,64	84	0,66	84
4	0,74	92	0,77	98
5	0,75	94	0,87	102
6	0,69	87	0,8	103
7	0,79	104	0,81	100
8	0,48	62,33	0,73	92
9	0,74	95	0,6	87
10	0,58	73	0,77	97
11	0,81	102	-	-

Tabela 19 – Valores da relação VEF1/CVF no D INT dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo.

	VEF1/CVF GC (D INT)		VEF1/CVF IR (D INT)	
	Observado	% do predito	Observado	% do predito
1	0,69	88	0,72	93
2	0,72	93	0,79	100
3	0,66	86	0,71	91
4	0,72	89	0,71	90
5	0,78	98	0,83	98
6	0,69	86	0,87	112
7	0,87	114	0,73	89
8	0,6	78	0,73	82
9	0,71	91	0,7	87
10	0,56	70	0,75	94
11	0,82	103	-	-

Tabela 20 – Valores do FEF 25-75% no D0 dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo.

	FEF 25-75% GC (D0)		FEF 25-75% IR (D0)	
	Observado	% do predito	Observado	% do predito
1	2,86	109	0,69	25
2	0,69	25	0,98	52
3	1,09	32	1,45	38,87
4	0,9	36	1,52	51
5	2,28	70	2,4	97
6	2,06	62	2,18	109
7	1,9	73	2,46	110
8	0,24	12,56	1,07	52
9	1,3	47	0,98	46
10	0,43	17	1,22	59
11	2,7	95	-	-

Tabela 21 – Valores do FEF 25-75% no D INT dos pacientes do grupo controle e do grupo IR, com o percentual do predito de cada grupo.

	FEF 25-75% GC (D INT)		FEF 25-75% IR (D INT)	
	Observado	% do predito	Observado	% do predito
1	1,02	39	1,05	38
2	1,05	38	1,16	62
3	1,24	36	3	89
4	0,85	37	1,23	42
5	2,6	80	2,04	82
6	1,94	58	2,57	128
7	2,66	102	1,61	72
8	0,37	19	1,14	55
9	1,02	37	1,11	52
10	0,38	15	1,2	58
11	2,96	104	-	-

Tabela 22 – Valores da PI Max no D INT, D0, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle.

	PI MAX (cm H ₂ O)					
	D INT	D0	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	50	50	20	20	25	25
2	65	60	-	-	-	-
3	40	50	-	-	-	-
4	55	60	20	30	30	35
5	65	70	-	-	-	-
6	60	65	-	30	30	35
7	30	35	30	50	60	60
8	40	50	-	-	-	-
9	45	60	30	35	35	35
10	30	35	30	35	40	40
11	60	70	30	40	50	55

Tabela 23 – Valores da PI Max no D INT, DO, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR .

	PI MAX (cm H ₂ O)					
	D INT	DO	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	60	110	30	30	40	50
2	50	60	25	30	30	35
3	50	85	-	-	-	-
4	55	70	20	-	-	-
5	50	80	25	50	50	50
6	40	70	15	25	40	50
7	50	70	20	20	25	30
8	50	100	30	30	30	30
9	50	60	40	45	45	50
10	40	-	25	30	-	-

Tabela 24 – Valores da PE Max no D INT, D0, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle.

	PE MAX (cm H ₂ O)					
	D INT	D0	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	100	90	25	40	40	40
2	100	75	-	-	-	-
3	60	75	-	-	-	-
4	80	80	25	30	35	35
5	110	110	-	-	-	-
6	85	85	-	30	35	45
7	70	85	55	55	60	65
8	80	75	-	-	-	-
9	100	80	75	80	85	85
10	60	70	60	65	65	65
11	110	80	35	50	50	55

Tabela 25– Valores da PE Max no D INT, D0, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR .

	PE MAX					
	D INT	D0	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	110	110	50	50	70	80
2	80	80	35	35	40	40
3	110	115	-	-	-	-
4	80	85	45	-	-	-
5	60	90	30	50	60	60
6	50	50	45	50	50	55
7	60	90	25	25	35	40
8	75	70	40	45	45	45
9	85	75	40	55	60	70
10	100	-	40	50	-	-

Tabela 26 – Valores da PO2 no D INT, DO, D EXT, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle.

	D INT	DO	D EXT	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	78,9	105	98,5	171	69,5	74,4	64,9
2	95,9	97	-	109	71	71	69,1
3	83,8	84,1	97,3	75,1	97,3	89,7	88,3
4	79,1	-	87	85,2	69	86	85,7
5	86,4	76,8	-	-	-	-	-
6	76,8	-	-	107	111	58	-
7	84,8	91,4	102	92,4	69,2	69,8	71,9
8	68	-	-	-	-	-	-
9	74,3	76,8	118	68,4	73,5	76,1	68,4
10	64,5	68	151	110	80,4	90,3	80,4
11	99,5	95,7	147	131	80	90	80

Tabela 27- Valores da PO2 no D INT, D0, D EXT, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR.

	D INT	D0	D EXT	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	95	79,3	114	68,9	89,1	83,3	85,3
2	74,5	74,1	101	104	81,1	79,5	89,2
3	76,4	82,5	93,3	74	73,9	68	71
4	76,5	76,8	102	-	-	-	-
5	86,4	92,6	114	58,2	57,2	59,8	75,9
6	89,6	85,2	147	69,9	62,2	62,2	63
7	79,1	67,1	133	94	75,8	59,1	61,7
8	73,1	77	87	102	87,5	64,6	67,5
9	90,4	81,2	143	121	97	80,9	82,5
10	72,3	83,2	202	94,9	61,7	67	61,1

Tabela 28 – Valores da PCO2 no D INT, D0, D EXT, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle.

	D INT	D0	D EXT	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	35,1	40	34,1	39,6	37,5	36,5	34,1
2	30,9	32,6	-	30,8	32	33,4	29,7
3	38,7	39,4	35,9	40	35,9	33,8	34
4	35,4	-	42	42	34,4	43	41
5	38,4	36	-	-	-	-	-
6	35,8	-	-	38,7	39,4	32,6	-
7	32,7	38,2	39	45	39,7	40,5	35,2
8	53	-	-	-	-	-	-
9	37,7	38,1	40,4	40,3	38,7	38,5	40,3
10	40,4	41,2	37,4	49,1	43,7	43,6	43,7
11	35,6	36,3	32,6	32,8	30,5	26,9	29

Tabela 29 – Valores da PCO₂ no D INT, D0, D EXT, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR.

	D INT	D0	D EXT	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	31,8	32,5	25	34,1	33,7	30,7	33,2
2	36	38,3	35,7	36,1	34,4	36	38,3
3	37,6	37,2	41,8	34	34,5	26,6	26,2
4	38,3	38,3	31,7	-	-	-	-
5	36,3	35	20,5	31,1	29	26,9	28,1
6	37,6	36,5	39,7	34,2	34,6	34,9	34,7
7	40,8	43,4	33,7	37	38,2	32,5	35
8	38,6	38,2	48	43	41,4	37,7	36
9	31,1	36,1	44	40,1	38	33,8	37,5
10	45,1	39,5	50,9	48,5	40	39,4	37,1

Tabela 30 – Valores da PI Max no D INT, D0, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle em porcentagem do esperado para a idade e sexo.

	D INT	D0	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	51	51	20,6	20,6	25,8	25,8
2	67	61,9	-	-	-	-
3	38,7	48,4	-	-	-	-
4	67,8	74	24,7	37	37	43,2
5	60,5	65,2	-	-	-	-
6	55	59,6	-	27,5	27,5	32,1
7	32,5	38	32,5	54,2	65,1	65,1
8	52,5	65,7	-	-	-	-
9	46	61,4	30,7	30,7	30,7	30,7
10	36,6	42,7	36,6	42,7	48,8	48,8
11	59	68,8	29,5	39,3	49,1	49,1

Tabela 31 – Valores da PI Max no D INT, D0, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR em porcentagem do esperado para a idade e sexo.

	D INT	D0	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	54,7	100,2	27,3	27,3	36,4	45,6
2	64,4	77,3	32,2	38,6	38,6	45,1
3	47,6	81	-	-	-	-
4	54	68,8	19,66	-	-	-
5	62,5	100	31	62,5	62,5	62,5
6	52	90,9	19,5	32,5	58,5	65
7	61,7	86,4	24,7	24,7	30,8	37
8	63	127	38,2	38,2	38,2	38,2
9	62,8	75,4	50,3	56,6	56,6	62,8
10	50,6	-	31,6	38	-	-

Tabela 32 – Valores da PE Max no D INT, D0, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo controle em porcentagem do esperado para a idade e sexo.

	D INT	D0	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	44,5	40,1	11,1	17,8	17,8	17,8
2	44,5	33,4	-	-	-	-
3	27,5	34,4				
4	52,5	52,5	16,4	19,7	23	23
5	51,4	51,4	-	-	-	-
6	40	40	-	14	16,5	21,2
7	30,5	37	24	24	26,1	28,3
8	50,4	47,2	-	-	-	-
9	44,7	35,7	33,5	35,7	38	38
10	39,7	46,3	39,7	43	43	43
11	50	36,4	16	22,7	22,7	25

Tabela 33 – Valores da PE Max no D INT, D0, D 12h, D 24h, D 48h, D 72h dos pacientes do grupo IR em porcentagem do esperado para a idade e sexo.

	D INT	D0	D 12h	D 24h	D 48h	D 72h
1	51,2	51,2	23,3	23,3	32,6	37,3
2	51,1	51,1	22,3	22,3	25,5	25,5
3	50,8	53,1	-	-	-	-
4	36,4	35,1	20,5	-	-	-
5	39	58,6	19,5	32,6	39,1	39,1
6	31,9	31,9	28,7	31,9	31,9	35
7	39,4	59,1	16,4	16,4	23	26,2
8	48,7	45	25,7	29	29	29
9	55,1	48,7	26	35,7	39	45,4
10	64,6	25,8	32,3	-	-	-