

Índice antropométrico para classificação quantitativa do *pectus excavatum**

Anthropometric index for quantitative assessment of *pectus excavatum*

EDUARDO BALDASSARI REBEIS^(TE SBCT), MARCOS NAOYUKI SAMANO, CARLOS TADEU DOS SANTOS DIAS, ÂNGELO FERNANDEZ^(TE SBCT), JOSÉ RIBAS MILANEZ DE CAMPOS^(TE SBCT), FÁBIO BISCEGLI JATENE^(TE SBCT), SÉRGIO ALMEIDA DE OLIVEIRA^(TE SBCT)

Introdução: O *pectus excavatum* caracteriza-se por uma depressão do esterno e das cartilagens para-esternais inferiores. Medidas clínicas para classificar essas depressões são poucas e de difícil aplicação.

Objetivo: Criar medidas clínicas para quantificar a deformidade e poder comparar os resultados entre os períodos pré e pós-operatório.

Método: Dez pacientes portadores de *pectus excavatum*, foram operados utilizando-se a técnica de Robicsek modificada pelo grupo de Cirurgia Torácica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sendo também medidos clínica e radiologicamente nos períodos pré e pós operatório. Dez pacientes controles que não apresentavam anormalidades torácicas clínicas e ou radiológicas foram medidos da mesma forma. O defeito foi avaliado no nível do manúbrio e da maior deformidade através do índice antropométrico e do índice de Haller.

Resultados: A análise multivariada para as médias do índice antropométrico mostrou diferenças significativas entre o pré operatório e o grupo controle e entre as médias do pré e do pós operatório, e diferença não significativa entre o pós operatório e o grupo controle. A mesma análise, aplicada às médias do índice de Haller, demonstrou os mesmos resultados. O estudo pareado entre as médias do pré e do pós operatório mostrou tratarem-se de grupos diferentes. A correlação canônica evidenciou que o índice antropométrico e o índice de Haller têm correlação de 86%.

Conclusão: Pacientes portadores de *pectus excavatum* podem ter a deformidade quantificada através de medidas do índice antropométrico no pré e no pós operatório, as quais permitem uma avaliação objetiva e comparativa dos resultados, e são de fácil realização.

J Bras Pneumol 2004; 30(6) 501-7.

Descritores: *Pectus excavatum*. Índice de Haller. Índice Antropométrico.

Background: *Pectus excavatum* is characterized by concave growth of costal cartilage and depression of the lower sternum. Clinical means of classifying these malformations are few and difficult to apply.

Objective: To devise clinical tools for quantifying the deformity and comparing preoperative and postoperative findings.

Method: A total of 10 *pectus excavatum* patients who underwent surgery in which the modified Robicsek technique was used by the Thoracic Surgery Group of the Hospital das Clínicas of the University of São Paulo School of Medicine, were clinically and radiologically evaluated in the preoperative and postoperative periods. Ten control individuals, presenting no thoracic or radiological abnormalities, were submitted to identical evaluations. Deformities at the sternum notch level and at the point of maximum deformity were assessed using the anthropometric index and the Haller index.

Results: Multivariate analysis of anthropometric index means revealed significant differences between preoperative and control values and between preoperative and postoperative values, as well as a non-significant difference between postoperative and control values. The same results were obtained when Haller index means were analyzed. A paired comparison of preoperative and postoperative means showed two distinct groups. An 86% canonical correlation was found between the anthropometric index and the Haller index.

Conclusion: Patients with *pectus excavatum* can be quantitatively assessed in the preoperative and postoperative periods through the use of the anthropometric index, which allows objective, comparative evaluation of the results and is easily performed.

Key words: Funnel Chest. Anthropometry/methods.

*Trabalho realizado no Departamento de Cardíio-Pneumologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – Serviço de Cirurgia Torácica.
Endereço para correspondência: Eduardo Baldassari Rebeis. Rua Alfredo Guedes, 1949, Cj 505 – CEP 13416-016 Piracicaba, SP. Tel: 55-19-3422 4078
E-mail: eduardo.rebeis@merconet.com.br
Recebido para publicação, em 29/1/04. Aprovado, após revisão, em 13/5/04.

INTRODUÇÃO

Desde o século XV as deformidades congênicas da parede torácica são descritas e discutidas na literatura⁽¹⁾. O *pectus excavatum* (PEX) é a deformidade congênita da parede torácica anterior mais freqüente, acomete 1/400 crianças nascidas vivas, acarretando alterações estéticas com possíveis conseqüências psicológicas e sociais que interferem na qualidade de vida destes indivíduos⁽²⁾. Poucos estudos classificam clínica e objetivamente o grau de distorção anatômica para que se possa quantificar a depressão, comparar grupos e avaliar os resultados pós-operatórios⁽³⁾.

A etiologia do PEX ainda não está bem estabelecida. Alguns autores relatam existir um crescimento anormal das cartilagens condrocostais, que deslocaria o esterno em direção à coluna vertebral⁽⁴⁾. A primeira monografia sobre o assunto, lançando a suposição de que o afundamento do esterno seria devido ao crescimento anormal das cartilagens, foi publicada por Ochsner *et al.*, em 1939⁽⁵⁾.

O PEX pode ser classificado como simétrico ou assimétrico, sendo que, quando assimétrico, a maior depressão está quase sempre à direita. O manúbrio esternal, o primeiro e o segundo arcos costais geralmente são normais ou pouco deformados. Nos casos mais graves, há um deslocamento importante do coração para cima e para a esquerda, com diminuição significativa do volume torácico. Apesar da deformidade, a maioria dos estudos cardiológicos e da função pulmonar é normal, ou apresenta apenas moderada redução na capacidade pulmonar total e na capacidade vital inspiratória⁽⁶⁾. Neste sentido, inúmeros trabalhos têm se preocupado com os resultados funcionais pré e pós operatórios no PEX, e o consenso é de que não há mudanças significativas mensuráveis na função cardiorespiratória, embora haja melhora subjetiva, principalmente no aumento da tolerância ao exercício⁽⁷⁾.

O tratamento do PEX grave ou acentuado é aceito como cirúrgico pela grande maioria dos autores⁽⁸⁻¹⁰⁾. A idade ideal para a indicação da correção é controversa, sendo que a faixa de indicação preferencial está entre quatro e doze anos⁽¹¹⁻¹⁴⁾. A indicação da cirurgia baseia-se nos achados estéticos e/ou psicológicos dos pacientes. Portanto, o resultado cosmético deve ser não só valorizado, mas também avaliado como o melhor indicador do sucesso terapêutico.

A avaliação dos pacientes, tanto no período pré quanto no pós-operatório, tem sido realizada, de maneira subjetiva⁽¹⁵⁾ (inspeção clínica) ou objetiva^(3,16-20) (medidas clínicas ou radiológicas), na dependência da experiência do cirurgião. Poucos trabalhos podem ser encontrados na literatura sobre medidas clínicas para classificar ou quantificar o PEX.

Medidas radiológicas também foram adotadas com o objetivo de dimensionar o PEX. Derveaux *et al.*⁽²⁰⁾, utilizando radiograma de tórax em perfil, e avaliando a relação das medidas ântero-posteriores no nível do ângulo de Louis e do xifóide, classificaram os pacientes que eram portadores de defeitos torácicos quando comparados a indivíduos normais. A tomografia computadorizada do tórax também foi usada para quantificar o PEX. Haller *et al.*⁽¹⁶⁾, em 1987, criaram o índice de Haller, que é a razão entre as distâncias látero-lateral e pósterio-anterior, obtidas no corte axial tomográfico na janela mediastinal no nível da maior depressão. Quando esta razão é maior que 3,25, o PEX é tido como moderado ou grave e haveria indicação cirúrgica visando à correção da deformidade. Nakahara *et al.*⁽²¹⁾ também se basearam na tomografia computadorizada, e quantificaram numericamente a depressão, a assimetria e o achatamento da deformidade.

Nosso trabalho tem como principal objetivo criar medidas clínicas antropométricas, de fácil execução, com instrumentos simples, para quantificar adequadamente o PEX em caráter ambulatorial. Com isto, desejamos não só tornar possível a comparação entre diferentes grupos de pacientes no pré e no pós operatório, mas também permitir que os resultados obtidos possam ser avaliados de forma mais concreta e objetiva, possibilitando inclusive a realização de estudos multicêntricos.

MÉTODO

No período de dezembro de 2001 a dezembro de 2002 foram estudados 10 pacientes portadores de PEX e 10 pacientes com o tórax morfológicamente normal. Os pacientes com PEX tinham idades entre 10 e 31 anos (média de 17,4 anos), 5 eram do sexo masculino, 9 da raça branca e 1 da amarela. Foram excluídos do estudo os pacientes sem condições clínicas para cirurgia, ou portadores de patologias que aumentassem a morbidade do procedimento cirúrgico. Os pacientes com o tórax morfológicamente normal tinham idades

entre 16 e 35 anos (média de 25,8 anos), 6 eram do sexo masculino, e todos da raça branca. Foram excluídos os portadores de qualquer afecção que pudesse interferir na morfologia da caixa torácica.

Toda a amostra foi medida clinicamente no nível do manúbrio e da maior deformidade, ou do terço distal do esterno, no caso dos pacientes com caixa torácica morfologicamente normal. Os pacientes portadores de PEX foram operados e acompanhados para serem novamente avaliados entre o 60^o e o 80^o dia de pós operatório. Todas as medidas foram realizadas com o paciente em decúbito dorsal horizontal, em mesa plana paralela ao piso e durante inspiração profunda.

Os materiais utilizados para as medidas clínicas foram esquadro articulado, régua acoplada a um nível, pino rosqueado com porca limitadora e régua convencional (Figura 1).

Constituiu medida A a distância entre o plano coronal tangencial à coluna torácica e o plano coronal tangencial ao ponto mais alto do rebordo costal, no nível da maior deformidade ou do terço inferior do esterno. A medida A' é semelhante, mas aferida no nível do manúbrio esternal (Figuras 2 e 4). A medida B foi a formada pela distância entre o plano tangencial ao ponto mais alto do rebordo costal e o plano que continha o ponto mais baixo do esterno (ambos os planos paralelos entre si), no nível da maior deformidade ou do terço inferior do esterno. A medida B' é semelhante, mas aferida no nível do manúbrio esternal (Figuras 3 e 4). O índice antropométrico para o PEX foi por nós definido como a medida B dividida pela medida A (Figura 4).

Todos os pacientes foram operados segundo a técnica de Robicsek⁽²²⁾, modificada pelo grupo de Cirurgia Torácica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, através de uma incisão pré-esternal longitudinal nos homens e submamária nas mulheres. De acordo com a técnica, a seguir é feita a ressecção das cartilagens costais com preservação dos pericôndrios, osteotomia transversa em cunha da tábua anterior do esterno no nível do manúbrio esternal e de seu terço distal, fixação do esterno corrigido na altura das linhas de cunha com fios de aço, sutura dos músculos intercostais e pericôndrios abaixo do esterno com interposição de uma fita de tela de polipropileno, e interposição de fita de tela de

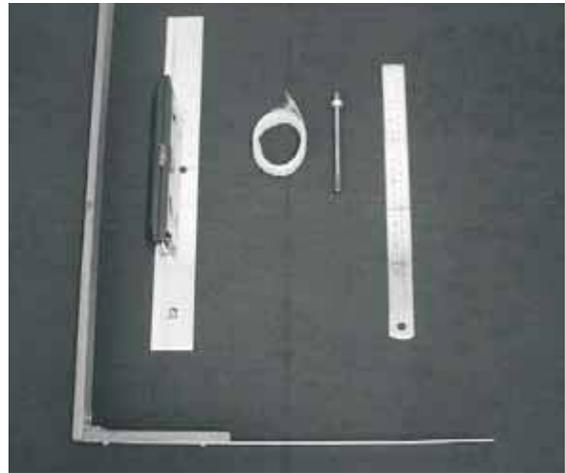


Figura 1 - Material utilizado para medidas clínicas

polipropileno entre os peitorais e os músculos retos abdominais quando na presença de exagerada tensão para a aproximação. Completa-se a técnica com a drenagem do espaço abaixo do plano muscular com dreno de sucção contínua. Para controle da dor utilizou-se em 8 pacientes (80%) o cateter peridural, aplicando-se analgésico a pedido do paciente e nos 2 outros (20%) utilizou-se antiinflamatórios não hormonais e analgésicos da classe dos opiáceos.

Adicionalmente, todos os pacientes foram medidos tomograficamente nos cortes da janela mediastinal no nível do manúbrio esternal e da maior deformidade ou terço distal do esterno, de acordo com a técnica descrita por Haller⁽¹⁶⁾. O índice de Haller é definido como a distância látero-lateral interna dividida pela distância ântero-posterior interna no nível da maior deformidade (A/C). Este índice também foi calculado no nível do manúbrio esternal (A'/C'), em virtude do protocolo deste estudo. O esquema de medidas clínicas foi associado ao desenho das medidas tomográficas para melhor entendimento (Figura 4).

O estudo estatístico aplicado foi o seguinte: análise univariada - teste de Duncan; análise multivariada e teste da correlação canônica; análise pareada para os grupos do pré e do pós operatório uma vez que se tratam dos mesmos indivíduos em situações diferentes (teste t de Student para análise univariada e teste de Hotelling para análise multivariada). Considerou-se p significativo se

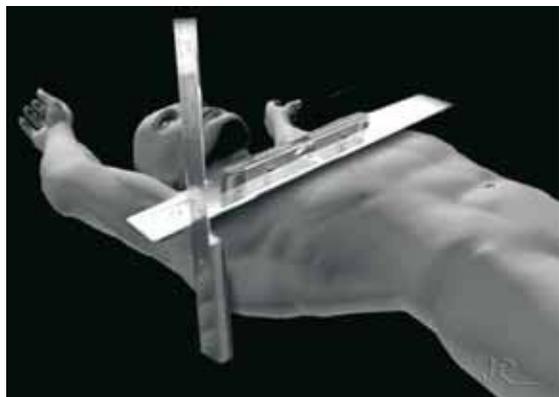


Figura 2 - Medida A



Figura 3 - Medida B

menor que 0,05. Foi utilizado o programa estatístico SAS 8.02. Este protocolo foi aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Protocolo 658/01).

RESULTADOS

Na nossa amostra de pacientes operados, tivemos mortalidade zero. Quanto à morbidade, constatou-se: 1 infecção por rotavírus, 1 pequeno pneumotórax menor que 10%, 1 deiscência parcial de pele e tecido celular subcutâneo, 2 pequenas deiscências da derme, 2 seromas occipitais, e 1 atelectasia pulmonar parcial. As retiradas do dreno de sucção e do cateter peridural deram-se respectivamente entre o 4^o e o 7^o dias do pós operatório (média de 5,62 dias) e o pós operatório imediato e o 7^o dia do pós operatório (média de 3,57 dias). Todos os pacientes submetidos à cirurgia receberam alta hospitalar entre o 5^o e 8^o dias após a operação (média de 6,25 dias).

A análise univariada, utilizada para comparação das médias e desvios padrão dos dados originais do índice antropométrico para PEX, no nível do manúbrio esternal e no nível da maior deformidade ou do terço inferior do esterno, é apresentada na tabela 1. As diferenças em ambos os níveis entre as médias (pré-operatório x pós operatório e pré-operatório x indivíduos com tórax normal) são estatisticamente significativas, enquanto que a diferença entre pós operatório X indivíduos com tórax normal é não significativa. A análise pareada, avaliando-se as médias entre o pré e o pós

operatório mostrou tratar-se de grupos diferentes, considerando-se as medidas tanto no nível do manúbrio esternal como da maior deformidade.

Como a correlação estatística entre as variáveis B'/A' e B/A foi alta, justificou-se a análise multivariada das médias do índice antropométrico (no nível do manúbrio esternal e da maior deformidade ou terço distal do esterno). Esta análise demonstrou que as diferenças entre pré e pós operatório e entre pré operatório e indivíduos com tórax normal são significativas, porém a diferença entre pós operatório e indivíduos com tórax normal foi não significativa. Com o estudo pareado entre pré e pós operatório verificou-se que, embora sejam os mesmos indivíduos, eles pertencem a grupos diferentes.

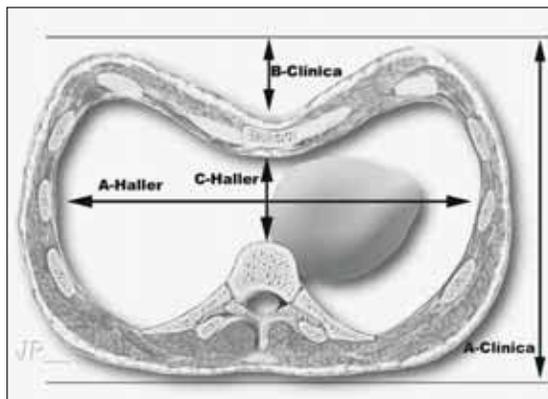


Figura 4 - IA=B clínica / A clínica e IH=A Haller / C Haller

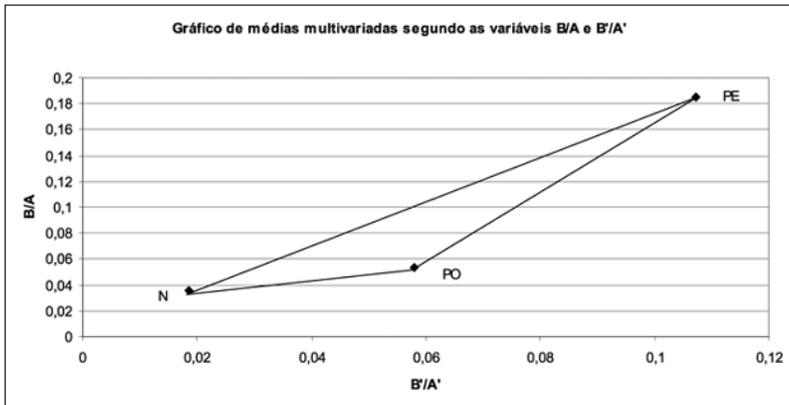


Figura 5 - Médias multivariadas ao nível do ME (A'/B') e da MD ou do 1/3 inferior do esterno (B/A) - IA
 Testes aplicados: (lambda de WILKS; Traço de PILLA); Traço de HOTELLING e LAWLEY; Maior Raiz Característica de Roy

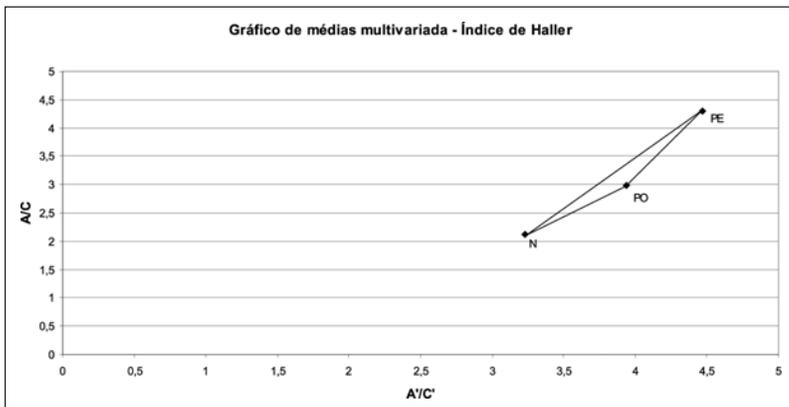


Figura 6 - Médias multivariadas ao nível do ME (A' / C') e da MD ou do 1/3 inferior do esterno (A/C) - IH
 Testes aplicados: (Lambda de WILKS; Traço de PILLA; Traço de HOTELLING-LAWLEY; Maior Raiz Característica de Roy).

Em resumo, com base nos achados estatísticos para esta amostra, pode-se dizer que, considerando-se o nosso índice (índice antropométrico), os grupos pré operatório e indivíduos com tórax morfologicamente normal são diferentes. Após a correção cirúrgica, o grupo pré operatório tornou-se semelhante ao grupo controle (Figura 5).

Realizando-se a análise univariada para a comparação das médias e desvios padrão do índice de Haller no nível do manúbrio esternal, observamos que as diferenças entre pré operatório e indivíduos com tórax morfologicamente normal e pós operatório e indivíduos com tórax morfologicamente normal são significativas,

enquanto que a diferença das médias entre pré e pós operatório é não significativa. Este achado foi comprovado pela análise pareada entre as médias dos grupos pré e pós operatório, que mostrou igualdade estatística entre eles no nível do manúbrio esternal. Já a análise univariada no nível da maior deformidade ou do terço distal do esterno, a análise multivariada em ambos os níveis e o estudo pareado multivariado relacionados ao índice de Haller são concordantes com os achados estatísticos do índice antropométrico (Figura 6).

Em outras palavras, os resultados estatísticos obtidos com as médias do índice antropométrico e do índice de Haller são congruentes na análise univariada no nível da maior deformidade ou do terço inferior do esterno, e também na análise multivariada, em ambos os níveis. Já a análise univariada destas médias no nível do manúbrio esternal é controversa, uma vez que, utilizando o índice antropométrico, detectamos diferença estatística entre o pré e o pós operatório e não a encontramos entre o pós operatório e o grupo dos indivíduos com caixa torácica morfologicamente normal, e o inverso ocorre em relação aos resultados do índice de Haller. Entre as medidas clínicas e as medidas tomográficas encontramos 86% de correlação ($p < 0,0001$).

DISCUSSÃO

Adotamos, no Grupo de Cirurgia Torácica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, desde 1993, a técnica de Robicsek⁽²²⁾ porque acreditamos que a etiologia do PEX se deve ao crescimento anormal das cartilagens condrocostais, e que um suporte rígido na posição retroesternal é fundamental para manter os bons resultados a longo prazo. Acreditamos também, em concordância com Humphreys⁽⁸⁾ em seu trabalho, que os melhores resultados são observados até o quinto ano do pós operatório, sendo que, após esse período, as recidivas podem ser observadas em maior frequência se a técnica de correção não for adequada.

Neste trabalho, estamos propondo uma forma clínica e antropométrica para avaliação do PEX, objetiva, simples, de fácil aplicabilidade em nível ambulatorial, independente de qualquer tipo de exame subsidiário. As formas de avaliação clínica, já mencionadas anteriormente^(3,17-19), exigem equipamentos ou

TABELA 1

Índice antropométrico e de Haller avaliado no nível do manúbrio (ME) e maior deformidade (MD)
Média \pm desvio padrão dos grupos Pectus excavatum antes da cirurgia (PE), após cirurgia (PO) e grupo controle (C)

		PE	PO	C
Antropométrico	ME	0,107 \pm 0,065 *	0,057 \pm 0,035	0,018 \pm 0,016
	MD	0,184 \pm 0,073 *	0,053 \pm 0,035	0,035 \pm 0,027
Haller	ME	4,478 \pm 1,107 *	3,970 \pm 0,657	3,237 \pm 0,424
	MD	4,306 \pm 1,610 *	2,987 \pm 0,947	2,122 \pm 0,193

* $p < 0,05$ PE diferente dos demais grupos

medidas complexas e de difícil obtenção, o que contribui para que, até hoje, sejam muito pouco utilizadas. Acreditamos que medidas clínicas são ferramentas da maior importância no diagnóstico e seguimento desses pacientes, principalmente porque são baseadas no contorno torácico externo, o que corresponde à real deformidade estética, ou seja, à principal queixa dos portadores de PEX. Salientamos também que esta é a principal indicação do tratamento cirúrgico desta deformidade.

As medidas tomográficas, que são bem conhecidas, e as mais frequentemente utilizadas, como o índice de Haller⁽⁶⁾, revelam as alterações da porção óssea da caixa torácica, portanto alterações internas, o que nem sempre corresponde ao defeito visualizado ou à gravidade da malformação presente na inspeção clínica. Lembramos ainda que aplicamos as medidas de Haller também no nível do manúbrio esternal (A'/C'), embora tenham sido descritas pelo autor apenas no nível da maior deformidade ou terço distal do esterno. Isto foi intencional, uma vez que acreditamos que a técnica ideal para correção do defeito deva atuar sobre a porção superior da parede anterior do tórax para que o resultado final seja mais completo.

Com base nos resultados no nível do manúbrio esternal, o índice antropométrico detecta mudança mensurável nos pacientes após a correção cirúrgica, o que não é observado com a utilização do índice de Haller. Este fato pode ser justificado, pois não alteramos cirurgicamente a caixa torácica no nível do manúbrio esternal, e portanto as medidas relativas ao perímetro interno torácico desta região devem permanecer as mesmas no pré e no pós operatório. Já o índice antropomé-

trico baseia-se em medidas externas e os resultados podem ser atribuídos à interposição do músculo peitoral maior sobre o esterno, causando um maior preenchimento da região anterior do tórax e, portanto, favorecendo uma melhor correção estética dessa região. Os demais estudos estatísticos (análise univariada na maior deformidade ou terço distal do esterno e análise multivariada) são concordantes tanto para o índice antropométrico como para o índice de Haller. O teste de correlação canônica comprova a afinidade entre os dois índices, o que fortalece a proposta de que o índice antropométrico possa substituir o índice de Haller na avaliação do PEX. Ainda não encerramos nossa casuística, portanto é possível que novos resultados sejam obtidos com um maior número de observações.

Concluimos, então, que o índice antropométrico para PEX é exequível em nível ambulatorial. Através de instrumentos simples e de baixo custo, qualquer profissional que examine um paciente com essa deformidade pode avaliar, medir e quantificar objetivamente o defeito. Com esta medida, o caráter subjetivo do exame clínico não permanece como o único fator de indicação ou decisão para um provável tratamento cirúrgico. Além disso, o índice antropométrico, quando aplicado no pré e no pós operatório, permite-nos de maneira rápida e objetiva a quantificação do defeito e, o mais importante, dos resultados no pós operatório. Uma outra proposta, um pouco mais ousada e que necessita de estudos posteriores com o índice antropométrico, seria a possibilidade de comparação entre dois ou mais grupos de pacientes, operados em diferentes serviços, por diferentes técnicas e/ou cirurgias, ensejando o estudo do PEX com protocolos multicêntricos.

AGRADECIMENTOS

À Prof. Dra. Clarice Demétrio (Titular do Departamento de Ciências Exatas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP); ao Prof. Dr. Lauro Kawabe (Responsável pelo agendamento cirúrgico do Instituto do Coração - INCOR-FMUSP); aos residentes do Serviço de Cirurgia Torácica do Hospital das Clínicas - FMUSP-SP); a Ivete Regina Vieira Torres e Marcelo da Conceição Barroso (Ambulatório do Serviço de Cirurgia Torácica do Hospital das Clínicas - FMUSP-SP); a Argemiro Falcetti Jr (Ilustração Médica do Instituto do Coração - INCOR-FMUSP-SP); ao Dr. João Amaurício Pauli (Secretário de Saúde de Piracicaba); aos pacientes que possibilitaram a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Haller JA. Operative management of chest wall deformities in children: unique contributions of southern thoracic surgeon. *Ann Thorac Surg* 1988;46:4-12.
- Lawson ML, Cash TF, Akers R, Vasser E, Burke B, Tabangin M et al. A pilot study of the impact of surgical repair on disease-specific quality of life among patients with pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2003;38(6):916-8.
- Haller JA, Shermeta DW, Tepas JJ, Bittner HR, Golladay ES. Correction of pectus excavatum without prostheses or splints: objective measurement of severity and management of asymmetrical deformities. *Ann Thorac Surg* 1978;26:73-9.
- Coelho MS, Batlen LC, Guzzi A, Tozzo A. Pectus excavatum / carinatum resultados do tratamento cirúrgico. *Rev Bras Ortop* 1988;23:120-4.
- Ochsner A, DeBakey M. Chone-chondrosternon: report of a case and review of the literature. *J Thorac Surg* 1939;8:469.
- Morshuis W, Folgering H, Barentsz L, Lacquet L. Pulmonary function before surgery for pectus excavatum and at long term follow-up. *Chest* 1994;105:1646-52.
- Quigley M, Haller JA Jr, Jelus KL, Loughlin GM, Marcus CL. Cardiorespiratory function before and after corrective surgery in pectus excavatum. *J. Pediatric* 1996;128:638-43.
- Humphreys GH II, Jaretzki A III. Pectus excavatum: late results with and without operation. *J. Thoracic Cardiovasc Surg* 1980;80:686-95.
- Meyer L. Zur chirurgischen behandlung der angeborenen trichterbrust. *Berliner Klinische Wochenschrift* 1911;34:1563-6.
- Ravitch MM. The operative treatment of pectus excavatum. *Ann Surg* 1949;129:429.
- Coman C. Corrective surgery of congenital chest malformations of the type pectus excavatum and pectus carinatum. *Poumon Couer* 1979;35(1):37-42
- Haller JA, Scherer LR, Turner CS. Evolving management of pectus excavatum based on a single institutional experience of 664 patients. *Ann Surg* 1989;209(5):578-82.
- Morshuis WJ, Muulder H, Wapperom G, Folgering HT, Assman M, Lacquet LK. Pectus excavatum. A clinical study with long-term postoperative follow-up. *Eur J of Cardio-thorac Surg* 1992;6:318-28.
- Haller JA Jr, Colombani PM, Humphries CT, Azickhan RG, Loughlin GM. Chest wall constriction after too extensive and too early operations for Pectus Excavatum. *Ann Thorac Surg* 1996;61:1618-25.
- Haller A, Peters GN, Mazur D, White JJ. Pectus excavatum: a 20 year surgical experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1970;60:376-83
- Haller JA, Kramer SS, Lietman A. Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a preliminary report. *J Pediatr Surg* 1987;22:904-6
- Albrecht A, Horst M. Long term results of operative funnel chest correction. Valuation by subjective and objective criteria including moire-topography. *Z.Orthop.*1985;123:365-73.
- Horst M, Albrecht D, Drerup B. Objective shape measurement of anterior chest wall with moire topography. Methods and deduction of non dimensional index numbers for the estimation of funnel chest. *Z Orthop.*1885;123:357-64.
- Hummer HP, Willital GH. Morphologic findings of chest deformities in children corresponding to the Willital-Hummer classification. *J Pediatr Surg* 1984;19:562-6.
- Derveux L, Clarysse I, Ivanoff I, Demedts M. Preoperative and postoperative abnormalities in chest X-ray indices and in lung function in pectus deformities. *Chest* 1989;95:850-6.
- Nakahara K, Ohno K, Miyoshi S, Maeda H, Monden Y, Kawashima Y. An Evaluation of Operative outcome in Patients with Funnel Chest Diagnosed by Means of the Computed Tomogram. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987;93:577-82.
- Robicsek F. Marlex mesh support for the correction of very severe and recurrent pectus excavatum. *The Annals of Thoracic Surgery* 1978;26:80-3