



Trabalho de Investigação

**Força da preensão da mão em crianças portuguesas
dos 11 aos 15 anos.**

**Hand Grip Strength in Portuguese children of 11 to 15
years.**

Helena Isabel Morim Carreira

Orientada por: Prof. Doutora Cármen Brás Silva.

Co-orientada por: Prof. Doutora Teresa Amaral

Porto, 2009

Dedicatória

Aos meus pais.

Agradecimentos

À Prof. Doutora Teresa Amaral.

À Prof. Doutora Cármen Brás Silva.

Ao Prof. Doutor Bruno Oliveira.

Ao Mestre Ivo Seco.

Resumo

Introdução: A determinação da força de preensão da mão é um método objectivo que avalia a integridade dos membros superiores. É também usada como indicador da saúde em geral. Este método está incorporado em vários grupos de testes que avaliam a função muscular em crianças, sabendo-se que esta se desenvolve com a idade, pelo que é necessário estabelecer um parâmetro comparativo para avaliação.

Objectivo: O objectivo foi determinar valores médios de força muscular para cada faixa etária, para o sexo masculino e para o sexo feminino, e investigar a relação com o peso e a altura, entre crianças dos 11 aos 15 anos.

Métodos: Foram analisados os valores de força muscular de 215 crianças, obtidos com o dinamómetro analógico *Jamar Hydraulic Hand*®.

Resultados: O sexo masculino apresenta valores mais elevados de força muscular que o sexo feminino para todas as faixas etárias. Observaram-se diferenças significativas entre a força muscular de mão das várias faixas etárias ($p=0,000$). Contudo, não se observam diferenças significativas entre os sexos. Foi encontrada correlação forte entre a força muscular e a idade ($p=0,710$, $p=0,000$) e correlações moderadas entre a força muscular e o peso ($p=0,685$, $p=0,000$) e entre a força muscular e a altura ($p=0,718$, $p=0,000$).

Conclusão: Os valores apresentados podem ser utilizados para comparação com crianças da mesma faixa etária.

Abstract

Introduction: The determination of grip force is an objective method of evaluation of the integrity of upper members. It is also used as an indicator of general health. This method makes part of several batteries of tests which evaluate the muscular function in children, knowing that its development is dependent on age, so it is necessary establish a comparative to evaluation.

Objectives: Determinate average values of grip strength in each age from 11 to 15 years old, to both sexes. Investigate the relationship between grip strength and height and weight.

Methods: The values of grip force of 215 children, obtained with the dynamometer Jamar ®, were analysed with SPSS.

Results: The male sex has highest values of grip strength that females, for every age analyzed. Significant statistical differences were observed between the several ages ($p=0,000$). However, differences between sexes weren't observed. It was found a strong correlation between grip force and age ($\rho=0,710$, $p=0,000$), and moderate correlations between grip strength and weight ($\rho=0,685$, $p=0,000$) and grip strength and height ($\rho=0,718$, $p=0,000$).

Conclusion: The values here presented can be used to comparative evaluation in children's of the same age.

Palavras-chave

Palavras-chave: força muscular da mão, crianças, dinamómetro, *Jamar*®

Hydraulic Hand.

Key-words

Key-words: hand grip force, children's, dynamometer, Jamar® *Hydraulic Hand*.

Índice

Dedicatória	ii
Agradecimentos	iii
Resumo	iv
Abstract	v
Palavras-chave.....	vi
Key-words	vii
Índice de tabelas	9
Índice de gráficos	10
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJECTIVOS.....	4
3. AMOSTRA, INSTRUMENTOS E MÉTODOS	5
3.1. Amostra	5
3.2. Instrumentos e métodos	6
3.3. Análise estatística	7
4. RESULTADOS	8
5. DISCUSSÃO	11
6. CONCLUSÃO.....	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

Índice de tabelas

Tabela 1 – Distribuição da amostra por idades e por sexo	6
Tabela 2 – Força Muscular (kgf) referente ao sexo masculino (n=112)	9
Tabela 3 – Força Muscular (kgf) referente ao sexo feminino (n=102)	9
Tabela 4 – Valores médios, em kgf, apresentados por diferentes investigadores, comparativamente aos dados do presente estudo.....	14

Índice de gráficos

Gráfico 1 – Diagrama de caixa de bigodes para a força muscular de cada faixa etária de cada sexo 8

Gráfico 2 – Ilustração representativa do desenvolvimento da força muscular de mão, no sexo feminino, com a idade, para os vários estudos 13

Gráfico 3 – Ilustração representativa do desenvolvimento da força muscular de mão, no sexo masculino, com a idade, para os vários estudos 13

1. INTRODUÇÃO

A força muscular da mão representa um índice objectivo da integridade funcional dos membros superiores e é frequentemente usada na monitorização da normal função motora ⁽¹⁻³⁾. A força de preensão palmar reflecte a força isométrica das extremidades superiores e como se correlaciona com outros grupos musculares tem sido usada frequentemente em adultos como um indicador de saúde geral ⁽³⁻⁶⁾. É também referida como um dos métodos clínicos mais fiáveis para estimativa da força geral ⁽⁵⁾.

Em idade pediátrica, a função muscular pode ser avaliada pela medição da força de preensão isométrica máxima. Esta força é gerada de modo anaeróbio, principalmente por fibras musculares tipo II e está, deste modo relacionada com características como a idade, o peso e a altura, que reflectem o desenvolvimento do músculo esquelético dependente da idade ⁽⁷⁾. O desenvolvimento pós-natal das fibras musculares é determinante na força muscular adulta, sendo que os componentes externos do desenvolvimento pré-pubertário e pubertário têm efeitos na força da vida adulta. Este efeito pode variar com o género, como resultado de maior influência das hormonas sexuais na força muscular do sexo masculino, em comparação com o feminino⁽⁸⁾.

Admitindo que a função palmar se desenvolve com o crescimento da criança⁽⁹⁾, as normas de referência para a função palmar serão úteis na interpretação dos valores obtidos⁽¹⁰⁾ e na pesquisa e diferenciação de doenças que se sabem interferir na força muscular. A força de preensão palmar tem sido usada em crianças como rotina de avaliação da função da mão ⁽¹¹⁾, tendo sido incluída em muitas séries de testes que avaliam o sistema motor em crianças,

relacionando-se a diminuição da força de preensão em crianças com várias doenças e lesões ^(1, 2), uma vez que se tem descrito que a força muscular é significativamente menor em crianças com certas patologias, entre as quais: as neuromusculares ^(5, 12), as doenças cardiovasculares, a diabetes⁽¹³⁾, a desnutrição ^(2, 11, 14-16), a paralisia cerebral, a síndrome nefrótica e a insuficiência renal crónica ⁽¹⁷⁻¹⁹⁾, entre outras ⁽²⁰⁻²²⁾, comparativamente com crianças normais. Contudo, mesmo entre crianças da mesma idade encontra-se geralmente grande variabilidade de força. Assim, é essencial obter valores médios para grupos de diferentes idades que permitirão interpretar resultados e estabelecer metas adequadas aos tratamentos, além da sua aplicação clínica de avaliação da inabilidade, respostas a tratamentos e avaliação da possibilidade de um paciente retornar as actividades da vida diária ^(3, 17).

O estudo da associação entre variáveis antropométricas com a predição da força muscular demonstra que o peso corporal e o IMC são os que mais se associam ⁽²⁾. Também se verificou uma correlação forte entre a força muscular, massa muscular e massa óssea ⁽²³⁾ uma vez que as principais forças aplicadas aos ossos se devem à contracção muscular, a força do osso também se correlacionará com a força dos músculos a ele ligados ⁽²⁴⁾. A força muscular é apontada como sendo um dado de previsão independente da massa mineral óssea em ambos os sexos ⁽²⁵⁾.

Estudos como este tornam-se importantes para compreender as mudanças que têm vindo a acontecer, principalmente nos países ocidentais, devido a baixa actividade física, e má nutrição derivada de alta ingestão

energética ⁽⁷⁾. Admite-se que a força muscular pode mudar ao longo das gerações e também ser diferente entre culturas ⁽¹⁾.

Para medição da força palmar utiliza-se o dinamómetro, que é um equipamento simples, barato, facilmente transportável, rápido de usar e acima de tudo, eficaz ^(4, 11, 26, 27). O dinamómetro Jamar [®] é amplamente usado ^(11, 27) e é o recomendado pela *American Society of Hand Therapists* para a medição da força muscular ⁽²⁸⁾. Apresenta-se como um instrumento fiável e válido quando calibrado adequadamente, usado em posição padronizada e de acordo com as instruções ^(28, 29). Este método obteve alta reprodutibilidade em estudos anteriores sendo o seu uso apontado como um excelente método para avaliar com precisão a força muscular da mão ^(3, 30). Foi também demonstrado que o tipo de instruções, o encorajamento verbal e o *feedback* visual tem efeitos positivos na força palmar máxima ⁽³¹⁾.

O conhecimento de valores de referência na população saudável irá permitir a avaliação não só em ambiente hospitalar como também em investigação, particularmente em estudos populacionais, uma vez que é um método de avaliação de baixo custo ⁽¹⁴⁾.

2. OBJECTIVOS

O objectivo deste estudo foi avaliar a força de apreensão da mão de modo a criar dados de referência em crianças portuguesas. Foram objectivos específicos descrever a evolução da força muscular com a idade, examinar diferenças entre rapazes e raparigas e investigar a sua relação com parâmetros antropométricos como o peso e a altura.

3. AMOSTRA, INSTRUMENTOS E MÉTODOS

3.1 Amostra

O presente estudo transversal insere-se no estudo CRASH (Conhecimento da Realidade Alimentar da Senhora da Hora).

Foram recrutadas as crianças que frequentavam entre o 5º e o 9º ano de uma escola do ensino básico E. B. 2,3 da Senhor da Hora, no distrito do Porto, pertencentes à área urbana e suburbana. A amostragem ocorreu por estratificação, tendo sido seleccionadas tantas turmas quantas as necessárias para que o número de indivíduos representasse cerca de 30% do número de alunos de cada ano. Todas as crianças e os seus pais obtiveram informação sobre o objectivo do estudo e deram o seu consentimento informado verbal.

As crianças incluídas no estudo eram caucasianas e não apresentavam dor ou patologia nas extremidades que afectasse a força muscular. A amostra obtida inicialmente é constituída por um total de 234 crianças, 113 indivíduos do sexo feminino e 121 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 10 e os 18 anos. Foram excluídas do estudo as crianças que apresentavam patologia que afectasse a força muscular, nomeadamente doença renal (n=1) e esclerose múltipla (n=1). Foram ainda excluídas 18 crianças por se considerar que o baixo tamanho amostral nos respectivos grupos etários não permitia a representação na faixa etária que as caracterizava (10 anos, n=9; 16 anos, n=7, 17 anos, n=1 e 18 anos, n=1). Assim, foram analisados os dados relativos a 214 crianças, 112 indivíduos do sexo masculino e 102 do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 11 e os 15 anos.

Idade	Sexo Masculino n = 112	Sexo Feminino n = 102
11	35	29
12	29	32
13	16	13
14	24	17
15	8	11

Tabela 1 – Distribuição da amostra por idades e por sexo.

3.2 Instrumento e Métodos

O instrumento de medição utilizado foi o JAMAR® *Hydraulic Hand Dynamometer*. Os resultados foram medidos em kgf e a menor divisão da escala é de 2 kgf. O dinamómetro foi calibrado em laboratório de metrologia nacional CATIM (Centro de Apoio á Indústria Metalomecânica). O erro detectado por comparação da força exercida com uma conhecida foi incorporado nos dados obtidos, utilizando a fórmula: erro (kgf) = - 0,047 x medição (kgf) + 1,2278.

Cada criança foi questionada sobre qual a sua mão dominante e foi instruída para apertar o instrumento de medição Jamar ® segundo recomendações da *American Society of Hand Therapist*. Tendo em atenção que a força muscular é influenciada pela posição em que é medida ⁽³²⁾, as medições foram efectuadas em posição sentada, com o braço não apoiado ao lado do corpo e o ombro em adução, com o cotovelo flectido num ângulo de 90º e o pulso em posição neutra, segundo as recomendações da *American Society of Hand Therapist* ^(10, 33).

As crianças receberam encorajamento verbal no sentido de imprimir a sua força máxima. Um medidor treinado observou as medições e registou o valor mais elevado de três medições. O dinamómetro foi ajustado para o tamanho da mão da criança.

A medição da altura foi efectuada utilizando o estadiómetro Siber[®] a menor escala de 0,1 cm. O peso foi obtido utilizando a balança Soehnle[®], com sensibilidade de 0,1Kg.

3.3 Análise Estatística

Foram calculadas frequências absolutas e relativas. Utilizou-se os coeficientes de assimetria e de achatamento para averiguar a normalidade da amostra. As diferenças de força muscular entre dois grupos foram calculadas pela prova de Mann-Whitney. Compararam-se os valores de força muscular da mão entre mais que 2 grupos pela prova de Kruskal-Wallis. Consideraram-se significativos os resultados para $p < 0,05$. Para avaliar a associação entre duas variáveis foi usado o coeficiente de correlação de Spearman. Para tratamento dos dados foi usado o *software* estatístico *SPSS (Statistical Package for Social Sciences)* versão 14.0.

4. RESULTADOS

O gráfico 1 representa os valores de força muscular por grupo de idade, para os diferentes sexos. Em ambos os sexos é possível observar que a força muscular aumenta com a idade, sendo que este aumento é mais notório no sexo masculino.

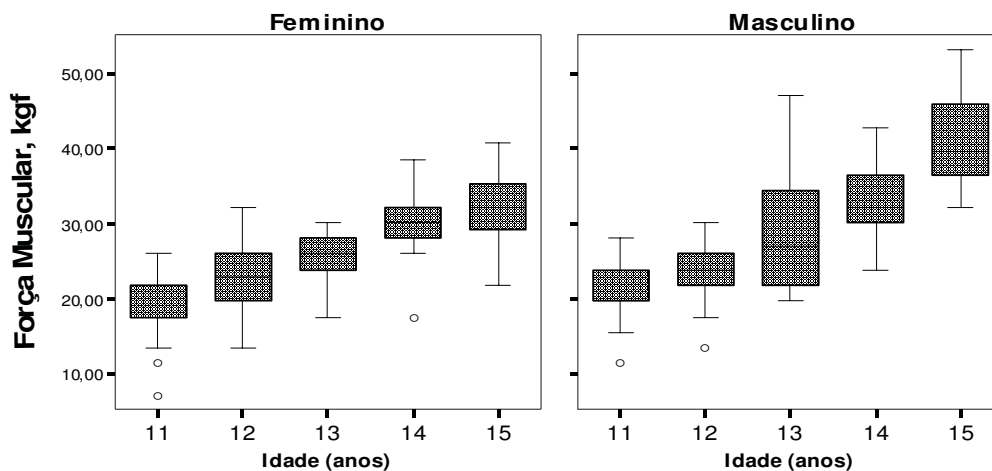


Gráfico 1 – Diagrama de caixa de bigodes para a força muscular de cada faixa etária de cada sexo. Cada caixa representa o percentil 25 a 75. A linha horizontal representa a mediana (percentil 50). As linhas que se estendem acima e abaixo representam a variação total, com a exceção dos círculos que representam os *outliers*.

O sexo masculino apresenta valores mais elevados de força muscular que o sexo feminino para todas as faixas etárias, como pode ser observado nas tabelas 1 e 2. Estão também indicados a altura e o peso médios para cada faixa etária.

Idade (anos)	N	Força Muscular (kgf)	Altura (cm)	Peso (kg)
11	35	21,2 ± 3,8 (11,3 – 28,1)	143,4 ± 7,0 (126,6 – 156,5)	38,8 ± 7,9 (25,0 – 56,0)
12	29	23,7 ± 4,0 (13,4 – 30,2)	151,7 ± 8,5 (132,0 – 172,5)	50,1 ± 12,6 (28,0 – 76,0)
13	16	29,0 ± 8,3 (19,7 – 46,9)	156,9 ± 10,3 (141,0 – 174,0)	52,8 ± 16,1 (30,0 – 80,0)
14	24	33,1 ± 4,8 (23,9 – 42,7)	163,6 ± 7,7 (149,2 – 180,4)	53,8 ± 8,2 (40,0 – 72,0)
15	8	41,2 ± 7,1 (32,3 – 53,2)	175,2 ± 9,3 (153,3 – 184,0)	63,9 ± 11,1 (51,9 – 79,0)

Tabela 2. Força Muscular (kgf) referente ao sexo masculino ($n=112$).

Apresentados como a média ± desvio padrão (mínimo – máximo).

Idade (anos)	N	Força Muscular (kgf)	Altura (cm)	Peso (kg)
11	29	19,9 ± 4,3 (7,1 – 26,0)	144,4 ± 7,3 (131,4 – 158,0)	41,6 ± 8,0 (28,0 – 55,0)
12	32	23,6 ± 4,9 (13,4 – 32,3)	153,2 ± 5,5 (145,5 – 166,0)	48,2 ± 9,5 (35,0 – 72,0)
13	13	25,5 ± 3,7 (17,6 – 30,2)	156,9 ± 6,5 (148,0 – 169,0)	50,9 ± 9,0 (37 – 70)
14	17	30,5 ± 4,9 (17,6 – 38,6)	159,3 ± 5,5 (148,9 – 168,0)	58,9 ± 12,8 (42,0 – 85,0)
15	11	32,1 ± 5,6 (21,8 – 40,7)	162,3 ± 7,2 (154,0 – 178,0)	58,7 ± 6,3 (50,0 – 68,0)

Tabela 3. Força Muscular (kgf) referente ao sexo feminino ($n=102$). Valores

representam a média ± desvio padrão (mínimo – máximo).

Por se tratar de uma amostra com um número de indivíduos elevada, utilizou-se os coeficientes de simetria e achatamento, ao invés da prova de Kolmogorov-Smirnov. Analisando os coeficientes de simetria e achatamento, verifica-se que são 0,739 e 0,948 respectivamente. Estes valores encontram-se fora dos limites aceitáveis para considerar a amostra próxima do normal.

Pela prova de Kruskal-Wallis observou-se que entre os grupos de idades analisados existem diferenças significativas ($p < 0,000$).

Contudo, entre os dois sexos não se verificaram diferenças entre os valores médios, como observado pelo resultado da prova de Mann-Whitney ($z = -1,43$ e $p = 0,153$).

Foi encontrada correlação forte entre a força muscular e a idade ($\rho = 0,710$, $p = 0,000$) e correlações moderadas entre a força muscular e o peso ($\rho = 0,685$, $p = 0,000$) e entre a força muscular e a altura ($\rho = 0,718$, $p = 0,000$). Observou-se também uma correlação forte entre o peso e a altura ($\rho = 0,772$, $p = 0,000$) e ainda correlações moderadas entre a altura e a idade ($\rho = 0,723$, $p = 0,000$). Analisando a prática de actividade física verificou-se uma correlação fraca com a força muscular ($\rho = 0,043$, $p = 0,534$).

5. DISCUSSÃO

Este estudo apresenta valores de referência de força muscular de preensão da mão em crianças dos 11 aos 15 anos de idade, usando o dinamómetro analógico Jamar ®. O aumento da força muscular com a idade é mais notório nas crianças do sexo masculino embora não se encontrem resultados significativos entre os dois sexos. Contudo, comparando os indivíduos por faixa etária verificam-se diferenças significativas na força muscular destes. Encontram-se correlações entre a força muscular e a idade, e entre a força muscular e as medidas antropométricas (altura e peso). Estes resultados são concordantes com os trabalhos prévios em que foi avaliada a força muscular em crianças ^(1, 5, 9, 10, 34-37), nomeadamente na observação do aumento da força muscular com a idade ^(1, 5, 9, 34, 36) e a correlação positiva da força muscular da mão com a altura e o peso ^(1, 5).

O aumento mais acentuado na força muscular dá-se dos 13 para os 14 anos, no sexo feminino. No sexo masculino, verifica-se que o aumento se dá mais cedo, dos 12 para 13 anos. Isto sugere que o sexo masculino apresenta um desenvolvimento da força anterior ao sexo feminino, o que pode ser relacionado com a maior influência das hormonas sexuais na força muscular nos rapazes do que nas raparigas, durante a puberdade ⁽¹²⁾. Neu *et al* ⁽¹²⁾ concluíram que o crescimento muscular é característico do género e é influenciado por mudanças hormonais. Ainda Neu *et al* ⁽¹²⁾ apontam que os rapazes, em média tornam-se mais altos que as raparigas, dado encontrado no presente estudo após os 14 anos de idade e correlacionado moderadamente com a força muscular. Este resultado é associado ao desenvolvimento da força

muscular típica do sexo que contribui para o aumento da massa muscular nos rapazes em comparação com as raparigas.

Também será oportuno salientar que nestas faixas etárias, as crianças estão a passar por um processo de maturação biológica, cujos estados podem ser diferentes em relação aos seus pares da mesma idade cronológica, influenciando os resultados de testes físicos^(38, 39). Assim, segundo Kuh *et al*, no sexo masculino, o peso aparenta estar mais relacionado com a força muscular, enquanto no sexo feminino é a altura que mais se relaciona com a força muscular⁽²³⁾.

Comparando os dados de força muscular obtidos com dados de outros países como a Espanha⁽³⁵⁾, a Suécia⁽¹⁾, a Austrália⁽⁵⁾ e a Bélgica⁽³⁴⁾ verifica-se um desenvolvimento semelhante da força muscular com a idade, aumentando com a idade. Contudo, para o sexo feminino, os valores de força muscular obtidos no presente estudo são superiores nas várias as faixas etárias para os estudos anteriormente referidos, com excepção do estudo com crianças belgas de De Smet *et al*⁽³⁴⁾, que apresenta valores de força muscular superiores no grupo etário dos 12 anos e dos 14 anos. As crianças do sexo masculino apresentam um desenvolvimento semelhante e valores de força muscular semelhantes aos de outros estudos supra-citados. Os gráficos 2 e 3 ilustram o desenvolvimento da força com a idade, entre os vários estudos considerados, para o sexo feminino e masculino, respectivamente. Os dados referentes ao estudo de australiano de Newman *et al*, são aproximados, pela indisponibilidade de leitura de valores exactos, uma vez que são apresentados

sob a forma de gráfico. Os valores apresentados em Newton (N) foram convertidos a quilograma-força pela divisão por 9,80665.

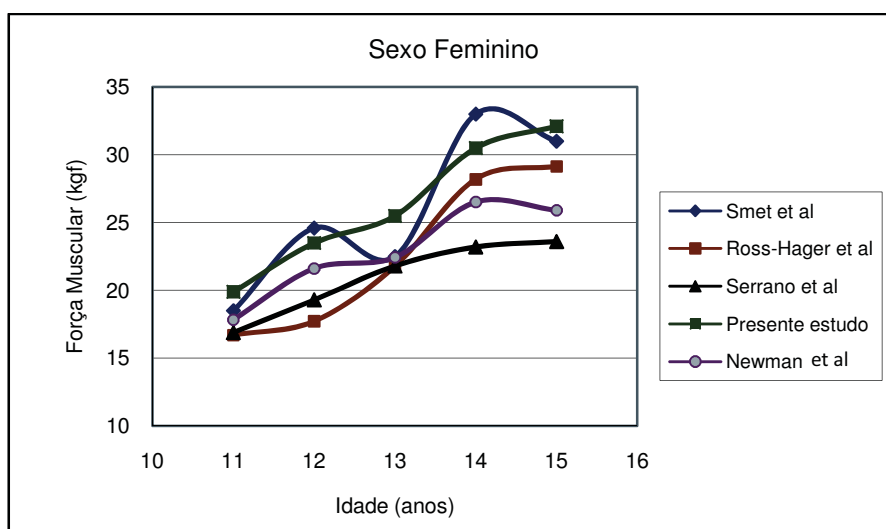


Gráfico 2. Ilustração representativa do desenvolvimento da força muscular de mão, no sexo feminino, com a idade, para os vários estudos. Estão representados os valores médios para cada grupo etário.

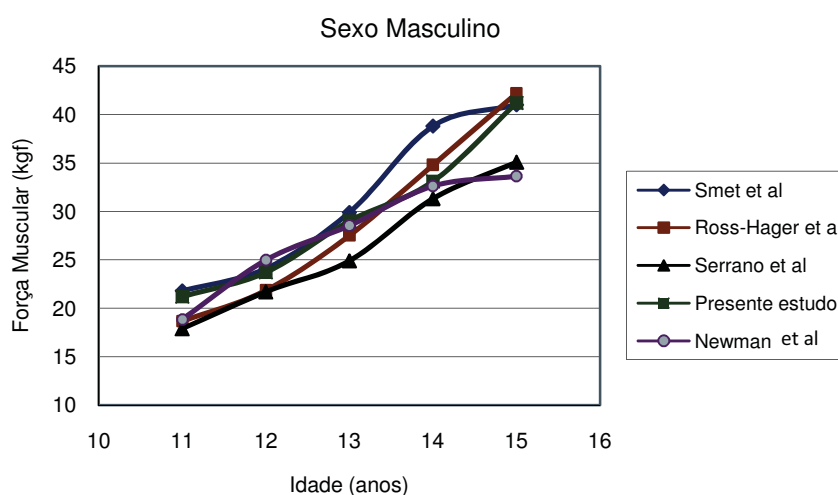


Gráfico 3. Ilustração representativa do desenvolvimento da força muscular de mão, no sexo masculino, com a idade, para os vários estudos. Estão representados os valores médios para cada grupo etário.

A tabela 3 apresenta os valores de força muscular médios obtidos pelos vários investigadores. Nesta não se apresentam os dados referentes ao estudo de australiano de Newman *et al*, pelo motivo anteriormente referido. Os valores apresentados de Serrano *et al* correspondem aos valores da mão que obteve valores mais elevados de força muscular da muscular, admitindo-se que a mão dominante é tida como sendo mais forte que a mão não dominante. Em relação aos valores apresentados na tabela referentes a Smet *et al*, estes correspondem aos valores mais elevados relativos à da mão dominante, fosse ela a esquerda ou a direita.

		Autor	<i>De Smet et al</i>	<i>Ross-Hager et al</i>	<i>Serrano et al</i>	Presente estudo
		País	Bélgica	Suécia	Espanha	Portugal
		Ano	2001	2002	2008	2008
		Dinamómetro	Jamar ®	Grippit ®	Portable ®	Jamar ®
Sexo Feminino	Idade	11	18,5	16,7	16,9	19,9
		12	24,6	17,7	19,3	23,5
		13	22,5	21,8	21,8	25,5
		14	33	28,2	23,2	30,5
		15	31	29,1	23,6	32,1
Sexo masculino	Idade	11	21,8	18,7	17,9	21,2
		12	24,1	21,9	21,7	23,7
		13	29,9	27,5	24,9	29
		14	38,8	34,8	31,33	33,1
		15	41	42,2	35,1	41,2

Tabela 4. Valores médios, em kgf, apresentados por diferentes investigadores, comparativamente com os dados do presente estudo.

Será oportuno referir que os dados dos vários estudos foram obtidos com dinamómetros diferentes, nomeadamente um dinamómetro digital ⁽³⁵⁾, o Grippit ®⁽¹⁾, o *strain-gauge dynamometer*⁽⁵⁾, além do Jamar ®^(9, 34). Será

interessante observar que os valores mais elevados foram obtidos com o mesmo dinamómetro, o dinamómetro analógico Jamar ®.

Além de dinamómetros diferentes, também se verifica na literatura o uso de procedimentos diferentes em vários estudos ^(5, 9, 11, 34) incluindo a postura, que é descrita como influenciadora da força muscular ^(11, 12, 40).

Este estudo usou para avaliação da força muscular a mão dominante. A mão dominante é tida como sendo mais activa, levando a um maior desenvolvimento das fibras musculares em relação à mão não dominante, o que poderia traduzir em mais força. Em 1985, Mathiowetz *et al* ⁽¹⁰⁾ verificou que dominância de mão não afecta os níveis de força em adultos. Outros estudos referem que a mão dominante é cerca de 10% mais forte que a não dominante. Estes dados demonstram a inconsistência entre estudos.

A medição da força muscular é uma importante medida avaliação da função muscular, por isso torna-se necessária a padronização dos métodos para que se torne possível a comparação dos resultados das diferentes populações. O dinamómetro Jamar ® é geralmente aceite e as recomendações da *American Society of Hand Therapist* possibilitam a uniformização ⁽³⁴⁾.

Ainda quanto à metodologia, apesar de Mathiowetz *et al* ⁽⁴¹⁾ ter encontrado uma menor correlação quando se usou a medição mais alta ou apenas uma medição em comparação com a utilização da média de três medições com o Jamar ®, um estudo mais recente ⁽³⁰⁾ refere que pode ser utilizada quer a média das medições, quer o valor mais alto. Contudo, maior

uniformização dos procedimentos é necessária, pois permitiria a comparação dos resultados com mais fiabilidade.

Rauch *et al* ⁽²⁷⁾ refere que a avaliação dos valores de força muscular em função da idade não é a mais prática, podendo levar a falsos resultados de disfunção muscular se a criança apresentar uma pequena estatura, uma vez que o sistema muscular desta precisa estar primeiramente adaptado ao tamanho do seu corpo. Os dados aqui apresentados, incluem referências sobre o peso e altura médios, mínimo e máximo.

Os estudos que avaliaram a influência da actividade física na força muscular de crianças mostraram que esta aumenta naqueles que praticam regularmente e com as intensidades avaliadas ^(26, 27, 36, 42). Neste estudo 26,7 % das crianças praticam mais de 3 horas de actividade física por semana, contudo consideramos esta prática normal. Os outros estudos que apresentam valores de força muscular em crianças não avaliam a prática de actividade física entre a amostra estudada, não nos permitindo inferir sobre a influência da actividade física nos dados apresentados.

Rauch *et al* ⁽²⁷⁾ sugerem que a força muscular apresenta diferenças entre populações distintas e mesmo entre gerações de uma mesma população, já que se tem verificado um aumento no peso corporal das crianças. Este estudo vem mostrar valores de força muscular de mão superiores a vários anteriormente descritos, podendo ser mais um dado para confirmar as diferenças entre populações. Apesar de no presente estudo o peso e a altura estarem correlacionados positivamente com a força muscular, neste estudo não nos é possível comparar com gerações anteriores pois este é o primeiro

estudo, no conhecimento dos autores, envolvendo crianças portuguesas. Apesar de se ter encontrado correlações positiva entre a força muscular e as medidas antropométricas como a altura e o peso, a comparação deverá ser cautelosa e ajustada para outros países com características genéticas diferentes ⁽⁴⁾.

A força de preensão palmar é um dos elementos básicos para a pesquisa das capacidades manipulativas, de força e de movimento da mão, podendo fornecer pistas, ainda que indirectas, sobre o desenvolvimento neurobiológico do indivíduo ^(3, 43, 44). Também tem sido usada como pesquisa da função dos neurónios motores superiores e o funcionamento das unidades motoras ^(5, 44). São poucos os estudos que avaliam a força muscular em crianças ⁽¹⁾. O presente estudo apresenta valores de referência para crianças dos 11 aos 15 anos Portuguesas que podem ser usadas como parâmetro comparativo na avaliação da força muscular em crianças da mesma faixa etária, uma vez que para o conhecimento dos autores não existam valores de referência na população portuguesa.

6. CONCLUSÃO

Este estudo apresenta valores de força muscular em uma amostra de crianças entre os 11 e os 15 anos. Foram observados valores mais elevados que os apresentados na maioria dos estudos envolvendo crianças de outros países, para o sexo feminino.

Encontraram-se correlações moderadas entre a força muscular e o peso ($\rho=0,685$, $p=0,000$) e entre a força muscular e a altura ($\rho=0,718$, $p=0,000$).

Estes valores podem ser utilizados para comparação com crianças da mesma faixa etária.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hager-Ross C, Rosblad B. Norms for grip strength in children aged 4-16 years. *Acta Paediatr.* 2002; 91(6):617-25.
2. Jurimae T, Hurbo T, Jurimae J. Relationship of handgrip strength with anthropometric and body composition variables in prepubertal children. *Homo.* 2008;
3. Moura P, Moreira D, Caixeta, A. Hand strength in healthy children and teenagers. *Rev Paul Ped.* 2008; 26(3):290-94
4. Frederiksen H, Hjelmberg J, Mortensen J, McGue M, Vaupel JW, Christensen K. Age trajectories of grip strength: cross-sectional and longitudinal data among 8,342 Danes aged 46 to 102. *Ann Epidemiol.* 2006; 16(7):554-62.
5. Newman DG, Pearn J, Barnes A, Young CM, Kehoe M, Newman J. Norms for hand grip strength. *Arch Dis Child.* 1984; 59(5):453-9.
6. Wind A, Takken T, Helder P, Engelbert R. Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults? *Eur J Pediatr.* 2009.

7. Fricke O, Schoenau E. Examining the developing skeletal muscle: Why, what and how? *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2005; 5(3):225-31.
8. Kuh D, Hardy R, Butterworth S, Okell L, Wadsworth M, Cooper C, et al. Developmental origins of midlife grip strength: findings from a birth cohort study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006; 61(7):702-6.
9. Yim SY, Cho, J. R., Lee, I. Y. Normative Data and Developmental Characteristics of Hand Function for Elementary School Children in Suwon Area of Korea: Grip, Pinch and Dexterity Study. *Journal Korean Medical Sciences.* 2003; 18:552-8.
10. Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1985; 66(2):69-74.
11. Espana-Romero V, Artero EG, Santaliestra-Pasias AM, Gutierrez A, Castillo MJ, Ruiz JR. Hand span influences optimal grip span in boys and girls aged 6 to 12 years. *J Hand Surg [Am].* 2008; 33(3):378-84.
12. Neu CM, Rauch F, Rittweger J, Manz F, Schoenau E. Influence of puberty on muscle development at the forearm. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2002; 283(1):E103-7.

13. Ozdirenc M, Biberoglu S, Ozcan A. Evaluation of physical fitness in patients with Type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* 2003; 60(3):171-6.
14. Budziareck MB, Pureza Duarte RR, Barbosa-Silva MC. Reference values and determinants for handgrip strength in healthy subjects. *Clin Nutr.* 2008; 27(3):357-62.
15. Kenjle K, Limaye S, Ghugre PS, Udipi SA. Grip strength as an index for assessment of nutritional status of children aged 6-10 years. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo).* 2005; 51(2):87-92.
16. Secker DJ, Jeejeebhoy KN. Subjective Global Nutritional Assessment for children. *Am J Clin Nutr.* 2007; 85(4):1083-9.
17. Merkies IS, Schmitz PI, Samijn JP, Meche FG, Toyka KV, van Doorn PA. Assessing grip strength in healthy individuals and patients with immune-mediated polyneuropathies. *Muscle Nerve.* 2000; 23(9):1393-401.
18. Taylor NF, Dodd KJ, Graham HK. Test-retest reliability of hand-held dynamometric strength testing in young people with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85(1):77-80.

19. Tenbrock K, Kruppa S, Mokov E, Querfeld U, Michalk D, Schoenau E. Analysis of muscle strength and bone structure in children with renal disease. *Pediatr Nephrol.* 2000; 14(7):669-72.
20. Burns J, Bray P, Cross LA, North KN, Ryan MM, Ouvrier RA. Hand involvement in children with Charcot-Marie-Tooth disease type 1A. *Neuromuscul Disord.* 2008; 18(12):970-3.
21. Mattar FL, Sobreira C. Hand weakness in Duchenne muscular dystrophy and its relation to physical disability. *Neuromuscul Disord.* 2008; 18(3):193-8.
22. Watanabe T, Owashi K, Kanauchi Y, Mura N, Takahara M, Ogino T. The short-term reliability of grip strength measurement and the effects of posture and grip span. *J Hand Surg [Am].* 2005; 30(3):603-9.
23. Kuh D, Bassey J, Hardy R, Aihie Sayer A, Wadsworth M, Cooper C. Birth weight, childhood size, and muscle strength in adult life: evidence from a birth cohort study. *Am J Epidemiol.* 2002; 156(7):627-33.
24. Schonau E, Schwahn B, Rauch F. The muscle-bone relationship: methods and management - perspectives in glycogen storage disease. *Eur J Pediatr.* 2002; 161 Suppl 1:S50-2.

25. Chan DC, Lee WT, Lo DH, Leung JC, Kwok AW, Leung PC. Relationship between grip strength and bone mineral density in healthy Hong Kong adolescents. *Osteoporos Int.* 2008; 19(10):1485-95.
26. Macfarlane TS, Larson CA, Stiller C. Lower extremity muscle strength in 6- to 8-year-old children using hand-held dynamometry. *Pediatr Phys Ther.* 2008; 20(2):128-36.
27. Rauch F, Neu CM, Wassmer G, Beck B, Rieger-Wettengl G, Rietschel E, et al. Muscle analysis by measurement of maximal isometric grip force: new reference data and clinical applications in pediatrics. *Pediatr Res.* 2002; 51(4):505-10.
28. Mathiowetz V. Comparison of Rolyan and Jamar dynamometers for measuring grip strength. *Occup Ther Int.* 2002; 9(3):201-9.
29. Massy-Westropp N, Rankin W, Ahern M, Krishnan J, Hearn TC. Measuring grip strength in normal adults: reference ranges and a comparison of electronic and hydraulic instruments. *J Hand Surg [Am].* 2004; 29(3):514-9.
30. Willeke A, André L, Fons J. Validity and reproducibility of the Jamar dynamometer in children aged 4 - 11 years. *Disability and Rehabilitation.* 2006; 28:21:1303-09.

31. Jung MC, M. S. H. Quantification of the effects of instruction type, verbal encouragement, and visual feedback on static and peak handgrip strength. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2004; 34:367-74.
32. Balogun JA, Akomolafe CT, Amusa LO. Grip strength: effects of testing posture and elbow position. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991; 72(5):280-3.
33. Hillman T, Nunes Q, Hornby S, Stanga Z, et al. A practical posture for hand grip dynamometry in the clinical setting. *Clinical Journal*. 2004; 24:224-28.
34. De Smet L, Vercammen A. Grip strength in children. *J Pediatr Orthop B*. 2001; 10(4):352-4.
35. Serrano M CF, Romero M, Santurino M, Armesilla C, del Cerro P, Espinosa G. Dinamometría en niños y jóvenes de entre 6 y 18 años: valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal *Anales de Pediatría*. 2008; 70(4):340-48.
36. Holm I, Fredriksen P, Fosdahl M, Vollestad N. A normative sample of isotonic and isokinetic muscle strength measurements in children 7 to 12 years of age. *Acta Paediatr*. 2008; 97(5):602-7.
38. Jones MA, Hitchen PJ, Stratton G. The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years. *Ann Hum Biol*. 2000; 27(1):57-65.

39. Nedeljkovic A, Mirkov DM, Kukolj M, Ugarkovic D, Jaric S. Effect of maturation on the relationship between physical performance and body size. *J Strength Cond Res.* 2007; 21(1):245-50.
40. Latcha CM, Freeling MC, Powell NJ. A comparison of the grip strength of children with myelomeningocele to that of children without disability. *Am J Occup Ther.* 1993; 47(6):498-503.
41. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, Kashman N. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg [Am].* 1984; 9(2):222-6.
42. Faigenbaum AD, Milliken LA, Loud RL, Burak BT, Doherty CL, Westcott WL. Comparison of 1 and 2 days per week of strength training in children. *Res Q Exerc Sport.* 2002; 73(4):416-24.
43. Defrasne Ait-Said E, Gros Lambert A, Courty D. Validation of a pictorial rating scale for grip strength evaluation in 3- to 6-year-old children. *Neurosci Lett.* 2007; 420(2):150-4.
44. Gros Lambert A, Nachon M, Rouillon JD. Influence of the age on self regulation of static grip forces from perceived exertion values. *Neurosci Lett.* 2002; 325(1):52-6.