
¹ Como exemplo recente a Master Cup de Ténis em Lisboa, cujo orçamento de 10 milhões de dólares (aproximadamente 2,28 milhões de contos assentou na comparticipação do Estado (50%) e no dinheiro proveniente dos ingressos (50%) (Revista Exame,161, p.14).

² Estatuto erradamente designado de Estatuto do Mecenato Desportivo pois o mesmo é generalizado e não especialmente destinado ao objecto desportivo

³ Como é documentado pela publicidade do recente acordo de mecenato entre o Banco Comercial Português e a sociedade Porto 2001- Capital Europeia da Cultura (Jornal de Negócios, 11 de Dez.2000)

* *Comunicação apresentada ao 8º Congresso de Educação Física e Ciências do Desporto dos Países de Língua Portuguesa*

** *Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto*

A Produção de Força e os seus Factores Condicionantes em Crianças Pré-Pubertárias

Tiago Barbosa, António M. Monteiro, Vítor P. Lopes, Pedro Magalhães *

1. Introdução

A força é uma capacidade motora dependente de factores morfológicos (Brooks e Fahey, 1984; Enoka, 1988; Wilmore e Costill, 1994; Blimkie e Sale, 1998). A título ilustrativo, aumentos do tamanho do músculo, ou seja, da sua área de secção transversa aparentemente induzem ganhos de força. Na verdade, Enoka (1988) sugere a existência de uma correlação significativa entre a área de secção transversa e a produção de força muscular. Da mesma forma, adaptações neurais como sejam uma melhor coordenação intra e intermuscular, a sequência, a sincronização e a quantidade de unidades motoras recrutadas assim como, a frequência de disparo dos impulsos nervosos podem promover aumentos da força produzida (Enoka, 1988; Blimkie et al., 1989; Wilmore e Costill, 1994). Assim, a força muscular é uma capacidade que depende quer de factores morfológicos, quer neurológicos.

Com efeito, foram realizados e continuam a realizar-se diversos projectos de investigação centrando-se no estudo da força, na sua treinabilidade e nos factores associados ao desenvolvimento desta capacidade

motora. Todavia, a maioria desses projectos focam o seu interesse prioritariamente nos sujeitos pubertários e pós-pubertários, rareando aqueles que optam pela análise de crianças pré-pubertárias. Para mais, a maioria recorre ao estudo exclusivo dos rapazes em detrimento das raparigas (Lopes, 1998; Lopes et al., 2000; Maia e Lopes, 2001).

Assim, foi objectivo deste estudo comparar a produção de força isométrica e os factores condicionantes desta capacidade entre rapazes pré-pubertários e raparigas pré-pubertárias.

2. Metodologia

Amostra

A amostra foi constituída por 27 crianças (12 rapazes e 15 raparigas) com 9.50 ± 0.52 anos de idade. Todas as crianças encontravam-se no Estadio 1 da escala de maturação sexual de Tanner.

Força Isométrica Máxima Voluntária

A Força Isométrica Máxima Voluntária (FIMV) foi avaliada por meio de um dinamómetro (TSD 121C da *Biopac Systems Inc.*) ao realizar-se um exercício de *arm curl* e outro de *triceps press*.

Actividade neuromuscular

A actividade electromiográfica (EMG) foi registada simultaneamente aquando da avaliação da FIMV. A pele antes da recolha do sinal foi preparada e limpa. Durante o exercício de *arm curl* foi colocado um eléctrodo bipolar de superfície (TSD 150A da *Biopac System Inc.*) em cada um dos dois bíceps braquiais. Já durante o exercício de *triceps press*, foi colocado um eléctrodo no vasto lateral e outro no vasto medial de cada tríceps braquial.

O eléctrodo de referência foi colocado no olecrâneo. Utilizou-se um amplificador diferencial com uma impedância de entrada de 2 Megaohms, um ganho de 1000, uma banda passante entre os 15 e os 450Hz e uma rejeição do modo comum do amplificador de 90dB. O sinal em causa foi rectificado e suavizado com o intuito de determinar seguidamente a sua integral (iEMG). A iEMG foi relativizada em função da duração da contracção no decurso da avaliação da FIMV.

Massa Muscular

A espessura de massa muscular do bíceps braquial e do tríceps braquial de ambos os braços foi determinada usando B-ultrasonografia com uma sonda de 7.5Hz (*Ecocamera Aloca SSD-500*). Foi considerado unicamente a espessura do ventre muscular, removendo a espessura da pele e do úmero dado que não tem qualquer função determinante na contracção muscular e, portanto, na produção de força muscular.

Tratamento Estatístico

Para comparação das variáveis em estudo entre sexos adoptou-se a “ANOVA factorial” tendo como teste *a posteriori* o teste de comparações múltiplas de *Scheffé*. Em todas as situações foi adoptado um nível de significância de 5% ($p < 0.05$).

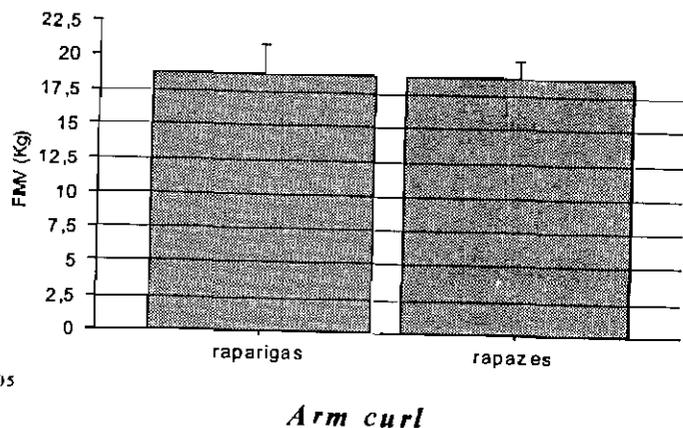
3. Resultados e Discussão

Os resultados relativos à comparação dos valores médios de FIMV entre rapazes pré-pubertários e raparigas pré-pubertárias ao realizar os exercícios de *arm curl* e de *triceps press* são apresentados na Figura 1. Não verificaram-se diferenças estatisticamente significativas em nenhum dos

exercícios, isto é quer no *arm curl* [$F(1; 25)=0.003, p=0.9554$] quer no exercício de *triceps press* [$F(1; 25)= 4.128, p=0.0529$].

De acordo com alguns estudos, a força isométrica máxima de prensão manual é significativamente superior nos rapazes pré-pubertários do que nas raparigas pré-pubertárias (Blimkie et al., 1989; Froberg e Lammert, 1996). Todavia, de acordo com Blimkie e Sale (1998), os níveis na força isométrica parece ser pouco diferenciáveis de acordo com o sexo dos sujeitos, em idades pré-pubertárias. Assim sendo, parece que os resultados do actual estudo são próximos da opinião de Blimkie e Sale (1998), não verificando-se marcadas diferenças na FIMV entre rapazes pré-pubertários e raparigas pré-pubertárias.

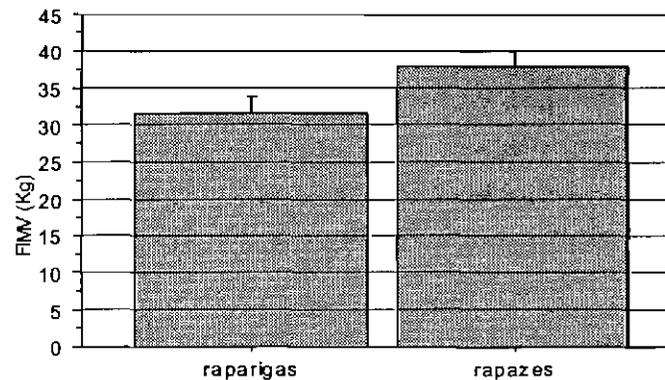
Aparentemente, as modificações hormonais que surgem durante a puberdade é que induzem aumentos acentuados de força – especialmente nos rapazes – dado que estimulam o aumento da área de secção transversa. Por outras palavras, os aumentos de concentração de testosterona terão um papel determinante nos aumentos da área de secção transversa, e portanto, promovem uma hipertrofia muscular (Brooks e Fahey, 1984).



* $p < 0.05$

Arm curl

Figura 1. Comparação da força isométrica máxima voluntária (FIMV) entre rapazes e raparigas ao realizar os exercícios de *arm curl*.



* $p < 0.05$

Triceps press

Figura 2. Comparação da força isométrica máxima voluntária (FIMV) entre rapazes e raparigas ao realizar os exercícios de *triceps press*.

Como foi referido, os aumentos de força muscular parecem estar relacionados com questões neuromusculares e morfológicos (Brooks e Fahey, 1984; Enoka, 1988; Blimkie et al., 1989; Wilmore e Costill, 1994; Blimkie e Sale, 1998). Logo será interessante o estudo das questões relativas às características morfológicas e neuromusculares das crianças que constituíram a amostra do presente estudo com o intuito de tentar averiguar o motivo pelo qual não verificaram-se diferenças significativas na FIMV entre os dois sexos.

O Quadro 1 apresenta a comparação da iEMG relativizado ao tempo de duração da contracção entre rapazes pré-pubertários e raparigas pré-pubertárias nos diversos grupos musculares analisados. Na verdade, não foram verificadas diferenças com significado estatístico em nenhum dos grupos musculares estudados entre os rapazes e as raparigas pré-pubertárias, ao contrário do referido noutras investigações (Enoka, 1988; Ramsey et al.,

1990, Blimkie e Sale, 1998). Ou seja, parece que os factores neuromusculares não serão discriminativos dos níveis de força desenvolvido pelas crianças que foram objecto de avaliação no presente estudo. Ou seja, não obstante os factores neuromusculares serem considerados como os determinantes para se verificarem aumentos significativos da força muscular em idade pré-pubertária (Enoka, 1988; Ramsey et al., 1990; Blimkie e Sale, 1998); no presente estudo não observaram-se diferenças significativas entre os dois sexos.

Quadro 1. Comparação da integral do sinal electromiográfico (iEMG) relativizado ao tempo de duração da contração entre rapazes pré-pubertários e raparigas pré-pubertárias nos diversos grupos musculares analisados

	Rapazes	Raparigas	F	p
Vasto lateral direito	0.048 ± 0.022	0.048 ± 0.017	8.4 x 10 ⁻⁵	0.9927
Vasto medial direito	0.027 ± 0.014	0.022 ± 0.008	1.4 x 10 ⁻⁴	0.3012
Vasto lateral esquerdo	0.052 ± 0.021	0.060 ± 0.035	0.429	0.5185
Vasto medial esquerdo	0.069 ± 0.027	0.075 ± 0.078	0.232	0.6340
Bíceps braquial direito	0.034 ± 0.015	0.032 ± 0.016	0.075	0.7865
Bíceps braquial esquerdo	0.082 ± 0.033	0.084 ± 0.030	0.041	0.8415

O quadro 2 apresenta a comparação dos valores médios da espessura de massa muscular dos diversos grupos musculares analisados entre os rapazes e as raparigas em idade pré-pubertária. Igualmente, neste caso não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na espessura dos músculos flexores e dos músculos extensores do cotovelo entre os dois sexos. Na verdade, parece que este resultado é congruente com outros estudos que indicam claramente que não serão as características morfológicas as que melhor distinguem maiores ou menores níveis de força em sujeitos pré-

pubertários (Enoka, 1988; Ramsey et al., 1990; Blimkie e Sale, 1998).

Em síntese, verificou-se que não existiram diferenças significativas da FIMV ao realizar os exercícios de *arm curl* e de *triceps press* entre rapazes e raparigas pré-pubertárias. De acordo com diversos autores (Enoka, 1988; Ramsey et al., 1990; Blimkie e Sale, 1998), as diferenças nos níveis de força em indivíduos pré-pubertários deve-se primordialmente às questões neuromusculares e não tanto às morfológicas. Ora, dado que no presente estudo não verificaram-se diferenças significativas na iEMG relativizada à duração da contração em nenhum dos grupos musculares estudados em ambos os exercícios, esse terá sido o factor que promoveu valores médios de FIMV similares entre os rapazes e as raparigas. Não obstante, o mesmo fenómeno se ter verificado na espessura na massa muscular, o que terá acentuado ainda mais a uniformização dos valores da FIMV entre ambos os sexos. Por outras palavras, não observaram diferenças significativas entre os dois sexos na FIMV porque não ocorreu diferenças com significado estatístico na actividade neuromuscular entre os rapazes e as raparigas.

Quadro 2. Comparação da espessura de massa muscular entre rapazes e raparigas pré-pubertários dos diversos grupos musculares analisados

	Rapazes	Raparigas	F	p
Tríceps braquial direito	2.392 ± 0.507	2.240 ± 0.307	0.925	0.3454
Tríceps braquial esquerdo	2.383 ± 0.411	2.340 ± 0.405	0.075	0.7859
Bíceps braquial direito	1.900 ± 0.245	1.913 ± 0.285	0.016	0.8989
Bíceps braquial esquerdo	1.917 ± 0.259	1.980 ± 0.365	0.257	0.6166

4. Conclusões

Assim, pode-se concluir que a ausência de diferenças significativas na produção de força isométrica entre sexos em crianças pré-pubertárias decorre do facto de também não verificarem-se diferenças significativas em nenhum dos seus factores condicionantes, sejam eles os morfológicos ou os neuromusculares, mas, especialmente estes últimos.

5. Referências Bibliográficas

- Blimkie, C.; Ramsay, J.; Sale, D.; Macdougall, D.; Smith, K. e Garner, S. (1989). Effects of 10 weeks of resistance training on strength development in prepubertal boys. In S. Oseid e K.-H. Carlesen (eds.). *Children and Exercise XIII*. Human Kinetics. Champaign, Illinois.
- Blimkie, C. e Sale, D. (1998). Strength development and trainability during childhood. In: E. van Praeg (ed.). *Pediatric Anaerobic Performance*, pp. 193-240. Human Kinetics. Champaign, Illinois.
- Brooks, G. e Fahey, T. (1984). *Exercise physiology: human bioenergetics and its applications*. Wiley. New York.
- Enoka, R. (1988). Muscle strength and its development: new perspectives. *Sports Medicine*, 6:146-168.
- Froberg, K. e Lammert, O. (1996). Development of muscle strength during childhood. *The Child and Adolescent Athlete*. Blackwell Science. Oxford.
- Lopes, V. (1998). *Análise dos efeitos de dois programas distintos de Educação Física na expressão da aptidão física, Coordenação e Habilidades Motoras em crianças do Ensino Primário*. PhD Thesis. Faculty of Sport Sciences and Physical Education of the University of Porto. Not Published.
- Lopes, V.; Maia, J. e Mota, J. (2000). *Aptidões e habilidades motoras. Uma visão desenvolvimentista*. Livros Horizonte. Lisboa.
- Maia, J. e Lopes, V. (2001). Desenvolvimento da força muscular em

crianças e jovens. Uma nota auxológica breve. *Perspectivas XXI*. 7: 20-38.

Ramsay, J.; Blimkie, C.; Smith, K.; Garner, S.; Macdougall, J. e Sale, D. (1990). Strength training effects in prepubescent boys. *Med. and Sci. in Sports and Exerc.* 2:605-614.

Wilmore, J. e Costill, D. (1994). *Physiology of sport and exercise*. Human Kinetics. Champaign, Illinois.

* Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança

CORPUS

REVISTA PORTUGUESA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTO



VOLUME 1 - Número 1 - Dezembro de 2001