

# FORÇA DE PRENSÃO DA MÃO – QUANTIFICAÇÃO, DETERMINANTES E UTILIDADE CLÍNICA

Joana Mendes<sup>1</sup>, Ana Azevedo<sup>1,2</sup>, Teresa F. Amaral<sup>3,4</sup>

## RESUMO

Existem várias abordagens para a avaliação do estado nutricional que diferem, por exemplo, de acordo com a idade e o estado de saúde do indivíduo. As alterações do estado nutricional têm implicações na função muscular, pelo que a força de prensão da mão (FPM) pode ser utilizada para identificar desnutrição. A FPM é habitualmente quantificada com o recurso a dinamómetros manuais e este é um método válido, simples e objectivo. Além do estado nutricional, a FPM varia com o sexo, a idade, a altura, o índice de massa corporal, o nível de actividade física, a actividade profissional e o estado cognitivo. A diminuição da FPM associa-se de forma consistente ao comprometimento do estado funcional, ao aumento de complicações pós-operatórias e do tempo de internamento hospitalar, bem como ao aumento da mortalidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** ESTADO NUTRICIONAL, FORÇA DA MÃO, PROGNÓSTICO

## HANDGRIP STRENGTH - QUANTIFICATION, DETERMINANTS AND CLINICAL UTILITY

### ABSTRACT

There are several methods for assessment of nutritional status whose utility varies with age and health status. Changes of nutritional status have implications on muscle function and handgrip strength (HGS) can be used to diagnose malnutrition. HGS is usually quantified with manual dynamometers and this is a valid, simple and objective method. The main determinants of HGS are sex, age, height, body mass index, physical activity level, occupation and cognitive status. A decrease in HGS is consistently associated with a worse functional status, with increased postoperative complications, length of hospital stay and mortality.

**KEY-WORDS:** HAND STRENGTH; NUTRITIONAL STATUS; PROGNOSIS

## INTRODUÇÃO

O estado nutricional condiciona o estado de saúde e a sua avaliação implica várias abordagens como a recolha de informação relativa à situação sócio-económica, alimentar e clínica do indivíduo, a realização do exame físico, a avaliação antropométrica e da composição corporal, e a quantificação de parâmetros laboratoriais e do estado funcional. A *American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*, entidade multidisciplinar internacionalmente reconhecida na área da nutrição, recomendou recentemente um conjunto padronizado de seis características para o diagnóstico de desnutrição, entre as quais se inclui a perda de massa e de força muscular.<sup>1</sup> A quantificação da força de prensão da mão (FPM) é por isso um dos métodos de avaliação do estado nutricional e um determinante de resultados clínicos associados ao mesmo.<sup>1,2</sup>

Este trabalho teve como objectivo rever e sumarizar de forma descritiva a literatura relacionada com a utilidade clínica da FPM. Foi realizada uma revisão narrativa, estruturada de forma a explorar os métodos para a quantificação da FPM, os seus principais determinantes e a sua relação com o estado nutricional em particular e com o estado de saúde em geral.

## QUANTIFICAÇÃO DA FORÇA DE PRENSÃO DA MÃO

A força muscular é proporcional ao número de sarcomeros presentes no músculo, recrutados durante

uma contracção e à forma como estes se dispõem. Existem diversos factores que a influenciam, como por exemplo, o sexo e a idade, as características antropométricas e factores relacionados com a fisiologia do tecido muscular, tais como as alterações do pH, da temperatura, do fluxo sanguíneo e a acumulação de produtos do metabolismo celular, entre outros.<sup>3,4</sup>

No início do século XX, em consequência dos efeitos devastadores provocados pela poliomielite, alguns investigadores padronizaram métodos dinâmicos para quantificar a força muscular com o recurso a dispositivos isocinéticos.<sup>5</sup> O estudo da produção de força através de equipamentos isocinéticos pode ser feito com o recurso a força isotónica ou isométrica. Os dispositivos utilizados pressupõem a acção de uma resistência que se vai adaptando à amplitude do movimento, a velocidades específicas, até se igualar à força aplicada pelo indivíduo.<sup>6</sup>

Paralelamente a este desenvolvimento, muitos autores estudaram outros métodos de avaliação da força muscular, baseados exclusivamente em contracções de tipo isométrico, recorrendo à utilização de dinamómetros manuais.<sup>5</sup> A utilização de dinamómetros manuais justificou-se pelo facto de a FPM reflectir não só a força do membro superior e a amplitude articular escolhida para a articulação envolvida, mas também a força de outros músculos e depender da estrutura de outros segmentos corporais, além da mão e do braço, sendo variável de acordo com a posição global do corpo.<sup>7</sup> Este mé-

1. INSTITUTO DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

2. DEPARTAMENTO DE EPIDEMIOLOGIA CLÍNICA, MEDICINA PREDITIVA E SAÚDE PÚBLICA DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

3. FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO

4. UISPA-IDMEC, FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

todo demonstrou uma baixa variabilidade intraindividual,<sup>8</sup> além de ser de aplicação simples e pouco dispendiosa.

#### ASPETOS TÉCNICOS DA DINAMOMETRIA DA MÃO

Os dinamómetros podem ser mecânicos ou hidráulicos, com mostradores analógicos ou digitais. As unidades de medida utilizadas são o Newton (N), no Sistema Internacional, ou o Quilograma - Força (KgF), mais habitual nos dinamómetros disponíveis no mercado. A ergonomia dos dinamómetros manuais, bem como a posição do indivíduo avaliado pressupõem alguma variabilidade consoante os instrumentos e a metodologia utilizada e poderão por isso constituir limitações à determinação do valor real de força.

O dinamómetro *Jamar® Hydraulic Hand* é recomendado pela *American Society of Hand Therapists* para quantificação da FPM pela sua elevada precisão.<sup>9</sup> Outros dinamómetros, como o *Smedlay's® Hand*, o *Sammons Preston Rolyan® Bulb* e o *Eisenhut®* demonstraram-se também bastante precisos quando testados em laboratório, mas foram encontradas diferenças estatísticas consideráveis entre as médias dos valores de força obtidos pelo *Jamar® Hydraulic Hand* e por cada um destes instrumentos, num grupo de pessoas idosas.<sup>10</sup> Uma vez que estes dinamómetros apresentam diferenças referentes aos seus pesos e dimensões, a influência de características ergonómicas no desempenho do teste deverá ser considerada (**Figura 1**). Contudo, estes não são os únicos instrumentos disponíveis

no mercado, existem outros, entre os quais o dinamómetro computadorizado *E-Link (Biometrics)* que para além do valor da força máxima, fornece outras variáveis como a taxa de fadiga e as suas medições demonstraram ser concordantes com as do *Jamar® Hydraulic Hand*.<sup>11</sup>

Foram também estudadas diferentes posturas do indivíduo avaliado com a finalidade de se estabelecer uma metodologia clinicamente relevante e reprodutível. A posição padronizada e proposta pela *American Society of Hand Therapists* pressupõe a realização do teste com o indivíduo sentado numa cadeira com encosto vertical recto e sem suporte para os braços, com o cotovelo flectido a 90° e o antebraço em posição neutra.<sup>9,12</sup> Em estudos efectuados com o indivíduo em posição ortostática a FPM foi sobrestimada.<sup>13,14</sup> Posteriormente, a posição corporal foi adaptada ao contexto clínico e realizou-se o teste com o doente sentado e com o cotovelo apoiado e com o doente em decúbito dorsal numa cama flectida a 30°, também com o cotovelo apoiado sobre a mesma.<sup>15</sup> Não se observou uma diferença significativa entre a FPM avaliada com o doente em cada uma destas duas posições.

Contudo, quando a FPM foi quantificada de acordo com a posição padronizada pela *American Society of Hand Therapists*, com o doente sentado sem o apoio dos cotovelos, esta foi significativamente superior à força avaliada com o doente sentado ou deitado com os cotovelos apoiados.<sup>15</sup>

A *American Society of Hand Therapists* recomenda também a escolha da mão não dominante, mas esta opção poderá originar valores de força inferiores. Foi descrita uma diferença de 10% entre a força da mão dominante e não dominante<sup>16</sup> que pode variar de acordo com a actividade física que o indivíduo exerce habitualmente.<sup>17</sup> Também se demonstraram valores de força superiores na mão direita independentemente da dominância. Isto foi justificado pelo facto de indivíduos não destros possuírem uma organização funcional dos dois hemisférios cerebrais mais simétrica e viverem entre uma maioria de pessoas destras, acabando por realizar muitas das funções com a mão direita.<sup>13,18</sup>

Na maioria dos estudos realizados a técnica utilizada consistiu na realização de três medições, em intervalos de um minuto, de modo a evitar a fadiga muscular e onde a medição de maior valor é assumida como resultado.<sup>13,15,19,20</sup>

#### VALORES DE REFERÊNCIA

Estudos realizados em países como a Espanha, a Alemanha e o Brasil que incluíram indivíduos saudáveis com idades compreendidas entre os 17 e os

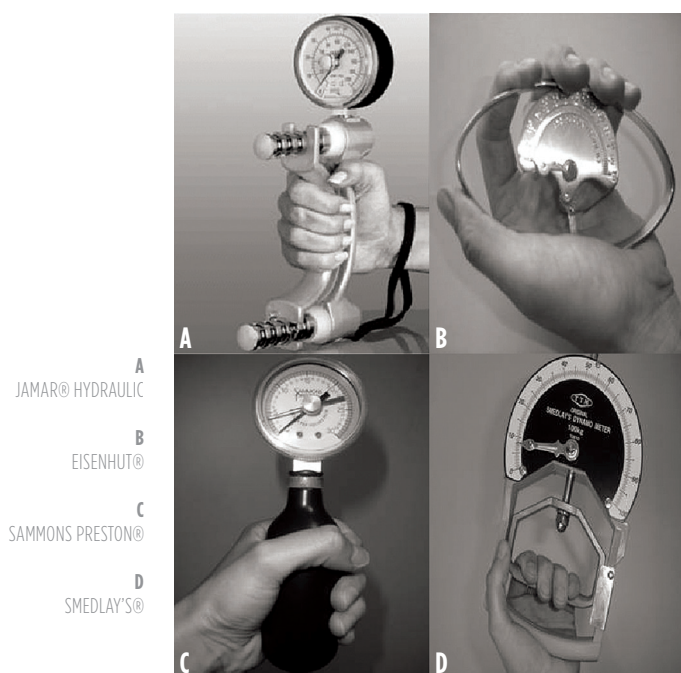


FIGURA 1: DINAMÓMETROS MANUAIS

FONTE: GUERRA, R. VALIDADE E DESEMPENHO DE DINAMÓMETROS EM IDOSOS: TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO. 2008. (DISSERTAÇÃO DE LICENCIATURA) FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO.<sup>89</sup>

97 anos, indicaram valores médios de força da mão não dominante compreendidos entre os 22,9 KgF e os 27,0 KgF nas mulheres e os 35,2 e os 47,0 KgF nos homens.<sup>19,21,22</sup> A altura parece ser um dos factores mais consistentemente associados à FPM (19), contudo um estudo realizado na população dinamarquesa com idade superior a 45 anos, referiu que a força pode variar entre países, independentemente da altura dos indivíduos, assumindo porém que a população dinamarquesa sobre a qual o estudo incidiu poderá não ser totalmente comparável a outras populações.<sup>23</sup> A variação da FPM entre países poderá estar relacionada com as origens étnicas dos indivíduos, mas permanece por explicar de forma cabal.<sup>23</sup> Para a população Portuguesa não existem valores de referência específicos.

Em estudos clínicos e de base populacional, a FPM tem sido classificada como força elevada, intermédia ou baixa de acordo com quantis da distribuição das amostras estudadas.<sup>24,25</sup> Alguns autores têm classificado a força recorrendo a um ponto de corte de valor igual a 85% do valor médio de FPM observado em indivíduos saudáveis, embora sem base em plausibilidade biológica.<sup>26-28</sup> Em doentes cirúrgicos, valores de força inferiores a 85% do valor médio padronizado de voluntários saudáveis demonstraram sensibilidades variáveis entre 74% e 87% relativamente à previsão de complicações pós-operatórias nos respectivos doentes.<sup>26-29</sup>

Seria importante a realização de estudos multicêntricos que envolvessem populações de diferentes origens étnicas, para que se possam definir valores de referência de FPM com recurso a dinamómetros e técnicas comuns. Será também necessária a criação de critérios que permitam classificar o nível de força num indivíduo, quando a ele está associado um estado de doença.

## DETERMINANTES DA FORÇA DE PREENSÃO DA MÃO

O sexo e a idade são os principais determinantes da FPM em indivíduos saudáveis.<sup>19, 21-22, 30-31</sup> Para a mesma idade, a FPM foi, em média, 40% inferior nas mulheres, relativamente aos homens.<sup>21</sup> As diferenças relativas ao sexo justificam-se, pelo menos em parte, pelo facto de as mulheres possuírem menor massa muscular e estão na base da estratificação dos valores de força por sexo na maioria dos estudos.<sup>19,21-22, 30-31</sup>

A FPM atinge o seu máximo em ambos os sexos aos 35 anos de idade, decrescendo de forma contínua a partir daí e mais acentuadamente após os 40 anos nas mulheres e após os 50 anos nos homens.<sup>21</sup>

O processo de envelhecimento associa-se à perda de massa e de força muscular, denominada de sarcopenia.<sup>32</sup> A sarcopenia é comum em homens e em mulheres com idades superiores a 65 anos, com uma prevalência entre 9% e 18%.<sup>32</sup> A perda progressiva de tecido muscular com o envelhecimento é o principal factor causal. Esta perda foi relacionada com o aumento de factores inflamatórios com a idade. As citocinas pró-inflamatórias, IL-1, IL-6 e TNF- $\alpha$  podem estimular a perda de aminoácidos e consequentemente a perda de proteínas das fibras musculares.<sup>33</sup> A carência no aporte proteico implica também uma diminuição da formação de massa muscular e nos idosos é devida essencialmente a estados de doença, à má dentição e a factores económicos e sociais. Com o envelhecimento a inactividade física torna-se mais frequente contribuindo igualmente para uma menor massa muscular e uma maior incapacidade física.<sup>34-36</sup> Em relação a factores hormonais, estudos epidemiológicos mostraram uma relação entre a diminuição de síntese de testosterona e o declínio da massa e da força muscular.<sup>37</sup> Os níveis baixos de vitamina D plasmática, de massa óssea e de força muscular geral foram também consistentemente associados entre si.<sup>38</sup> A suplementação de Vitamina D foi sugerida como vantajosa em idosos de ambos os sexos, de forma a atingirem o limiar sérico compatível à manutenção de um bom desempenho físico e particularmente da FPM. Estima-se que este limiar seja cerca de 100 nmol por litro da forma sérica 25-hidroxivitamina D.<sup>38-39</sup>

Enfatizou-se recentemente a distinção entre a perda de massa muscular e a perda de força muscular associadas ao avanço da idade, tendo sido sugerido que a perda de força nem sempre é proporcional à perda de massa muscular e que outros factores são também determinantes, como por exemplo, a redução gradual do número de neurónios motores da medula espinhal, a disfunção mitocondrial e a diminuição da actividade neuronal.<sup>40-42</sup> Assim, mesmo compensando alguns dos parâmetros relacionados com a diminuição de massa muscular, a perda de força muscular poderá ser inevitável devido ao seu relacionamento com a função nervosa.<sup>40-41</sup>

O estado cognitivo está associado à FPM. Indivíduos idosos de ambos os sexos, com um mau estado cognitivo revelado pela aplicação do teste *Minimal State Examination*, demonstraram valores de FPM inferiores quando comparados com indivíduos idosos em iguais condições de saúde, mas sem alterações do estado cognitivo.<sup>43</sup> O mesmo foi reportado num estudo caso-controlo conduzido em indivíduos com Doença de Alzheimer.<sup>44</sup> Uma

investigação exploratória sugeriu que a demência em geral está associada à perda de força, que por sua vez contribui para a incapacidade funcional, apesar de os mecanismos subjacentes não estarem totalmente esclarecidos.<sup>45</sup>

O índice de massa corporal (IMC) é outro factor associado à FPM, obtido através da divisão da massa corporal do indivíduo (Kg) pelo quadrado da sua altura (metros).<sup>19,21-22,30</sup> Os resultados da força foram inferiores em indivíduos com baixo peso (IMC < 18,5 kg/m<sup>2</sup>)<sup>22</sup> e com excesso de peso (IMC > 25,0 kg/m<sup>2</sup>).<sup>19</sup> Nos indivíduos com baixo peso, os resultados de força inferiores devem-se provavelmente à menor quantidade de massa muscular presente enquanto naqueles com excesso de peso pode ser explicado pela incapacidade em diferenciar o tecido adiposo e não adiposo pelo IMC, embora este índice seja frequentemente utilizado para categorização do estado nutricional.<sup>19, 21</sup> Relativamente aos dois parâmetros utilizados no cálculo do IMC, massa corporal e altura, a altura foi o mais consistentemente associado com a FPM, de forma directa em ambos os sexos como já referido anteriormente.<sup>19</sup>

A circunferência muscular do braço, calculada a partir da prega tricipital e do perímetro do braço, associou-se de forma positiva com os valores de FPM.<sup>21</sup> A prática regular de exercício físico e determinadas ocupações laborais que exigem, por exemplo, uma actividade intensa dos membros superiores, levam a um maior desenvolvimento do tecido muscular do braço e conseqüentemente a um aumento da FPM.<sup>46</sup> Uma revisão sistemática recente mostrou que a força muscular, o equilíbrio e a resistência podem ser melhorados pela actividade física em pessoas com idades entre os 40-65 anos. Em programas onde o treino de resistência foi privilegiado, verificou-se um aumento significativo da força muscular dos participantes.<sup>47</sup>

O tamanho da mão, especificamente o seu comprimento, demonstrou também influenciar em ambos os sexos os resultados da dinamometria<sup>21,48</sup> e este é um factor a considerar futuramente no estudo das características ergonómicas dos dinamómetros. Em doentes agudos ou crónicos, a gravidade da doença, as comorbilidades, o tipo de tratamento médico e a imobilização contribuem para a diminuição de força muscular.<sup>2</sup> Está descrito que os estados de infecção ou inflamação, a hipóxia, o desequilíbrio hidroelectrolítico e o stress oxidativo,<sup>49</sup> a presença de patologia osteoarticular ou neurológica e a sintomatologia de dor,<sup>50</sup> bem como a utilização de fármacos corticosteróides e relaxantes musculares, têm efeitos adversos sobre a função muscular.<sup>49</sup> Foi também sugerido que uma maior ou menor moti-

vação do doente relativamente ao seu próprio desempenho no teste de quantificação de FPM pode influenciar a magnitude do valor obtido.<sup>51</sup>

A existência de uma quantidade considerável de factores que influenciam a FPM dificulta a definição de valores de referência da mesma. Contudo, o sexo e a idade parecem ser os principais determinantes a considerar, assim como o estado de saúde do indivíduo.

## FORÇA DE PREENSÃO DA MÃO E DESNUTRIÇÃO

A FPM é um dos critérios de diagnóstico de desnutrição. Em estados de desnutrição observa-se uma redistribuição funcional de proteínas musculares para que se disponibilize o azoto necessário à síntese de proteínas teciduais e à formação de corpos cetónicos posteriormente utilizados pelo cérebro e outros órgãos na felevada de glicose.<sup>52</sup> Observam-se também alterações morfológicas como a degeneração das linhas Z que delimitam os sarcómeros e que originam mudanças nas taxas de contractilidade, relaxamento e resistência dos músculos.<sup>53</sup> Estas alterações morfológicas podem relacionar-se com o défice de produção de certos elementos como o lactato e por isso não só a proteína, mas também outros compostos ricos em energia são responsáveis pelas alterações que ocorrem na função muscular durante estados de desnutrição.<sup>54</sup>

Valores baixos de FPM associaram-se a estados de desnutrição em doentes com cirrose hepática<sup>55</sup> e com insuficiência renal crónica.<sup>56</sup> Estudos efectuados em doentes com diagnóstico de tuberculose e em doentes cirúrgicos desnutridos, que receberam suplementação nutricional oral por períodos de tempo variáveis entre as 6 e as 12 semanas, demonstraram que a FPM foi sensível a alterações a curto prazo no estado nutricional, observando-se um aumento de força após a intervenção nutricional.<sup>57-59</sup> A FPM demonstrou ser um método válido para o rastreio da desnutrição em doentes hospitalizados, quando comparada com o *Nutritional Risk Screening 2002*.<sup>25</sup>

## FORÇA DE PREENSÃO DA MÃO COMO DETERMINANTE DO ESTADO DE SAÚDE

Além de um indicador do estado nutricional, a FPM foi referida como um potencial indicador de saúde global, pois a forte associação entre força e mortalidade não é explicada apenas pela baixa massa muscular, sendo a força por si um factor importante.<sup>60,61</sup>



Nos idosos, esta associação é citada frequentemente pela sua relação com o conceito de fragilidade e implicação sobre o estado funcional.<sup>62</sup> Em indivíduos saudáveis com idades superiores a 70 anos, valores baixos de FPM associaram-se a um aumento de risco de mortalidade superior a 40%, durante um período médio de seguimento de 5 anos.<sup>60</sup> Em indivíduos mais novos, com idades superiores a 40 anos, o aumento de risco de morte associado a uma força baixa foi ainda superior, de aproximadamente 90% durante um período de tempo semelhante,<sup>63</sup> embora esta diferença possa ser explicada pela utilização de dinamómetros diferentes nos referidos estudos.

Em doentes hospitalizados, valores de força baixos associaram-se a um declínio do seu estado funcional<sup>2,50,61</sup> e ao aumento de complicações pós-operatórias em doentes sujeitos a cirurgia abdominal major e a cirurgia de cabeça e pescoço.<sup>26-29</sup>

O estado nutricional é um determinante do tempo de internamento hospitalar.<sup>64</sup> A FPM em particular também se relaciona com uma maior duração do internamento e é por isso um indicador potencial de evolução do estado do doente. A associação entre FPM e tempo de internamento foi especificamente observada em grupos de doentes cirúrgicos,<sup>27,65-66</sup> de doentes com diagnóstico de pneumonia<sup>67</sup> e em doentes com idades iguais ou superiores a 75 anos e com diagnósticos médicos diversos.<sup>68</sup> Em doentes hospitalizados com pneumonia a FPM associou-se

negativamente com a duração de internamento ( $r = -0,269$ )<sup>58</sup> e em um outro estudo, verificou-se que a maioria dos doentes que tiveram mais rapidamente alta médica para as suas residências habituais foram aqueles que apresentaram uma FPM elevada no momento da admissão hospitalar.<sup>68</sup> Seria importante verificar se esta associação é independente de outros possíveis confundidores além do sexo e da idade dos doentes, como por exemplo, a gravidade da doença e a presença de complicações inerentes à própria hospitalização, bem como o suporte familiar e social fornecido ao doente em caso de alta clínica.

## CONCLUSÃO

Relativamente ao método de quantificação da FPM, este parece ser responsável pela introdução de algum viés na informação obtida. É por isso necessário, uniformizar a técnica de avaliação utilizada, assim como as características ergonómicas dos vários instrumentos disponíveis no mercado. É também necessário existirem critérios que permitam classificar com maior rigor o nível de força quando ocorrem alterações no estado de saúde. Contudo, é hoje evidente que a FPM tem utilidade clínica na identificação de desnutrição e de implicações importantes no estado de saúde do indivíduo.

## REFERÊNCIAS

- White JV, Guenter P, Jensen G, Malone A, Schofield M, Academy Malnutrition Work Group; A.S.P.E.N. Malnutrition Task Force; A.S.P.E.N. Board of Directors. Consensus statement: Academy of Nutrition and Dietetics and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition: characteristics recommended for the identification and documentation of adult malnutrition (undernutrition). *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2012;36:275-83.
- Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, Schulzke JD, Pirlich M. Hand grip strength: Outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr.* 2011;30:135-42.
- Guyton AC, Hall JE. *Textbook of Medical Physiology*, 10th edition. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2000.
- Heffernan KS, Chalé A, Hau C, Cloutier GJ, Phillips EM, Warner P et al. Systemic vascular function is associated with muscular power in older adults. *J Aging Res.* 2012;386-7.
- Sandoval RA, Canto RS, Baraúna MA. Dinamómetro analógico adaptado: um dispositivo para medir torque muscular. *Lecturas Educacion Fisica y Deportes.* 2004;76.
- Koutras G, Letsi M, Papadopoulos P, Gígis I, Pappas E. A randomized trial of isokinetic versus isotonic rehabilitation program after arthroscopic meniscectomy. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7:31-8.
- Desrosiers J, Bravo G, Hebert R, Mercier L. Impact of elbow position on grip strength of elderly men. *J Hand Ther.* 1995;8:27-30.
- Bohannon RW, Schaubert KL. Test-retest reliability of grip-strength measures obtained over a 12-week interval from community-dwelling elders. *J Hand Ther.* 2005;18:426-8.
- Fess EE. *Clinical Assessment Recommendations*, 2nd ed. Garner, NC: American Society of Hand Therapists (ASHT, ed.); 1992.
- Guerra RS, Amaral TF. Comparison of hand dynamometers in elderly people. *J Nutr Health Aging.* 2009;13:907-12.
- Tomás MT, Fernandes MB. Força de preensão - Análise de concordância entre dois dinamómetros: JAMAR vs E-Link. *Saúde & Tecnologia.* 2012;7:39-43.
- Fess E, Moran C. *Clinical assessment recommendations*. Indianapolis: American Society of Hand Therapists (ASHT) Monograph; 1981.
- Hanten W, Chen W, Austin A, Brooks R, Carter H, Law C, et al. Maximum grip strength in normal subjects from 20 to 64 years of age. *J Hand Ther.* 1999;12:193-200.
- Innes E. Handgrip strength testing: a review of the literature. *Aust Occup Ther J.* 1999;46:120-40.
- Hillman TE, Nunes QM, Hornby ST, Stanga Z, Neal KR, Rowlands BJ, et al. A practical posture for hand grip dynamometry in the clinical setting. *Clin Nutr.* 2005;24:224-8.
- Schmidt RT, Toews J. Grip strength as measured by the Jamar dynamometer. *Arch Phys Med Rehabil.* 1970;51:321-7.
- 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;66:69-74.
- Crosby CA, Wehbe MA. Hand strength: normative values. *J Hand Surg.* 1994;19:665-70.
- Luna-Heredia E, Martín-Peña G, Ruiz-Galiana J. Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clin Nutr.* 2005;24:250-8.
- Vaz M, Thangam S, Prabhu A, Shetty PS. Maximal voluntary contraction as a functional indicator of adult chronic undernutrition. *Br J Nutr.* 1996;76:9-15.
- Günther CM, Bürger A, Rickert M, Crispin A, Schulz CU. Grip strength in healthy Caucasian adults: reference values. *J Hand Surg Am.* 2008;33:558-65.
- Schlüssel MM, dos Anjos LA, de Vasconcelos MTL, Kac G. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: a population-based study. *Clin Nutr.* 2008;27:601-7.
- 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;16:554-62.
- Rantanen T, Guralnik JM, Foley D, Masaki K, Leveille S, Curb JD, et al. Midlife hand grip strength as a predictor of old age disability. *JAMA* 1999;281:558 e 60.
- Matos LC, Tavares MM, Amaral TF. Handgrip strength as a hospital admission nutritional risk screening method. *Eur J Clin Nutr.* 2007;61:1128-35.
- Klidjian AM, Foster KJ, Kammerling RM, Cooper A, Karran SJ. Relation of anthropometric and dynamometric variables to serious postoperative complications. *BMJ.* 1980;281:899-901.
- Guo CB, Zhang W, Ma DQ, Zhang KH, Huang JQ. Handgrip strength: an indicator of nutritional state and the mix of postoperative complications in patients with oral and maxillofacial cancers. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1996;34:325-7.
- Hunt DR, Rowlands BJ, Johnston D. Hand grip strength - a simple prognostic indicator in surgical patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1985;9:701-4.
- Webb AR, Newman LA, Taylor M, Keogh JB. Hand grip dynamometry as a predictor of postoperative complications reappraisal using age standardized grip strengths. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1989;13:30-3.
- Budziareck MB, Pureza Duarte RR, Barbosa-Silva MCG. Reference values and determinants for handgrip strength in healthy subjects. *Clin Nutr.* 2008;27:357-62.

31. Samson MM, Meeuwse IB, Crowe A, Dessens JA, Duursma SA, Verhaar HJ. Relationships between physical performance measures, age, height and body weight in healthy adults. *Age Ageing*. 2000;29:235-42.
32. Sayer AA. Sarcopenia. *BMJ*. 2010;10:341.
33. Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr*. 1997;127:990-1.
34. Dreyer HC, Volpi E. Role of protein and amino acids in the pathophysiology and treatment of sarcopenia. *J Am Coll Nutr*. 2005;24:140S-5S.
35. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 2002;50:889-96.
36. Pahor M, Manini T, Cesari M. Sarcopenia: clinical evaluation, biological markers and other evaluation tools. *J Nutr Health Aging*. 2009;13:724-8.
37. Detsky AS, Baker JP, Mendelson RA, Wolman SL, Wesson DE, Jeejeebhoy KN. Evaluating the accuracy of nutritional assessment techniques applied to hospitalized patients: methodology and comparisons. *J Parenter Enteral Nutr*. 1984;8:153-9.
38. Marantes I, Achenbach SJ, Atkinson EJ, Khosla S, Melton LJ, Amin S. Is vitamin D a determinant of muscle mass and strength? *J Bone Miner Res*. 2011;26:2860-71.
39. Toffanello ED, Perissinotto E, Sergi G, Zambon S, Musacchio E, Maggi S et al. Vitamin D and physical performance in elderly subjects: the Pro.V.A study. *PLoS One*. 2012;7:e3495
40. Clark BC, Manini TM. Sarcopenia = dynapenia. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2008; 63: 829-34.
41. Manini TM, Clark BC. Dynapenia and Aging: An Update. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2011;29.
42. Lawniczak A, Kmieć Z. Age-related changes of skeletal muscles: physiology, pathology and regeneration. *Postepy Hig Med Dosw (Online)*. 2012;66:392-400.
43. Raji MA, Kuo YF, Snih SA, Markides KS, Kristen Peek M, Ottenbacher KJ. Cognitive status, muscle strength, and subsequent disability in older Mexican Americans. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53:1462-8.
44. Ayhan F, Soyupek F, Tonuk B, Gokoglu F, Yorgancioglu R. Decreased handgrip strength and increased hip osteoporosis in patients with Alzheimer's disease. *Neurosciences*. 2007;12: 140-4.
45. Rogers SD, Jarrott SE. Cognitive impairment and effects on upper body strength of adults with dementia. *J Aging Phys Act*. 2008;16:61-8.
46. Angst F, Drerup S, Werle S, Herren DB, Simmen BR, Goldhahn J. Prediction of grip and key pinch strength in 978 healthy subjects. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010;11:94.
47. Ferreira ML, Sherrington C, Smith K, Carswell P, Bell R, Bell M, et al. Physical activity improves strength, balance and endurance in adults aged 40-65 years: a systematic review. *J Physiother*. 2012;58:145-56.
48. Ruiz-Ruiz J, Mesa JLM, Gutiérrez A, Castillo MJ. Hand size influences optimal grip span in women but not in men. *J Hand Surg Am*. 2002;27:897-901.
49. Wagenmakers A. Muscle function in critically ill patients. *Clin Nutr*. 2001;20:451-4.
50. Humphreys J, de la Maza P, Hirsch S, Barrera G, Gattas V, Bunout D. Muscle strength as a predictor of loss of functional status in hospitalized patients. *Nutrition*. 2002;18:616-20.
51. Fettes SB, Davidson HIM, Richardson RA, Pennington CR. Nutritional status of elective gastrointestinal surgery patients pre- and post-operatively. *Clin Nutr*. 2002;21:249-54.
52. Voltarelli FA, Mello MAR. Desnutrição: metabolismo protéico muscular e recuperação nutricional associada ao exercício. *Motriz Rev de Educação Física*. 2008;14:74-84.
53. Oumi MM, Torao Yamamoto M. Ultrastructural changes and glutathione depletion in the skeletal muscle induced by protein malnutrition. *Ultrastruct Pathol*. 2001;25:431-6.
54. McLoughlin DM, Spargo E, Wassif WS, Newham DJ, Peters TJ, Lantos PL, et al. Structural and functional changes in skeletal muscle in anorexia nervosa. *Acta Neuropathol*. 1998;95:632-40.
55. Álvares-da-Silva M, Reverbel da Silveira T. Comparison between handgrip strength, subjective global assessment, and prognostic nutritional index in assessing malnutrition and predicting clinical outcome in cirrhotic outpatients. *Nutrition*. 2005;21:113-7.
56. Heimbürger O, Qureshi AR, Blarer WS, Berglund L, Stenvinkel P. Hand-Grip Muscle Strength, Lean Body Mass, and Plasma Proteins as Markers of Nutritional Status in Patients With Chronic Renal Failure Close to Start of Dialysis Therapy\* 1. *Am J kidney Dis*. 2000;36:1213-25.
57. Paton NI, Chua YK, Earnest A, Chee CB. Randomized controlled trial of nutritional supplementation in patients with newly diagnosed tuberculosis and wasting. *Am J Clin Nutr* 2004;80:460 e 5.
58. Norman K, Kirchner H, Freudenreich M, Ockenga J, Lochs H, Pirlich M. Three month intervention with protein and energy rich supplements improve muscle function and quality of life in malnourished patients with nonneoplastic gastrointestinal disease e a randomized controlled trial. *Clin Nutr* 2008;27:48e56.
59. Beattie AH, Prach AT, Baxter JP, Pennington CR. A randomised controlled trial evaluating the use of enteral nutritional supplements postoperatively in malnourished surgical patients. *Gut* 2000;46:813e8.
60. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61:72-7.
61. Bohannon RW. Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *J Geriatr Phys Ther*. 2008;31:3-10.
62. Abizanda P, Navarro JL, García-Tomás MI, López-Jiménez E, Martínez-Sánchez E, Paterna G. Validity and usefulness of hand-held dynamometry for measuring muscle strength in community-dwelling older persons. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;54:21-7.
63. Fujita Y, Nakamura Y, Hiraoka J, et al. Physical-strength tests and mortality among visitors to health-promotion centres in Japan. *J Clin Epidemiol*. 1995;48:1349-1359.
64. Almeida AI, Correia M, Camilo M, Ravasco P. Length of stay in surgical patients: nutritional predictive parameters revisited. *Br J Nutr*. 2012;11:1-7.
65. Mahalakshmi VN, Ananthkrishnan N, Kate V, Sahai A, Trakroo M. Handgrip strength and endurance as a predictor of postoperative morbidity in surgical patients: Can it serve as a simple bedside test? *Int Surg*. 2004;89:115-21.
66. Figueiredo F, Dickson ER, Pasha T, Kasparova P, Therneau T, Malinchoc M, et al. Impact of Nutritional Status on Outcomes After Liver Transplantation. *Transplantation*. 2000;70:1347-52.
67. Vecchiarelli P, Bohannon RW, Ferullo J, Maljanian R. Short-term outcomes and their predictors for patients hospitalized with community-acquired pneumonia. *Heart Lung*. 2004;33:301-7.
68. Kerr A, Syddall HE, Cooper C, Briggs GF, Turner RS, Sayer AA. Does admission grip strength predict length of stay in hospitalised older patients? *Age Ageing*. 2006;35:82-4.
69. Guerra, R. Validade e desempenho de dinamômetros em idosos: trabalho de investigação. 2008. (Dissertação de Licenciatura) Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto.

**CORRESPONDÊNCIA:**

JOANA MENDES  
INSTITUTO DE SAÚDE PÚBLICA DA UNIVERSIDADE DO PORTO  
RUA DAS TAIPAS, 135  
4050-600 PORTO

**EMAIL:**

JOANAMARMENDES@GMAIL.COM