



Centro Universitário Augusto Motta
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

**ANÁLISE DA FUNÇÃO MUSCULAR PERIFÉRICA DE IDOSAS FISICAMENTE
ATIVAS: CORRELAÇÕES COM A AUTONOMIA FUNCIONAL**

Dissertação de Mestrado

Pesquisador Responsável:
MARCEL LIMA LESSA DE SOUZA

Orientador:
FERNANDO GUIMARAES

Rio de Janeiro
Novembro, 2011

MARCEL LIMA LESSA DE SOUZA

ANÁLISE DA FUNÇÃO MUSCULAR PERIFÉRICA DE IDOSAS FISICAMENTE
ATIVAS: CORRELAÇÕES COM A AUTONOMIA FUNCIONAL

Dissertação apresentada ao curso de
Mestrado Acadêmico em Ciências da
Reabilitação do Centro Universitário
Augusto Motta, como requisito parcial
para obtenção do Grau de Mestre.

Orientador:

FERNANDO GUIMARAES

Co - orientador:

MIRIAM RAQUEL MEIRA MAINENTI

Rio de Janeiro

Novembro, 2011

MARCEL LIMA LESSA DE SOUZA

**ANÁLISE DA FUNÇÃO MUSCULAR PERIFÉRICA DE IDOSAS FISICAMENTE
ATIVAS: CORRELAÇÕES COM A AUTONOMIA FUNCIONAL**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Acadêmico em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário Augusto Motta, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre.

Aprovada em Dezembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

**Profº. Drº. Fernando Guimarães – ORIENTADOR
UNISUAM**

**Profº. Drº. Arthur de Sá Ferreira
UNISUAM**

**Profª. Drª. Patrícia dos Santos Vigário
GAMA FILHO**

**Profª. Drª. Miriam Raquel Meira Mainenti – CO - ORIENTADORA
UNISUAM**

Rio de Janeiro
Novembro, 2011

AGRADECIMENTOS

- A Deus por me amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar os caminho nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.
- Aos meus orientadores, colegas de trabalho e amigos Profs. Fernando Guimarães e Miriam Mainenti, por acreditarem em mim, me mostrarem o caminho da ciência, fazerem parte da minha vida nos momentos bons e ruins, por serem exemplos de profissional e de pessoas.
- À minha família, a qual amo muito, pelo carinho, paciência e incentivo.
- À minha noiva, a qual amo muito, pelo carinho, companheirismo, paciência e incentivo.
- Aos amigos que fizeram parte desses momentos sempre me ajudando e incentivando.
- Aos meus colegas de trabalho e Diretores Edmilson e Cláudia pelo apoio e compreensão.
- Ao meu colega de pesquisa e amigo Bruno Lucas Gonçalves, pelo convívio, ajuda e espírito de equipe.
- A todos os colegas e professores do Mestrado em Ciências da Reabilitação pelo convívio e aprendizado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
2.1. Envelhecimento	10
2.2. Efeitos Degenerativos da Idade	12
2.2.1. Sarcopenia	12
2.2.2. Alterações Neuromusculares da Idade	15
2.2.3. Redução da Força	17
2.2.4. Diminuição da Capacidade Funcional	19
2.3. Avaliação da Fadiga Muscular	23
2.4. A Eletromiografia de Superfície	25
2.5. Avaliação da Autonomia Funcional	29
REFERÊNCIAS	31
3. MANUSCRITO SUBMETIDO À REVISTA MOTRIZ	41
3.1. Resumo	44
3.2. Abstract	45
3.3. Introdução	47
3.4. Materiais e Métodos	48
3.4.1. Caracterização da Amostra	48
3.4.2. Avaliação da Função Muscular: Dinamometria e EMG	48
3.4.3. Protocolo Experimental	49

3.4.4. Análise Estatística	53
3.5. Resultados	54
3.6. Discussão	57
3.7. Referências	62
ANEXO 1 – Documento de Aceitação do CEP	68
ANEXO 2 – Termo de consentimento Livre e Esclarecido	69
ANEXO 3 – Ficha de Avaliação Inicial (Anamnese)	70
ANEXO 4 – Roteiro para análise de sinais de força isométrica máxima	73
ANEXO 5 – Roteiro para processamento do sinal eletromiográfico	74

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço científico e tecnológico da medicina, e a melhoria da qualidade de vida, a expectativa de vida e a quantidade de pessoas que atingem a terceira idade tende a aumentar progressivamente (CAMPOS, 2001).

De acordo com dados da Organização Mundial da Saúde (2002) a população do continente americano está envelhecendo em ritmo intenso. Com o declínio das taxas de fecundidade e os constantes aperfeiçoamentos observados na esperança de vida na segunda metade do século XX, verificou-se um crescimento expressivo da população idosa. O número de indivíduos de 60 anos ou mais neste continente sobe hoje para 91 milhões. Com a previsão de uma taxa de crescimento anual de 3,5% dessa população nas duas primeiras décadas deste século, o total de pessoas de 60 anos ou mais chegará a 194 milhões. Esse número crescerá para 292 milhões até a metade do século XXI. Os idosos representam atualmente 8% da população total da América Latina e do Caribe, e 16% no Canadá e nos Estados Unidos. Até 2025, 14% da população da América Latina e do Caribe terão mais de 65 anos de idade.

O Brasil está em acelerado processo de envelhecimento. Até a década de 50 ou mesmo 60, as características demográficas do país indicavam uma população bastante jovem, com altas taxas de fecundidade e taxas de mortalidade que apenas começavam a diminuir. A partir de então, observa-se o início de um processo de diminuição das taxas de fecundidade e mortalidade que, nos últimos anos, vem se acelerando. Atualmente, o Brasil se encontra em alto e acelerado estágio de transição tanto para mortalidade quanto para fertilidade, o que permite prever de maneira segura a

distribuição etária e o tamanho da população nas próximas quatro décadas (KALACHE, 1987). Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), houve um crescimento da população com 65 anos ou mais, que era de 4,8% em 1991, passando a 5,9% em 2000 e chegando a 7,4% em 2010. A previsão para os próximos 30 anos indica que os idosos poderão representar quase 13% da população brasileira. Devido a sua maior longevidade em relação aos homens (em média oito anos a mais), entre 2000 e 2010 a proporção de mulheres idosas passou de 53,1% para 54% da população.

Um dado importantíssimo e bastante estudado sobre a fisiologia do envelhecimento demonstra que, a partir dos 60 anos, o agravamento das alterações fisiológicas e a perda das capacidades funcionais básicas (sarcopenia, ataxia, entre outros) encontram-se completamente instaladas e em velocidade extremamente acentuada. Desta forma, alguns investigadores consideram os indivíduos com as idades de 60 anos ou mais como indivíduos idosos (VALE et al., 2006).

Com o passar dos anos, o idoso foi caracterizado principalmente pelo aspecto cronológico, improdutivo e como alguém à parte. No decorrer da história o envelhecimento era visto como inverso à saúde, um processo degenerativo que impossibilita qualquer desenvolvimento físico. No entanto, percebe-se que, atualmente, esta é uma temática que tem ganhado autenticidade e vencido preconceitos. Estudiosos e profissionais buscam com empenho a possibilidade de se viver mais e com mais saúde (PEREIRA; RODRIGUES, 2007).

No entanto, percebemos que viver mais gera implicações importantes para a qualidade de vida e saúde. A longevidade, neste sentido, pode representar um problema, com diferentes repercussões na vida humana, psíquica, física, econômica e

social. Estes anos vividos a mais podem não representar uma vida plena, mas um momento de decepções e angústias. Nesse contexto, estudar sobre o envelhecimento e suas implicações na vida dos idosos é de fundamental importância no contexto social em que vivemos (PEREIRA; RODRIGUES, 2007).

Os idosos possuem uma grande tendência à inatividade física o que ocasiona um ciclo vicioso de desuso e redução de função. O desuso progressivo e a inatividade física produzem um impacto muito grande na redução de massa muscular, acarretando diminuição de força e da resistência à fadiga. Este declínio da força e da resistência a fadiga ocorre principalmente nos membros inferiores (CAMPOS, 2001).

Apesar da redução do desempenho muscular ser um dos principais fatores a contribuir para a perda redução da capacidade funcional e para lesões provenientes de quedas em idosos, há poucos estudos que tenham avaliado a importância da fadiga muscular localizada na função neuromuscular de indivíduos idosos (SILVA, 2003; KUMAR, 2006). Sabendo-se que juntamente com a perda de força muscular e massa corporal magra, ocorre também o declínio da capacidade funcional do idoso (KUMAR, 2006).

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a associação entre a função muscular periférica e a autonomia funcional de idosas participantes de um programa regular de exercícios físicos. Os objetivos específicos são:

- Avaliar em voluntárias idosas participantes de um programa regular de exercícios físicos:
 - A tolerância à fadiga muscular localizada do vasto medial em teste de contração isométrica máxima, através de EMG de superfície;
 - A força máxima do quadríceps por meio de dinamometria isométrica;

- O nível de autonomia funcional.
- Correlacionar os resultados da função muscular com a autonomia funcional de idosas

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Envelhecimento

O envelhecimento é um processo progressivo e irreversível que ocorre em todos os indivíduos, mas, em diferentes taxas de declínio. Conseqüentemente, é comum encontrar a mesma idade cronológica em indivíduos que possuem uma diferença acentuada com relação à capacidade funcional. Chodzco – Zayco (1996) define o processo de envelhecimento com referência à passagem de tempo, ou mais especificamente como tempo calendário. A idade cronológica geralmente refere-se à extensão do tempo na qual um indivíduo ou objeto tem existido, é medido independentemente de fatores biológicos, psicológicos e sociais. Em contraste a esta, a idade biológica/ funcional caracteriza os estágios de envelhecimento biológico e físico, sendo importante, ao se tratar de envelhecimento, diferenciar o envelhecimento fisiológico (senescência), do envelhecimento acelerado por patologias (senilidade) (KISNER; COLBY, 2004).

O envelhecimento está associado a alterações negativas em diversos sistemas, funções do organismo e capacidades físicas, como força, flexibilidade, velocidade, consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), massa óssea (osteoporose) e massa muscular (sarcopenia). Um fator extremamente prejudicial, que leva o idoso a condições

degenerativas crescentes é a inatividade física, uma das principais causadoras de perda de força muscular e menor resistência à fadiga (FILHO et al., 2010; KISNER; COLBY, 2004). A baixa atividade física associada às alterações próprias do envelhecimento intensifica os efeitos degenerativos das capacidades físicas e fisiológicas, ocasionando problemas como perda de equilíbrio, comprometimento da marcha e problemas psicológicos como a baixa autoestima e a depressão. (FILHO et al., 2010).

Nem todas as pessoas chegam à velhice no mesmo estado, umas são mais autônomas, mais vigorosas e mais desenvolvidas do que outras, que não conseguem conservar o seu dinamismo. Desta forma, alguns idosos estão mais suscetíveis que outros às diversas condições patológicas. Um idoso acometido por qualquer enfermidade (especialmente às que levam a alterações do equilíbrio, da mobilidade e do controle postural) é um indivíduo seriamente propenso a quedas (SOARES, 2003).

Diante desta realidade de envelhecimento constante na população de nosso país, sendo o Brasil um país em constante desenvolvimento, é de extrema importância que a população idosa tenha uma melhor qualidade de vida além de uma expectativa de vida maior, com autonomia funcional, atividade intelectual, estado de saúde, independência econômica e social. Nos últimos anos houve progressos na qualidade de vida e redução da incapacidade funcional dos idosos, aumentando assim, a perspectiva de longevidade em função de vários fatores, tais como o progresso nas áreas médica, fisioterapêutica, nutricional, na prescrição de exercícios físicos, preocupação da mídia com estas questões, dentre muitos outros fatores (GOUVEIA et. al., 2010).

Um fator de extrema importância para o idoso, segundo Gouveia et.al. (2010) é a autonomia, pois qualquer pessoa que chegue aos 80 anos, capaz de gerir sua própria vida optando por suas atividades de lazer, sociais e trabalho, certamente será considerada uma pessoa saudável. Independentemente de ser cardiopata, hipertensa, diabética ou possuir qualquer outra enfermidade, pois esta população, em geral, apresenta uma alta prevalência de doenças crônicas, principalmente hipertensão arterial, dores articulares e varizes.

2.2. Efeitos Degenerativos do Envelhecimento

2.2.1. Sarcopenia

A redução na massa muscular associada à idade e patologias, denominada sarcopenia, tem sido sugerida, como a razão primária para a diminuição da capacidade de produção de força. Os estudiosos da área têm notado uma redução na massa muscular à medida que o indivíduo envelhece. Esta diminuição começa a ser aparente após os trinta anos, sendo mais pronunciada a partir dos sessenta anos de idade (FLECK; KRAEMER, 2006).

Sarcopenia senil é a perda de massa muscular associada com o envelhecimento, tendo início por volta da sexta década e sendo uma das principais causas de fraqueza muscular nos idosos. A massa muscular diminui pela metade entre os 20 e os 80 anos e o número de fibras musculares é 20% menor no idoso do que no adulto. Após a oitava década, esta atinge um valor aproximando-se a 60%,

comparando-se com a segunda década de vida (ASTRAND et al., 2006; NARICE; MAGANARIS, 2006; LACOURT; MARINI, 2006).

As principais alterações musculoesqueléticas observadas na terceira idade são a diminuição do número de fibras do tipo I e II, gerando redução da área de seção transversa do músculo, alteração na relação comprimento tensão do músculo associada com a perda da flexibilidade, a redução no número de motoneurônios alfa na medula espinhal e deterioração dos axônios dos nervos periféricos (KISNER; COLBY, 2004). A capacidade de manter um esforço muscular de baixa intensidade por um período de tempo regride, em virtude da redução do suprimento sanguíneo e da densidade capilar do músculo, da diminuição na densidade das mitocôndrias, das alterações no nível de atividade enzimática e da diminuição do transporte de glicose (KISNER; COLBY, 2004).

Os efeitos degenerativos no sistema musculoesquelético estão relacionados principalmente com as fibras musculares responsáveis pela potência muscular (tipo II b). Os autores atribuem maior importância à potência do que à força muscular para a autonomia dos idosos. Porém, apesar da fadiga muscular localizada ser um importante parâmetro da função neuromuscular, há poucos estudos que a tenham abordado em idosos (SILVA, 2003).

A perda de massa muscular e força relacionada à idade são uma das causas fundamentais da fragilidade, declínio funcional e incapacidade de realizar as tarefas cotidianas. No ano de 2000, nos Estados Unidos da América, US\$ 18,5 bilhões em despesas de saúde foram diretamente atribuíveis a sarcopenia. Esta carga econômica irá aumentar dramaticamente, pois a população idosa crescerá ao longo da próxima

década. As principais causas da sarcopenia incluem uma vida sedentária e má nutrição (KIM, 2010).

A sarcopenia é uma das variáveis utilizadas para definição da síndrome de fragilidade, que é altamente prevalente em idosos, conferindo maior risco para quedas, fraturas, incapacidade, dependência, hospitalização recorrente e mortalidade. Essa síndrome representa uma vulnerabilidade fisiológica relacionada à idade, resultado da deterioração da homeostase biológica e da capacidade do organismo de se adaptar às novas situações de estresse. Apesar de associada à incapacidade, às co-morbidades e ao envelhecimento propriamente dito, não deve ser considerada como idêntica dessas condições, uma vez que tem sido reconhecida como síndrome clínica clara com base biológica própria, não explicada apenas pelo processo de envelhecimento e maior longevidade (SILVA, 2006).

A definição exata dos critérios da síndrome de fragilidade ainda é controversa. Entretanto, a sarcopenia e seu caráter reversível estão presentes na maioria das opiniões dos estudiosos, o que significa dizer que estão diretamente relacionados ao desempenho musculoesquelético e ao potencial papel da reabilitação na restauração da capacidade física e funcionalidade. Outros indicadores da síndrome de fragilidade incluem perda de peso recente, especialmente da massa magra; auto-relato de fadiga; fraqueza muscular; quedas frequentes; diminuição da velocidade da caminhada e redução da atividade física, todos relacionados ao desempenho do sistema musculoesquelético (SILVA, 2006).

Outros fatores fisiológicos podem contribuir para o desenvolvimento da sarcopenia em adultos idosos, como a redução da produção de hormônios anabolizantes, o que prejudica a capacidade musculoesquelética para incorporar aminoácidos e sintetizar proteínas; um

aumento na liberação de agentes catabólitos potencializa o desgaste muscular entre os idosos, com diminuição no estoque de enzimas glicolíticas e um menor estoque de ATP (DESCHENES, 2004).

2.2.2. Alterações Neuromusculares do Envelhecimento

Entre as alterações musculares a redução da tensão da fibra muscular específica é um dos principais fatores que contribuem para o declínio da fibra muscular intrínseca, estando fortemente associada com uma diminuição do número de pontes cruzadas dos filamentos de proteínas musculares de actina e miosina ao invés da força exercida por cada ponte cruzada (NARICE; MAGANARIS, 2006).

A redução da excitação e do acoplamento da contração pode contribuir para a diminuição da tensão da fibra muscular na velhice. Estes fatores também incluem uma redução do impulso neural para os músculos agonistas, um aumento da movimentação neural para os músculos antagonistas e uma diminuição na capacidade de ativação em indivíduos mais velhos. Esta menor capacidade de ativação é resultante de uma redução do recrutamento de unidades motoras e na frequência de disparo de impulsos nervosos, além de uma maior co-ativação dos músculos antagonistas, provavelmente necessárias para uma maior estabilização articular. Estes mecanismos também foram sugeridos como possíveis responsáveis pela perda de vigor com o envelhecimento (NARICE; MAGANARIS, 2006).

Além destas alterações, o envelhecimento leva a modificações marcantes na arquitetura do músculo que potencialmente contribuem para perda de força. Atualmente, constata-se que não só o tamanho bruto do músculo diminui, mas também

que o comprimento dos fascículos e dos ângulos de penação em indivíduos mais velhos com 75 anos foi diminuído em torno de 10 a 13%, comparando-se com indivíduos jovens de 20 anos de idade (NARICI et. al., 2003; MORSE et. al., 2004).

O menor ângulo de penação e comprimento de fascículo encontrado em indivíduos mais velhos sugere que, com o envelhecimento, tanto sarcômeros em série quanto em paralelo são perdidos. A redução no comprimento da fibra muscular é resultado da diminuição do número de sarcômeros em série e não do comprimento do sarcômero. Tais observações levam a indícios sobre mecanismos de regulação do número de sarcômeros no músculo esquelético. O estiramento prolongado do músculo é um fator conhecido de promoção de adição de número de sarcômeros em série e em paralelo, enquanto que uma diminuição de tensão, como a causada por imobilização em posição encurtada é conhecida como determinante da perda de sarcômeros, como ocorre nos processos de crescimento muscular e atrofia. A atrofia muscular é um dos fatores resultantes da diminuição do número de sarcômeros (NARICE; MAGANARIS, 2006).

Acredita-se que o processo de envelhecimento seja responsável pela redução da quantidade de motoneurônios α ; assim, indivíduos idosos apresentariam menor número de unidades motoras (DAVINI; NUNES, 2003). Isso ocorre pela degeneração dos elementos neurais, reorganização dos componentes restantes, variações na proporção dos diferentes tipos de unidades motoras e alterações na propriedade de cada unidade motora (KAUFFMAN, 2001). As unidades motoras passam por um processo natural de remodelagem em que ocorrem algumas conexões sinápticas na junção neuromuscular, caracterizadas por redução de inervação, brotamento axonal e reinervação das fibras musculoesqueléticas (DAVINI; NUNES, 2003). Esse

remodelamento se degrada progressivamente na idade avançada, resultando em atrofia muscular. Além disso, os idosos possuem um conteúdo não contrátil duas vezes maior nos músculos esqueléticos locomotores que os indivíduos mais jovens (ASTRAND et al., 2006; McARDLE, et al., 2003).

De acordo com Lieber e Frieden (2000), a partir de um ponto de vista funcional, uma perda de sarcômeros em paralelo e em série deve alterar tanto o comprimento-tensão, bem como as relações de força-velocidade. Estes autores compararam dados de velocidade de torque de homens jovens e idosos, verificando que a velocidade de encurtamento máxima estimada dos músculos flexores plantares é 16% menor que a dos jovens e a força isométrica máxima plantar é 34% menor no idoso. Estes resultados sugerem que as diferenças na arquitetura muscular possam ser responsáveis por cerca de 50% da perda da função muscular em idosos.

2.2.3. Redução da Força

Sob condições normais a força muscular está maximizada entre os 20 e 30 anos de idade, período após o qual permanece relativamente estável ou diminui levemente ao longo dos próximos 20 anos. Na sexta década de vida, ocorre um decréscimo mais acentuado tanto nos homens quanto nas mulheres, apresentando-se de forma mais acentuada nas mulheres gerando um decréscimo na capacidade funcional dos músculos em torno de 40 anos (ASTRAND et al., 2006; FLECK; KRAEMER, 2004; LACOURT; MARINI, 2006).

Acredita-se que os desempenhos máximos, tanto nos eventos de endurance quanto nos de força, regridem, aproximadamente de 1% a 2% ao ano, com início em

torno dos 20 e 35 anos (FILHO et al., 2010). Após os 50 anos, homens e mulheres apresentam padrões semelhantes de perda de força muscular durante o envelhecimento, diminuindo cerca de 8% a 15% por década (ASTRAND et al., 2006; LACOURT; MARINI, 2006). Esta perda parece ser mais dramática após os 70 anos de idade, diminuindo em torno de 30% após este período (FLECK; KRAEMER, 2006).

A magnitude do decréscimo de força varia de acordo com o gênero, com os músculos individualmente e em grupamentos. Lacourt e Marini (2006) verificaram que a diminuição da força isocinética dos extensores do joelho é de aproximadamente 14% e dos flexores de joelho em torno de 16% a cada 10 anos, em ambos os sexos.

Aniansson et al., (1992, apud Deschenes, 2004), acompanhando por um período de onze anos nove indivíduos do sexo masculino com idade entre 79 e 82 anos, constataram uma diminuição de força de 35% para contração isométrica e 25% para contração isocinética para extensores dos joelhos. A força dos flexores do cotovelo também se apresentou menor ao final da contração. Dentre todas as formas de expressão de força, a força excêntrica é a menos prejudicada pelo estado senil (LACOURT; MARINI, 2006).

Diversos fatores contribuem potencialmente para a perda de força muscular com o avanço da idade. Não há consenso sobre como estes fatores interagem entre si e quais os mecanismos exatos que predominam sob certas circunstâncias. Alguns dos principais fatores associados à fraqueza muscular gerada pelo envelhecimento são: mudanças musculoesqueléticas senescentes, atrofia por desuso, acúmulo de doenças crônicas, uso de medicamentos, má nutrição, diminuições nas secreções hormonais e alterações no sistema nervoso (ASTRAND, et al., 2006; FLECK; KRAEMER, 2006).

Perdas progressivas de força levam ao comprometimento da autonomia funcional dos idosos, deixando-os incapacitados para realizar as tarefas mais simples do cotidiano e tornando-os dependentes dos que os rodeiam, o que diminuirá consideravelmente sua qualidade de vida. Além da sarcopenia, também se deve lembrar que há alterações na saúde mental, como na cognitiva e no humor, e nos parâmetros sociais e ambientais, tais como a segurança e sua integração na sociedade (GOUVEIA et. al., 2010).

2.2.4. Redução da capacidade funcional

A capacidade funcional pode diminuir quando uma doença, afecção crônica ou lesão limita a capacidade física ou mental. A capacidade funcional nos idosos tem importantes repercussões no que tange ao trabalho, à aposentadoria, à saúde, às necessidades de atenção prolongada e ao bem-estar geral. Assim, o alvo da política oficial sobre envelhecimento deve ser o enfoque em intervenções que possam aumentar a esperança de vida sem incapacidade. A experiência dos países com populações em idade avançada, como na Europa e na América do Norte, mostra que é possível diminuir a taxa de prevalência de incapacidade entre os idosos. Segundo Mazzeo (1998), a pesquisa entre países oferece muitas lições importantes de saúde pública sobre os determinantes do funcionamento e participação na velhice.

Percebe-se que as modificações no estilo de vida contemporâneo (transformações de ordem tecnológica e científica) têm seus aspectos positivos, porém ainda instituem o estereótipo da velhice como sinônimo de imobilidade. Portanto,

segundo Pereira e Rodrigues (2007), tais mudanças vêm propiciando a aquisição de hábitos potencialmente lesivos à saúde e à qualidade de vida, como redução dos níveis de atividade física inerentes às atividades habituais, favorecendo com isso que os fatores de risco relacionados à instalação de estados patológicos ocorram com maior incidência na população.

Nesse sentido, segundo Cancela (2007), compreender sobre a capacidade funcional vai além da realização de atividades diárias, sendo esta a capacidade de manter as habilidades físicas e mentais necessárias a uma vida independente, valorizando-se a autonomia e a autodeterminação. Assim, a capacidade funcional compreende todas as capacidades necessárias para que o indivíduo consiga realizar suas vontades, no que diz respeito aos aspectos físicos, intelectuais, emocionais e cognitivos.

A capacidade funcional abrange dois grupos de atividades, a saber: atividades de vida diária (AVD) e atividades instrumentais de vida diária (AIVD). De acordo com Ward, et al. (1998) a divisão em atividades de vida diária e atividades instrumentais de vida diária começaram em 1969 com os estudos de Lawton e Brody. Eles apresentaram duas escalas de avaliação funcional que classificava as atividades cotidianas de acordo com o seu nível de complexidade. A primeira escala abrange as atividades básicas que são exigidas no cotidiano dos idosos, correspondem às Atividades de Vida Diária (AVDs). Já a segunda escala das Atividades Instrumentais de Vida Diária (AIVDs), são representadas por tarefas mais complexas que necessitam de uma adaptação do indivíduo ao meio ambiente (PEREIRA, 2007).

As AVDs e AIVDs são atividades que, para os idosos, possuem certo grau de complexidade, principalmente para aqueles idosos que já possuem algum

comprometimento da saúde. No entanto, o que fica claro é que as AIVDs possuem um grau de complexidade superior às AVDs devido, principalmente ao seu caráter de envolvimento social. Assim, muitos idosos são capazes de realizar todas as tarefas dentro de sua própria casa, mas se for necessário realizar qualquer atividade que necessita de um contato social fora das dependências em que está habituado, ele se sente impossibilitado. Neste sentido, pode-se afirmar que atualmente um dos principais objetivos é se viver mais anos e com uma melhor capacidade funcional para a realização das atividades cotidianas (LEMOS, 2007; MATSUDO et al, 2001).

Por exemplo, a capacidade de mudar da posição sentada para de pé é comprometida em torno dos cinquenta anos de idade e, por volta dos oitenta anos, essa tarefa se impossibilita para algumas pessoas. A abertura de uma tampa de um frasco que apresenta resistência é uma tarefa que pode ser realizada facilmente por 96% dos homens e mulheres na faixa etária entre quarenta e sessenta anos; após os sessenta anos, porém, o percentual de incapacidade na realização dessa tarefa aumenta para 68%, tanto que somente 32% das pessoas com idade entre 71 e 80 anos conseguem abrir um frasco (WILMORE; COSTILL, 1999).

O grau de incapacidade na realização de tarefas cotidianas aumenta com a idade, e aproximadamente 50% dos indivíduos idosos acima dos 85 anos apresentam-se dependentes nas suas atividades funcionais. Um estudo realizado com a população idosa institucionalizada da cidade de Passo Fundo - RS revelou um grande índice de dependência funcional (em torno de 40%), principalmente em atividades de higiene pessoal e micção, o que, provavelmente, está associado ao decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento (GUEDES; SILVEIRA, 2004).

Além disso, acredita-se que o decréscimo na função muscular torna os indivíduos idosos mais suscetíveis ao surgimento de afecções do sistema osteomuscular. Em estudo realizado por Mendonça e Marques Neto (2003), na qual foi avaliada a qualidade de vida de idosos institucionalizados, verificou-se que 14,4% da população estudada eram portadores de distúrbios do sistema osteomuscular, perdendo apenas para as afecções do sistema circulatório, que atingiram uma prevalência de 20,7%. Esses achados demonstram que a perda de força resultante da sarcopenia associada ao processo do envelhecimento diminui significativamente a capacidade de realizar diversas tarefas comuns de vida diária (AVDs), aumentando as dificuldades para o indivíduo idoso.

Condicionamento funcional é o nível de condicionamento necessário para um indivíduo realizar sozinho suas atividades sociais e da vida diária, bem como manter-se independente em casa. A melhoria dos componentes do condicionamento funcional (força muscular, potência, resistência, flexibilidade e amplitude de movimento), de forma combinada ou isoladamente, é de fundamental importância para manter o desempenho das atividades como subir escadas ou levantar de uma cadeira. De acordo com esta perspectiva, a falta de condicionamento, a inatividade física ou a doença crônica resultam em um decréscimo da força, potência, flexibilidade e amplitude de movimento, promovendo uma diminuição do condicionamento funcional e da habilidade de realizar as atividades cotidianas (CAMPOS, 2001). Ao longo deste processo de envelhecimento, as mulheres são particularmente suscetíveis a inaptidão, por terem uma reserva inicial menor de massa muscular, quando comparadas aos homens, devido principalmente aos hormônios anabólicos (VALE et. al, 2006).

2.3. Fadiga Muscular

O conceito de fadiga é aplicado para monitorar ou medir a deterioração do desempenho muscular. A deterioração do desempenho mecânico é normalmente o que o especialista em saúde visa identificar, um “ponto de fracasso” em que o músculo não é mais capaz de sustentar o nível de força desejado. O acesso aos dados fisiológicos dentro do músculo, no entanto, mostram as mudanças dependentes do tempo, que é indicativo dos processos que conduzem ao ponto de falha mecânica. Essas mudanças estão relacionadas ao sódio e ao potássio, mudanças de concentração iônica do íon hidrogênio e acúmulo e remoção de metabólitos. Estes fatores afetam as propriedades das fibras e da membrana do músculo, as características do potencial de ação das fibras musculares e, por sua vez, o sinal mioelétrico, levando a manifestações de fadiga musculares distintas (MERLETTI et. al. 1991).

De acordo com os sistemas anatomofuncionais envolvido no processo de fadiga, esta pode ser dividida em central e periférica. A fadiga central está associada com comprometimentos no sistema nervoso central, afetando a contração muscular. Neste caso a fadiga poder ocorrer por alterações do comando excitatório para os centros motores superiores ou para o neurônio motor inferior, podendo afetar seu grau de excitabilidade, ou ainda a transmissão neuromuscular. A fadiga periférica relaciona-se com deficiências a partir da junção neuromuscular, abrangendo modificações à excitabilidade do sarcolema, à liberação e recaptção de cálcio pelos túbulos T e pelo retículo sarcoplasmático. No entanto a fadiga periférica também pode estar associada a

mecanismos contráteis e à oferta de energia e/ou acúmulo de metabólitos (FILHO et al., 2010; RONDELLI et. al., 2009).

A diminuição da resistência muscular colabora com a perda funcional e incapacitação em indivíduos idosos. Para produzir os mesmos níveis de força que os adultos jovens, os idosos necessitam recrutar um percentual maior de massa muscular, que já se encontra reduzida. Ou seja, em comparação aos mais jovens, os mais velhos necessitam desempenhar maior quantidade de força, significando um maior recrutamento de unidades motoras, para uma determinada intensidade. Isso caracteriza um estado de fadiga precoce, resultado de um estresse metabólico potencializado (LACOURT; MARINI, 2006).

O indivíduo no estado senil apresenta uma degeneração progressiva de suas funções fisiológicas (FILHO et al., 2010). A redução da densidade capilar e do aporte sanguíneo, o comprometimento do transporte de glicose, a diminuição da densidade mitocondrial, a menor atividade das enzimas oxidativas e os níveis de creatina-fosfato reduzidos atribuem ao idoso, perda da capacidade de resistência muscular (LACOURT; MARINI, 2006).

Embora a conotação de fadiga em um contexto geral seja fácil de entender, a sua complexidade no domínio científico é considerável. No que se refere ao desempenho humano, a fadiga possui perspectivas importantes, tanto de natureza física quanto de natureza cognitiva (KUMAR, 2006). Mesmo no domínio físico, a natureza da fadiga para o organismo inteiro ou um músculo específico é diferente. Enquanto a fadiga do organismo pode ser descrita pela redução progressiva de energia de reserva ou a taxa de suas despesas, uma descrição similar para os tecidos

individuais é obscura. A fadiga do organismo também pode ser expressa por meio de medidas subjetivas, tais como a taxa de esforço percebido. Tecidos individuais, como os tecidos conjuntivos, podem sofrer de fadiga mecânica, resultado de esforço prolongado ou repetitivo. Músculos, por outro lado, geralmente são submetidos fisiologicamente à fadiga contrátil (KUMAR, 2006).

Considerando que a experiência da fadiga muscular tem sido generalizada, um método universalmente válido para sua determinação, ainda não é consenso. Uma variedade de métodos tem sido utilizada para medir a fadiga muscular localizada. Estes se inserem nas categorias de métodos objetivos e subjetivos. Objetivamente, a mais clara definição de fadiga é a duração para que a carga possa ser detida ou a deterioração da força ao longo do tempo. A magnitude da força e a duração que possa ser realizada (endurance) foram inicialmente demonstradas por Rohmert (1960). No entanto, a capacidade de sustentar uma carga ou aumentar o nível de força é subjetiva e modificável. Além disso, apesar do desconforto, as pessoas podem manter a sua contração por um período mais longo que o tempo de resistência, se motivado a fazê-lo. Assim a força e a curva de resistência são obscurecidas, dificultando a quantificação da força de fadiga (KUMAR, 2006).

2.4. A Eletromiografia de Superfície

Segundo Ferreira et. al. (2010) a eletromiografia de superfície (EMGS) compreende o exame dos potenciais elétricos dos músculos voluntários e possui destaque entre os métodos não invasivos para avaliação da atividade da musculatura esquelética. A EMGS permite avaliar o grau e a duração da atividade muscular, a

ocorrência de fadiga, a alteração da composição das Unidades Motoras (UM) em vigência de programas de treinamento muscular, assim como as estratégias neurais de recrutamento.

Durante a contração muscular, o registro eletromiográfico gera diversos parâmetros: raiz quadrada da média (RMS), frequência mediana (MDF), frequência média (MNF), espectro de densidade de potência (PSD), dentre outros (FERREIRA et. al., 2010). Para analisar a fadiga muscular, os parâmetros mais utilizados são a RMS e a MDF. A RMS representa a amplitude do sinal eletromiográfico, ou seja, ela quantifica a atividade elétrica durante a contração muscular. A MDF está relacionada à taxa de disparo da unidade motora e a velocidade da condução do potencial de ação. Portanto, a fadiga muscular está presente quando, na análise eletromiográfica, observa-se: O aumento nos valores da RMS, que resulta da maior ativação muscular devido à redução na capacidade de sustentar a contração e a redução nos valores de MDF devido à redução no potencial de ação das fibras em contração muscular (RONDELLI et. al, 2009).

A eletromiografia (EMG) tem sido considerada um instrumento confiável para avaliar a fadiga muscular localizada. Kumar (2006) afirmou que a frequência mediana (MDF) do espectro de potência EMG é sensível à manifestação fisiológica de fadiga. A taxa de declínio da MDF durante uma contração sustentada foi usada por eles como um índice da fadiga muscular. O aumento da amplitude do sinal eletromiográfico também foi considerado uma medida quantitativa de fadiga. Embora entre as variáveis do EMG a inclinação de queda da frequência mediana em contrações contínuas tem sido considerada como um índice de fadiga, quando esta é comparada com o nível de incapacidade para manter um determinado grau de força, a inclinação negativa da MDF

não se correlaciona. Por outro lado, a amplitude do EMG aumenta com a diminuição da força, sendo esta relação inversa variável. Portanto, as variáveis da EMG através de indicadores são úteis, mas não podem ser descritas como medida "padrão ouro" da fadiga muscular (KUMAR, 2006; RAINOLDI, et. al., 2001).

Afirmando em seu estudo que a fadiga muscular localizada não deve ser verificada por uma única variável, Kumar (2006) estudou a relação da resistência muscular à fadiga nos músculos eretores espinhais, bíceps braquial e quadríceps com as seguintes variáveis: sinal eletromiográfico, frequência mediana, frequência cardíaca, nível de oxigenação, volume de sangue e índice de esforço percebido da escala visual analógica. Estes procedimentos foram realizados na contração isométrica voluntária máxima e a 40% desta contração. Foi solicitado aos sujeitos, todos com idade inferior à 36 anos, que realizassem contração isométrica voluntária máxima, contra uma célula de carga, de forma progressiva nos primeiros 2 segundos e sustentassem por mais 3 segundos, para quantificar 100% de força isométrica. Um *feedback* visual no monitor do computador acoplado ao aparelho eletromiógrafo, indicava 40% da contração isométrica voluntária máxima a ser mantida pelos participantes até o ponto de fadiga. Neste experimento, foi possível observar que a amplitude do sinal eletromiográfico, a frequência mediana, o volume e a oxigenação do sangue foram significativamente diferentes entre homens e mulheres, tanto na contração isométrica voluntária máxima quanto a 40% da mesma. Não foram detectadas diferenças significativas entre gêneros nas avaliações subjetivas, tornando estes dados ferramentas mais universais para avaliação da fadiga. Em ambos os sexos, nas contrações voluntárias máximas e a 40% destas, a amplitude do sinal eletromiográfico, de todas as variáveis, mostrou maior

correlação com a diminuição da força. Surpreendentemente o declínio da frequência mediana, apresentou pouca correlação com o desempenho (KUMAR, 2006).

Silva e Gonçalves (2003), verificaram a fadiga muscular localizada dos músculos vasto medial e lateral do membro inferior dominante, através da amplitude do sinal eletromiográfico, em 9 voluntários do sexo feminino com idade variando entre 18 a 22 anos. A extensão isométrica do joelho (90°) foi avaliada nos protocolos de exaustão e de 1 minuto nas cargas de 20%, 30%, 40% e 50% da contração isométrica voluntária máxima. Mediante estes resultados, foi concluído que o protocolo de exaustão é viável para a aplicação da eletromiografia de superfície como método de avaliação da fadiga muscular. Neste protocolo houve predomínio de retas significantes ($P < 0,05$) em todas as cargas. No protocolo de 1 minuto, as cargas de 20% e 30% não foram relevantes para verificar o processo de fadiga por meio do sinal eletromiográfico, devendo, para este fim, utilizar cargas maiores do que 30% da contração isométrica voluntária máxima. Verificou-se, também, a importância da utilização de protocolos, para minimizar a influência de fatores psicológicos, que podem ocorrer quando se exige o esforço do sujeito até a exaustão (SILVA; GONÇALVES, 2003).

Geralmente é aceito que não há confiança direta na medida quantitativa da fadiga muscular localizada. Por isso, diferentes autores têm optado por uma variedade de indicadores de fadiga, tais como a frequência mediana, a desoxigenação do músculo, consumo de oxigênio, frequência cardíaca, taxa de percepção esforço (RPE) e escala visual analógica (VAS) em pontos (KUMAR, 2006; RAINOLDI, et. al., 2001).

2.5. Avaliação da Autonomia Funcional

De acordo com Farinatti (2000), existem muitas propostas de avaliação da autonomia da pessoa idosa. As possibilidades de manutenção de uma vida independente são tidas como essenciais para a qualidade de vida desta população. Dentre elas existem os chamados sistemas de avaliação das atividades da vida cotidiana (como as escalas ADL, IADL ou AADL), que enfatizam as dificuldades para a realização de atividades predeterminadas, os sistemas que focalizam a aptidão funcional procuram apreciar a *'normalidade'* das condições físicas individuais e o Sistema Sênior de Avaliação da Autonomia de Ação (SysSen).

Segundo o Grupo de Desenvolvimento Latino-Americano para a Maturidade (VALE et al., 2006), é indispensável conservar a autonomia funcional em indivíduos idosos, pois, desta forma, diminuiriam significativamente as oportunidades de institucionalização clínica ocorridas pela incapacidade física, além de gerar uma maior independência em suas atividades cotidianas diárias, como, por exemplo, caminhar, subir degraus, se banhar e/ou trocar de roupa. Portanto, as intervenções designadas para prevenir a redução da capacidade funcional em indivíduos idosos têm uma preocupação real de, não somente gerar economia no cuidado com a saúde dos idosos, mas, ainda, promover uma melhora na qualidade de vida.

Considerando-se que a autonomia funcional está associada às atividades da vida diária (AVD), de acordo com Vale et. al. (2006), o índice geral (IG - GDLAM) do protocolo de GDLAM de autonomia funcional, foi idealizado para representar o nível desta variável nos indivíduos idosos. Devido à natureza dos movimentos e sua relação ao cotidiano, o conjunto dos testes realizados neste protocolo parece permitir uma visão global do idoso.

De uma maneira geral, nota-se que os sujeitos idosos sedentários obtiveram tempos que estão situados num nível de classificação fraco, do Padrão do Protocolo GDLAM, para todos os testes realizados. Isso indica que os idosos que permanecerem inativos fisicamente ao longo da vida deverão sofrer os efeitos do envelhecimento com maior impacto, entretanto aqueles que se mantiverem ativos fisicamente tenderão a prolongar a autonomia funcional e conseqüentemente, a qualidade de vida (VALE et. al., 2006).

Recentes investigações constataam que indivíduos idosos podem se beneficiar, significativamente, dos exercícios físicos, tais como a caminhada, o treinamento de força e alguns tipos de esporte, como a hidroginástica, aumentando os níveis de força, de resistência, de equilíbrio e, principalmente, de mobilidade, prolongando sua independência funcional, permitindo-lhes viver de maneira auto-suficiente e digna (ACSM, 2003; FILHO et al., 2006).

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

ASTRAND, P.; RODAHL, K.; DAHL, H.A.; STROMME, S.B. **Tratado de Fisiologia do Trabalho: Bases Fisiológicas do Exercício**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

BOMPA, T. O. **Periodização: Teoria e Metodologia do Treinamento**. São Paulo: Phorte, 2002.

CAMPOS, M. A. **Musculação: Diabéticos, osteoporóticos, idosos, crianças e obesos**. 2. ed. Rio de Janeiro. Ed. Sprint, 2001.

CANCELA, C. J. M.; AYAN, P. C. Effects of high-intensity combined training on women over 65. **Gerontology**; Switzerland. v. 53, n. 6, p. 340-6, 2007.

CHODZKO - ZAJKO, W.J. **The Physiology of aging: structural changes and functional consequences. Implications for research and clinical practice in the exercise and activity science**. *Quest*, v.48, n.3, p.311-329, 1996.

COSTA, V. L. L. **Gerontomotricidade no mundo da vida: uma linguagem historicamente emergente**. Campinas, 2000. Disponível em: <http://www.unicamp.com.br/fef>. Acesso em: 10 de set. de 2010.

CÔRTEZ, G. G.; SILVA, V. F. Manutenção da força muscular e da autonomia, em mulheres idosas, conquistadas em trabalho prévio de adaptação neural. **Fitness & Performance Journal**, v. 4, n. 2, p. 107-116, 2005.

DANTAS, E. H. M.; VALE, R. G. S. Protocolo GDLAM de avaliação da autonomia funcional. **Fitness & Performance Journal**, v. 3, n. 3, p. 175-182, 2004.

DAVINI, R.; NUNES, C. V. Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idosos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v. 7, n. 3, p. 201-207, 2003.

DESCHENES, M. R. Effects of aging on muscle fiber type and size. **Sports Medicine**, v. 34, n. 12, p. 809-824, 2004.

FARINATTI, P. T. V. Proposta de um instrumento para avaliação da autonomia do idoso: o Sistema Sênior de Avaliação da Autonomia de Ação (SysSen). **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**. v. 6, n. 6, p. 224-240, nov./ dez., 2000.

FERREIRA, A. S.; GUIMARÃES, F. S.; SILVA, J. G. Aspectos Metodológicos da Eletromiografia de Superfície: Considerações sobre os sinais e processamentos para estudo da função neuromuscular. **Revista Brasileira de Ciência e Esporte**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 11-30, jan., 2010.

FILHO, M. L. M.; ZANELLA, A. L.; AIDAR, F. J.; SILVA, A. M. S.; SALGUEIRO R. S.; MATOS, D. G. Atividade física e envelhecimento humano: a busca pelo envelhecimento saudável. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano, Passo Fundo**, v. 7, n.1, p. 97-106, 2010.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento da Força Muscular**. 3. Ed. Porto alegre: Artmed, 2006.

FLORINDO, A. A.; LATORRE, M. R. D. O. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**. v. 9, n. 3, Mai/Jun., 2003.

GOUVEIA, R. S; RAMIRO, L; NUNES, P. C; SANTOS, S. D. Comparação da autonomia funcional de idosos praticantes e não praticantes de treinamento combinado. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. v. 9, n.1, jan/mar., 2010.

GUEDES, J. M.; SILVEIRA, R. C. R. Análise da capacidade funcional da população geriátrica institucionalizada da cidade de Passo Fundo - RS. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, Passo Fundo - RS, v. 1, n. 2, p. 10-21, jul/dez., 2004.

HERMES H.J.; FRERIKS B.; MERLETTI R.; SETGEMAN D.; BLOK J.; RAU G.; DISSELHORST-KLUG C.; HÄGG G. European Recommendations for Surface Electromyography. **Results of the SENIAM project**. 2nd edition, 1999. ISBN: 90-75452-15-2

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Primeiros resultados definitivos do Censo 2010: população do Brasil é de 190.755.799 pessoas**. Estudos & Pesquisas – Informação Demográfica e Socioeconômica, 2010.

KALACHE, A. Envelhecimento populacional no Brasil: uma realidade nova. **Caderno de Saúde Pública**. v. 3, n.3. Rio de Janeiro Jul/Set., 1987.

KAUFFMAN, T. L. **Manual de reabilitação geriátrica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

KIM, J. S.; WILSON, J. M.; LEE, S. R. Dietary implications on mechanisms of sarcopenia: roles of protein, amino acids and antioxidants. Department of Nutrition, Food and Exercise Sciences, College of Human Sciences, The Florida State University, Tallahassee, USA. **Journal Nutritional Biochem**; v. 21, n.1, p.13, jan.,2010.

KISNER, C.; COLBY, L. A. **Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas**. São Paulo (SP): Manole, 2009.

KUMAR, S. Localized Muscle Fatigue: Review of Three Experiments. **Revista Brasileira de fisioterapia**. v. 10, n. 1, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v10n1/v10n1a03.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2011.

LACOURT, M. X.; MARINI, L. L. Decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento e a influência na qualidade de vida do idoso: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, Passo Fundo, v. 1, n.1, p. 114-121, jan/jul., 2006.

LEMOS, A.; SIMÃO, R.; MONTEIRO, W.; POLITO, M.; NOVAES, J. Verificação da influencia aguda em duas intensidades do exercicio aerobico sobre o desempenho da forca em idosos. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**. v. 15, n.2, p. 25-31, 2007. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/viewFile/745/748>. Acesso em: 10 mar. 2011.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; NETO, T. L. B. Atividade física e envelhecimento: Aspectos epidemiológicos. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**. v. 7, n. 1, p. 2-13, 2001.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício- energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MENDONÇA, J. A; MARQUES, J. F. N. Qualidade de vida de idoso institucionalizado frente aos grupos de afecções crônicas. **Revista de Ciências Médicas**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 299-306, out/dez., 2003.

MERLETTI, R; LO CONTE, L. R; ORIZIO, C. Indices of Muscle Fatigue. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 1, n.1, p. 20-33, Raven Press, Ltd., New York, 1998. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20719592>. Acesso em: 20 set. 2011.

MERLETTI, R; BOTTER, A; TROIANO, A; MERLO,E; MINETTO, M. A. Technology and instrumentation for detection and conditioning of the surface electromyographic signal: State of the art. **Clinical Biomechanics**. v. 24, p. 122–134, 2009. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19042063>. Acesso em: 20 set. de 2011.

NARICI, M.V.; MAGANARIS, C. N. Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. **Institute for Biophysical and Clinical Research into Human Movement**, Manchester Metropolitan University, Cheshire, UK. *J. Anat.* 208, p. 433–443, 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **26a CONFERÊNCIA SANITÁRIA PAN-AMERICANA. 54a Sessão do comitê regional.** Washington, D.C., p. 23-27 de setembro de 2002. Disponível em: <http://www.paho.org/portuguese/gov/csp/csp26-13-p.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2010.

PAULA, R. H.; VALE, R. G. S.; DANTAS, E. H. M. Relação entre o nível de autonomia funcional de adultos idosos com o grau de fadigamuscular aguda periférica verificado pela eletromiografia. **Fitness & Performance Journal**, v. 5, n. 2, p. 95-100, 2006.

PEREIRA, M. A. L.; RODRIGUES, M. C. Perfil da capacidade funcional em idosos residentes no condomínio vila vida em jataí-go. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**. v. 1. p. 27-33. Jun. 2007. Disponível em: http://www.sbafs.org.br/_artigos/14.pdf. Acesso em: 25 nov. 2010.

RAINOLDI, A.; BULLOCK-SAXTON, J. E.; CAVARRETTA, S.; HOGAN, N. Repeatability of maximal voluntary force and of surface EMG variables during voluntary isometric contraction of quadriceps muscles in healthy subjects. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. v. 11, p. 425–438, dez. 2001. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11738955>. Acesso em: 26 nov. 2010.

MAZZEO, R. S; CAVANAG, P; EVANS, W; FIATARONE, M; HAGBERG, J; MCAULEY, E; STARTZELL, J. **Exercício e atividade física para pessoas idosas**. Posicionamento Oficial American College of Sports Medicine. Atividade física e saúde. v. 3, n. 1, p. 48-78, jan. 1998. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=247782&indexSearch=ID>. Acesso em: 15 dez. 2010.

RONDELLI, R. R; CORSO, S. D; SIMÕES, A; MALAGUTI, C. Métodos de avaliação da fadigabilidade muscular periférica e seus determinantes energético-metabólicos na DPOC. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 35, n.11, PP. 1125-1135, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v35n11/v35n11a11.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2011.

SANTOS, F. L. **Relacionamento entre Alguns Tipos de Força e a Velocidade de Deslocamento em Jogadores de Basquetebol Juvenil**. Dissertação (Mestrado em

Educação Física) – Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Educação Física
Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SILVA, S. R. D.; GONÇALVES, M. Análise da fadiga muscular pela amplitude do sinal eletromiográfico. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**. Brasília. v. 11, n. 3, p. 15-20, jul/set. 2003. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/viewFile/504/529>. Acesso em: 13 jul. 2011.

SILVA, T. A. A.; FRISOLI, A. J.; PINHEIRO, M. M.; SZEJNFELD, V. L. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 46, n.6, p. 391-397, 2006.

SOARES, A. V.; MATOS F. M.; LAUS, L. H.; SUZUKI, S. Estudo comparativo sobre a propensão de quedas Em idosos institucionalizados e não-institucionalizados através do nível de mobilidade funcional. **Fisioterapia Brasil**. v. 4, n. 1, jan/ fev. 2003. Disponível em: http://ergocentervix.com.br/site/artigos/artigos_3/estudo_comparativo_de_quedas_em_idosos.pdf. Acesso em: 5 nov. 2010.

VALE, R. G. S.; BARRETO, A. C. G.; NOVAES, J. S.; DANTAS, E. H. M. Efeitos do treinamento resistido na força máxima, na flexibilidade e na autonomia funcional de mulheres idosas. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v. 8, n. 4, p. 52-58, jan., 2006.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of sport and exercise**. 2. ed. United States: Human Kinetics, 1999.

MANUSCRITO
SUBMETIDO À REVISTA CIENTÍFICA
MOTRIZ

Revista de Educação Física. UNESP. Departamento de Educação Física do Instituto de
Biotecnologia, campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, estado de São
Paulo, Brasil

Artigo Original

Análise da função muscular de mulheres idosas: correlações com a autonomia funcional

Analysis of muscle function in elderly women: correlations with the functional autonomy

FUNÇÃO MUSCULAR E AUTONOMIA DE IDOSAS

Artigo Original

Análise da função muscular de mulheres idosas: correlações com a autonomia funcional

Analysis of muscle function in elderly women: correlations with the functional autonomy

FUNÇÃO MUSCULAR E AUTONOMIA DE IDOSAS

**Marcel Lima Lessa de Souza¹, Bruno Lucas Gonçalves¹, Arthur de Sá Ferreira¹,
Míriam Raquel Meira Mainenti¹ e Fernando Silva Guimarães^{1,2}**

1. Mestrado em Ciências da Reabilitação - Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM)
2. Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autor de correspondência:

Fernando Guimarães

Centro Universitário Augusto Motta - Mestrado em Ciências da Reabilitação

Praça das Nações, 34, Bonsucesso, Rio de Janeiro, RJ; CEP: 21041-021

Telefone: (21) 3868-5063

E-mail: fguimaraes_pg@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: Apesar da redução do desempenho muscular ser um dos principais fatores a contribuir para a redução da capacidade funcional, há poucas evidências da relação entre a força e fadiga muscular localizada e a autonomia funcional de idosos. O objetivo deste estudo foi avaliar a associação entre a função muscular periférica e a autonomia funcional de idosas participantes de um programa regular de exercícios físicos. **Métodos:** Em um estudo transversal, 29 idosas participantes de um programa de exercícios físicos foram avaliadas quanto à força muscular (dinamometria isométrica de quadríceps - CIVM), fadigabilidade (análise do sinal eletromiográfico durante isometria de quadríceps sustentada) e autonomia funcional (Índice geral de autonomia: IG-GDLAM). **Resultados:** Foram observadas associações significativas entre estatura e CIVM ($r=0,49$; $p=0,007$), idade e IG-GDLAM ($r=0,65$; $p<0,001$) e CIVM e IG-GDLAM ($r=-0,39$; $p=0,045$). **Conclusão:** A força muscular de membros inferiores e a idade estão associadas à autonomia funcional de idosas saudáveis e participantes de um programa regular de exercícios.

Palavras-Chave: Saúde do Idoso. Força Muscular. Sarcopenia. Idoso Fragilizado. Resistência Física Muscular.

ABSTRACT

Introduction: Despite the reduction in muscle performance is a major factor contributing to the reduction of functional capacity, there are little evidence on the relationship between both muscular fatigue and strength, and the functional autonomy of the elderly. The objective of this study was to evaluate the association between peripheral muscle function and functional independence of elderly women participating in a regular exercise program. **Methods:** In a cross-sectional study, 29 elderly participating in a regular exercise program were evaluated for muscle strength (MVIC-isometric quadriceps dynamometry), fatigue (analysis of the EMG signal during sustained isometric quadriceps contraction) and functional autonomy (GDLAM Protocol). **Results:** Significant associations were observed between height and MVIC ($r = 0.49$, $p = 0.007$), age and GDLAM ($r = 0.65$, $p < 0.001$), and GDLAM and MVIC ($r = -0.39$, $p = 0.045$). **Conclusion:** Lower limb muscle strength and age are associated with functional autonomy of elderly healthy women participants in a regular exercise program.

Keywords: Health of the Elderly. Muscle Strength. Sarcopenia. Frail Elderly. Physical Endurance.

Análise da função muscular de mulheres idosas: correlações com a autonomia funcional

INTRODUÇÃO

Com o avanço da medicina e a melhoria da qualidade de vida, a expectativa de vida de pessoas que atingem a terceira idade tende a aumentar progressivamente. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ([IBGE](#), 2010), nas últimas décadas, houve um crescimento da população com 65 anos ou mais, que era de 4,8% em 1991, passando a 5,9% em 2000 e chegando a 7,4% em 2010. A previsão para os próximos 30 anos indica que os idosos poderão representar quase 13% da população brasileira. Devido a sua maior longevidade em relação aos homens (em média oito anos a mais), entre 2000 e 2010 a proporção de mulheres idosas passou de 53,1% para 54% da população.

O envelhecimento é um processo contínuo e natural decorrente de múltiplos fatores que, de forma progressiva, atingem os diversos sistemas, funções do organismo e capacidades físicas, sendo em alguns indivíduos mais precocemente e em outros mais tardiamente ([FILHO](#) et al., 2010; [KISNER](#) e [COLBY](#), 2004; [RODRIGUES](#) et al., 2001; [SILVA](#), 2003; [SOARES](#), 2003).

A redução na massa muscular associada à idade, denominada sarcopenia senil, tem sido sugerida como a razão principal para a diminuição da capacidade de produção de força em idosos. Esta diminuição começa a ser aparente após os trinta

anos, sendo mais pronunciada nas mulheres e a partir dos sessenta anos de idade ([DESCHENES](#), 2004; [FLECK](#); [KRAEMER](#), 2006; [KUMAR](#), 2006, 2006; [LACOURT](#); [MARINI](#), 2006; [SILVA](#), 2003; [McARDLE](#), et al., 2003; [NARICE](#); [MAGANARIS](#), 2006).

As reduções progressivas da força e da resistência muscular levam ao comprometimento da autonomia funcional dos idosos, deixando-os incapacitados para realizar as tarefas mais simples do cotidiano e tornando-os dependentes dos que os rodeiam, o que reduz consideravelmente sua qualidade de vida ([CAMPOS](#), 2001; [GOUVEIA](#) et al., 2010; [PEREIRA](#); [RODRIGUES](#), 2007; [PEREIRA](#), 2007; [LE MOS](#), 2007; [GUEDES](#); [SILVEIRA](#), 2004). Por estes fatores, os idosos necessitam desempenhar maior quantidade de força para uma determinada intensidade. Isso caracteriza um estado de fadiga precoce, resultado de um estresse metabólico potencializado ([LACOURT](#); [MARINI](#), 2006; [KUMAR](#), 2006; [RAINOLDI](#), et al., 2001).

Apesar da redução do desempenho muscular ser um dos principais fatores a contribuir para a redução da capacidade funcional, há poucos estudos que tenham avaliado a relação da força, a fadiga muscular localizada e autonomia funcional de idosos. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a associação entre a função muscular periférica de mulheres idosas participantes de um programa de exercícios físicos e correlacioná-los com a autonomia funcional.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo, caracterizado como transversal, foi realizado entre setembro de 2010 e agosto de 2011 no Laboratório de Análise do Movimento Humano (LAMH) do Programa de Mestrado em Ciências da Reabilitação do Centro Universitário

Augusto Motta – UNISUAM. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa institucional sob o número 019/10 (CAAE: 0007.0.307.000-10). Todas as participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Caracterização da Amostra

Utilizando uma amostra de conveniência, foram incluídas 29 mulheres idosas, recrutadas da Universidade da Terceira Idade da UNISUAM, participantes de um programa de exercícios físicos, por no mínimo três meses (Ginástica para Terceira Idade). O programa consistia em duas sessões semanais, com uma hora de duração cada, envolvendo exercícios calistênicos e de fortalecimento muscular.

As idosas não eram incluídas no estudo caso apresentassem hipertensão arterial, outra doença cardíaca, marca-passos, cirurgia recente na articulação do joelho, subluxação ou deslocamento patelar, evidência clínica de lesão meniscal, processo inflamatório agudo, trauma ou dor em outra articulação do membro inferior avaliado, instabilidade ligamentar, patologia de tendão patelar, lesão condral, osteoartrite ou tivessem realizado atendimento fisioterapêutico no semestre precedente.

Avaliação da função muscular: Dinamometria e EMG

A primeira etapa do estudo consistiu em verificação da força e resistência à fadiga do quadríceps, ambos de forma isométrica. Os indivíduos permaneciam sentados na cadeira extensora e realizavam três esforços máximos para extensão de joelho. Em seguida, realizou-se o teste de resistência à fadiga, em que o sujeito deveria sustentar a contração muscular correspondente a 50% de sua força de contração isométrica

voluntária máxima (CIVM) durante o período de 60 segundos, enquanto o sinal eletromiográfico correspondente ao vasto medial era gravado.

Para o registro da atividade elétrica muscular foi utilizado um eletromiógrafo de superfície de oito canais, com 14 bits de resolução e ganho= 2000x (FNT_12D, EMG System do Brasil LTDA, São Paulo, Brasil), conectado a um microcomputador que recebe o sinal eletromiográfico e o armazena em arquivo. Os sinais foram adquiridos utilizando-se eletrodos de superfície bi-polares ativos (ganho=20x) no músculo vasto medial do membro inferior dominante de acordo com as recomendações do grupo SENIAM ([HERMENS](#), et al., 1999). A aquisição e o processamento dos sinais eletromiográficos foi realizada por meio do software Suíte MYO (PhD² Consultoria e Sistemas Ltda, RJ, Brasil). A força isométrica máxima do quadríceps foi medida com o uso de uma célula de carga conectada ao mesmo sistema de aquisição do (EMG System do Brasil LTDA, São Paulo, Brasil).

Protocolo Experimental

A fase de preparação consistiu em: posicionamento do avaliado na posição sentada na cadeira extensora (Kenkorp 1500, São Paulo, Brasil) com os joelhos fletidos a 90°, tronco totalmente apoiado no encosto e braços cruzados com as mãos apoiadas nos ombros opostos, anteriormente. O encosto e o assento foram regulados de acordo com a altura do sujeito, de forma que se estabelecesse um ângulo de 90° com a articulação do joelho do membro inferior dominante e um ângulo de 90° para a articulação do quadril (figura 1). Para aquisição dos sinais de EMGs, após a limpeza da pele com algodão e álcool, os eletrodos foram fixados no músculo vasto medial, com

uma distância de 20 mm entre eles, localizados em 80% sobre a linha entre a espinha ilíaca ântero-superior e o espaço articular na frente da borda anterior do ligamento medial (orientados quase que perpendicularmente). O eletrodo de referência foi fixado no maléolo medial do membro inferior oposto e a alça da célula de carga foi posicionada superiormente e anteriormente à linha interarticular do tornozelo do sujeito (Figura 1).

Figura 1. *Protocolo Experimental*



Após estes procedimentos, foi adquirido o valor de CIVM, utilizando-se três tentativas de 5 segundos de contração isométrica máxima de extensão de joelho, com intervalo de 30 segundos entre elas. A força máxima dentre as três repetições era registrada como representativa da participante (dinamometria isométrica).

Em sequência, foi realizado o teste de fadiga muscular do vasto medial, realizando uma contração isométrica de extensão de joelho por 60 segundos mantendo-se, com auxílio de feedbacks sonoros e visuais, em 50% da CIVM ([RAINOLDI](#), 2001; [MERLETTI](#) et al., 2009).

Como desfechos foram computados a CIVM para extensão do joelho, o ângulo da reta de regressão linear obtida com os valores de raiz quadrática média (RMS) e da frequência mediana (MDF) do sinal eletromiográfico durante o teste de resistência a fadiga (Slope RMS e Slope MDF, respectivamente). Na sequência destas avaliações, os voluntários foram submetidos ao Protocolo do Grupo de Desenvolvimento Latino-Americano para a Maturidade (GDLAM) de avaliação de autonomia funcional, proposto por [Dantas](#) e [Vale](#) (2004), através de testes relacionados com a realização de atividades da vida diária (AVD). No GDLAM são aplicados os seguintes testes de avaliação da autonomia funcional:

- *Caminhar 10 m (C10m): o propósito deste teste é avaliar o tempo que o indivíduo leva para percorrer a distância de 10 metros.*

- *Levantar-se da posição sentada (LPS), em que o indivíduo, partindo da posição sentada em uma cadeira, sem apoio dos braços, estando o assento a uma distância do solo de 0,5 m, levanta-se e senta-se cinco vezes, consecutivamente;*

- *Levantar-se da posição decúbito ventral (LPDV), em que, partindo da posição inicial em decúbito ventral, com os braços ao longo do corpo, ao comando de “já”, o indivíduo deve levantar-se, ficando de pé o mais rápido possível;*

- *Levantar-se da cadeira e locomover-se pela casa (LCLC), em que, com uma cadeira fixa no solo, deve-se demarcar dois cones diagonalmente à cadeira, a uma distância de quatro metros para trás e três metros para os lados direito e esquerdo da*

mesma. O indivíduo inicia o teste sentado na cadeira, com os pés fora do chão, e ao sinal de “já”, ele se levanta, move-se para direita, circula o cone, retorna para a cadeira, senta-se e retira ambos os pés do chão. Sem hesitar, faz o mesmo movimento para a esquerda. Imediatamente, realiza novo percurso, para a direita e para a esquerda, assim perfazendo todo o percurso e circulando cada cone duas vezes, no menor tempo possível.

Como instrumentos de avaliação dos testes, foram adotados: uma cadeira de 0,5 m de altura, um cronômetro científico da marca Oregon, um colchonete e dois cones de 0,45 m de altura. O tempo de execução de cada teste foi aferido em segundos. Os dados coletados foram analisados para estabelecer um padrão de classificação e um índice geral de autonomia (IG-GDLAM), conforme os tempos alcançados para a realização dos testes. O IG foi calculado por um processo de normalização entre os quatro testes de autonomia, para estimar um valor em escores de acordo com a equação:

$$IG = \frac{[(C10m + LPS + LPDV) \times 2] + LCLC}{3}$$

Onde, C10m = tempo em segundos para o teste de caminhar 10m, LPS = tempo em segundos para o teste de levantar-se da posição sentada, LPDV = tempo em segundos para o teste de levantar-se da posição de decúbito ventral, LCLC = tempo em segundos para o teste de locomover-se pela casa. IG = índice GDLAM em escores ([DANTAS](#); [VALE](#) 2004).

Os padrões de classificação dos quatro testes do GDLAM e do IG-GDELAM, de acordo com o tempo, em segundos, estão apresentados no quadro 1.

Quadro 1 - Padrão de avaliação da autonomia funcional do protocolo de GDLAM.

Testes	C10m (s)	LPS (s)	LPDV (s)	LCLC (s)	IG (escores)
Classificação					
Fraco	>7,09	>11,19	>4,4	>43	>28,54
Regular	7,09-6,34	11,19-9,55	4,40-3,30	43,00-38,69	28,54-25,25
Bom	6,33-5,71	9,54-7,89	3,29-2,63	38,68-34,78	25,24-22,18
Muito Bom	<5,71	<7,89	<2,63	<34,78	<22,18

Onde, C10m = tempo em segundos para o teste de caminhar 10m, LPS = tempo em segundos para o teste de levantar-se da posição sentada, LPDV = tempo em segundos para o teste de levantar-se da posição de decúbito ventral, LCLC = tempo em segundos para o teste de locomover-se pela casa. IG = índice GDLAM em escores ([DANTAS](#); [VALE](#) 2004).

Análise estatística

Considerando como desfecho principal a associação entre as variáveis de função muscular e GDLAM, foi estimada uma amostra de 29 voluntários para obter uma associação mínima de 0,41 com $\alpha=5\%$ e $\beta=70\%$. Para análise estatística foi utilizado o programa SigmaStat 3.1 (Jandel Scientific, San Rafael, CA, USA). Os resultados foram expressos por meio de estatística descritiva (mínimo, máximo, média, desvio padrão e proporções) e medidas de associação. A distribuição dos dados foi avaliada por meio do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Para avaliar a associação entre variáveis, foram utilizados os coeficientes de correlação de Pearson ou Spearman. O teste do qui-quadrado foi utilizado na comparação entre proporções. As diferenças e associações foram consideradas significativas quando $p<0,05$.

RESULTADOS

As características demográficas e relativas à composição corporal da amostra encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características da Amostra (n=29)

	Mínimo	Máximo	Média ± DP
Idade (anos)	60	85	67,80 ± 7,60
Peso (kg)	55,10	96,60	68,50 ± 10,20
Estatura (cm)	143	164	153,80 ± 5,50
IMC (kg/m²)	23,91	37,27	28,90 ± 3,50
CMID (cm)	73	89	79,40 ± 4,50
CC (cm)	44,40	69,50	53,80 ± 6,60

IMC = índice de massa corporal, CMID = comprimento do membro inferior dominante, CC = circunferência da coxa.

A quantidade de idosas classificadas em cada um dos testes do GDLAM (C10m, LPS, LCLC, LPDV) e do escore geral (IG-GDLAM) está representada na Tabela 2. Nesta avaliação, 58,6% das idosas de nossa amostra apresentaram escores gerais (IG-GDLAM) classificados como “fraco” ou “regular”. Nos testes C10m e LPS, a maioria

das idosas obteve classificação “bom” ou “muito bom” (65,5% e 75,9% em cada teste, respectivamente; $p = 0,012$).

Tabela 2 – Resultados do teste GDLAM

Testes/ Classificação	C10m (s)	LPS (s)	LPDV (s)	LCLC (s)	IG (escores)
Fraco, n (%)	4 (13,8)	2 (6,8)	9 (31)	10 (34,5)	10 (34,5)
Regular, n (%)	6 (20,7)	5 (17,3)	9 (31)	6 (20,7)	7 (24,1)
Bom, n (%)	7 (24,1)	14 (48,2)	5 (17,3)	6 (20,7)	3 (10,4)
Muito Bom, n (%)	12 (41,4)	8 (27,7)	6 (20,7)	7 (24,1)	9 (31)

C10m = teste de caminhar 10m; LPS = teste de levantar-se da posição sentada; LCLC = teste de levantar-se da cadeira locomover-se pela casa; LPDV = teste de levantar-se da posição de decúbito ventral; IG = índice geral de autonomia.

Todas as pacientes recrutadas para o estudo completaram o teste de força máxima e de resistência à fadiga, no entanto, nem todos os sinais foram considerados satisfatórios para análise da tolerância à fadiga (oito foram descartados). Acreditou-se que não tenham se esforçado ao máximo no teste de CIVM e conseqüentemente o teste de fadiga, obteve em conseqüência uma menor carga de esforço, não gerando fadiga nestas idosas. Os resultados dos testes de força e tolerância à fadiga, bem como os escores médios do GDLAM estão representados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados dos Testes de Força Máxima, Resistência à Fadiga e

Autonomia Funcional				
	n	Mínimo	Máximo	Média ± DP
Força Máxima				
CIVM (kg*f)	29	7,90	47,57	28,96 ± 10,17
Fadiga				
Slope RMS	21	0,137	1,118	0,552 ± 0,304
Slope MDF	21	-1,724	-0,151	-0,505 ± 0,340
GDLAM				
C10m (s)	29	4,6	7,8	6 ± 0,8
LPS (s)	29	6,1	10,5	8,3 ± 1,3
LPDV (s)	29	2,1	12,5	4,4 ± 2,7
LCLC (s)	29	32,2	53,9	40 ± 5,9
IG (scores)	29	19,5	38,4	25,8 ± 4,6

N = número de indivíduos avaliados; CIVM = força isométrica máxima do quadríceps; Slope RMS = ângulo da reta de regressão linear obtida com os valores de raiz quadrática média do sinal eletromiográfico durante o teste de resistência a fadiga; Slope MDF = ângulo da reta de regressão linear obtida com os valores de frequência mediana do sinal eletromiográfico durante o teste de resistência a fadiga; C10m = teste de caminhar 10m; LPS = teste de levantar-se da posição sentada; LCLC = teste de levantar-se da cadeira e locomover-se pela casa; LPDV = teste de levantar-se da posição de decúbito ventral; IG = índice geral de autonomia.

Foi observada associação entre estatura e CIVM ($r = 0,49$; $p = 0,007$), Idade e IG-GDLAM ($r = 0,65$; $p < 0,001$) e CIVM e IG-GDLAM ($r = -0,39$; $p = 0,045$). Não houve associação entre idade e CIVM ($r = -0,26$; $p = 0,176$), como também para o Slope RMS e o IG-GDLAM ($r = -0,07$; $p = 0,788$); e Slope MDF com o IG-GDLAM ($r = -0,37$; $p = 0,236$).

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que, em uma amostra de idosas fisicamente ativas, a idade e a força máxima de quadríceps apresentam correlação com os escores de autonomia funcional avaliados por meio do protocolo GDLAM. Os índices de fadiga utilizados (Slope RMS e Slope MDF) não se associaram ao desempenho no teste de autonomia funcional utilizado.

Quando aos resultados do teste GDLAM, de acordo com a classificação de desempenho proposta por [Dantas](#) e [Vale](#) (2004) (Quadro 1), 58,6% das idosas de nossa amostra apresentaram escores gerais (IG-GDLAM) classificados como “fraco” ou “regular” (Tabela 2). O baixo desempenho nos testes LPDV e LCLC foram os que mais contribuíram para este resultado. Uma vez que as idosas componentes de nossa amostra eram participantes de um programa de exercícios físicos, maiores escores seriam esperados. Acredita-se que o exercício físico atue como forma de prevenção e reabilitação da saúde do idoso. O nível de aptidão pode ser aprimorado, estabilizado ou, pelo menos, sua taxa de declínio pode ser minimizada se for realizado algum tipo de atividade física controlada. Dessa forma, a inclusão num programa de exercícios físicos regular pode ser efetiva para prevenção, ou mesmo, para a redução das perdas funcionais associadas ao envelhecimento ([CAMPOS](#), 2001; [LACOURT](#); [MARINI](#), 2006;

[GUEDES; SILVEIRA, 2004;](#) [FLECK; KRAEMER, 2006;](#) [GUEDES; SILVEIRA, 2004;](#) [WILMORE; COSTILL, 1999](#)). O fato dos testes LPDV e LCLC envolverem movimentos corporais mais complexos e requererem maior equilíbrio dinâmico e coordenação motora pode ter determinado o baixo desempenho no GDLAM, uma vez que estas competências são pouco exploradas no programa semanal de exercícios realizados pelas idosas de nosso estudo. Em contraste com estes resultados, 65,5% e 75,9% das idosas obtiveram classificação “bom” ou “muito bom” nos testes C10 e LPS, respectivamente. Em certa medida estes resultados podem ser explicados pelo fato destes testes assemelharem-se a atividades realizadas cotidianamente por este grupo de idosas, requerendo pouca destreza motora. Em suma, a análise descritiva dos resultados do GDLAM sugere que não só a força e resistência muscular localizada são determinantes da autonomia funcional de idosos, mas também outras qualidades físicas como, provavelmente, o equilíbrio dinâmico, a agilidade e a coordenação motora. São necessários novos estudos que possam discriminar a influência relativa destas competências na autonomia funcional de idosos avaliada por meio do GDLAM.

Considerando a variável idade e os valores do índice geral de autonomia (IG–GDLAM), os resultados confirmam que o grau de incapacidade na realização de tarefas cotidianas aumenta com a idade. Diversos fatores contribuem potencialmente para a redução da força muscular com o avanço da idade: mudanças musculoesqueléticas senescentes, atrofia por desuso, acúmulo de doenças crônicas, uso de medicamentos, má nutrição, diminuições nas secreções hormonais e alterações no sistema nervoso ([FLECK; KRAEMER, 2006](#)). Apesar de a redução da força em função do envelhecimento já ser bem estabelecida na literatura ([GOUVEIA et al., 2010;](#) [PEREIRA et al., 2002](#)), em nosso estudo não houve associação entre estas variáveis, talvez

devido ao pequeno tamanho amostral. Este resultado também sugere que, independente da força, outras competências físicas associadas ao envelhecimento também podem ter influenciado nos escores do IG-GDLAM obtidos.

Para o [ACSM](#) (2003), “a aptidão muscular pode tornar possível a realização das atividades da vida diária com menos esforço e prolongar a independência funcional por permitir viver os últimos anos de uma maneira auto-suficiente e dignificada”. Em nosso estudo, a função muscular foi avaliada por meio de isometria máxima de quadríceps e teste de fadiga por meio de análise do comportamento do RMS e MDF durante uma contração muscular sustentada. O aumento nos valores de RMS e/ou diminuição nos valores de MDF caracteriza a fadiga muscular ([KUMAR](#), 2006; [RAINOLDI](#), et al., 2001; [RONDELLI](#) et al., 2009). O protocolo aplicado está de acordo com o estudo de [Silva](#) e [Gonçalves](#) (2003), que analisaram a fadiga muscular localizada nos músculos vasto medial e lateral através dos valores de RMS em nove voluntárias do sexo feminino com idades entre 18 e 22 anos. Este estudo testou a isometria em extensão de joelho (90°) durante um minuto nas cargas de 20%, 30%, 40% e 50% da CIVM. Os autores verificaram que os valores de 20% e 30% foram insuficientes para produzir fadiga muscular, devendo, para este fim, serem utilizadas cargas maiores do que 30% da CIVM. Eles relatam a importância da utilização de protocolos de um minuto para minimizar a influência de fatores psicológicos, que podem ocorrer quando é necessário o esforço do sujeito até a exaustão. Uma vez que os indivíduos de nossa amostra provavelmente apresentavam alterações próprias do envelhecimento, como a sarcopenia, níveis de creatina-fosfato reduzidos, menor densidade mitocondrial e diminuição da densidade capilar e do aporte sanguíneo ([LACOURT](#); [MARINI](#), 2006), acreditamos que o teste de fadiga muscular a 50% da CIVM realizado por um minuto

tenha sido suficiente para avaliar a tolerância à fadiga em nossas participantes. As avaliações de força e tolerância à fadiga demonstraram que, em vigência do teste de autonomia funcional aplicado, a força muscular foi um dos fatores determinantes de desempenho, enquanto que a resistência à fadiga não se correlacionou com os domínios ou com o escore final do GDLAM. Embora [Paula](#) et al. (2006) afirmem que devido à natureza dos movimentos e a sua relação com as atividades do cotidiano o conjunto de testes realizados parece permitir uma visão global do idoso, todos os testes do GDLAM são de curta duração, não envolvendo atividades que requeiram contração muscular sustentada ou isotônica por tempo maior do que 60s. Sendo assim, uma vez que as idosas eram estimuladas a realizar os itens do GDLAM em menor tempo possível, a força muscular (que por sua vez também influencia a força explosiva) foi mais importante do que a tolerância à fadiga na determinação dos resultados de autonomia funcional. Esta afirmação está de acordo com os resultados dos estudos de [Côrtes](#) (2006) e [Vale](#) (2006), que verificaram redução dos tempos de realização dos testes de autonomia, por meio de um programa de exercícios para o aumento da força dos grupos musculares envolvidos nesses exercícios.

Na análise das variáveis estatura e força máxima (CIVM), observou-se que os indivíduos com maior estatura alcançaram maiores valores de força máxima. Estes achados eram esperados, tendo em vista que os indivíduos que possuem maior estatura corporal são capazes de produzir mais força em termos absolutos do que indivíduos com menor estatura. Outros fatores que influenciam a capacidade da produção da força são: a quantidade de tecido magro e o tamanho do músculo ou do segmento (coxa e a musculatura do quadríceps) ([ASTRAND](#), 2006; [BOMPA](#), 2002). Músculos ou grupos musculares maiores produzem mais força do que os menores

([BOMPA](#), 2002; [SANTOS](#), 2006). No estudo de [Santos](#) (2006), o autor verificou correlação significativa entre torque máximo dos flexores do joelho e a massa corporal ($r=0,82$ e $p<0,05$), massa magra ($r=0,85$ e $p<0,05$) e estatura ($r=0,82$ e $p<0,05$). Igualmente foram encontradas correlações entre os dados de potência dos flexores e extensores do joelho com a massa corporal ($r=0,60$ e $r=0,62$ respectivamente e $p<0,05$) e com a estatura ($r=0,54$ e $r=0,67$ respectivamente; $p<0,05$).

O pequeno tamanho amostral e as perdas nas avaliações em alguns desfechos são as principais limitações deste estudo. No entanto, uma vez que inatividade física do idoso é um dos principais fatores responsáveis pelos efeitos degenerativos que ocorrem com o envelhecimento e a que a prática de atividade física pode retardar este processo ([CAMPOS](#), 2001; [CÔRTEZ](#), 2006; [FLECK](#); [KRAEMER](#), 2006; [GUEDES](#); [SILVEIRA](#), 2004; [LACOURT](#); [MARINI](#), 2006; [VALE](#), et al., 2006; [WILMORE](#); [COSTILL](#), 1999), acreditamos que os resultados aqui apresentados possam trazer contribuições importantes para a elaboração de programas de exercícios direcionados para a melhora e manutenção da autonomia funcional de idosos. Esta afirmativa é corroborada pelo fato de que, apesar de nossa amostra ser constituída de idosas saudáveis e participantes de um programa regular de exercícios, seu desempenho funcional foi relativamente baixo quando avaliado pelo GDLAM.

Considerando-se que a autonomia funcional está associada às atividades da vida diária e que indivíduos idosos podem se beneficiar, significativamente, da prática de exercícios físicos, tais como a caminhada, o treinamento de força e alguns tipos de atividades, aumentando os níveis de força, de resistência, de equilíbrio e, principalmente, de mobilidade, prolongando sua independência funcional, permitindo-lhes viver de maneira auto-suficiente e digna.

Acreditamos que sejam necessários estudos que utilizem outros protocolos de avaliação funcional, bem como avaliem a influência de outros desfechos, tais como, equilíbrio estático e dinâmico, coordenação, flexibilidade e aptidão cardiorrespiratória no desempenho e na qualidade de vida de idosos com diferentes perfis funcionais, culturais e sócio-econômicos.

Concluimos que a força muscular de membros inferiores e a idade estão associadas à autonomia funcional de idosas saudáveis e participantes de um programa regular de exercícios.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

ASTRAND, P.; RODAHL, K.; DAHL, H.A.; STROMME, S.B. **Tratado de Fisiologia do Trabalho: Bases Fisiológicas do Exercício**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

BOMPA, T. O. **Periodização: Teoria e Metodologia do Treinamento**. São Paulo: Phorte, 2002.

CAMPOS, M. A. **Musculação: Diabéticos, osteoporóticos, idosos, crianças e obesos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2001.

CANCELA, C. J. M.; AYAN, P. C. Effects of high-intensity combined training on women over 65. **Gerontology**; Switzerland. v. 53, n. 6, p. 340-6, 2007.

CHODZKO - ZAJKO, W.J. **The Physiology of aging: structural changes and functional consequences. Implications for research and clinical practice in the exercise and activity science**. Quest, v.48, n.3, p.311-329, 1996.

COSTA, V. L. L. **Gerontomotricidade no mundo da vida: uma linguagem historicamente emergente.** Campinas, 2000. Disponível em: <http://www.unicamp.com.br/fef>. Acesso em: 10 de set. de 2010.

CÔRTEZ, G. G.; SILVA, V. F. Manutenção da força muscular e da autonomia, em mulheres idosas, conquistadas em trabalho prévio de adaptação neural. **Fitness & Performance Journal**, v. 4, n. 2, p. 107-116, 2005.

DANTAS, E. H. M.; VALE, R. G. S. Protocolo GDLAM de avaliação da autonomia funcional. **Fitness & Performance Journal**, v. 3, n. 3, p. 175-182, 2004.

DAVINI, R.; NUNES, C. V. Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idosos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v. 7, n. 3, p. 201-207, 2003.

DESCHENES, M. R. Effects of aging on muscle fiber type and size. **Sports Medicine**, v. 34, n. 12, p. 809-824, 2004.

FERREIRA, A. S.; GUIMARÃES, F. S.; SILVA, J. G. Aspectos Metodológicos da Eletromiografia de Superfície: Considerações sobre os sinais e processamentos para estudo da função neuromuscular. **Revista Brasileira de Ciência e Esporte**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 11-30, jan., 2010.

FILHO, M. L. M.; ZANELLA, A. L.; AIDAR, F. J.; SILVA, A. M. S.; SALGUEIRO R. S.; MATOS, D. G. Atividade física e envelhecimento humano: a busca pelo envelhecimento saudável. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano, Passo Fundo**, v. 7, n.1, p. 97-106, 2010.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento da Força Muscular.** 3. Ed. Porto alegre: Artmed, 2006.

FLORINDO, A. A.; LATORRE, M. R. D. O. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**. v. 9, n. 3, Mai/Jun., 2003.

GOUVEIA, R. S; RAMIRO, L; NUNES, P. C; SANTOS, S. D. Comparação da autonomia funcional de idosos praticantes e não praticantes de treinamento combinado. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. v. 9, n.1, jan/mar., 2010.

GUEDES, J. M.; SILVEIRA, R. C. R. Análise da capacidade funcional da população geriátrica institucionalizada da cidade de Passo Fundo - RS. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, Passo Fundo - RS, vol. 1, n. 2, p. 10-21, jul/dez., 2004.

HERMES H.J.; FRERIKS B.; MERLETTI R.; SETGEMAN D.; BLOK J.; RAU G.; DISSELHORST-KLUG C.; HÄGG G. European Recommendations for Surface Electromyography. **Results of the SENIAM project**. 2nd edition, 1999. ISBN: 90-75452-15-2

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Primeiros resultados definitivos do Censo 2010: população do Brasil é de 190.755.799 pessoas. Estudos & Pesquisas – Informação Demográfica e Socioeconômica, 2010.

KALACHE, A. Envelhecimento populacional no Brasil: uma realidade nova. **Caderno de Saúde Pública**. v.3, n.3. Rio de Janeiro Jul/Set., 1987.

KAUFFMAN, T. L. **Manual de reabilitação geriátrica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

KIM, J. S.; WILSON, J. M.; LEE, S. R. Dietary implications on mechanisms of sarcopenia: roles of protein, amino acids and antioxidants. Department of Nutrition, Food and Exercise Sciences, College of Human Sciences, The Florida State University, Tallahassee, USA. **Journal Nutritional Biochem**; v. 21, n.1, p.13, jan.,2010.

KISNER, C.; COLBY, L. A. **Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas**. São Paulo (SP): Manole, 2009.

KUMAR, S. Localized Muscle Fatigue: Review of Three Experiments. **Revista Brasileira de fisioterapia**. v. 10, n. 1, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v10n1/v10n1a03.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2011.

LACOURT, M. X.; MARINI, L. L. Decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento e a influência na qualidade de vida do idoso: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, Passo Fundo, vol. 1, n.1, p. 114-121, jan/jul., 2006.

LEMOS, A.; SIMÃO, R.; MONTEIRO, W.; POLITO, M.; NOVAES, J. Verificação da influencia aguda em duas intensidades do exercicio aerobico sobre o desempenho da forca em idosos. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**. v. 15, n.2, p. 25-31, 2007. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/viewFile/745/748>. Acesso em: 10 mar. 2011.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício- energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

MENDONÇA, J. A; MARQUES, J. F. N. Qualidade de vida de idoso institucionalizado frente aos grupos de afecções crônicas. **Revista de Ciências Médicas**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 299-306, out/dez., 2003.

MERLETTI, R; LO CONTE, L. R; ORIZIO, C. Indices of Muscle Fatigue. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 1, n.1, p. 20-33, Raven Press, Ltd., New York, 1998. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20719592>. Acesso em: 20 set. 2011.

MERLETTI, R; BOTTER, A; TROIANO, A; MERLO,E; MINETTO, M. A. Technology and instrumentation for detection and conditioning of the surface electromyographic signal: State of the art. **Clinical Biomechanics**. v. 24, p. 122–134, 2009. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19042063>. Acesso em: 20 set. de 2011.

NARICI, M.V.; MAGANARIS, C. N. Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. **Institute for Biophysical and Clinical Research into Human**

Movement, Manchester Metropolitan University, Cheshire, UK. *J. Anat.* 208, p. 433–443, 2006.

PAULA, R. H.; VALE, R. G. S.; DANTAS, E. H. M. Relação entre o nível de autonomia funcional de adultos idosos com o grau de fadigamuscular aguda periférica verificado pela eletromiografia. **Fitness & Performance Journal**, v. 5, n. 2, p. 95-100, 2006.

PEREIRA, M. A. L.; RODRIGUES, M. C. Perfil da capacidade funcional em idosos residentes no condomínio vila vida em jataí-go. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**. p. 27-33. Jun. 2007. Disponível em: <http://www.sbafs.org.br/artigos/14.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2010.

RAINOLDI, A.; BULLOCK-SAXTON, J. E.; CAVARRETTA, S.; HOGAN, N. Repeatability of maximal voluntary force and of surface EMG variables during voluntary isometric contraction of quadriceps muscles in healthy subjects. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. v. 11, p. 425–438, dez. 2001. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11738955>. Acesso em: 26 nov. 2010.

MAZZEO, R. S; CAVANAG, P; EVANS, W; FIATARONE, M; HAGBERG, J; MCAULEY, E; STARTZELL, J. **Exercício e atividade física para pessoas idosas**. Posicionamento Oficial American College of Sports Medicine. Atividade física e saúde. v. 3, n. 1, p. 48-78, jan. 1998. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=247782&indexSearch=ID>. Acesso em: 15 dez. 2010.

RONDELLI, R. R; CORSO, S. D; SIMÕES, A; MALAGUTI, C. Métodos de avaliação da fadigabilidade muscular periférica e seus determinantes energético-metabólicos na DPOC. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 35, n.11, PP. 1125-1135, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v35n11/v35n11a11.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2011.

SANTOS, F. L. **Relacionamento entre Alguns Tipos de Força e a Velocidade de Deslocamento em Jogadores de Basquetebol Juvenil**. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Educação Física Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SILVA, S. R. D.; GONÇALVES, M. Análise da fadiga muscular pela amplitude do sinal eletromiográfico. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**. Brasília. v. 11, n. 3, p. 15-20, jul/set. 2003. Disponível em: <http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/viewFile/504/529>. Acesso em: 13 jul. 2011.

SILVA, T. A. A.; FRISOLI, A. J.; PINHEIRO, M. M.; SZEJNFELD, V. L. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v.46, n.6, p. 391-397, 2006.

SOARES, A. V.; MATOS F. M.; LAUS, L. H.; SUZUKI, S. Estudo comparativo sobre a propensão de quedas Em idosos institucionalizados e não-institucionalizados através do nível de mobilidade funcional. **Fisioterapia Brasil**. v. 4, n. 1, jan/ fev. 2003. Disponível em: http://ergocentervix.com.br/site/artigos/artigos_3/estudo_comparativo_de_quedas_em_idosos.pdf. Acesso em: 5 nov. 2010.

VALE, R. G. S.; BARRETO, A. C. G.; NOVAES, J. S.; DANTAS, E. H. M. Efeitos do treinamento resistido na força máxima, na flexibilidade e na autonomia funcional de mulheres idosas. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v. 8, n. 4, p. 52-58, jan., 2006.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of sport and exercise**. 2. ed. United States: Human Kinetics, 1999.

ANEXO 1



Sociedade Unificada de Ensino Augusto Motta
Centro Universitário Augusto Motta

A (o) Sr. (a) Bruno Lucas Gonçalves
Pesquisador Principal

Registro CEP no. 019/10
Título do Projeto: Associação entre Composição Corporal e Fadiga Muscular Localizada de Membros Inferiores na Terceira Idade

Sr (a) Pesquisador (a)

Informamos que o Comitê de Ética em Pesquisa da UNISUAM, em reunião realizada em 09/12/2010, avaliou o projeto “Associação entre Composição Corporal e Fadiga Muscular Localizada de Membros Inferiores na Terceira Idade”, o qual foi considerado “**APROVADO**”, conforme parecer cuja cópia encaminho em anexo.

Estamos encaminhando a documentação pertinente para o CONEP, com vistas a registro e arquivamento.

Atenciosamente,

Amanda Sales
Amanda Sales

Secretária do CEP/UNISUAM

Dr. Júlio Guilherme Silva

Coordenador do Comitê de Ética em pesquisa
CEP - UNISUAM



ANEXO 2

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Centro Universitário Augusto Motta
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

CONSENTIMENTO FORMAL DE PARTICIPAÇÃO NO PROJETO DE PESQUISA: Associação entre Composição Corporal e Fadiga Muscular Localizada na Terceira Idade. Pesquisadores Responsáveis: Bruno Gonçalves, Marcel Lessa, Míriam Mainenti e Fernando Guimarães.

Eu, _____, RG. _____, Residente à _____ nº _____, Bairro _____, na cidade de _____, estado _____, concordo em participar como voluntário no projeto de pesquisa: Associação entre Composição Corporal e Fadiga Muscular Localizada na Terceira Idade proposto pelos pesquisadores Bruno Gonçalves, Marcel Lessa, Míriam Mainenti e Fernando Guimarães.

Este trabalho tem como objetivo investigar, através da análise por bioimpedância (total e localizada), eletromiografia de superfície (EMG) e testes funcionais, a existência de relação entre a composição corporal, a fadiga muscular de membros inferiores e o desempenho funcional. Assim, contribuirá: na compreensão do processo de envelhecimento, fadiga muscular, composição corporal e autonomia funcional, ajudando aos profissionais da área de saúde na elaboração de propostas de acompanhamento e tratamento; e na verificação da relação entre os três âmbitos analisados: a fadiga muscular localizada (cansaço do músculo à um esforço prolongado), a composição corporal (quantidade de gordura, músculo e outros elementos no corpo) e atividades funcionais (exercícios dentro de funções específicas).

A pesquisa consistirá de avaliações focadas em:

Análise por bioimpedância – Será avaliada a quantidade de gordura e músculo que o corpo possui, através de um pequeno aparelho, conectado ao seu pé, cintura e mão. O teste será realizado em dois momentos: 1) deitado (barriga para cima) em repouso; 2) sentado, fazendo força com os músculos da coxa, para esticar os joelhos, contra a resistência de uma carga aplicada ao tornozelo. Deverá ser feito o máximo de força possível por 3 vezes de 5 segundos e depois a metade dessa força mantida pelo tempo de um minuto.

Análise por EMG – Durante o segundo momento descrito acima, a força máxima e a metade da força máxima serão registradas por um aparelho ligado ao seu joelho e ao computador.

Atividades funcionais – serão realizadas atividades simples de movimentos cotidianos (sentar, levantar, agachar, etc) para avaliar o nível de desempenho.

Além disso, os indivíduos também serão submetidos a medidas corporais como peso, altura, perímetro de cintura e a questionários que analisam as condições globais de saúde. Vale ressaltar que os devidos critérios de exclusão serão aplicados, de acordo com cada teste, para resguardar a integridade de cada participante.

Os dados obtidos durante este trabalho serão mantidos em sigilo e não poderão ser consultados por outras pessoas sem minha autorização por escrito. Por outro lado, poderão ser utilizados para fins científicos, resguardando, no entanto, a minha privacidade.

Estou ciente da não obrigatoriedade de participação e da desistência facultativa em qualquer momento do projeto.

Eu li e entendi as informações contidas neste documento, e declaro estar de acordo com os procedimentos da pesquisa.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____

Caso surjam demais dúvidas, entrar em contato com os responsáveis pelo experimento:
Bruno Gonçalves: (21) 9957-2019 / Marcel Lessa: (21) 8157-02

ANEXO 3

Registro no Comitê de Ética Nº _____
--

Número

**INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS DO PROJETO ASSOCIAÇÃO ENTRE
 COMPOSIÇÃO CORPORAL E FADIGA MUSCULAR LOCALIZADA DE MEMBROS
 INFERIORES NA TERCEIRA IDADE**

Data de Inclusão: ___ / ___ / _____

Avaliador: _____

Escolaridade: Alfabetizado () Sim () Não

Grau de Instrução: () Ensino Fundamental Completo () Ensino Fundamental Incompleto

() Ensino Médio Completo () Ensino Médio Incompleto () Superior Completo

() Superior Incompleto

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Idade: _____

Data de Nascimento: _____ / _____ / _____

Profissão: _____

Naturalidade: _____ **Telefone para**

contato: _____

Renda Familiar (salários mínimos/mês): 1-2 () 2-3 () 3-4 () 4-5 () 5-10 ()

< 10 ()

Estado Civil: () Solteiro(a) () Casado(a) () Divorciado(a) () Viúvo(a) () União

Consensual

Cor / Etnia: () Branco () Negro () Pardo () Amarelo () Indígena

DADOS CLÍNICOS**Medicamentos em**

uso: _____

Cardiopatia: () Sim () Não

Qual? _____

Marca-passo: () Sim () Não **Arritmia:** () Sim () Não

Aneurisma de Aorta: () Sim () Não

IAM ou angina instável recente: () Sim () Não

Transplante Cardíaco: () Sim () Não

Pneumopatia: () Sim () Não

Qual? _____

Câncer: () Sim () Não **Onde?** _____ **A quanto tempo?** _____

Faz uso de bebidas alcoólicas? () Sim () Não **Qual a frequência?** _____

Dor ou lesão grave: () Sim () Não **Onde?** _____ **Último episódio:** ___/___/_____

Doença reumatológica: () Sim () Não

Qual? _____

Pratica atividade física? () Sim () Não

Qual? _____ **Frequência:** _____

Com que perna você chuta uma bola? () Direita () Esquerda

PARA O AVALIADOR

Peso: _____ Kg **Altura:** _____ m **PA:** _____ mmHg

FC: _____ Bpm

Circunferência de Coxa: _____ cm

BIA total em Decúbito Dorsal

Resistência: _____ **Reatância:** _____

BIA segmentar em Decúbito Dorsal

Resistência: _____ **Reatância:** _____

Sentado no Aparelho Kenkorp – 1500

Resistência: _____ (antes); _____ (após 15 segundos); _____ (após 30 segundos)

Reatância: _____ (antes); _____ (após 15 segundos); _____ (após 30 segundos)

EMG

Força Máxima Registrada: _____

ANEXO 4**Quadro 1 – Roteiro para aquisição de sinal eletromiográfico durante o teste de Força Isométrica Máxima**

- Teste de Força máxima (CIVM 100%) com Célula de Carga em EMG;
- Filtro Passa-Baixa (1Hz) Butterworth, 4ª ordem, zero-lag;
- Detecção da contração em um limiar de amplitude de 50%;
- CIVM máxima em 3 repetições, com 30s de intervalo entre elas.

Em sequência, foi realizado o teste de fadiga muscular do vasto medial (protocolo do Suíte MYO), realizando uma contração isométrica de extensão de joelho por 60 segundos mantendo-se, com auxílio de feedbacks sonoros e visuais (figura 4), em 50% da força isométrica máxima (RAINOLDI, 2001; MERLETTI et al, 2009).

Quadro 2 – Roteiro para processamento do sinal de força isométrica máxima

- Remover nível médio;
- Filtro passa-baixa (450Hz) butterworth, 4ª ordem, zero-lag;
- Filtro Rejeita banda (59 – 61Hz) e harmônicos, 4ª ordem, zero-lag;
- Detecção da contração (célula de carga em EMG); Limiar da amplitude (50%) e Limiar de duração (60 s).

ANEXO 5

Para realização da análise dos sinais adquiridos será utilizada a MYO análise em roteiro de fadiga (protocolo do programa Suíte MYO).



FIGURA 3: Teste de Fadiga

Quadro 3 – Roteiro para processamento do sinal eletromiográfico

- Analisar a duração das épocas: Raiz Quadrática Média (RMS) e Frequência Mediana (MDF) em 0,5s sem sobreposição;
- Normalização pelo valor inicial de RMS e MDF em 100%;
- Ajuste de reta para RMS e MDF;
- Analisar Inclinação (slope) e Intercepto.