

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS MÉDICAS

**REPERCUSSÕES HEMODINÂMICAS DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA
POR MÁSCARA FACIAL (EPAP) NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIAS
CARDÍACAS MENSURADAS POR CATETER DE ARTÉRIA PULMONAR**

Ana Claudia Borges dos Santos Sena

Porto Alegre
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS MÉDICAS

**REPERCUSSÕES HEMODINÂMICAS DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA
POR MÁSCARA FACIAL (EPAP) NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIAS
CARDÍACAS MENSURADAS POR CATETER DE ARTÉRIA PULMONAR**

Ana Claudia Borges dos Santos Sena

Orientador: Profa. Dra. Sílvia Regina Rios Vieira

Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Pinto Ribeiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ciências Médicas.

Porto Alegre
2007

S474r Sena, Ana Claudia Borges dos Santos

Repercussões hemodinâmicas da pressão expiratória positiva por máscara facial (EPAP) no pós-operatório de cirurgias cardíacas mensuradas por cateter de artéria pulmonar / Ana Claudia Borges dos Santos Sena; orient. Sílvia Regina Rios Vieira; co-orient. Sérgio Pinto Ribeiro – 2007.
90 f. il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas. Porto Alegre, BR-RS, 2007.

1. Cirurgia torácica 2. Respiração com pressão positiva 3. Monitoramento I. Vieira, Sílvia Regina Rios II. Ribeiro, Sérgio Pinto III. Título.

NLM: WG169

Catálogo Biblioteca FAMED/HCPA

DEDICATÓRIA

À minha família, esteio da minha existência.

Ao meu pai, Valdir (IM), exemplo de

honestidade, perseverança e fé

AGRADECIMENTOS

Aos professores Sílvia Regina Rios Vieira e Sérgio Pinto Ribeiro pela oportunidade, dedicação e participação no meu processo de conhecimento.

Ao cardiologista Eraldo Lúcio, chefe da UTI do Hospital São Francisco (ISCMPA) pela disposição em ajudar.

Às enfermeiras, especialmente, Adriane Bernardi de Souza e funcionários da UTI do Hospital São Francisco (ISCMPA) pela disposição em ajudar.

À estaticista Daniela Benzano pela análise estatística.

A todos os pacientes voluntários da UTI do Hospital São Francisco pela disponibilidade em colaborar com esta pesquisa.

Aos amigos Denizar Melo e Adriana Kessler por acreditarem nesta idéia e pelos momentos agradáveis durante a coleta de dados.

À colega e amiga Verlaine Lagni pela amizade e apoio durante a execução desta pesquisa.

Aos amigos e colegas Mariane, Janice, Adriane, Paula e Alexandre por acreditarem em mim e pelo exemplo de profissionalismo e caráter.

Aos meus irmãos, torcedores constantes: Madalena, Cláudio e Marcelo. Aos meus sobrinhos, Eduardo, Vitória e Gabriel pelos momentos de alegria.

Aos meus sogros Maria Theresa e Walter pelo carinho e estímulo constante.

Aos meus pais, Valdir e Geci, pelo exemplo de dignidade, trabalho e amor. Pela confiança e estímulo ao longo de toda minha vida.

Aos meus amores Walter e Mariana, razão de tudo isto, por compreenderem os momentos de ausência.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Aspectos Gerais.....	12
2.2 Cateter De Artéria Pulmonar.....	16
2.3 Ventilação Mecânica Com Pressão Positiva.....	18
2.3 Fisioterapia Respiratória E Uso De Pressão Positiva Na Via Aérea.....	20
2.4 Efeitos Hemodinâmicos Da Pressão Positiva.....	23
3. JUSTIFICATIVA.....	27
4. OBJETIVOS.....	28
4.1 OBJETIVO GERAL.....	28
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
5. REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA.....	29
6. ARTIGO EM INGLÊS: HEMODYNAMIC REPERCUSSIONS OF POSITIVE EXPIRATORY PRESSURE USING A FACIAL MASK (EPAP) IN POST- OPERATIVE CARDIAC SURGERY MEASURED BY A PULMONARY ARTERY CATHETER.....	38
ABSTRACT.....	39
INTRODUCTION.....	40
MATERIAL AND METHODS.....	41
STATISTICAL ANALYSIS.....	44
RESULTS.....	45
DISCUSSION.....	46
ACKNOWLEDGEMENTS.....	50
REFERENCES.....	51
7. ARTIGO EM PORTUGUÊS: REPERCUSSÕES HEMODINÂMICAS DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA POR MÁSCARA FACIAL (EPAP) NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIAS CARDÍACAS MENSURADAS POR	

CATETER	DE	ARTÉRIA
PULMONAR.....		62
RESUMO.....		63
INTRODUÇÃO.....		64
MATERIAL E MÉTODOS.....		65
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....		69
RESULTADOS.....		69
DISCUSSÃO.....		70
AGRADECIMENTOS.....		75
REFERÊNCIAS.....		76
ANEXOS		
ANEXO I: Termo de Consentimento Informado.....		87
ANEXO II: Avaliação Fisioterapêutica.....		88
ANEXO III: Registro dos Dados.....		89
ANEXO IV: Técnica de Monitorização Hemodinâmica através do cateter de artéria pulmonar.....		90

LISTA DE ABREVIATURAS

EPAP	Pressão Expiratória Positiva nas Vias Aéreas
POCC	Pós-operatório de Cirurgia Cardíaca
SpO ₂	Saturação Periférica de Oxigênio
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
PAM	Pressão Arterial Média
PVC	Pressão Venosa Central
POAP	Pressão de Oclusão da Artéria Pulmonar
PMAP	Pressão Média da Artéria Pulmonar
DC	Débito Cardíaco
IC	Índice Cardíaco
IVS	Índice de Volume Sistólico
ITSVE	Índice de Trabalho Sistólico do Ventrículo Esquerdo
ITSVD	Índice de Trabalho Sistólico do Ventrículo Direito
IRVS	Índice de Resistência Vascular Sistêmica
IRVP	Índice de Resistência Vascular Pulmonar
VMI	Ventilação Mecânica Invasiva
VMNI	Ventilação Mecânica Não-Invasiva
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
FE	Fração de Ejeção

SvO ₂	Saturação Venosa de Oxigênio
VC	Volume Corrente
VEF1	Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo
PaO ₂	Pressão Parcial de Oxigênio
CPAP	Pressão Positiva Contínua na Via Aérea
PEEP	Pressão Expiratória Positiva Final

LISTA DE TABELAS

Tabelas do artigo em inglês

Table 1: Features of study participants.....	56
Table 2: Cardiorespiratory variable comparing EPAP 10 cm and moment at rest...	57
Table 3: Cardiorespiratory variables comparing EPAP 10 cm and moment at rest in patients subdivided according to their ejection fraction.....	58

Tabelas do artigo em português

Tabela 1: Características dos pacientes participantes do estudo.....	81
Tabela 2: Variáveis cardiorrespiratórias comparando EPAP 10cm e momento repouso.....	82
Tabela 3: Variáveis cardiorrespiratórias comparando EPAP 10cm e momento repouso nos pacientes subdivididos conforme fração de ejeção.....	83

LISTA DE FIGURAS

Figuras do artigo em inglês

Figure 1: Positive expiratory pressure by facial mask.....	59
Figure 2: Change in mean arterial pressure.....	59
Figure 3: Change in central venous pressure.....	60
Figure 4: Change in mean pulmonary artery pressure.....	60
Figure 5: Change in pulmonary capillar wedge pressure.....	61

Figuras do artigo em português

Figura 1: máscara facial de pressão expiratória positiva	84
Figura 2: alteração de Pressão Arterial Média.....	84
Figura 3: alteração de Pressão Venosa Central.....	85
Figura 4: alteração de Pressão Média da Artéria Pulmonar.....	85
Figura 5: alteração de Pressão de Oclusão da Artéria Pulmonar.....	86

1. INTRODUÇÃO

A cirurgia cardíaca faz parte do tratamento de múltiplas enfermidades que acometem o miocárdio, os vasos coronarianos ou as válvulas cardíacas. A exposição à circulação extracorpórea (1) é importante fator para desencadeamento de severa resposta inflamatória sistêmica no pós-operatório. O paciente cardiopata necessita de cuidados e monitorização constante, especialmente no pós-operatório imediato (2). O cateter de artéria pulmonar é um equipamento que pode ser utilizado neste período, pois fornece inúmeras informações a cerca das pressões cardíacas e pulmonares, sendo útil, principalmente, na avaliação de choque cardiogênico e edema agudo de pulmão (2).

Nestas circunstâncias de pós-operatório imediato o paciente pode apresentar várias complicações, entre as quais alterações cardíacas e freqüentemente infecção respiratória (3). O fisioterapeuta atua nas equipes de terapia intensiva (4) a fim de evitar ou auxiliar no tratamento destas complicações (5-7). Para isso, lança mão de uma gama de técnicas e equipamentos que objetivam, principalmente, no caso das infecções respiratórias, reduzir hipoxemia, melhorar complacência pulmonar, reverter atelectasias (7).

A ventilação não-invasiva com pressão positiva é bastante utilizada em pós-operatório imediato para evitar a reintubação orotraqueal (8). Conta-se com equipamentos de reconhecida efetividade como: pressão positiva em dois níveis pressóricos, pressão positiva contínua na via aérea e pressão expiratória positiva por máscara facial (6). Os efeitos ventilatórios (9), hemodinâmicos (10) e os resultados clínicos de algumas destas terapias já foram descritos. Entretanto, pressão expiratória positiva na via aérea por máscara facial carece de estudos quanto às

possíveis alterações hemodinâmicas que acarreta.

O objetivo deste estudo é verificar as repercussões hemodinâmicas da pressão expiratória positiva por máscara facial em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca e subdividi-los em 2 grupos quanto à fração de ejeção normal e fração de ejeção reduzida.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Gerais

A cirurgia cardíaca, amplamente realizada nos dias de hoje, apresenta excelentes resultados quanto à redução de mortalidade e prognóstico. Mesmo assim, há risco elevado em relação aos demais procedimentos quando se faz necessária a circulação extracorpórea (CEC) (11). A severa resposta inflamatória sistêmica desencadeada pela CEC, aliada aos prejuízos acarretados com o ato cirúrgico em si, as alterações de mecânica pulmonar e o período de restrição ao leito podem acarretar complicações no pós-operatório de cirurgia cardíaca (POCC) (2, 11).

A ocorrência de complicações pós-operatórias é mais importante que fatores de risco intra e pré-operatórios na determinação da sobrevivência em cirurgias de grande porte. Desta forma, qualidade e melhoria dos processos cirúrgicos deveriam ser direcionados para prevenção das complicações pós-operatórias (3). Entretanto, fatores de risco pré-operatórios e complexidade cirúrgica são melhores preditores de custos hospitalares que complicações pós-operatórias. Intervenção pré-operatória poderia levar a significativa redução nos custos. Agências reguladoras deveriam

avaliar os custos hospitalares usando informação clínica que integrasse custos, riscos pré-operatórios, complexidade cirúrgica e resultados (3). Estudo de caso-controle prospectivo foi desenvolvido para avaliar a qualidade de vida de pacientes admitidos em unidade de terapia intensiva (UTI) por complicações após cirurgia eletiva. Embora globalmente os resultados do questionário de qualidade de vida tenham sido satisfatórios após seis meses, os pacientes admitidos em UTI por complicações após cirurgia eletiva tiveram piora da dor e maior deterioração física que os controles (sem complicações) (12).

As alterações fisiológicas provocadas pela cirurgia, geralmente relacionadas com a perda de capacidade de gerar força, contribuem para o desenvolvimento dessas complicações (13). Dentre as complicações da cirurgia cardíaca citam-se complicações locais de ferida operatória, arritmias, complicações hemodinâmicas, complicações respiratórias entre outras. Complicações de ferida operatória em 61 pacientes, após realização de esternotomia mediana, foram descritas por Ott (14) em uma série de 9.279 pacientes. Fatores predisponentes incluíram doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), diabetes melitos, obesidade, ventilação assistida prolongada e sangramento excessivo pós-cirúrgico. Pressão expiratória positiva final (PEEP) não dispôs à deiscência de sutura. No entanto, pressão positiva intermitente causou mais tosse, aumentando a probabilidade de deiscência de sutura. Diagnóstico precoce, debridamento cirúrgico, revisão e fechamento com drenagem subesternal, sem irrigação antibiótica contínua resultaram em resolução satisfatória na maioria dos pacientes (14).

Cirurgia de revascularização do miocárdio causou deterioração na função autonômica cardíaca, reversível após 60 dias, com um decréscimo máximo ocorrido no 6º. dia de pós-operatório (15). Terapias que cronicamente estimulam o sistema

nervoso autônomo podem aumentar os fatores de risco cardiovascular em relação aquelas que equilibram estimulando sistema nervoso parassimpático e inibem sistema nervoso simpático melhorando o prognóstico (16).

O reconhecimento urgente da síndrome de baixo débito no pós-operatório é necessário devido a forte relação entre o índice cardíaco (IC) e a probabilidade de morte cardíaca após a cirurgia. Para tanto, dever-se-ia correlacionar-se os achados hemodinâmicos com padrões estabelecidos como pré-carga reduzida, choque cardiogênico, falência do ventrículo esquerdo, falência do ventrículo direito, tamponamento cardíaco e choque séptico (1).

Um aumento de pré-carga cardíaca é mais confiavelmente refletido por índice de volume diastólico final ventricular direito que por pressão venosa central (PVC), pressão de oclusão da artéria pulmonar (POAP) ou índice de área diastólica final ventricular esquerda nos achados pré-operatórios de cirurgia cardíaca, mas índice de volume diastólico final ventricular direito não reflete a responsividade a fluidos. A resposta de índice de volume sistólico à administração de fluidos foi melhor preditor para índice de área diastólica final ventricular esquerda que para índice de volume diastólico final ventricular direito que por PVC, POAP (17).

A disfunção pulmonar, uma das mais comuns manifestações de resposta inflamatória após cirurgia de revascularização, decorre do acúmulo de líquido corporal, de disfunção ventricular esquerda e disfunção orgânica causados pela hemodiluição. A severidade desta disfunção é dependente de fatores como tempo de cirurgia, necessidade de fluidos adicionados ao sistema, colapso pulmonar durante a cirurgia e função ventricular esquerda (18). Além disso, doenças pulmonares (13, 19), a anestesia e a cirurgia alteram a fisiologia pulmonar, manifestando-se pelas alterações de mecânica pulmonar, tais como redução da

capacidade residual funcional, da capacidade vital, produção de atelectasias, levando a hipoxemia arterial precoce pós-operatória em pacientes com cirurgia cardíaca aberta (20).

No pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca, o paciente sofre um decréscimo do controle respiratório devido a fatores como: diminuição do estímulo do centro respiratório; disfunção alveolar decorrente de atelectasias, derrame pleural, pneumotórax e infecção; disfunção muscular respiratória pela dor torácica, disfunção diafragmática, idade e obesidade e exacerbação de doença pulmonar crônica (1). Alterações na relação ventilação-perfusão são normalmente agravadas por obesidade, tabagismo e o tipo de cirurgia (21).

Na tentativa de minimizar estas complicações as equipes de cirurgia e terapia intensiva seguem rotinas rígidas no cuidado destes pacientes durante o trans e pós-operatório (22). Atenção especial é dispensada ao controle da ventilação, controle circulatório e parâmetros hemodinâmicos. Para tanto, a equipe conta com um arsenal de equipamentos auxiliares na coleta de dados, mudança de parâmetros e administração de medicamentos (2). Também tem sido utilizado manejo fisioterapêutico precoce quer para evitar complicações físicas (12), quer para evitar complicações pulmonares com fisioterapia respiratória (21). O paciente deve ser inserido em um programa coordenado e multidisciplinar de exercícios visando o condicionamento físico e psicossocial, dando ênfase à mobilização precoce e educação no sentido de prevenir a desacelerar a aterosclerose (21).

Ventilação mecânica invasiva (VMI) por pressão expiratória positiva final pode ser necessária em pacientes em pós-operatório com disfunção respiratória e cardíaca (23, 24). Alguns pacientes após cirurgia cardíaca, que requerem ventilação mecânica prolongada, parecem em um dado momento, apresentar melhora súbita,

evoluindo para a retirada da ventilação mecânica. Esta melhora, possivelmente, está associada ao incremento de mecânica pulmonar e conseqüentemente troca gasosa (25).

Além disso, pode haver falha na extubação destes pacientes críticos, a qual está relacionada com aumento dos custos hospitalares e aumento de permanência hospitalar, reafirmando a necessidade de preditores de extubação (26). Os protocolos de extubação precoce, freqüentemente utilizados em pacientes de baixo a moderado risco, são mais vantajosos por reduzirem as complicações respiratórias, o tempo de suporte ventilatório e de permanência em UTI (1).

2.2 Cateter de Artéria Pulmonar

A monitorização hemodinâmica atual busca a detecção precoce do desequilíbrio entre a oferta e o consumo de oxigênio, podendo definir preditores de sobrevida e incrementar a estratificação de risco, com especial importância na estimativa do prognóstico. É de fundamental importância a interação de toda a equipe para acompanhamento da evolução clínica do paciente (27).

O cateter de artéria pulmonar, também chamado cateter de Swan-Ganz, é utilizado para mensurações hemodinâmicas de pacientes críticos (28) e em pós-operatório de algumas cirurgias cardíacas ou não em pacientes de alto risco, fornecendo informações sobre parâmetros da pressão e do fluxo tanto da circulação sistêmica quanto da pulmonar. É passado à beira do leito e o ideal é que permaneça nas artérias pulmonar central direita ou principal esquerda (29).

Pode ser utilizado para determinar a etiologia de choque, acidose láctica, edema pulmonar, insuficiência renal oligúrica, hipertensão pulmonar e uma variedade de anormalidades cardíacas, tais como regurgitação mitral, defeitos nos

septos atrial e ventricular, tamponamento cardíaco, cardiomiopatias restritivas e taquiarritmias. Também como guia terapêutico na administração de substâncias vasoativas (1).

O cateter de artéria pulmonar permite medidas de pressão venosa, pressões arteriais pulmonares, POAP e débito cardíaco (DC). A partir destas variáveis podem ser calculadas IC, índice de volume sistólico (IVS), índice de trabalho respiratório dos ventrículos esquerdo e direito (ITSVE e ITSVD), resistência vascular sistêmica e pulmonar irps(RVS e RVP) (2, 11).

As mais comuns chances de errar a interpretação de POAP incluem: falha para identificar o fim da expiração quando determina-se a POAP média, falha para ajustar os efeitos da PEEP e localização do cateter na zona pulmonar 3. A POAP pode ser mensurada ao final da expiração, quando as pressões pleurais são zero. É importante lembrar que nos pacientes em respiração espontânea, as pressões intratorácicas são negativas durante a inspiração e positivas durante a expiração. Logo, a deflexão negativa no traçado de POAP ocorrerá durante a inspiração e a deflexão positiva durante a expiração. Em pacientes ventilados com pressão positiva, a situação é contrária. Além disso, tanto PEEP extrínseca como PEEP intrínseca, podem superestimar a POAP e a pressão diastólica final do ventrículo esquerdo (PDFVE), devido ao aumento das pressões intratorácicas. Devido à diferença causada na relação POAP/PDFVE e DC pela contratilidade miocárdica, complacência e pós-carga, uma POAP ótima é altamente individualizada.

As contra-indicações para inserção do cateter são relativas e distúrbio de coagulação é a mais importante delas.

As complicações pela inserção do cateter incluem: complicações de acesso venoso central, arritmias, injúria induzida pelo cateter e trombocitopenia (28).

Apesar das possíveis complicações e, embora não se associe à redução de mortalidade em pacientes graves (30), o cateter ainda é utilizado em pacientes graves e instáveis hemodinamicamente e para orientar terapêutica (1).

2.3 Ventilação mecânica com pressão positiva

Pacientes em POCC em geral são ventilados em VMI com pressão positiva por algumas horas e logo retirados da ventilação mecânica e extubados. Alguns pacientes que apresentam complicações respiratórias e disfunção ventricular severa podem necessitar ventilação prolongada com uso de PEEP (25). Tal ventilação pode ser mantida sob a forma convencional invasiva. No entanto, em pacientes cooperativos e sem contra-indicações pode ser utilizada a ventilação mecânica não-invasiva (VMNI).

Os primeiros trabalhos a descrever a técnica e os benefícios da VMNI com pressão positiva por máscara facial datam de 1930 (31). A partir daí os relatos de sucesso do uso da pressão positiva contínua para o tratamento de insuficiência respiratória tornaram-se progressivamente mais freqüentes (32).

O uso preventivo de VMNI pode ser considerado como um método eficaz na redução dos efeitos negativos da cirurgia cardíaca sobre a função pulmonar (8) e reversão de atelectasias (7).

Atualmente, VMNI com pressão positiva está entre os avanços tecnológicos utilizados em pacientes críticos em UTI e pacientes com apnéia do sono. Recentemente seu papel tem aumentado em unidades de emergência. Pressão positiva contínua na via aérea (CPAP) tem sido utilizado para aumentar a complacência pulmonar e capacidade residual funcional. Insuficiência respiratória hipoxêmica, exacerbação de DPOC, asma (33) e edema pulmonar estão entre as

indicações de VMNI em unidades de emergência (34). Com relação a pressão positiva com dois níveis de pressão (BIPAP), um trabalho inicial demonstrou maior incidência de infarto do miocárdio comparado com CPAP no mesmo tipo de pacientes (35), porém tal dado não foi confirmado posteriormente (36). Atualmente, sabe-se que VMNI é uma opção viável no manejo de pacientes com DPOC, asma e edema pulmonar para evitar intubações, reduzir morbidade e tempo de internação (37).

VMNI está associada a melhora da oxigenação, da qualidade do sono, da qualidade de vida e do estado funcional em pacientes com doença pulmonar restritiva e insuficiência ventilatória crônica, apesar de necessitar estudos controlados de longo prazo para tais afirmações (1). VMNI está associada à redução dos riscos para pneumonia nosocomial com conseqüente redução de mortalidade, custos e permanência em UTI e hospitalar (13).

Além disso, VMNI pode estar associada a redução de estresse. A resposta endócrina ao estresse de três modos ventilatórios (tubo T, pressão suporte e CPAP) foi comparada em pacientes ventilados mecanicamente e em desmame. Foi avaliado insulina plasmática, cortisol, glicose e ácido vanilmandélico urinário durante ventilação e após extubação utilizando um dos três métodos. Ventilação em pressão suporte e CPAP causou menor estresse que o uso de tubo T (38).

A pressão positiva pode ainda ser usada durante manobras de recrutamento alveolar. Embora a literatura atual não seja clara quanto aos benefícios definitivos das manobras de recrutamento alveolar em pacientes ventilados mecanicamente, os dados clínicos e a patofisiologia explicam as estratégias de recrutamento em algumas situações (39).

Mais recentemente, vários trabalhos tem sugerido ainda que a VMNI poderia ser um importante método durante o desmame de pacientes selecionados, principalmente aqueles com DPOC e cardiopatias (40-42).

2.4 Fisioterapia Respiratória e uso de Pressão Positiva na Via Aérea

Fisioterapia respiratória é parte integrante das equipes de terapia intensiva em países desenvolvidos. A maioria dos estudos realizados em fisioterapia investigando efeitos hemodinâmicos e metabólicos utiliza combinações variadas de técnicas, não sendo possível atribuir resultados específicos a uma técnica em particular. Desta forma, torna-se necessário e urgente a realização de estudos direcionados em técnicas comumente utilizadas (4).

A efetividade da fisioterapia respiratória profilática em cirurgia cardíaca foi questionada após metanálise de 18 ensaios. Entretanto, destes apenas cinco utilizaram CPAP e três pressão positiva intermitente (43).

Estudos mais recentes em pacientes no POCC apontam para a efetividade da fisioterapia respiratória neste grupo de pacientes quanto a redução de áreas atelectásicas e melhora dos valores espirométricos (6, 44) , bem como, na redução do tempo de internação (5), especialmente quando associada a pressão positiva por máscara facial. Benefícios na reversão da hipoxemia quando da utilização de CPAP em pós-operatório também foram verificados, assim como melhora dos parâmetros ventilatórios em pacientes com edema pulmonar cardiogênico (45).

Entre as técnicas atualmente utilizadas pela fisioterapia nesta população podemos citar: pressão positiva na via aérea, estímulo de tosse, aspiração de vias aéreas, exercícios respiratórios.

Segundo a American Association for Respiratory Care (46), a pressão positiva na via aérea auxilia na mobilização de secreções e tratamento de atelectasias e inclui-se nesta terapia três formas de pressão: pressão positiva contínua na via aérea (Continuous Positive Airway Pressure – CPAP), pressão expiratória positiva (Positive Expiratory Pressure – PEP) e pressão expiratória positiva na via aérea (Expiratory Positive Airway Pressure – EPAP). A pressurização oferecida pela pressão positiva durante a fase expiratória propicia aumento da capacidade residual funcional, prevenindo a ocorrência de colapso alveolar (47). Apesar de terem mesmo objetivo as técnicas diferenciam-se entre si quanto a mecanismo de ação.

Durante a terapia com CPAP o paciente respira em um circuito pressurizado, que mantém constante pressão durante inspiração e expiração, podendo variar entre 5 cm H₂O e 20 cm H₂O. CPAP requer uma fonte de fluxo de ar durante a inspiração que mantenha uma pressão positiva na via aérea. Da mesma forma que neste sistema, a terapia com PEEP, ofertada pelo ventilador mecânico, mantém pressão positiva na via aérea aberta ao final da expiração, além de não negativar a pressão na fase inspiratória, mantendo-a “menos positiva”. A diferença entre as duas formas de pressão está no circuito que oferta a pressão e na interface com o paciente (48).

Na terapia com PEP, o paciente expira contra um resistor de orifício que mantém a pressão positiva na fase expiratória. Este sistema não requer fonte de fluxo e a pressão pode variar entre 10 cm H₂O e 20 cm H₂O.

Na terapia com EPAP o paciente expira contra um resistor de molas (Spring Loaded) ou coluna d’água, também sem necessitar fonte de fluxo de ar e a pressão pode variar entre 10 cm H₂O e 20 cm H₂O. A interface com o paciente pode ser um bucal ou máscara siliconada. Um manômetro pode ser utilizado para ajustes iniciais de resistência e fluxo aéreo.

A monitorização de pressão positiva na via aérea é adequadamente realizada seguindo parâmetros como: respostas subjetivas do paciente (dor, desconforto, dispnéia e resposta à terapia), pulso e ritmo cardíaco (quando eletrocardiograma está disponível), padrão e frequência ventilatória, expansibilidade torácica, sincronismo toracoabdominal, produção de secreção, ocorrência de confusão mental, coloração da pele, sons ventilatórios, pressão sanguínea, oximetria de pulso, gasometria arterial e pressão intracraniana em casos específicos (46).

Entre as indicações para utilização de pressão positiva encontram-se prevenção e reversão de atelectasias (7, 49), redução do aprisionamento de ar no paciente asmático ou com DPOC e mobilização de secreções. No entanto, apresenta as limitações de requerer respiração espontânea do paciente e equipamento para oferta de fluxo de ar no caso do CPAP. CPAP também requer pessoal treinado para instalação e adequação do equipamento no paciente, o que o torna menos portátil que outras formas de pressão positiva. Seu uso está contraindicado em pacientes com instabilidade hemodinâmica, intolerância ao aumento de trabalho respiratório, pressão intracraniana > 20 mmHg, trauma facial recente, epistaxe, cirurgia esofágica, hemoptise ativa, náusea, pneumotórax não tratado ou suspeita de ruptura da membrana do tímpano. Em contrapartida, na terapia com EPAP, não é necessário fluxo adicional de ar. O paciente, quando bem instruído, pode autoaplicar EPAP, desde que seja capaz de respirar com fluxo de ar constante na máscara (48).

Algumas complicações podem ocorrer em decorrência do uso de pressão positiva. São elas: aumento do trabalho respiratório podendo levar a hipoventilação e hipercapnia, aumento da pressão intracraniana, comprometimento cardiovascular

como isquemia miocárdica e redução do retorno venoso, claustrofobia, lesão pulmonar por barotrauma, possibilitando vômito e aspiração, ruptura de pele e desconforto pelo uso da máscara (50, 51).

Sua necessidade pode ser avaliada quando o paciente apresentar retenção de secreção não responsiva a tosse espontânea ou estimulada, história de problemas pulmonares tratados satisfatoriamente com drenagem postural, redução dos sons respiratórios ou ruídos adventícios sugerindo acúmulo de secreção na via aérea, alteração dos sinais vitais como taquipnéia e taquicardia, anormalidade radiográfica como atelectasia, “plugs” de secreção ou infiltrado e anormalidades em gasometria arterial ou saturação de oxigênio.

O paciente em uso de pressão positiva deve ser monitorado constantemente quanto à dor, desconforto, dispnéia, frequência cardíaca e pulso, frequência respiratória, produção de secreção, função mental, cianose, pressão sangüínea, ausculta respiratória, oximetria de pulso e gasometria arterial se for necessário. Monitoração de pressão intracraniana é necessária em casos específicos.

2.5 Efeitos hemodinâmicos da pressão positiva

O uso de pressão positiva nas vias aéreas quer como método ventilatório por VMI ou VMNI quer como adjunto a técnicas fisioterapêuticas pode ocasionar alterações hemodinâmicas em maior ou menor grau.

Segundo Pinsky (39) os efeitos hemodinâmicos da ventilação são complexos, mas podem ser agrupados em quatro conceitos clinicamente relevantes. Em primeiro lugar, deve-se considerar que ventilação espontânea é exercício e pacientes graves podem não resistir ao aumento de trabalho respiratório, principalmente em situação de desmame do suporte ventilatório mecânico. Em

segundo lugar, sabe-se que mudanças no volume pulmonar alteram o tono autonômico e a resistência vascular pulmonar (RVP). Portanto, altos volumes pulmonares aumentam resistência vascular pulmonar e a pressão na artéria pulmonar, impedindo ejeção ventricular direita. Sendo assim, a redução de volumes pulmonares induz ao colapso alveolar e hipóxia, estimulando um aumento no tono vasomotor pulmonar por processo de vasoconstrição pulmonar hipóxica. Manobras de recrutamento com PEEP e CPAP podem reverter a vasoconstrição pulmonar hipóxica e reduzir a pressão na artéria pulmonar. Em terceiro lugar, esforço inspiratório espontâneo reduz a pressão intratorácica, associando-se ao aumento da pressão intraabdominal pelo abaixamento do diafragma, aumentando assim o retorno venoso. Além disso, a maior redução na pressão intratorácica causa maior aumento na pós-carga ventricular esquerda para uma pressão arterial constante. Ventilação mecânica, por abolir a oscilação negativa na pressão intratorácica, poderia seletivamente reduzir a pós-carga ventricular esquerda, contanto que o aumento nos volumes pulmonares e pressão intratorácica fossem pequenos. Finalmente, ventilação com pressão positiva aumenta a pressão intratorácica. Devido a isso, no estado hipovolêmico, a ventilação com pressão positiva pode induzir profunda redução no retorno venoso, podendo causar hipotensão e ser deletéria nesta situação. No entanto, o aumento da pressão intratorácica pode reduzir a pós-carga ventricular esquerda e aumentar a ejeção ventricular esquerda. Em decorrência disso, em pacientes com insuficiência cardíaca hipervolêmica, os efeitos são benéficos havendo redução da pré e da pós-carga que pode resultar em ejeção ventricular esquerda melhor, aumentando débito cardíaco e reduzindo a demanda de oxigênio miocárdica (39).

O uso da pressão positiva recruta unidades alveolares colapsadas por aumento das pressões alveolares. Assim reduz-se o shunt e melhora a relação ventilação/perfusão, melhorando as trocas gasosas. Estabelecida uma diminuição do trabalho respiratório (52) e de desempenho cardíaco, há uma redução da carga imposta à musculatura respiratória, predispondo ao maior controle da hipoxemia (47). As alterações de volumes pulmonares acarretadas pelo uso de pressão positiva desencadeiam mudanças na resistência e capacitância vascular pulmonar. Esses efeitos afetam a contratilidade miocárdica, bem como a pré e pós-carga de ventrículo direito e esquerdo.

Em estudo experimental realizado com suínos, ventilados sob o conceito de “open lung ventilation” (ventilação com manutenção de pulmão aberto), aumentaram significativamente as áreas pulmonares aeradas, comparativamente à ventilação mecânica convencional volume-controlada, não havendo evidência de efeitos negativos sobre a pós-carga ventricular direita e pós-carga ventricular esquerda. As reduções no débito cardíaco e pressão arterial pulmonar média na ventilação pulmonar aberta foram consequência da redução da pré-carga (53).

Em muitos casos, a combinação entre insuficiência cardíaca esquerda e insuficiência respiratória gera um ciclo vicioso que culmina com edema agudo de pulmões, colocando a vida em risco. A VMI tem o objetivo de melhorar este quadro (54), aliviando o trabalho respiratório e melhorando a oxigenação (24). No entanto, pode causar complicações hemodinâmicas e respiratórias importantes (32, 55) com efeitos hemodinâmicos deletérios, como prejuízo da função ventricular esquerda em altos níveis de PEEP (56), principalmente em pacientes hipovolêmicos.

Com relação aos efeitos da VMNI, estudos demonstraram que BIPAP contribui para melhorar as trocas gasosas pulmonares, o fluxo sanguíneo sistêmico e o suprimento de oxigênio para os tecidos (57, 58). BIPAP inicialmente esteve associado a taxas mais altas de infarto do miocárdio em pacientes com edema agudo de pulmão (35), o que não foi confirmado posteriormente pelos estudos de Park et al (36) e Bellone et al (59). No trabalho de Bellone et al (59) foi comparada a ventilação com BIPAP (IPAP de 15 cm H₂O, EPAP de 5 cm H₂O) e CPAP de 10 cm H₂O no tratamento de edema agudo de pulmão. BIPAP mostrou-se tão efetivo quanto CPAP no tratamento de edema agudo de pulmão, sem aumentar taxas de infarto do miocárdio. No trabalho de Park et al (36) comparou-se a utilização de oxigenioterapia, BIPAP e CPAP no tratamento de edema agudo de pulmão. BIPAP mostrou-se efetivo e acelerou a recuperação de sinais vitais e gasométricos, evitando intubações.

A VMNI é atualmente caracterizada com nível de significância A pelo Guidelines no Diagnóstico e Tratamento da Insuficiência Cardíaca Aguda da Sociedade Européia de Cardiologia (60). O CPAP exerce efeitos positivos sobre a função cardíaca reduzindo a pré-carga através da redução do retorno venoso e a pós-carga (10, 61) através da redução da pressão transmural do ventrículo esquerdo (32). Pacientes com edema pulmonar cardiogênico receberam CPAP de 10 cm H₂O por 30 minutos e além da melhora nos parâmetros ventilatórios, todos os que tinham contratilidade ventricular esquerda preservada obtiveram redução do volume diastólico final do ventrículo esquerdo, ou seja, da pré carga (10).

O papel do CPAP na melhora de função cardíaca tem sido evidenciado, como nos trabalhos de Sin (62) e Lenique (52). CPAP associou-se a melhora da fração de ejeção do ventrículo esquerdo e redução do risco relativo de mortalidade e

transplante cardíaco em pacientes com apnéia do sono e respiração de Cheyne-Stokes (62). Em pacientes com insuficiência cardíaca esquerda CPAP de 10 cm H₂O reduziu trabalho muscular sem alterar débito cardíaco. A discreta redução de pressões atriais direita e esquerda sugere melhora na performance cardíaca (52).

Alguns trabalhos mostram resultados resultados diferentes. Há relatos de redução do índice cardíaco e débito cardíaco, em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva, em fibrilação atrial (63) bem como em ritmo sinusal podendo demonstrar inibição da atividade simpática cardíaca (64).

3. JUSTIFICATIVA

Pacientes em POCC apresentam várias complicações como disfunção ventricular esquerda e complicações respiratórias, necessitando fisioterapia e podendo beneficiar-se de técnicas que utilizam pressão positiva, dentre as quais EPAP.

No entanto, existe a possibilidade de que pressão positiva possa levar a efeitos hemodinâmicos deletérios em algumas situações.

Embora EPAP seja usado em POCC como técnica fisioterápica, não existem dados sobre seus efeitos hemodinâmicos neste grupo de pacientes e tal conhecimento seria importante para adequar o manejo destes pacientes.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Verificar as repercussões hemodinâmicas decorrentes da aplicação da Máscara de Pressão Expiratória Positiva (EPAP) em pacientes no pós-operatório de cirurgias cardíacas mensurados por cateter de artéria pulmonar.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar as repercussões hemodinâmicas das variáveis pressão arterial média (PAM), pressão média da artéria pulmonar (PMAP), pressão venosa central (PVC), pressão de oclusão da artéria pulmonar (POAP), índice cardíaco (IC), índice de volume sistólico (IVS), índice de trabalho sistólico do ventrículo direito (ITSVD), índice de trabalho sistólico do ventrículo esquerdo (ITSVE), índice de resistência vascular sistêmica (IRVS), índice de resistência vascular pulmonar (IRVP), saturação periférica de oxigênio (SpO_2), frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (FR) decorrentes da aplicação da Máscara de Pressão Expiratória Positiva (EPAP) com 10 cmH₂O, comparativamente aos valores em repouso em pacientes no pós-operatório de cirurgias cardíacas mensurados por cateter de artéria pulmonar.

Comparar estas variáveis hemodinâmicas, subdividindo o grupo em fração de ejeção normal (> 50%) e fração de ejeção reduzida (\leq 50%).

5 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA

1. Braunwald E, Bonow RO, Libby P, Zipes DP. Tratado de doenças cardiovasculares. In: Elsevier S, editor. 7a. ed. Rio de Janeiro; 2006. p. 1093-2016.
2. Barreto SSM, Vieira SRR, Pinheiro CTS. Monitorização Hemodinâmica. Introdução à Ventilação Mecânica. Pré e Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca. In: ArtMed, editor. Rotinas em Terapia Intensiva. 3a. edição ed. Porto Alegre; 2003. p. 47-52.139-156.427-434.
3. Davenport DL, Henderson WG, Khuri SF, Mentzer RM. Preoperative risk factors and surgical complexity are more predictive of costs than postoperative complications. *Annals of Surgery* 2005;242:463-471.
4. Stiller K. Physiotherapy in Intensive Care. *Chest* 2000;118:1801-1813.
5. Leguisamo CP, Kalil RAK, Furlani AP. A efetividade de uma proposta fisioterapêutica pré-operatória para cirurgia de revascularização do miocárdio. *Brazilian Journal Cardiovascular Surgery* 2005;20:134-141.
6. Borghi-Silva A, Mendes RG, Costa Fde S, Di Lorenzo VA, Oliveira CR, Luzzi S. The influences of positive end expiratory pressure (PEEP) associated with physiotherapy intervention in phase I cardiac rehabilitation. *Clinics* 2005;60(6):465-72.
7. Pasquina P, Merlani P, Granier JM, Ricou B. Continuous positive airway pressure versus noninvasive pressure support ventilation to treat atelectasis after cardiac surgery. *Anesth Analg* 2004;99(4):1001-8, table of contents.

8. Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000;44(1):75-81.
9. Michalopoulos A, Anthi A, Rellos K, Geroulanos S. Effects of positive end-expiratory pressure (PEEP) in cardiac surgery patients. *Respir Med* 1998;92(6):858-62.
10. Bendjelid K. Right atrial pressure: determinant or result of change in venous return? *Chest* 2005;128(5):3639-40.
11. Castro I. Cirurgia Cardíaca para o Clínico. In: ArtMed, editor. *Cardiologia: Princípios e Prática*. Porto Alegre; 1999. p. 1059-1065.
12. Lamer C, Harboun M, Knani L, Moreau D, Tric L, LeGuillou JL, et al. Quality of life after complicated elective surgery requiring intensive care. *Intensive Care Med* 2004;30(8):1594-601.
13. Alp E, Voss A. Review: Ventilator associated pneumonia and infection control. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 2006;5(7).
14. Ott DA, Cooley DA, Solis RT, Harrisson CB. Wound complications after median sternotomy: A study of 61 patients from a consecutive series 9,279. *Bulletin of Texas Heart Institute* 1980;7:104-111.
15. Soares PPS, Moreno AM, Cravo SLD, Nóbrega ACL. Coronary artery bypass surgery and longitudinal evaluation of autonomic cardiovascular function. *Critical Care* 2005;9:R124-R131.

16. Abuissa H, O'Keefe JH, Jr., Harris W, Lavie CJ. Autonomic function, omega-3, and cardiovascular risk. *Chest* 2005;127(4):1088-91.
17. Wiesenack C, Fiegl C, Keyser A, Laule S, Prasser C, Keyl C. Continuously assessed right ventricular end-diastolic volume as a marker of cardiac preload and fluid responsiveness in mechanically ventilated cardiac surgical patients. *Critical Care* 2005;9:R226-R233.
18. Mahmoud ABS, Burhani MS, Hannef AA, Jamjoom AA, Al-Githmi IS, Baslaim GM. Effect of modified ultrafiltration on pulmonary function after cardiopulmonary bypass. *Chest* 2005;128.
19. Grinnan DC, Truwit JD. Clinical review: Respiratory mechanics in spontaneous assisted ventilation. *Chest* 2005;9:472-484.
20. Hachenberg T, Brussel T, Roos N, Lenzen H, Mollhoff T, Gockel B, et al. Gas exchange impairment and pulmonary densities after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1992;36(8):800-5.
21. Schillaci S. Cambios postoperatorios de la funcion pulmonar. *Revista Argentina de Anestesiologia* 2001;59:254-265.
22. Freire RBP, Gun C. Admissão do paciente na unidade de pós-operatório: procedimentos de rotina. *Revista da Sociedade Cardiologia do Estado de São Paulo* 2001;11:1000-1004.
23. Smith RP, Fletcher R. Positive end-expiratory pressure has little effect on carbon dioxide elimination after cardiac surgery. *Anesth Analg* 2000;90(1):85-8.

24. Hachenberg T, Tenling A, Nystrom SO, Tyden H, Hedenstierna G. Ventilation-perfusion inequality in patients undergoing cardiac surgery. *Anesthesiology* 1994;80(3):509-19.
25. Herlihy JP, Koch SMK, Jackson R, Nora H. Course of weaning from prolonged mechanical ventilation after cardiac surgery. *Texas Heart Institute Journal* 2006;33:122-129.
26. Seymour CW, Martinez A, Christie JD, Fuchs BD. The outcome of extubation failure in a community hospital intensive care unit: a cohort study. *Critical Care* 2004;8:R322-R327.
27. Atik FA. Monitorização hemodinâmica em cirurgia cardíaca pediátrica. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2004;82:199-208.
28. Summerhill EM, Baram M. Principles of pulmonary artery catheterization in the critically ill. *Lung* 2005;183:209-219.
29. Scanlan CL, Wilkins RL, Stoller JK. Ajustes do Suporte Ventilatório. In: Manole, editor. *Fundamentos da terapia respiratória de Egan*. São Paulo; 2000. p. 943-944.
30. Shure D. Pulmonary-artery catheters--peace at last? *N Engl J Med* 2006;354(21):2273-4.
31. Barach AL, Martin J, Eckman M. Positive pressure respiration and its application to the treatment of acute pulmonary edema. *Archives of Internal Medicine* 1938;12:754-95.

32. Meyer EC, Filho GL, Schettino GPP, Carvalho RR. Ventilação não-invasiva no cardiopata grave. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo* 1998;8:420-425.
33. Girou E, Brun-Buisson C, Taille S, Lemaire F, Brochard L. Secular trends in nosocomial infections and mortality associated with noninvasive ventilation in patients with exacerbation of COPD and pulmonary edema. *Jama* 2003;290(22):2985-91.
34. Meduri GU. Noninvasive positive-pressure ventilation in patients with acute respiratory failure. *Clin Chest Med* 1996;17(3):513-53.
35. Mehta S, Jay GD, Woolard RH, Hipona RA, Connolly EM, Cimini DM, et al. Randomized, prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Crit Care Med* 1997;25(4):620-8.
36. Park M, Lorenzi-Filho G, Feltrim MI, Viecili PR, Sangean MC, Volpe M, et al. Oxygen therapy, continuous positive airway pressure, or noninvasive bilevel positive pressure ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. *Arq Bras Cardiol* 2001;76(3):221-30.
37. Otero R, Garcia AJ. Clinical review: New technologies - venturing out of the intensive care unit. *Critical Care* 2004;9:296-302.
38. Koksai GM, Sayilgan C, Sen O, Oz H. The effects of different weaning modes on the endocrine stress response. *Critical Care* 2004;8:R31-R34.
39. Lapinsky SE, Mehta S. Bench-to-beside review: Recruitment and recruiting maneuvers. *Critical Care* 2005;9:60-65.

40. Alía I, Esteban A. Review: Weaning from mechanical ventilation. *Critical Care* 2000;4:72-80.
41. Trevisan C, Vieira SRR, Blom M, Cassel L, Hahn C, Pinheiro P. Evaluation of noninvasive mechanical with positive pressure in the management of patients with difficult weaning from invasive mechanical ventilation. *Critical Care* 2005;9(suppl1):S56.
42. Ferrer M, Esquinas A, Arancibia F, Bauer TT, Gonzalez G, Carrillo A, et al. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure: a randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168(1):70-6.
43. Pasquina P, Tramer MR, Walder B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *Bmj* 2003;327(7428):1379.
44. Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Friberg O, Hedenstierna G, Tenling A. Deep-breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after coronary artery bypass surgery. *Chest* 2005;128(5):3482-8.
45. Bendjelid K, Schutz N, Suter PM, Fournier G, Jacques D, Fareh S, et al. Does continuous positive airway pressure by face mask improve patients with acute cardiogenic pulmonary edema due to left ventricular diastolic dysfunction? *Chest* 2005;127(3):1053-8.
46. Hilling L, Bakow E, Fink J, Kelly C, Sobush D, Southorn PA. Use of Positive Airway Pressure Adjuncts to Bronchial Hygiene Therapy: AARC Clinical Practice Guideline. *Respiratory Care* 1993;38:516-521.
47. Regenga MM. *Fisioterapia em cardiologia: da UTI à reabilitação*. 1a. edição

ed. São Paulo; 2000.

48. Harrison MJ. PEEP and CPAP. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1986;292(6521):643-4.
49. Nava S, Gregoret C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med* 2005;33(11):2465-70.
50. Marino WD, Szaniszlo MO. Evaluation of discomfort caused by different levels of support pressure during mechanical ventilation via face mask. *Chest* 2005;128.
51. Treacher DF, Leach RM. ABC of oxygen. Oxygen transport-1. Basic principles. *British Medical Journal* 1998;317:1302-1306.
52. Lenique F, Habis M, Lofaso F, Dubois-Rande JL, Harf A, Brochard L. Ventilatory and hemodynamic effects of continuous positive airway pressure in left heart failure. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155(2):500-5.
53. Miranda DR, Klompe L, Cademartiri F, Haitisma JJ, Palumbo A, Takkenberg JJM, et al. The effect of open lung ventilation on right ventricular and left ventricular function in lung-lavaged pigs. *Critical Care* 2006;10.
54. Crane SD, Elliott MW, Gilligan P, Richards K, Gray AJ. Randomised controlled comparison of continuous positive airways pressure, bilevel non-invasive ventilation, and standard treatment in emergency department patients with acute cardiogenic pulmonary oedema. *Emerg Med J* 2004;21(2):155-61.
55. Auler JOC, Carmona MJC, Barbas CV, Saldiva PHN, Malbouisson LMS. The effects of positive end-expiratory pressure on respiratory system mechanics and

hemodynamics in postoperative cardiac surgery patients. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2000;33:31-42.

56. Luecke T, Roth H, Hermann P, Joachim A, Weisser G, Pelosi P, et al. Assessment of cardiac preload and left ventricular function under increasing levels of positive end-expiratory pressure. *Intensive Care Medicine* 2004;30:119-126.

57. Putensen C, Wrigge H. Clinical Review: Biphasic positive airway pressure and airway pressure release ventilation. *Critical Care* 2004;8:492-497.

58. Costa D, Toledo A, Silva AB, Sampaio LM. Influence of noninvasive ventilation by BiPAP on exercise tolerance and respiratory muscle strength in chronic obstructive pulmonary disease patients (COPD). *Rev Lat Am Enfermagem* 2006;14(3):378-82.

59. Bellone A, Monari A, Cortellaro F. Myocardial infarction rate in acute pulmonary edema: Noninvasive pressure support ventilation versus continuous positive airways pressure. *Critical Care Medicine* 2004;32:1860-1865.

60. Masip J, Roque M, Sanchez B, Fernandez R, Subirana M, Exposito JA. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and meta-analysis. *Jama* 2005;294(24):3124-30.

61. Midelton GT, Frishman WH, Passo SS. Congestive heart failure and continuous positive airway pressure therapy: support of a new modality for improving the prognosis and survival of patients with advanced congestive heart failure. *Heart Dis* 2002;4(2):102-9.

62. Antonelli M, Conti G. Noninvasive positive pressure ventilation as treatment for

acute respiratory failure in critically ill patients. *Crit Care* 2000;4(1):15-22.

63. Kiely JL, Deegan P, Buckley A, Shiels P, Maurer B, McNicholas WT. Efficacy of nasal continuous positive airway pressure therapy in chronic heart failure: importance of underlying cardiac rhythm. *Thorax* 1998;53(11):957-62.

64. Kaye DM, Mansfield D, Aggarwal A, Naughton MT, Esler MD. Acute effects of continuous positive airway pressure on cardiac sympathetic tone in congestive heart failure. *Circulation* 2001;103(19):2336-8.

6. ARTIGO EM INGLÊS

HEMODYNAMIC REPERCUSSIONS OF POSITIVE EXPIRATORY PRESSURE USING A FACIAL MASK (EPAP) IN POST-OPERATIVE CARDIAC SURGERY MEASURED BY A PULMONARY ARTERY CATHETER

Ana Claudia Borges dos Santos Sena¹, Sérgio Pinto Ribeiro², Sílvia Regina Rios Vieira³

- ¹ Physiotherapist; Centro Universitário Metodista IPA; Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brazil.
- ² Assistant Professor at the Department of Intensive Medicine – FAMED – UFRGS; Pneumologist and Intensivist; Chefe of the ICU, Intensive Medicine Service; Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Brazil.
- ³ Assistant Professor at the Department of Intensive Medicine – FAMED – UFRGS; Cardiologist and Intensivist; Intensive Medicine Service; Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), Brazil.

Correspondence to: Ana Claudia Borges dos Santos Sena
Rua Roque Calage 400 apto. 401
91350-090
Porto Alegre, Brasil
E-mail: anacbsantos@iq.com.br

ABSTRACT

Introduction: Expiratory positive airway pressure by facial mask (EPAP) is used as physiotherapeutic tool in the management of patients after major surgeries as cardiac surgery but its hemodynamic effect is not well studied. The goal of this study was to evaluate hemodynamic changes caused by EPAP use after cardiac surgery in patients monitored by pulmonary artery catheter.

Methods: Patients in the first or second day after cardiac surgery, with respiratory and hemodynamic stability and with pulmonary artery catheter, were included. They were evaluated at rest and after using EPAP of 10 cm, by facial mask, in a randomized order. Variables studied were peripheral oxygen saturation (SpO₂), heart rate (HR), respiratory rate (RR), mean arterial systemic and pulmonary pressures (MAP and MPAP), central venous pressure (CVP), pulmonary capillar wedge pressure (PCWP), cardiac index, stroke index, stroke work index from left and right ventricles, systemic and pulmonary vascular resistance. The group was studied as a whole and divided in subgroups (with ejection fraction \leq 50% or $>$ 50 %) and values were compared with t test and ANOVA. Results are shown in mean and standard deviation and significance level was $p < 0.05$.

Results: Twenty-eight patients were studied (22 men, mean age 68 ± 11 years). The most common surgery was myocardial revascularization ($n=17$). EPAP was well tolerated in patients studied. Comparing rest and EPAP periods, increases were observed in: PCWP (11.9 ± 3.8 to 17.1 ± 4.9 mmHg, $P < 0.001$); CVP (8.7 ± 4.1 to 10.9 ± 4.3 , $p=0.014$); MPAP (21.5 ± 4.2 to 26.5 ± 5.8 , $p < 0.001$); MAP (76 ± 10 to 80 ± 10 , $p < 0.035$). All other variables did not show significant changes. Similar results were observed dividing patients according to ejection fraction \leq 50% ou $>$ 50%.

Conclusions: EPAP was well tolerated in this group of stable patients. Despite increases in right and left filling pressures as well as in arterial pressure, there was no hemodynamic or respiratory deterioration. Similar results occurred both in patients normal and reduced ejection fraction.

Keywords: cardiac surgery, positive expiratory pressure, hemodynamic monitoring.

INTRODUCTION

The post-operative period of major surgeries, such as cardiac surgery, usually result in hemodynamic complications (1), as well as respiratory complications, such as atelectasis, respiratory infection and bronchopneumonia (2). Consequently, although controversial, the use of respiratory physiotherapy is recommended in these cases (3).

Among the different physiotherapeutic techniques, the use of positive expiratory airway pressure using a facial mask (EPAP), although still little described in the literature, has been used to dislodge secretions and avoid atelectasis (4). It is known that invasive mechanic ventilation (IMV) (5-7) and non-invasive mechanic ventilation (NIMV) (8, 9) can cause ventilatory (9-11) and hemodynamic alterations. Therefore we can hypothesis that EPAP may have hemodynamic repercussions, but these repercussions have not been studied yet. Moreover, it is known that the increase in expiratory resistance caused by EPAP may have harmful repercussions, such as an increase in respiratory work (12) at least in less stable patients, which could be deleterious in the post-operative period of cardiac surgery.

According to Stiller (13), most studies conducted in physiotherapy investigating hemodynamic and metabolic effects used varied combinations of techniques; therefore, it is not possible to attribute specific results to a specific technique. Thus, studies of commonly and specific used techniques are both necessary and urgent.

As the hemodynamic effects of the use of EPAP have not been well studied yet, despite their frequent use in patients at Intensive Care Units (ICU) and during post-operative periods, the authors conducted thus study aiming to evaluate the

hemodynamic repercussions of EPAP in a group of stable patients at post-operative period of cardiac surgery.

MATERIAL AND METHODS

Population and Sample

The present study was conducted from January 2004 to February 2006 at the Intensive Care Unit of Hospital São Francisco da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (ISCOMPA), Brazil.

The sample included patients with catheterization of the pulmonary artery. Patients were awake, ventilating in room air, or using a nasal catheter and responding to verbal commands when the maneuver was performed.

Intubated patients, with severe pulmonary disease, hemodynamic instability (MBP < 70 mmHg and > 100 mmHg, Systolic Pressure < 100 mmHg, IC < 2.2 %, making use of Inotropic medication – vasoactive substances: Dopamine > 5 micrograms/Kg/min; Dobutamine > 5 micrograms/Kg/min, and Noradrenaline at any dose) were excluded from the study.

Procedures started as soon as the patient met the established requirements of hemodynamic stability, according to the analysis of his or her evaluation and after having signed an informed consent form. This study was approved by the Ethic and Research Committee of the Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, Brazil.

Tools for Data Collection

The tools necessary for the conduction of the study were: a silicone facial mask (brand: Newmed; manufacturer: Vital Signs), and a spring-loaded valve (brand: Newmed; manufacturer: Vital Signs) (figure 1); a pulmonary artery catheter (brands Baxter or Arrow; manufacturers: Edwards Life Sciences, CA, USA); a Hewlett Packard monitor; informed consent forms clinical, evaluation forms, and hemodynamic data collection forms.

Study Variables

The factor studied was the effect of positive pressure using a facial mask. Study variables recorded in the monitor were: peripheral oxygen saturation (SpO₂), heart rate (HR), respiratory rate (RR), mean arterial pressure (MAP), central venous pressure (CVP), pulmonary artery occlusion pressure (PCWP), mean pulmonary artery pressure (MPAP), cardiac output (CO), cardiac index (CI), systolic volume index (SVI), left ventricle systolic work index (LVSWI), right ventricle systolic work index (RVSWI), systemic vascular resistance index (SVRI), and pulmonary vascular resistance index (PVRI).

Study Description

The present study was a non-probabilistic clinical trial whose order of collection was established by crossed randomization. A raffle decided the order of collection; the raffle itself was done by a unit nurse via a set of sealed envelopes containing the descriptions “moment at rest” and “moment 10 cm”.

Calculation of the size of the sample

The calculation of the size of the sample was based on the study of Park et al (32). For a level of significance of 5%, a power of 85% and a size of moderate effect ($d = 0,6$) enter the evaluations of the hemodinâmicos parameters in the moment rest and moment 10cm, got a minimum total of 25 patients. This calculation was carried through in program PEPI (Programs will be Epidemiologists) version 4.0.

Protocol

In the protocol adopted for this study, the patients were evaluated in three different moments: basal moment, moment at rest, and moment 10 cm.

First, a trained nurse that will help us the hemodynamic measurements coupled the pulmonary artery catheter to the monitor. Then, after the stabilization of the parameters, the basal values of the patient were recorded (basal moment).

After that, patients were randomized into two groups by means of a raffle for the measures to be taken. Group 1: measures were taken first at rest (moment at rest); second, using the mask (moment 10 cm); Group 2: measures were taken first using the mask (moment 10 cm). In between measures, five to ten minutes were waited, so that patient's values would return to basal.

Measurements were taken at rest end with EPAP 10 cm (moment 10). The mask was placed on the patient's face; the patient remained five minutes breathing against a valve resistance of 10 cm H₂O. In both moment all variables were measured. The arithmetic mean the three values of the variables studied was recorded during the performance of the maneuvers.

Finally, the data were analyzed by dividing patients with normal ejection fraction (EF) (above 50%) and patients with reduced ejection fraction (lower or equal to 50%) (14).

Observations:

- a) Internal pressure of the mask was checked by manometry;
- b) Time for the performance of maneuvers never exceeded ten minutes;
- c) The procedure was performed on the 1st or 2nd day of the post-operative period, when patients may still have the pulmonary artery catheter, as needed;
- d) Patients were verbally stimulated to breathe normally during mask use in order to standardize the respiratory pattern;
- e) After the end of the maneuver, the patients were stimulated to cough and expectorate.

Criteria for Interruption of Protocol

The following were the criteria for the interruption of the protocol: signs of respiratory discomfort, drop in SpO₂ (< 90%), increase in RR (> 30 mpm), increase in HR (> 130 bpm), change in MAP (< 70 or >100), and agitation.

STATISTICAL ANALYSIS

Category variables were described by absolute frequency and relative percentage frequency. Quantitative variables were described by mean and standard deviation.

Groups 1 and 2 were compared by the cross-over analysis (15) in order to evaluate possible effects of period and interaction. Moments at rest and 10 cm were

compared by means of the Student's t-test for paired samples. The subgroups with $EF > 50\%$ and $EF \leq 50\%$ were compared by ANOVA and the t-test for paired and non-paired data. Results are shown in mean and standard deviation. A 5% significance level was considered.

RESULTS

Thirty-one patients at post operative period of cardiac surgery were selected for the study from January 2004 to February 2006. Three patients did not conclude data collection: two of them due to a sensation of anguish by using the mask, and one for not understanding the commands. There were no other interurrences during the performance of the procedures in the remaining patients. Twenty-eight patients concluded the data collection; of these, twenty-two were men.

The comparison between groups 1 and 2 did not show any effects of period and interaction in the evaluation of hemodynamic variables, showing that the time of performance did not interfere in the measurements taken.

The clinical features of patients included in the study are described in table 1.

Basal values of SpO_2 ($96\% \pm 3$), RR (19 ± 17 mpm), HR (92 ± 17 bpm), MAP (75 ± 10 mmHg), CVP (9 ± 4 mmHg) demonstrated the clinical and hemodynamic stability of patients before the performance of maneuvers.

Table 2 and figures 2, 3, 4 and 5 show the results of the comparison between moment 10 cm and moment at rest on average \pm standard deviation. A statically significant difference was seen between moment 10 cm and moment at rest with

increases in the following variables: MAP, CVP, PCWP, and MPAP. SpO₂ values were kept constant.

Increases in PCWP and MPAP were still seen after being divided by the normal EF (> 50%) and reduced EF (≤ 50%). These data are presented in table 3. Patients with lower EF had higher MPAP and higher PVRI but similar responses to EPAP application.

DISCUSSION

In the present study, stable patients during post operative period of cardiac surgery and monitored with a pulmonary artery catheter were studied to verify the hemodynamic repercussions of EPAP. Basal values of SpO₂, RR, HR, MAP, and CVP showed clinical and hemodynamic stability of patients before the performance of maneuvers. EPAP of 10 cm H₂O was clinically well tolerated with maintenance of SpO₂. It caused only an increase in the following variables: MAP, CVP, PCWP, and MPAP. When comparing normal EF (> 50%) and reduced EF (≤ 50%), a similar result was seen; with also an increase in PCWP and MPAP.

Respiratory physiotherapy is part of intensive therapy in developed countries (13) and has been indicated for patients at post-operative cardiac surgery (16). Although some papers have questioned its effectiveness (3), recent studies have demonstrated the role of physiotherapy in the reduction in time of hospitalization (17), reduction and dislodgement of secretions (18-20), prevention and resolution of atelectasis, improvement of gas exchanges (21), and improvement in inspiratory muscular force (16).

Positive expiratory pressure in the airways has been used as a physiotherapeutic tool. Despite the increase in respiratory muscular work resulting

from the use of EPAP found in some groups (12), this technique shows good results in the reversion of atelectasis, the removal of secretions (20), and the recovery of inspiratory muscular force among post operative cardiac surgery (16). In studies of cystic fibrosis, positive expiratory pressure immediately changes tensions in arterial gases (22). However, all these studies using positive pressure have predominantly evaluated respiratory variables. The present study seems to be the first to have as objective the investigation of the hemodynamic responses of EPAP in a stable population at post-operative cardiac surgery.

Published papers evaluating the effects of physiotherapy in critical patients have used physiotherapy techniques other than EPAP. With other techniques it has been observed, for example, that physiotherapy did not significantly change VO_2 , MAP, and CI in a group of stable patients with mechanical ventilation (19), and that it improved gas exchanges and reduced areas of atelectasis (23).

The use of positive pressure in cardiac patients is already a part of the therapeutic arsenal specially in the form of non-invasive ventilation (NIV). NIV reduces significantly the need for reintubation in patients with respiratory insufficiency (8, 24) . It has been defined that positive pressure improves oxygenation (8, 25) and reduces both respiratory work (26) and ventilatory effort (25). The positive effects of continuous positive pressure on heart performance include: reduction of the pre-load by means of the reduction of venous return and reduction of the post-load by means of the reduction of the transmural pressure of the left ventricle. Therefore it may be considered the gold standard in the treatment of acute lung edema (27). The capacity of the continuous positive pressure to recruit collapsed alveolar units explains the reduction in the “shunt”, thus improving the respiratory mechanics, the oxygenation, and reducing the overload in the cardiovascular system (25). Because of these

benefic effects, most authors (28, 29) recommend NIV in heart insufficiency and acute lung edema. Many papers have found benefic effects of continuous positive airway pressure (CPAP) (24, 30). Some authors suggested poor results with bilevel positive airway pressure (BIPAP) (31), but it was not confirmed by later studies (32). Patients with acute cardiogenic lung edema benefited from non-invasive ventilation with two levels of pressure, although lower than conventional levels of expiratory and inspiratory pressure have been recorded, suggesting a smaller effect in preload and lower risk of hypotension (33) .

Besides the hemodynamic effects of the positive pressure via CPAP and BIPAP in congestive heart insufficiency and acute lung edema, positive pressure with CPAP may also improve the PaO₂ levels and reduce RR in patients with respiratory insufficiency (34). The preventive use of CPAP and BIPAP may be effective to reduce the negative effects of cardiac surgery on the pulmonary function and improving tidal volume, FEV₁ (forced expiratory volume in the first second), and PaO₂ (partial oxygen pressure) (35). Considering these beneficial effects of positive pressure, EPAP could have a beneficial effect in post-operative cardiac patients. In our study, EPAP was well tolerated and was followed only by a slight increase in MAP, an increase in MPAP and in right and left filling pressures. These increases are possibly due to transmission from the increase in intrathoracic pressures.

Nevertheless, it is important to consider that some studies using final positive expiratory pressure (PEEP) during invasive mechanic ventilation (IMV) in post-operative cardiac patients showed some disadvantages. In the paper by Collier et al (36) the prophylactic use of PEEP with levels of 10 cm H₂O was safe, although it did not reduce the debit of the thoracic drainage. Michalopoulos et al (37) compared three levels of PEEP in immediate post-operative cardiac surgery patients. Patients

were randomized in three groups: receiving zero PEEP (group A), 5 cm H₂O (group B) and 10 cm H₂O (group C) during mechanical ventilation. The following were measured: PaO₂/FiO₂ ratio, values of SvO₂ and PvO₂ (oxygen venous pressure), and cardiac index at 30', 4h, and 8h after the application of mechanical ventilation, as well as immediately after extubation, and 30' and 4h after extubation. No statistically significant differences were found in any of the three groups, what authors to conclude that low PEEP levels have no advantage over a zero PEEP level in the improvement of the gas exchanges in post-operative cardiac surgery patients. All operated patients had EF \geq 45% and normal pre-operative respiratory function. After having investigated the effects of PEEP on the mechanics of the respiratory system and hemodynamics of post-operative cardiac surgery patients, Auler et al (5) concluded that increases in PEEP result in a reduction of the airway resistance and the respiratory elastance and may improve the respiratory mechanics. However, given the possibility of hemodynamic instability, PEEP must be carefully applied. In an experimental study, the ventilation with increased levels of PEEP did not change the right ventricular function, while the left ventricular function was deteriorated by high levels of PEEP (6).

These studies highlight the importance of controlling the levels of positive pressure and avoiding very high levels. The level used herein, i.e., 10 cm H₂O of EPAP, did not cause harmful hemodynamic repercussions in the present group of patients.

The limitations of the present study include the small number of patients and the inclusion of only post-operative cardiac who were hemodynamically stable and had no major respiratory diseases associated. Although some of the patients had EF \leq 50%, few had significant myocardial dysfunction (only four with EF \leq 30%).

Moreover, the level of EPAP used was relatively low but within the values usually used in the physiotherapeutic practice. Perhaps larger studies with other types of patients and other pressure values could give different results. However, the results showed herein are valid for the group of patients studied.

In conclusion, in this study of stable post-operative cardiac patients, the use of positive pressure via EPAP as a physiotherapeutic technique was safe and well tolerated and resulted in no harmful effects. It should be highlighted that, despite increases in right and left filling pressures as well as in arterial pressure, there was no hemodynamic or respiratory deterioration and there was a maintenance in SpO₂. Similar results were observed when dividing patients according to normal or reduced ejection fraction.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the nurses who helped in the data collection, all other professionals at the ICU of Hospital São Francisco for their support in carrying out the present study and especially the patients, who are the main reason for this work, for their understanding and availability.

REFERENCES

1. André ACS, DelRossi A. Hemodynamic management of patients in the first 24 hours after cardiac surgery. 2005;33(9):2089-2093.
2. Andrejaitiene J, Sirvinskass E, Bolys R. The influence of cardiopulmonary bypass on respiratory dysfunction in early postoperative period. *Medicina* 2004;40:7-12.
3. Pasquina P, Tramer MR, Walder B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *Bmj* 2003;327(7428):1379.
4. Hilling L, Bakow E, Fink J, Kelly C, Sobush D, Southorn PA. Use of Positive Airway Pressure Adjuncts to Bronchial Hygiene Therapy: AARC Clinical Practice Guideline. *Respiratory Care* 1993;38:516-521.
5. Auler JOC, Carmona MJC, Barbas CV, Saldiva PHN, Malbouisson LMS. The effects of positive end-expiratory pressure on respiratory system mechanics and hemodynamics in postoperative cardiac surgery patients. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2000;33:31-42.
6. Luecke T, Roth H, Hermann P, Joachim A, Weisser G, Pelosi P, et al. Assessment of cardiac preload and left ventricular function under increasing levels of positive end-expiratory pressure. *Intensive Care Medicine* 2004;30:119-126.
7. Theres H, Binkau J, Laule M, Heinze R, Hundertmark J, Blobner M, et al. Phase-related changes in right ventricular cardiac output under volume-controlled mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure. *Critical Care Medicine* 1999;27:953-8.

8. Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med* 2005;33(11):2465-70.
9. Bendjelid K. Right atrial pressure: determinant or result of change in venous return? *Chest* 2005;128(5):3639-40.
10. Castellana FB, Malbouisson LMS, Carmona MJC, Lopes CR, Auler JOCJ. Comparação entre Ventilação Controlada a Volume e a Pressão no Tratamento da Hipoxemia no Período Pós-Operatório de Cirurgia de Revascularização do Miocárdio. *Revista Brasileira de Anestesiologia* 2003;53:440-448.
11. Smith RP, Fletcher R. Positive end-expiratory pressure has little effect on carbon dioxide elimination after cardiac surgery. *Anesth Analg* 2000;90(1):85-8.
12. Barreto SSM, Vieira SRR, Pinheiro CTS. Monitorização Hemodinâmica. Introdução à Ventilação Mecânica. Pré e Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca. In: ArtMed, editor. *Rotinas em Terapia Intensiva*. 3a. edição ed. Porto Alegre; 2003. p. 47-52.139-156.427-434.
13. Stiller K. Physiotherapy in Intensive Care. *Chest* 2000;118:1801-1813.
14. Bhatia RS, Tu JV, Lee DS, Austin PC, Fang J, Haouzi A, et al. Outcome of Heart Failure with Preserved Ejection Fraction in a Population-Based Study. *New England Journal Medicine* 2006;355:260-9.
15. Altman DG. *Practical Statistics for Medical Research*. London: Chapman e Hall/CRC; 1991.

16. Borghi-Silva A, Mendes RG, Costa Fde S, Di Lorenzo VA, Oliveira CR, Luzzi S. The influences of positive end expiratory pressure (PEEP) associated with physiotherapy intervention in phase I cardiac rehabilitation. *Clinics* 2005;60(6):465-72.
17. Leguisamo CP, Kalil RAK, Furlani AP. A efetividade de uma proposta fisioterapêutica pré-operatória para cirurgia de revascularização do miocárdio. *Brazilian Journal Cardiovascular Surgery* 2005;20:134-141.
18. Pryor JA. Physiotherapy for airway clearance in adults. *Eur Respir J* 1999;14(6):1418-24.
19. Berney S, Denehy L. The effect of physiotherapy treatment on oxygen consumption and haemodynamics in patients who are critically ill. *Australian Journal of Physiotherapy* 2003;49:99-104.
20. Denehy L, Berney S. The use of positive pressure devices by physiotherapists. *Eur Respir J* 2001;17:821-829.
21. Schillaci S. Cambios postoperatorios de la funcion pulmonar. *Revista Argentina de Anestesiologia* 2001;59:254-265.
22. Lagerkvist AL, Sten GM, Redfors SB, Lindblad AG, Hjalmarson O. Immediate changes in blood-gas tensions during chest physiotherapy with positive expiratory pressure and oscillating positive expiratory pressure in patients with cystic fibrosis. *Respir Care* 2006;51(10):1154-61.
23. Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Friberg O, Hedenstierna G, Tenling A. Deep-breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after

coronary artery bypass surgery. *Chest* 2005;128(5):3482-8.

24. Antonelli M, Conti G. Noninvasive positive pressure ventilation as treatment for acute respiratory failure in critically ill patients. *Crit Care* 2000;4(1):15-22.

25. Meyer EC, Filho GL, Schettino GPP, Carvalho RR. Ventilação não-invasiva no cardiopata grave. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo* 1998;8:420-425.

26. Miro AM, Pinsky MR, Rogers PL. Effects of the components of positive airway pressure on work of breathing during bronchospasm. *Crit Care* 2004;8(2):R72-81.

27. Winck JC, Azevedo LF, Costa-Pereira A, Antonelli M, Wyatt JC. Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema--a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2006;10(2):R69.

28. Kaye DM, Mansfield D, Aggarwal A, Naughton MT, Esler MD. Acute effects of continuous positive airway pressure on cardiac sympathetic tone in congestive heart failure. *Circulation* 2001;103(19):2336-8.

29. Kiely JL, Deegan P, Buckley A, Shiels P, Maurer B, McNicholas WT. Efficacy of nasal continuous positive airway pressure therapy in chronic heart failure: importance of underlying cardiac rhythm. *Thorax* 1998;53(11):957-62.

30. Lenique F, Habis M, Lofaso F, Dubois-Rande JL, Harf A, Brochard L. Ventilatory and hemodynamic effects of continuous positive airway pressure in left heart failure. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155(2):500-5.

31. Mehta S, Jay GD, Woolard RH, Hipona RA, Connolly EM, Cimini DM, et al.

Randomized, prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Crit Care Med* 1997;25(4):620-8.

32. Park M, Lorenzi-Filho G, Feltrim MI, Viegani PR, Sangean MC, Volpe M, et al. Oxygen therapy, continuous positive airway pressure, or noninvasive bilevel positive pressure ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. *Arq Bras Cardiol* 2001;76(3):221-30.

33. Park M, Sangean MC, Volpe M. Randomized, prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure and bilevel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary oedema. *Crit Care Med* 2004;32:2407-2415.

34. Scarpinella-Bueno MA, Llarges CM, Isola AM, Holanda MA, Rocha RT, Afonso JE. Usi do suporte ventilatório com pressão positiva contínua em vias aéreas (CPAP) por meio de máscara nasofacial no tratamento da insuficiência respiratória aguda. *Rev Ass Med Brasil* 1997;43:180-4.

35. Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000;44(1):75-81.

36. Collier B, Kolff J, Devineni R, Gonzalez LS. Prophylactic Positive End-Expiratory Pressure and Reduction of Postoperative Blood Loss in Open-Heart Surgery. *Annals Thoracic Surgery* 2002;74:1191-4.

37. Michalopoulos A, Anthi A, Rellos K, Geroulanos S. Effects of positive end-expiratory pressure (PEEP) in cardiac surgery patients. *Respir Med* 1998;92(6):858-62.

Table 1: Features of study participants

Feature	N (%) / mean \pm SD
Age, years (mean \pm sd)	68 \pm 11
Sex n (%)	
Male	22 (78.6%)
Female	6 (21.4%)
Surgery n (%)	
CABG	17 (60.7%)
Valve replacement	6 (21.4%)
Valve replacement / CABG	4 (14.3%)
Valve replacement / Aneurismectomy	1 (3.6%)
Previous illnesses n (%)	
Instable angina	4 (22.2%)
Stable angina	14 (77.8%)
Sistemic hipertension	12 (42.9%)
Diabetes melitus	8 (28.6%)
History of Smoking n (%)	
Present smokers	3 (10.7%)
Past smokers	17 (60.7%)
Non-smokers	8 (28.6%)
EF \leq 50%	9 (36%)

TAB 1: CABG = coronary artery bypass graft, EF = ejection fraction.

Table 2: Cardiorespiratory variable comparing EPAP 10 cm and moment at rest.

	At rest	10 cm	P
SpO ₂ (%)	95.5 ± 3.1	96 ± 2.6	0.154
HR (bpm)	89.2 ± 17.1	88.5 ± 16.1	0.503
RR (mpm)	19 ± 1.5	21 ± 4.1	0.069
PCWP (mmHg)	11.8 ± 3.7	17 ± 4.9	< 0.001
MAP (mmHg)	75.5 ± 9.5	80.3 ± 9.5	0.035
CVP (mmHg)	8.7 ± 4.0	10.9 ± 4.3	0.014
MPAP (mmHg)	21.5 ± 4.2	26.4 ± 5.8	< 0.001
CO (l/min)	5.4 ± 1.6	5.4 ± 1.5	0.756
CI (l/min/m ²)	2.9 ± 0.8	2.93 ± 0.7	0.773
SVI (ml/bat/ m ²)	34.6 ± 10.6	34.1 ± 9.9	0.559
LVSWI (g/m ²)	35.2 ± 13.8	36.7 ± 13.3	0.217
RVSWI (gm ²)	8.6 ± 3.5	9.7 ± 4.1	0.057
SVRI (mmHg/l/min)	1927 ± 631	1993 ± 562	0.541
PVRI (mmHg/l/min)	273 ± 79	252 ± 86	0.450

TAB 2: SpO₂ = peripheral oxygen saturation, HR = heart rate, RR = respiratory rate, PCWP = pulmonary artery occlusion pressure, MAP = mean arterial pressure, CVP = central venous pressure, MPAP = mean pulmonary artery pressure, CO = cardiac output, CI = cardiac index, SVI = systolic volume index, LVSWI = left ventricle systolic work index, RVSWI = right ventricle systolic work index, SVRI = systemic vascular resistance index, PVRI = pulmonary vascular resistance index.

Table 3: Cardiorespiratory variables comparing EPAP 10 cm and moment at rest in patients subdivided according to their ejection fraction.

	EF ≤ 50%			EF > 50%		
	At rest	10 cm	p	At rest	10 cm	p
SpO ₂ (%)	94,5 ± 3,9	95,5 ± 3,2	0,172	96,0 ± 2,8	96,4 ± 2,4	0,45
HR (bpm)	91,4 ± 18,2	93,4 ± 17,7	0,050	88,2 ± 17,1	88,2 ± 15,2	0,187
RR (mpm)	19,2 ± 2,1	23,0 ± 6,8	0,220	19,0 ± 1,4	19,9 ± 1,1	0,045
PCWP (mmHg)	12,8 ± 5,0	17,8 ± 4,7	< 0,001	11,5 ± 3,1	16,7 ± 5,1	< 0,001
MAP (mmHg)	69,5 ± 8,2	72,5 ± 5,0	0,279	79,0 ± 9,0	84,9 ± 8,7	0,080
CVP (mmHg)	8,0 ± 5,5	11,8 ± 6,2	0,022	9,1 ± 3,5	10,4 ± 3,3	0,211
MPAP (mmHg)	24,3 ± 4,3*	28,7 ± 5,2	0,007	20,3 ± 4,0*	25,4 ± 6,0	< 0,001
CO (l/min)	5,5 ± 1,7	5,6 ± 1,8	0,075	5,5 ± 1,8	5,4 ± 1,5	0,620
CI (l/min/m ²)	2,8 ± 0,9	3,0 ± 0,9	0,095	3,0 ± 0,9	2,9 ± 0,7	0,593
SVI (ml/bat/m ²)	32,7 ± 9,2	32,6 ± 8,8	0,947	35,8 ± 11,9	35,0 ± 11,1	0,575
LVSWI(g/m ²)	30,3 ± 5,6	31,8 ± 6,2	0,339	38,1 ± 16,7	39,5 ± 15,9	0,414
RVSWI(g/m ²)	10,2 ± 1,9	11,4 ± 2,8	0,294	7,8 ± 4,1	8,8 ± 4,7	0,160
SVRI (mmHg/l/min)	1862 ± 583	1711 ± 389	0,234	1964 ± 699	2153 ± 605	0,207
PVRI (mmHg/l/min)	340 ± 58*	284 ± 98	0,494	234 ± 62*	233 ± 79	0,930

TAB 3: EF = Ejection fraction, SpO₂ = peripheral oxygen saturation, HR = heart rate, RR = respiratory rate, PCWP pulmonary artery occlusion pressure, MAP = mean arterial pressure, CVP = central venous pressure, MPAP = mean pulmonary artery pressure, CO = cardiac output, CI = cardiac index, SVI = systolic volume index, LVSWI = left ventricle systolic work index, RVSWI = right ventricle systolic work index, SVRI = systemic vascular resistance index, PVRI = pulmonary vascular resistance index.

* p < 0.05 comparing subgroups EF ≤ 50% and EF > 50%



Figure 1: positive expiratory pressure by facial mask

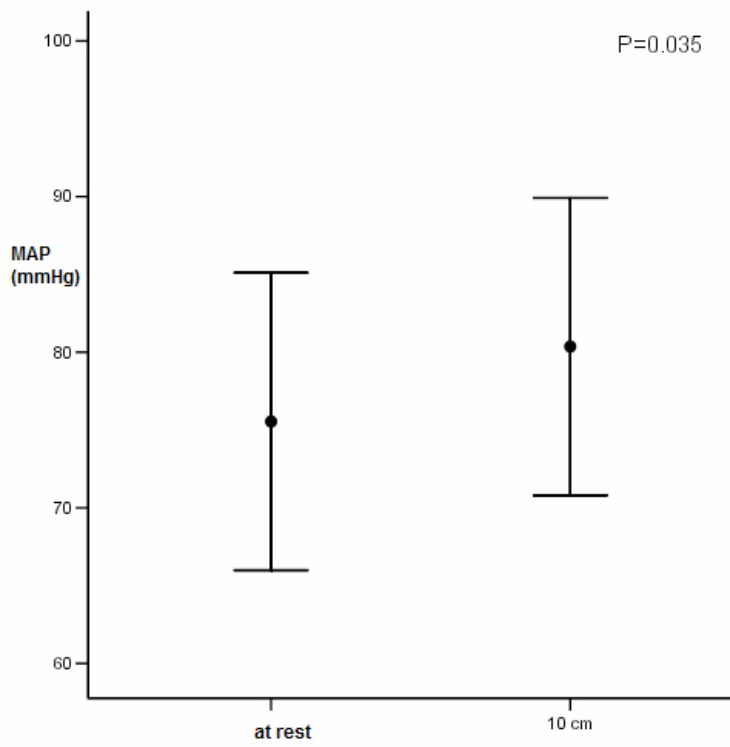


Figure 2: Change in mean arterial pressure.

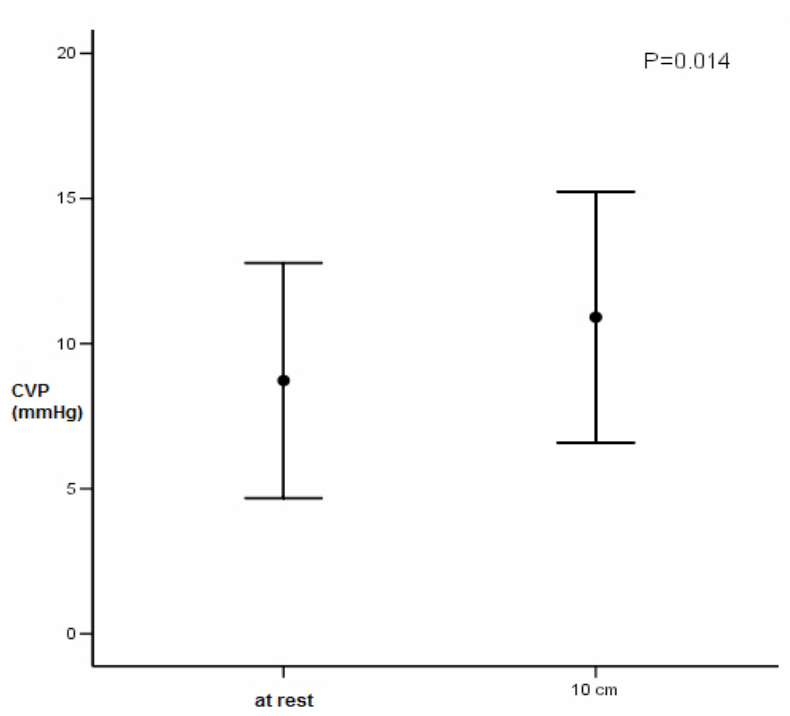


Figure 3: Change in central venous pressure.

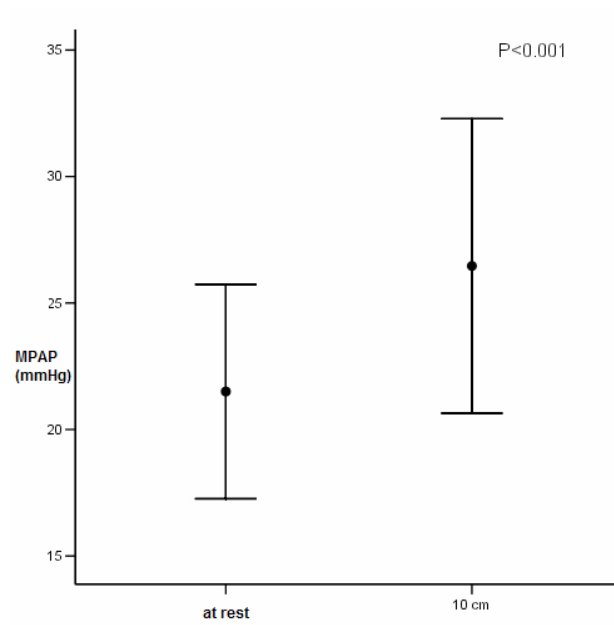


Figure 4: Change in mean pulmonary artery pressure.

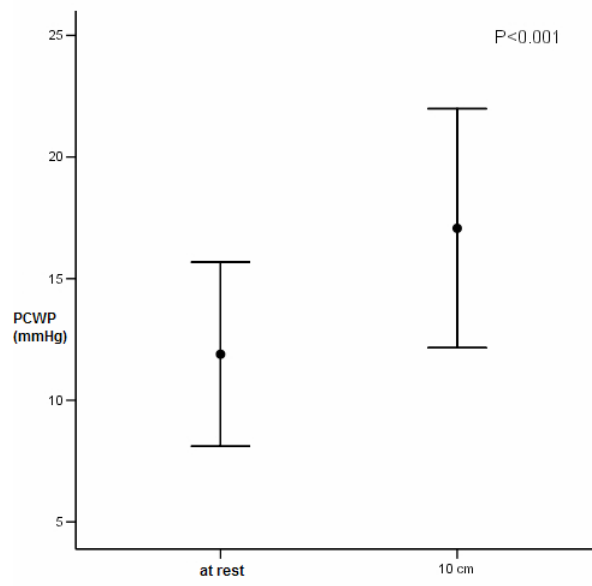


Figure 5: Change in pulmonary capillar wedge pressure.

7. ARTIGO EM PORTUGUÊS

REPERCUSSÕES HEMODINÂMICAS DA PRESSÃO EXPIRATÓRIA POSITIVA POR MÁSCARA FACIAL (EPAP) NO PÓS-OPERATÓRIO DE CIRURGIAS CARDÍACAS MENSURADAS POR CATETER DE ARTÉRIA PULMONAR

Ana Claudia Borges dos Santos Sena ¹, Sérgio Pinto Ribeiro ², Sílvia Regina Rios Vieira ³

¹ Fisioterapeuta; Centro Universitário Metodista IPA; Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

² Professor Adjunto do Departamento de Medicina Intensiva – FAMED – UFRGS; Médico Pneumologista e Intensivista; Chefe do CTI, Serviço de Medicina Intensiva; Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

³ Professor Adjunto do Departamento de Medicina Intensiva – FAMED – UFRGS; Médica Cardiologista e Intensivista; Serviço de Medicina Intensiva; Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA).

Correspondência para: Ana Claudia Borges dos Santos Sena
Rua Roque Calage 400/401
CEP: 91350-090
Porto Alegre, RS, Brasil
E-mail: anacbsantos@ig.com.br

RESUMO

Introdução: Pressão expiratória positiva na via aérea por máscara facial (EPAP) é utilizado como técnica fisioterapêutica no manejo de pacientes após cirurgias como a cardíaca, mas seus efeitos não são totalmente conhecidos. O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações hemodinâmicas causadas pela EPAP em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca mensurados por cateter de artéria pulmonar.

Métodos: Pacientes no primeiro ou segundo dia de pós-operatório de cirurgia cardíaca, com estabilidade respiratória e hemodinâmica e monitorizados com cateter de artéria pulmonar, foram incluídos. Eles foram avaliados ao repouso e após usar EPAP com 10 cm H₂O, por máscara facial em uma ordem randomizada. Variáveis estudadas foram saturação periférica de oxigênio (SpO₂), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressões pulmonar e sistêmica arterial média (PAM e PMAP), pressão venosa central (PVC), pressão de oclusão da artéria pulmonar (POAP), índice cardíaco (IC), índice de volume sistólico (IVS), índice de trabalho respiratório dos ventrículos esquerdo e direito (ITSVE e ITSVD), resistência vascular sistêmica e pulmonar (RVS e RVP). O grupo foi estudado e subdividido em dois grupos (com fração de ejeção $\leq 50\%$ ou $> 50\%$) e os valores foram comparados com teste t e ANOVA. Os resultados são apresentados em média e desvio padrão e o nível de significância adotado foi $p < 0.05$.

Resultados: Vinte e oito pacientes foram estudados (22 homens, média de idade 68 ± 11 anos). A mais comum cirurgia foi revascularização do miocárdio ($n=17$). EPAP foi bem tolerado nos pacientes estudados. Comparando os momentos repouso e EPAP com 10 cm H₂O, aumentos foram observados em: POAP (11.9 ± 3.8 a 17.1 ± 4.9 mmHg, $P < 0.001$); PVC (8.7 ± 4.1 a 10.9 ± 4.3 mmHg, $p=0.014$); PMAP (21.5 ± 4.2 a 26.5 ± 5.8 mmHg, $p < 0.001$); PAM (76 ± 10 a 80 ± 10 mmHg, $p < 0.035$). Todas as outras variáveis não demonstraram alterações hemodinâmicas significativas. Resultados similares foram observados dividindo os pacientes conforme FE $\leq 50\%$ ou $> 50\%$.

Conclusões: EPAP foi bem tolerado neste grupo de pacientes estáveis. Apesar do aumento nas mensurações das pressões de enchimento direito e esquerdo, bem como na pressão arterial não houve deterioração hemodinâmica ou respiratória. Resultados similares ocorreram em pacientes com fração de ejeção normal e reduzida.

Palavras-chaves: cirurgia cardíaca, pressão expiratória positiva, monitorização hemodinâmica.

INTRODUÇÃO

Pós-operatório de grandes cirurgias, como as cardíacas, costumam cursar com complicações hemodinâmicas (1), complicações respiratórias como atelectasias, infecção respiratória e broncopneumonias (2). Motivo pelo qual, embora controverso, recomenda-se o uso de fisioterapia respiratória nestas circunstâncias.

Dentre as técnicas fisioterapêuticas, o uso de pressão expiratória positiva na via aérea por máscara facial (EPAP), embora ainda pouco descrito na literatura, tem sido utilizado para deslocar secreções e evitar atelectasias (3). Sabendo-se das alterações ventilatórias (4-6) e hemodinâmicas da pressão positiva durante ventilação mecânica invasiva (VMI) (7-9) e ventilação mecânica não-invasiva (VMNI) (10, 11) levanta-se a possibilidade de que EPAP possa ter repercussões hemodinâmicas, mas estas ainda não foram estudadas. Além disso, sabe-se que o aumento de resistência expiratória causado pelo EPAP pode ter repercussões nocivas, como aumento do trabalho respiratório (12), pelo menos em pacientes menos estáveis, o que poderia ser deletério no pós-operatório de cirurgia cardíaca (POCC).

Segundo Stiller (13), a maioria dos estudos realizados em fisioterapia investigando efeitos hemodinâmicos e metabólicos utiliza combinações variadas de técnicas, não sendo possível atribuir resultados específicos a uma técnica em particular. Desta forma, torna-se necessário e urgente a realização de estudos direcionados em técnicas comumente utilizadas.

Como os efeitos hemodinâmicos do uso de EPAP ainda não foram bem estudados, apesar de usado freqüentemente em pacientes nas unidades de terapia intensiva (UTI) e POCC, decidimos realizar o presente estudo com o objetivo de

avaliar as repercussões hemodinâmicas do EPAP em um grupo de pacientes estáveis no POCC.

MATERIAL E MÉTODOS

População e Amostra

O presente estudo foi realizado no período entre janeiro de 2004 e fevereiro de 2006 na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital São Francisco da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (ISCOMPA).

Foram incluídos pacientes com cateterização da artéria pulmonar. Os pacientes estavam acordados, ventilando em ar ambiente ou com cateter nasal e atendendo a comando verbal no momento em que a manobra era realizada.

Excluíram-se os pacientes entubados, com doença pulmonar severa, com instabilidade hemodinâmica (PAM < 70 mmHg e > 100 mmHg, Pressão Sistólica < 100 mmHg, IC < 2,2 % , fazendo uso de Inotrópicos – substâncias vasoativas: Dopamina > 5 microgramas/ Kg/min; Dobutamina > 5 microgramas/Kg/min e Noradrenalina a qualquer dose).

Os procedimentos iniciavam assim que o paciente preenchesse as condições estabelecidas de estabilidade hemodinâmica, conforme análise da avaliação e assinatura do termo de consentimento informado. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre.

Instrumento de Coleta de Dados

Os instrumentos necessários para a realização da pesquisa foram: uma máscara facial siliconada (marca: Newmed; fabricante: Vital Signs) e uma válvula

Spring Loaded (marca: Newmed; fabricante: Vital Signs) (figura 1); cateter de artéria pulmonar das marcas Baxter ou Aarrow (fabricante: Edwards Life Sciences, CA-USA); monitor Henlett Packard; fichas para termo de consentimento, avaliação e coleta dos dados (anexos I, II e III respectivamente).

A técnica de monitorização e o método de termodiluição estão descritos no anexo IV.

Variáveis em Estudo

O fator em estudo foi o efeito da pressão positiva por máscara facial. As variáveis em estudo registradas no monitor foram: saturação periférica de oxigênio (SpO₂), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressão arterial média (PAM), pressão venosa central (PVC), pressão de oclusão da artéria pulmonar (POAP), pressão média da artéria pulmonar (PMAP), débito cardíaco (DC), índice cardíaco (IC), índice de volume sistólico (IVS), índice de trabalho sistólico do ventrículo esquerdo (ITSVE), índice de trabalho sistólico do ventrículo direito (ITSVD), índice de resistência vascular sistêmica (IRVS) e índice de resistência vascular pulmonar (IRVP).

Descrição do Estudo

O estudo realizado foi um ensaio clínico não-probabilístico em que a ordem de coleta era feita por randomização cruzada. A randomização por sorteio para decidir a ordem de coleta era feita por sorteio de envelopes lacrados contendo as descrições “momento repouso” e “momento 10cm”, sendo solicitado à enfermeira da unidade que realizasse o sorteio.

Cálculo do tamanho da amostra

O cálculo do tamanho da amostra foi baseado no estudo de Park et al (32). Para um nível de significância de 5%, um poder de 85% e um tamanho de efeito moderado ($\geq 0,6$) entre as avaliações dos parâmetros hemodinâmicos no momento repouso e momento 10cm, obteve-se um total mínimo de 25 pacientes. Este cálculo foi realizado no programa PEPI (*Programs for Epidemiologists*) versão 4.0.

Protocolo

No protocolo adotado para este estudo os pacientes foram avaliados em três momentos distintos: momento basal, momento repouso e momento 10cm.

Inicialmente era realizada a conexão do cateter de artéria pulmonar ao monitor por enfermeira treinada. Após a estabilização dos parâmetros registravam-se os valores basais do paciente (momento basal).

A seguir os pacientes eram randomizados em dois grupos por sorteio para início das medidas. Grupo 1: as medidas eram realizadas primeiro em repouso (momento repouso) e após com a aplicação da máscara (momento 10cm); Grupo 2: as medidas eram realizadas primeiro com a aplicação da máscara (momento 10cm). Esperava-se de cinco a dez minutos, tempo necessário para o retorno aos valores basais, para a realização do próximo “momento”.

Mensurações foram feitas ao repouso e com EPAP 10 cm. Colocava-se a máscara no rosto do paciente, que permanecia cinco minutos respirando com uma resistência da válvula de 10 cmH₂O. Em ambos os momentos, todas as variáveis foram mensuradas.

Foi registrada a média aritmética dos três valores das variáveis estudadas durante o período de realização das manobras.

Posteriormente, os dados foram analisados dividindo-se em pacientes com fração de ejeção (FE) normal (acima de 50%) e pacientes com fração de ejeção reduzida (menor ou igual a 50%) (14) .

Observações:

- a) a pressão interna da máscara era aferida por manometria;
- b) o tempo para realização da manobra nunca ultrapassava dez minutos;
- c) o procedimento foi realizado no 1º ou 2º dia de pós-operatório, tempo em que o paciente pode ainda permanecer com o cateter de artéria pulmonar, conforme a necessidade;
- d) os pacientes foram estimulados verbalmente a respirar normalmente durante a aplicação da máscara, para padronização do padrão respiratório;
- e) após o término da manobra, os pacientes eram estimulados a tossir e expectorar.

Critérios de Interrupção do Protocolo

Os critérios para interrupção do protocolo foram: sinais de desconforto respiratório, queda da SpO₂ (< 90%), elevação da FR (> 30ivpm), elevação da FC (> 130bpm), alteração de PAM (< 70 ou >100) e agitação.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis categóricas foram descritas pela frequência absoluta e frequência relativa percentual. As variáveis quantitativas foram descritas pela média e o desvio padrão.

Os grupos 1 e 2 foram comparados por análise de cross-over (15) para avaliar possíveis efeitos de período e interação. Os momentos repouso e 10 cm foram comparados através do teste de t de Student para amostras emparelhadas. Os subgrupos com $FE > 50\%$ e $FE \leq 50\%$ foram comparados por ANOVA e teste t para dados emparelhados e não emparelhados. Os resultados são apresentados em média e desvio padrão. Foi considerado um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Foram selecionados para o estudo trinta e um pacientes em POCC, no período de janeiro de 2004 à fevereiro de 2006. Três pacientes não concluíram a coleta, dois por sensação de angústia pela utilização da máscara e um por não compreender os comandos. Não ocorreram outras intercorrências durante a realização dos procedimentos nos demais pacientes. Vinte e oito pacientes concluíram a coleta, dos quais vinte e dois eram homens.

A comparação entre os grupos 1 e 2 não mostrou efeitos de período e interação na avaliação das variáveis hemodinâmicas, evidenciando que o tempo de realização não interferiu nas medidas realizadas.

As características clínicas dos pacientes incluídos estão descritas na tabela 1.

Os valores basais de SpO₂ (96% ± 3), FR (19 ± 17 ivpm), FC (92 ± 17 bpm), PAM (75 ± 10 mmHg), PVC (9 ± 4 mmHg) demonstraram a estabilidade clínica e hemodinâmica dos pacientes antes da realização da manobra.

A tabela 2 e as figuras 2 a 5 apresentam os resultados da comparação entre o momento 10cm e o momento repouso em média ± desvio padrão. Observou-se diferença estatisticamente relevante entre os momentos 10cm e repouso com aumento nas variáveis: PAM, PVC, POAP e PMAP. Houve manutenção dos valores de SpO₂.

Quando divididos quanto à FE normal (>50%) e FE reduzida (≤ 50%), continuou-se observando aumento de POAP e PMAP. Estes dados apresentam-se na tabela 3. Pacientes com reduzida fração de ejeção tiveram altas PMAP e IRVP, mas respostas similares a aplicação do EPAP.

DISCUSSÃO

Em nosso estudo, pacientes estáveis em POCC e monitorizados com cateter de artéria pulmonar, foram estudados para verificar as repercussões hemodinâmicas de EPAP. Os valores basais de SpO₂, FR, FC, PAM e PVC demonstraram a estabilidade clínica e hemodinâmica dos pacientes antes da realização da manobra. EPAP de 10 cm H₂O foi bem tolerada clinicamente com manutenção de SpO₂, tendo causado apenas aumento nas variáveis PAM, PVC, POAP e PMAP. Quando comparados quanto à FE normal (>50%) e FE reduzida (≤ 50%), comportamento semelhante foi observado, tendo havido aumento de POAP e PMAP.

Fisioterapia respiratória é parte integrante das equipes de terapia intensiva em países desenvolvidos (13) e tem sido indicada em pacientes no POCC (16)Embora alguns trabalhos tenham questionado sua efetividade (17), nos últimos

anos estudos têm demonstrado o papel da fisioterapia na redução do tempo de internação hospitalar (18), redução e deslocamento de secreções (19-21), prevenção e resolução de atelectasias, melhora das trocas gasosas (5) e melhora da força muscular inspiratória (16).

A pressão expiratória positiva em vias aéreas está entre as técnicas utilizadas pela fisioterapia. Apesar do aumento de trabalho muscular respiratório decorrente do uso de EPAP encontrado em alguns grupos (12), apresenta bons resultados na reversão de atelectasias, remoção de secreções (21) e recuperação de força muscular inspiratória nos pacientes em POCC (16). Em estudos com fibrose cística a pressão expiratória positiva altera imediatamente as tensões nos gases arteriais (22). No entanto, todos estes trabalhos utilizando pressão positiva avaliaram variáveis predominantemente respiratórias. O presente trabalho parece ser o primeiro com o objetivo de pesquisar as respostas hemodinâmicas da EPAP tendo sido realizado em uma população estável em POCC.

Trabalhos publicados avaliando em pacientes críticos os efeitos da fisioterapia utilizaram outras técnicas fisioterápicas que não EPAP. Berney et al (20), por exemplo, observou que fisioterapia não alterou significativamente o VO₂, PAM e IC em um grupo de pacientes estáveis, ventilados mecanicamente (20), bem como, melhorou a troca gasosa e reduziu áreas atelectásicas (23).

O uso da pressão positiva em pacientes cardiopatas já faz parte do arsenal terapêutico principalmente sob a forma de ventilação não-invasiva. A VMNI reduz significativamente a necessidade de reintubação em pacientes com insuficiência respiratória (11, 24). Está definido que a pressão positiva melhora a oxigenação (11, 25) e diminui o trabalho respiratório (26) e o esforço ventilatório (25). Os efeitos positivos da pressão positiva contínua sobre o desempenho cardíaco podem ser

traduzidos como redução da pré-carga, por meio da redução do retorno venoso, e de redução da pós-carga por meio de redução da pressão transmural do ventrículo esquerdo. Portanto, pode ser considerada padrão-ouro no tratamento de edema agudo de pulmão (27). A capacidade da pressão positiva contínua de recrutar unidades alveolares colapsadas, explica a redução do “shunt”, melhorando assim a mecânica respiratória, a oxigenação e reduzindo a sobrecarga sobre o sistema cardiovascular (25). Devido a estes efeitos benéficos (28, 29), a maioria dos autores recomenda VMNI na insuficiência cardíaca e edema agudo de pulmão. Muitos trabalhos (24, 30) evidenciam efeitos benéficos do uso de pressão positiva contínua na via aérea (CPAP), havendo inicialmente sugestão de maus resultados com dois níveis de pressão positiva na via aérea (BIPAP) (31), o que não foi confirmado por estudos posteriores (32). Pacientes com edema agudo de pulmão de origem cardiogênica se beneficiaram da ventilação não-invasiva com dois níveis de pressão, mesmo tendo sido utilizados níveis mais baixos que o convencional de pressão expiratória e inspiratória, sugerindo um efeito menor na pré-carga e menor risco de hipotensão (33).

Além dos efeitos hemodinâmicos benéficos da pressão positiva por CPAP e BIPAP em insuficiência cardíaca congestiva e edema agudo de pulmão, a pressão positiva com CPAP também pode melhorar os níveis de PaO_2 e reduzir FR em pacientes com insuficiência respiratória (34) O uso preventivo de CPAP e BIPAP pode ser efetivo para reduzir os efeitos negativos da cirurgia cardíaca sobre a função pulmonar melhorando volume corrente, VEF_1 (volume expiratório forçado no primeiro segundo) e PaO_2 (pressão parcial de oxigênio) (35). Considerando tais efeitos benéficos da pressão positiva, EPAP poderia ter efeito benéfico em cardiopatas em pós-operatório. Em nosso estudo a EPAP foi bem tolerada e acompanhada apenas

por discreta elevação da PAM, elevação da PMAP e das pressões de enchimento direito e esquerdo. Elevações estas possivelmente decorrentes de transmissão do aumento das pressões intratorácicas.

É importante considerar, no entanto, que alguns estudos utilizando pressão expiratória positiva final (PEEP) durante ventilação mecânica invasiva (VMI) em POCC mostraram algumas desvantagens. No trabalho de Collier et al (36) o uso profilático de PEEP com níveis de 10 cmH₂O foi seguro, embora não tenha reduzido o débito da drenagem torácica. Michalopoulos et al (37) compararam três níveis de PEEP em pacientes em pós-operatório imediato de cirurgia cardíaca. Os pacientes foram randomizados em três grupos: recebendo zero de PEEP (grupo A), recebendo 5 cmH₂O (grupo B) e recebendo 10 cmH₂O (grupo C) durante a ventilação mecânica. Foram mensurados proporção de PaO₂/FiO₂, valores de SvO₂ e PvO₂ (pressão venosa de oxigênio) e índice cardíaco nos 30', 4h e 8h após aplicação de ventilação mecânica e logo após extubação, 30' e 4h após extubação. Não foram encontradas diferenças estatísticas em nenhum dos três grupos, permitindo concluir que níveis baixos de PEEP não têm vantagem sobre nível zero de PEEP na melhora da troca gasosa em pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca. Todos os pacientes operados tinham FE_v≥45% e função respiratória pré-operatória normal. Auler et al (8) concluiu após investigar os efeitos da PEEP na mecânica do sistema respiratório e hemodinâmica de pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca que os incrementos de PEEP resultam em redução da resistência de via aérea e elastância respiratória, podendo refletir em melhora da mecânica respiratória. Entretanto, devido à possibilidade de instabilidade hemodinâmica, PEEP deve ser cuidadosamente aplicada em POCC. Em estudo experimental, a ventilação com

níveis aumentados de PEEP não alterou a função ventricular direita, enquanto a função ventricular esquerda foi prejudicada com altos níveis de PEEP (9).

Tais estudos ressaltam a importância de controlar os níveis de pressão positiva evitando níveis muito elevado. Os níveis por nós utilizados de 10 cm H₂O de EPAP não causaram repercussões hemodinâmicas nocivas neste grupo de pacientes.

As limitações do presente estudo incluem o número pequeno de pacientes e a inclusão de apenas pacientes em POCC, estáveis hemodinamicamente e sem doença respiratória importante associada. Embora alguns tivessem FE \leq 50%, poucos tinham disfunção miocárdica importante (apenas quatro com FE \leq 30%). Além disso, o nível de EPAP utilizado foi relativamente baixo, embora dentro dos valores habitualmente usados na prática fisioterapêutica. Talvez estudos maiores e com outros tipos de pacientes e outros valores pressóricos pudessem dar resultados diferentes. No entanto, nossos resultados são válidos para o grupo de pacientes estudados.

Em conclusão, neste estudo de pacientes estáveis em POCC, o uso da pressão positiva sob a forma de EPAP como técnica fisioterapêutica foi seguro e bem tolerado, não tendo efeitos deletérios. É importante ressaltar que apesar dos aumentos nas pressões de enchimento direitas e esquerdas e na pressão arterial não houve deterioração hemodinâmica ou respiratória e houve manutenção de SpO₂. Resultados similares foram observados quando dividindo os pacientes de acordo com fração de ejeção normal ou reduzida.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer às enfermeiras que colaboraram na coleta dos dados, a todos os demais profissionais da UTI do Hospital São Francisco por sua colaboração no desenvolvimento deste trabalho e aos pacientes, razão principal desta pesquisa, por sua compreensão e disponibilidade.

REFERÊNCIAS

1. André ACS, DelRossi A. Hemodynamic management of patients in the first 24 hours after cardiac surgery. 2005;33(9):2089-2093.
2. Andrejaitiene J, Sirvinskass E, Bolys R. The influence of cardiopulmonary bypass on respiratory dysfunction in early postoperative period. Medicina 2004;40:7-12.
3. Hilling L, Bakow E, Fink J, Kelly C, Sobush D, Southorn PA. Use of Positive Airway Pressure Adjunts to Bronchial Hygiene Therapy: AARC Clinical Practice Guideline. Respiratory Care 1993;38:516-521.
4. Castellana FB, Malbouisson LMS, Carmona MJC, Lopes CR, Auler JOCJ. Comparação entre Ventilação Controlada a Volume e a Pressão no Tratamento da Hipoxemia no Período Pós-Operatório de Cirurgia de Revascularização do Miocárdio. Revista Brasileira de Anestesiologia 2003;53:440-448.
5. Schillaci S. Cambios postoperatorios de la funcion pulmonar. Revista Argentina de Anestesiologia 2001;59:254-265.
6. Smith RP, Fletcher R. Positive end-expiratory pressure has little effect on carbon dioxide elimination after cardiac surgery. Anesth Analg 2000;90(1):85-8.
7. Theres H, Binkau J, Laule M, Heinze R, Hundertmark J, Blobner M, et al. Phase-related changes in right ventricular cardiac output under volume-controlled mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure. Critical Care Medicine 1999;27:953-8.
8. Auler JOC, Carmona MJC, Barbas CV, Saldiva PHN, Malbouisson LMS. The effects of positive end-expiratory pressure on respiratory system mechanics and hemodynamics in postoperative cardiac surgery patients. Brazilian Journal of Medical and Biological Research 2000;33:31-42.

9. Luecke T, Roth H, Hermann P, Joachim A, Weisser G, Pelosi P, et al. Assessment of cardiac preload and left ventricular function under increasing levels of positive end-expiratory pressure. *Intensive Care Medicine* 2004;30:119-126.
10. Bendjelid K. Right atrial pressure: determinant or result of change in venous return? *Chest* 2005;128(5):3639-40.
11. Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med* 2005;33(11):2465-70.
12. Barreto SSM, Vieira SRR, Pinheiro CTS. Monitorização Hemodinâmica. Introdução à Ventilação Mecânica. Pré e Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca. In: ArtMed, editor. *Rotinas em Terapia Intensiva*. 3a. edição ed. Porto Alegre; 2003. p. 47-52.139-156.427-434.
13. Stiller K. Physiotherapy in Intensive Care. *Chest* 2000;118:1801-1813.
14. Bhatia RS, Tu JV, Lee DS, Austin PC, Fang J, Haouzi A, et al. Outcome of Heart Failure with Preserved Ejection Fraction in a Population-Based Study. *New England Journal Medicine* 2006;355:260-9.
15. Altman DG. *Practical Statistics for Medical Research*. London: Chapman e Hall/CRC; 1991.
16. Borghi-Silva A, Mendes RG, Costa Fde S, Di Lorenzo VA, Oliveira CR, Luzzi S. The influences of positive end expiratory pressure (PEEP) associated with physiotherapy intervention in phase I cardiac rehabilitation. *Clinics* 2005;60(6):465-72.
17. Pasquina P, Tramer MR, Walder B. Prophylactic respiratory physiotherapy after cardiac surgery: systematic review. *Bmj* 2003;327(7428):1379.

18. Leguisamo CP, Kalil RAK, Furlani AP. A efetividade de uma proposta fisioterapêutica pré-operatória para cirurgia de revascularização do miocárdio. *Brazilian Journal Cardiovascular Surgery* 2005;20:134-141.
19. Pryor JA. Physiotherapy for airway clearance in adults. *Eur Respir J* 1999;14(6):1418-24.
20. Berney S, Denehy L. The effect of physiotherapy treatment on oxygen consumption and haemodynamics in patients who are critically ill. *Australian Journal of Physiotherapy* 2003;49:99-104.
21. Denehy L, Berney S. The use of positive pressure devices by physiotherapists. *Eur Respir J* 2001;17:821-829.
22. Lagerkvist AL, Sten GM, Redfors SB, Lindblad AG, Hjalmarson O. Immediate changes in blood-gas tensions during chest physiotherapy with positive expiratory pressure and oscillating positive expiratory pressure in patients with cystic fibrosis. *Respir Care* 2006;51(10):1154-61.
23. Westerdahl E, Lindmark B, Eriksson T, Friberg O, Hedenstierna G, Tenling A. Deep-breathing exercises reduce atelectasis and improve pulmonary function after coronary artery bypass surgery. *Chest* 2005;128(5):3482-8.
24. Antonelli M, Conti G. Noninvasive positive pressure ventilation as treatment for acute respiratory failure in critically ill patients. *Crit Care* 2000;4(1):15-22.
25. Meyer EC, Filho GL, Schettino GPP, Carvalho RR. Ventilação não-invasiva no cardiopata grave. *Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo* 1998;8:420-425.
26. Miro AM, Pinsky MR, Rogers PL. Effects of the components of positive airway pressure on work of breathing during bronchospasm. *Crit Care* 2004;8(2):R72-81.

27. Winck JC, Azevedo LF, Costa-Pereira A, Antonelli M, Wyatt JC. Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema--a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 2006;10(2):R69.
28. Kaye DM, Mansfield D, Aggarwal A, Naughton MT, Esler MD. Acute effects of continuous positive airway pressure on cardiac sympathetic tone in congestive heart failure. *Circulation* 2001;103(19):2336-8.
29. Kiely JL, Deegan P, Buckley A, Shiels P, Maurer B, McNicholas WT. Efficacy of nasal continuous positive airway pressure therapy in chronic heart failure: importance of underlying cardiac rhythm. *Thorax* 1998;53(11):957-62.
30. Lenique F, Habis M, Lofaso F, Dubois-Rande JL, Harf A, Brochard L. Ventilatory and hemodynamic effects of continuous positive airway pressure in left heart failure. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;155(2):500-5.
31. Mehta S, Jay GD, Woolard RH, Hipona RA, Connolly EM, Cimini DM, et al. Randomized, prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Crit Care Med* 1997;25(4):620-8.
32. Park M, Lorenzi-Filho G, Feltrim MI, Viecili PR, Sangean MC, Volpe M, et al. Oxygen therapy, continuous positive airway pressure, or noninvasive bilevel positive pressure ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. *Arq Bras Cardiol* 2001;76(3):221-30.
33. Park M, Sangean MC, Volpe M. Randomized, prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure and bilivel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary oedema. *Crit Care Med* 2004;32:2407-2415.
34. Scarpinella-Bueno MA, Llarges CM, Isola AM, Holanda MA, Rocha RT, Afonso JE. Usi do suporte ventilatório com pressão positiva contínua em vias aéreas (CPAP)

por meio de máscara nasofacial no tratamento da insuficiência respiratória aguda.

Rev Ass Med Brasil 1997;43:180-4.

35. Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000;44(1):75-81.

36. Collier B, Kolff J, Devineni R, Gonzalez LS. Prophylactic Positive End-Expiratory Pressure and Reduction of Postoperative Blood Loss in Open-Heart Surgery. *Annals Thoracic Surgery* 2002;74:1191-4.

37. Michalopoulos A, Anthi A, Rellos K, Geroulanos S. Effects of positive end-expiratory pressure (PEEP) in cardiac surgery patients. *Respir Med* 1998;92(6):858-62.

Tabela 1: Características dos pacientes participantes do estudo

Característica	N (%) / média ± DP
Idade, anos (média ± dp)	68,2 ± 11,29
Sexo n (%)	
Masculino	22 (78,6%)
Feminino	6 (21,4%)
Cirurgia n (%)	
CRM	17 (60,7%)
Trocas de válvula	6 (21,4%)
Trocas de válvula/CRM	4 (14,3%)
Troca de válvula/Aneurismectomia	1 (3,6%)
Doenças prévias n (%)	
Angina instável	4 (22,2%)
Angina estável	14 (77,8%)
Hipertensão Arterial Sistêmica	12 (42,9%)
Diabete Melito	8 (28,6%)
História de Tabagismo n (%)	
Tabagistas atuais	3 (10,7%)
Tabagistas prévios	17 (60,7%)
Não-tabagistas	8 (28,6%)
FE ≤ 50%	9 (36%)

TAB 1: CRM = cirurgia de revascularização do miocárdio, FE = fração de ejeção.

Tabela 2: Variáveis cardiorrespiratórias comparando EPAP 10cm e momento repouso.

	repouso	10cm	P
SpO ₂ (%)	95,5 ± 3,1	96 ± 2,6	0,154
FC (bpm)	89,2 ± 17,1	88,5 ± 16,1	0,503
FR (ivpm)	19 ± 1,5	21 ± 4,1	0,069
POAP (mmHg)	11,8 ± 3,7	17 ± 4,9	< 0,001
PAM (mmHg)	75,5 ± 9,5	80,3 ± 9,5	0,035
PVC (mmHg)	8,7 ± 4,0	10,9 ± 4,3	0,014
PMAP (mmHg)	21,5 ± 4,2	26,4 ± 5,8	< 0,001
DC (l/min)	5,4 ± 1,6	5,4 ± 1,5	0,756
IC (l/min/m ²)	2,9 ± 0,8	2,93 ± 0,7	0,773
IVS (ml/bat/m ²)	34,6 ± 10,6	34,1 ± 9,9	0,559
ITSVE (g/m ²)	35,2 ± 13,8	36,7 ± 13,3	0,217
ITSVD (g/m ²)	8,6 ± 3,5	9,7 ± 4,1	0,057
IRVS (mmHg/l/min)	1927 ± 631	1993 ± 562	0,541
IRVP (mmHg/l/min)	273 ± 79	252 ± 86	0,450

TAB 2: SpO₂ = saturação periférica de oxigênio, FC = frequência cardíaca, FR = frequência respiratória, POAP = pressão de oclusão da artéria pulmonar, PAM = pressão arterial média, PVC = pressão venosa central, PMAP = pressão média da artéria pulmonar, DC = débito cardíaco, IC = índice cardíaco, IVS = índice de volume sistólico, ITSVE = índice de trabalho sistólico do ventrículo esquerdo, ITSVD = índice de trabalho sistólico do ventrículo direito, IRVS = índice de resistência vascular sistêmica, IRVP = índice de resistência vascular pulmonar.

Tabela 3: Variáveis cardiorrespiratórias comparando EPAP 10cm e momento repouso nos pacientes subdivididos conforme fração de ejeção.

	FE ≤ 50%			FE > 50%		
	repouso	10 cm	p	repouso	10 cm	p
SpO ₂ (%)	94,5 ± 3,9	95,5 ± 3,2	0,172	96,0 ± 2,8	96,4 ± 2,4	0,45
FC (bpm)	91,4 ± 18,2	93,4 ± 17,7	0,050	88,2 ± 17,1	88,2 ± 15,2	0,187
FR (ivpm)	19,2 ± 2,1	23,0 ± 6,8	0,220	19,0 ± 1,4	19,9 ± 1,1	0,045
POAP (mmHg)	12,8 ± 5,0	17,8 ± 4,7	< 0,001	11,5 ± 3,1	16,7 ± 5,1	< 0,001
PAM (mmHg)	69,5 ± 8,2	72,5 ± 5,0	0,279	79,0 ± 9,0	84,9 ± 8,7	0,080
PVC (mmHg)	8,0 ± 5,5	11,8 ± 6,2	0,022	9,1 ± 3,5	10,4 ± 3,3	0,211
PMAP (mmHg)	24,3 ± 4,3*	28,7 ± 5,2	0,007	20,3 ± 4,0*	25,4 ± 6,0	< 0,001
DC (l/min)	5,5 ± 1,7	5,6 ± 1,8	0,075	5,5 ± 1,8	5,4 ± 1,5	0,620
IC (l/min/m ²)	2,8 ± 0,9	3,0 ± 0,9	0,095	3,0 ± 0,9	2,9 ± 0,7	0,593
IVS (ml/bat/m ²)	32,7 ± 9,2	32,6 ± 8,8	0,947	35,8 ± 11,9	35,0 ± 11,1	0,575
ITSVE (g/m ²)	30,3 ± 5,6	31,8 ± 6,2	0,339	38,1 ± 16,7	39,5 ± 15,9	0,414
ITSVD (g/m ²)	10,2 ± 1,9	11,4 ± 2,8	0,294	7,8 ± 4,1	8,8 ± 4,7	0,160
IRVS (mmHg/l/min)	1862 ± 583	1711 ± 389	0,234	1964 ± 699	2153 ± 605	0,207
IRVP (mmHg/l/min)	340 ± 58*	284 ± 98	0,494	234 ± 62*	233 ± 79	0,930

TAB 3: FE = fração de ejeção, SpO₂ = saturação periférica de oxigênio, FC = frequência cardíaca, FR = frequência respiratória, POAP = pressão de oclusão da artéria pulmonar, PAM = pressão arterial média, PVC = pressão venosa central, PMAP = pressão média da artéria pulmonar, DC = débito cardíaco, IC = índice cardíaco, IVS = índice de volume sistólico, ITSVE = índice de trabalho sistólico do ventrículo esquerdo, ITSVD = índice de trabalho sistólico do ventrículo direito, IRVS = índice de resistência vascular sistêmica, IRVP = índice de resistência vascular pulmonar.

* p < 0,05 comparando os subgrupos FE ≤ 50% e FE > 50%.



Figura 1: máscara de pressão expiratória positiva

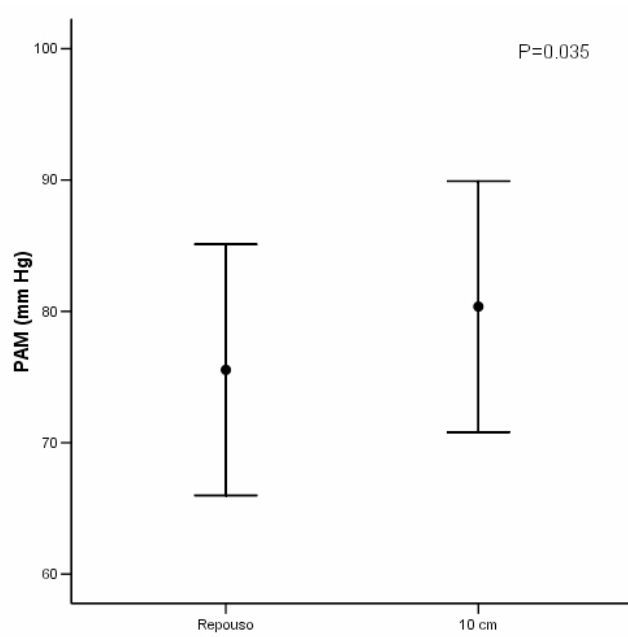


Figura 2: alteração de Pressão Arterial Média.

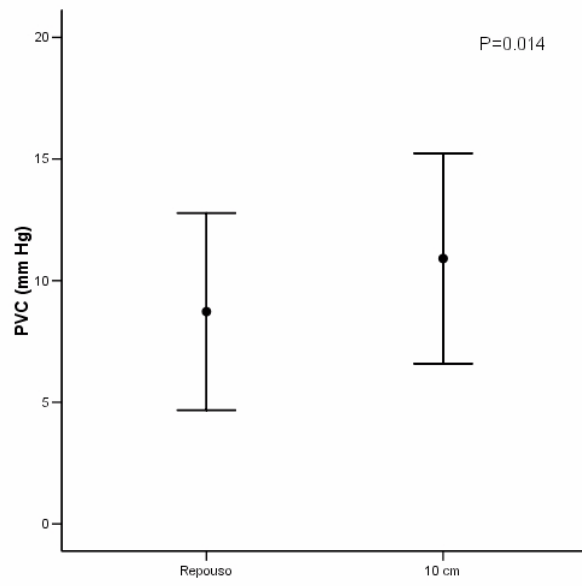


Figura 3: alteração de Pressão Venosa Central.

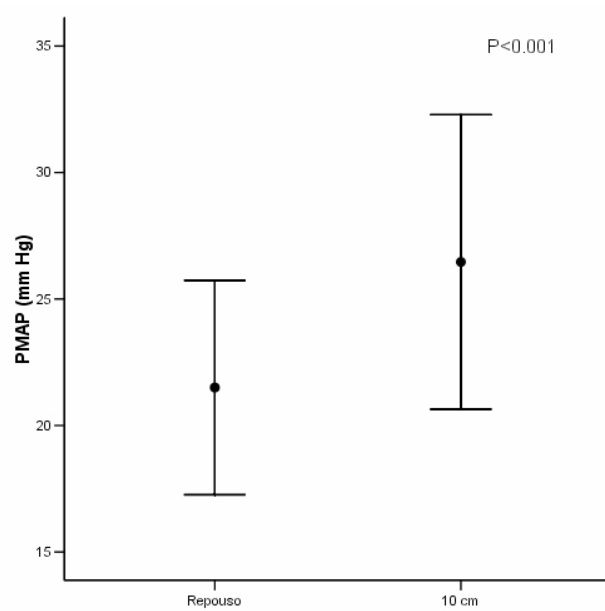


Figura 4: alteração de Pressão Média da Artéria Pulmonar.

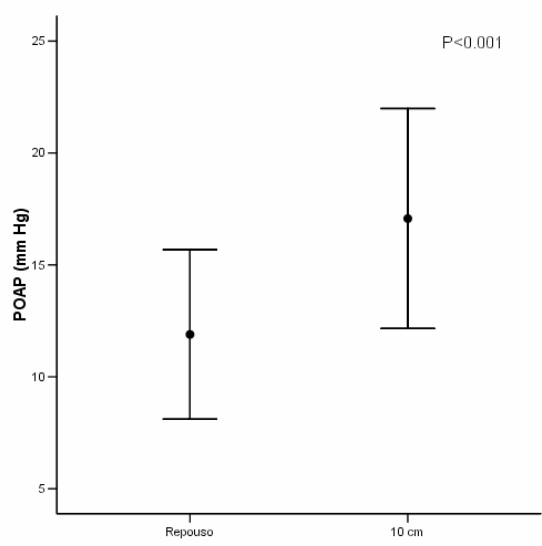


Figura 5: alteração de Pressão de Oclusão da Artéria Pulmonar.

ANEXO I

Termo de Consentimento Informado

Este trabalho tem por objetivo avaliar as repercussões da Fisioterapia Respiratória no coração e nos pulmões de pacientes em pós-operatório de cirurgia torácica ou abdominal. Para tanto utilizaremos a máscara de Pressão Expiratória Positiva.

Coletaremos dados de sua monitorização com a utilização de uma máscara facial e também respirando sem a mesma, iniciando conforme sorteio. Com a máscara, a mesma será colocada em seu rosto para que você respire durante cinco minutos contra uma resistência pré-determinada. Durante este período você estará conectado ao cateter de artéria pulmonar e os pesquisadores terão acesso a parâmetros como: frequência respiratória, frequência cardíaca, entre outros.

A resistência será produzida por uma válvula, através de um sistema de molas.

Durante o procedimento poderá ocorrer um aumento da frequência cardíaca, ansiedade pela utilização da máscara, dor na região da cicatriz, aumento da pressão arterial. Na eventualidade de qualquer destes fatores atingir níveis pré-determinados de segurança interromperemos o procedimento e comunicaremos ao médico responsável.

A pressão expiratória positiva por máscara facial promove melhor distribuição do ar dentro dos pulmões, facilita a passagem do oxigênio para o sangue, mantém o pulmão homoganeamente expandido mesmo quando da falta de movimentação, facilita a expectoração de secreções, entre outros benefícios.

Tendo em vista que este procedimento é normalmente utilizado pela fisioterapia, sem relato de intercorrências, o risco é mínimo. Mesmo assim, será realizado na unidade de terapia intensiva com todo aparato necessário para qualquer eventualidade.

Seus dados serão mantidos anônimos e utilizados apenas para fins de pesquisa científica. O procedimento será realizado somente com o seu consentimento mediante a assinatura neste documento. Você poderá optar por não participar deste trabalho. Sua decisão não influenciará no tratamento que você deve receber.

Pesquisador responsável: Ana Cláudia Borges dos Santos Sena.

Nome: _____

Assinatura: _____

Data: ___ - ___ - ___

ANEXO II

Avaliação Fisioterapêutica



Data da cirurgia: ___/___/___

Diagnóstico/cirurgia: _____

Idade: _____ Sexo: _____

HDA: _____

HPP: _____

HS: _____

Medicações: _____

Exames: _____

ANEXO III

Registro dos Dados

--

Data: ___/___/_____

Início: _____ Término _____

FE: _____

ICC: _____

DPOC: _____ História de tabagismo: () prévio () atual () não-tabagista

GRUPO: _____

	Momento Basal	Momento Repouso	Momento 10cm
SpO ₂ (%)			
FC (bpm)			
FR (ivpm)			
POAP (mmHg)			
PAM (mmHg)			
PVC (mmHg)			
PMAP (mmHg)			
DC (l/min)			
IC (l/min/m ²)			
IVS (ml/bat/m ²)			
ITSVE (g/m ²)			
ITSVD (g/m ²)			
IRVS (mmHg/l/min)			
IRVP (mmHg/l/min)			

Anexo IV

Técnica de Monitoração Hemodinâmica através do Cateter de artéria pulmonar

O cateter de artéria pulmonar, feito de polivinilclorato, tem 110 cm de comprimento e tamanho de 7 Francês (luz dupla) ou 7,5 Francês (luz tripla). O balonete possui capacidade para 1,5 ml, o termistor é montado a 4 cm da ponta distal e os lúmens ou vias de acesso situam-se: proximal – 30 cm da extremidade da via distal; distal, introdutor – próximo à via proximal e via do balonete. A fibra ótica é um acessório do cateter para medir a saturação de O₂ no sangue arterial pulmonar (venoso misto).

A colocação do cateter de artéria pulmonar pode ser feita à beira do leito, por um médico e um enfermeiro assistente. Não há necessidade de fluoroscopia, mas sim de monitorização das curvas de pressões, traçado eletrocardiográfico e equipamento de reanimação cardiopulmonar disponível. Como é um procedimento invasivo, exige-se controle asséptico. Os locais mais freqüentes de punção incluem as veias subclávia e jugular interna.

Após a punção, o cateter perfaz o seguinte caminho: átrio direito ⇒ ventrículo direito ⇒ artéria pulmonar. Uma vez posicionado o cateter, um grande número de medidas podem ser obtidas. Algumas são obtidas diretamente sem a necessidade de cálculo, tais como: 1. Pressão Venosa Central (PVC) – é a pressão registrada através da via proximal do cateter que está situada no átrio direito, refletindo as pressões diastólica final do ventrículo direito, quando não há obstrução entre o átrio e o ventrículo. 2. Pressão de Oclusão ou Pressão de Cunha da Artéria Pulmonar (POAP ou PCWP) – é a pressão registrada pela via distal do cateter com o balão insuflado. Essa pressão é equivalente à Pressão Diastólica Final Ventricular Esquerda (PDFVE). 3. Pressão da Artéria Pulmonar. 4. Saturação de Oxigênio do Sangue Venoso Misto (SvO₂) – pode ser medida através de fibra ótica ou através de uma amostra de sangue da via distal do cateter de artéria pulmonar.

Outro dado como Débito Cardíaco pode ser obtido pelo método da termodiluição. Quando um bolo de líquido frio injetado no cateter e penetra o átrio direito, ele se mistura ao sangue venoso quente que retorna da periferia. A ação de batida do ventrículo direito homogeniza os dois líquidos e o termistor registra a curva térmica dinâmica gerada quando a mistura passa pela artéria pulmonar proximal. A relação que liga o débito à temperatura é a fórmula de Stewart-Hamilton:

$$Q = V (T_s - T_i) K_1 K_2 / T_s(t) dt$$

onde Q = débito cardíaco; V = volume injetado; T_s = temperatura sanguínea; T_i = temperatura do injetado; T_s(t)dt = alteração na temperatura sanguínea em função do tempo e K₁ e K₂ são constantes computacionais.

Alguns pontos são fundamentais para assegurar a exatidão das medidas, tais como: nível de referência, posicionamento do paciente, efeitos da ventilação, dados digitais ou gráficos, zonas pulmonares, ventilação mecânica ligada ou desconectada, efeitos da pressão expiratória positiva final e correção da Pressão de Oclusão da Artéria Pulmonar.