

Validação de equações antropométricas que estimam a densidade corporal em atletas profissionais de futebol

Paulo Henrique Santos da Fonseca¹, João Carlos Bouzas Marins² e Alexandre Tavares da Silva³

RESUMO

O objetivo deste estudo foi validar equações que estimam a densidade corporal em atletas profissionais de futebol. Foram avaliados 25 atletas profissionais de futebol, com idade de $22,7 \pm 4,4$ anos, massa corporal de $73,9 \pm 6,6$ kg e estatura de $177,8 \pm 5,5$ cm que disputavam o campeonato estadual da Federação Gaúcha de Futebol no ano de 2004. Analisou-se a validade de 11 equações antropométricas através dos procedimentos estatísticos: correlação de Pearson (r), teste t dependente, erro constante (EC), erro total (ET) e erro padrão estimado (EPE), tendo como técnica *gold standard* a pesagem hidrostática. Na presente pesquisa, das 11 equações analisadas, somente as propostas por Jackson e Pollock (1978), de três e sete dobras cutâneas, responderam aos critérios de validação. Assim, conclui-se que as equações de Jackson e Pollock são válidas para a estimativa da densidade corporal em atletas profissionais de futebol; as outras equações analisadas neste estudo apresentam erros consideráveis nessa estimativa.

ABSTRACT

Validation of anthropometric equations for the estimation of body density in professional soccer players

The objective of this study was to validate equations which estimate the body density in professional soccer players. Twenty-five soccer players were evaluated, aged 22.7 ± 4.4 years, body mass 73.9 ± 6.6 kg, and height 177.8 ± 5.5 cm, who played in the state championship of the Federação Gaúcha de Futebol in 2004. The validity of 11 anthropometric equations were analyzed by the process: Pearson correlation (r), dependent t test, constant error (EC), total error (ET) and estimated standard error (EPE), using hydrostatic weight as the "gold standard." In the current study of 11 equations, only the equations proposed by Jackson and Pollock (1978) are valid for estimating the body density of professional soccer players, since the other equations analyzed in this study present considerable errors in their estimation.

INTRODUÇÃO

O desporto de alto rendimento exige constante aprimoramento do nível de conhecimento sobre suas variáveis intervenientes (morfológicas, fisiológicas, psicológicas, biomecânicas, cognitivas, entre outras). O futebol, por sua condição específica, envolve um grupo elevado de atletas e é disputado em diferentes condições climáticas, com alternativas técnicas, táticas e físicas variadas, constituindo, portanto, um desporto de elevada complexidade de interpretação e estudo.

Palavras-chave: Antropometria. Validação. Equações.

Keywords: Anthropometric. Validation. Equations.

Tendo em vista esse conjunto de variáveis, o estudo da composição corporal representa um dos elementos importante para identificar o perfil do atleta de futebol.

Os trabalhos publicados em periódicos e que descrevem as características morfológicas dos atletas de futebol, em sua grande maioria, utilizam-se de um método que é denominado antropometria. Esse método usa a quantificação da medida no estudo do tamanho, da forma, da proporcionalidade, da composição e da maturação do corpo humano⁽¹⁾. Após a obtenção dos valores da medida, estes são empregados em equações e, por meio de cálculos, é possível fracionar a composição do corpo humano em massa gorda, muscular, óssea e residual analisando o valor relativo em percentual com o valor da massa corporal total, sendo este o resultado normalmente analisado pelos técnicos.

Para fazer uso de uma equação em determinada população, é necessário que essa equação tenha alcançado critérios de cientificidade na população avaliada, ou seja, deve ser válida para medir o que se propõe medir, caso contrário, pode subestimar ou hiperestimar valores, acarretando um erro de avaliação, o que leva a diagnóstico, a prescrição e a controle de treinamento equivocados⁽²⁻⁵⁾.

Observa-se que, tanto na prática do futebol profissional quanto no meio acadêmico, no Brasil, têm-se utilizado sistematicamente equações oriundas de amostras de esportistas estrangeiros ou equações nacionais generalizadas, ou seja, equações para cuja elaboração foi utilizada uma amostra muito ampla, o que provavelmente implicará um erro de avaliação^(2,4,6). Dessa forma, os técnicos de futebol necessitam ter como referência uma equação específica que considere as particularidades do atleta desse esporte.

Identificando esse problema metodológico, o estudo teve como objetivo analisar a validade de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em atletas profissionais de futebol.

MÉTODOS

O grupo estudado foi constituído de atletas profissionais de futebol ($n = 25$) com idade média de $22,7 \pm 4,4$ anos e compreendida entre 18 e 32 anos, com um mínimo de dois meses de treinamento e quatro horas de treinos diários, inseridos no período da competição promovida pela Federação Gaúcha de Futebol no ano de 2004.

As medidas antropométricas mensuradas⁽⁷⁾, com adaptações, respeitando o procedimento de medição quando da validação da equação original, em que elas foram analisadas, foram massa corporal (MC) e estatura (ET), por meio da balança e do estadiômetro (*RIW 200*, Welmy, Brasil). Os perímetros mensurados foram os do antebraço (P.AT) e abdômen (P.AB), com uma fita métrica (*Cescor Científico*, Cescor, Brasil). Para as dobras cutâneas, optou-se pelo registro do tríceps (DC.TR), bíceps (DC.BI), da subcapular (DC.SE), peitoral (DC.PT), axilar média (DC.AXm), supra-iliaca (DC.SI), abdominal horizontal (DC.ABh), abdominal vertical

1. Programa de Mestrado em Educação Física/UFSC.

2. Departamento de Educação Física/UFV.

3. Programa de Especialização em Educação Física/UFMS.

Aceito em 13/10/06.

Endereço para correspondência: Av. Medianeira, 1.879, apto. 603 – 97060-003 – Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: paulo.phsf@gmail.com

(DC.ABv), coxa média (DC.CXm) e perna média (DC.PRM), medido pelo compasso de dobras cutâneas (*Cescorf Científico*, Cescorf, Brasil).

Os procedimentos antropométricos adotados foram os seguintes: para todas as medidas, foi adotado o lado direito do atleta; a medição foi realizada em sistema rotacional, com três medidas, adotando-se a média como medida final; as medidas foram efetuadas por um único avaliador; a não-realização de atividades físicas de treinamento no mínimo quatro horas antes da coleta de dados; a aferição dos equipamentos utilizados, assim como da temperatura do local onde se realizava a coleta, a qual foi padronizada entre 24°C e 26°C para todas as avaliações. Complementando os procedimentos prévios, também foi testada a fidedignidade nas medidas do único avaliador envolvido no processo de coleta de dados.

O valor da pesagem hidrostática (PH), método *gold standard*, foi obtido utilizando um tanque de um metro e 50 centímetros de altura e teve-se a cooperação de dois avaliadores: um, dentro do tanque, que auxiliou e explicou ao avaliado a metodologia de teste, e um segundo, que realizou a leitura da balança (*Filizola L*, Filizola, Brasil) com resolução de cinco gramas e capacidade de seis quilos. O avaliado foi mensurado de sunga. A posição grupada⁽⁶⁾ foi utilizada como posição na submersão do indivíduo na água e este foi estimulado a eliminar, através de uma expiração, todo o ar mantido nos pulmões e nas vias aéreas.

A respiração foi mantida bloqueada por aproximadamente cinco a 10 segundos, para a estabilização da balança, quando a leitura da pesagem foi, então, registrada, tendo sido o mesmo procedimento repetido por seis a 10 vezes. A média das três últimas maiores leituras foi usada como valor da pesagem hidrostática. Quando os valores das três últimas pesagens divergiram em mais de 50 gramas, tentativas adicionais foram realizadas e todos os valores obtidos nas pesagens ficaram registrados. A temperatura da água foi padronizada em 31°C para todas as avaliações e medida com o auxílio de um termômetro (*Incoterm*, Brasil). Além da temperatura, procurou-se controlar se os indivíduos não haviam realizado atividades físicas e ingerido algum tipo de refeição antes da avaliação, sendo efetuada também a aferição dos equipamentos utilizados.

O volume residual (VR) foi obtido através da equação⁽⁹⁾:

Homens $\Rightarrow VR = 0,017$ (idade, em anos) + 0,027 (estatura, cm) - 3,477

Após a aferição do peso hidrostático e do volume residual, os valores foram aplicados na equação que determina a densidade corporal.

$$D(\text{g/cm}^3) = \frac{P}{[(P - Pa)/Da] - (VR + 0,1)}$$

Onde:

D = densidade corporal, em g/cm³;

P = massa corporal em kg no ar;

Pa = peso na água em kg;

Da = densidade da água (corrigida pela temperatura);

VR = volume residual, litros;

0,1 = constante de gás gastrointestinal (100ml).

Os procedimentos de avaliação foram realizados nos seguintes estágios. Primeiramente, foram apresentados aos atletas o objetivo do estudo e os procedimentos metodológicos a serem desenvolvidos e a autorização do Comitê de Ética em Pesquisa. Posteriormente, os atletas leram o termo de consentimento e, após ter concordado com todos os itens, assinaram a conformidade para participar como sujeitos na pesquisa. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Cineantropometria e Medidas e Avaliação, localizado na Universidade Federal de Santa Maria, no Estado do Rio Grande do Sul.

Para a coleta de dados, foram tomadas, em primeiro lugar, as medidas antropométricas e, em seguida, o indivíduo foi conduzido ao tanque onde se realizou a pesagem hidrostática (PH).

A tabela 1 apresenta a relação das 11 equações propostas por diversos autores e que serão analisadas neste estudo. A tabela 1 ainda indica a idade da amostra, o valor de correlação e do erro padrão estimado nos estudos originais de validação.

TABELA 1
Referência, equações, idade da amostra, valor da correlação e do erro padrão estimado original das equações utilizadas para a validação

Referência	Equação	Idade (anos)	r	EPE
1. Durnin e Rahman, 1967	1,161 - 0,0632 * LOG10 (DC BI + DC TR + DC SE + DC SI)	18-34	0,83	0,0069
2. Sloan, 1967	1,1043 - 0,001327 * (DC CXm) - 0,00131 * (DC SE)	18-26	0,84	0,0067
3. Forsyth e Sinning, 1973	1,103 - 0,00168 * (DC SE) - 0,00127 * (DC AB)	19-22	0,82	0,0060
4. Katch e McArdle, 1973 ⁽¹⁰⁾	1,09665 - 0,00103 * (DC TR) - 0,00056 * (DC SE) - 0,00054 * (DC AB)	18-24	0,86	0,0072
5. Durnin e Womersley, 1974 ⁽¹¹⁾	1,1765 - 0,0744 * LOG (DC TR + DC SE + DC SI + DC BI)	17-72	-	0,0103
6. Lohman, 1981 ⁽¹²⁾	1,0982 - 0,000815 * (DC TR + DC SE + DC AB) + 0,0000084 * (DC TR + DC SE + DC AB) ²	-	0,92	0,0071
7. Thorland et al., 1984 ⁽¹³⁾	1,1136 - 0,00154 * (DC TR + DC SE + DC AXm) + 0,00000516 * (DC TR + DC SE + DC Axm) ²	14-19	0,81	0,0056
8. Guedes, 1985 ⁽¹⁴⁾	1,17136 - 0,06706 * LOG (DC AB + DC SE + DC TR)	17-27	0,89	0,0057
9. Petroski, 1995 ⁽¹⁵⁾	1,09255357 - 0,0006798 * (DCTR + DC SE + DC SI + DC PM) + 0,00000182 * (DCTR + DC SE + DC SI + DC PM) ² - 0,00027287 * (ID) + 0,00204435 * (P. AT) - 0,00060405 * (P. AB)	18-66	0,88	0,0071
10. Jackson e Pollock, 1978 ⁽¹⁶⁾	1,112 - 0,00043499 * (DC PT + DC AXm + DC TR + DC SE + DC AB + DC SI + DC CXm) + 0,00000055 * (DC PT + DC AXm + DC TR + DC SE + DC AB + DC SI + DC CXm) ² - 0,00028826 * (ID)	18-61	0,90	0,0078
11. Jackson e Pollock, 1978 ⁽¹⁶⁾	1,10938 - 0,0008267 * (DC PT + DC AB + DC CXm) + 0,0000016 * (DC PT + DC AB + DC CXm) ² - 0,0002574 * (ID)	18-61	0,90	0,0077

Fonte: equações 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11 artigos originais; equações 1, 2 e 3 retirados de Petroski (1995).

A análise estatística seguiu os seguintes procedimentos: primeiramente, foi testada a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk, e este detectou a necessidade da utilização da estatística paramétrica⁽¹⁷⁾. Para analisar a fidedignidade, que consiste na reprodutibilidade dos resultados do avaliador, foi realizada uma avaliação pré-teste e pós-teste e verificados seus resultados pelo processo estatístico correlação momento de Pearson e teste t dependente com nível de significância de p < 0,05. Foi utilizada para a validação das equações a estatística descritiva, que consta dos resultados da média (X), do desvio-padrão (s), do valor mínimo (Mín), do valor máximo (Máx) e do coeficiente de variação (CV), além dos critérios de validade⁽¹⁸⁾: correlação de Pearson (r), teste t dependente, erro constante (EC), erro total (ET) e erro padrão estimado (EPE), sendo todos analisados no programa estatístico *SPSS 8.0 for Windows*.

RESULTADOS

Os resultados obtidos neste estudo estão apresentados em forma de tabelas. A tabela 2 apresenta as características descritivas do grupo de atletas estudado, incluindo os dados da pesagem hidrostática, das dobras cutâneas e da perímetria. A tabela 3 apresenta os resultados dos critérios de validação das 11 equações.

Os valores de teste e reteste indicaram alta fidedignidade do avaliador, tanto para o procedimento de correlação de Pearson quanto para o teste *t* dependente, sendo todos os valores significativos estatisticamente ($p < 0,05$). Esses resultados asseguram a confiança dos valores obtidos pela antropometria e pela densitometria, permitindo a avaliação do grupo de atletas estudado.

TABELA 2
Características descritivas do grupo de atletas profissionais, utilizadas na validação das equações que estimam a densidade corporal (n = 25)

	Média	s	Variação	CV(%)
Idade (anos)	22,7	± 4,4	18-34	-
Tempo de prática	6,0	± 4,2	1-14	-
Profissional de futebol (anos)				
Massa corporal (MC) (kg)	73,9	± 6,6	57,0-86,4	9,25%
Estatuta (ET) (cm)	177,8	± 5,5	165,0-186,0	3,05%
Pesagem hidrostática (PH) (kg)	4,3	± 0,6	2,7-5,3	14,60%
Densidade corporal (DCm) (g/cm ³)	1,0833396	± 0,005922	1,0684-1,0931	0,55%
Dobras cutâneas (mm)				
Tricipital (DC. TR)	8,0	± 1,8	5,3-10,8	23,41%
Bicipital (DC. BI)	3,7	± 0,5	3,1-4,8	12,99%
Subescapular (DC. SE)	11,7	± 2,6	8,0-18,3	23,40%
Supra-ílica (DC. SI)	13,5	± 4,6	7,5-28,4	35,79%
Axilar média (DC. AXm)	9,4	± 2,7	6,3-17,4	29,52%
Peitoral (DC. PT)	5,9	± 1,6	3,7-10,2	27,22%
Abdominal horizontal (DC. ABh)	13,6	± 6,0	6,5-31,4	44,38%
Abdominal vertical (DC. ABv)	12,4	± 6,3	5,5-32,2	51,59%
Coxa média (DC. CXm)	10,1	± 3,4	6,0-18,5	34,35%
Perna média (DC. PRm)	6,1	± 1,4	3,7-9,6	24,68%
Perímetros (cm)				
Antebraço (P. AT)	27,0	± 1,2	24,0-29,5	4,75%
Abdômen (P. AB)	80,0	± 3,5	73,0-88,0	4,55%

DCm = densidade corporal medida pela pesagem hidrostática.

TABELA 3
Resultados dos critérios de validação das equações

Equação	Média	s	Teste t	Correlação	EC	ET	EPE
PH	1,0833396	0,005922	-	-	-	-	-
EQ1	1,0622562	0,005949	21,724(0,000)	0,67(0,000)	-0,021083	0,02159	0,003276
EQ2	1,0752242	0,007317	6,343(0,000)	0,56(0,004)	-0,008115	0,01017	0,005057
EQ3	1,0671087	0,011550	9,895(0,000)	0,76(0,000)	-0,016231	0,01804	0,004996
EQ4	1,0749554	0,006186	9,691(0,000)	0,75(0,000)	-0,008384	0,00935	0,002712
EQ5	1,0602567	0,007002	21,456(0,000)	0,67(0,000)	-0,023083	0,02365	0,003857
EQ6	1,0813496	0,002148	2,039(0,053)	0,66(0,000)	-0,001990	0,00509	0,001235
EQ7	1,0728746	0,007886	8,914(0,000)	0,68(0,000)	-0,010465	0,01188	0,004256
EQ8	1,0698421	0,009483	9,670(0,000)	0,69(0,000)	-0,013497	0,01507	0,004990
EQ9	1,0682713	0,006970	13,732(0,000)	0,66(0,000)	-0,015068	0,01596	0,003992
EQ10	1,0808771	0,008581	2,032(0,054)	0,72(0,000)	-0,002463	0,00631	0,004190
EQ11	1,0854650	0,008359	-1,771(0,090)	0,71(0,000)	+0,002130	0,00614	0,004229

EQ = Equação; EC = Erro constante; ET = Erro total; EPE = Erro padrão estimativa.

DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para massa corporal e estatura são normais quando comparados com os resultados de outros atletas nacionais^(6,19-25) e internacionais^(4,26-33), sendo inferiores aos do estudo com atletas da Iugoslávia⁽³⁴⁾ e profissionais da Islândia⁽³⁵⁾ e Alemanha⁽²⁹⁾.

Comparando os valores de dobras cutâneas com estudos envolvendo atletas nacionais, estes não apresentam diferença acentuada quando comparados com atletas da Paraíba⁽⁶⁾ e de Santa Catarina, e são similares aos dos atletas do Rio Grande do Sul⁽²⁰⁾. Tal similaridade, provavelmente, é devida ao fato de o grupo estudado ser proveniente da mesma região.

Os valores de densidade corporal, na maioria das equações estudadas, apresentaram resultados mais elevados do que nos seus estudos originais de validação, exceto para as equações EQ2 e EQ5, que apresentaram valores similares, e para a EQ1, que obteve resultado abaixo dos valores encontrados em seu estudo original.

Analisando os critérios de validação, estes revelam que a equação EQ6 hiperestima a densidade corporal dos sujeitos abaixo da média e subestima a densidade corporal dos sujeitos acima da média, uma vez que seus valores de desvio-padrão são menores do que os valores da pesagem hidrostática, resultado similar ao encontrado em estudo com atletas de futebol da categoria sub-20⁽³⁶⁾. Nas equações EQ1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 ocorre o oposto; elas subestimam a densidade corporal dos sujeitos abaixo da média e hiperestimam a densidade corporal dos sujeitos acima da média, pois seus valores de desvio-padrão são mais elevados do que a densidade corporal medida pela pesagem hidrostática.

O segundo critério de validação, teste *t*, demonstrou que somente as equações EQ6, 10 e 11 não se diferenciaram da medida padrão; todas as demais apresentaram diferenças estatísticas. As equações alcançaram correlações moderadas e o maior valor foi obtido por uma equação (EQ3) que teve como grupo de validação indivíduos atletas.

Os valores de correlação apresentaram-se bem abaixo dos estudos originais de validação (tabela 1) e nem mesmo as equações EQ3 e EQ7, que utilizaram, em seu processo de construção, atletas, repetiram os mesmos valores.

O erro constante (EC), que é a subtração da medida da densidade corporal estimada pela densidade corporal mensurada pela pesagem hidrostática, mostra que, com exceção da EQ11, que apresenta valor positivo, as demais apresentaram valores menores de densidade corporal do que o método padrão. Para o erro constante (EC) e o erro padrão estimado (EPE), é importante salientar que, quanto menor a sua medida, maior será a segurança afetada pela variabilidade da amostra.

Analisando o EC, nota-se que as equações EQ4, 6, 10 e 11 obtiveram os menores valores; para EPE foi preconizado um índice em torno de 0,0098g/cm³ em relação à média, o que corresponde, aproximadamente, a 4% de gordura corporal, como um limite de precisão com que os valores de densidade corporal seriam preditos através de variáveis antropométricas⁽¹²⁾. No presente estudo, todas as equações utilizadas apresentaram medidas inferiores a esse ponto de corte e sendo seus valores menores do que os valores dos estudos originais. Uma hipótese para esse resultado poderia ser o fato de o número de indivíduos analisados ser pequeno e pela homogeneidade das medidas dos mesmos.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

Respondendo ao objetivo do estudo de analisar a validade de equações antropométricas na estimativa da densidade corporal em atletas profissionais de futebol, concluiu-se que:

No presente estudo, das 11 equações analisadas, somente as propostas por Jackson e Pollock (1978), EQ10 e EQ11, respectivamente de sete e três dobras cutâneas, responderam aos critérios de validação, mas possuindo moderada correlação com a pesagem hidrostática utilizada como a medida *gold standard*.

Recomenda-se dar preferência à equação de três dobras cutâneas na realização da avaliação da densidade corporal em atletas profissionais de futebol, levando em consideração a praticidade e maximização do tempo pelos avaliadores.

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

REFERÊNCIAS

1. Thorland WG, Johnson GO, Fagot TG, Tharp GD, Hammer RW. Body composition and somatotype characteristics of Junior Olympic athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 1981;13(5):332-8.
2. Jackson AS, Pollock ML. Prediction accuracy of body density, lean body weight, and total body volume equations. *Med Sci Sports.* 1977;9(4):197-201.
3. Glaner MF, Rodrigues-Añez CR. Validação de procedimentos antropométricos para estimar a densidade corporal e percentual de gordura em militares masculinos. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano.* 1999;1(1):24-9.
4. Vicente JGV, López JG, Pascual CM. Influencia de una pretemporada en el perfil cineantropométrico de futbolistas. *Archivos de Medicina del Deporte.* 2000;17(75):9-20.
5. Di Salvo V, Fagnani F, De Sanctis A. Functional assessment in football players. *Österreichisches Journal für Sportmedizin.* 2001;2:13-6.
6. Souza J. Variáveis antropométricas, metabólicas e neuromotoras de jogadores de futebol das categorias mirim, infantil, juvenil e júnior e em relação à posição de jogo: um estudo comparativo. *Revista Treinamento Desportivo.* 1999;4(3):43-8.
7. Ross WD, Marfell-Jones MT. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ, editores. *Physiological testing of the high-performance.* 2nd ed. Champaign, Illinois. Human Kinetics Publishers; 1991.
8. Petroski EL, Pires Neto CS. Análise do peso hidrostático nas posições sentada e grupada em homens e mulheres. *Resista Kinesis.* 1993;10:49-62.
9. Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. *Am Rev Respir Dis.* 1959;79:457-67.
10. Katch FI, McArdle WD. Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. *Hum Biol.* 1973;45(3):445-55.
11. 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;32:77-92.
12. Lohman TG. Skinfolde and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum Biol.* 1981;53(2):181-225.
13. Thorland WG, Johnson GO, Tharp GD, Housh TJ, Cisar CJ. Estimation of body density in adolescent athletes. *Hum Biol.* 1984;56(8):439-48.
14. Guedes DP. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras cutâneas em universitários [dissertação]. Universidade Federal de Santa Maria, 1985.
15. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos [tese]. Universidade Federal de Santa Maria, 1995.
16. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40:497-504.
17. Vincent WJ. *Statistics in kinesiology.* 2nd ed. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1999.
18. Lohman TG. *Advances in body composition assessment.* Champaign: Human Kinetics Publishers, 1992.
19. Silva SG, Pereira JL, Kaiss L, Kulaitis A, Silva M. Diferenças antropométricas e metabólicas entre jogadores de futebol das categorias profissional, junior e juvenil. *Revista Treinamento Desportivo.* 1997;2(3):35-9.
20. Schwingel AC, Petroski EL, Velho NM. Análise morfológica de jogadores profissionais de futebol de campo. *Revista da APEF.* 1997;12(1):5-11.
21. Sousa MSC, Sousa SJG, Santos JP, Torres MS, Gonçalves A. O percentual de gordura em atletas profissionais de futebol segundo diferentes métodos: ensaio envolvendo condições desportivas e da saúde. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde.* 1999;4(3):63-74.
22. Arruda M, Rinaldi W. Utilização da potência muscular no futebol: um estudo da especificidade em jogadores de diferentes posições. *Revista Treinamento Desportivo.* 1999;4(3):35-42.
23. Osiecki RL, Gomes AC, Meira ALJ, Erichsen AO, Silva SG. Estudo comparativo dos aspectos funcionais e de composição corporal entre atletas de futebol de diferentes categorias. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício.* 2002;1(1):75-87.
24. Balikian P, Lourenção A, Ribeiro LFP, Festuccia WTL, Neiva CM. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. *Rev Bras Med Esporte.* 2002;8(2):32-4.
25. Fonseca PHS, Rech CR, Moura JAR, Zinn JL. Análise antropométrica e peso hidrostático de atletas de futebol com idade de 16 a 20 anos da cidade de Santa Maria. *Anais XXI Simpósio Nacional de Educação Física. Pelotas/RS, Brasil; 2002.* p. 25-30.
26. Raven PB, Gettman LR, Pollock ML, Cooper KH. A physiological evaluation of professional soccer players. *Br J Sports Med.* 1976;10:209-16.
27. Santos JAR. Estudo comparativo, fisiológico, antropométrico, e motor entre futebolistas de diferente nível competitivo. *Revista Paulista de Educação Física.* 1999;13(2):146-59.
28. Edwards AM, Clark N, Macfadyen AM. Lactate and ventilatory thresholds reflect the training status of professional soccer players where maximum aerobic power is unchanged. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2003;2:23-9.
29. Mayer T, Ohlendorf K, Kindermann W. Konditionelle Fähigkeiten deutscher Spitzenfußballer im Längsschnitt. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin.* 2000;51:271-7.
30. Chmura J, Nazar K, Kaciuba-Uscilko H, Pilis W, Aust F, Wisnik P. Psychomotorischer Leistungsfähigkeit und Laktat-sowie Adrenalin und Noradrenalin-schwelle bei Fußballspielern im Verlauf ansteigender Belastungsintensität. *Österreichisches Journal für Sportmedizin.* 2001;2:30.
31. Helgerud J, Engen LC, Wisløff U, Hoof J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(11):1925-31.
32. Dauty M, Bryand F, Potiron-Josse M. Relation entre la force isocinétique, le saut et le sprint chez le footballeur de haut niveau. *Science & Sport.* 2002;17:122-7.
33. Ferret JM, Mathian B, Dupuis JM, Martin G, Peretti E, David M. Variations des taux d'androgènes et de cortisol au cours de six saisons chez des footballeurs professionnels. *Science & Sports.* 2004;19:19-27.
34. Ostojic SM, Mazic S. Effects of a carbohydrate-electrolyte drink on specific soccer tests and performance. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2002;1:47-53.
35. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmunsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:278-85.
36. Moura JAR, Rech CR, Fonseca PHS, Zinn JL. Validação de equações para a estimativa da densidade corporal em atletas de futebol categoria sub-20. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano.* 2003;5(2):22-32.