

Melissa Sabinelli¹, Daniele Cristina Maioral², Antônio Luis Eiras Falcão³, Carolina Kosour⁴, Desanka Dragosavac³, Núbia Maria Freire Vieira Lima⁴

Efeito imediato do ortostatismo em pacientes internados na unidade de terapia intensiva de adultos

The effects of orthostatism in adult intensive care unit patients

1. Unidade de Terapia Intensiva, Adulto Hospital das Clínicas, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas (SP), Brasil; Programa de Pós-Graduação (Mestrado) Departamento de Cirurgia, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas (SP), Brasil.
2. Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Piracicaba – Piracicaba (SP), Brasil; Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia Respiratória, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas (SP), Brasil.
3. Departamento de Cirurgia, Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas (SP), Brasil.
4. Unidade de Terapia Intensiva-Adulto, Hospital das Clínicas, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas (SP), Brasil.

Estudo realizado na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas (SP), Brasil.

Conflitos de interesse: Nenhum.

Submetido em 19 de Outubro de 2011
Aceito em 13 de Dezembro de 2011

Autor correspondente:

Melissa Sabinelli
Faculdade de Ciências Médicas -
Universidade Estadual de Campinas
Rua Tessália Vieira de Camargo, 126
Cidade Universitária “Zeferino Vaz”
CEP: 13083-887- Campinas (SP),
Brasil.
Caixa Postal: 6111
E-mail: melsibys@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivo: Analisar o nível de consciência, efeitos pulmonares e hemodinâmicos em pacientes intensivos durante a posição ortostática.

Métodos: Estudo realizado de abril de 2008 a julho de 2009 na unidade de terapia intensiva adulto do HC-UNICAMP. Foram incluídos quinze pacientes que estiveram mecanicamente ventilados por mais de sete dias; traqueostomizados; em nebulização intermitente; pressão inspiratória máxima inferior a $-25\text{cmH}_2\text{O}$; índice de Tobin inferior a 105; drive ventilatório preservado, ausência de sedativos; pressão parcial de oxigênio arterial maior que 70mmHg; saturação de oxigênio maior que 90% e estabilidade hemodinâmica. Os parâmetros avaliados, nas inclinações de 0°, 30° e 50°, foram o nível de consciência; reflexo de *blinking*; cirtometria tóraco-abdominal; capacidade vital; volume corrente; volume minuto; força da musculatura respiratória e sinais vitais.

Resultados: Não houve alteração do nível neurológico. A frequência respira-

tória (f) e V_E reduziram-se em 30° com posterior aumento em 50°, no entanto, essas alterações não foram estatisticamente significativas. A cirtometria abdominal e a pressão expiratória máxima apresentaram aumento, novamente sem significância estatística. Em relação à pressão inspiratória máxima e a capacidade vital observou-se aumento estatisticamente significativo na comparação entre as angulações 50° e 0°. Já o volume corrente aumentou ao longo do tempo, na comparação entre as angulações 30° e 0°, e entre 50° e 0°. A pressão arterial média sofreu incremento somente na comparação entre 50° e 0°. A frequência cardíaca elevou-se ao longo do tempo e quando comparada entre 30° e 0°, 50° e 0°, e 50° e 30°.

Conclusão: O ortostatismo passivo proporcionou melhora do volume corrente, capacidade vital, pressão inspiratória máxima, e aumento da frequência cardíaca e pressão arterial média em pacientes críticos.

Descritores: Serviço hospitalar de fisioterapia; Reabilitação; Unidades de terapia intensiva

INTRODUÇÃO

O sistema musculoesquelético é projetado para se manter em movimento. São necessários apenas sete dias de repouso no leito para força muscular diminuir em 30%, com uma perda adicional de 20% da força restante a cada semana.^(1,2) A permanência prolongada de pacientes em unidade de terapia intensiva (UTI) sob ventilação mecânica (VM) está associada ao declínio funcional, morbidades, mortalidade, cuidados de alto custo e longo tempo de internação.^(2,3) A sepse, distúrbios hidroeletrólíticos e a imobilidade são causas da polineuropatia do doente crítico. A administração excessiva de sedativos, bloqueadores neuromusculares, corticosteróides, e inclusive a VM são fatores que agravam a fraqueza adquirida na UTI.^(1,4)

O repouso prolongado no leito resulta em alteração nas fibras musculares. As isoformas de miosina mudam de fibras de contração lenta para rápida, a síntese de proteínas é reduzida e o desuso atrofia o músculo esquelético.⁽⁴⁾ Em estados de doença inflamatória a proteólise muscular é acelerada e o músculo pode sofrer “denervação funcional”, relacionada a diminuição nos impulsos nervosos que chegam à membrana muscular.⁽⁵⁾ Esse tipo de fraqueza afeta tanto os músculos dos membros como os respiratórios, o que atrasa a extubação e prolonga a VM.⁽⁵⁾ Curiosamente, os exercícios realizados no leito por si só não evitam os efeitos adversos do repouso. Esse achado está relacionado à mudança do fluido intravascular das extremidades para a caixa torácica pela remoção do stress gravitacional. No entanto, o fato de assumir a posição vertical ajuda a manter uma distribuição de fluidos adequada e inferiorização das vísceras abdominais.⁽²⁾ Por essa razão é recomendado que o ortostatismo seja incluído no programa de mobilização precoce, a fim de minimizar os efeitos adversos da imobilidade.

O ortostatismo, como recurso terapêutico, pode ser adotado de forma passiva ou ativa para estimulação motora, melhora da função cardiopulmonar e do estado de alerta. O uso da prancha ortostática é indicado para readaptar os pacientes à posição vertical quando o mesmo é incapaz de manter essa postura com segurança sozinho ou até mesmo com considerável assistência.^(3,6)

Esta prática tem sido encorajada em doentes críticos com base em seus supostos benefícios, que incluem melhora do controle autonômico do sistema cardiovascular, melhora da oxigenação, aumento da ventilação, melhora do estado de alerta, estimulação vestibular, facilitação de resposta postural antigravitacional, prevenção de contraturas articulares e úlceras por pressão.^(3,6-8)

Acredita-se que o aumento da ventilação proporcionado por essa terapêutica pode prevenir complicações pulmonares. Chang et al. relata em seu trabalho que a otimização dos volumes pulmonares pode estar associada a redistribuição das secreções pulmonares, facilitando a tosse ou a aspiração das mesmas. A técnica também seria benéfica para os pacientes que não são capazes de participar ativamente de exercícios respiratórios de expansão pulmonar.⁽⁹⁾

Não há consenso quanto às indicações e contra-indicações dessa terapêutica. No entanto, o III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica recomenda a utilização da prancha ortostática apenas em pacientes crônicos e estáveis clinicamente.⁽³⁾ Estudos recentes demonstram a necessidade de monitorização constante da pressão arterial sistêmica, frequência cardíaca, saturação de oxigênio, presença ou não de fadiga, desconforto do paciente e padrão respiratório alterado durante a inclinação.⁽⁶⁻⁸⁾

Diante dos efeitos ainda pouco estudados, o presente estudo tem por objetivo analisar o nível de consciência, bem como as alterações pulmonares e hemodinâmicas em pacientes internados na UTI-adulto durante a posição ortostática.

MÉTODOS

Pacientes

Trata-se de um estudo clínico, prospectivo, intervencionista, realizado no período de abril de 2008 a julho de 2009 na UTI-Adulto do HC-UNICAMP, após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da UNICAMP, sob o parecer 225/2008. Todos os pacientes envolvidos tiveram o termo de consentimento livre e esclarecido assinado por um familiar responsável.

Foram incluídos no estudo pacientes internados na UTI de ambos os sexos com idade igual ou superior a 18 e menor ou igual a 65 anos, que estivessem intubados e em ventilação mecânica por mais de 7 dias. Os indivíduos deviam estar traqueostomizados, em treino de nebulização intermitente há mais de três dias, com pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) inferior a -25cmH₂O, índice de Tobin (IT) inferior a 105, colaborativos (escala de coma de Glasgow (ECG) ≥ 8, resposta motora = 6; resposta verbal = 1; abertura ocular = 1), para que a realização das manobras de capacidade vital (CV) e cirtometria toracoabdominal fossem possíveis, drive ventilatório preservado, pressão parcial de oxigênio arterial (PaO₂) maior que 70mmHg, saturação de oxigênio (SatO₂) maior que 90%, estabilidade hemodinâmica, ausência de drogas vasoativas, inotrópicas e/ou sedativos. Os critérios de exclusão foram: alterações cardíacas comprovadas por eletrocardiograma (ECG); fístula broncopleural; trombose venosa profunda; plaquetopenia (abaixo 50.000); temperatura corpórea acima de 37,8°C; fraturas ortopédicas em membros inferiores; alterações ortopédicas que limitassem o ortostatismo; lesão medular; úlcera por pressão importante em calcâneo; uso de balão intra-aórtico (BIA); catéter de monitorização de pressão intra-craniana (PIC) e/ou derivação ventricular externa (DVE).

Descrição das intervenções

Os parâmetros avaliados durante o procedimento foram nível de consciência e grau de alerta, cirtometria tóraco-abdominal, capacidade vital (CV), volume corrente (V_T), volume minuto (V_E), força muscular respiratória, frequência respiratória (FR), pressão arterial média (PAM) e frequência cardíaca (FC). O nível de consciência e grau de alerta foram avaliados pela Escala de Coma de Glasgow (ECG) e reflexo de *blinking*.

A cirtometria tóraco-abdominal foi realizada com auxílio

de uma fita métrica simples sendo a caixa torácica medida ao nível do 4º espaço intercostal e, a dimensão abdominal, colocando-se a fita sobre a cicatriz umbilical e solicitado ao paciente que inspirasse e expirasse profundamente para que fossem obtidas as medidas circunferenciais.

As medidas da CV, V_E e V_T foram realizadas com ventilômetro Wright Respirometer®, modelo Ferrares Mark 8. Para a medida da CV o paciente foi instruído a realizar uma inspiração máxima e posteriormente uma expiração máxima, próxima ao volume residual, com a traqueostomia acoplada ao ventilômetro. O V_E foi coletado a partir de ciclos respiratórios normais, com incursões inspiratórias e expiratórias sem esforços, durante um minuto. Já para a medida V_T foi utilizada a seguinte equação: $V_T = V_E / FR$, sendo a FR aferida durante a realização da coleta do V_E por observação direta dos movimentos torácicos.

A força muscular respiratória foi avaliada pela aferição da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e da pressão expiratória máxima (PE_{máx}), ambas realizadas com o manovacúômetro Comercial Médica*. A PI_{máx} foi aferida acoplando-se o manovacúômetro à traqueostomia do paciente com o auxílio de uma válvula unidirecional. O paciente foi instruído a realizar expiração máxima seguida de esforço inspiratório máximo contra a via aérea ocluída por 20 segundos. Foram realizadas três medidas de inspirações máximas, com intervalo de um minuto entre as manobras, sendo utilizado o maior valor obtido. A mensuração da PE_{máx} foi realizada com o manovacúômetro acoplado a traqueostomia do paciente. Posteriormente, o paciente inspirou até alcançar sua capacidade pulmonar total e, em seguida, efetuou esforço expiratório máximo. Foram realizadas três medidas de expirações máximas, com intervalo de um minuto entre as manobras, e escolhido o maior valor obtido.

Protocolo

No início, os pacientes foram posicionados na prancha ortostática (Kroman) a 0º e avaliados os sinais vitais para a certificação da estabilidade hemodinâmica, o nível de consciência e grau de alerta. Posteriormente, foi realizada a cirtometria tóraco-abdominal, as medidas da CV, V_E e V_T , seguida da mensuração da força muscular respiratória (PI_{máx} e PE_{máx}).

Após as aferições de todas as variáveis deu-se início as inclinações. Os pacientes permaneceram em cada angulação por 15 minutos, sendo que as variáveis foram registradas a partir do quinto minuto de inclinação, tempo para que houvesse a estabilização dos sinais. As variáveis foram novamente aferidas em 30º e 50º.

Durante todo tempo o paciente permaneceu monitorizado e, em caso de desconforto ou de instabilização do quadro clínico, houve interrupção imediata do procedimento.

Análise estatística

Para a comparação das variáveis contínuas (PAM, FC, FR, cirtometria torácica, cirtometria abdominal, PI_{máx}, PE_{máx}, CV, VM e VC) entre os ângulos zero, 30º e 50º, foi utilizada a análise de variância ANOVA para medidas repetidas, com transformação Rank devido a não existência de normalidade dos dados, diminuindo a assimetria e variabilidade dos valores obtidos. Na presença de diferença significativa realizou-se testes de comparação múltipla (Contraste) para identificar as diferenças. O nível de significância adotado foi de 5%, ou seja, p-valor $\leq 0,05$.

RESULTADOS

Os pacientes avaliados foram oito (53,3%) do sexo feminino e sete (46,6%) do sexo masculino, com média de idade de $42,5 \pm 16,2$ anos e escore *Acute Physiologic Chronic Health Evaluation II* (APACHE II) com média de $14,5 \pm 4,5$.

Apenas dois pacientes não concluíram todo o protocolo do estudo. Um deles apresentou aumento importante de PAM e FC à inclinação de 30º, e foi imediatamente reposicionado a 0º, com melhora do quadro, sem necessidade de nenhum tipo de conduta adicional. No entanto, não foi possível a coleta de nenhuma variável, o que resultou na exclusão do indivíduo em questão. O outro paciente apresentou clônus importante à inclinação de 50º, o que impossibilitou as medidas de cirtometria tóraco-abdominal e força da musculatura respiratória (PI_{máx} e PE_{máx}) nesta angulação. O paciente foi reposicionado no leito com normalização do quadro. Os demais 13 pacientes concluíram todo o protocolo em questão sem relatar desconforto ou apresentar instabilidade. A hipótese diagnóstica na admissão e as comorbidades de cada paciente estão descritas na tabela 1.

Considerando o nível neurológico e o estado de alerta (ECG e reflexo de *blinking*), os pacientes não apresentaram alterações estatisticamente significantes durante todo o procedimento, como demonstrado na tabela 2.

Em relação às variáveis respiratórias (Tabela 2), a FR mostrou diminuição na angulação de 30º e, posteriormente, discreto aumento em 50º, no entanto as diferenças não foram consideradas estatisticamente significantes.

A cirtometria torácica apresentou aumento à primeira inclinação, seguida de diminuição em 50º, entretanto nenhuma das alterações foi estatisticamente significativa. Na cirtometria abdominal foi observado aumento gradual da circunferência abdominal sem relevância estatística.

Na análise da PI_{máx} foi observado um aumento gradual da força inspiratória estatisticamente significativa, $p=0,0218$. Na comparação entre as inclinações observou-se aumento estatisticamente significativo somente na

Tabela 1 - Dados demográficos

Indivíduos	Idade	Diagnóstico e comorbidades	APACHE II
1	18	PO transplante renal, drenagem de derrame pleural, BCP e sepse	16
2	31	PO exeresse de tumor retroperitoneal, choque hipovolêmico, sepse, tumor de testículo e lesão de veia cava	12
3	24	TCE e politrauma	5
4	59	Rebaixamento do nível de consciência e sepse de foco pulmonar	12
5	18	TCE e drenagem de hematoma epidural	17
6	43	PO clipagem de aneurisma cerebral	11
7	56	PO maxilectomia, meningite, BCP e sepse	19
8	38	Trombose de seio sagital	9
9	65	PO clipagem de aneurisma de carótida	17
10	37	PO drenagem de hematoma e clipagem de aneurisma	15
11	60	TCE, politrauma, contusão pulmonar e fratura de arcos costais	12
12	57	Choque séptico de foco pulmonar, HAS e DM.	21
13	54	Correção de aneurisma de aorta torácica, HAS e sepse	14
14	34	Pancreatite aguda, sepse, HAS e DM.	21
15	45	Clipagem de aneurisma de carótida	13

APACHE II - *Acute Physiologic Chronic Health Evaluation II*; PO - pós operatório; BCP - broncopneumonia; TCE - traumatismo crânio encefálico; HAS - hipertensão arterial sistêmica; DM - diabetes mellitus.

Tabela 2 - Variáveis neurológicas, respiratórias e hemodinâmicas nas posições 0°, 30° e 50°

Variáveis	0°	30°	50°	Valor de p para amostra total
Escala de coma de Glasgow	11	11	11	1
Reflexo de <i>blinking</i> (presentes)	14	14	14	1
Frequência respiratória (ipm)	30,8 ± 9,2	26,6 ± 7,1	27,1 ± 6,5	0,203
Cirtometria torácica (cm)	1,2 ± 0,5	1,3 ± 0,6	1,1 ± 0,5	0,631
Cirtometria abdominal (cm)	1,6 ± 1,0	1,8 ± 1	2,0 ± 1	0,110
Pressão inspiratória máxima (cmH ₂ O)	-59,7 ± 18,0	-62,2 ± 20,9	-67,1 ± 23,6*	0,021
Pressão expiratória máxima (cmH ₂ O)	44,7 ± 30,2	47,2 ± 32,5	49,6 ± 32,5	0,244
Capacidade vital (ml)	1612,1 ± 753,4	1802,1 ± 992,3	1932,8 ± 883,6*	0,024
Volume minuto (ml)	11167,1 ± 3360,4	10886,4 ± 3301,6	11288,5 ± 2583,3	0,883
Volume corrente (ml)	381,4 ± 124,3	420,1 ± 137,0*	443,3 ± 144,8*	0,012
Pressão média arterial (mmHg)	98,7 ± 17,5	102,6 ± 18,3	102,7 ± 18,3*	0,051
Frequência cardíaca (bpm)	93,1 ± 14,9	99,0 ± 16,6*	104,5 ± 18,2'/'**	0,001

* p < 0,05 comparado com 0°; ** p < 0,05 comparado com 30°.

comparação entre os ângulos de 50° e 0°, com p=0,025. A PEmáx comportou-se de forma similar à PImáx, no entanto o aumento observado não foi estatisticamente significativo. A CV apresentou aumento estatisticamente significativo durante a manobra (p=0,024), assim como quando realizado a comparação entre o valor obtido na inclinação de 50° com a CV em 0° (p=0,003) Na análise do V_E notou-se queda inicial com posterior aumento, porém não foi observada diferença estatisticamente significativa na comparação das angulações. Em relação ao V_T observou-se aumento gradual estatisticamente significativo du-

rante a manobra (p=0,012). Quando realizado a comparação entre as angulações, obteve-se diferenças significantes entre as inclinações 30° e 0° com p=0,040, e entre 50° e 0° com p=0,017.

Considerando as variáveis hemodinâmicas (Tabela 2), a PAM apresentou tendência a aumento, com p=0,051, sendo que na comparação entre 50° e 0° houve diferença estatisticamente significativa (p=0,016). Ao se analisar a FC foi observado aumento gradual com p=0,001, bem como quando comparadas as inclinações de 30° e 0° (p=0,025), 50° e 0° (p=0,001) e entre 50° e 30° (p=0,002).

DISCUSSÃO

No presente estudo não houve alteração do nível neurológico. As alterações observadas nos valores da f , V_E , $PE_{máx}$, cirtometria torácica e abdominal não foram estatisticamente significante. Em relação à $PI_{máx}$ e a CV observou-se aumento com significância estatística na comparação entre as angulações 50° e 0° . Já o V_T aumentou na comparação das angulações 30° e 0° e 50° e 0° . A pressão arterial média sofreu incremento somente na comparação entre 50° e 0° . A frequência cardíaca elevou-se ao quando comparada entre todas as angulações.

O estudo em questão mostrou que durante a realização do procedimento não houve alteração das variáveis neurológicas, avaliadas pela ECG e reflexo de *blinking*, porém o estudo de Velar e Júnior observou melhora significativa do nível de consciência e grau de alerta em pacientes submetidos ao ortostatismo a 70° de elevação por aproximadamente vinte segundos. Segundo os autores isso ocorre devido ao fato de que em decúbito dorsal os sistemas de alerta estão sendo estimulados em menor intensidade em relação ao ortostatismo.⁽⁸⁾

Quanto a FR há discrepância nos achados da literatura. Na presente pesquisa, esta mesma variável não apresentou diferença, corroborando com estudos anteriores,⁽¹⁰⁻¹²⁾ porém todos eles foram realizados com indivíduos saudáveis. Já o trabalho de Gisolf estudou o ortostatismo com o auxílio de nove modelos matemáticos que simulavam o aparelho cardiorrespiratório, e apresentou em seus resultados diminuição da FR após cinco minutos na posição ortostática.⁽¹³⁾ Em contraste, no estudo de Chang et al. realizado com 15 pacientes intensivos a FR apresentou aumento na inclinação a 70° mantida por cinco minutos.⁽⁹⁾ Na pesquisa realizada por Bourdin et al., onde foram avaliadas quais as condutas fisioterapêuticas mais frequentes na UTI, bem como seus efeitos em 20 pacientes críticos, também observou-se aumento estatisticamente significante da FR durante ortostatismo passivo com prancha ortostática.⁽¹⁴⁾

Em relação à cirtometria, no estudo em questão não houve alteração da circunferência torácica e abdominal. Não há estudos na literatura que avaliaram tal variável durante o ortostatismo passivo. Em um trabalho no qual a mecânica respiratória foi avaliada em 28 pacientes ventilados mecanicamente, observou-se que quanto mais verticalizado o doente estiver maior será a complacência e expansibilidade pulmonar. Atribuiu-se esse fato à menor zona dependente nessa posição, permitindo que as zonas livres estejam mais complacentes, favorecendo a biomecânica ventiltória.⁽¹⁵⁾ Em outra pesquisa na qual a expansibilidade torácica e abdominal foram estudadas nas posições supina e ortostática ativa, em seis indivíduos saudáveis, houve maior expansão torácica

durante o ortostatismo e maior expansão abdominal em supino. Possivelmente essa alteração ocorre pela inferiorização das vísceras abdominais ao assumir a posição vertical, o que permite maior expansão torácica.⁽¹⁰⁾

Na presente pesquisa observou-se diferença estatisticamente significante somente na medida da $PI_{máx}$, sendo que a $PE_{máx}$ não apresentou alteração nos diferentes graus de inclinação. Em um estudo realizado por Fiz et al., que avaliou as medidas de $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ na posição supina, sentada e ereta, em 10 pacientes obesos e 10 pacientes com índice de massa corpórea normal, notou-se que os valores obtidos foram maiores na posição ereta em relação às demais, corroborando com o aumento da $PI_{máx}$ no presente estudo.⁽¹⁶⁾ Já em outro trabalho realizado por Roquejani et al., no qual foi avaliada influência do posicionamento corporal na força muscular respiratória em indivíduos saudáveis, a posição ortostática não foi avaliada, porém as posturas mais verticalizadas não apresentaram diferenças na $PI_{máx}$ e $PE_{máx}$ em relação aos diversos decúbitos.⁽¹⁷⁾

A análise da CV demonstrou aumento estatisticamente significante ao longo do tempo e quando comparada entre 50° e 0° , confirmando os achados de outros autores. Já em 1927, Wilson sugeriu que a redução da CV ocorria devido à congestão pulmonar na posição supina, e à elevação do diafragma por conta do deslocamento do peso das vísceras abdominais, que conseqüentemente reduz o volume da caixa torácica.⁽¹⁸⁾ Blair e Hickman descreveram em seu trabalho que o volume residual (VR), a capacidade residual funcional (CRF) e a capacidade pulmonar total (CPT) apresentam redução significativa com a transferência da posição ortostática para a supina em 11 indivíduos saudáveis.⁽¹⁹⁾ Neste mesmo artigo, o autor afirma que estas mudanças aparentemente resultam de uma progressiva elevação do diafragma, presumivelmente pela pressão das vísceras abdominais, e por diminuição do tônus de repouso do diafragma em supino.⁽¹⁹⁾ Nos primeiros estudos do drive neural do diafragma humano verificou-se que a atividade muscular aumentou em média de quatro a cinco vezes quando os indivíduos mudaram da postura supina para ortostática.⁽²⁰⁾ Isso significa que o drive neural deve aumentar consideravelmente para compensar as mudanças da carga aplicada ao diafragma em diferentes posturas, talvez devido ao aumento dos reflexos proprioceptivos diafragmáticos, estimulando o paciente a realizar respirações mais profundas aumentando a CV .^(10,21)

No estudo em questão, o V_E apresentou diminuição inicial seguido de aumento com a posição ortostática, porém esta alteração não foi significante. Corroborando com os achados da presente pesquisa, Butler et al.⁽¹⁰⁾ não observaram diferença no V_E na comparação entre a posição supina e ortostática. Neste mesmo trabalho foram estudadas as unidades

motoras dos músculos respiratórios separadamente, a fim de avaliar a atividade neural do diafragma e dos intercostais durante o ortostatismo e em decúbito dorsal, sendo que não foi observada alteração na frequência das descargas nas unidades motoras dos dois músculos.⁽¹⁰⁾ No entanto, em outras pesquisas em que o V_E foi comparado entre diferentes posições, este apresentou aumento durante o ortostatismo.^(9,11-13)

Em relação ao V_T , observou-se no presente estudo aumento estatisticamente significativo ao longo do tempo na comparação entre 30° e 0°, e entre 50° e 0°. Em um estudo de caso descrito por Dean e Ross, um paciente ventilado mecanicamente iniciou o treinamento na prancha ortostática em seu quinto dia de admissão na UTI. O mesmo foi posicionado primeiramente em ângulo de 15° por cinco minutos e posteriormente em ângulo de 45° por dez minutos. O estudo observou melhora do padrão ventilatório e aumento dos volumes pulmonares por análise radiográfica, porém a falta de dados quantitativos prejudicou a determinação dos efeitos do posicionamento na ventilação.⁽²²⁾ Outros autores também descrevem achados similares na literatura anterior.^(9,11-13) Contudo o mecanismo causador desta alteração na ventilação ainda não é completamente entendido.

Segundo Yoshizaki⁽¹¹⁾ sinais aferentes originados nos membros inferiores relacionados com a manutenção da postura são acionados no ortostatismo. Essa informação é projetada para o centro respiratório, e resulta em um aumento da ventilação. A contração dos músculos gastrocnêmios observada na eletroneuromiografia em seu estudo apoiam essa possibilidade.⁽¹¹⁾ O esforço necessário para sustentar a posição na prancha também pode levar ao aumento do gasto energético e assim aumentar a ventilação.⁽²³⁾ No entanto, alguns trabalhos demonstraram que esse aumento do consumo de O_2 ocorre somente quando o indivíduo não está seguramente preso a prancha, o que resulta em maior atividade muscular.⁽¹¹⁾

Outro possível mecanismo responsável pelo aumento do V_T sugere que a mudança da posição supina para a ortostática aumenta o CRF e a mobilidade diafragmática, ocasionado pela descida do conteúdo abdominal. Essa alteração do CRF altera o ponto em que cada volume corrente ocorre na curva pressão-volume, resultando em um aumento da complacência do sistema respiratório implicando em maiores volumes inspirados na posição ortostática.^(9,12)

A posição ortostática pode promover aumento da ventilação por estimulação vestibular. Foi relatado que a estimulação do nervo vestibular em gatos anestesiados aumenta a atividade do nervo frênico e da musculatura respiratória, indicando alguma estimulação vestibular na respiração.⁽²⁴⁾ No entanto, em modelos humanos a estimulação vestibular não teve efeito sob a ventilação.⁽²⁵⁾

Em adição foi relatado que a ativação de vários tipos de

receptores da parede torácica seria responsável pelo aumento da ventilação. Na posição supina, as fibras C pulmonares seriam ativadas como resultado do aumento do volume de sangue pulmonar, implicando em taquipnéia e diminuição da ventilação alveolar. Já os fusos dos músculos intercostais são ativados durante a inclinação, podendo induzir uma hiperventilação (aumento de FR e V_T).⁽²⁶⁾ O fato do paciente estar mais alerta na posição vertical também pode contribuir com a argumentação sobre o aumento da ventilação,⁽⁹⁾ porém, no presente estudo o nível de consciência e grau de alerta não se alterou com o ortostatismo.

Por fim, o procedimento de inclinação aumenta os níveis de ansiedade do paciente, e assim estimula a atividade nervosa simpática, o que pode influenciar na respiração. É conhecido que a estimulação do sistema nervoso simpático desencadeia broncodilatação, aumento da FR e diminuição de V_T .⁽²⁷⁾ Nesse estudo a resposta respiratória ao ortostatismo foi caracterizada por aumento do V_T e inalteração de FR durante a intervenção, sugerindo que outros fatores podem influenciar a ventilação, pois a atividade simpática isolada teria induzido diminuição do V_T como foi reportado anteriormente em indivíduos jovens saudáveis. De forma similar, o aumento da PAM deveria estar associado à diminuição da FR e V_T em resposta à maior estimulação dos barorreceptores arteriais,⁽²⁸⁾ não corroborando com os achados do presente estudo. Existem evidências de que o aumento de sinais aferentes originados nos barorreceptores iniba a respiração por um mecanismo integrado central.⁽²⁸⁾ Também em contradição ao presente estudo, Buttler não observou em seu trabalho nenhuma alteração em V_T ou no drive neural da musculatura respiratória durante o ortostatismo ativo.⁽¹⁰⁾

De acordo com a literatura, a FC e a PAM apresentaram aumento estatisticamente significativo com a inclinação.^(29,30) Quando mudanças na postura ocorrem, o mesmo acontece com os barorreceptores carotídeos em relação ao coração, podendo induzir mudanças na pressão arterial. Os barorreceptores, localizados aproximadamente 25 cm acima do coração, captam a pressão arterial em média 18mmHg mais baixa do que ao nível cardíaco, com isso a pressão ao nível do coração deveria aumentar de 15 a 20 mmHg na mudança de supino para ereta. No entanto os barorreceptores aórticos captam a pressão arterial mais elevada devido sua localização próxima ao coração, podendo parcialmente neutralizar esse aumento da PAM. Por outro lado o enchimento das câmaras cardíacas é prejudicado pela mudança postural, pois as artérias e veias localizadas abaixo do nível cardíaco estão preenchidas muito mais durante ortostatismo. Essa diminuição substancial da pressão de enchimento central causaria uma queda significativa da fração de ejeção e débito cardíaco, mesmo que os mecanismos do barorreflexo arterial induzam aumento da

FC, não suficiente para normalização do débito cardíaco. Em consequência ocorre uma vasoconstricção periférica quando o corpo passa da posição supina para ortostática.⁽³⁰⁾

O stress gravitacional também é responsável pelo aumento da secreção de hormônios como a noradrenalina, adrenalina e aldosterona, contribuindo para o aumento da FC e PAM.⁽²⁹⁾ O ortostatismo também pode provocar redução significativa da atividade vagal cardíaca em relação aos valores na posição supina, em contraste, a ativação simpática pode aumentar significativamente durante a elevação. Esses achados suportam a hipótese provisória sobre a influência da postura corporal sobre a regulamentação do sistema nervoso autônomo. Pode-se dizer que o ortostatismo induz um aumento do tônus simpático, e uma redução no tônus parassimpático.⁽³⁰⁾

As limitações deste estudo incluem o número reduzido de pacientes devido a dificuldade de selecionar indivíduos que se enquadrassem nos critérios de inclusão estabelecidos, o que prejudicou a observação de diferenças mais sutis nos parâmetros avaliados. A exclusão de dois pacientes da análise de algumas variáveis devido à instabilidade também pode ter contribuído para que não fossem encontradas alterações significativas nos parâmetros respiratórios que não apresentaram mudanças relevantes. Os pacientes também não foram avaliados após a intervenção, assim não é possível afirmar por quanto tempo as alterações permaneceram.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o ortostatismo não altera o nível de consciência e grau de alerta; proporciona melhora do V_{T_P} , CV, $PI_{máx}$ e elevação de FC e PAM em pacientes críticos restritos ao leito que possuem condições clínicas para a realização da manobra e capacidade de tolerar a posição ortostática.

ABSTRACT

Objective: To assess the consciousness level, pulmonary and hemodynamic effects of orthostatic position in intensive care patients.

Methods: This study was conducted from April 2008 to July 2009 in the Adult Intensive Care Unit, Hospital das Clínicas, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brazil. Fifteen patients were included who were mechanically ventilated for more than seven days and had the following characteristics: tracheotomized; receiving intermittent nebulization; maximal inspiratory pressure of less than -25 cm H_2O ; Tobin score less than 105; preserved respiratory drive; not sedated; partial arterial oxygen pressure greater than 70 mm Hg; oxygen saturation greater than 90%; and hemodynamically stable. With inclinations of 0° , 30° and 50° , the following parameters were recorded: consciousness level; blinking reflex; thoracoabdominal circumference; vital capacity; tidal volume; minute volume; respiratory muscle strength; and vital signs.

Results: No neurological level changes were observed. Respiratory rate and minute volume (V_{E_t}) decreased at 30° and later increased at 50° ; however, these changes were not statistically significant. Abdominal circumference and maximal expiratory pressure increased, but again, the changes were not statistically significant. Regarding maximal inspiratory pressure and vital capacity, statistically significant increases were seen in the comparison between the 50° and 0° inclinations. However, tidal volume increased with time in the comparisons between 30° and 0° and between 50° and 0° . Mean blood pressure increased only for the comparison of 50° versus 0° . Heart rate increased with time for the comparisons between 30° and 0° , between 50° and 0° and between 50° and 30° .

Conclusion: Passive orthostatism resulted in improved tidal volume and vital capacity, maximal inspiratory pressure and increased heart rate and mean blood pressure in critically ill patients.

Keywords: Physical therapy department, hospital; Rehabilitation; Intensive care units

REFERÊNCIAS

1. Adam S, Forrest S. ABC of intensive care: other supportive care. *BMJ*. 1999;319(7203):175-8. Review.
2. Perme C, Chandrashekar R. Early mobility and walking program for patients in intensive care units: creating a standard of care. *Am J Crit Care*. 2009;18(3):212-21.
3. Jerre G, Silva TJ, Beraldo MA, Gastaldi A, Kondo C, Leme F, et al. Fisioterapia no paciente sob ventilação mecânica. *J Bras Pneumol*. 2007;33(Supl 2): 142-50.
4. Needham DM. Mobilizing patients in the intensive care unit: improving neuromuscular weakness and physical function. *JAMA*. 2008;300(14):1685-90.
5. Morris PE, Herridge MS. Early intensive care unit mobility: future directions. *Crit Care Clin*. 2007;23(1): 97-110.
6. Chang AT, Boots R, Hodges PW, Paratz J. Standing with assistance of a tilt table in intensive care: a survey of Australian physiotherapy practice. *Aust J Physiother*. 2004;50(1):51-4.
7. Luque A, Martins CGG, Silva MSS, Lanza FC, Gazzotti MR. Prancha ortostática nas unidades de terapia intensiva da cidade de São Paulo. *Mundo Saúde*.
8. Vellar CM, Forti Júnior G. Ortostatismo passivo em pacientes comatosos na UTI – um estudo preliminar. *Rev Neurociênc*. 2008;16(1):16-9.
9. Chang AT, Boots RJ, Hodges PW, Thomas PJ, Paratz JD. Standing with the assistance of a tilt table improves minute ventilation in chronic critically ill patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(12):1972-6.
10. Butler JE, McKenzie DK, Gandevia SC. Discharge

- frequencies of single motor units in human diaphragm and parasternal muscles in lying and standing. *J Appl Physiol.* 2001;90(1):147-54.
11. Yoshizaki H, Yoshida A, Hayashi F, Fukuda Y. Effect of posture change on control of ventilation. *Jpn J Physiol.* 1998;48(4):267-73.
 12. Chang AT, Boots RJ, Brown MG, Paratz JD, Hodges PW. Ventilatory changes following head-up tilt and standing in healthy subjects. *Eur J Appl Physiol.* 2005;95(5-6):409-17.
 13. Gisolf J, Wilders R, Immink RV, van Lieshout JJ, Karemaker JM. Tidal volume, cardiac output and functional residual capacity determine end-tidal CO₂ transient during standing up in humans. *J Physiol.* 2003;554(Pt 2):579-90.
 14. Bourdin G, Barbier J, Burle JF, Durante G, Passant S, Vincent B, et al. The feasibility of early physical activity in intensive care unit patients: a prospective observational one-center study. *Respir Care.* 2010;55(4):400-7.
 15. Porto EF, Castro AAM, Leite JRO, Miranda SV, Lancauth A, Kumpel C. Análise comparativa da complacência do sistema respiratório em três diferentes posições no leito (lateral, sentada e dorsal) em pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva prolongada. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2008;20(3):213-9.
 16. Fiz JA, Aguilar X, Carreres A, Barbany M, Formiguera X, Izquierdo J, Morera J. Postural variation of the maximum inspiratory and expiratory pressures in obese patients. *Int J Obes.* 1991;15(10):655-9.
 17. Roquejani AC, Araújo S, Oliveira RARA, Dragosavac D, Falcão ALE, Terzi RGG, Kousour C. Influência da posição corporal na medida da pressão inspiratória máxima (P_Imáx) e da pressão expiratória máxima (P_Emáx) em voluntários adultos saudáveis. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2004;16(4):215-8.
 18. Wilson WH. The Influence of posture on the volume of the reserve air. *J Physiol.* 1927;64(1):54-64.
 19. Blair E, Hickam JB. The effect of change in body position on lung volume and intrapulmonary gas mixing in normal subjects. *J Clin Invest.* 1955;34(3):383-9.
 20. Druz WS, Sharp JT. Activity of respiratory muscles in upright and recumbent humans. *J Appl Physiol.* 1981;51(6):1552-61.
 21. Druz WS, Sharp JT. Electrical and mechanical activity of the diaphragm accompanying body position in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis.* 1982;125(3):275-80.
 22. Dean E, Ross J. Oxygen transport: The basis for contemporary cardiopulmonary physical therapy and its optimization with body positioning and mobilization. *Phys Ther Pract.* 1992;1:34-44.
 23. Miyamoto Y, Tamura T, Himura T, Nakamura T, Higuchi J, Mikami T. The dynamic response of the cardiopulmonary parameters to passive head-up tilt. *Jpn J Physiol.* 1982;32(2):245-58.
 24. Rossiter CD, Hayden NL, Stocker SD, Yates BJ. Changes in outflow to respiratory pump muscles produced by natural vestibular stimulation. *J Neurophysiol.* 1996;76(5):3274-84.
 25. Lee CM, Wood RH, Welsch MA. Influence of head-down and lateral decubitus neck flexion on heart rate variability. *J Appl Physiol.* 2001;90(1):127-32.
 26. Duron B. Postural and ventilatory functions of intercostals muscles. *Acta Neurobiol Exp (Wars).* 1973;33(1):355-80.
 27. Bechbache RR, Chow HH, Duffin J, Orsini EC. The effects of hypercapnia, hypoxia, exercise and anxiety on the pattern of breathing in man. *J Physiol.* 1979;293:285-300.
 28. Nishino T, Honda Y. Changes in pattern of breathing following baroreceptor stimulation in cats. *Jpn J Physiol.* 1982;32(2):183-95.
 29. László Z, Rössler A, Hinghofer-Szalkay HG. Cardiovascular and hormonal changes with different angles of head-up tilt in men. *Physiol Res.* 2001;50(1):71-82.
 30. Toska K, Walloe L. Dynamic time course of hemodynamic responses after passive head-up tilt and tilt back to supine position. *J Appl Physiol.* 2002;92(4):1671-6.