

## Maturação biológica: da sua relevância à aprendizagem do método TW3

*The relevance of training in the TW3 method for the evaluation of biological maturation*

Simonete Pereira da Silva <sup>1</sup>  
Duarte Luís de Freitas <sup>2</sup>  
Gaston Prudence Beunen <sup>3</sup>  
José António Ribeiro Maia <sup>4</sup>

1 Universidade Regional do Cariri. Departamento de Educação Física. Crato, CE. Brasil.

2 Universidade da Madeira, Departamento de Educação Física e Desporto, Região Autónoma da Madeira. Portugal.

3 Katholieke Universiteit Leuven. Leuven. Bélgica.

4 Universidade do Porto. Faculdade de Desporto. Laboratório de Cineantropometria. Porto. Portugal.

Recebido em 21/07/09  
Revisado em 28/09/09  
Aprovado em 20/04/10



Licença: Creative Commons

**Resumo** – Este estudo teve os seguintes objetivos: (1) apresentar procedimentos metodológicos utilizados na estimação da idade óssea; (2) descrever o método Tanner-Whitehouse (TW3), e (3) destacar os resultados da reprodutibilidade deste método em crianças e jovens. A metodologia adotada na preparação do processo de aprendizagem e reprodutibilidade do método TW3 foi estruturada em três fases, tendo sido realizadas em duas Instituições de ensino (Portugal e Bélgica), sob a orientação e supervisão de avaliadores experientes. Após várias etapas de treinamento, os resultados alcançados na avaliação inter e intraobservador situaram-se entre 81,3 e 87,9%. Os resultados finais do estudo possibilitaram comprovar a eficácia de um rigoroso processo de treino, como elemento essencial na preparação prévia do avaliador, para a utilização da avaliação da maturação esquelética com base no método TW3.

**Palavras-chave:** Crescimento; Desenvolvimento; Avaliação; Radiografia; Reprodutibilidade de testes.

**Abstract** – The objectives of this study were: (1) to present methodological procedures used for the estimation of bone age; (2) describe the Tanner-Whitehouse method (TW3), and (3) to highlight the results of reproducibility of this method in children and adolescents. The method adopted for the preparation of the learning process and for evaluation of the reproducibility of the TW3 method was divided into three phases and was conducted at two teaching institutions (Portugal and Belgium) under the guidance and supervision of experienced raters. After several stages of training in the rating of radiographs, inter- and intraobserver reliability ranged from 81.3 to 87.9%. The final results of the study demonstrate the effectiveness of a rigorous training process as an essential element in the previous preparation of raters for the assessment of skeletal maturation by the TW3 method.

**Key words:** Growth; Development; Assessment; Radiography; Reproducibility

## INTRODUÇÃO

Franz Boas (1858-1942), um dos fundadores da Auxologia Moderna, salientou, no seu tempo, que a idade cronológica não era o melhor indicador para identificar o *timing* (momento em que ocorre um dado evento maturacional) e *tempo* (ritmo com que esse evento se manifesta) nas alterações que se verificam em diferentes características biológicas. É de entendimento generalizado, que o *timing* e *tempo* dos diferentes indicadores de maturação biológica são independentes da idade cronológica. Num grupo de crianças do mesmo sexo e idade cronológica, ocorrem variações na idade biológica ou na maturidade alcançada, i.e., as crianças apresentam trajetórias próprias em direção ao estado adulto, o que lhes confere estatutos maturacionais distintos, comumente denominados de ‘avançado’, ‘normal’ e ‘atrasado’<sup>1</sup>.

A avaliação da maturação biológica é uma prática comum na área da Medicina e da Auxologia Desportiva. No domínio das Ciências do Desporto, o seu uso tem sido variado, de que destacamos: identificar o *timing* do salto pubertário e idade no pico de velocidade da altura<sup>2</sup>; estimar a velocidade de crescimento e previsão da estatura adulta<sup>3</sup>; descrever e interpretar o significado da variação da maturação esquelética em função da idade cronológica<sup>4</sup>.

Na literatura, são referenciados os seguintes sistemas: maturação esquelética, sexual, somática, dentária e bioquímica/hormonal. É unânime considerar que a maturação esquelética é o melhor sistema para avaliar a idade biológica e o estatuto maturacional de uma criança ou jovem. São bem conhecidas as mudanças na forma, tamanho e densidade do osso durante o crescimento, o que permite a sua avaliação e atribuição de significado, em termos de “distância”, relativamente ao estado adulto ou maturo. As mudanças que ocorrem em cada osso desde o início do seu processo de ossificação até à morfologia adulta são uniformes e ocorrem de modo regular e irreversível<sup>1</sup>.

A estimação da idade óssea de uma criança ou jovem exige uma elevada precisão. Embora os métodos disponíveis apresentem alguma facilidade operacional, é exigido do avaliador o conhecimento minucioso das especificidades do método e fundamentalmente, uma considerável experiência prática. O controle e a qualidade dos resultados de avaliação são os pilares de qualquer pesquisa científica. Esta processologia não está publicada em livros de texto nem artigos no espaço lusófono da

Educação Física e Ciências do Desporto. Decorrem, daqui, os objetivos do presente artigo: apresentar os procedimentos metodológicos utilizados na estimacção da idade óssea em crianças e jovens; descrever o método Tanner-Whitehouse 3 (TW3)<sup>5</sup> e esboçar os resultados de um treinamento para a reprodutibilidade do método em crianças e jovens.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### Maturação Esquelética

O procedimento de verificação do progresso esquelético a partir do raio X da mão e do punho tem sido o mais comumente utilizado pelos pesquisadores para determinar a idade biológica<sup>2</sup>. Os ossos da mão e do punho fornecem as bases para a avaliação da maturação esquelética, uma vez que esta região anatômica permite a observação das alterações que ocorrem desde o período neonatal até o final da fase de crescimento estatural. Esta zona anatômica apresenta uma grande diversidade de núcleos epifisiários, possui um “grande” número de ossos, evidencia uma maior facilidade de obtenção da imagem radiográfica com menor exposição à radiação. Dentre os métodos de avaliação da maturação esquelética, os mais utilizados são os de Greulich-Pyle<sup>6</sup>, Tanner-Whitehouse<sup>5,7-8</sup>, Fels<sup>9</sup> e Sempé<sup>10</sup>. Também foram sugeridas algumas abordagens de estimativa da idade óssea com base na avaliação de outros segmentos anatômicos, tais como: o joelho<sup>11</sup>, tornozelo e pé<sup>12</sup>.

### O Método Tanner-Whitehouse

O Método Tanner-Whitehouse (TW) é, atualmente, o mais utilizado na literatura internacional. É caracterizado pela abordagem específica do osso. Foi, inicialmente, publicado em 1975<sup>7</sup> e conhecido como TW1. Posteriormente, em 1983, foi ampliado e reeditado, sendo designado por TW2<sup>8</sup>. As referências do TW1 e TW2 basearam-se numa amostra de 3.000 crianças britânicas. No TW3, editado em 2001<sup>5</sup>, a amostra incluiu, para além das crianças britânicas do método original, crianças belgas, espanholas, italianas, argentinas, americanas e japonesas. No TW3, é possível estimar, separadamente, a idade óssea do rádio, ulna e ossos curtos [escala RUS (13 ossos)] e a idade dos ossos do carpo [escala do carpo ou ‘carpal’ (7 ossos)]. Em consonância com a tendência secular positiva em muitos países, nesta última versão, foram revisados os scores para os ossos avaliados. Foi adotada uma nova escala de conversão dos valores de maturidade esquelética em que as idades de alcance da

maturidade óssea diminuíram para 15.0 anos nas meninas e 16.5 nos rapazes; na versão TW2 eram de 16.0 e 18.2, respectivamente.

A classificação dos estágios evolutivos dos núcleos ósseos, independentemente da versão (TW, TW2 ou TW3), é feita da seguinte forma: o estágio 'A' representa o momento em que o núcleo ósseo ainda não é visível, recebendo um *score* igual a zero, enquanto que nos estágios subsequentes, são igualmente representados por letras de B até H ou I, com *scores* que vão de 0 a 1000. São avaliados os ossos do rádio, ulna, metacarpos, falanges proximais, falanges médias (III, V) e falanges distais (I, III, V). Após a definição dos estágios de cada osso e seu respectivo *score*, a idade óssea pode ser estimada, aplicando-se o somatório dos *scores* obtidos; para tanto, são apresentadas tabelas com os valores representativos para cada idade óssea e para cada sexo. No *software* do TW3 (*RUSBoneAge version 1.0*), disponibilizado no livro *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method)*, é possível calcular automaticamente a idade óssea, um *score Z*, bem como a posição percentílica encontrada para uma determinada idade.

A avaliação dos estágios de maturidade do osso é realizada com base na descrição teórica, na observação do osso na radiografia e na comparação com o diagrama ilustrativo (manual). A descrição teórica deve prevalecer como critério de análise principal. São descritos para cada osso 1, 2 ou 3 critérios. Nos casos em que apenas um critério for descrito para o estágio, então este deve ser satisfeito para que o determinado estágio seja considerado; quando dois critérios são indicados, um deles deve ser satisfeito; do mesmo modo, quando são indicados três critérios, então dois deles devem ser alcançados. Paralelamente, o critério 1 do estágio anterior deve ser alcançado para a atribuição do estágio seguinte.

A aprendizagem do método não é fácil e requer um treino relativamente moroso que exige controles frequentes de qualidade. Daqui Desde? que se tenha pensado em informatizar o processo de leitura. Estão disponíveis algumas abordagens, se bem que não possuem ainda o grau de precisão desejada para a leitura e determinação da idade óssea (ver, por exemplo: Tanner e Gibbons<sup>13</sup>; Fernández et al.,<sup>14</sup>).

### Processo de aprendizagem e controle de qualidade

A implementação do método TW3 requer atenção e uma considerável experiência prática. A atri-

buição de um estágio de maturação equivocado, por exemplo, no rádio e/ou ulna, pode representar uma diferença de aproximadamente 0,50 anos na estimativa da idade óssea final.

Tem sido sugerido pelos pesquisadores mais renomados da área que, no decurso da aprendizagem de qualquer um dos métodos de avaliação da maturação esquelética, seja realizada uma preparação prévia do avaliador. É essencial o treinamento sob a supervisão de um avaliador experiente e o controle sistemático da qualidade dos resultados.

A aprendizagem do método TW3, no presente estudo, está estruturada em três etapas. A primeira etapa consistiu no exame detalhado da anatomia da mão e do punho e no estudo do método Tanner-Whitehouse, versão TW3<sup>5</sup>. A segunda etapa baseou-se no acompanhamento da leitura de 225 radiografias realizadas por um avaliador experiente (Duarte Freitas) e decorreu na Universidade da Madeira. Em função do caráter puramente introdutório desta fase, não foram efetuados quaisquer cálculos relativos às estimativas de fiabilidade. A terceira etapa foi realizada na *Katholieke Universiteit Leuven*, Leuven/Bélgica, sob a supervisão de Gaston Beunen (GB), pesquisador de renome mundial, autoridade reconhecida no domínio da Maturação Biológica, responsável pelo *A Longitudinal Study of Belgian Boys*<sup>2</sup>. Nesta etapa, a preparação teve a duração de 15 dias e foi dividida em três sub-etapas: (1) avaliação de uma série de 46 radiografias para se estimar o nível de concordância intra e inter-observadores; (2) realização de nova série de leituras de 40 radiografias padrão utilizadas no *Harpden Growth Study*<sup>15</sup>; e (3) avaliação de 40 radiografias oriundas do Projeto Crescer com Saúde no Cariri (um estudo da dinâmica do crescimento somático, maturação biológica e desempenho desportivo-motor de crianças e jovens, desenvolvido em Juazeiro do Norte, Ceará, durante o período de 2006 a 2009). Esta última etapa do treinamento foi complementada no Porto (Portugal) e em Juazeiro do Norte-CE.

A seleção das radiografias utilizadas no processo de treinamento foi feita de modo aleatório. Para cada radiografia a ser avaliada apenas se tinha a informação de um número de identificação, não sendo conhecido a idade cronológica, nem o sexo da criança. Conforme sugerido no método TW3, optamos pela avaliação da escala RUS. Os instrumentos de apoio utilizados para a avaliação das radiografias foram os seguintes: negatoscópio, compasso, lupa e fichas para anotação dos estágios de maturidade.

## Procedimentos estatísticos

O número de acordos/desacordos foi contabilizado através da conferência dos estádios de maturidade atribuídos por cada investigador e calculados os percentuais de concordância inter e intraobservador.

## RESULTADOS

O Tabela 1 destaca os resultados da avaliação interobservadores alcançados na primeira série de radiografias (n=46), tendo por base os estágios de maturidade atribuídos pela 1ª autora do presente estudo [Simonete Silva – (SS)] e os estágios atribuídos pelos Profs. Gaston Beunen (GB) e Noel Cameron (NC).

O valor médio de concordância é de 68,0%, com uma variação de acordos entre os ossos de 59,0 a 80,0%. Há um problema de sobre-estimação média de 28,0% para todos os ossos avaliados, com uma amplitude de variação situada entre 7,0% (ulna) a 39,0% (rádio). A análise individual de cada osso, por exemplo, do rádio (61,0%), metacarpo III e V (63,0% e 59,0%) e as Falanges proximais III e V (59,0%), salientou concordâncias moderadas. Por outro lado, para a ulna, o percentual de atribuição de um estágio anterior (-1) situou-se num patamar ligeiramente elevado (13,0%).

Os resultados da avaliação intraobservador (SS1 – SS2), utilizando a mesma série de radiografias (n=46), são apresentados na Tabela 2. As releituras foram realizadas 4 dias após a primeira avaliação e de forma aleatória. A concordância entre as duas avaliações foi elevada (81,6%). Contudo, há alguma sobre estimacão de estágios de maturidade (16,9%), com uma variação média entre 9,0 a 28,0%.

Os resultados da avaliação da segunda série de 40 radiografias, sorteadas de um universo de 112 e comparadas aos resultados dos estágios de maturidade anteriormente atribuídos pelos avaliadores Gaston Beunen (GB) e Riche Whitehouse (RW) são descritos na Tabela 3. Os valores alcançados revelam um percentual elevado de concordância com os experientes avaliadores (81,3%). O intervalo compreende valores percentuais entre 75,0 a 90,0. Os valores médios atribuídos ao estágio anterior (-1) e à frente (+1) são 10,4 e 8,3%, respectivamente. Os percentuais de discordâncias mais elevados foram encontrados para os seguintes ossos: rádio (17,5%), ulna (-22,5%), falanges médias III e V (15,0 e -15,0%) e falange distal V (-15,0%).

**Tabela 1.** Avaliação Inter-observadores: SS – GB/NC

Ossos	-1 %	0 %	+1 %
Rádio	0,0	61,0	39,0
Ulna	13,0	80,0	7,0
Metacarpo I	4,0	65,0	31,0
Metacarpo III	2,0	63,0	35,0
Metacarpo V	2,0	59,0	39,0
Falange Prox. I	0,0	77,0	22,0
Falange Prox. III	4,0	59,0	37,0
Falange Prox. V	2,0	59,0	39,0
Falange Medial III	4,0	77,0	19,0
Falange Medial V	7,0	71,0	22,0
Falange Distal I	0,0	76,0	24,0
Falange Distal III	4,0	72,0	24,0
Falange Distal V	2,0	70,0	28,0
Média	4,0	68,0	28,0

-1 = estágio anterior; 0 = acordo; +1 = estágio à frente.

**Tabela 2.** Avaliação Intra-observador: SS1 – SS2

Ossos	-1 %	0 %	+1 %
Rádio	0,0	77,0	23,0
Ulna	7,0	83,0	10,0
Metacarpo I	0,0	78,0	22,0
Metacarpo III	2,0	81,0	17,0
Metacarpo V	2,0	70,0	28,0
Falange Prox. I	2,0	89,0	9,0
Falange Prox. III	0,0	85,0	15,0
Falange Prox. V	0,0	85,0	15,0
Falange Medial III	0,0	83,0	17,0
Falange Medial V	0,0	83,0	17,0
Falange Distal I	0,0	85,0	15,0
Falange Distal III	2,0	83,0	15,0
Falange Distal V	4,0	79,0	17,0
Média	1,5	81,6	16,9

-1 = estágio anterior; 0 = acordo; +1 = estágio à frente.

Na Tabela 4, são apresentados os resultados das avaliações intraobservador (SS1-SS2) referente à 3ª etapa do treinamento. A amostra foi constituída por 40 radiografias sorteadas de um universo de 413, oriundas do Projeto Crescer com Saúde no Cariri. Nesta fase, somente foi realizada a avaliação intraobservador, dado que as radiografias utilizadas nunca haviam sido avaliadas, portanto, não possuíam nenhuma referência anterior para efeito de comparação.

Os resultados mostram uma elevada consistência na atribuição dos estágios de maturidade para todos os ossos avaliados. Os valores médios de concordância aumentaram (87,9%), com um per-

centual de variação média entre os ossos situados entre 80,0 (rádio, metacarpo V) a 95,0% (falange proximal I). Os valores de atribuição de estágios anteriores (-5,4%) ou à frente (+6,7%) diminuiram, evidenciando, também, um maior equilíbrio entre estes dois últimos percentuais de desacordo.

**Tabela 3.** Avaliação Interobservadores: SS – GB/RW

Ossos	-1 %	0 %	+1 %
Rádio	7,5	75,0	17,5
Ulna	22,5	75,0	2,5
Metacarpo I	10,0	77,5	12,5
Metacarpo III	10,0	77,5	12,5
Metacarpo V	10,0	85,0	5,0
Falange Prox. I	15,0	80,0	5,0
Falange Prox. III	10,0	90,0	0,0
Falange Prox. V	5,0	87,5	7,5
Falange Medial III	15,0	80,0	5,0
Falange Medial V	7,5	77,5	15,0
Falange Distal I	5,0	87,5	7,5
Falange Distal III	2,5	90,0	7,5
Falange Distal V	15,0	75,0	10,0
Média	10,4	81,3	8,3

-1 = estágio anterior; 0 = acordo; +1 = estágio à frente.

**Tabela 4.** Avaliação Intra-observador: SS1 – SS2 (n=40)

Ossos	-1 %	0 %	+1 %
Rádio	7,5	80,0	12,5
Ulna	12,5	85,0	2,5
Metacarpo I	7,5	90,0	2,5
Metacarpo III	2,5	87,5	10,0
Metacarpo V	5,0	80,0	15,0
Falange Prox. I	2,5	95,0	2,5
Falange Prox. III	7,5	87,5	5,0
Falange Prox. V	7,5	90,0	2,5
Falange Medial III	5,0	87,5	7,5
Falange Medial V	7,5	87,5	5,0
Falange Distal I	5,0	90,0	5,0
Falange Distal III	0,0	90,0	10,0
Falange Distal V	0,0	92,5	7,5
Média	5,4	87,9	6,7

-1 = estágio anterior; 0 = acordo; +1 = estágio à frente

## DISCUSSÃO

Este estudo teve por objetivos apresentar os procedimentos metodológicos na estimação da idade óssea, descrever o método TW3 e reportar a reprodutibilidade do método TW3 em crianças e jovens. A produção de textos relativos ao treino e controle de qualidade na leitura de radiografias da mão e

punho é praticamente inexistente. Todavia, há um conjunto considerável de publicações sobre a comparação de métodos, principalmente, entre o TW e o Greulich-Pyle. Este último foi apresentado na década de 50, com base numa amostra de referência de 200 crianças de ambos os sexos, provenientes de famílias de médio a alto nível sócioeconômico do Estado de Ohio, EUA.

Qualquer que seja o método escolhido na estimação da idade óssea de uma criança ou amostra representativa de uma dada população, a aceitação dos resultados pela comunidade científica exige o conhecimento da qualidade das leituras efetuadas. Os fatores que dificultam a precisão dos resultados atribuídos às estimativas de idade óssea estão relacionados com diferentes itens, como por exemplo, o método utilizado, o nível de experiência do avaliador e a sistematização do controle e qualidade dos resultados.

Os métodos de avaliação da maturação esquelética são similares, embora apresentem diferenças entre si nos indicadores e escalas de maturidade (*scores*) e, sobretudo, nas amostras utilizadas como referência na construção de cada método. As estimativas de idade óssea atribuídas com base num determinado método possam variar relativamente a um outro<sup>1</sup>.

Malina *et al.*,<sup>16</sup> realizaram um estudo cujo objetivo principal foi comparar os resultados da avaliação da maturação esquelética realizada com dois métodos diferentes, o TW3 e Fels. A amostra foi constituída por 40 atletas de futebol com idades compreendidas entre os 12,5 e 16,1 anos. Os resultados apontaram uma discrepância entre os dois métodos com diferenças estatisticamente significativas, indicando um maior avanço maturacional para os atletas avaliados pelo método TW3. Na população brasileira, Haiter Neto *et al.*,<sup>17</sup> realizaram um estudo que teve como objetivo verificar se os métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle (GP) e Tanner & Whitehouse poderiam ser aplicados à população brasileira e qual destes métodos seria o mais confiável quando comparados à idade cronológica. Foram analisadas 160 radiografias de crianças de ambos os sexos, dos 6 aos 14 anos de idade. Em ambos os métodos, os resultados demonstraram correlações elevadas com a idade cronológica das crianças ( $r=0,95$ ). Face a fatores de correção introduzidos, os autores concluíram que os dois métodos são aplicáveis à população Brasileira.

É inequívoca a necessidade de um treinamento rigoroso sob a orientação e supervisão de “*experts*” durante o processo de aprendizagem de qualquer método de estimativa de maturação óssea. Contu-

do, foi localizada uma exceção a esta regra e que é referida pelo Prof. Gaston Beunen ao relatar o seu processo de aprendizagem do método Tanner-Whitehouse baseado no autodidatismo, embora nunca deva ser recomendado<sup>18</sup>. No início da sua carreira, atingiu elevados valores de concordância com experientes avaliadores (83,2%). Mais adiante, em 1979, quando da ocasião das suas pesquisas mais avançadas, atingiu 92,2% de concordância com o Prof. Noel Cameron. É sugerido que durante o processo de treinamento o aprendiz seja confrontado com diferentes avaliadores experientes, bem como a utilização de radiografias de uma faixa etária o mais alargada quanto possível. Isto possibilita uma maior segurança na atribuição da idade óssea em diferentes idades.

Tal como referido anteriormente, a atribuição da idade óssea reclama um treinamento exigente e muito controlado da parte dos avaliadores. Não obstante esta necessidade não há muitos estudos disponíveis na literatura relativos a este processo de aprendizagem. Decorre daqui a urgência da menção desta etapa de formação do avaliador por forma a descrever, com detalhe, todo o processo, sobretudo, no espaço lusófono onde é ainda insuficiente a produção de estudos científicos que incluam as informações advindas da avaliação da maturação esquelética.

Um bom exemplo de estudo de controle e qualidade dos resultados é apresentado por Beunen e Cameron<sup>18</sup>. A verificação da fiabilidade interobservadores baseado no método TW2, demonstrou um percentual de acordos entre Gaston Beunen e Riche Whitehouse (GB – RW) de 83,6%, com uma discordância de -9,7% e +6,5%. Quando as mesmas radiografias foram lidas por Gaston Beunen e Noel Cameron (GB – NC), o percentual de acordo foi de 83,2% (-5,3% – +11,1%). Estes resultados estão muito próximos dos alcançados na fase final de treinamento do estudo apresentado neste artigo.

Um outro estudo utilizando uma metodologia similar foi desenvolvido no âmbito do Estudo de Crescimento da Madeira<sup>19</sup>. A equipe de avaliadores foi composta por dois médicos e pelo pesquisador principal (Duarte Freitas). Os resultados da fiabilidade interobservadores (avaliadores da Madeira e Gaston Beunen – Mad/GB) foi de 81,3% e intraobservador (Mad/Mad) foi de 91,8%. Estes resultados são semelhantes aos alcançados na fase final do presente estudo.

Molinari *et al.*,<sup>20</sup> publicaram um estudo no âmbito do First Zurich Longitudinal Study, cujo propósito, entre outros, foi construir valores de referência para as idades de alcance dos estágios finais de maturidade óssea para as escalas RUS e Carpal,

em ambos os sexos, com base no método TW3. A amostra foi constituída por 232 crianças suíças que foram sucessivamente avaliadas desde os 3 meses de idade até completar os 20 anos. As leituras das radiografias foram efetuadas por 4 observadores diferentes que haviam sido submetidos a um intensivo treinamento direcionado à avaliação exclusiva de determinadas faixas etárias. O estudo da fiabilidade entre avaliadores salientou os seguintes percentuais de concordâncias: 43,0% (capitato), 62,0% (trapezóide) a 84,0% (falange distal III). Os percentuais de desacordo situaram-se entre 1.8 a 5.7%.

Relativamente aos resultados alcançados no presente estudo, percebe-se que os valores médios de concordância com os avaliadores experientes vão aumentando à medida que o processo de treino avança. Os valores de concordância, utilizando-se diferentes radiografias, passaram de 68,0%, na primeira fase, para 81,3%; do mesmo modo, os valores de sobrestimação caíram de 28,0% para 8,3%. Importa referir que a orientação de um especialista possibilitou a eliminação de algumas dúvidas no que se refere às particularidades do método, bem como nas eventuais anormalidades encontradas em alguns ossos. Verifica-se, também, que o rádio e a ulna foram os ossos que apresentaram as maiores flutuações nos percentuais de desacordo. A maior dificuldade na avaliação destes ossos reside na atribuição dos estágios finais de maturidade: 'H' e 'I' para o rádio e 'G' e 'H' para a ulna. O início da fusão e a fusão completa entre a epífise e a diáfise são difíceis de visualizar e, na maioria das vezes, de difícil interpretação. No Estudo de Crescimento da Madeira<sup>19</sup>, o percentual de acordos interobservadores (Gaston Beunen e Madeira) foi de 80,0% para o rádio e 74,0% para a ulna.

Os valores de concordância na avaliação inter e intraobservadores foram elevados (81,3 e 87,9%, respectivamente) no presente estudo. Do mesmo modo, verificou-se um equilíbrio entre os valores atribuídos acima e abaixo (-10,4 e +8,3 e -5,4 e +6,7%), para as avaliações inter e intraobservadores, respectivamente. Importa salientar que uma margem de erro associada às avaliações é comumente verificada, mesmo entre os avaliadores mais experientes neste domínio, como são os professores Robert Malina, Gaston Beunen e Noel Cameron. Apesar de serem os maiores especialistas na área, nunca reportaram uma variância erro de zero ou proporção de acordos de 100%. Os resultados do presente estudo estão em conformidade com os valores de reprodutibilidade do método Tanner-Whitehouse observados na Bélgica<sup>18</sup> e em Portugal<sup>19</sup>.

## CONCLUSÃO

O método TW3 é dentre os métodos disponíveis na literatura dos mais utilizados para a avaliação da maturação esquelética. A fiabilidade e a consistência dos resultados atribuídos pelo avaliador estão condicionadas a uma adequada preparação prévia.

Os procedimentos metodológicos adotados na processologia de treino descritos neste artigo seguiram as recomendações de experientes avaliadores e que participaram do processo de treinamento semelhante. Estes procedimentos possibilitaram a aquisição de uma maior experiência e resultados consistentes na aprendizagem e reprodutibilidade do método TW3. Deste modo, os erros de avaliação de idade óssea serão muito reduzidos, possibilitando um maior rigor na interpretação da variabilidade observada no crescimento somático e desempenho motor.

Em suma, o presente estudo constitui um exemplo robusto e rigoroso na preparação da avaliação da maturação esquelética de crianças e jovens com base no método TW3.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade da Madeira e à *Katholieke Universiteit Leuven*, pela oportunidade de estadia para a realização dos estudos complementares, bem como, à Fundação Para a Ciência e a Tecnologia de Portugal, pelo suporte financeiro (SFRH/BD/32106/2006).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, Maturation and Physical Activity. 4ª ed. Human Kinetics Books, Illinois. 2004.
2. Beunen G, Malina R, Van't Hof M, Simons J, Ostyn M, Renson R, Van Gerven D. Adolescent Growth and Motor Performance. A Longitudinal Study of Belgian Boys. Publishers HK. 1988.
3. Thomis M, Claessens A, Lefevre J, Philippaerts Renaat, Beunen Gaston, Malina R. Adolescent growth spurts in female gymnasts. *J Pediatr* 2005;146(2):239-44.
4. Machado D, Barbanti VJ. Maturação Esquelética e Crescimento em Crianças e Adolescentes. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2007;9(1):12-20.
5. Tanner JM, Healy MJR, Goldstein H, Cameron N. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 Method). 3th ed: W.B. Saunders. 2001.
6. Greulich W, Pyle SI. Radiografic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Califórnia: Standford University Press; 1959.
7. Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJR & Goldstein H. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method). New York: Academic Press; 1975.
8. Tanner JM, Whitehouse R, Cameron N, Marshall W, Healy M, Goldstein H. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method). New York: Academic Press; 1983.
9. Roche AF, Chumlea WC, Thissen D. Assessing the Skeletal Maturity of the Hand-Wrist: Fels Method. Springfield, Illinois: CC Thomas; 1988.
10. Sempé M, Pavía C. Maduración Osea - Método Auxorradiográfico. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A; 1994.
11. Pyle SI, Hoerr Normand L. Radiographic atlas of skeletal development of the knee. Springfield: Charles C. Thomas Publisher; 1955.
12. Hernández M, Sanchez E, Sobradillo B, Rincón J. Skeletal Maturation and Height Prediction: Atlas and Scoring Methods. Ediciones Diaz de Santos, S.A. Madrid, 1991.
13. Tanner JM, Gibbons RD. A computerized image analysis system for estimating Tanner-Whitehouse 2 bone age. *Horm Res* 1994;42(6):282-7.
14. Fernández A, De Luis-García R, Martín-Fernández MA, Alberola-López C. A computational TW3 classifier for skeletal maturity assessment. *A Computing with Words Approach. J Biomed Inform* 2004;37(2):99-107.
15. Marubini E, Resele L, Tanner J, Whitehouse R. The fit Gompertz and logistic curves to longitudinal data during adolescence on height, sitting height and biacromial diameter in boys and girls of the Harpenden Growth Study. *Hum Biol* 1972;44(3):511-24.
16. Malina R, Serratoso Manoel, Morate Luiz F. TW3 and Fels skeletal ages in elite youth soccer players. *Ann Hum Biol* 2007;34(2):265-72.
17. Haiter Neto F, Almeida SM, Leite, CC. Estudo comparativo dos métodos de estimativa de idade óssea de Greulich & Pyle e Tanner Whitehouse. *Pesq Odontol Bras* 2000;14(4):378-84.
18. Beunen G, Cameron N. The reproducibility of TW2 skeletal age assessments by self-taught assessor. *Ann Hum Biol* 1980;7(2):155-62.
19. Freitas D, Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, Rodrigues A, Silva C, Crespo M, Thomis M, Souza A, Malina R. Skeletal maturity and socio-economic status in portuguese children and youths: the Madeira Growth Study. *Ann Hum Biol* 2004;31(4):408-20.
20. Molinari L, Gasser T, Largo RH. TW3 bone age: RUS/CB and gender differences of percentiles for score and score increments. *Ann Hum Biol* 2004;31(4):421-35.

---

### Endereço para correspondência

José António Ribeiro Maia  
Rua Dr. Plácido Costa, 91  
4200.450 Porto , Portugal  
E-mail: jmaia@fade.up.pt