

Maturação esquelética e aptidão física em crianças e adolescentes madeirenses

DL Freitas¹, JA Maia², GP Beunen³, JA Lefevre³, AL Claessens³, AT Marques², AL Rodrigues⁴, CA Silva⁴, MT Crespo⁵, MA Thomis³, RM Philippaerts⁶

¹ Universidade da Madeira, Secção Autónoma de Educação Física e Desporto; ² Universidade do Porto, Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física; ³ Katholieke Universiteit Leuven, Faculty of Physical Education and Physiotherapy, Department of Sport and Movement Sciences; ⁴ Centro Hospitalar do Funchal; ⁵ Instituto Nacional de Estatística; ⁶ Ghent University, Faculty of Medicine and Health Sciences, Department of Movement and Sports Sciences

<https://doi.org/10.5628/rpcd.03.01.61>

RESUMO

O objectivo principal deste estudo longitudinal misto é demonstrar diferenças nos níveis de aptidão física entre grupos de maturação esquelética distintos em crianças e adolescentes da Região Autónoma da Madeira. Uma amostra representativa de 507 alunos de ambos os sexos com 8, 10, 12, 14 e 16 anos foi observada em intervalos anuais por um período de três anos. Diversas componentes da aptidão física foram observadas através da bateria de testes Eurofit. A maturação esquelética foi avaliada usando o sistema Tanner-Whitehouse Mark II. A ANOVA e o teste Tukey foram usados para verificar o significado estatístico das diferenças observadas.

Os resultados deste estudo mostram que (1) os rapazes e raparigas de maturação avançada são mais fortes do que os seus colegas de maturação normal e atrasada. Isto é provavelmente explicado pelo maior tamanho corporal e massa muscular dos jovens de maturação avançada; (2) não foram observadas diferenças entre grupos de maturação para os testes batimento em placas e *shuttle run*; (3) para as raparigas, a ausência de diferenças com significado estatístico também se aplica ao *sit and reach*, salto em comprimento sem corrida preparatória, *sit ups* e corrida/andar de 12 minutos; (4) os rapazes (10-11 anos) e as raparigas (7-9 e 10-11 anos) de maturação atrasada são mais proficientes do que os jovens de maturação normal e avançada no tempo de suspensão com os braços flectidos. Mais uma vez, o maior peso corporal do grupo avançado, exercendo uma influência negativa na performance deste teste, pode explicar parcialmente esta associação negativa. Aos 14-15 anos o sentido das relações inverte-se, e os rapazes de maturação avançada apresentam melhores resultados do que os rapazes de maturação normal e atrasada. Nestas idades, o maior aumento em força que acompanha a adolescência masculina compensa o aumento em massa corporal; (5) os rapazes e raparigas do grupo atrasado alcançaram melhores resultados do que os de maturação avançada para o equilíbrio flamingo.

Palavras-chave: Maturação biológica, aptidão física.

ABSTRACT

Skeletal maturity and physical fitness of children and youth from the Autonomous Region of Madeira.

The general aim of this mixed longitudinal study is to demonstrate differences in fitness levels between contrasting skeletal maturity groups for children and youth from the Autonomous Region of Madeira. A representative sample of 507 students of both sexes aged 8, 10, 12, 14 and 16 years has been observed at annual intervals for a period of three years.

Several fitness components were observed by means of the Eurofit test battery. Skeletal maturity was assessed using the Tanner-Whitehouse Mark II system. ANOVA and the post-hoc Tukey tests were used to verify the statistical significance of the observed differences.

The results of this study show that (1) boys and girls who mature earlier are stronger than their average and late-maturing peers. This is probably partly explained by the bigger body size and muscular mass of the early-maturing youngsters; (2) no differences between maturity groups were observed for plate tapping and shuttle run tests; (3) for girls the absence of statistical significant differences also applies for sit and reach, standing broad jump, sit ups and 12-minute run/walk; (4) boys (10-11 years of age) and girls (7-9 and 10-11 years of age) who mature later are more proficient than early- and average-maturing youngsters for bent arm hang. Again, the higher body mass of early matures, exerting a negative influence in the performance of this test, can partly explain this negative association. At the age of 14-15 the direction of the relationship changes, and early-maturing boys show better results than average- and late-maturing boys. At these age levels, the larger increase in strength that accompanies male adolescence compensates the higher body mass; (5) boys and girls who mature late achieved better results than early ones for flamingo balance.

Key Words: Skeletal maturity, physical fitness.

1. INTRODUÇÃO

O estudo da variação na força muscular e performance motora associada à maturação biológica em crianças e adolescentes é relevante numa sociedade que se rege pela idade cronológica, especialmente a escola e o clube. A análise desta relação tem sido efectuada de duas formas distintas: (1) através da correlação entre os vários indicadores de maturação e as características da aptidão física, e (2) a partir da comparação dos itens motores de crianças com a mesma idade cronológica, mas de estatutos de maturação distintos (avanzado, normal e atrasado). A literatura revela que, na adolescência, os rapazes avançados na sua maturação são mais proficientes na realização de uma variedade de tarefas motoras e testes de capacidade aeróbia do que os rapazes de maturação atrasada. Para as raparigas, a relação entre estatuto maturacional e força e performance motora não é consistente tarefa a tarefa ou ao longo da idade. No entanto, as raparigas de maturação avançada parecem ser mais fortes do que as suas colegas de maturação normal e atrasada. Para as tarefas de performance motora, as raparigas atrasadas na sua maturação são ligeiramente mais proficientes do que as de maturação normal e avançada (21, 5, 12).

Embora esta relação tenha sido exaustivamente estudada nos Estados Unidos da América e em alguns países europeus, em Portugal não dispomos de informação acerca da maturação esquelética, testes motores Eurofit e inter-relação destas variáveis.

O presente estudo insere-se num projecto mais

vasto que cobre o crescimento somático, maturação biológica, aptidão e actividade física – o ‘Estudo de Crescimento da Madeira’, e tem como objectivo principal demonstrar diferenças nos níveis de aptidão física entre grupos de maturação esquelética distintos em crianças e adolescentes da Região Autónoma da Madeira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Amostra

O estudo envolveu 507 elementos (256 rapazes e 251 raparigas) cobrindo a Região Autónoma da Madeira (Ilhas da Madeira e Porto Santo). O método de amostragem estratificada proporcional foi utilizado para garantir uma adequada composição da amostra. Numa primeira fase, procedeu-se à selecção aleatória das escolas com base no documento ‘Rede Escolar – 1994/95’ (23). A localização geográfica, ano de escolaridade e características do edifício – campo de jogos ou espaço lúdico desportivo - foram considerados como indicadores de estratificação. Numa segunda fase, a dimensão total da amostra foi fixada em 500 alunos, atribuindo 100 alunos a cada um dos anos de escolaridade a abranger pelo estudo e, para cada ano, efectuou-se a repartição da amostra por concelho de modo idêntico à distribuição da população. Os 507 alunos da amostra foram seguidos ao longo de três anos (1996-98) com avaliações anuais no mês de Março. As fases e períodos de avaliação, escolas, mudanças de escola, abandonos e total de alunos envolvidos no ‘Estudo de Crescimento da Madeira’ são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 Fases e períodos de avaliação, escolas, mudanças de escola, abandonos e total de alunos envolvidos no ‘Estudo de Crescimento da Madeira’.

Fases e datas de avaliação	Esc.	ME	Ab.	Cohort										Total	
				1	2	3	4	5							
				Ano de nascimento											
				88	86	84	82	80							
				Sexo											
M	F	M	F	M	F	M	F	M	F						
1ª Fase	{1996}														
A	4–19 Março	29	-	-	50	50	49	51	55	44	53	57	49	49	507
2ª Fase	{1997}														
A	3–12 Março	+6	78	7	50	50	49	51	55	43	51	56	48	47	500
3ª Fase	{1998}														
	10–23 Março	+1	58	1	50	50	49	50	55	43	51	56	48	47	499
Total		36	136	8	150	150	147	152	165	130	155	169	145	143	1506

Legenda: [E] escola; [ME] mudança de escola; [A] abandonos; [M] sexo masculino; [F] sexo feminino.

Como é possível aferir no Quadro 1, o número de escolas aumentou com o decorrer do estudo (de 29 para 36). Este facto está interligado à mudança de escolas, geralmente, a passagem do 1º para o 2º Ciclo e do 3º Ciclo para o Secundário. É de realçar, também, o fraco número de abandonos. Dos oito alunos que deixaram o estudo, cinco emigraram, um foi trabalhar e 2 justificaram a sua saída por falta de motivação. Numa análise transversal, as três avaliações perfazem um total de 1506 elementos. Para o presente estudo considerámos 1173 alunos (641 rapazes e 532 raparigas) porque os restantes elementos da amostra tinham já alcançado o estado biológico adulto.

Delimitação de pesquisa

O modelo longitudinal-misto foi utilizado. São considerados cinco *cohorts* de nascimento [1 (1988), 2 (1986), 3 (1984), 4 (1982) e 5 (1980)] medidos/avaliados ao longo de três anos. No primeiro ano (1996) foram avaliados/medidos os alunos com 8, 10, 12, 14 e 16 anos; no segundo ano (1997), os mesmos alunos aos 9, 11, 13, 15 e 17 anos; e, no terceiro ano (1998) estes alunos aos 10, 12, 14, 16 e 18 anos. Ao longo dos três anos foi, assim, possível recolher

informação sobre as diversas variáveis de estudo no período compreendido entre os 8 e os 18 anos. O formalismo estatístico relativo à selecção dos alunos e a representação gráfica do delineamento de pesquisa podem ser consultados, em detalhe, no estudo recentemente publicado por Freitas et al. (13).

Grupos de maturação biológica

Os alunos foram agrupados em categorias de maturação avançada, normal e atrasada com base na idade esquelética. Um criança cuja idade esquelética estava dentro do intervalo [-1; 1] da sua idade cronológica foi classificada de normal. Uma criança cuja idade esquelética estava avançada relativamente à sua idade cronológica em mais de 1 ano [>1] foi classificada de avançada. Uma criança cuja idade esquelética estava atrasada relativamente à idade cronológica em mais de um ano [<-1] foi classificada de atrasada. Como o número de sujeitos por grupo de idade foi pequeno, eles foram combinados em três ou quatro intervalos etários: rapazes (7-9, 10-11, 12-13 e 14-15 anos) e raparigas (7-9, 10-11 e 12-14 anos). A amostra e efeito 'idade' entre grupos de maturação esquelética (avançado, normal e atrasado) são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 Dimensão da amostra e média de idade cronológica nas diferentes categorias de maturação por intervalo etário e sexo.

Idade (Anos)	Estatuto Maturacional						Total	Razão F	P	Contraste †
	n	Avançado [1]	n	Normal [2]	n	Atrasado [3]				
Rapazes										
7 - 9	36	8.92	105	8.70	38	8.95	179	1.69	0.187	n.s.
10 - 11	44	11.02	60	11.22	44	11.07	148	1.57	0.212	n.s.
12 - 13	40	13.00	82	13.09	39	13.01	161	0.40	0.671	n.s.
14 - 15	50	15.26	77	14.89	26	15.00	153	5.68	0.004	1 > 2
Total	170		324		147		641			
Raparigas										
7 - 9	30	8.77	112	8.83	32	8.83	174	0.07	0.936	n.s.
10 - 11	29	11.05	87	11.06	26	11.05	142	0.01	0.995	n.s.
12 - 14	38	13.36	136	13.54	42	13.45	216	0.80	0.452	n.s.
Total	97		335		100		532			
Total	267		659		247		1173			

† Teste 'Tukey' – procedimento post hoc; n.s. não significativo.

É possível observar no Quadro 2 que os rapazes apresentam, aos 14-15 anos, um efeito significativo da idade entre o grupo avançado e normal. Ou seja, o diferencial entre estes dois grupos poderá resultar de diferenças na idade cronológica e/ou idade esquelética.

Avaliação da maturação esquelética e fiabilidade dos observadores

A idade esquelética foi estimada de acordo com o sistema Tanner-Whitehouse (TW2) (24). Um raio-x à mão e ao punho esquerdo foi efectuado a cada criança em 1996, 1997 e 1998. Utilizámos, para o efeito, um aparelho portátil desenhado e construído

de acordo com as recomendações descritas no Atlas radiográfico de Greulich e Pyle (14). A equipa responsável pela estimação da idade óssea foi composta por três elementos do Centro Hospitalar do Funchal e pelo primeiro autor do presente estudo.

A fiabilidade inter-observador foi determinada a partir da leitura de 50 raios-x do 'Leuven Growth Study of Belgian Boys' (22) e comparados os resultados com um avaliador critério [Gaston Beunen (GB)]. As duas avaliações efectuadas pela equipa da Madeira (Mad) com um intervalo de 15 dias permitiram aferir a fiabilidade intra-observador. O Quadro 3 apresenta a percentagem de acordos entre as várias avaliações.

Quadro 3 Percentagens de acordos intra e inter-observador em avaliações independentes.

Centro de ossificação	1ª Fase (Preparação do Estudo)	
	Acordo	
	Intra-observador (Mad / Mad)	Inter-observador (Mad / GB)
Rádio	92	80
Cúbito	94	74
I Metacarpo	84	74
III Metacarpo	86	78
V Metacarpo	88	82
Falange proximal do 1º dedo	100	88
Falange proximal do 3º dedo	92	80
Falange proximal do 5º dedo	98	78
Falange média do 3º dedo	94	88
Falange média do 5º dedo	98	66
Falange distal do 1º dedo	98	78
Falange distal do 3º dedo	94	88
Falange distal do 5º dedo	96	88
Osso grande	88	92
Unciforme	90	78
Piramidal	82	84
Semi-lunar	88	82
Escafóide	92	92
Trapézio	90	76
Trapezóide	92	80
Todos os ossos	91.8	81.3

Como podemos observar no Quadro 3 um acordo intra e inter-observador elevado foi obtido na fase de preparação do Estudo. Para todos os ossos é observada uma percentagem de acordo de 91.8% (Mad / Mad) ou 81.3% (Mad / GB). A percentagem de acordos na avaliação Mad vs. GB varia entre 66% (falange média do 5º dedo) e 92% (escafóide). Quando não houve acordo entre as duas avaliações a quase totalidade das diferenças foi de um estágio. Uma diferença de dois estágios foi observada apenas na avaliação Mad vs. GB no I, III e V metacarpos (4 vezes).

Testes motores

Os testes utilizados integram a bateria Eurofit (1). A prova *shuttle run* de resistência foi substituída pela corrida/andar de 12 minutos da AAHPERD (2). A bateria reúne 8 testes motores (equilíbrio flamingo, batimento em placas, *sit and reach*, salto em comprimento sem corrida preparatória, dinamometria de mão, *sit ups* (30 Seg.), tempo de suspensão com os braços flectidos, *shuttle run* e corrida/andar de 12 minutos).

mento sem corrida preparatória, dinamometria de mão, *sit ups*, tempo de suspensão com os braços flectidos e *shuttle run*) para avaliar cinco factores, nomeadamente: equilíbrio, velocidade de movimento dos membros superiores, força (explosiva, estática, do tronco e funcional) e agilidade. A corrida/andar de 12 minutos pretende avaliar a resistência cárdio-respiratória.

A fiabilidade teste-reteste para os itens motores foi determinada a partir do coeficiente de correlação intra-classe num estudo piloto (n=19; 11-14 anos). Um valor de R inferior a 0.90 foi observado nos testes: salto em comprimento sem corrida preparatória, batimento em placas, *sit ups*, equilíbrio flamingo e *shuttle run* (Quadro 4). Estes resultados conduziram-nos a uma reflexão sobre os possíveis efeitos de aprendizagem e motivação na realização destes testes motores.

Quadro 4 Testes motores Eurofit e análise da fiabilidade (relativa e absoluta) dos resultados de avaliação: estudo piloto.

Testes	Fiabilidade	
	Relativa (R)	Absoluta (Sem)
Equilíbrio Flamingo	0.866	2.483
Batimento em placas	0.796	0.645
<i>Sit and reach</i>	0.904	1.894
Salto em comprimento sem corrida preparatória	0.778	9.184
Dinamometria de mão	0.956	1.022
<i>Sit ups</i> (30 Seg.)	0.851	2.568
Tempo de suspensão com os braços flectidos	0.900	3.985
<i>Shuttle run</i>	0.891	0.253
Corrida/andar de 12 minutos	0.908	104.478

Análise estatística

A descrição das variáveis nos testes de aptidão física em função do estatuto maturacional foi efectuada através da média. O estudo da variação na aptidão física associada ao estatuto maturacional foi efectuada a partir da análise da variância (ANOVA). Após encontrar uma razão F significativa recorreu-se ao teste Tukey para identificar os pares de médias diferentes. Análise similar foi desenvolvida para identificar o efeito 'idade' entre os grupos de maturação esquelética. O nível de significância foi mantido em 5%.

3. RESULTADOS

Os Quadros 5 e 6 apresentam uma síntese das comparações múltiplas *post hoc* para as variáveis de aptidão física em função de grupos de maturação distintos dos rapazes e raparigas madeirenses (Quadros completos estão disponíveis e devem ser solicitados aos autores). As Figuras 1-3 procedem à representação gráfica dos valores médios de cada grupo de acordo com o sexo, escalão etário e variável motora. O asterisco assinala as diferenças com significado estatístico.

Quadro 5 Resumo das comparações múltiplas post hoc (teste Tukey) para as variáveis de aptidão física em função do estatuto maturacional: rapazes.

Variáveis	Escalões etários			
	7-9	10-11	12-13	14-15
Equilíbrio Flamingo	n.s.	1 > 3	1 e 2 > 3	n.s.
Batimento em placas	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sit and reach	n.s.	n.s.	2 < 3	2 < 3
Salto comp. s/ corrida preparatória	n.s.	n.s.	n.s.	1 > 3
Dinamometria de mão	1 > 2 > 3	1 > 2 e 3	1 > 2 > 3	1 > 2 e 3
Sit ups	n.s.	n.s.	n.s.	1 > 3
Tempo suspensão braços flectidos	n.s.	1 < 2 e 3	n.s.	1 > 2 e 3
Shuttle run	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Corrida/andar 12 minutos	n.s.	1 < 3	n.s.	n.s.

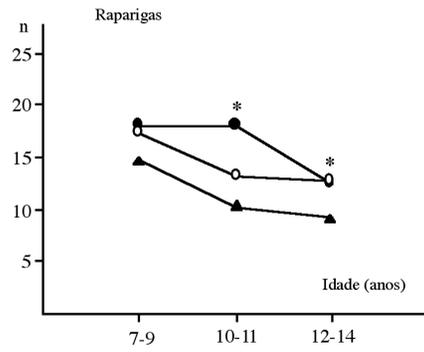
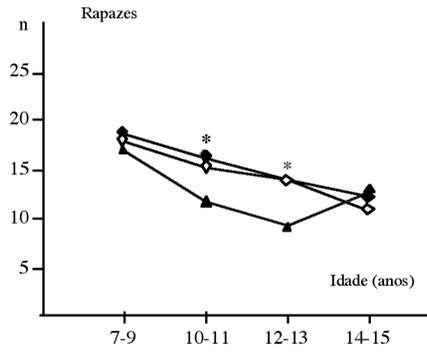
Legenda: n.s. não significativo; 1 Avançado; 2 Normal; 3 Atrasado.

Quadro 6 Resumo das comparações múltiplas post hoc (teste Tukey) para as variáveis de aptidão física em função do estatuto maturacional: raparigas.

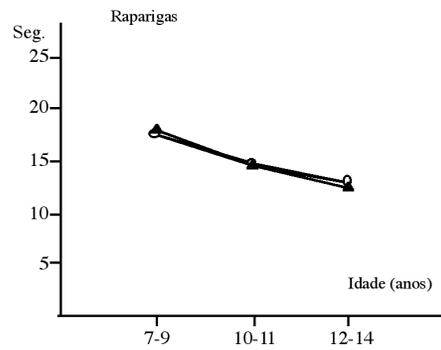
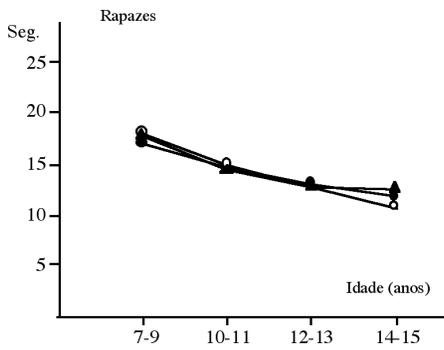
Variáveis	Escalões etários		
	7-9	10-11	12-14
Equilíbrio Flamingo	n.s.	1 > 2 e 3	1 e 2 > 3
Batimento em placas	n.s.	n.s.	n.s.
Sit and reach	n.s.	n.s.	n.s.
Salto comp. s/ corrida preparatória	n.s.	n.s.	n.s.
Dinamometria de mão	1 e 2 > 3	1 > 2 > 3	1 > 3
Sit ups	n.s.	n.s.	n.s.
Tempo suspensão braços flectidos	1 < 3	1 e 2 < 3	1 > 2
Shuttle run	n.s.	n.s.	n.s.
Corrida/andar 12 minutos	n.s.	n.s.	n.s.

Legenda: n.s. não significativo; 1 Avançado; 2 Normal; 3 Atrasado.

Equilíbrio Flamingo



Batimento em Placas



Sit and Reach

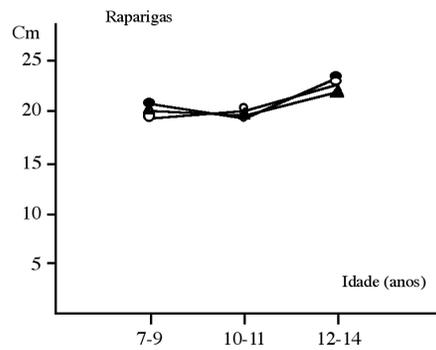
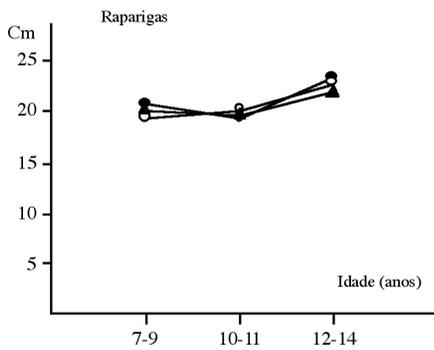
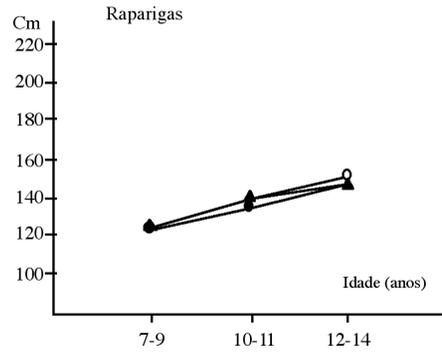
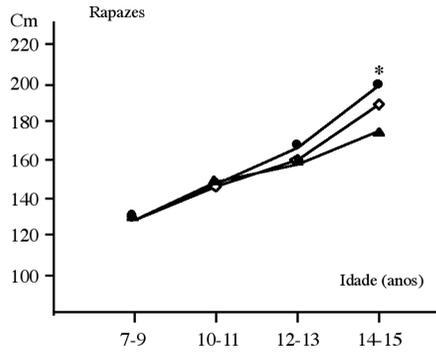
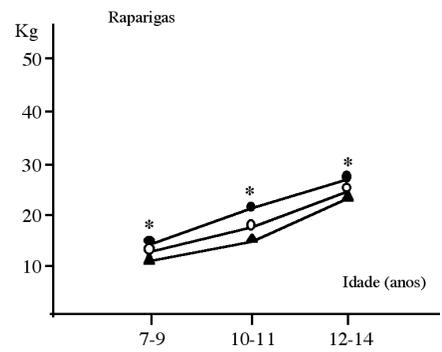
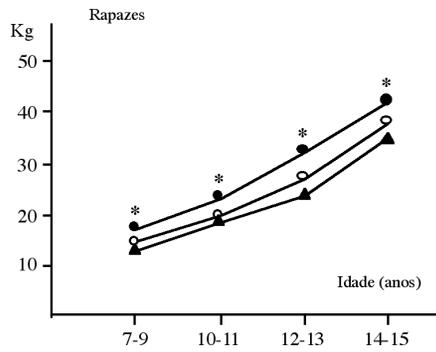


Figura 1 Valores médios de aptidão física para os grupos de maturação avançado (●), normal (○) e atrasado (▲): equilíbrio Flamingo, batimento em placas e sit and reach.

Salto em Comprimento sem Corrida Preparatória



Dinamometria de Mão



Sit Ups

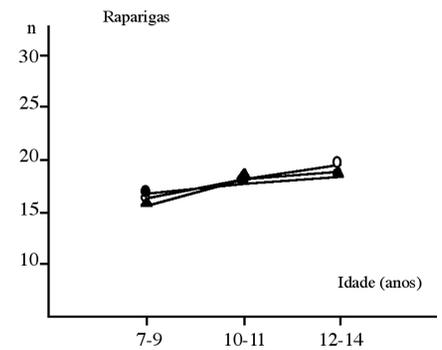
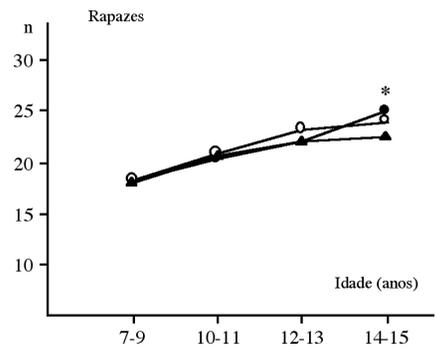
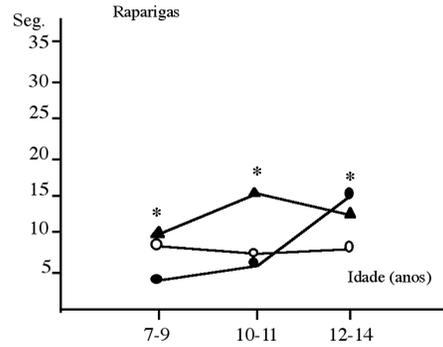
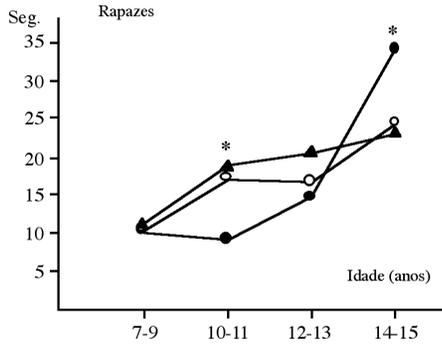
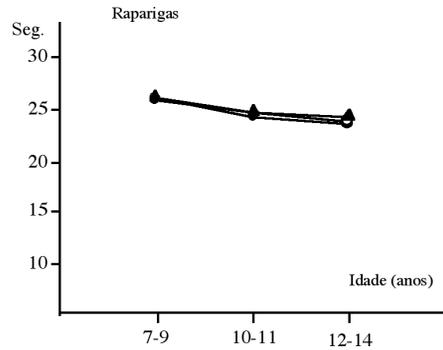
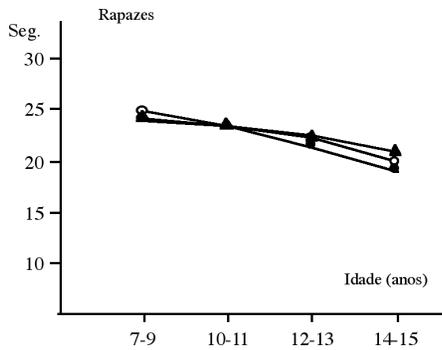


Figura 2 Valores médios de aptidão física para os grupos de maturação avançada (●), normal (○) e atrasado (▲): salto em comprimento sem corrida preparatória, dinamometria de mão e sit ups.

Tempo de Suspensão com os Braços Flectidos



Shuttle Run



Corrida/andar de 12 minutos

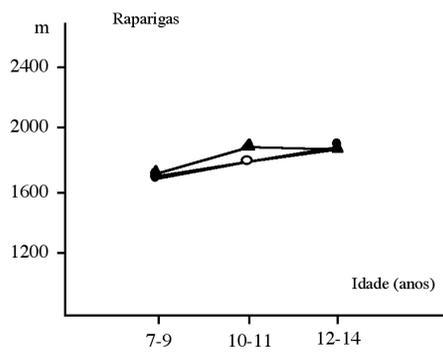
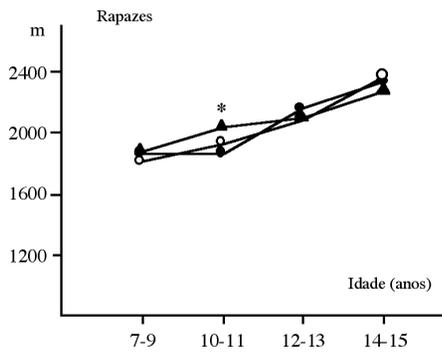


Figura 3 Valores médios de aptidão física para os grupos de maturação avançado (●), normal (○) e atrasado (▲): tempo de suspensão com os braços flectidos, shuttle run e corrida/andar de 12 minutos.

Nos rapazes, o grupo avançado apresenta valores médios mais elevados no teste de dinamometria de mão relativamente aos grupos normal e atrasado. Em alguns intervalos etários, o grupo normal mostra traços similares comparativamente ao grupo atrasado. Uma situação que favorece o grupo avançado é também observada nos testes salto em comprimento sem corrida preparatória, *sit ups* e tempo de suspensão com os braços flectidos aos 14-15 anos. Pelo contrário, o grupo atrasado é mais proficiente do que o grupo avançado e/ou normal nos testes equilíbrio Flamingo (10-11 e 12-13 anos), *sit and reach* (12-13 e 14-15 anos), tempo de suspensão com os braços flectidos (10-11 anos) e corrida/andar de 12 minutos (10-11 anos).

As tarefas de força e de performance desportivo-motora nos rapazes apresentam uma melhoria de resultados com a idade nos três grupos de maturação. Diferenças quase nulas aos 14-15 anos são observadas no equilíbrio flamingo, batimento em placas, *shuttle run* e corrida/andar de 12 minutos. As diferenças entre avançados e atrasados são, na maioria dos testes motores, mais pronunciadas do que aquelas observadas entre os indivíduos de maturação normal e atrasada. A ausência de diferenças com significado estatístico entre grupos de maturação distintos é observada no batimento em placas e *shuttle run*. Nas raparigas, o grupo avançado apresenta valores médios mais elevados do que o grupo atrasado na prova de dinamometria de mão. Os resultados do grupo normal são também superiores aos do grupo atrasado aos 7-9 e 10-11 anos. Nos testes batimento em placas, *sit and reach*, salto em comprimento sem corrida preparatória, *sit ups*, *shuttle run* e corrida/andar de 12 minutos não são observadas diferenças significativas entre os grupos de maturação. Outros sinais que favorecem o grupo atrasado são encontrados no equilíbrio Flamingo (10-11 e 12-14 anos) e no tempo de suspensão com os braços flectidos (7-9 e 10-11 anos). Um valor médio mais elevado do grupo avançado sobre o grupo atrasado é também observado na força corporal superior aos 12-14 anos.

Uma melhoria de resultados com a idade, embora mais reduzida do que nos rapazes, é observada no equilíbrio Flamingo, batimento em placas, *sit and reach*, salto em comprimento sem corrida preparató-

ria, dinamometria de mão e *shuttle run*. Para o *sit ups* e corrida/andar de 12 minutos é notória uma estabilidade de valores. Um padrão irregular é observado para o tempo de suspensão com os braços flectidos. Aos 14-15 anos, diferenças com significado estatístico entre grupos de maturação nas raparigas são observadas apenas no equilíbrio Flamingo, dinamometria de mão e tempo de suspensão com os braços flectidos. A grandeza das diferenças é mais pronunciada entre grupos extremos (avançado/atrasado) do que entre os grupos de maturação normal e atrasada. Excepções são observadas no *sit and reach* e tempo de suspensão com os braços flectidos. Nos testes batimento em placas e *sit and reach* os valores médios dos três grupos são quase coincidentes ao longo da idade.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os valores médios da nossa amostra não foram ajustados para a estatura e peso corporal. A inexistência de tal procedimento poderá limitar a aferição das diferenças reais entre grupos de maturação na proficiência dos vários testes motores. Os adolescentes madeirenses alcançam, também, o estado adulto numa idade muito jovem: 16.1 anos (rapazes) e 15.0 anos (raparigas), o que limita a comparação com outros estudos.

As diferenças observadas ao nível da força estática nos rapazes e raparigas de maturação avançada, normal e atrasada da amostra madeirense estão no mesmo sentido dos estudos revistos. Beunen et al. (8) estudaram a relação entre a maturação esquelética e aptidão física em 7000 rapazes dos 12-15 anos. A amostra foi dividida em cinco grupos de maturação (dois avançados, um normal e dois atrasados) e os resultados médios de cada grupo, nos vários itens motores, foram sobrepostos às médias e desvios-padrão do grupo de idade cronológica. Os rapazes avançados na sua maturação esquelética apresentaram valores médios na força estática superiores aos atrasados.

Um estudo similar ao anterior foi desenvolvido por Beunen et al. (9) em 450 raparigas belgas (12-16 anos). Em cada escalão etário foram considerados três grupos de maturação: grupo avançado (idade esquelética 0.5 anos ou mais acima da idade cronológica), grupo normal (idade esquelética 0.4 anos acima e abaixo da idade cronológica) e grupo atrasa-

do (idade esquelética 0.5 anos ou mais abaixo da idade cronológica). Os resultados foram assim resumidos: a força estática parece ser a única componente da aptidão física para a qual ocorrem diferenças significativas em todos os níveis etários, excepto aos 16 anos.

A força estática por unidade de estatura e peso corporal em rapazes adolescentes (11-17 anos) de maturação avançada da amostra longitudinal mista de Oakland, Califórnia, é também superior aos seus colegas de maturação normal e atrasada (15, 21). As raparigas de maturação avançada tendem a ser ligeiramente mais fortes no início da adolescência, mas à medida que a adolescência continua, as diferenças entre grupos de maturação reduzem consideravelmente.

Numa interpretação dos resultados, Beunen et al. (7), Malina e Bouchard (21) e Malina (20) referem que a vantagem em força dos indivíduos de maturação biológica avançada reflecte o maior tamanho corporal e massa muscular. Embora não seja objecto do presente estudo, os rapazes e raparigas madeirenses de maturação avançada são mais altos e mais pesados do que os de maturação normal e atrasada. Uma outra explicação para este diferencial parece residir na simplicidade da tarefa. A realização do teste de dinamometria de mão não depende da aprendizagem, prática e experiência anterior e, daí, a idade cronológica ou o tempo *per se* não ser determinante na distinção dos sujeitos (16).

Um outro traço característico nos nossos resultados centra-se na força muscular da parte superior do tronco. Aos 10-11 anos os rapazes de maturação normal e atrasada são mais proficientes na realização do teste de tempo de suspensão com os braços flectidos do que os seus colegas de maturação avançada, enquanto que aos 14-15 anos a relação inverte-se e os rapazes do grupo avançado passam a obter melhores resultados.

Isto poderá reflectir a influência negativa do peso corporal, uma vez que o sujeito actua sobre o seu próprio peso (3). Aos 14-15 anos a relação inverte-se e os rapazes do grupo avançado passam a obter melhores resultados. Beunen e Malina (5) procedem à seguinte interpretação: 'o maior aumento em força que acompanha a adolescência masculina compensa o maior peso corporal, pelo que a partir dos 14 anos uma associação positiva é visível entre a idade

esquelética e a força funcional'. Nas raparigas, os resultados observados aos 7-9 e 10-11 anos revelam, mais uma vez, a vantagem do menor peso corporal. No entanto, não encontramos explicação para os melhores resultados das raparigas avançadas aos 12-14 anos. Esta tendência é contrária ao estudo de Beunen et al. (9) em raparigas belgas. O grupo avançado obteve melhores resultados até aos 12-13 anos e a partir daqui não são observadas diferenças com significado estatístico.

O equilíbrio Flamingo está, também, relacionado com a maturação esquelética. Os rapazes e raparigas do grupo atrasado obtiveram melhores resultados do que o grupo avançado em alguns escalões etários. Os estudos que abordam esta relação não são extensivos e resultados contraditórios são observados em raparigas belgas. Beunen et al. (4) observaram que as raparigas pós-menarca apresentaram melhores resultados no teste de equilíbrio Flamingo aos 11-13 anos. Mais recentemente, numa amostra de maior dimensão, Beunen et al. (6) referem correlações negativas entre a idade esquelética e o teste de equilíbrio entre os 9 e os 13 anos. Isto significa que as raparigas atrasadas na sua maturação obtêm melhores resultados neste teste do que as suas colegas avançadas, à semelhança da raparigas madeirenses. As vantagens dos rapazes madeirenses de maturação avançada sobre os seus colegas da mesma idade cronológica, mas atrasados na sua maturação, na força explosiva e abdominal são também observáveis nos jovens belgas. Embora em testes ligeiramente diferentes (impulsão vertical e *leg lifts*) e após controlo pela estatura e peso, através da análise da covariância, Beunen et al. (10) descrevem traços similares nos rapazes que participaram no Estudo de Crescimento de Lovaina. Pontos de referência para a resistência cárdio-respiratória são escassos na literatura. A variação no VO_2 máx. (absoluto e relativo) associada à maturação esquelética foi estudada por Kemper et al. (18) numa amostra longitudinal holandesa (12-18 anos). Os rapazes de maturação avançada apresentaram, em média, um VO_2 máx. absoluto (l/min) superior aos rapazes de maturação atrasada, excepto aos 17 anos. Estes resultados afastam-se da amostra madeirense aos 10-11 anos. As raparigas madeirenses de maturação avançada não são mais proficientes do que as de maturação

normal e atrasada nas restantes tarefas motoras. Estes traços são paralelos à literatura. Malina e Bouchard (21) numa análise à performance motora das raparigas belgas no *shuttle run*, impulsão vertical, batimento em placas e *sit and reach* observaram que o grupo avançado não excedeu os grupos normal e atrasado dos 12 aos 15 anos. As raparigas de maturação atrasada, por outro lado, foram mais proficientes na força abdominal aos 12 e 13 anos. Mais uma vez, a vantagem das raparigas de maturação atrasada foi justificada pelo seu menor peso corporal.

Ao nível da resistência cárdio-respiratória, a ausência de diferenças nas raparigas da nossa amostra não é coincidente com os resultados holandeses. Kemper et al. (18) observaram diferenças no VO_2 máx. absoluto que favorecem as raparigas avançadas. Por outro lado, o VO_2 máx. relativo (ml/kg/min) foi superior nas raparigas de maturação atrasada. Estes resultados foram explicados pela maior massa corporal total e gordura relativa das raparigas de maturação avançada quando comparadas com as raparigas de maturação atrasada.

A melhoria de resultados ao longo da idade nos três grupos de maturação em algumas tarefas de força e performance motora dos rapazes madeirenses é também consistente com o estudo belga. Beunen et al. (10) observaram tendências similares na força estática, força explosiva, força funcional, força abdominal e flexibilidade até aos 15 anos. O mesmo é verdadeiro para as duas tarefas de velocidade (batimento em placas e *shuttle run*). Nas raparigas, as diferenças entre grupos de maturação são mais reduzidas do que nos rapazes mas madeirenses e belgas apresentam padrões similares nos testes batimento em placas, salto em comprimento sem corrida preparatória, dinamometria e *sit ups*.

A quase sobreposição de valores dos rapazes madeirenses de grupos de maturação distintos aos 14-15 anos no equilíbrio flamingo, batimento em placas e *shuttle run* afasta-se ligeiramente dos valores médios belgas publicados por Beunen et al. (8) e Beunen et al. (10). Nas raparigas, as tendências são similares. Em forma de síntese, o maior número de diferenças nos itens motores entre grupos de maturação distintos nos rapazes (14-15 anos) reflecte a influência mais notória do evento da adolescência. O aumento da massa muscular tem implicações directas nas

tarefas de força e performance motora nos rapazes. Por outro lado, a adolescência feminina traz ligeiras melhorias em força, mas não parece ter qualquer efeito na performance motora. Não é claro se os traços observados na performance motora com a adolescência feminina resultam de uma influência biológica real ou de mudanças de atitudes e padrões de comportamento nas actividades físicas com o início da maturação sexual (19).

Uma dupla questão emerge desta discussão: (1) quanto de variância na força e performance motora pode ser explicada pela maturação biológica, independentemente da idade cronológica e tamanho corporal? E, de igual modo, (2) quanto de variância na força e performance motora pode ser atribuída à combinação destes factores?

Beunen et al. (11) investigaram o contributo da idade esquelética, idade cronológica e tamanho corporal (altura e peso) nas componentes da aptidão física em 21052 rapazes belgas dos 12 aos 19 anos de idade. Os autores recorreram à regressão múltipla *stepwise* com a idade cronológica, idade esquelética, altura, peso e termos de interacção como variáveis independentes. A interacção entre a idade cronológica e esquelética *per se* ou em combinação com a altura e/ou peso apresentaram o valor preditivo mais elevado, excepto para a força do tronco (*leg lifts*) ou força funcional (tempo de suspensão com os braços flectidos). O tamanho corporal, maturação, idade cronológica e suas interacções explicaram cerca de 0% a 17% da variância nos itens da aptidão física, salvo para a força estática (*arm pull*) para a qual a percentagem de variância explicada foi de 33% a 58%. A quantidade de variância explicada alcançou o seu valor máximo aos 14-15 anos, na maioria dos testes motores.

Numa outra pesquisa, Beunen et al. (6) usaram a mesma metodologia analítica em 6593 raparigas belgas dos 6-19 anos de idade. As relações entre os indicadores de aptidão física e idade esquelética são geralmente fracas e apenas a capacidade física para o trabalho ($\text{PWC}_{130, 150, 170}$) e força estática apresentam correlações elevadas com a idade esquelética ao longo de todo o intervalo etário. A força funcional (tempo de suspensão com os braços flectidos) e força do tronco (*sit ups* e *leg lifts*) correlacionam-se negativamente com a idade esquelética mas as corre-

lações são fracas (intervalo de variação: -0.07 a -0.25). Todos as outras componentes correlacionam-se a níveis não significativos ou baixos. Os resultados da análise de regressão múltipla indicam que, com poucas exceções, a idade cronológica, idade esquelética, estatura e peso e as suas interações explicam menos de 10% da variância na maioria dos itens da aptidão física. Contudo, para a capacidade física para o trabalho, *arm pull* e tempo de suspensão com os braços flectidos os termos de interação explicaram entre 12% a 67% da variância.

Katzmarzyk et al. (17) examinaram as inter-relações entre maturação esquelética, tamanho corporal, força e performance motora em 740 crianças norte-americanas dos 7-12 anos de idade [(n = 391; 207 raparigas e 184 rapazes; negros) e (n = 349; 156 raparigas e 193 rapazes; brancos)]. As análises de regressão mostraram que o preditor mais importante da força foi a massa corporal. Os termos de interação foram também preditores significativos da performance explicando entre 2% a 9% da variância em 19 das 41 regressões significativas. Os autores concluíram que os efeitos da idade esquelética nas crianças (7-12 anos) são principalmente expressos através do tamanho corporal, mas a idade esquelética tem uma influência mais aparente na performance motora do que na força muscular.

Mais recentemente, Jones et al. (16) numa amostra de 313 crianças e adolescentes do Reino Unido (161 rapazes e 152 raparigas; 10-16 anos), avaliaram (1) as relações entre medidas de aptidão física e maturação sexual e (2) o contributo da estatura e massa corporal na variação observada nos itens motores. A maturação sexual (rapazes: pêlos púbicos e genitália; raparigas: desenvolvimento da mama) estava positiva e significativamente correlacionada com as três medidas de aptidão física nos rapazes e raparigas. Os coeficientes de correlação foram moderados para o elevado nos rapazes (dinamometria de mão, $r = 0.73$; impulsão vertical, $r = 0.56$; resistência cárdio-respiratória, $r = 0.56$), mas mais fracos nas raparigas (dinamometria de mão, $r = 0.46$; impulsão vertical, $r = 0.24$; resistência cárdio-respiratória, $r = 0.27$). A remoção da influência do aumento da estatura e massa corporal que acompanha a maturação biológica através da ANCOVA revelou diferenças significativas entre os estádios de maturação sexual e

as três medidas de aptidão física nos rapazes, mas não nas raparigas. Os autores concluíram que a maturação sexual tem uma influência maior na aptidão física dos rapazes e que o aumento em massa e estatura são, primariamente, responsáveis pela variação na aptidão física das raparigas.

Os estudos anteriores sugerem que factores adicionais à maturação biológica, físico e composição corporal influenciam a aptidão física e que é difícil isolar os efeitos específicos da maturação biológica na proficiência dos testes de força e performance desportivo-motora.

5. CONCLUSÕES

Os rapazes e raparigas de maturação avançada são mais fortes (dinamometria de mão) do que os seus colegas de maturação normal e atrasada.

Para as tarefas de velocidade (batimento em placas e *shuttle run*) não foram observadas diferenças com significado estatístico entre grupos de maturação, quer em rapazes, quer em raparigas. A ausência de diferenças também se aplica ao *sit and reach*, salto em comprimento sem corrida preparatória, *sit ups* e corrida/andar de 12 minutos nas raparigas.

Os rapazes (10-11 anos) e as raparigas (7-9 e 10-11 anos) de maturação atrasada são mais proficientes do que os jovens de maturação normal e avançada no tempo de suspensão com os braços flectidos. Aos 14-15 anos o sentido das relações inverte-se, e os rapazes de maturação avançada apresentam melhores resultados do que os rapazes de maturação normal e atrasada.

No teste de equilíbrio, os rapazes e raparigas do grupo atrasado alcançam melhores resultados do que os seus colegas de maturação avançada.

A vantagem dos rapazes madeirenses de maturação avançada sobre os seus colegas de maturação normal e atrasada na força estática, força explosiva e força abdominal é paralela aos estudos revistos. O mesmo é verdadeiro para a força estática nas raparigas.

A melhoria dos resultados com a idade nos três grupos de maturação dos rapazes madeirenses é consistente com a literatura. O padrão das raparigas é também similar em algumas tarefas motoras.

AGRADECIMENTOS

O 'Estudo de Crescimento da Madeira' foi co-financiado pelo Programa Operacional Pluri-Fundos da Região Autónoma da Madeira II, vertente Fundo Social Europeu, através do Centro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CITMA) e do Centro de Formação Profissional.

CORRESPONDÊNCIA

Duarte Luís de Freitas

Universidade da Madeira

Campus Universitário da Penteada

Secção Autónoma de Educação Física e Desporto

9000-390 Funchal

Portugal

dfreitas@uma.pt

REFERÊNCIAS

- 1 Adam C, Klissouras V, Ravassolo M et al. (1988). *Eurofit, handbook for the Eurofit test of physical fitness*. Council of Europe. Committee for the Development of Sport. Rome.
- 2 American Alliance for Health, Physical Education, Recreation, and Dance (1980). *Health related physical fitness manual*. Washington.
- 3 Beunen G (1993). Biological maturation and physical performance. In: Duquet W., Day J. (eds). *Kinanthropometry IV*. London: E & FN SPON, 215-235.
- 4 Beunen G, De Beul G, Ostyn M, Benson R, Simons J, Van Gerven D (1978). Age of menarche and motor performance in girls aged 11 through 18. In: Borms J, Hebbelinck M (eds). *Pediatric Work Physiology*. Basel: Larger, 118-123.
- 5 Beunen G, Malina R (1996). Growth and biological maturation: relevance to athletic performance. In: Bar-Or O (ed.). *The Child and Adolescent Athlete – Volume VI of the Encyclopaedia of Sports Medicine an IOC Medical Commission Publication*. In Collaboration with the International Federation of Sports Medicine. Blackwell Science Ltd, 1:3-24.
- 6 Beunen G, Malina R, Lefevre J, Claessens A, Benson R, Kanden Eynde B, Vanreusel B, Simons J (1997). Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6-16 years of age. *International Journal of Sports Medicine* 6:18:413-419.
- 7 Beunen G, Malina R, Van't Hof M, Simons J, Ostyn M, Renson R, Van Gerven D (1988). *Adolescent Growth and Motor Performance. A Longitudinal Study of Belgian Boys*. HKP Sport Science Monograph Series. Champaign, IL: Human Kinetics.
- 8 Beunen G, Ostyn M, Renson R, Simons J, Swalus P, Van Gerven D (1974). Skeletal maturation and physical fitness of 12 to 15 year old boys. *Acta Pædiatrica Belgica*. Supplément 28:221-232.
- 9 Beunen G, Ostyn M, Renson R, Simons J, Van Gerven D (1976). Skeletal maturation and physical fitness of girls aged 12 through 16. *Hermes*. X:445-457.
- 10 Beunen G, Ostyn M, Simons J, Renson R, Van Gerven D (1980). Motor ability, somatic development and biological maturity. *Geneeskunde en Sport* 13:36-42.
- 11 Beunen G, Ostyn M, Simons J, Renson R, Van Gerven D (1981). Chronological and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years. *Annals of Human Biology*. 8:4:321-331.
- 12 Beunen G, Thomis M (2000). Muscular strength development in children and adolescents. *Pediatric Exercise Science* 12:174-197.
- 13 Freitas D, Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, Rodrigues A, Silva C, Crespo M (2002). *Crescimento somático, maturação biológica, aptidão física, actividade física e estatuto sócio-económico de crianças e adolescentes madeirenses – o Estudo de Crescimento da Madeira*. Funchal: Universidade da Madeira.
- 14 Greulich W, Pyle S (1959). *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist*. Standford: University Press.
- 15 Jones H (1949). *Motor Performance and Growth: a Developmental Study of Static Dynamometric Strength*. Berkeley: University of California Press.
- 16 Jones M, Hitchen P, Stratton G (2000). The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years. *Annals of Human Biology* 27:1:57-65.
- 17 Katzmarzyk P, Malina R, Beunen G (1997). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Annals of Human Biology* 24:6:493-505.
- 18 Kemper H, Verschuur R, Ritmeester L (1986). Maximal aerobic power in early and late maturing teenagers. In: Rutenfranz J, Mocellin R, Klimt F (eds). *Children and Exercise XII*. Champaign, IL: Human Kinetics, 220-221.
- 19 Malina R (1975). Anthropometric correlates of strength and motor performance. In: Wilmore H, Keogh F (eds). *Exercise and Sport Sciences Reviews*. New York: Academic Press. 3:249-274.
- 20 Malina R (1994). Growth, performance, activity, and training during adolescence. In: Shangold M, Firkin G (eds). *Women and Exercise: Physiology and Sports Medicine*. F. A. Davis Company: Philadelphia, Second Edition, 8:141-151.
- 21 Malina R, Bouchard C (1991). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- 22 Ostyn M, Simons J, Beunen G, Renson R, Van Gerven D (1980). *Somatic and Motor Development of Belgian Secondary School Boys.- Norms and Standards*. Leuven: Leuven University Press.
- 23 Secretaria Regional de Educação (1995). *Rede Regional Escolar – Educação Pré-Escolar, 1º Ciclo do Ensino Básico, Ensino Básico Mediatizado, 2º e 3º Ciclos e Secundário*. Região Autónoma da Madeira.
- 24 Tanner J, Whitehouse R, Cameron N, Marshall W, Healy M, Goldstein H (1983). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method)*. Oxford: Academic Press.