

## DINAMOMETRIA COMPUTADORIZADA COMO METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR DE MENINOS E MENINAS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE MATURIDADE

Patrícia SCHNEIDER\*\*  
Luciana A. RODRIGUES\*  
Flávia MEYER\*

---

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi descrever e comparar a força muscular isométrica e isocinética em meninos e meninas de diferentes graus maturacionais. Participaram do estudo um total de 57 crianças e adolescentes saudáveis, caucasianos e não-atletas. Dos 28 meninos, 11 eram pré-púberes (PP), sete púberes (PU) e 10 pós-púberes (PO). Das 29 meninas, 10 eram PP, nove PU e 10 PO. Foi utilizado um dinamômetro computadorizado (Cybex Norm) para medir a força isométrica de flexão do cotovelo (FC) nos ângulos de 60 e 90° e de extensão do joelho (EJ) em 45 e 60°. A força isocinética foi medida nos mesmos exercícios nas velocidades de 60 e 90°s<sup>-1</sup>. Utilizou-se a análise de variância (ANOVA), usando dois fatores (gênero e maturação) para comparações, considerando-se  $p < 0,05$  o nível de significância e o teste de Tuckey para identificar as diferenças. A força de FC foi influenciada ( $p < 0,05$ ) pelo gênero e pelo grau maturacional nos testes isométricos, sendo que as diferenças entre gêneros ocorreram a partir da puberdade. Nesses testes, a força dos meninos PU foi cerca de 30% maior do que a das meninas PU e chegou a ser 77% maior do que a força dos meninos PP. A força de EJ foi influenciada ( $p < 0,05$ ) pelo gênero e pelo grau maturacional nos testes isocinéticos, em que os meninos PU foram em média 27% mais fortes do que as meninas PU e 97% (em 90°s<sup>-1</sup>) maiores do que os PP. Ao dividir a força pela estatura, os meninos continuaram sendo mais fortes ( $p < 0,05$ ) do que as meninas dentro do mesmo grau maturacional, com exceção dos testes isométricos de FC. Logo, essa descrição pode fornecer valores da força muscular de FC e EJ através de um procedimento metodológico, de acordo com o gênero e o grau maturacional. Apesar de os meninos serem sempre mais fortes do que as meninas e, em alguns exercícios, os grupos mais maduros mais fortes, não houve interação entre os fatores gênero e maturação nos testes isocinéticos de FC e isométricos de EJ e, por isso, as diferenças entre grupos maturacionais não estão apontadas.

UNITERMOS: Força muscular; Crianças; Puberdade; CYBEX.

---

### INTRODUÇÃO

Em qualquer etapa da vida, a força muscular pode tanto refletir o estado de saúde como prever a performance para determinadas modalidades esportivas. Também em crianças e adolescentes, tem-se dado mais importância a esse componente, o que se reflete na quantidade de estudos sobre a treinabilidade de força em crianças (Falk & Tenenbaum, 1996).

A força muscular deve variar da criança até o adolescente, conforme o estágio de maturação e o gênero. O gênero e os estados hormonal, neurológico e muscular de cada estágio são os fatores biológicos determinantes da força, mas o grau de atividade física e aspectos ambientais e nutricionais também devem interferir na magnitude da força muscular (Beunen &

---

\* Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Thomis, 2000; Malina & Bouchard, 1991). O conhecimento de valores da força é uma importante medida que reflete o processo de maturação e de diferenciação sexual.

Existem estudos que avaliaram a força de crianças por meio de testes de campo (Ferreira, França, Souza & Matsudo, 1990; Gaya, Cardoso, Siqueira & Torres, 1997; Guedes & Barbanti, 1995). Apesar de serem práticos, esses estudos apresentam algumas desvantagens, já que impossibilitam o controle de fatores que podem influenciar a medida, como a velocidade do movimento, o ângulo articular e as condições ambientais. Esses fatores podem ser controlados em laboratório com a utilização de dinamômetros computadorizados com condições de avaliar os diferentes tipos de força (isométrica e isocinética).

Há falta de estudos sobre a relação entre as medidas de campo e as medidas de laboratório. Sabemos que para as medidas de potência anaeróbia não existe, necessariamente, uma correlação entre testes de laboratório e testes de campo, nem mesmo correlação entre os testes de campo (McArdle, Katch & Katch, 2000). Portanto, acreditamos que os testes de campo que medem a força não refletiriam, necessariamente, a medida no Cybex Norm, podendo ser inapropriados para refletir pequenas mudanças de força. A aplicabilidade da medida do Cybex Norm na área da saúde e da reabilitação pode apresentar vantagens como testar diferentes tipos de força (isométrica e isocinética). Apesar do alto custo, este equipamento já é utilizado nos principais laboratórios de exercício para uso ampliado em diferentes grupos.

Em nosso meio, inexistem estudos sistemáticos sobre a avaliação da força de crianças e adolescentes em equipamentos computadorizados. Na literatura em geral, os estudos são poucos e, em relação às meninas, mais escassos ainda. Uma vez estabelecido um protocolo de avaliação, pode-se utilizar um procedimento metodológico (Cybex Norm) para

conhecer e comparar a força de diferentes grupos de crianças. O principal objetivo deste estudo foi descrever e comparar a força muscular (isométrica e isocinética) com dinamometria computadorizada em crianças e adolescentes saudáveis de ambos os gêneros.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Delineamento

Este estudo transversal avaliou a força muscular em meninos e meninas divididos em três grupos conforme o grau maturacional.

### Amostra

A amostra foi composta de crianças e adolescentes recrutados de duas escolas públicas de Porto Alegre. Os interessados em participar do estudo forneciam seus telefones para posterior contato com os pais para esclarecimento do projeto e testes. Participaram apenas aqueles que concordaram com todos os procedimentos do estudo e depois que um dos pais ou responsáveis assinasse um consentimento informado.

Participaram um total de 57 voluntários, sendo 28 meninos e 29 meninas. O tamanho amostral de cada grupo e as características de idade, peso, altura, dobras cutâneas, percentual de gordura e Índice de Massa Corporal (IMC) estão mostradas na TABELA 1. Todos eram caucasianos, não-obesos e saudáveis, conforme anamnese supervisionada por médico pediatra (Meyer, 1999). Os participantes praticavam a atividade física escolar (uma vez por semana) e não estavam envolvidos em qualquer atividade física extra. Os critérios de exclusão da amostra foram doença muscular ou crônica, obesidade ou não-cooperação em algum procedimento. Uma menina foi excluída por apresentar excesso de peso.

**TABELA 1** Características físicas das crianças e adolescentes da amostra por grupo maturacional e gênero (média  $\pm$  erro padrão).

		PRÉ-PÚBERE	PÚBERE	PÓS-PÚBERE
N	Meninos	11	7	10
	Meninas	10	9	10
Idade (anos)	Meninos	8,7 $\pm$ 0,3*	12,4 $\pm$ 0,7	14,7 $\pm$ 0,5
	Meninas	7,9 $\pm$ 0,2	11,3 $\pm$ 0,3	14,3 $\pm$ 0,5
Peso (kg)	Meninos	33,8 $\pm$ 2,8	47,5 $\pm$ 4,2	57,8 $\pm$ 2,9*
	Meninas	29,9 $\pm$ 1,9	38,3 $\pm$ 2,3	50 $\pm$ 1,6
Altura (cm)	Meninos	135,3 $\pm$ 2,8	153,7 $\pm$ 3	169,1 $\pm$ 2,3*
	Meninas	133 $\pm$ 2	149,7 $\pm$ 2,4	159,5 $\pm$ 1,9
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Meninos	18,2 $\pm$ 0,9	20 $\pm$ 1,5	20,1 $\pm$ 0,8
	Meninas	16,8 $\pm$ 0,8	17 $\pm$ 0,6	19,7 $\pm$ 0,5
dobras(mm) <sup>a</sup>	Meninos	21,3 $\pm$ 3,9	20,6 $\pm$ 5,4	16,7 $\pm$ 2,4*
	Meninas	23,2 $\pm$ 3,3	23,1 $\pm$ 2,2	31,4 $\pm$ 2,1
%Gordura <sup>b</sup>	Meninos	19,2 $\pm$ 2,9	16,7 $\pm$ 4,1	12 $\pm$ 2,2*
	Meninas	20,1 $\pm$ 2,3	20,7 $\pm$ 1,6	26 $\pm$ 1,1

\* > que meninas para o mesmo grau maturacional  $p < 0,05$ .

Peso, altura e idade foram diferentes ( $p < 0,05$ ) entre os meninos PP, PU e PO.

Peso, altura, idade e IMC foram diferentes ( $p < 0,05$ ) entre as meninas PP, PU e PO.

<sup>a</sup> $\Sigma$  2 DOBRAS = tricípital + subescapular.

<sup>b</sup>Slaughter (1988).

## Procedimentos

Cada criança e/ou adolescente compareceu ao Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEx) em um único turno de um dia para: a) triagem e esclarecimentos; b) avaliação da maturidade e da composição corporal e c) avaliação da força. Cada avaliação foi realizada pelo mesmo membro da equipe para melhor padronização e controle.

Os participantes se auto-avaliaram maturacionalmente em PP, PU e PO, conforme a classificação maturacional de Tanner (1962). Essa auto-avaliação tem-se mostrado válida, correlacionando-se fortemente com a observação direta (Matsudo & Matsudo, 1993). Para melhor caracterização do grupo púbere, incluímos os meninos G2P3, G3P2 e G3P3 e as meninas M2P3, M3P2 e M3P3, excluindo, assim, aqueles que estavam no início ou no final da puberdade.

O peso corporal e a altura foram medidos em balança e estadiômetro Fillizola e, assim, calculado o IMC. Para avaliar a adiposidade da amostra, duas dobras cutâneas foram medidas do lado direito: tricípital e subescapular, utilizando o compasso de Lange e seguindo os padrões de Lohman, Roche e Martorell (1991). O percentual de gordura foi calculado por meio da equação de

Slaughter, Lohman, Boileau, Horswill, Stillman, Vanloan e Bembem (1988) que considera o gênero, a raça e o grau de maturação.

As forças isocinética (concêntrica) e isométrica foram avaliadas em um dinamômetro computadorizado (Cybex Norm), na extensão do joelho (EJ) e na flexão do cotovelo (FC), utilizando a medida de pico de torque.

Para medir a EJ, os participantes sentaram-se confortavelmente na cadeira do equipamento, apoiando as costas no encosto, que era ajustado até que a fossa poplíteia estivesse apoiada na parte anterior do acento e o ponto central da articulação do joelho estivesse alinhado ao eixo de rotação do dinamômetro. As mãos seguravam no apoio lateral da cadeira. Para melhor fixação da coxa, uma cinta de velcro foi passada acima da articulação do joelho, assim como um cinto de segurança para ajustar o tronco ao encosto.

Para a medida de FC, os participantes ficaram em decúbito dorsal, com os joelhos flexionados e pés apoiados em um suporte específico do equipamento. O tronco foi fixado com cinto de segurança e a mão esquerda segurando ao lado do equipamento. Foi observado se o centro da articulação do cotovelo estava alinhado ao centro do eixo de rotação do dinamômetro. O ombro foi fixado com uma cinta

de velcro, passando diagonalmente do ombro direito até o cotovelo esquerdo. Essa cinta foi presa no próprio equipamento, com o objetivo de minimizar o movimento e impedir a compensação com a musculatura do ombro.

A força isocinética foi avaliada nas velocidades de 60 e 90°s<sup>-1</sup> em três repetições seguidas para cada velocidade e com um intervalo de 90 segundos entre elas. Foi considerado, assim, o maior pico de torque de uma das três repetições. Para todos os testados, houve uma familiarização com três movimentos para cada velocidade, tanto na EJ como na FC, e após o intervalo de descanso, iniciava-se a testagem. Este protocolo de familiarização e intervalo de descanso foi adaptado da literatura (Ramsay, Blimkie, Smith, Garner, MacDougall & Sale, 1990), considerando um tempo de descanso suficiente (Hebestreit, Mimura & Bar Or, 1993).

A força isométrica foi avaliada nos ângulos de 45 e 60° da EJ (extensão total = 0°) e 60 e 90° da FC (flexão total = 180°), sempre nessa mesma ordem e no lado direito. O teste consistiu em três contrações voluntárias máximas em cada ângulo, cada uma com um tempo de contração de cinco segundos, com 90 segundos de intervalo entre elas, tendo em vista que o tempo de contração para assegurar que se alcance a força máxima é entre três e cinco segundos com duas a cinco contrações (Badillo & Ayestarán, 1997). Entre os dois ângulos, o intervalo foi de 120 segundos. O maior pico de torque das três tentativas foi considerado como resultado.

Antes do início do teste, o indivíduo recebia as informações de como o teste deveria ser executado. Durante todas as avaliações, havia o estímulo verbal, sempre do mesmo avaliador. O teste isométrico antecedia o isocinético com o tempo de descanso de 120 segundos entre eles. Ao

final dos testes, seguia-se o alongamento da musculatura testada, orientado pelos avaliadores.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados estão expressos em média e erro-padrão por grupo, conforme maturidade e gênero. Foi utilizado o modelo de análise de variância (ANOVA), usando os dois fatores em conjunto (gênero e maturação) para comparações. Quando a diferença foi significativa com os dois fatores (interação), procedeu-se ao teste de Tuckey para determinar onde essas diferenças ocorreram. O nível de significância considerado foi de  $p < 0,05$ . Os "softwares" utilizados para as análises foram o SPSS 8.0 e o Msustat.

## RESULTADOS

A TABELA 2 mostra os resultados das forças isométrica e isocinética da FC por gênero e maturação. Na força isométrica, os meninos foram mais fortes do que as meninas no grupo PU no ângulo de 60° e no grupo PO nos dois ângulos. Na força isocinética, os meninos foram mais fortes do que as meninas, independentemente do grau maturacional.

Em relação às diferenças maturacionais (TABELA 2), na força isométrica de FC, os grupos PO foram sempre mais fortes do que os PP. Nesse teste, os meninos PU foram mais fortes do que os PP; e o PO, mais forte do que o PU no ângulo de 90°. Na força isocinética, não houve influência (interação) dos dois fatores (gênero e maturação) nos testes. Os meninos foram sempre mais fortes do que as meninas, e a análise entre graus maturacionais não pôde ser executada.

**TABELA 2** - Força muscular isométrica e isocinética de Flexão de Cotovelo (FC) em Nm (média ± erro padrão).

Isométrica	PP	PU	PO	% de diferença		
				PU-PP	PO-PU	PO-PP
60° Meninas	16,1 ± 1,1	20,8 ± 2,1	23,9 ± 1,6	29,2	15	48,4*
Meninos	17 ± 1,5	30,1 ± 2,4#	40,5 ± 2,9#	77*	34,5	138,2*
90° Meninas	19,4 ± 1,3	22,7 ± 1,8	26,2 ± 1,4	17	15,4	35*
Meninos	17,1 ± 1,3	28,9 ± 2,5	48,2 ± 3,2#	69*	66,8*	181,9*
Isocinética	PP	PU	PO	PU-PP	PO-PU	PO-PP
60 °/s Meninas	7,6 ± 0,5	13,3 ± 1,2	15 ± 2	75	12,8	97,4
Meninos	11,4 ± 1,6#	20,1 ± 3,3#	30,7 ± 2,1#	76	52,3	169,2
90 °/s Meninas	7,1 ± 0,9	11,8 ± 1,8	13,7 ± 1,6	66,1	16	92,9
Meninos	10,7 ± 1,7#	19,7 ± 4#	28,2 ± 1,4#	84,1	43,1	163,5

# > que meninas para o mesmo grau maturacional p < 0,05; \* p < 0,05.

Obs: Nos testes isocinéticos, os meninos foram sempre mais fortes que as meninas, por isso, a análise estatística entre os grupos maturacionais não aconteceu. A análise estatística estudou os dois fatores (gênero e maturação) em conjunto.

A TABELA 3 mostra os resultados das forças isométrica e isocinética de EJ por gênero e maturação. Na força isométrica, os meninos foram mais fortes do que as meninas, independentemente do grau maturacional. Na força isocinética, os meninos foram mais fortes do que as meninas no grupo dos PU na velocidade de 90°·s<sup>-1</sup> e no grupo PO nas duas velocidades.

Em relação às diferenças maturacionais (TABELA 3), na força isométrica de

EJ, não houve influência (interação) dos dois fatores (gênero e maturação) nos testes. Os meninos foram sempre mais fortes do que as meninas, e a análise entre graus maturacionais não pôde ser executada. Na força isocinética de EJ, os grupos mais maduros foram sempre mais fortes, com exceção das meninas (PP-PU e PU-PO) na força isocinética de 90°·s<sup>-1</sup>

**TABELA 3** - Força muscular isométrica e isocinética de extensão de Joelho (EJ) em Nm (média ± erro padrão).

Isométrica EJ	PP	PU	PO	% de diferença		
				PU-PP	PO-PU	PO-PP
45° Meninas	53,9 ± 3,7	87,5 ± 8	134,1 ± 10,5	62,3	53,2	148,8
Meninos	68,6 ± 7,1#	119 ± 8,8#	167,7 ± 9,9#	73,5	40,9	144,5
60° Meninas	68,3 ± 5	103,9 ± 7,2	155,7 ± 13,1	52,1	49,8	128
Meninos	83,2 ± 6,9#	143,6 ± 7,1#	198,5 ± 12,4#	72,5	38,2	138,6
Isocinética EJ	PP	PU	PO	PU-PP	PO-PU	PO-PP
60°/s Meninas	40,6 ± 3,0	63,3 ± 4,9	88,6 ± 9,8	55,9	40	118,2*
Meninos	50,1 ± 5,2	87,1 ± 9,1	136,4 ± 11,7#	73,8*	56,6*	172,2*
90°/s Meninas	38,2 ± 3,3	64,6 ± 4,7	90 ± 7,4	69,1*	39,3*	135,6*
Meninos	44,7 ± 4,5	88 ± 10,3#	133,4 ± 10,3#	96,9*	51,6*	198,4*

# > que meninas para o mesmo grau maturacional; \*p < 0,05.

Obs: Nos testes isométricos, os meninos foram sempre mais fortes que as meninas, por isso, a análise estatística entre os grupos maturacionais não aconteceu. A análise estatística estudou os dois fatores (gênero e maturação) em conjunto.

## DISCUSSÃO

O presente estudo descreveu a força muscular de flexão de cotovelo e extensão de joelho em meninos e meninas de graus maturacionais distintos. Conforme os resultados, o estudo reforçou que o gênero e o grau de maturidade exercem um efeito na força muscular, principalmente nos meninos e da fase pré-púbere para púbere. O estado nutricional da amostra poderia influenciar a força e por isso, selecionamos uma amostra homogênea em relação ao peso e adiposidade (conforme TABELA 1). Nenhum dos sujeitos apresentou obesidade ou desnutrição. Deste modo, acreditamos que o estado nutricional, neste estudo, não influenciou os resultados.

Durante o estirão do crescimento, os meninos tendem a magnificar a diferença de desenvolvimento da força em relação às meninas, diminuindo o número de meninas que têm desempenho igual ou maior nos testes de força (Alexander & Molnar, 1973; Malina & Bouchard, 1991). Com o início da puberdade, o aumento da força pode ser distinto entre os gêneros pela ação androgênica da testosterona (Hansen, Bangsbo, Twik & Klausen, 1999). No presente estudo, isso ficou evidenciado principalmente na força isométrica de FC em que a força dos meninos PU foi cerca de 30% maior do que a das meninas PU e chegou a ser 77% maior do que a dos meninos PP (TABELA 3). O fato de esse comportamento não ter sido tão evidente entre os gêneros nos membros inferiores pode ser devido às diferenças de crescimento de massa muscular entre os membros (Monteiro, 1997) ou mesmo pelo padrão mais intenso de atividade física que os meninos realizam (Kemper, Verschuur & Mey, 1989). Mais estudos no nosso meio são necessários para esclarecer esses achados.

Nos testes isocinéticos, a força de EJ foi influenciada significativamente pelo gênero e pelo grau maturacional. As diferenças entre os gêneros apareceram a partir da puberdade. Nesses testes, os meninos PU foram em torno de 27% mais fortes do que as meninas PU e 97% (em  $90^{\circ}\text{s}^{-1}$ ) maiores do que os meninos PP.

Muitas das diferenças encontradas entre os grupos de meninos e meninas podem ser devidas ao tamanho corporal, principalmente à estatura. Obedecendo às características biológicas, os grupos de meninos do presente estudo foram mais altos do que o das meninas (TABELA 1). Para anular esse fator, dividimos os valores absolutos da força pela estatura e observamos que,

com exceção dos testes isométricos de FC, os meninos continuaram sendo mais fortes do que as meninas, independentemente do grau maturacional.

É importante enfatizar a necessidade de medição da força com aparelhos computadorizados em laboratório, porque esses aparelhos, diferentemente de outros métodos de verificação da força, permitem-nos controlar variáveis que podem subestimar ou superestimar os índices de força. Entre esses aparelhos, estão os dinamômetros computadorizados (Cybex Norm), que podem controlar a velocidade, além de trabalhar com ângulos pré-estabelecidos. Essas características permitem mais precisão no acompanhamento de indivíduos, trazendo uma grande contribuição na área da reabilitação.

Nesse estudo, as velocidades da força isocinética e os ângulos da força isométrica foram escolhidos baseados em estudos anteriores com essa faixa etária (Ramsay et alii, 1990; Weltman, Janney, Rians, Strand, Berg, Tippitt, Wise, Cahill & Katch, 1986). Tentamos padronizar o protocolo de avaliação para evitar fatores que pudessem interferir nos resultados como: cansaço, falta de atenção ou concentração e estímulo para realização do teste.

No estudo de Weltmann et alii (1986), com meninos PP (8,2 anos), a força isocinética de  $90^{\circ}\text{s}^{-1}$  apresenta valores médios de FC e EJ de 7,4 e 26 Nm e no presente estudo, 10,7 e 44,7 Nm, respectivamente. Talvez a menor média de idade de Weltmann explique esses valores inferiores de seus resultados. Apesar da mesma faixa etária e grau maturacional (pré-púberes), essas diferenças indicam a variabilidade que pode ocorrer entre os protocolos utilizados.

Com estudo similar ao presente, Ramsay et alii (1990) avaliaram meninos PP de nove a 11 anos. Na força isométrica, os resultados médios de Ramsay para FC e EJ foram de 17 e 85 Nm; e no presente estudo, 17 e 83,2 Nm, respectivamente. Na força isocinética, quatro velocidades de força isocinética deste estudo foram combinadas resultando em um valor de aproximadamente 90 graus/segundos. Os resultados de Ramsay para FC e EJ foram de 14 e 65 Nm; e no presente estudo, 11 e 47,5 Nm, respectivamente. Talvez a maior média de idade de Ramsay, comparado à do presente estudo, explique seus valores ligeiramente maiores.

Apesar de os resultados não nos surpreenderem e estarem sendo descritos na literatura (Blimkie, 1989; Mafulli, King & Helms, 1994; Paasuke, Ereline & Gapeyeva, 2001; Parker,

Round, Sacco & Jones, 1990), inclusive em forma de estudos longitudinais (Andersen & Henckel, 1987), o presente estudo apresentou alguns aspectos originais como a incorporação de medida de força realizada por meio de uma maneira padronizada em equipamento computadorizado, sendo que o mesmo protocolo foi aplicado para seis grupos simultaneamente. Desconhecemos outro estudo que avaliou, utilizando o CYBEX, as forças isométrica e isocinética de FC e EJ em uma

amostra de meninos e meninas saudáveis e não-atletas de diferentes graus maturacionais. Esse fato, apesar de tornar escassa a comparação dos nossos resultados com outros estudos, permitiu-nos montar e testar um protocolo de avaliação. As diferenças entre grupos parecem evidentes, mas mais do que tentar detectar essas diferenças, esses dados possibilitarão futuras análises com grupos como crianças atletas ou doentes crônicas.

---

## ABSTRACT

### COMPUTERIZED DINAMOMETRY AS A METHOD OF EVALUATION OF MUSCLE STRENGTH OF BOYS AND GIRLS OF DIFFERENT MATURATIONAL STAGES

The purpose of this study was to describe the isometric and isokinetic muscular strength in boys and girls of different maturational stages. A total of 57 healthy, caucasian and non-athlete children and adolescents participated in this study. Of the 28 boys, 11 were prepubescents (PP), 7 pubescents (PU), and 10 postpubescents (PO). Of the 29 girls, 10 were PP, 9 PU e 10 PO. A computerized dynamometer (Cybex Norm) was used to measure the isometric strength of elbow flexor (EF) at the angles of 60 and 90° and the knee extension (KE) at 45 and 60°. The isokinetic strength was measured in the same exercises at the velocities of 60 and 90°s<sup>-1</sup>. Analyses of variance (ANOVA), with two factors (gender and maturation) was used for comparisons, considering  $p < 0.05$  as the significance level and the Tuckey test to locate the differences. The EF strength was significantly influenced by gender and maturational stage in the isometric tests in a way that differences between gender occurred from puberty. In these tests, the strength of PU boys was about 30% higher than that of the PU girls, and 77% higher than that of PP boys. The KE strength was significantly influenced by gender and maturational stage in the isokinetic tests, in which PU boys were about 27% stronger than the PU girls and 97% (at 90°s<sup>-1</sup>) stronger than the PP boys. When strength was divided by height, boys remained stronger than girls within the same maturational group, excepting the EF isometric tests. Thus, this description gives some reference values of muscular strength of EF and KE according to gender and maturational stage.

UNITERMS: Muscular strength; Children; Puberty; Cybex.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, J.; MOLNAR, G.E. Muscular strength in children: preliminary report on objective standards. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Chicago, v.54, p.424-7, 1973.

ANDERSEN, L.B.; HENCKEL, P. Maximal voluntary isometric strength in Danish adolescents 16-19 years of age. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, Berlin, v.56, p.83-9, 1987.

BADILLO, J.J.G.; AYESTARÁN, E.G. *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. 2.ed. Madrid: INDE, 1997.

BEUNEN, G.; THOMIS, M. Muscular strength development in children and adolescents. *Pediatric Exercise Science*, Champaign, v.12, p.174-97, 2000.

BLIMKIE, C.J.R. Age and sex associated variation in strength during childhood; anthropometric, morphologic, neurologic, biomechanical, endocrinologic, genetic and physical activity correlates. In: GISOLFI, C.V.; LAMB, D.R. (Eds.). *Youth exercise and sport*. Indianapolis: Benchmark, 1989. p.99-163.

FALK, B.; TENENBAUM, G. The effectiveness of resistance training in children: a meta-analysis. *Sports Medicine*, Auckland, v.22, n.3, p.176-86, 1996.

FERREIRA, M.; FRANÇA, N.M.; SOUZA, M.T.; MATSUDO, V.K.R. Comparação da aptidão física de escolares de Itaquera e São Caetano do Sul. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, São Caetano do Sul, v.4 n.2, p.19-27, 1990.

GAYA, A.; CARDOSO, M.; SIQUEIRA, O.; TORRES, L. Crescimento e desempenho motor em escolares de 7 a 15 anos provenientes de famílias de baixa renda. In: Indicadores para o planejamento de programas e educação física voltados à promoção da saúde. **Revista Movimento**, Porto Alegre, v.4, n.6, p.1-24, 1997. (Especial: Temas Polêmicos).

GUEDES, D.P.; BARBANTI, V. Desempenho motor em crianças e adolescentes. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.9, n.1, p.37-50, 1995.

HANSEN, L.; BANGSBO, J.; TWISK, J.; KLAUSEN, K. Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.87, n.3, p.1141-7, 1999.

HEBESTREIT, H.; MIMURA K-I.; BAR OR, O. Recovery of muscle power after high-intensity short-term exercise: comparing boys and men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.74, p.2875-80, 1993.

KEMPER, H.C.J.; VERSCHUUR, R.; MEY, L. Longitudinal changes of aerobic fitness in youth ages 12 to 23. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v.1, p.257-70, 1989.

LOHMANN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1991.

McARDLE, W.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. Evaluating energy-generating capacities during exercise. In: \_\_\_\_\_. **Essentials of exercise physiology**. 2nd.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 2000. p.183.

MAFULLI, N.; KING, J.B.; HELMS, P. Training in elite youth athletes [the training of young athletes (TOYA) study]: injuries, flexibility and isometric strength. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.28, n.2, p.123-36, 1994.

MALINA, R.; BOUCHARD, C. **Growth, maturation, and physical activity**. Champaign: Human Kinetics, 1991.

MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.K.R. Validity of self-evaluation on determination of sexual maturation level. In: CLAESSENS, A.C.; LEFEVRE, J.; VANDEN EYNDE, E.B. (Eds.). **Worldwide variation in physical fitness**. Leuven: Institute of Physical Education, 1993. p.106-9.

MEYER, F. Avaliação da saúde e aptidão física para recomendação de exercício em pediatria. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.5, n.1, p.1-3, 1999.

MONTEIRO, W.D. Força muscular: uma abordagem fisiológica em função do sexo, idade e treinamento. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v.2, p.50-66, 1997.

PAASUKE, M.; ERELIN, J.; GAPEYEVA, H. Knee extensor muscle strength and vertical jumping performance characteristics in pre- and post-pubertal boys. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v.13, p.60-9, 2001.

PARKER, D.F.; ROUND, J.M.; SACCO, P.; JONES, D.A. A cross-sectional survey of upper and lower limb strength in boys and girls during childhood and adolescence. **Annals of Human Biology**, London, v.17, n.3, p.199-211, 1990.

RAMSAY, J.A.; BLIMKIE, C.J.; SMITH, K.; GARNER, S.; MacDOUGALL, J.D.; SALE, D.G. Strength training effects in prepubescent boys. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.22, n.5, p.605-14, 1990.

SLAUGHTER, M.H.; LOHMAN, T.G.; BOILEAU, R.A.; HORSWILL, C.A.; STILLMAN, R.J.; VANLOAN, M.D.; BEMBEN, D.A.A. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**, Detroit, v.60, p.709-23, 1988.

TANNER, J.M. **Growth and adolescence**. Oxford: Blackwell Scientific, 1962.

WELTMAN, A.; JANNEY, C.; RIAN, C.B.; STRAND, K.; BERG, B.; TIPPITT, S.; WISE, J.; CAHILL, B.R.; KATCH, F.I. The effects of hydraulic-resistance strength training in prepubertal males. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.18, n.6, p.629-38, 1986.

Recebido para publicação em: 24 jan. 2002

1a. revisão em: 09 abr. 2002

2a. revisão em: 06 jun. 2002

Aceito em: 11 jun. 2001

ENDEREÇO: Flávia Meyer

Escola de Educação Física - UFRGS

R. Felizardo Furtado, 750 Jardim Botânico

90690-200 Porto Alegre - RS BRASIL

e-mail: flaviameyer@uol.com.br

schneiderpatricia@hotmail.com