

Estudo comparativo dos métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse

Comparative study of the Greulich & Pyle and Tanner & Whitehouse methods for estimating skeletal age

Francisco HAITER NETO*

Solange Maria de ALMEIDA**

Christiana Cordeiro LEITE***

HAITER NETO, F.; ALMEIDA, S. M. de; LEITE, C. C. Estudo comparativo dos métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse. **Pesqui Odontol Bras**, v. 14, n. 4, p. 378-384, out./dez. 2000.

Este estudo teve como objetivo verificar se os métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle (GP), Greulich & Pyle Visual (GPV) e Tanner & Whitehouse (TW) poderiam ser aplicados à população brasileira e qual destes métodos seria o mais confiável, quando comparados à idade cronológica do indivíduo. A amostra estudada constituiu-se de 160 indivíduos brasileiros, leucodermas, de ambos os sexos, com idades variando de 6 anos e 10 meses a 14 anos e 9 meses. Os resultados mostraram que, para o método GP, as correlações com a idade cronológica foram de 0,95 para o sexo masculino e 0,97 para o sexo feminino. Para o método GPV, as correlações foram de 0,96 e 0,97, respectivamente e para TW, de 0,96 e 0,97. Os resultados obtidos permitiram-nos concluir que, mesmo tendo sido propostos para populações diferentes da população em estudo, os métodos de estimativa da idade óssea estudados apresentaram altas correlações, quando comparados com a idade cronológica. Ainda, foram estabelecidos fatores de correção, de modo a torná-los aplicáveis à população brasileira.

UNITERMOS: Idade óssea; Crescimento; Idade cronológica.

INTRODUÇÃO

A Ortodontia inclui o estudo do crescimento e desenvolvimento do complexo dentofacial em particular e do crescimento e desenvolvimento do corpo, de um modo geral. A prevenção e interceptação precoce de deformidades dentofaciais dependem da interpretação precisa do padrão inerente esquelético-facial, quantidade de crescimento e desenvolvimento total. Clinicamente, é de grande importância determinar quando ocorrerá o crescimento facial em intensidade suficiente para ter repercussão no tratamento ortodôntico.

Considera-se que o desenvolvimento ósseo da região da mão e punho processa-se paralelamente ao das demais regiões do corpo humano, sendo conveniente a sua escolha, devido à facilidade de obtenção radiográfica e observação de suas imagens.

Segundo GREULICH; PYLE⁹, o esqueleto reflete o estado funcional e de desenvolvimento do sistema reprodutivo e provê uma medida mais útil do

nível de maturação geral do indivíduo, podendo ser empregado para este propósito, do período do nascimento até o completo desenvolvimento ósseo.

Os métodos de avaliação da idade óssea utilizando radiografias de mão e punho têm sido estudados, destacando-se métodos inspeccionais^{9,18}, os que utilizam escores^{1,16}, e de medidas dimensionais^{7,15}.

Em 1950, GREULICH; PYLE⁹ publicaram um atlas radiográfico de desenvolvimento ósseo da mão e punho, baseado no trabalho de TODD¹⁸. Os autores destacaram a necessidade da criação de um método que promovesse informações mais precisas acerca do desenvolvimento de um indivíduo e não apenas informações como estatura, peso e idade cronológica. Neste método inspeccional, a idade óssea é determinada comparando a radiografia em estudo com as radiografias padrões do atlas.

Em 1959, TANNER; WHITEHOUSE¹⁶, baseando-se no método de escores de ACHESON¹, desen-

* Professor Livre-Docente da Disciplina de Radiologia; ** Professora Assistente Doutora da Disciplina de Radiologia – Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP.

*** Doutora em Radiologia Odontológica.

volveram um sistema de determinação da idade óssea (TW1). Neste método, cada osso, dos vinte selecionados da mão e punho, é classificado separadamente em um dos oito ou nove estágios, aos quais são atribuídos escores. Estes escores são somados e então é dada a idade óssea correspondente. Este sistema foi revisado, sucedendo o método TW2, em que foram realizadas alterações no sistema de escores e ainda, estabelecidos escores diferentes para cada sexo. Este novo sistema também prevê maturações ósseas separadas para o rádio, ulna e ossos curtos – metacarpos e falanges – (método RUS) e para os ossos carpais (método CARPAIS).

LOW¹⁰, em 1975, estudou a idade óssea de crianças chinesas do sexo masculino, com idades de 7 a 9 anos. As idades ósseas foram determinadas pelo atlas de Greulich & Pyle, pelo método inspeccional, analisando-se somente as epífises e pela análise de centros ósseos específicos. Os resultados mostraram que as médias das idades ósseas estimadas pelo método inspeccional foram menos avançadas, quando comparadas com o método de avaliação de centros ósseos específicos e que as idades ósseas carpais foram menos avançadas que as idades ósseas epifisárias. O autor afirmou que a idade óssea pelo método inspeccional é muito influenciada pela presença dos ossos carpais.

Neste mesmo ano, WALDMANN *et al.*¹⁹ descreveram a maturação óssea pelo método de TANNER & WHITEHOUSE¹⁶, durante os cinco primeiros anos de vida de 492 crianças chinesas. A idade óssea foi avançada em relação à idade cronológica em ambos os sexos, mas significativamente mais avançada no sexo feminino, especialmente na faixa etária de 18 a 36 meses.

A aplicabilidade dos métodos de Greulich & Pyle (GP) e Tanner & Whitehouse (TW) foi avaliada em diversas populações, sendo que a idade óssea pelo método de GP foi menor que quando estimada pelo método de TW^{2,3,5,8,11,13}.

O objetivo deste estudo foi verificar a precisão dos métodos de Greulich & Pyle, uma variação deste, o método Greulich & Pyle Visual e também o método Tanner & Whitehouse na determinação da idade, quando aplicados à população brasileira.

MATERIAL E MÉTODO

Foram avaliados 160 indivíduos pré-escolares e escolares brasileiros, de ambos os sexos, com idades cronológicas de 6 anos e 10 meses a 14 anos e

9 meses, os quais foram separados em grupos de 10 indivíduos, de 6 em 6 meses, sendo 5 do sexo masculino e 5 do sexo feminino.

As radiografias de mão e punho, foram feitas seguindo os critérios preconizados em 1965 por BONTRAGER⁴. A mão esquerda foi escolhida apenas por princípios antropométricos e de padronização, visto que não há diferenças significativas entre as duas mãos^{6,12}. A estimativa da idade óssea foi realizada tendo-se conhecimento somente do sexo do paciente, por um único examinador.

Estimativa da idade óssea

Método de Greulich & Pyle (GP)

Consiste em avaliar cada centro de ossificação presente na mão e punho e compará-lo com a imagem do mesmo no atlas. A cada centro analisado é atribuída uma idade e ao final é feita a totalização das idades por meio do cálculo da média aritmética.

Método de Greulich & Pyle Visual (GPV)

Método puramente inspeccional. Consiste em observar a radiografia como um todo e compará-la com a imagem padrão do atlas.

Método de Tanner & Whitehouse (TW)

Neste estudo, foi utilizado o método de estimativa da idade óssea TW2 - 20 ossos, em que os estágios de maturação são classificados para cada um dos 20 ossos avaliados neste método.

Após a obtenção de todas as estimativas das idades ósseas, os resultados foram submetidos a tratamento estatístico, com obtenção das médias, desvios-padrão, coeficientes de correlação, regressão linear e teste de coincidência e paralelismo de retas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para as idades cronológica e óssea, expressos na Tabela 1, demonstraram uma subestimativa para o sexo masculino nos métodos de GP e GPV e uma superestimativa para o sexo feminino no método TW.

Foram calculados os coeficientes de correlação linear entre a idade cronológica e a idade óssea pelos três métodos, em ambos os sexos, por meio do coeficiente linear de Pearson (r). Para se fazer uma inferência sobre o resultado obtido para r , procedeu-se a um teste de significância, através da estatística t (teste t). Uma vez detectada correlação en-

tre as variáveis, procedeu-se à análise de regressão linear entre a idade cronológica e os métodos em estudo, para ambos os sexos (teste F).

Pela Tabela 2, podemos observar que houve uma correlação linear quase perfeita (próxima de 1), positiva e significativa a 1% entre a idade cronológica e a idade óssea estimada pelos três métodos. O mesmo resultado pode ser evidenciado entre os métodos de estimativa de idade óssea.

TAVANO *et al.*¹⁷ estudando amostras de crianças brasileiras, também encontraram coeficientes de correlação bastante altos entre as idades óssea e cronológica, assim como COLE *et al.*⁵, va-

riando de 0,93 a 0,98, estando os nossos resultados bastante próximos aos resultados desses autores.

Mesmo obtendo resultados com alta correlação, faz-se necessário o cálculo da equação de reta para ajustar os métodos empregados à população estudada, pois o método de GP foi composto por uma amostra de crianças norte-americanas de nível sócio-econômico médio-alto e o método de TW, por crianças inglesas de nível sócio-econômico médio.

A análise de regressão evidenciou significância estatística ao nível de 1% para a regressão linear para todas as variáveis (métodos) em estudo, e para ambos os sexos, levando a concluir que os métodos de estimativa de idade óssea estudados têm uma relação linear significativa com a idade cronológica.

Os resultados apresentados na Tabela 3 estão representados nos Gráficos 1 e 2. Autores como WALDMANN *et al.*¹⁹ e TAVANO *et al.*¹⁷ destacaram a necessidade da aplicação de equações de ajuste para que as estimativas das idades ósseas feitas

TABELA 1 - Valores médios, em meses, para a idade cronológica e as idades ósseas estimadas pelos métodos de GP, GPV e TW.

Amostra	Idade cronológica	Idade óssea GP	Idade óssea GPV	Idade óssea TW
Masculino	129,60	124,89	125,70	131,56
Feminino	129,60	128,92	130,05	134,88

TABELA 2 - Coeficiente de correlação e respectivos valores de *t* e nível de significância para as variáveis idade cronológica (IC) e idade óssea estimadas pelos métodos GP, GPV e TW, para ambos sexos.

Variáveis	Estatísticas	GP		GPV		TW	
		Masc.	Fem.	Masc.	Fem.	Masc.	Fem.
IC	<i>r</i>	0,95	0,97	0,96	0,97	0,96	0,97
	<i>t</i>	28,36*	32,40*	29,47*	32,64*	30,55*	32,94*
GP	<i>r</i>			0,99	0,99	0,98	0,99
	<i>t</i>			63,90*	83,19*	43,43*	50,44*
GPV	<i>r</i>					0,98	0,98
	<i>t</i>					48,03*	47,71*

* Significativo pelo teste *t*, ao nível de 1%.

TABELA 3 - Equações de regressão ajustadas pelo modelo linear, para os três métodos de estimativa da idade óssea em função da idade cronológica, para ambos os sexos, respectivos coeficientes de determinação e intervalos de confiança para o intercepto (a) e para a inclinação (b).

Métodos	Equações ajustadas	<i>R</i> ² (%)	IC(a) 5%	IC(b) 5%
GP - Masc.	$y = -10,576687 + 1,045248x$	91,16	-20,31; -0,84	0,97; 1,12
GP - Fem.	$y = -12,298567 + 1,089688x$	93,08	-21,19; -3,41	1,02; 1,16
GPV - Masc.	$y = -8,014396 + 1,031747x$	91,76	-17,26; 1,23	0,96; 1,10
GPV - Fem.	$y = -10,925735 + 1,087776x$	93,18	-19,73; -2,12	1,02; 1,15
TW - Masc.	$y = -20,632377 + 1,174343x$	92,23	-30,78; -10,48	1,10; 1,25
TW - Fem.	$y = -13,554566 + 1,145386x$	93,29	-22,74; -4,37	1,08; 1,21

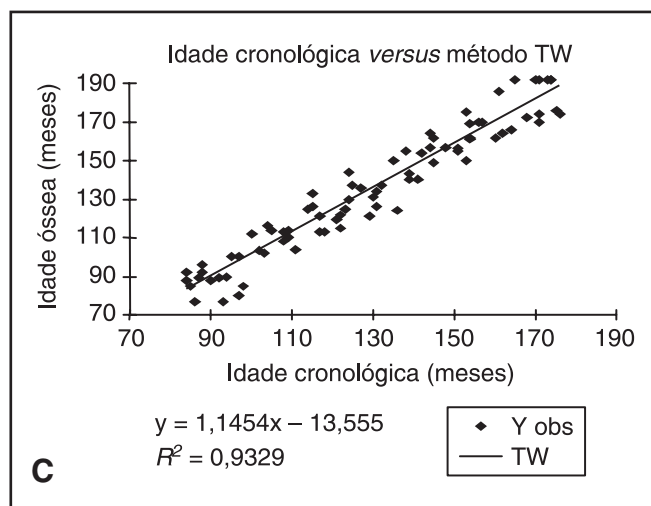
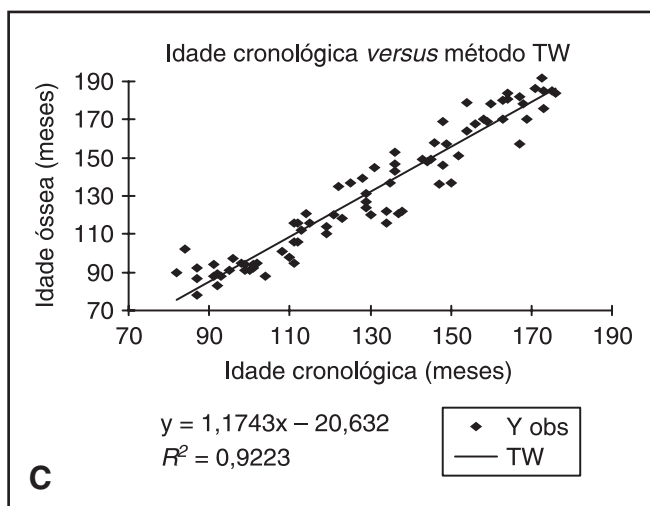
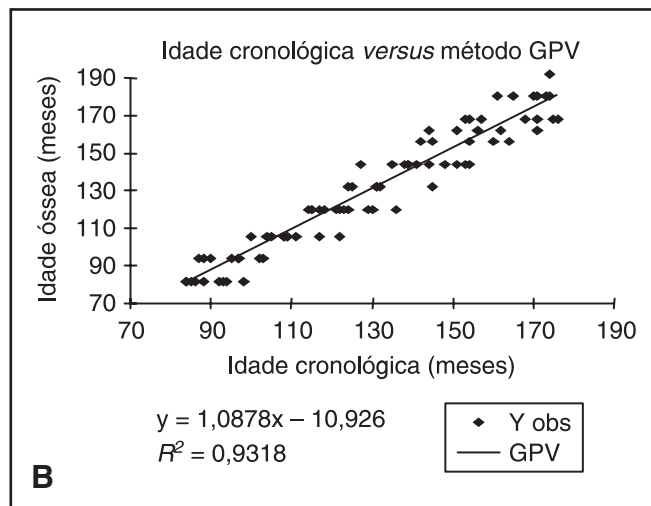
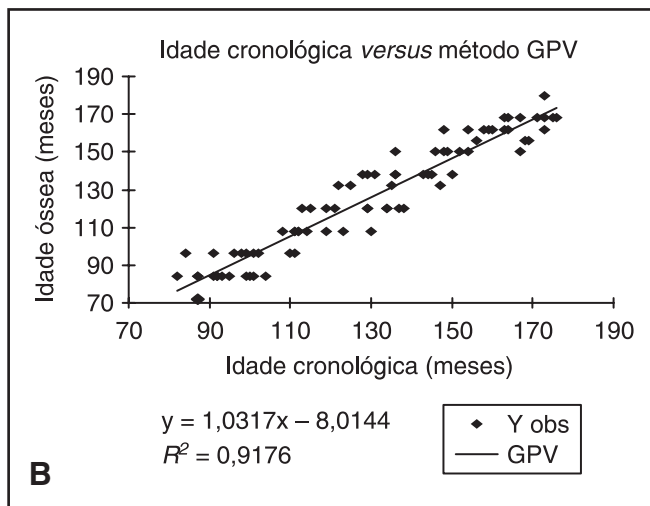
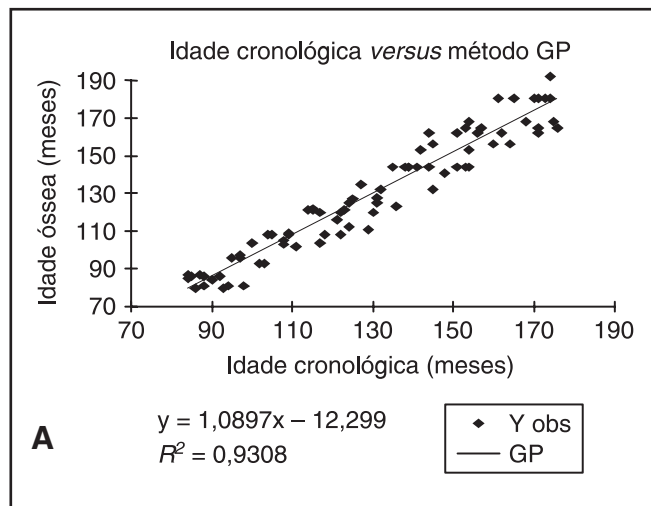
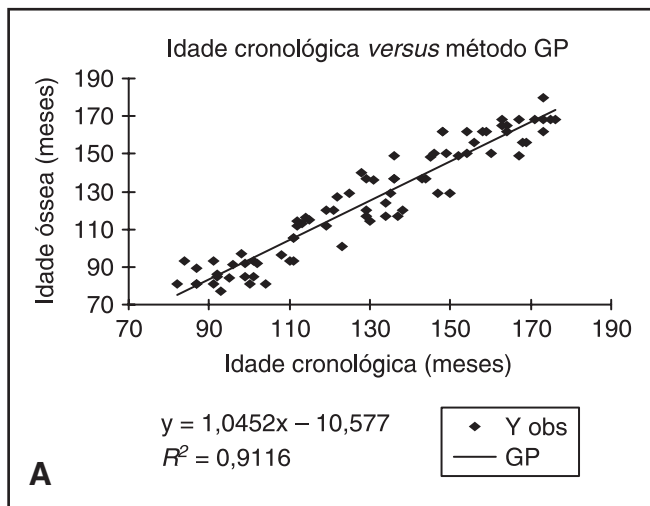


GRÁFICO 1 - Diagrama de dispersão e reta ajustada pela equação de regressão entre idade cronológica (X) e idade óssea (Y) obtida pelos métodos GP (A); GPV (B) e TW (C), em crianças do sexo masculino.

GRÁFICO 2 - Diagrama de dispersão e reta ajustada pela equação de regressão entre idade cronológica (X) e idade óssea (Y) obtida pelos métodos GP (A); GPV (B) e TW (C), em crianças do sexo feminino.

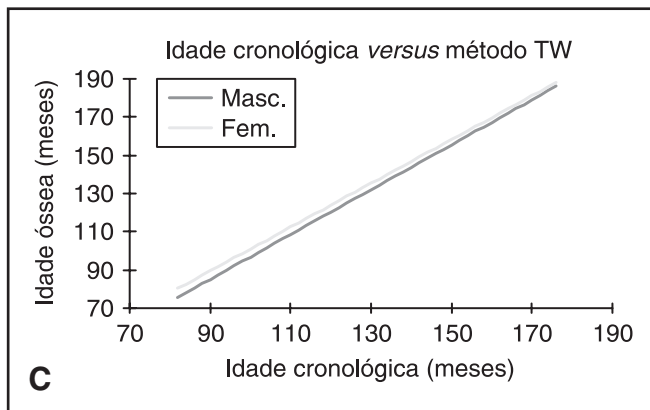
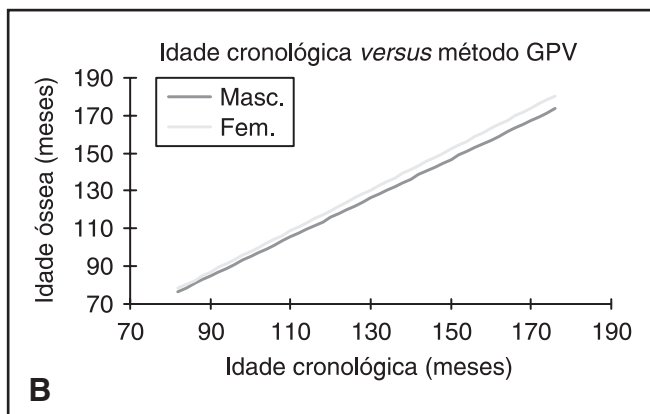
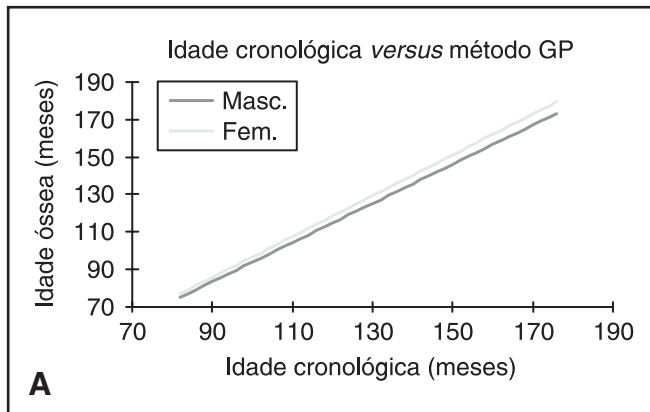


GRÁFICO 3 - Retas ajustadas pelas equações de regressão entre idade cronológica (X) e idade óssea (Y) obtidas pelos métodos estudados GP (A); GPV (B) e TW (C), em crianças do sexo masculino e feminino.

por estes métodos possam ser aplicadas a diversas populações.

Observando-se as equações de regressão ajustadas no método linear, para os três métodos de estimativa da idade óssea presentes na Tabela 3, destacamos os valores encontrados para os coefi-

TABELA 4 - Valores de F calculados para observar coincidência, paralelismo e intercepto comum entre os métodos de GP, GPV e TW.

Teste	F (obs)		
	GP	GPV	TW
Coincidência	4,73 (ns)	1,34 (ns)	0,31 (ns)
Paralelismo	0,79 (ns)	0,21 (ns)	1,06 (ns)
Intercepto comum	0,07 (ns)	6,03 (ns)	2,88 (ns)

(ns) = não significativo pelo teste F, considerando-se um nível mínimo de significância de 5%.

cientes de determinação, em que todos os valores apresentaram-se acima de 90%, e os valores do sexo feminino sempre foram maiores que os do sexo masculino, em todos os métodos estudados. Os resultados significam que mais de 90% da amostra está coberta pela reta de regressão ajustada.

Para estudar-se comparativamente os métodos de estimativa da idade óssea, foi realizado um teste de coincidência e paralelismo das retas ajustadas para cada método em relação à idade cronológica. Neste teste, duas retas são consideradas iguais se ambos, o intercepto e a inclinação do modelo, forem estatisticamente iguais. Os valores de F são calculados para observar coincidência, paralelismo e intercepto comum entre os métodos (Tabela 4). O Gráfico 3 ilustra o comportamento das retas de regressão ajustadas para cada método, nos dois sexos, comparando-os com a idade cronológica.

Os Gráficos 4 e 5 ilustram o comportamento das retas ajustadas para os três métodos, separadas para os sexos masculino e feminino, respectivamente.

Dada a não-significância dos valores encontrados, não se rejeita a hipótese de que as retas ajustadas para o sexo masculino e feminino por meio dos métodos GP, GPV e TW sejam coincidentes, paralelas e tenham intercepto comum. Embora o Gráfico 3 sugira que a inclinação é um pouco diferente para os métodos GP e GPV, pela Tabela 3, pode-se observar que os intervalos de confiança para o coeficiente angular (b), a um nível de 5%, são simultâneos (igual inclinação). Esses resultados indicam que as duas retas podem ser consideradas estatisticamente iguais para qualquer um dos métodos estudados, dentro do intervalo de idade de nossa amostra.

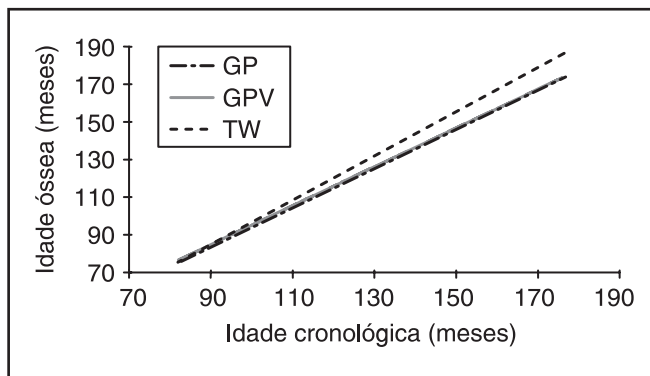


GRÁFICO 4 - Retas ajustadas pelas equações de regressão entre idade cronológica (X) e idade óssea (Y) obtidas pelos métodos estudados, em crianças do sexo masculino.

Este mesmo raciocínio deve ser feito com relação ao Gráfico 4, em que a inclinação da reta ajustada para o método TW, parece ser um pouco diferente da inclinação das retas ajustadas para os métodos GP e GPV; pela Tabela 3, mostram que estas retas podem ser consideradas estatisticamente iguais. No Gráfico 5, as retas ajustadas para os três métodos GP, GPV e TW, agora para crianças do sexo feminino, podem ou não ser coincidentes, mas visualiza-se uma suspeita de paralelismo entre a reta ajustada pelo método TW e as demais. Como nos gráficos anteriores, na Tabela 3 pode-se observar que os intervalos de confiança para o coeficiente angular (b), a um nível de 5%, são simultâneos, ou seja, possuem igual inclinação.

Um estudo comparativo entre as duas retas (sexos masculino e feminino) sugere que, quando utilizados os métodos de GP e GPV, as idades ósseas são progressivamente maiores para o sexo feminino à medida que se avança em idade cronológica e, para o método de TW, as idades ósseas também são maiores, sendo que a diferença diminui à medida que se avança em idade cronológica.

ROCHE *et al.*¹³, ACHESON² *et al.* e MILNER *et al.*¹¹ encontraram que as idades ósseas estimadas pelo método de GP foram menores que pelo método de TW. Embora não significantes, nossos resultados também mostraram que as idades ósseas estimadas pelo método de GP foram menores que aquelas estimadas pelo método de TW, concordando, assim, com os autores acima citados.

Nossos resultados mostraram alta correlação entre os métodos GP e GPV (0,99), sendo que a observação das retas ajustadas pelas equações de re-

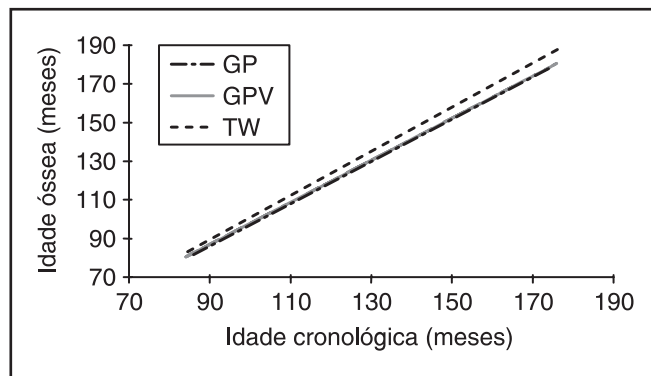


GRÁFICO 5 - Retas ajustadas pelas equações de regressão entre idade cronológica (X) e idade óssea (Y) obtidas pelos métodos estudados, em crianças do sexo feminino.

gressão mostrou uma tendência às idades ósseas estimadas pelo GPV serem mais avançadas quando comparadas às mesmas pelo GP, em ambos os sexos. Estes resultados não concordam, portanto, com LOW¹² que encontrou que, para o método GP, as idades ósseas estimadas foram mais avançadas nas idades de 7 a 9 anos, embora essa comparação possa ser válida apenas para esta faixa etária, não se estendendo, portanto, à toda a nossa amostra, e ainda, nas nossas avaliações pelo método GPV, as idades ósseas foram atribuídas pela escolha de um padrão do atlas, mesmo quando a imagem radiográfica a ser comparada pertencia a um padrão intermediário entre dois padrões do atlas.

WALDMANN *et al.*¹⁹, ROCHE *et al.*¹³ e FRY⁸ encontraram que os valores obtidos pelo método TW foram maiores em relação à idade cronológica, em ambos os sexos, sendo estes maiores no sexo feminino. Nossos resultados também mostraram valores maiores para as idades ósseas estimadas pelo método TW, quando comparadas com a idade cronológica, e que estes valores são significativamente maiores para o sexo feminino.

CONCLUSÕES

Nossos resultados permitem concluir que:

1. os métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle, o Greulich & Pyle Visual e Tanner & Whitehouse apresentaram altas correlações com a idade cronológica;
2. os fatores de correção estabelecidos, por meio da equação da reta de regressão, para cada método, torna-os aplicáveis à população brasileira.

HAITER NETO, F.; ALMEIDA, S. M. de; LEITE, C. C. Comparative study of the Greulich & Pyle and Tanner & Whitehouse methods for estimating skeletal age. **Pesqui Odontol Bras**, v. 14, n. 4, p. 378-384, out./dez. 2000.

The purpose of this study was to verify whether the Greulich & Pyle (GP), Greulich & Pyle Visual (GPV) and Tanner & Whitehouse (TW) methods for estimating skeletal age could be applied in the Brazilian population, and which of these three methods could be considered more reliable when compared with the chronological age of the individuals. This study was based on one hundred and sixty volunteers (80 females and 80 males) with ages between 6 years and 10 months and 14 years and 9 months. The results showed that for the GP method, the correlations with chronological age were 0.95 for males and 0.97 for females. For the GPV method, the correlations were 0.96 and 0.97, respectively and for TW, 0.96 and 0.97. The results showed that the Greulich & Pyle, Greulich & Pyle Visual and Tanner & Whitehouse methods presented high correlation values when compared with the chronological age of the individuals. Corrective factors were established to make these methods applicable to the Brazilian population.

UNITERMS: Skeletal age; Growth; Chronological age.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACHESON, R. M. A method of assessing skeletal maturity from radiographs. A report from the Oxford child health survey. **J Anat**, v. 88, p. 498-508, 1954.
2. ACHESON, R. M.; VINICIUS, J. H.; FOWER, G. B. Studies in the reliability of assessing skeletal maturity from X rays. Part III. Greulich-Pyle and Tanner-Whitehouse method contrasted. **Hum Biol**, v. 38, n. 3, p. 204-218, Sept. 1966.
3. ANDERSEN, E. Comparison of Tanner-Whitehouse and Greulich-Pyle methods in a large scale Danish survey. **Am J Phys Anthropol**, v. 35, n. 3, p. 373-376, Nov. 1971.
4. BONTRAGER, K. L. **Tratado de técnica radiológica e base anatômica**. 4. ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1999.
5. COLE, A. J. L.; WEBB, L.; COLE, T. J. Bone age estimation: a comparison of methods. **Br J Radiol**, v. 61, n. 728, p. 683-686, Aug. 1988.
6. DREIZEN, S.; CURRIE, C.; GILLEY, E. J. *et al.* Bilateral symmetry of skeletal maturation in the human hand and wrist. **Am J Dis Child**, v. 93, p. 122-127, Feb. 1957.
7. EKLOF, O.; RINGERTZ, H. A method for assessment of skeletal maturity. **Annals Radiol**, v. 10, n. 3-4, p. 330-336, 1967.
8. FRY, E. I. Tanner-Whitehouse and Greulich-Pyle skeletal age velocity comparisons. **Am J Phys Anthropol**, v. 35, n. 3, p. 359-372, Nov. 1971.
9. GREULICH, W. W.; PYLE, S. I. **Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist**. 2. ed., Stanford : Stanford University Press, 1959. 256 p.
10. LOW, W. D. Assessing skeletal maturity by inspection and bone: specific methods with the atlas of Greulich-Pyle. **Z Morph Anthropol**, v. 67, n. 1, p. 1-5, Nov. 1975.
11. MILNER, G. R.; LEVICK, R. K.; KAY, R. Assessment of bone age: a comparison of the Greulich and Pyle, and the Tanner and Whitehouse methods. **Clin Radiol**, v. 36, p. 119-121, 1986.
12. MORAES, M. E. L. **Verificação da assimetria bilateral de desenvolvimento por meio de radiografias de mão e punho, baseada na avaliação da idade óssea**. São José dos Campos, 1995. 58 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
13. ROCHE, A. F.; DAVILA, G. H.; EYMAN, S. L. A comparison between Greulich-Pyle and Tanner-Whitehouse assessment of skeletal maturity. **Radiology**, v. 98, n. 2, p. 273-280, Feb. 1971.
14. ROTCH, T. M. Chronologic and anatomic age in early life. **J Am Med Ass**, v. 51, n. 15, p. 1197-1205, Oct. 1908.
15. SCHMID, F.; MOLL, H. **Atlas de normalen und pathologischen handskeleten Entwicklung**. Berlin : Springer-Verlag, 1960.
16. TANNER, J. M.; WHITEHOUSE, R. H. **Standards for skeletal maturation**. Paris : International Children's Center, 1959.
17. TAVANO, O.; FREITAS, J. A. S.; LOPES, E. S. Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse. Comparação entre duas tabelas de avaliação de idade biológica através do desenvolvimento ósseo. **Clin Pediatr**, v. 5, n. 6, p. 7-21, Sept./Oct. 1982.
18. TODD, T. W. **Atlas of skeletal maturation**. Part I. Hand. Saint Louis : Mosby, 1937.
19. WALDMANN, E.; BABER, F. M.; FIELD, C. E. *et al.* Skeletal maturation of Hong Kong Chinese children in the first five years of life. **Ann Hum Biol**, v. 4, n. 4, p. 343-352, July 1977.

Recebido para publicação em 02/02/00
Enviado para reformulação em 21/08/00
Aceito para publicação em 18/09/00