

Artigo original

Variação da saturação de oxigênio e da frequência cardíaca durante e após percussão manual em voluntários saudáveis

Variation of oxygen saturation and heart rate during and after manual percussion in healthy volunteers

Mariana de Oliveira Gomes, Ft.* , Ana Raquel de Carvalho Mourão** , Ana Lúcia de Gusmão Freire***

.....
Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL, **Professora do Curso de Fisioterapia da UNCISAL, Especialista em Fisioterapia em Terapia Intensiva, Escola Bahiana de Medicina, *Professora do Curso de Fisioterapia da UNCISAL e Cesmac, Especialista em Disfunções Infantis – UFPE, Especialista em fisiologia comparada UFSCar-CESMAC*

Resumo

A percussão manual é uma das técnicas de fisioterapia respiratória mais difundida em todo o mundo. Tem sido amplamente utilizada ao longo dos anos no tratamento de pacientes com quadro de hipersecreção brônquica. No entanto, é escasso o número de trabalhos que fundamentam a técnica e avalie suas repercussões. O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da percussão manual sobre a saturação de oxigênio (SatO₂) e a frequência cardíaca (FC) de indivíduos saudáveis através da oximetria de pulso. Para isso, 20 voluntários não tabagistas e sem história de hiperresponsividade brônquica foram submetidos à manobra de percussão por 2 minutos, sendo registrados os valores de SatO₂ e de FC antes durante e após a manobra. A FC variou de forma estatisticamente significativa, especificamente após 90s (p = 0,0001) de percussão e aos 30s (p = 0,0001) e 90s (p = 0,0003) após o encerramento da técnica. A SatO₂ apresentou pequena queda aos 90 segundos (p = 0,0013) e no período de recuperação aos 30 segundos (p = 0,0001). A partir destes resultados concluímos que a percussão manual interfere sobre a SatO₂ e a FC de indivíduos saudáveis, devendo ser considerada com cautela no tratamento de pacientes portadores de pneumopatias graves e hiperreativas associada ou não a cardiopatias.

Palavras-chave: percussão, fisioterapia, oximetria.

Abstract

The manual chest percussion is one of the techniques of chest physiotherapy more diffused all over the world. It has been used thoroughly along the years in the patients' treatment with high sputum production. However, it is scarce the number of works that bases the technique and evaluate their repercussions. The objective of this study was to analyze the effects of the manual percussion on the oxygen saturation (SatO₂) and the heart rate (FC) of healthy individuals through the pulse oximetry. For that, twenty volunteers non smokers and without history of over-expected bronchial response were submitted to the percussion maneuver by two minutes, being registered the values of SatO₂ and heart rate before, during and after the maneuver. The heart rate varied in way statistically significant, specifically after 90s (p = 0.0001) of percussion and to the 30s (p = 0.0001) and 90s (p = 0.0003) after the closing of the technique. SatO₂ presented small fall to the 90 seconds (p = 0.0013) and in the recovery period to the 30 seconds (p = 0.0001). Starting from these results we concluded that the manual percussion interferes on SatO₂ and the heart rate of healthy individuals' should be considered with caution in the treatment of patient bearers of a serious lung disease with over-expected bronchial response associated or no to a heart disease.

Key-words: percussion, physical therapy, oximetry.

Recebido 19 de julho de 2006; aceito em 30 de agosto de 2007.

Endereço para correspondência: Ana Lúcia de Gusmão Freire, Rua Pedro Américo, 240/701, Pajuçara 57025-980 Maceió AL, Tel: (82) 8834 2181, E-mail: ffgusmao@yahoo.com

Introdução

A fisioterapia é considerada um grande auxílio no tratamento preventivo e curativo de diversas patologias pulmonares [1]. Ela tem um importante papel na manutenção das vias aéreas e pulmões desobstruídos, principalmente, quando patologias de gênese hipersecretiva - que cursam com hiperplasia e hipertrofia das células produtoras de muco (bronquite crônica, bronquiectasia, fibrose cística) - estão envolvidas ou quando disfunções neuromusculares tornam a tosse ineficaz [2-5].

O muco purulento é menos elástico e mais viscoso dificultando o mecanismo de clearance mucociliar [3]. Quando a carga de muco torna-se muito grande para ser eliminada por este mecanismo e pela tosse ocorre obstrução brônquica por acúmulo de muco em quantidade e/ou qualidade normal ou patológica [6,7]. A retenção de secreção brônquica prejudica a função pulmonar, facilita a instalação de infecções no trato respiratório, aumentam a resistência ao fluxo aéreo e dificultam as trocas gasosas, além de tornar o trabalho dos músculos respiratórios excessivo [8].

Um dos princípios básicos da fisioterapia respiratória é a facilitação do clearance mucociliar que pode ser feita, além de outras técnicas, através das manobras de desobstrução brônquica [6]. Essas técnicas estão relacionadas com a melhora da resistência das vias aéreas mantendo sua permeabilidade e aumentando do clearance mucociliar [8].

As técnicas manuais da fisioterapia respiratória são largamente utilizadas em todo o mundo. Apesar disso, tem sido muito discutida sua eficácia, principalmente pela ausência de estudos científicos que fundamentam o assunto [9].

Dentre essas manobras, a percussão é uma das mais difundidas. Stiller *apud* Azeredo, através de revisão bibliográfica sobre a atuação da fisioterapia em UTI, mostrou que a percussão é uma das técnicas mais utilizadas [10].

Trata-se de uma manobra realizada com as mãos, de forma ritmada e compassada, sobre a superfície externa do tórax do paciente, proporcionando vibrações mecânicas que deverão atingir os pulmões como uma onda de energia mecânica transmitida através da parede torácica para as vias aéreas [9]. Provoca-se, com isso, um descolamento das secreções mobilizando-as das regiões periféricas para as áreas centrais, onde serão expelidas ou aspiradas, e produzindo uma excitação das zonas reflexas de tosse [1,6]. A manobra deve ser realizada com as mãos em concha ou em ventosa e os dedos aduzidos, mantendo boa mobilidade articular no sentido de flexo-extensão do punho, quase nenhum movimento de cotovelo e nenhum movimento de ombro [1,9].

No entanto, segundo Coppo [1], os benefícios da percussão são considerados incertos e é ilusório pensar que a percussão possa provocar esse efeito nos brônquios de menor calibre, pois ela agita, ao mesmo tempo, o conteúdo e o que contém, devido ao diâmetro e a maleabilidade desses brônquios.

O Consenso de Fisioterapia Respiratória realizado em Lyon definiu que a percussão ocupa atualmente lugar pouco

significativo entre as técnicas desobstrutivas, e não pode ser recomendada. Essa manobra não encontra mais a unanimidade e necessitaria de estudos controlados que utilizassem uma metodologia aceitável para verificar de forma mais precisa seus mecanismos de ação e sua eficácia [7].

Segundo o mesmo consenso, a gama de frequências ideais a ser atingida para promover o transporte do muco seria de 25 a 35 Hz, muito além das capacidades manuais (1 a 8 Hz).

Além disso, alguns autores afirmam que esta técnica pode provocar broncoespasmo [11-13], atelectasias [14], hipoxemia [15-18], queda da saturação de oxigênio, [19] alterações na frequência cardíaca [10, 20] e arritmias [21].

Por outro lado, outros trabalhos têm sugerido não haver alterações hemodinâmicas e da SatO_2 estatisticamente significativas associadas à manobra de percussão manual [13, 22-25]. A maioria destes trabalhos estudou a percussão manual associada a outras técnicas.

Tendo em vista as inúmeras controvérsias em relação a esta técnica e a escassez de trabalhos que a avaliem isoladamente, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos da percussão manual sobre a saturação de oxigênio e a frequência cardíaca de indivíduos sadios através da oximetria de pulso, método não-invasivo que apresenta boa correlação com os valores obtidos pela gasometria arterial [26-28] e resposta em curto período de tempo [29].

Material e método

Amostra

Trata-se de um estudo do tipo ensaio clínico não randomizado prospectivo onde foram avaliados 20 sujeitos, sadios, sendo 2 do sexo masculino e 18 do sexo feminino, com idade de $22,1 \pm 1,4$ anos, peso de $54,275 \pm 6$ kg, altura de $1,6345 \pm 0,06$ m e Índice de Massa Corpórea de $20,255 \pm 1,6$ kg/m^2 , sem história prévia nem atual de hiperresponsividade brônquica e não tabagistas. O estudo foi desenvolvido no Ambulatório Escola de Fisioterapia Dra. Delza Gitaí, UNCISAL, no período de agosto a novembro de 2004.

O protocolo do estudo proposto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Universitária de Ciências da Saúde de Alagoas - UNCISAL e todos os voluntários, após devidamente esclarecidos a respeito do estudo, deram por escrito o consentimento de sua participação conforme resolução 196/96 do CNS.

Desenho do estudo

Para todos os sujeitos da pesquisa, foram realizados anamnese e exame físico, para que fossem excluídos voluntário com história de patologia pulmonar hiperreativa.

Após 5 a 10 min de repouso, o sensor do oxímetro EMAI OX-P - 10 digital foi conectado a um dos dedos da mão do

voluntário. Foram então registrados os valores basais de Saturação de Oxigênio (SatO₂) e Frequência Cardíaca (FC). Em seguida, mantendo o sensor do oxímetro no mesmo dedo, o voluntário foi submetido à técnica de percussão. A percussão foi realizada durante um tempo total de 2 minutos, em três posições: decúbito lateral direito (30 segundos), decúbito lateral esquerdo (30 segundos) e sentado (60 segundos), executada pelo mesmo pesquisador em todos os momentos da pesquisa, utilizando o método de percussão com as mãos em concha (dedos aduzidos), no sentido de flexo-extensão do punho de forma rítmica, em contato com o tórax devidamente coberto pela vestimenta do indivíduo. A SatO₂ e a FC foram registradas a cada 30 segundos durante a realização da técnica (30, 60, 90 e 120 segundos), 30 e 60 segundos após o encerramento da manobra (período de recuperação)

Análise estatística

Todos os dados foram tratados através do teste não paramétrico t de student para amostras e pela correlação de Pierson admitindo-se erro alfa de 5% para as variáveis estudadas.

Resultados

Os voluntários da pesquisa possuíam características antropométricas, conforme descrito na tabela I.

Tabela I - Caracterização da amostra de acordo com variáveis demográficas (sexo, idade, peso, altura e IMC).

Sexo	Idade	Peso (kg)	Altura (m)	IMC (kg/m ²)
2M/18F	22,1±1,4	54,275±6	1,6345±0,06	20,255±1,6

Tabela II - Comparação entre respostas da Frequência cardíaca ao longo de 2 min durante o procedimento de tapotagem e sua recuperação de acordo com a correlação de Pearson.

FC	Basal / 90s	Basal / 120s	Basal / 30s recuperação	Basal / 60s recuperação	30s / 90s	30s / 30s recuperação	30s / 60s recuperação
r (Pearson)	0,6743	0,7669	0,6222	0,7466	0,772	0,6332	0,7607
(p)	0,0011	0,0001	0,0034	0,0002	0,0001	0,0027	0,0001
	60s / 30s recuperação	60s / 90s	90s / 120s	90s / 30s recuperação	90s / 60s recuperação	120s / 30s recuperação	30s recuperação / 60s recuperação
r (Pearson)	0,7764	0,6632	0,6996	0,5054	0,7284	0,7638	0,7275
(p)	0,0001	0,0014	0,0006	0,0229	0,0003	0,0001	0,0003

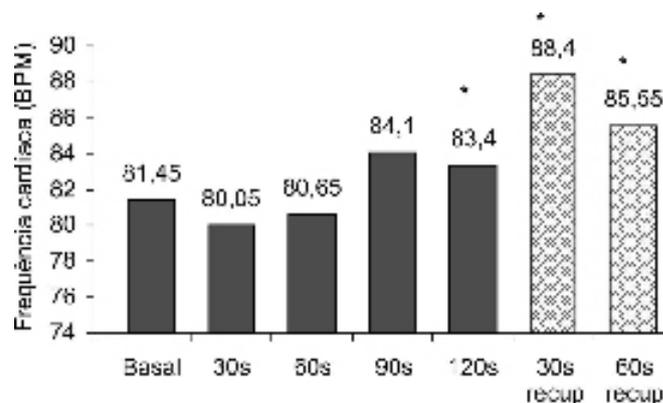
Tabela III - Comparação entre respostas da saturação de oxigênio ao longo de 2 min durante o procedimento de tapotagem e sua recuperação de acordo com a correlação de Pearson.

	30s / 120s	90s / 120s	90s / 30s recuperação	90s / 60s recuperação	120s / 60s recuperação	30s recuperação / 60s recuperação
r (Pearson) =	-0,4923	0,6675	0,5673	0,7686	0,5036	0,4395
(p) =	0,0274	0,0013	0,0091	0,0001	0,0235	0,0524

Frequência cardíaca

Comparando-se os valores basais de frequência cardíaca, com os valores obtidos ao longo do tempo, durante a realização da manobra e no primeiro minuto de recuperação, verificou-se variações estatisticamente significativas, especificamente após 90s (p = 0,0001) de percussão e aos 30s (p = 0,0001) e 90s (p = 0,0003) após o encerramento da técnica, não sendo recuperados os valores iniciais ao final de 60s de repouso (Figura 1).

Figura 1 - Comportamento da frequência cardíaca média antes, durante e na recuperação de voluntários normais submetidos a tapotagem por 2 minutos.



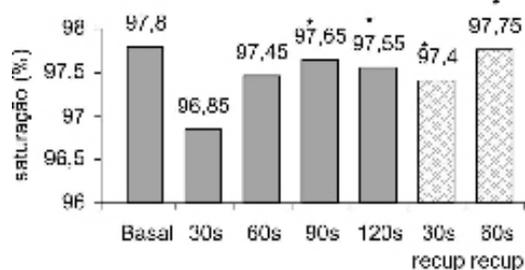
De acordo com a correlação de Pearson verifica-se que a FC sofre variações estatisticamente significativas durante todo o experimento e que seus valores tendem a continuar variando

ao longo do tempo, apresentando diferenças importantes no seu comportamento (Tabela II).

Saturação de oxigênio

A resposta da SatO₂ aos 2 minutos de percussão foi pouco significativa, com pequena queda aos 90 segundos ($p = 0,0013$) e no período de recuperação aos 30 segundos ($p = 0,0001$). Os valores basais foram restabelecidos no fim do período de recuperação (Figura 2).

Figura 2 - Comportamento da frequência cardíaca média antes, durante e na recuperação de voluntários normais submetidos a tapotagem por 2 min.



Ao longo do tempo, a saturação de Oxigênio apresenta variações mínimas, porém com significado estatisticamente significativo. Entretanto, estas diferenças não são evidenciadas o tempo todo, este comportamento aparece em momentos específicos sendo estes mais expressivos ao final do experimento (Tabela III).

Discussão

A manobra de percussão manual tem sido amplamente utilizada no tratamento de patologias caracterizadas por hipersecreção brônquica. Sugere-se que a técnica possa facilitar o deslocamento e expectoração de secreções broncopulmonares. No entanto, poucos estudos bem delineados têm avaliado a técnica de forma isolada, validando seus efeitos e registrando suas repercussões.

Giles *et al.* [19], em estudo comparativo entre os efeitos a curto-prazo da drenagem postural associada à percussão com a drenagem autógena em pacientes com fibrose cística, observaram que drenagem postural com percussão esteve relacionada com queda da SatO₂ de $93,3 \pm 0,7\%$ para $91,2 \pm 0,8\%$, sendo recuperados os valores basais 15 min após o tratamento.

Huseby *et al.* [17] observaram agravamento da hipóxia após a fisioterapia respiratória convencional em pacientes sob ventilação assistida, especialmente nos hipersecretivos [17]. Connors *et al.* [18] também encontrou redução da oxigenação com o uso dessas técnicas em pacientes com enfermidades agudas não cirúrgicas, porém com predomínio naqueles que apresentavam secreção escassa.

Em estudo sobre a influência da punho-percussão associada a exercícios respiratórios sobre a pressão arterial e a FC em pacientes no período pós-operatório, Reyes *et al.* [20] encontraram aumento consistente das duas variáveis após a fisioterapia.

Valencia e Marin *apud* Azeredo [10] estudaram os efeitos hemodinâmicos e metabólicos da fisioterapia respiratória (percussão, mudança de decúbito e aspiração) em pacientes intubados, com e sem sedação. O grupo sem sedação foi associado a aumento da FC.

Avaliando os efeitos da percussão associada à drenagem postural em 72 pacientes críticos através de Eletrocardiograma, Hammon *et al.* [21] afirmaram que 11,1% apresentaram arritmias maiores, 25% apresentaram arritmias menores e 63,9% não apresentaram arritmias, sendo mais susceptíveis a desenvolver arritmias durante essas técnicas os pacientes idosos aqueles que apresentam patologias cardíacas agudas.

Em contrapartida, Wong *et al.* [23], em estudo realizado com modelo animal anestesiado, mostrou que as técnicas manuais da fisioterapia respiratória, entre as quais a percussão, não causam efeitos hemodinâmicos significativos. As variáveis hemodinâmicas estudadas foram: FC, pressão arterial, pressão na artéria pulmonar e pressão no átrio direito.

Scherer *et al.* [24], comparando os efeitos da fisioterapia respiratória convencional e da oscilação oral de alta frequência em pacientes ambulatoriais com fibrose cística, afirmou que nenhuma das modalidades tem efeito sobre a SatO₂ e são bem toleradas. Fazendo a mesma comparação, porém com pacientes portadores de bronquiectasia, Antunes *et al.* [22] não observou variação significativa da SatO₂ e da FC com nenhuma das técnicas.

Ruiz *et al.* [25] avaliando os efeitos da fisioterapia respiratória convencional (percussão, drenagem postural) em pacientes sob ventilação mecânica, observou que os valores da SatO₂ não se alteram com o uso destas técnicas.

Wollmer *et al.* [13] não observou alterações significativas na SatO₂ em nenhum dos casos quando comparou a drenagem postural associada à tosse com drenagem postural associada à tosse e à percussão em pacientes com quadro de exacerbação aguda de DPOC, apesar de referir que a percussão é associada com aumento da obstrução (diminuição do FEF₁).

O presente estudo mostra uma importante influência da manobra de percussão sobre a FC, sendo esta observada durante a execução da técnica e no período de recuperação. Observa-se que os valores da FC durante o experimento quando comparada com os valores de repouso para todos os voluntários do estudo, inicialmente registra redução, seguida de aumento brusco (durante o repouso) acompanhado de nova redução. É fato que estas variações não atingem níveis críticos, pois os nossos voluntários são classificados como normais.

Vale ressaltar que a elevação da FC em condições de anormalidades (patologias cardíacas) pode chegar a níveis perigosos, alterando o ritmo do coração causando prejuízo

à sua irrigação, levando à fadiga do músculo cardíaco com falência e até morte do indivíduo. A frequência cardíaca é o melhor parâmetro para se monitorizar o esforço físico e não deve exceder certos limites que variam conforme a idade, o objetivo da atividade física proposta e o próprio condicionamento de cada um.

Em alguns estudos, a técnica apresenta repercussão significativa sobre a saturação de oxigênio. Esse fato pode justificar-se por esta ser aplicada em pacientes portadores de doença pulmonar, nos quais o fenômeno de dessaturação é real tendo em vista a interferência da patologia sobre a barreira hemato-gasosa, dificultando a captação e difusão do oxigênio. Dessa forma, o comportamento de queda da SatO_2 é melhor percebido. Em voluntários normais existe integridade no sistema de trocas gasosas e na capacidade adaptativa do sistema respiratório. Podemos verificar que as variações encontradas em nosso estudo são muito pequenas, porém em alguns momentos estas se comportam de maneira estatisticamente significativas. Além disso, a percussão foi considerada pela maioria dos sujeitos da pesquisa um procedimento incômodo, tendo sido relatadas sensações subjetivas de desconforto como ânsia de vômito, sonolência, dispnéia e hiperpnéia.

A inexistência de consenso acerca das repercussões da percussão manual sobre o sistema cardiopulmonar nos faz inferir sobre os possíveis efeitos da manobra de percussão manual sobre a SatO_2 e FC, e que estas variações podem estar associadas à habilidade do executor em realizar a técnica mantendo os padrões operacionais descritos (frequência, intensidade, posicionamento adequado das mãos) ou ainda a associação destes fatores ao biótipo do voluntário. Muitos são os fatores que isoladamente ou em conjunto podem interferir sobre a mecânica ventilatória podendo muitas vezes não proporcionar respostas desejadas as quais são descritas para a manobra, induzindo desta forma a respostas terapêuticas pouco desejadas quando a utilizamos em indivíduos portadores de patologias crônicas ou agudas que afetam ao sistema cardiopulmonar.

Conclusão

A manobra de percussão manual parece interferir de forma significativa na função cárdio-pulmonar de indivíduos saudáveis, devendo ser considerada com cautela no tratamento de pneumopatias graves e hiperreativas associada ou não a cardiopatias.

Fica evidente a necessidade de maior número de estudos que avaliem a percussão de forma isolada, analisando especialmente a forma como é aplicada, e a influência sobre a resposta da habilidade do aplicador e das características físicas do indivíduo que se submete à técnica.

Referências

1. Coppo MRC, Assistência fisioterápica/ respiratória: técnicas atuais versus técnicas convencionais. In: Problemas respiratórios. São Paulo: Atheneu; 2000. p.79-82.
2. Ferro AT. Estudo comparativo sobre as técnicas fisioterápicas para desobstrução pulmonar [online]. [citado 2001 Nov 25]. Disponível em URL: www.interfisio.com.br.
3. Zanchet RC. Propriedades físicas e transporte do muco respiratório. *Fisioter Bras* 2003;4(2):129:132.
4. Zach MS, Oberwaldner B. Chest physiotherapy – the mechanical approach to antiinfective therapy in cystic fibrosis. *Infection* 1987;15(5):381-4.
5. Grabowski JL, Bertoline SMMG. Fisioterapia respiratória em fibrose cística: estudo de caso. *Arq Ciências Saúde UNIPAR* 1999;3(3):251-56.
6. Azeredo CAC. Fisioterapia respiratória moderna. 4a ed. Manole: Barueri; 2002.
7. Feltrim MI, Parreira VF. Consenso de fisioterapia respiratória. Lyon, 1994/2000. Traduzido por: Sociedade Brasileira de Fisioterapia Respiratória. São Paulo: SBFR; 2000.
8. Marchezin TM. Técnicas desobstrutivas [online]. [citado 2002 Jun 19]. Disponível em: URL: www.fisioterapiaintensiva.hpgig.com.br.
9. Costa D. Fisioterapia respiratória básica. São Paulo: Atheneu; 1990. p.45-52.
10. Azeredo CAC, Bezerra R.M.S. Manobras de fisioterapia respiratória na UTI. Rio de Janeiro: SOS Pulmão/CUCA; 2004.
11. Pryor JA, Weber BA. Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos. 2ª ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro; 2002.
12. Monteiro JM, Santos EA, Gusmão AL. Avaliação da mecânica respiratória após a técnica de percussão manual em indivíduos saudáveis [monografia]. Alagoas: UNCISAL; 2003. 12p.
13. Wollmer P, Ursing K, Midgex B, Eriksson L. Inefficiency of chest percussion in the physical therapy of chronic bronchitis. *Eur J Respir Dis* 1984;66:233-39.
14. Zidulka A, Chrome JF, Wight DW, Burnett S, Bonnier L, Fraser R. Clapping or percussion causes atelectasis in dogs and influences gas exchange. *J Appl Physiol* 1989;66(6):2833-8.
15. Pryor JA, Weber BA. Fisioterapia para problemas respiratórios e cardíacos. 2ª ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro; 2002.
16. McDonnell T, et al. Hypoxaemia during chest physiotherapy in patients with cystic fibrosis. *Ir J Med Sci* 1986;155(10):345-48.
17. Huseby J, et al. Oxygenation during chest physiotherapy. *Chest* 1976;70:430.
18. Connors AF, Hammon WE, Martin RY, Rogers RM. Chest physical therapy the immediate effect on oxygenation in acutely ill patients. *Chest* 1978;78:559.
19. Giles DR, Wagener JS, Accurso FJ, Butler-Simon N. Short-term effects of postural drainage with clapping vs. autogenic drainage on oxygen saturation and sputum recovery in patients with cystic fibrosis. *Chest* 1995;108(4):952-4.
20. Reyes B, González T, Morales C, Carballo AL, Bizet MO. Influencia de la fisioterapia respiratoria sobre la presión y el pulso del operado. *Rev Cuba Enferm* 1986;2(3):211-5.
21. Hammon WE, Connors AF, McCaffree R. Cardiac arrhythmias during postural drainage and chest percussion of critically ill patients. *Chest* 1992;102(6):1836-41.
22. Antunes LCO, Carvalho SMF, Borges FD, Assis VLGN, Godoy I. Comparação da eficácia da fisioterapia respiratória convencional com o Flutter VRP1 em pacientes com bronquiectasia. *Salusvita* 2001;20(1):11-21.

23. Wong WP, Paratz JD, Wilson K, Burns YR. Hemodynamic and ventilatory effects of manual respiratory physiotherapy techniques of chest clapping, vibration, and shaking in an animal model. *J Appl Physiol* 2003;95(3):991-8.
 24. Scherer TA, Barandun J, Martinez E, Wanner A, Rubin EM. Effect of high-frequency oral airway and chest wall oscillation and conventional chest physical therapy on expectoration in patients with stable cystic fibrosis. *Chest* 1998;113(4): 1019-27.
 25. Ruiz VC, Oliveira LC, Borges F, Crocci AJ, Rugolo LMSS. Efeito da fisioterapia respiratória na saturação de O₂ em pacientes submetidos à ventilação mecânica. *Acta fisiátrica* 1999;6(2):64-9.
 26. Suárez BH, Pérez LP, Páez AG. Correlación entre la oximetría de pulso y la gasometría arterial en el paciente de alto riesgo. *Rev Cuba Pediatr* 1998;70(3):148-2.
 27. Cortes RER, Suarez FPN, López HAC, Miranda JD. Oximetría de pulso en pacientes pediátricos graves: comparación con la gasometría arterial. *Acta pediatr Méx* 1988;9(2):77-81.
 28. Liappis N. Non-invasive determination of oxygen saturation with the oxygen pulse wave oximeter on fingers, metacarpus and wrist of infants. Comparison with the oxygen saturation calculated from the pH and pO₂ of the blood gas analysis. *Klin Pediatr* 1979;191(5):467-71.
 29. Sinex JE. Pulse oximetry: principles and limitations. *Am J Emerg Med* 1999;17:59-66.
-