
**ESTUDO COMPARATIVO DO DESEMPENHO EM TESTES DE FORÇA MUSCULAR
ENTRE INDIVÍDUOS JOVENS E IDOSOS ATRAVÉS DA MIOMETRIA**

**COMPARATIVE STUDY OF THE PERFORMANCE DURING TESTS OF MUSCULAR
STRENGTH AMONG YOUNG AND SENIOR INDIVIDUALS THROUGH
MIOMETRY**

Fátima Aparecida Caromano*, Tsai Chia Jung**

Caromano, F.A., Jung, T.C. Estudo comparativo do desempenho em testes de força muscular entre indivíduos jovens e idosos através da miometria. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*, v.6, n.1, p.101-12, jan./jun., 1999.

RESUMO: Como o envelhecimento as unidades motoras sofrem alterações que resultam na redução da força muscular e, conseqüentemente, no prejuízo do desempenho motor. Nosso objetivo neste estudo foi comparar a força muscular isométrica máxima em quatro grupos musculares, entre 42 indivíduos idosos saudáveis de 60 a 80 anos de idade e 42 indivíduos adultos jovens de 19 a 25 anos de idade, caracterizando, assim, a força muscular entre duas faixas etárias significativamente diferentes, entre os membros direito e esquerdo, e entre os sexos feminino e masculino, através de um estudo miométrico.

DESCRITORES: Resistência à tração. Envelhecimento. Fisioterapia, métodos. Contração muscular. Adolescência. Idoso.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo fisiológico natural e universal, que está intimamente relacionado com as alterações que ocorrem em nível molecular, celular, tecidual e orgânico, envolvendo desgaste constante das reservas do sistema orgânico e de controles homeostáticos, de forma progressiva e irreversível com a idade.

Dentre os vários órgãos e tecidos afetados pelo processo de envelhecimento, a musculatura esquelética é a que provavelmente influencia de forma mais significativa as alterações na qualidade de vida dos indivíduos⁵. É importante o conhecimento das alterações

funcionais e estruturais dos músculos esqueléticos que ocorrem neste processo, a fim de estarmos capacitados a distinguir entre suas alterações patológicas e fisiológicas. Nas últimas décadas, a necessidade deste conhecimento tornou-se maior devido ao aumento da expectativa de vida e do conseqüente aumento da população idosa¹⁸.

Segundo Larsson (1982)¹⁸, a manifestação da diminuição do desempenho motor se inicia no período ativo da vida do homem e é caracterizada pela lentidão dos movimentos, diminuição da força máxima e perda de coordenação motora fina. O prejuízo do desempenho

* Prof. Assistente do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, FMUSP.

** Fisioterapeuta, ex-aluna do curso de Fisioterapia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, FMUSP.

Endereço para correspondência: Fátima Aparecida Caromano, Centro de Docência e Pesquisa do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Rua Cipotânea, 51. 05508-900, São Paulo, SP.

motor e da capacidade de trabalho são, em grande parte, secundários à deteriorização da função muscular.

É uma observação trivial o fato de que a força muscular sofre redução durante o processo de envelhecimento e que esta perda contribui, de forma significativa, ao prejuízo da função neuromotora². O progressivo enfraquecimento muscular em pessoas idosas tem causa multifatorial, sendo na literatura atribuído à perda do volume de massa muscular¹¹; deteriorização de estruturas da placa terminal com prejuízo nas reações excitação-contração^{1,27}; redução no número de unidades motoras²⁹; mudança no ângulo de disposição dos feixes de fibras musculares^{8,21}. Soma-se a estes processos o desuso muscular secundário a uma causa local ou à redução geral das atividades habituais, distúrbios no sistema nervoso ou músculo-esquelético, ou deficiências nutricionais¹⁴.

Além disso, a força muscular parece depender também do sexo do indivíduo, das alterações de fibras musculares, do grupo muscular analisado, do grau de atividade física e de fatores endócrinos e circulatórios entre outros.

Embora saiba-se que a idade influencia na força muscular do indivíduo e que vários são os fatores que parecem contribuir no enfraquecimento muscular em pessoas idosas, poucos são os trabalhos específicos existentes a respeito deste assunto²⁷.

Estudos realizados em 1835 sobre a relação entre força muscular e envelhecimento mostraram que a força isométrica máxima diminui, quase que linearmente, após o pico entre 25 a 30 anos de idade. Entretanto, estudos mais recentes indicaram um decréscimo mais lento e imperceptível do pico até aproximadamente a quarta, quinta ou até mesmo sexta década de vida. Essa melhora na manutenção da força em população idosa nos anos recentes ocorre, provavelmente, devido aos mesmos fatores que explicariam o aumento na expectativa de vida, ou seja, a melhora das condições de vida em geral e sua manutenção^{18,21,29}.

Num estudo realizado por Bembem et al.⁵ em 1991, foi encontrado que, dos 20 aos 74 anos de idade, ocorre decréscimo de 49%, 35% e 37% na produção da força máxima do grupo extensor de cotovelo, músculo dorsiflexor e músculo flexor plantar, respectivamente. Estudos com o músculo adutor do polegar mostraram que a força isométrica máxima decresce significativamente após os 59 anos de idade, chegando na oitava década com 57,6% do nível encontrado na

segunda década de vida²¹. Em outros estudos observou-se um decréscimo estatisticamente insignificante na força dos músculos extensores de joelho entre a terceira e a quinta década de vida, tanto em homens quanto em mulheres; entretanto, da sexta à oitava década foi observado um decréscimo significativo do mesmo¹³. Vandervoot e Hayes (1989)³⁰, por sua vez, analisaram o torque isométrico máximo em músculo flexor plantar de indivíduos jovens (média 26 anos) e idosos (média 82 anos), do sexo feminino, no qual observaram um decréscimo significativamente alto do mesmo (71%) em mulheres idosas. Shephard et al. (1991)²⁷ observaram que a força dos músculos da preensão palmar, em indivíduos dos 45 aos 75 anos de idade, sofre redução de 6 a 8% por década; sendo que este resultado se aproxima da observação feita por Aoyagi et al. (1992)¹ em seu estudo, em que verificaram que a força muscular dinâmica e estática mantêm-se preservadas até aproximadamente os 45 anos de idade, ocorrendo em seguida uma deterioração de 5% por década. Por outro lado, no estudo realizado entre indivíduos de 62 a 102 anos de idade, foi verificada uma perda desprezível de apenas 3% por ano na força dos músculos extensores de joelho²⁶. Um estudo bastante interessante, no qual foi testada a força dos músculos da preensão palmar em um grupo de indivíduos bastante homogêneo (possuindo o mesmo tipo de ocupação), variando entre 22 a 62 anos de idade, demonstrou uma ausência de decréscimo na força dos mesmos com o envelhecimento²⁴.

Estas diferenças encontradas entre os diversos estudos realizados devem ser entendidas como sendo, provavelmente, o resultado das diferentes metodologias empregadas, da variedade de grupos musculares testados, das faixas etárias dos grupos de indivíduos escolhidos para estudo, entre outros; o que torna difícil a comparação dos estudos entre si, não permitindo uma conclusão final sobre a perda quantitativa da força muscular durante o processo de envelhecimento.

No que diz respeito à força muscular e alterações no volume e tipo de fibra muscular, a atrofia como consequência do processo de envelhecimento tem sido descrita não só em humanos como também em animais. Tanto estudos antigos como os mais recentes sugerem que a redução da força muscular no envelhecimento é o resultado não somente do desuso progressivo, associado à atrofia de fibras musculares, como também da possível perda de unidades motoras funcionais^{9,10,18,20,21,22}.

Este processo tem se mostrado significativo após

60 anos de idade, além disso, da sexta à oitava década de vida o número de unidades motoras cai para aproximadamente um terço do número encontrado entre a segunda e a quarta década de vida²¹. Entretanto, apesar das repetidas observações dos últimos 150 anos, as explicações para esta redução de força relacionada à atrofia muscular permanecem inadequadas e várias publicações têm produzido dados e conclusões contraditórias².

Por outro lado, vários estudos recentes registraram que, embora possa existir uma diminuição da força máxima por unidade de peso muscular, em cada grupo muscular testado, não são, contudo, observadas grandes alterações no volume da massa muscular, de tal forma que o mesmo parece permanecer razoavelmente constante ao longo do processo de envelhecimento^{2,5}. Observações semelhantes sugeriram que pode ocorrer significativa diminuição de força independentemente do volume de massa muscular, do número ou diâmetro de fibras ou, especificamente, do número de fibras de contração rápida¹³. A relativa e pequena perda de fibras musculares não pode explicar o grande declínio que ocorre na capacidade de contração muscular².

Narici et al.²¹ defendem que, apesar da redução do volume de massa muscular parecer não acompanhar a redução de força muscular, não se deve desvalorizar o efeito da atrofia muscular, pois, em geral, a estimativa da área de secção transversa do músculo é superior à realidade, já que durante o processo de envelhecimento ocorre substituição do tecido contrátil por tecido conectivo e gorduroso. Além disso, uma perda considerável da força muscular pode ser consequência da atrofia seletiva de fibras musculares do tipo II, cuja redução em tamanho e número estão associados à atrofia muscular e, a respeito do qual, apesar de controvérsias, há informações de que sua força intrínseca é 1,8 vezes maior do que as dos tipo I.

Uma outra possibilidade para a causa da ausência de uma considerável perda de volume é que haja uma progressiva desmielinização de motoneurônios, o que altera o modelo de neuro-recrutamento e leva à consequente transformação das fibras tipo II em tipo I²¹, ou das fibras tipo I em tipo II². E, de fato, existe evidência, demonstrando que a demanda funcional pode alterar a composição histoquímica das fibras musculares²⁵.

Diversos estudos têm sugerido a existência de outros mecanismos que podem ser levados em

consideração na perda da força muscular no envelhecimento¹³, relacionando-os ao aspecto neural da função muscular⁵.

Quando a influência que a área de fibras tipo II exerce sobre a força muscular é eliminada pela análise de múltipla regressão, o envelhecimento ainda continua tendo uma significativa correlação negativa com a força muscular, o que sugere que outros fatores, além do tamanho das fibras tipo II, contribuem na diminuição da força durante o envelhecimento¹⁷. Para alguns autores parece mais provável que a atrofia da musculatura não seja mesmo a causa única do enfraquecimento muscular nos indivíduos idosos⁸, pois paralelamente existem experimentos evidenciando que o defeito na excitabilidade, na capacidade de contração ou na atividade metabólica muscular, parece afetar mais na redução da força do que a pura anormalidade anatômica do músculo².

Também encontra-se em controvérsia o tipo de fibra muscular a sofrer perda durante o envelhecimento, apesar de que a maior parte das pesquisas realizadas concordam sobre uma redução especificamente (tamanho e número) do tipo II, isto é, fibras musculares de contração rápida. Há registros em muitos estudos que a proporção entre áreas de fibras tipo II / tipo I é acima de 1.0 em sujeitos jovens e abaixo de 1.0 em sujeitos idosos, sendo a proporção mais baixa em grupos idosos devido à redução das fibras do tipo II nos mesmos¹⁰. Além disso, ocorre também um aumento significativo na porcentagem de fibras tipo I durante o processo de envelhecimento¹⁹.

Em estudos com músculo de ratos velhos, concluiu-se que o envelhecimento está relacionado à perda do tipo de fibra muscular que for menos prevalente no músculo analisado. Este princípio talvez pudesse também ser aplicado ao envelhecimento de músculo de indivíduos humanos, porém é ainda incerto pois a musculatura humana é composta por uma população de fibras musculares com maior grau de combinação que em animais².

A proporção do declínio de força muscular durante o processo de envelhecimento varia entre os diferentes grupos musculares analisados, sendo provavelmente mais afetado nos músculos do membro inferior do que nos do superior¹⁸, e do mesmo modo, a musculatura proximal parece ser mais afetada que a distal³. Há especulação que descreve a causa como decorrente de uma diferença biológica inerente provavelmente

genética ou, simplesmente, o reflexo da alteração diferencial no modelo de atividade física entre eles¹.

A maior porcentagem da redução na produção de força muscular, durante o envelhecimento, ocorre nos músculos extensores de cotovelo (membro superior), o que entra em discordância com alguns achados de outros estudos⁵.

Para alguns autores, a diminuição da força dos membros inferiores na senilidade é considerada como relacionada a redução, durante esse período, de atividades físicas como o pular e o correr; enquanto isso, os músculos das mãos são considerados menos propensos a sofrer atrofia e são os que mantêm sua força com o avançar do envelhecimento, desde que o uso da mão permaneça com uma frequência importante durante todo esse período^{5,21}.

No entanto, mesmo em músculos que são solicitados com muita frequência tem sido observado uma diminuição importante da força, além disso, não foi encontrada maior força em idosos que lidavam com trabalhos manuais em comparação com aqueles que tinham uma anterior ocupação sedentária¹⁸.

São raros os estudos comparativos das características histoquímicas e metabólicas entre os membros contralaterais. De semelhante modo, nos estudos envolvendo força muscular, os membros direito (pela sua dominância) têm sido os mais frequentes senão exclusivamente, pesquisados; e não há publicação de estudos comparando a força muscular entre os membros direito e esquerdo.

Essén-Gustavsson e Borges (1986)¹² determinaram, através da biópsia muscular, a atividade enzimática muscular, a composição e a área das fibras musculares entre os músculos vasto lateral direito e esquerdo, em indivíduos jovens e idosos, não encontrando diferenças significativas entre os mesmos (sendo as diferenças D-E de 6 a 9%). Por outro lado, Blomstrand e Ekblom (1982)⁶, em estudo anterior e semelhante, haviam obtido um resultado mais significativo que o resultado de Essén-Gustavsson e Borges¹² (as diferenças entre D x E = 7-12 %). Porém, provavelmente a ocorrência destas diferenças possa ser atribuída ao fato da amostra da biópsia não ser necessariamente a representação da composição do músculo todo, encontrando-se variações na distribuição dos tipos de fibras dependendo da profundidade muscular atingida na biópsia.

A comparação entre homens e mulheres idosos revela diferença significativa entre a força muscular dos mesmos. A força máxima em mulheres é

aproximadamente 60% daquela encontrada em homens. Esta discrepância parece ser, em parte, secundária à desproporção do tamanho corporal; contudo feitas as correções das diferenças antropométricas, a diferença entre as forças permanece significativa, sendo que em mulheres a força atinge somente 70 a 80% daquela encontrada nos homens^{3,14}. Além do mais, ao longo da vida, a força muscular das mulheres parece atingir mais precocemente a força máxima e iniciar antes uma diminuição da mesma³. Porém, apesar dessas divergências, a porcentagem de decréscimo da força muscular ao longo do envelhecimento parece ser equivalente para os sexos²⁹.

A habilidade em identificar a fraqueza muscular precocemente, com exatidão e de forma confiável, é particularmente importante, pois tem sido documentado que até 50% da força muscular pode ser perdida antes mesmo de ser detectada a presença de dificuldades nas atividades de vida diária²⁸.

O procedimento de avaliação da força muscular, mais amplamente praticado nos últimos 50 anos, tem sido o "método de provas musculares manuais", que consiste na utilização de sistema de graduação que expressa, de forma subjetiva, a força ou fraqueza dos músculos^{4,16}.

Robert W. Lovett, foram quem introduziram o método de prova empregando a resistência da gravidade e descrevendo a graduação muscular, baseada no chamado "Sistema de Lovett", publicada em 1932, em que a força dos músculos era classificada em: nula, vestígios, pobre, regular, boa, ou normal, de acordo com a capacidade do músculo em trabalhar sem a ação da gravidade, com a ação da gravidade ou contra a resistência externa ao mesmo tempo que contra a gravidade. Este sistema tornou-se base para a maioria das graduações musculares atualmente utilizadas, cujas diferenças consistem apenas nos símbolos utilizados na classificação da força muscular: graus numéricos, palavras, letras, etc.

Em 1956, Basley apud Bahannon e Andrews⁴ demonstrou de forma objetiva, que o teste muscular é impreciso. Tem surgido desde então a necessidade de se ter em mãos um pequeno, portátil e resistente instrumento que possa ser usado para medir a força muscular. Basley comprovou que os dinamômetros e tensiômetros manuais poderiam ser usados na obtenção de uma indicação mais exata da força de grupos musculares. Desde o trabalho clássico de Basley, outros estudos do dinamômetro manual, envolvendo pacientes

com hemiplegia, têm sido publicado, entretanto a confiabilidade do mesmo ainda não havia sido investigada completamente⁴.

Em 1973/74, o *Hammersmith Hand Held Dynamometer*® foi desenvolvido e sua aplicação clínica descrita. No entanto, o desenvolvimento comercial subsequente deste instrumento não satisfaz todas as exigências. Embora muitos continuassem utilizando o aparelho rotineiramente, era inadequado seu uso em condições onde a força muscular a ser mensurada fosse muito pequena (1 a 5 kgf). Além disso, o aparelho era calibrado em Newton (1 Newton = 1kgf/9,81), unidade padrão de força, havendo necessidade constante de transformar o valor obtido em kgf¹⁵.

Em 1975 ressurgiu a necessidade de criar um instrumento capaz de medir forças musculares muito pequenas. Um grupo de engenheiros ajudou então no projeto de um miômetro, produzido comercialmente em 1982¹⁵.

O miômetro é um aparelho que mede o pico de força produzida, enquanto o examinador está resistindo a contração de um grupo muscular. A força é expressa em quilograma força (kgf) e o instrumento apresenta a capacidade de registrar de 0,1 a 30 kgf, que pode ser verificado no mostrador digital do aparelho.

A miometria, ou seja, a mensuração da força muscular, através do método de uso do miômetro, tem sido rotineiramente utilizada para avaliar pacientes com debilidades musculares. E, segundo Bohannon e Saunders (1990)⁷, as medidas obtidas com os aparelhos têm se mostrado extremamente eficientes, sensíveis a mudanças na força muscular e indicativas do progresso funcional. As medidas têm sido também demonstradas como sendo dignas de confiança.

O método de utilização do miômetro resume-se em que o paciente adote a posição desejada pelo teste, e o fisioterapeuta, tendo selecionado o tamanho apropriado do aplicador, o acople de forma correta ao cabeçote do medidor e na região anatômica adequada. O fisioterapeuta então instrui e solicita que o paciente empurre ao máximo contra o cabeçote medidor oferecendo resistência ao movimento, empurrando na mesma direção e em sentido oposto ao movimento realizado pelo paciente. O melhor valor das três repetições exigidas é registrado, sendo permitido um intervalo de pelo menos quinze segundos entre sucessivos esforços²³.

A fim de obter um nível de exatidão aceitável dos resultados obtidos e permitir a replicabilidade dos

mesmos, a padronização da melhor posição para a realização do teste e dos locais mais adequados à colocação do cabeçote do medidor são essenciais. Há necessidade de selecionar posições ideais, nas quais pequenas mudanças na posição não tragam grandes alterações da força produzida; além disso, é preferível usar pontos anatômicos de fácil localização para colocação do cabeçote do medidor. A padronização é necessária principalmente quando a força muscular de um paciente está sendo reavaliada ou quando um grande número de pacientes está sendo estudado.

Vários estudos têm sido realizados a fim de determinar a viabilidade da replicação do teste de miometria e verificar o grau de erro da variabilidade dos resultados obtidos por diferentes experimentadores. Um desses estudos foi realizado por Bohannon e Andrews (1987)⁴, em que dois examinadores testaram, separadamente, a força de três grupos musculares dos membros inferiores e três grupos musculares dos membros superiores, em 30 indivíduos. Cada indivíduo era avaliado por um examinador e, dentro de cinco minutos, reavaliado pelo outro examinador. Comparando os valores obtidos pelos dois examinadores verificou-se que os erros inter-testes ($p < 0,001$) e a replicabilidade são de fato satisfatórios, sugerindo ainda mais o miômetro como um instrumento válido na mensuração da força produzida por um grupo muscular.

Enfim, a subjetividade dos testes musculares manuais pode ser eliminada através da instrumentação. Dados objetivos da força isométrica do músculo têm sido registrados através do uso de vários tipos de equipamentos: tensiômetros, dinamômetros ou miômetros, sendo os aparelhos isocinéticos também utilizados. O tipo de dado desejado, o custo do equipamento, a facilidade do manuseio e o espaço que será exigido são fatores que deverão ser levados em consideração no momento da escolha do equipamento; e o miômetro tem sido demonstrado como sendo um efetivo, objetivo e exato instrumento para medir a força muscular. Ele é portátil, simples para manipular e de baixo custo, sendo portanto ideal seu uso em condições clínicas e ao mesmo tempo bastante adequado para ser utilizado no presente estudo²⁸.

Assim o presente estudo teve como objetivo comparar a força muscular isométrica máxima de indivíduos idosos, saudáveis e moderadamente ativos, da faixa de 60 a 80 anos de idade, com indivíduos adultos jovens saudáveis e moderadamente ativos, da faixa de 19 a 25 anos de idade.

METODOLOGIA

Sujeitos

Participaram do experimento dois grupos de indivíduos saudáveis, moderadamente ativos e sem problemas neurológicos ou ortopédicos diagnosticados que pudessem afetar os resultados do teste.

O grupo 1 consta de 42 sujeitos idosos, dentre os quais 21 homens e 21 mulheres, cuja faixa etária varia de 61 a 79 anos. O grupo 2 consta de 42 sujeitos jovens, dentre os quais 21 homens e 21 mulheres, cuja faixa etária varia de 19 a 25 anos.

Material

Foram utilizados, para o experimento, um miômetro manual portátil da Penny & Giles Transducer®, uma cadeira estável e fichas padronizadas para coleta de dados.

Local

Laboratório 2 do CDP, Centro de Docência e Pesquisa em Fisioterapia, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado para a coleta de dados é o de grupo, sendo que dois grupos etários diferentes foram estudados, de forma correlacional, a fim de verificar existência de uma relação entre as variáveis idade e sexo (variáveis independentes) e força muscular (variável dependente).

Procedimento

O indivíduo sentado em um banco estável, corretamente posicionado, com quadril e joelhos fletidos aproximadamente 90°.

Selecionou-se a voltagem e ligou-se o aparelho à fonte. Apertava-se o botão de reajuste do miômetro a fim de zerar o aparelho, com o mostrador digital devendo aparecer 0,0.

Os testes eram então realizados como descritos a seguir.

Teste do grupo extensor do joelho

Zerar o aparelho. Colocar o cabeçote do miômetro

na face anterior da região distal da perna do sujeito. Instruir o sujeito para manter a posição de teste, evitando as compensações de tronco; enquanto o operador solicita e encoraja, com comando verbal, a produção de força máxima na extensão do joelho, ao mesmo tempo em que aplica gradualmente a resistência, com o cabeçote do miômetro, em direção oposta ao movimento solicitado.

O pico de força é registrado no “ponto break”, quando a resistência oferecida pelo examinador é vencida. Ler o resultado e anotá-lo antes de apertar o botão de reajuste. Repetir o mesmo procedimento três vezes, com intervalo de aproximadamente 15 segundos entre um teste e outro. Escolher o melhor valor das três leituras como a máxima força de contração voluntária. Realizar o mesmo procedimento do membro inferior contralateral.

Teste do grupo flexor do joelho

Zerar o aparelho. Colocar o cabeçote do miômetro na fase anterior da região distal da coxa, logo acima da articulação do joelho. Instruir o participante para manter a posição do teste, evitando realizar compensações de tronco e outros que venham prejudicar o resultado do teste. Encorajá-lo verbalmente à produção de força máxima, assim como descrito no item anterior.

Após realizar por três vezes esse procedimento, efetuar o teste no membro contralateral.

Teste do grupo flexor de cotovelo

Zerar o aparelho. Posicionar o cotovelo em 90° de flexão, com o braço alinhado ao longo do corpo. Colocar o cabeçote do miômetro na extremidade distal do antebraço em supinação. Orientar o participante para manter a posição do teste, sem realizar compensações de tronco ou elevação do ombro. Encorajá-lo verbalmente à produção de força máxima, repetindo três vezes o mesmo procedimento. Proceder da mesma forma com o cotovelo contralateral.

Teste do grupo abductor do ombro

Zerar o aparelho. Posicionar o membro superior ao longo do corpo, com cotovelo em extensão, e a palma da mão voltada para o corpo. Colocar o cabeçote do miômetro na fase dorsal da extremidade distal do antebraço. Instruir o participante para manter a posição do teste, evitando compensar com movimentos de

inclinação lateral de tronco. Encorajá-lo verbalmente à produção de força máxima, repetir três vezes o mesmo procedimento e, ao fim dos mesmos, realizar os testes no membro contralateral.

ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise dos dados foram calculados a média e o desvio padrão das forças dos membros superior e inferior direitos (MD) e esquerdos (ME), isoladamente para cada teste (isto é, dos grupos extensores de joelho, flexor de quadril, flexor de cotovelo e abductor de ombro) e a média entre a somatória das forças dos MD e ME, para os seguintes grupos de indivíduos: idosos do sexo masculino (M), idosos do sexo feminino (F), todos os indivíduos (sexo M + sexo F), jovens do sexo M, jovens do sexo F, todos os jovens (sexo M + sexo F), sub-grupo 1 (SG1 = 24 idosos com idades entre 61 a 70 anos) e sub-grupo 2 (SG2 = idosos com idades entre 71 a 79 anos).

Foram obtidas as porcentagens das diferenças entre a força dos MD e ME, para cada grupo muscular, comparando-as, separadamente, em indivíduos idosos do sexo M, em idosos do sexo F, em todos os idosos, em jovens do sexo M, em jovens do sexo F, em todos os jovens, no SG1 e no SG2.

Foram calculadas também as porcentagens das diferenças entre as médias das forças dos indivíduos idosos e jovens do sexo M, entre os indivíduos idosos e jovens do sexo F, entre todos os indivíduos idosos e jovens, entre os indivíduos idosos do sexo M e sexo F, entre os indivíduos jovens do sexo M e sexo F, e entre o SG1 e SG2.

Para este estudo foi considerado o valor da porcentagem da diferença como sendo significativo quando acima de 5%. Nossa experiência clínica tem nos demonstrado que uma diferença no grau de força menor

do que 5% possui desconsiderável valor clínico; e além disso, esta diferença de 5% pode ainda estar relacionada à técnica de coleta de dados.

RESULTADOS

Dentre os grupos musculares estudados em indivíduos idosos do sexo masculino, encontramos diferença de força entre os MD e ME nos grupos extensores de joelho e abductor de ombro, sendo a diferença de 8,55% e 10,13% respectivamente, mostrando presença de força maior nos MD. Por outro lado, nos grupos flexor de quadril e flexor de cotovelo, não há evidência de predominância de um membro sobre o outro, uma vez que os valores das diferenças não são significativos (MD=0,8% menor em força que ME, e ME = 1,94% menor em força que MD, respectivamente).

Em indivíduos idosos do sexo feminino, no grupo extensor de joelho, o ME é 9,39% menor em força que o MD. Para o grupo flexor de quadril, flexor de cotovelo e abductor de ombro, não foram encontradas diferenças significativas entre os membros direitos e esquerdo (MD = 0,87% menor em força que ME; ME = 4,45% menor em força que MD e ME = 4,82 menor em força que MD, respectivamente).

Em virtude da força muscular, em indivíduos idosos masculinos, ser maior em MD para os grupos extensor de joelho e abductor de ombro, ao analisar o grupo idoso (sexo M + F), verificou-se um aumento de força em MD nestes grupos musculares (8,96% e 7,94% de diferença, respectivamente). Por outro lado, nos grupos flexor de quadril e flexor de cotovelo não foram encontradas diferenças significativas entre os MD e ME (MD = 0,83% menor em força que ME e ME = 3,04% menor em força em MD, respectivamente).

FORÇA MUSCULAR – IDOSOS

Tabela 1 - Comparação da força muscular entre membro direito e membro esquerdo em 21 indivíduos idosos do sexo masculino (média das idades = $69,43 \pm 5,01$; média dos pesos em kgf = $69,74 \pm 6,84$; média das alturas em metros = $1,65 \pm 0,06$), e em 21 indivíduos idosos do sexo feminino (média das idades = $69,19 \pm 4,53$; média dos pesos em kgf = $64,23 \pm 6,76$; média das alturas em metros = $1,52 \pm 0,06$)

	Extensor de joelho		Flexor de quadril		Flexor de cotovelo		Adutor de ombro	
	D	E	D	E	D	E	D	E
M	17.55 ± 3.36	16.05 ± 3.21	22.37 ± 3.96	22.55 ± 4.12	18.55 ± 3.71	18.19 ± 3.93	13.13 ± 3.03	11.80 ± 2.80
F	14.59 ± 4.98	13.22 ± 4.40	15.93 ± 2.80	16.07 ± 3.84	14.37 ± 4.45	13.73 ± 3.43	9.55 ± 2.44	9.09 ± 2.34
média	16.07 ± 4.46	14.63 ± 4.06	19.15 ± 4.70	19.31 ± 5.12	16.46 ± 4.57	15.96 ± 4.28	11.34 ± 3.26	10.44 ± 2.89

Em indivíduos jovens do sexo masculino, observou-se que o MD apresenta força menor que o ME, para os grupos extensor de joelho e abductor de ombro (7,88% e 7,82% respectivamente); para o grupo flexor de quadril, o ME é menor em força que o MD (5,35%); enquanto que para o grupo flexor de cotovelo não foi encontrada diferença significativa entre os membros D e E (0,55%).

Em indivíduos jovens do sexo feminino, no grupo extensor de joelho, o MD é 5,75% menor em força que o ME; e, no grupo abductor de ombro, o ME é 6,76%

menor em força que o MD. Já nos grupos flexor de quadril e flexor de cotovelo, os ME são respectivamente 2,25% e 2,13% menor em força que os MD, não sendo porém significativos em nível clínico.

Analisando o grupo jovem (masculino e feminino) observou-se que, no grupo extensor de joelho, o MD = 7,01% menor em força que o ME. Para os grupos flexor de quadril, flexor de cotovelo e abductor de ombro não foram encontradas diferenças significativas entre os membros D e E (ME = 4,01% menor em força que MD, ME = 1,15% menor em força que MD e MD = 3,12% menor em força que o ME, respectivamente).

FORÇA MUSCULAR – JOVENS

Tabela 2 - Comparação da força muscular entre membro direito e membro esquerdo em 21 indivíduos jovens do sexo masculino (média das idades = $21,43 \pm 1,83$; média dos pesos em kgf = $66,56 \pm 9,02$; média das alturas em metros = $1,69 \pm 0,07$), e em 21 indivíduos jovens do sexo feminino (média das idades = $21,24 \pm 1,81$; média dos pesos em kgf = $54,05 \pm 5,55$; média das alturas em metros = $1,61 \pm 0,06$)

	Extensor de joelho		Flexor de quadril		Flexor de cotovelo		Adutor de ombro	
	D	E	D	E	D	E	D	E
M	20,80 \pm 4,62	22,58 \pm 4,56	23,74 \pm 5,34	22,47 \pm 5,37	22,51 \pm 5,50	25,37 \pm 5,30	15,32 \pm 3,13	16,62 \pm 3,25
F	14,76 \pm 3,97	15,66 \pm 4,51	18,20 \pm 1,96	17,79 \pm 1,93	14,55 \pm 3,71	14,24 \pm 3,68	8,29 \pm 1,85	7,73 \pm 2,63
média	17,78 \pm 5,24	19,12 \pm 5,69	20,97 \pm 4,86	20,13 \pm 4,64	20,03 \pm 7,23	19,80 \pm 7,21	11,80 \pm 4,37	12,18 \pm 5,36

Comparando a força geral, considerando todos os testes realizados, entre os indivíduos idosos do sexo F, observou-se que a força no sexo F é menor que a força encontrada no sexo M: 17,26% de diferença para o grupo extensor de joelho; 28,76% de diferença para o grupo flexor de quadril; 23,54% de diferença para o grupo flexor de cotovelo e 25,20% de diferença para o grupo abductor de ombro.

Em indivíduos jovens observou-se que a força muscular no sexo feminino é menor que a força encontrada no sexo masculino: 29,88% de diferença para o grupo extensor de joelho; 22,08% de diferença para o grupo flexor de quadril; 43,44% de diferença para o grupo flexor de cotovelo e 49,84% de diferença para o grupo abductor de ombro.

Observamos que a força em indivíduos idosos é menor que em indivíduos jovens, sendo a porcentagem da redução de força variável dependente do grupo muscular analisado sendo: 16,80% de redução para o grupo extensor de joelho; 6,42% de redução para o grupo flexor de quadril;

18,62% de redução para o grupo flexor de cotovelo e 9,17% de redução para o grupo abductor de ombro.

Observou-se que, no sexo masculino, as reduções mais significativas da força muscular ocorreram nas porções mais distais: extensor de joelho (redução de 22,54%) e flexor de cotovelo (redução de 27,79%), enquanto que, nas porções mais proximais, as reduções foram de 2,77% para o grupo flexor de quadril (valor clinicamente insignificante) e 21,98% para o grupo abductor de ombro.

De forma diferente da que se observa em indivíduos do sexo masculino, no sexo feminino as reduções mais significativas da força muscular com o envelhecimento parece ocorrer nas porções mais proximais: o grupo flexor de quadril apresentou redução de 11,11% na força e o grupo abductor de ombro apresentou redução de 14,06%, enquanto que nas porções mais distais observou-se reduções de 8,61% e 2,36% (valores clinicamente insignificantes) para os grupos extensor de joelho e flexor de cotovelo respectivamente.

FORÇA MUSCULAR - JOVENS x IDOSOS

Tabela 3 - Comparação da força muscular entre indivíduos jovens e idosos do sexo masculino e feminino

	Extensor de joelho		Flexor de quadril		Flexor de cotovelo		Adutor de ombro	
	idoso	jovem	idoso	jovem	idoso	jovem	idoso	jovem
M	16,80 ± 3,18	21,69 ± 4,42	22,46 ± 3,89	23,10 ± 5,13	18,37 ± 3,58	25,44 ± 5,30	12,46 ± 2,81	15,97 ± 3,12
F	13,90 ± 4,42	15,21 ± 4,03	16,00 ± 3,11	18,00 ± 1,74	14,05 ± 3,80	14,39 ± 3,41	9,32 ± 2,32	8,01 ± 2,18
média	15,35 ± 4,07	18,45 ± 5,31	19,23 ± 4,77	20,55 ± 4,58	16,21 ± 4,24	19,92 ± 7,11	10,89 ± 3,00	11,99 ± 4,83

Para estudarmos mais refinadamente o efeito da idade dentro da população estudada, dividimos nossa população em dois sub-grupos e comparando-os, observamos que o SG2 é menor em força que o SG1: 7,01% de diferença no grupo extensor de

joelho; 5,93% de diferença no grupo flexor de quadril e 7,55% de diferença no grupo abdutor de ombro. Por outro lado, no grupo flexor de cotovelo o SG1 encontrou-se menor em força que o SG2 (5,73% de diferença).

FORÇA MUSCULAR – IDOSOS

Tabela 4 - Comparação da força muscular entre indivíduos idosos do sub-grupo 1 (SG1); 24 indivíduos idosos (média das idades = 65,83 ± 2,60; média dos pesos em kgf = 67,70 ± 6,85; média das alturas em metros = 1,58 ± 0,08), e idosos do sub-grupo 2 (SG2); 18 indivíduos idosos (média das idades = 73,94 ± 2,18; média dos pesos em kgf = 66,04 ± 7,91; média das alturas em metros = 1,58 ± 0,10)

	Extensor de joelho	Flexor de quadril	Flexor de cotovelo	Adutor de ombro
SG1	15,83 ± 4,33	19,73 ± 4,56	15,80 ± 4,06	11,26 ± 3,22
SG2	14,72 ± 3,72	18,56 ± 5,09	16,76 ± 4,57	10,41 ± 2,69

DISCUSSÃO

Ao comparar a força muscular entre os membros superior e inferior D e superior e inferior E, observamos que indivíduos idosos do sexo M apresentam os grupos extensor de joelho e abdutor de ombro com força maior nos membros D (diferença de 8,55% e 10,13% respectivamente); nos indivíduos idosos do sexo F, foi observado que o grupo extensor de joelho também apresenta força maior no membro D (diferença de 9,39%). É interessante observar que a condição se inverte em indivíduos jovens: em sujeitos M, o grupo extensor de joelho e abdutor de ombro apresentam força maior nos membros E (7,88% e 7,82% respectivamente); nos

sujeitos F, o grupo extensor de joelho apresenta força maior em membro E (5,75%).

Na literatura não foram encontrados trabalhos comparando a força muscular entre os membros D e membros E; e mesmo dos raros estudos que comparam as características histoquímicas e metabólicas entre os membros contralaterais, nenhuma conclusão definitiva foi obtida.

Como se tem conhecimento o membro D, em geral, é predominante na coordenação motora, porém não se sabe se existe correlação entre força e coordenação e se a predominância (tanto de força quanto de coordenação) oscila ao longo da vida de um indivíduo. Acredita-se, com frequência, que os membros D predominam

também em força muscular; porém nosso trabalho mostra que, para a população estudada, isto não ocorre de fato, chegando a ocorrer o inverso do esperado (como se observa nos dados encontrados em indivíduos jovens).

Quanto aos grupos musculares, estudos anteriores relatam que o comprometimento de força muscular, com o decorrer do processo de envelhecimento, provavelmente se localiza mais nas musculaturas proximais que nas distais e, do mesmo modo, nos músculos dos membros inferiores (MMII) com maior intensidade e frequência do que nos membros superiores (MMSS).

Em nosso estudo observamos que, no sexo M, as reduções mais significativas da força muscular ocorrem nas porções mais distais: extensor de joelho com redução de 22,54% e flexor de cotovelo com redução de 27,79%; enquanto que nas porções mais proximais as reduções foram de 2,77% para o grupo flexor de quadril (valor não significativo) e 21,98% para o grupo abductor de ombro. De forma diferente da que se observa nos indivíduos do sexo M, no sexo F as reduções mais significativas na força muscular, com o processo do envelhecimento, ocorre nas porções mais proximais: o grupo flexor de quadril com redução de 11,11% na força e o grupo abductor de ombro com redução de 14,06%, enquanto que nas porções mais distais observou-se reduções de 8,61% e 2,36% (não significativo) para os grupos extensor de joelho e flexor de cotovelo, respectivamente. Deste modo, verificamos que o resultado do nosso trabalho apenas entra em concordância com os estudos anteriores no que se refere ao sexo F, uma vez que não pudemos afirmar o mesmo para o sexo M. Questionamos assim a possibilidade do comprometimento da força muscular, se distal ou proximal, estar associada ao sexo ou o mesmo às características das diferentes atividades desenvolvidas por estas duas populações.

Não observamos um comprometimento de força mais importante em MMII do que em MMSS como foi relatado na literatura. Na população estudada (de 19 a 79 anos de idade) a perda quantitativa da força muscular encontrada durante envelhecimento é significativa para todos os grupos musculares analisados (redução de 16,8% para o grupo extensor de cotovelo e 9,17% para o grupo abductor de ombro). Além disso, comparando o SG1 (61 a 70 anos de idade) com o SG2 (71 a 79 anos de idade), observou-se perda significativa da força para três testes musculares (grupos extensor de joelho, flexor

de quadril e abductor de ombro, com reduções de 7,01%, 5,93% e 7,55%, respectivamente), apesar de que, no grupo flexor de cotovelo, encontramos força menor em SG1 (diferença de 5,73%); devendo, contudo, ser levado em consideração que dois sujeitos do SG2 (ambos com 72 anos de idade e do sexo M) apresentaram força muscular (em MD) fora dos padrões esperados, afetando deste modo o resultado obtido; a saber, o SG2 apresenta 18 sujeitos, dois dos quais com força muscular em MD de 26,7 kgf e 25,0 kgf, sendo a média das forças dos 20 sujeitos restantes de 15,74 kgf.

Quanto aos estudos referentes às diferenças de força muscular em função do sexo, trabalhos encontrados na literatura comparam a força muscular entre idosos dos sexos M e F, revelando diferenças significativas de até 40% entre os mesmos a favor do sexo M. Nosso trabalho confirma que existe uma diferença quantitativa e significativa da força muscular entre os sexos, porém dependendo da idade. Em indivíduos idosos do sexo F, a força é de até aproximadamente 30% menor do que a encontrada no sexo M (para o grupo flexor de quadril) e, quanto aos indivíduos jovens do sexo F, a força encontrada atinge até aproximadamente 50% da observada em jovens do sexo M.

A porcentagem de decréscimo da força muscular ao longo do envelhecimento que é citada como equivalente entre os sexos²⁹, no presente trabalho, mostrou resultados diferentes. Observamos reduções de força de 22,54% em homens e 11,11% em mulheres, para o grupo extensor de joelho; decréscimos da força de 2,77% e 8,61% para o grupo flexor e quadril; decréscimos de força de 27,79% e 2,36% para o grupo flexor de cotovelo; e reduções de 21,98% e 14,06% para o grupo abductor de ombro, para as populações masculinas e femininas, respectivamente.

Lembramos que a população participante deste trabalho é brasileira, o que traz questionamentos importantes a respeito da força muscular da nossa população em particular, uma vez que a literatura não traz informações sobre o desempenho motor senão de populações idosas de países de primeiro mundo como EUA, Canadá entre outros.

As metodologias utilizadas em outros estudos, os procedimentos, os posicionamentos articulares, os aparelhos, as médias das idades dos sujeitos participantes, etc., devem ser levados em conta na comparação dos estudos anteriores com o presente; lembramos ainda que este é um trabalho restrito pelo número de sujeitos estudados.

Propomos futuros trabalhos, em continuidade a este, que realizem estudos longitudinais da força muscular, correlação antropométrica incluindo a composição corporal, testes de força em um número maior de grupos musculares, comparação das porções mais distais dos membros (punhos, tornozelos e dedos) com as porções proximais, além de

correlacionar a força muscular e a coordenação motora.

Acreditamos que este tipo de estudo possa vir a colaborar na rotina de avaliação fisioterápica, fornecendo dados mensuráveis e assim, comparáveis entre sujeitos e entre diferentes avaliações durante o processo de evolução clínica.

CAROMANO, F.A.; JUNG, T.C. Comparative study of the performance during tests of muscular strenght among young and senior individuals throught miometry. *Rev. Fisioter. Univ. São Paulo*, v.6, n.1, p.101-12, jan./jun., 1999.

ABSTRACT: During the age process the motor units suffer alterations that result in the reduction of muscular strenght wich in turn diminish motor performance. Our objective in this experimental analysis was to compare the maximun isometric muscular strength in four muscular groups. Our study group consisted of forty two healthy elderly individual between the ages of 60 to 80 years old and forty two young adults between 19 to 25 years old. Through a study of miometry, we compare the muscular strenght between the two age groups, between the right and left members and between the masculine and feminine subjects.

KEYWORDS: Tensile strength. Aging. Physical therapy, methods. Muscle contraction. Adolescence. Aged.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aoyagi, Y., Shephard, R.J. Aging and muscle function. *Sport Med.*, v.14, n.6, p.376-96, 1992.
2. Arabadjis, P.G., Heffner, R.R. Jr., Pendergast, D.R. Morpphologic and functional alterations in aging rat muscle. *J. Neuropathol. Exp. Neurol.*, v.49, p.600-9, 1990.
3. Asmussen, E., Heeboll-Nielsen, K. Isometric muscle strenght of adult men and women. In: Asmusen, E., Fredsted, A., Hellrup, R.E., ed. *Communication for testing and observation institute*. Denmark: Dan. Natl. Assoc. Infantile Paralysis, 1961. p.1-43.
4. Bahannon, R.W., Andrews, A.W. Interrater reability os hand-held dynamometry. *Physical Ther.*, v.67, p.931-33, 1987.
5. Bembem, M. G., Massey, B.A., Bembem, D.A., Misner, J. E., Boileau, R. A. Isometric muscle force production as a function of age in fealthy 20 to 74 -yr-old men. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.23, n.11, p.1302-10, 1991.
6. Blomstrand, E., Ekblom, B. The needle biopsy technique for fibre type determination in human skeletal muscle - a methodological study. *Acta. Physil. Scand.*, v.116, p.437, 1982.
7. Bohannon, R.W., Souders, N. Hand-held dynamometry: A single trial may be adequate for measuring muscle strenght in healthy individuals. *Physiother. Can.*, v.42, p.6-9, 1990.
8. Bruce, S.A., Harrir, J.B., Johnson, M.A. Effect of age on voluntary force and crosssectional area of human adductor pollicis muscles. *Q. J. Exp. Physil.*, v.74, n.3, p.359-62, 1989.
9. Caccia, M.R., Harris, J.B., Johnson, M.A. Morphology and physiology of skeletal muscle in aging rodents. *Muscles Nerve*, v.2, p.202-12, 1979.
10. Clarkson, P.M., Kroll, W., Melchionda, M.A. Age, isometric strength, rate of tension development and fiber type composition. *J. Gerontol.*, v.36, n.6, p.648-53, 1981.
11. Davies, C.T.M., Thomas, D.O., White, M.J. Mechanical properties of young and elderly human muscle. *Acta Med. Scand.*, v.711, p.219-26, 1986. Supplement.
12. Essén-Gustavson, B., Borges, O. Histochemical and metabolic characteristics of human skeletal muscle in relation to age. *Acta Physiol. Scand.*, v.126, p.107-14, 1986.
13. Fisher, N.M., Pendergast, D.R., Calkins, E.C. Maximal isometric torque of knee extension as a function of muscle length in older subjects. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, v.71, p.729-34, 1990
14. Hyatt, R.H., Whitelaw, M.N., Bhat, A., Scott, S., Maxwell, J.D. Association of muscle strength with funcional status of elderly people. *Age Aging*, v.19, p.330-6, 1990.

15. Hyde, S.A., Goddard, C.M., Scott, O.M. The development of a clinical tool. *Physical Ther.*, v.69, p.424-27, 1983.
16. Kendall, F.P., Mc Creary, E.K. *Músculos, provas e funções*. 3ª ed. São Paulo, Manole, 1990.
17. Larsson, L., Grimby, G., Karlsson, J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *J. Appl. Physiol.*, v.46, p.451-6, 1979.
18. Larsson, L. Aging in mammalian skeletal muscle. In: Mortimer, J. A.; Pirozzolo, F.; Maletta, G. J. *The aging motor system*. New York: Praeger, 1982. p.60-97.
19. Larsson, L., Sjödin, B., Karlsson, J. Histochemical and biochemical changes in human skeletal muscle with age in sedentary males, age 22-65 years. *Acta Physiol. Scand.*, v.103, p.1-9, 1978.
20. Milner-Brown, H.S., Mallenthin, M., Miller, R.G. Quantifying human muscle strength endurance and fatigue. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, v.67, p.530-5, 1986.
21. Narici, M.V., Bordini, M., Cerretelli, P. Effect of aging on human adductor pollicis muscle function. *J. Appl. Physiol.*, v.70, p.1277-81, 1991.
22. Orlander, J., Kiessling, K.H., Larsson, L., Karlsson, J., Aniansson, A. Skeletal muscle metabolism and ultrastructure in relation to age in sedentary men. *Acta Physiol. Scand.*, v.104, p.249-61, 1978.
23. Penny & Giles Transducers manual: *Operating intructions for the myometer*. Airfeild Road, Christ Church, Dorset, BH, 23.
24. Petrofsky, J.S., Lind, A.R. Aging, isometric strength and endurance, and cardiovascular responses to static effort. *J. Appl. Physiol.*, v.38, n.1, p.91-5, 1975.
25. Pette, D. Plastic os muscle. In: Proceedings of a symposium, held at the University of Konstanz, Germany, Sept. 23-28, 1979. Berlin: De Gruyter, 1980.
26. Rice, C.L., Cunningham, D.A., Paterson, D.H., Rechnitzer, P.A. Strength in elderly population. *Arch Phys. Med. Rehabil.*, v.70, p.391-7, 1989.
27. Shephard, R.J., Montelpare, W., Plyley, M., McCracken, D., Goode, R.C. Handgrip dynamometry, Cybex measurements and lean mass as makers of the aging of muscle function. *Br. J. Sports. Med.*, v.25, p.204-8, 1991.
28. Stuberg, W.A., Metcalf, W.K. Reliability of quantitative muscle testing in healthy children and with Duchenne muscular dystrophy using a hand-held dynamometer. *Physical Ther.*, v.68, p.977-82, 1988.
29. Vandervoort, A.A., Hayes, K.C., Belander, A.Y. Strength and endurance of skeletal muscle in elderly. *Physiother. Can.*, v.38, p.167-73, 1986.
30. Vandervoort, A.A., Hayes, K.C. Plantarflexor muscle function in young and elderly women. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.58, n.4, p.389-94, 1989.