

## Impacto da utilização de diferentes compassos de dobras cutâneas para a análise da composição corporal

Edilson Serpeloni Cyrino<sup>1</sup>, Alexandre Hideki Okano<sup>1,2</sup>, Maria Fátima Glaner<sup>1,3</sup>, Marcelo Romanzini<sup>1</sup>, Luís Alberto Gobbo<sup>1</sup>, Altair Makoski<sup>1</sup>, Nelson Bruna<sup>1</sup>, Juliana Cordeiro de Melo<sup>1</sup> e Gustavo Neri Tassi<sup>1</sup>

### RESUMO

Com o avanço nos estudos na área de composição corporal, tem-se observado que muitos fatores podem interferir na estimativa da gordura corporal relativa, a partir do emprego do método de espessura de dobras cutâneas. Assim, o propósito deste estudo foi investigar o impacto da adoção de diferentes compassos para a análise da composição corporal mediante medidas de espessura de dobras cutâneas. Para tanto, 259 sujeitos do sexo masculino ( $23,3 \pm 2,9$  anos) fizeram parte da amostra. As espessuras de nove dobras cutâneas foram mensuradas (abdominal, supra-iliaca, subescapular, tricípital, bicipital, axilar média, peitoral, perna medial, coxa) pelos compassos *Lange* (norte-americano) e *Cescorff* (brasileiro), com precisão de 1,0 e 0,1mm, respectivamente. Diferenças significantes foram encontradas na comparação entre os compassos em todas as espessuras de dobras investigadas (1,8 a 31,0%), sendo os maiores valores determinados pelo compasso *Lange* ( $p < 0,01$ ). Quando esses valores foram aplicados a quatro diferentes equações preditivas, desenvolvidas por diferentes pesquisadores, a estimativa da gordura corporal foi significativamente modificada ( $p < 0,01$ ), resultando em diferenças de 5,2 a 6,9%. Os resultados indicam que a utilização de diferentes compassos pode maximizar os erros de esti-

mativa produzidos por diferentes equações preditivas empregadas para a análise da composição corporal.

**Palavras-chave:** Espessura de dobras cutâneas. Composição corporal. Compassos. Equações preditivas.

### RESUMEN

**Impacto del uso de las diferentes medidas del dobléz cutáneo para el análisis de la composición corporal**

Con el avance de los estudios en el área de composición corporal, se ha observado que muchos factores pueden interferir en la estimación de concentración de grasa corporal relativa, a partir del empleo del método del espesor del dobléz cutáneo. Siendo así, el propósito de este estudio fue investigar el impacto al tomar en cuenta el dobléz cutáneo para el análisis de la composición corporal mediante las medidas con diferentes espesores. Para tal fin, 259 individuos del sexo masculino ( $23,3 \pm 2,9$  años) hicieron parte de la muestra. Se realizó la medición, por su espesor, de nueve dobleces cutáneos (abdominal, suprailiaca, subescapular, del tríceps, del bíceps, axilar medio, pectoral, pierna media, muslo) por los métodos *Lange* (norte-americano) y *Cescorff* (brasileño), con precisión de 1,0 y 0,1mm., respectivamente. Fueron encontradas diferencias significativas al comparar las medidas del espesor de los dobleces investigados (1,8 a 31,0%), donde los mayores valores fueron determinados por el método *Lange* ( $p < 0,01$ ). Al aplicarse estos valores a cuatro ecuaciones de predicción diferentes, desarrolladas por diferentes especialistas e investigadores, la estimación de grasa corporal se modificó significativamente ( $p < 0,01$ ), obteniendo diferencias de 5,2 a 6,9%. Los resultados indican que la utilización de diferentes medidas del dobléz cutáneo, puede maximizar los errores de estimación producidos por diferentes ecuaciones de predicción empleadas para el análisis de la composición corporal.

**Palabras clave:** Espesor del dobléz cutáneo. Composición corporal. Medidas. Ecuaciones de predicción.

1. Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício. Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina.

2. Universidade Estadual de Campinas.

3. Universidade Católica de Brasília.

Recebido em 8/9/02

2ª versão recebida em 4/1/03

Aceito em 18/5/03

### Endereço para correspondência:

Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício  
Centro de Educação Física e Desportos  
Universidade Estadual de Londrina  
Rod. Celso Garcia Cid, km 380, Campus Universitário  
86051-990 – Londrina, PR – Brasil  
E-mail: emcyrino@uel.br

## INTRODUÇÃO

Dentre os principais métodos de avaliação da composição corporal, o método de espessura de dobras cutâneas (EDC) tem-se destacado, sobretudo pela sua fácil aplicabilidade, pelo seu baixo custo operacional e por apresentar validade e fidedignidade.

O método de EDC é considerado duplamente indireto por ser estruturado a partir dos pressupostos assumidos pela pesagem hidrostática (PH) que, apesar de ser indireto, tem sido considerado padrão-ouro para os estudos da composição corporal em humanos. Assim, tal como o método de PH, o de EDC possibilita análise bicompartimental (massa gorda e massa corporal magra), visto que a avaliação da composição corporal é realizada a partir da estimativa da densidade corporal gerada por meio da utilização de equações de regressão específicas ou generalizadas.

Acredita-se que em adultos saudáveis cerca de um terço da gordura total se localize na região subcutânea<sup>1</sup>. Além disso, parece existir boa relação entre a gordura localizada nos depósitos subcutâneos com a gordura interna e a densidade corporal<sup>2</sup>.

Como os pontos de acúmulo de gordura subcutânea não se apresentam de forma uniforme, faz-se necessária a mensuração da espessura de dobras cutâneas em diferentes pontos anatômicos, localizados nos diversos segmentos corporais (braços, pernas e tronco), na tentativa de obter uma visão mais clara da distribuição de gordura, tanto geral quanto regional<sup>2,3</sup>. Desse modo, os pontos anatômicos a serem adotados para a estimativa da densidade corporal e, conseqüentemente, da gordura corporal relativa, são dependentes da equação preditiva adotada<sup>4</sup>.

Vários são os fatores que podem afetar as medidas de espessura de dobras cutâneas, dentre os quais se destaca o tipo de adipômetro ou compasso a ser empregado, uma vez que esse instrumento deve propiciar medidas precisas e passíveis de serem reproduzidas.

Nesse sentido, apesar da existência de diversos compassos, os que apresentam maior aceitação no meio científico internacional são ainda o *Lange* (norte-americano) e o *Harpندن* (inglês), visto que existem estudos específicos sobre a fidedignidade de medidas desses instrumentos que compararam as estimativas de gordura corporal relativa produzidas a partir do uso de cada um deles com os resultados obtidos pelo método de PH<sup>5,6</sup>. Além disso, na comparação entre cinco tipos de compasso, Whitehead<sup>7</sup> comprovou que o *Lange* (LNG) e o *Harpندن* (HRP) eram os melhores projetados em termos de precisão.

No Brasil, o compasso *Cescorfe* (CCF), fabricado no próprio país, tem recebido grande aceitação por parte de usuários do método de EDC e por pesquisadores da área de com-

posição corporal ao longo das duas últimas décadas. O CCF apresenta *design* e mecânica semelhantes aos do HRP, com pressão constante exercida em qualquer abertura de suas mandíbulas de aproximadamente 10g/mm<sup>2</sup>, unidade de medida de 0,1mm e área de contato (superfície) de 90mm<sup>2</sup>, segundo o fabricante. Entretanto, poucas são as informações sobre esse tipo de compasso, sobretudo quando comparado com outros equipamentos de mesma natureza, contudo, consagrados pela literatura.

Com base nas informações apresentadas, o propósito deste estudo foi comparar os valores de espessuras de dobras cutâneas produzidos pelos compassos LNG e CCF e, a seguir, analisar o impacto das possíveis diferenças encontradas sobre a estimativa da gordura corporal relativa obtida por diferentes equações preditivas.

## METODOLOGIA

### Sujeitos

Duzentos e cinquenta e nove homens (23,3 ± 2,9 anos), aparentemente saudáveis, participaram deste estudo. Todos os sujeitos, após serem informados sobre o propósito da investigação e os procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram termo de consentimento informado.

### Métodos

A massa corporal foi obtida em uma balança digital, da marca *Urano* (modelo PS 180A), com unidade de medida de 0,1kg, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira, com unidade de medida de 0,1cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon *et al.*<sup>8</sup>. A partir das medidas de massa corporal e estatura calculou-se o índice de massa corpórea (IMC) por meio do quociente massa corporal/estatura<sup>2</sup>, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

Para a análise do comportamento da adiposidade subcutânea foram medidas as espessuras das seguintes dobras cutâneas: supra-ilíaca (SI), subescapular (SE), tricípital (TR), bicipital (BI), perna medial (PM), coxa (CX) e peitoral (PT), de acordo com os procedimentos descritos por Harrison *et al.*<sup>3</sup>, e abdominal (AB), determinada paralelamente ao eixo longitudinal do corpo, aproximadamente 2cm à direita da borda lateral da cicatriz umbilical; axilar média (AM), medida obliquamente acompanhando o sentido dos arcos intercostais. Tais medidas foram realizadas por um único avaliador, com o coeficiente teste-reteste excedendo 0,95 para cada um dos pontos anatômicos e erro técnico de medida de no máximo ± 0,8mm e ± 1,0mm para os compassos *Cescorfe Lange*, respectivamente. Vale ressaltar que, quando necessário, as medidas realizadas com o compasso *Lange* foram ajustadas por interpolação linear de 0,5mm.

**TABELA 1**  
Equações preditivas utilizadas para o cálculo da densidade corporal

Investigadores	Ano	Equação preditiva
Durnin e Womersley <sup>9</sup>	1974	$Dc = 1,1765 - 0,0744 \text{ Log}_{10} (\Sigma 4EDC1)$
Jackson e Pollock <sup>10</sup>	1978	$Dc = 1,109380 - 0,0008267 (\Sigma 3EDC) + 0,0000016 (\Sigma 3EDC)^2 - 0,0002574 (Id)$
Jackson e Pollock <sup>10</sup>	1978	$Dc = 1,1120 - 0,00043499 (\Sigma 7EDC) + 0,00000055 (\Sigma 7EDC)^2 - 0,00028826 (Id)$
Petroski <sup>11</sup>	1995	$Dc = 1,10726862 - 0,00081201 (\Sigma 4EDC2) + 0,00000212 (\Sigma 4EDC2)^2 - 0,00041761 (Id)$

Dc = densidade corporal; EDC = espessura de dobras cutâneas;  $\Sigma 3EDC = AB + PT + CX$ ;  $\Sigma 4EDC1 = SI + SE + TR + BI$ ;  $\Sigma 4EDC2 = SI + SE + TR + PM$ ;  $\Sigma 7EDC = AB + SI + SE + TR + PT + CM + AM$ ; Id = idade (anos).

Todas as medidas foram realizadas de forma rotacional e replicadas três vezes com cada compasso, sendo registradas por um anotador. A mediana entre as três medidas executadas em cada ponto anatômico foi adotada como valor de referência. No final de cada uma das três seqüências, o avaliador necessariamente trocava os compassos. A seqüência de medidas adotadas para este estudo foi a seguinte: AB, SI, SE, TR, BI, PT, PM, CX e AM. As mensurações foram realizadas no hemitórax direito, com os avaliados vestindo somente uma sunga.

A partir dos valores das espessuras de dobras cutâneas, foi calculada a densidade corporal empregando-se equações preditivas propostas por Durnin e Womersley<sup>9</sup>, Jackson e Pollock<sup>10</sup> e Petroski<sup>11</sup> (tabela 1). A gordura corporal relativa foi estimada a partir das equações propostas por Siri<sup>12</sup> ou Brozek *et al.*<sup>13</sup>, de acordo com as informações apresentadas originalmente pelos autores acima citados.

Os dados foram tratados mediante procedimentos descritivos e todas as comparações entre os compassos foram realizadas por meio do teste *t* de Student para amostras dependentes. As informações foram processadas no pacote computacional *Statistica*<sup>TM</sup>.

**TABELA 2**  
Características gerais dos sujeitos estudados

Variáveis	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	23,3	2,9	18,0	30,0
Massa corporal (kg)	73,2	9,7	53,3	102,0
Estatura (cm)	178,0	6,2	159,0	190,5
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,1	2,6	17,9	31,2

## RESULTADOS

A descrição das características físicas dos sujeitos é apresentada na tabela 2.

Os valores individuais da espessura de nove dobras cutâneas mensuradas pelos compassos LNG e CCF são apresentados na tabela 3. Diferenças significantes foram encontradas em todas as dobras cutâneas na comparação entre os dois compassos ( $p < 0,01$ ), o LNG apresentando valores mais elevados. A espessura de dobra cutânea que apresentou menor diferença entre os compassos foi a axilar média, enquanto que maiores variações ocorreram na dobra bicipital (1,8 e 31%, respectivamente).

Na tabela 4 encontram-se os valores de gordura corporal relativa estimados a partir de quatro equações preditivas para o cálculo da densidade corporal.

As diferenças de estimativa na gordura corporal relativa, provocadas pela utilização dos compassos LNG e CCF,

**TABELA 3**  
Espessura de dobras cutâneas (mm) e correlação entre os compassos *Lange* e *Cescorf*

Dobras cutâneas (mm)	<i>Lange</i>	<i>Cescorf</i>
AB	18,9 ± 7,6*	18,0 ± 7,9
SI	15,0 ± 7,3*	14,7 ± 7,2
SE	14,5 ± 6,1*	14,1 ± 5,9
TR	12,7 ± 5,3*	11,3 ± 5,0
BI	5,5 ± 2,4*	4,2 ± 2,1
PT	9,9 ± 5,2*	9,6 ± 4,9
PM	9,8 ± 4,3*	8,9 ± 4,0
AM	11,2 ± 6,2*	11,0 ± 5,7
CX	15,1 ± 5,8*	13,8 ± 5,5

\*  $p < 0,01$  vs. *Cescorf*.

**TABELA 4**  
**Comparação entre os valores da gordura corporal relativa estimada por diferentes equações preditivas a partir da utilização dos compassos Lange e Cescorf**

Equações preditivas	Lange	Cescorf
(1)	19,6 ± 5,7*	18,5 ± 5,9
(2)	12,4 ± 5,1*	11,6 ± 5,0
(3)	13,1 ± 5,5*	12,4 ± 5,4
(4)	16,2 ± 5,4*	15,4 ± 5,3

\*  $p < 0,01$  vs. Cescorf

Nota: Equações preditivas: 1) Durnin e Womersley<sup>9</sup>; 2) Jackson e Pollock<sup>10</sup> – 3EDC; 3) Jackson e Pollock<sup>10</sup> – 7EDC; 4) Petroski<sup>11</sup>.

foram significantes em todas as equações analisadas ( $p < 0,01$ ), variando entre 5,2 e 6,9%, sendo os maiores valores determinados pelo LNG.

## DISCUSSÃO

A importância de investigar as possíveis diferenças entre os diversos tipos de compassos de dobras cutâneas, bem como o impacto dessas informações para o estudo da composição corporal, começou a ser demonstrado, sobretudo, a partir da década 80. Assim, achados semelhantes aos encontrados na presente investigação foram relatados por outros estudos, indicando maiores valores para o compasso LNG quando comparado com outros compassos<sup>14-16</sup>.

As diferenças estatísticas observadas na comparação entre as espessuras de cada uma das nove dobras cutâneas investigadas ( $p < 0,01$ ) sugerem que as possíveis diferenças entre os compassos estejam, provavelmente, atreladas a fatores como diferentes níveis de precisão dos instrumentos utilizados (0,1 a 1,0mm), diferenças no modelo e na mecânica desses equipamentos.

Nesse sentido, a área de contato da mandíbula do LNG é 30mm<sup>2</sup>, enquanto que a do CCF é 90mm<sup>2</sup>, com a pressão exercida por ambos os compassos sendo constante e relativamente semelhante (aproximadamente 10g/mm<sup>2</sup>). Assim, como a pressão reflete a relação entre força e área de contato, uma diferença de três vezes na área de contato, com a pressão sendo semelhante, faz com que a força a ser exercida para abrir as hastes do compasso CCF seja cerca de três vezes maior do que a aplicada no LNG.

De forma semelhante, alguns pesquisadores já tinham relatado que o HRP, cujo *design* e mecânica aparentemente são semelhantes aos do CCF, requer três vezes mais força para abrir suas hastes em razão das diferenças na área de contato, o que provoca maior compressão do tecido adiposo<sup>14,17</sup>. Tal fato pôde ser comprovado por Gruber *et al.*<sup>14</sup> que verificaram que, para uma mesma dobra cutânea, o compasso HRP leva em torno de um segundo a mais para a

finalização do movimento (leitura). Portanto, provavelmente neste estudo, a diferença na área de contato dos dois compassos seja uma das causas para valores superiores nas espessuras de dobras cutâneas mensuradas pelo LNG.

Tais diferenças são inferiores aos encontrados por Gruber *et al.*<sup>14</sup>, na comparação entre os compassos LNG e HRP. Esses autores verificaram que o HRP subestima em 11,8% os valores determinados pelo LNG.

Da mesma forma, Lohman *et al.*<sup>17</sup> verificaram que os valores de percentual de gordura obtidos pelo HRP estavam subestimados em torno de 11% a 17% em relação aos determinados pelo LNG, de acordo com a equação preditiva analisada.

As diferenças na magnitude da predição da adiposidade a partir de diferentes compassos entre o presente estudo e os estudos de Lohman *et al.*<sup>17</sup> e Gruber *et al.*<sup>14</sup> indicam que, embora os compassos CCF e HRP tenham *design* e mecânica semelhantes, a diferença na precisão (0,1 e 0,2mm, respectivamente) não pode ser desprezada no momento da análise dos resultados produzidos por esses equipamentos. Vale ressaltar que ainda não existem informações disponíveis na literatura sobre a comparação entre esses compassos.

Na amostra investigada, as diferenças de estimativa provocadas pelo uso de dois diferentes compassos (LNG e CCF) equivalem a aproximadamente 500 a 800g a mais de gordura e, conseqüentemente, a menos de massa corporal magra, quando da utilização do LNG em comparação com os valores obtidos pelo CCF.

Apesar da compreensão de que a estimativa da composição corporal já é complicada por si só, acreditamos que as informações produzidas pela aplicação das medidas produzidas por diferentes compassos em diversas equações de regressão, desenvolvidas para a estimativa da densidade corporal, possam auxiliar na redução das possíveis fontes de erro de medida que envolvem o método de EDC<sup>17</sup>. Uma vez que esse método de avaliação da composição corporal, por ser considerado duplamente indireto, já traz consigo uma série de limitações atreladas ao método de referência (pesagem hidrostática)<sup>4</sup>.

Em função da variabilidade biológica causada, sobretudo, pelas diferenças interindividuais na relação entre a gordura subcutânea e a gordura corporal total, pelo menos teoricamente, a precisão das equações que empregam medidas de EDC para a estimativa da densidade corporal e da gordura corporal relativa é 0,0075g/cm<sup>3</sup> e 3,3 pontos percentuais, respectivamente<sup>18</sup>. Portanto, erros de predição  $\leq 3,5$  pontos percentuais de gordura relativa ou 0,0080g/cm<sup>3</sup> para as equações envolvendo EDC podem ser considerados aceitáveis, visto que uma parte desses erros é atribuída ao método de referência<sup>19</sup>. Assim, tomando como exemplo a equa-

ção proposta por Petroski<sup>11</sup>, que foi desenvolvida a partir do compasso LNG, esta apresentou um erro padrão de estimativa (EPE) para a densidade corporal de 0,0075g/cm<sup>3</sup> ou 3,3 pontos percentuais de gordura relativa, durante o seu desenvolvimento. De acordo com os critérios propostos por Lohman<sup>20</sup>, esse modelo poderia ser classificado entre bom e muito bom. Por outro lado, caso fosse empregado o compasso CCF, teríamos um erro acrescido em 1,2 ponto percentual na estimativa da gordura corporal relativa, o que levaria este modelo para uma classificação considerada apenas razoável.

Vale destacar que as quatro equações investigadas, propostas originalmente a partir do compasso LNG, tiveram seus resultados subestimados de 5,2% a 6,5% pelo compasso CCF.

## CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo indicam que a estimativa da gordura corporal pode ser afetada significativamente pelo tipo de compasso utilizado, o que parece estar diretamente relacionado com a precisão, *design* (superfície de contato) e mecânica do instrumento.

Dessa forma, a estimativa da gordura corporal relativa, a partir do compasso CCF, tende a ser de 5,2 a 6,9% menor do que a obtida pelo compasso LNG, de acordo com as equações preditivas investigadas neste estudo. Essas diferenças implicam valores mais elevados de gordura corporal e, conseqüentemente, menores valores de massa corporal magra quando empregado o compasso LNG.

Como a determinação e a validação de equações preditivas para o cálculo da densidade corporal são realizadas a partir do uso de um determinado tipo de compasso, as diferenças provocadas pelo uso de diferentes tipos de compasso tendem a aumentar o erro de estimativa da equação empregada, comprometendo os resultados obtidos pelo método de EDC.

Assim, a escolha do compasso a ser adotado como instrumento de medida da gordura corporal deve ser feita com base nas equações preditivas escolhidas para serem utilizadas em uma determinada população.

Vale ressaltar que o monitoramento das possíveis modificações na composição corporal, geradas ao longo do tempo, também pode ser comprometido com o uso de diferentes compassos em momentos distintos.

Para finalizar, parece interessante o desenvolvimento de equações de correção entre os diferentes compassos para os diversos pontos anatômicos de medida, no sentido de minimizar as diferenças existentes entre eles. Além disso, outras investigações com compassos com *design*, mecânica e precisão diferenciados podem contribuir para o uso mais adequado do método de EDC.

---

*Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.*

---

## REFERÊNCIAS

1. Lohman TG. Applicability of body composition techniques and constants for children and youth. *Exerc Sport Sci Rev* 1986;14:325-57.
2. Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP. Prediction of body fat by skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1985;9:31-9.
3. Harrison GG, Buskirk ER, Carter LJE, Johnston FE, Lohman TG, Pollock ML, et al. Skinfold thicknesses and measurement technique. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics Books, 1988; 55-70.
4. Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole, 2000.
5. Hayes PA, Sowood PJ, Belyavin A, Cohen JB, Smith FW. Subcutaneous fat thickness measured by magnetic resonance imaging, ultrasound, and calipers. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20:303-9.
6. Sloan AW, Shapiro MA. Comparison of skinfold measurements with three standard calipers. *Hum Biol* 1972;44:29-36.
7. Whitehead JR. A study of measurement variation among different skinfold calipers. *Br J Phys Educ* 1990;7:10-4.
8. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics Books, 1988;3-8.
9. Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 1974;32:77-97.
10. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 1978;40:497-504.
11. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. Tese de Doutorado, Centro de Educação Física e Desportos, Universidade Federal de Santa Maria, 1995.
12. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A, editors. *Techniques for measuring body composition*. Washington: National Academy of Science, 1961; 223-44.
13. Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumption. *Ann N Y Acad Sci* 1963;110:113-40.
14. Gruber JJ, Pollock ML, Graves JE, Colvin AB, Braith RW. Comparison of Harpenden and Lange caliper in predicting body composition. *Res Q Exerc Sport* 1990;61:184-90.
15. Hawkins JD. An analysis of selected skinfold measuring instruments. *J Health Phys Educ Rec Dance* 1983;54:25-7.
16. Zando KA, Robertson RJ. The validity and reliability of the Cramer Skyndex caliper in the estimation of percent body fat. *J Athletic Training* 1987;22:23-5.
17. Lohman TG, Pollock ML, Slaughter MH, Brandon LJ, Boileau RA. Methodological factors and the prediction of body fat in female athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1984;16:92-6.
18. Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum Biol* 1981;53:181-225.
19. Jackson AS. Research design and analysis of data procedures for predicting body density. *Med Sci Sports Exerc* 1984;16:616-22.
20. Lohman TG. Advances in body composition assessment. Current issues in exercise science series. Monograph No. 3. Champaign: Human Kinetics Books, 1992.