

Envelhecimento e os fenótipos da composição corporal

Aging and body composition (BC) phenotypes

Gláucia Regina Falsarella
Lívia Pimenta Renó Gasparotto
Ibsen Bellini Coimbra
Arlete Maria Valente Coimbra

RESUMO: Um dos aspectos mais importantes no campo da geriatria e da gerontologia é determinar a variabilidade dos componentes da composição corporal (CC), à medida que as modificações na CC relacionadas à velhice têm grande impacto metabólico e funcional. As alterações na CC não ocorrem de maneira uniforme entre os idosos, existindo perfis ou fenótipos da CC associados ao envelhecimento, como o sarcopênico, obeso e obeso sarcopênico. Compreender as relações entre a CC nos idosos é de extrema relevância para medidas preventivas, diagnósticas e de tratamento.

Palavras-chave: Idoso; Envelhecimento; Composição Corporal.

ABSTRACT: *One of the most important aspects in the field of geriatrics and gerontology is to determine the variability of the components of body composition (BC), as the changes in the CC of old age have great metabolic and functional impact. Changes in BC do not occur uniformly among the elderly, existing profiles or phenotypes BC associated with aging, such as sarcopenic, obese and obese sarcopenic. Understanding the relations between the CC in the elderly is of extreme relevance for preventive, diagnostic and treatment measures.*

Keywords: *Elderly; Aging; Body Composition.*

Introdução

O envelhecimento constitui um processo contínuo e gradual, caracterizado por grande variabilidade entre as populações. Esta variabilidade envolve diferentes ritmos e formas de envelhecimento, é dependente das características ambiental, cultural e genética, assim como da presença ou ausência de condições patológicas (Buffa, Floris, Putzu, & Marini, 2011). Portanto, a velhice representa uma realidade heterogênea, com experiências e trajetórias individuais e coletivas diversificadas, com formas peculiares de manifestação genética biológica, socioestrutural e psicológica, as quais contribuem para a configuração de padrões de velhice normal, ótima e patológica (Neri, 2011).

Sob a perspectiva biológica, o envelhecimento caracteriza-se pela diminuição da capacidade de manter o equilíbrio homeostático sob condições de sobrecarga funcional, conduzindo à maior vulnerabilidade (Jeckel-Neto & Cunha, 2006). Apesar de a velhice não estar necessariamente vinculada a doenças e incapacidades, as alterações nas dimensões física, cognitiva e social contribuem para uma maior susceptibilidade destes indivíduos às manifestações adversas na saúde (Alves *et al.*, 2007). Na população idosa, a dimensão da saúde relaciona-se fortemente à sua funcionalidade global, entendida como a “capacidade de gerir a própria vida ou cuidar de si mesmo”. Nessa perspectiva, a funcionalidade representa um novo paradigma de saúde, particularmente relevante para o idoso, ao considerar o funcionamento dinâmico e integrado entre o ambiente, a cognição e as habilidades motoras (Moraes, 2012).

Investigações que consideram as variáveis associadas ao envelhecimento apresentam contribuição relevante, levando-se em conta as necessidades geradas pelo aumento da expectativa de vida e pelo aumento do número de idosos na população. Assim, um dos aspectos mais importantes no campo da geriatria e da gerontologia é determinar a variabilidade dos componentes da composição corporal (CC) neste segmento etário (Buffa *et al.*, 2011), à medida que as modificações na CC relacionadas à velhice têm grande impacto no estado de saúde (Woodrow, 2009), na capacidade funcional, bem como na qualidade de vida (Fantin *et al.*, 2007). Ou seja, as modificações nos tecidos muscular, ósseo e de gordura podem contribuir para desfechos desfavoráveis à mobilidade (Thomas, Croft, & Dziedzic, 2009), quedas, fraturas, limitação nas tarefas de autocuidado e para a vida independente (Skin, Pantou, Button & Ilich, 2011), além de representar fator preditor para comorbidades e mortalidade (Rosenberg, 2011; Tchernof & Després, 2013).

O maior entendimento em torno das relações entre a CC e o processo de envelhecimento poderá diferenciar sua evolução fisiológica da condição patológica, com grande repercussão para a

prática clínica. Compreender os fatores associados à atividade dos componentes da CC nos indivíduos idosos é de extrema relevância para medidas preventivas, diagnósticas e de tratamento (Gillette-Guyonnet & Vellas, 2003; Raguso *et al.*, 2006; Saarelainen *et al.*, 2011), uma vez que, ao longo do curso de vida, as alterações na CC apresentam repercussão funcional e metabólica (Fielding *et al.*, 2011). O sinergismo verificado entre os componentes da CC com o avanço da idade remete para o desenvolvimento de perfis ou fenótipos da CC, como o sarcopênico, o obeso e o obeso sarcopênico. Esses fenótipos são relacionáveis com a funcionalidade, comorbidades e mortalidade. Assim, torna-se relevante investigar as relações entre os componentes da CC e o processo de envelhecimento neste trabalho.

Composição corporal e o processo de envelhecimento

Considerada como componente metabólico e funcional, a CC sofre mudanças significativas na velhice (Woodrow, 2009), que se expressam, principalmente, por variação negativa na massa livre de gordura (MLG) e variação positiva na massa gorda (MG) (Fantin *et al.*, 2007; Aleman-Mateo *et al.*, 2009). As alterações fisiológicas na MLG referem-se, principalmente, à redução da massa muscular (MM); no entanto, verifica-se ainda diminuição da massa óssea (MO) (Buffa *et al.*, 2011; Fielding *et al.*, 2011), bem como da água corporal, especialmente do componente intracelular. Por outro lado, a massa gorda (MG) do componente subcutâneo diminui de forma mais expressiva com o avanço da idade, comparada à gordura da região visceral (St-Onge, 2005; Buffa *et al.*, 2011).

Segundo a descrição anterior, o padrão de variações qualitativas da CC associado à velhice apresenta-se bem definido. Entretanto, não há um consenso quanto aos aspectos quantitativos relacionados ao início, velocidade e intensidade destas variações. Entre as razões apontadas, destacam-se os aspectos heterogêneo e multifatorial atribuídos ao fenômeno do envelhecimento. Não obstante, acrescentam-se, ainda, o número reduzido de investigações de seguimento ou prospectivo sobre os componentes da CC em idosos, a falta de padronização metodológica quanto às técnicas de avaliação, a diversidade dos modelos de amostragens e a ausência de controle das variáveis confundidoras nas pesquisas desenvolvidas (Buffa *et al.*, 2011). Apesar da variedade de técnicas disponíveis para as análises da CC em indivíduos longevos, a maioria dos estudos utiliza métodos inconsistentes e poucos instrumentos são validados para esta população (Villani *et al.*, 2013).

A falta de uma definição, em termos quantitativos, referente aos componentes da CC dificulta o estabelecimento de valores ou pontos de corte, que indiquem a transição entre as

condições consideradas fisiológicas para o estado patológico da pessoa em idade avançada (Buffa *et al.*, 2011). A identificação de índices de massa magra, óssea e de gordura poderá ser empregada no desenvolvimento de estratégias preventivas de doenças relacionadas à CC na velhice, à medida que inúmeras condições patológicas e incapacitantes associam-se às alterações da CC, como as doenças cardiovasculares, diabetes mellitus, osteoporose (Buffa *et al.*, 2001), osteoartrite (Niu *et al.*, 2009), certos tipos de câncer (Genton *et al.*, 2011), comprometimento na mobilidade (Reid *et al.*, 2008; Skin *et al.*, 2011), síndrome da fragilidade, entre outros (Frisoli *et al.*, 2010).

Por outro lado, é crescente o número de trabalhos sobre a etiologia das modificações da CC associadas ao envelhecimento, os quais contemplam as variáveis idade, gênero, raça, fatores ambientais e comportamentais (Baumgartner, Heymsfield & Roch, 1995). Não menos relevantes são os estudos que associam a CC com alterações endócrinas, neurológicas e inflamatórias relacionadas ao envelhecimento. Woodrow (2009) menciona os efeitos da atividade física reduzida, baixa ingestão alimentar, aspecto endócrino, inflamação sistêmica (níveis elevados de IL-6 e TNF- α) e redução da estimulação neuronal para o sistema musculoesquelético. Frisoli *et al.* (2010) e Lang *et al.* (2010) evidenciam a combinação de outros determinantes, como a disfunção mitocondrial, deficiência de vitamina D, baixos níveis de testosterona e estrógenos, sulfato de deidroepiandrosterona (S-DHEA) e fator de crescimento análogo à insulina I (IGF-I).

Os elementos da CC são também reconhecidos como de grande importância para os aspectos metabólicos e funcionais (Fielding *et al.*, 2011). O tecido muscular encontra-se envolvido na estabilidade postural, na geração de energia, na homeostase do metabolismo da glicose, entre outros (Raguso *et al.*, 2006). O componente ósseo, por sua vez, é responsável pela proteção dos órgãos, sustentação do corpo, locomoção, produção de células sanguíneas e pela reserva de cálcio. Enquanto a gordura corporal atua na proteção contra traumas de órgãos vitais, seu depósito desempenha função importante para o isolamento térmico, reserva energética, além da função metabólica para a produção de citocinas (Mcardle *et al.*, 2003; Chang, Beason, Hunleth, & Colditz, 2012).

A redução da MLG tem sido atribuída principalmente ao componente muscular. No adulto, o tecido muscular equivale a 40% do peso corporal; já no indivíduo idoso o valor cai para 30% (Buffa *et al.*, 2011). Em ambos os sexos, um declínio na massa magra tornar-se detectável após os 45 anos. O sexo masculino dispõe de uma média maior de MM que as mulheres; entretanto, os homens apresentam maior velocidade de perda deste tecido. Entre os 20 e 80 anos verifica-se uma redução de 30% da MM e uma diminuição de 20% em sua área de secção transversal. Após a quinta década de vida, a MM declina a uma taxa anual de 1% a 2% (Rolland & Vellas, 2010). A redução da MM correlaciona-se com menor força muscular, e após os 60 anos a taxa desta redução é de até

3% ao ano (Villani *et al.*, 2013). Estes índices são mais elevados em sedentários comparados aos ativos, sendo duas vezes maior em homens em comparação com as mulheres (Rolland & Vellas, 2010).

O componente esquelético da MLG também mostra importante variação ao longo da vida. A MO aumenta sua densidade até a terceira década; em seguida há uma progressiva redução. O conteúdo mineral dos ossos em pessoas com mais de 65 anos é 20% menor comparado ao dos indivíduos na faixa etária entre 19 e 34 anos. O padrão de variação do compartimento esquelético é semelhante em homens e em mulheres até os 50 anos de idade; entretanto, após a menopausa, a diminuição da quantidade da MO torna-se muito mais rápida nas mulheres. Por volta dos 70 anos, a taxa de perda óssea aumenta expressivamente em homens e em mulheres (Buffa *et al.*, 2011).

Em relação ao tecido adiposo, verifica-se um aumento progressivo durante a vida adulta de forma semelhante em ambos os gêneros até a sétima década de vida; em seguida, esse componente da CC tende a diminuir (Hughes *et al.*, 2004). Quanto à distribuição do tecido adiposo nos homens, são observadas uma centralização e uma internalização de gordura, enquanto que, nas mulheres, há uma distribuição mais periférica desse tecido, que resulta em menor adiposidade visceral. No entanto, as mudanças associadas à menopausa induzem a uma distribuição androide de gordura no gênero feminino. Em torno dos 80 anos, há uma diminuição do acúmulo de gordura, sendo que este processo é mais acentuado nas mulheres, quando comparado ao dos homens (Buffa *et al.*, 2011). Em idosos, é observado um aumento preferencial de gordura visceral, combinada com uma diminuição da gordura subcutânea, o que pode ocorrer independentemente das alterações do peso corporal, da adiposidade total ou da circunferência da cintura (Chang *et al.*, 2012).

Fenótipos da composição corporal em idosos

As modificações na CC verificadas nos idosos como, por exemplo, diminuição da água corporal total, redução da massa magra e óssea e o aumento da adiposidade corporal, não ocorrem de maneira uniforme entre os indivíduos (Lustgarten & Fielding, 2011). Alguns estudos têm demonstrado a existência de perfis ou fenótipos da CC associados ao envelhecimento. No modelo mais amplamente difundido, os indivíduos são categorizados como: sarcopênicos, obesos e obesos sarcopênicos; segundo o peso, massa magra, massa gorda, IMC e circunferência de cintura (Quadro 1).

Entretanto, a falta de um consenso quanto às definições destes fenótipos, principalmente em termos quantitativos, associada à diversidade de técnicas e medidas empregadas em sua

investigação, criam desafios para determinar a sua prevalência através dos grupos de idade e também em diferentes populações (Waters & Baumgartner, 2011; Zamboni & Mazzali, 2012).

De acordo com Bazzocchi *et al.* (2013), as variações na CC associadas à velhice devem ser investigadas sob três diferentes aspectos:

- Diminuição progressiva da MM e aumento na MG, que podem originar a sarcopenia e a obesidade sarcopênica.
- Redução da altura e da densidade mineral óssea, vinculadas às condições de osteopenia e osteoporose.
- Redistribuição de MG, com aumento da disposição da gordura central e visceral.

O reconhecimento e a investigação de tais modificações constituem instrumento essencial na avaliação do indivíduo idoso, uma vez que tais variações implicam em desfechos desfavoráveis para o âmbito da saúde (Wang, Pierson & Heymsfield, 1992; St-Onge, 2005; Woodrow, 2009; Frisoli *et al.*, 2010; Bazzocchi *et al.*, 2013). Decréscimos da MM e MO influenciam o estado nutricional, funcional, endócrino e cognitivo, assim como as comorbidades. Por outro lado, o excesso de peso é considerado forte preditor de limitações da função física, como a mobilidade (Thomas *et al.*, 2009). Além disso, a obesidade visceral relaciona-se com a doença cardiovascular, diabetes, determinados tipos de câncer (Buffa *et al.*, 2001), osteoartrite (Niu *et al.*, 2009), doenças hepáticas, apneia do sono e problemas respiratórios (Genton *et al.*, 2011).

Quadro 1. Características dos fenótipos da composição corporal			
	Sarcopenia	Obeso	Obesidade sarcopênica
Peso	Baixo	Alto	Normal
MG*	Baixo/Normal	Alto	Alto
MM*	Baixo	Normal/Alto	Baixo
IMC* (Kg/m ²)	Baixo	Alto	Normal
Circunferência de Cintura	Baixo/Normal	Alto	Normal/Alto
*MG: massa gorda; MM: massa muscular; IMC: índice de massa corporal.			
Fonte: Adaptado de Waters e Baumgartner, 2011, p.403.			

Sarcopenia: prevalência, características e mecanismos

O termo sarcopenia (*sarc*: carne e *penia*: perda) foi definido, em 1989 por Irwin Rosenberg, para descrever especificamente a perda de MM associada ao envelhecimento (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010; Narici & Maffulli, 2010; Rolland & Vellas, 2010; Fielding *et al.*, 2011). Ao longo de mais de

20 anos, várias outras definições foram propostas, mas ainda hoje falta um consenso quanto à definição desta condição geriátrica (Quadro 2). Atualmente o termo sarcopenia tem contemplado não somente a redução da MM, mas também a perda da força muscular e o declínio do desempenho físico (Rolland & Vellas, 2010; Rosenberg, 2011).

Quadro 2. Definições de sarcopenia e critérios diagnósticos		
Grupo de Estudo	Definição	Critérios
The European Society of Parenteral and Enteral Nutrition Special Interest Groups	“A sarcopenia é uma condição caracterizada por perda de massa muscular e força muscular. Embora a sarcopenia seja uma doença de idosos, o seu desenvolvimento pode ser associado com condições que não são vistas exclusivamente em idosos, desnutrição e caquexia. Como a osteopenia, também pode ser observada em pacientes jovens como aqueles com doenças inflamatórias.” (Muscaritoli <i>et al.</i> , 2010).	- Baixa massa muscular, ex: porcentagem de massa muscular >2 DP abaixo da média em indivíduos com idade 18-39 anos no <i>National Health and Nutrition Examination Survey III cohort</i> . - Velocidade de marcha <0,8 m/s no teste de 4 min. ou redução do desempenho em qualquer teste funcional utilizado para a avaliação geriátrica ampla.
The European Working Group on Sarcopenia in Older People	“A sarcopenia é uma síndrome caracterizada pela perda progressiva e generalizada de massa muscular esquelética e da força com um risco de efeitos adversos, tais como limitação física, má qualidade de vida e da morte.” A condição é chamada primária, quando a causa da sarcopenia é o envelhecimento; e secundária, quando a doença, a inatividade, ou desnutrição contribuem (Cruz-Jentoft <i>et al.</i> , 2010).	1. Baixa massa muscular. 2. Baixa força muscular, ex.: força de prensão. 3. Baixo desempenho físico, ex.: a velocidade da marcha. População de referência de indivíduos jovens saudáveis utilizando os pontos de corte <2 DP abaixo da média. Critério 1 e critério 2 ou 3.
The International Working Group on Sarcopenia	"Sarcopenia é definida como a perda de massa muscular esquelética e de função associada à idade." As causas da sarcopenia são multifatoriais e pode incluir desuso, função endócrina alterada, doenças crônicas, inflamação, resistência à insulina e deficiências nutricionais. Enquanto a caquexia pode ser um componente da sarcopenia, as duas condições não são consideradas o mesmo." (Fielding <i>et al.</i> , 2011).	- Velocidade de marcha <1 m/s. - Medida objetiva de baixa massa muscular, ex: massa muscular apendicular em relação à altura ² , ou seja, $\leq 7,23 \text{ kg/m}^2$ em homens e $\leq 5,67 \text{ kg/m}^2$ em mulheres.
The Society of Sarcopenia, Cachexia and Wasting Disorders	"Sarcopenia, ex.: redução da massa muscular com limitação na mobilidade é uma das entidades clínicas mais importantes para os idosos e deve ser rastreada. A limitação na mobilidade não deve ser devido a doenças específicas do músculo, doença vascular periférica com claudicação intermitente, doença do sistema nervoso central e periférico ou caquexia" (Morley <i>et al.</i> , 2011).	- Velocidade de marcha $\leq 1 \text{ m/s}$ ou distância <400 m com duração de 6 min de caminhada. - Massa muscular apendicular corrigido para altura ² >2 DP abaixo da média de pessoas saudáveis com idades entre 20 e 30 anos do mesmo grupo étnico.
Fonte: Adaptado de Cederholm <i>et al.</i> , 2011. p.347.		

Considerada uma síndrome geriátrica, a sarcopenia representa um processo complexo, altamente prevalente entre idosos e um oneroso estado de saúde. Resulta da interação não totalmente compreendida entre o avanço da idade, alterações fisiológicas e a presença de doenças crônicas. Caracteriza-se, ainda, como um conjunto de resultados que incluem desfechos primários, tais como a perda progressiva e generalizada de massa e força muscular e desfechos secundários, como o comprometimento da mobilidade e da execução de atividades da vida diária, declínio na qualidade de vida e maior vulnerabilidade para evoluir a óbito (Lang *et al.*, 2010; Rosenberg, 2011).

Há uma clara relação entre a MM e a capacidade funcional, quedas, fraturas e hospitalizações. A perda da função do sistema musculoesquelético é frequentemente relacionada com uma diminuição da capacidade de outros sistemas. A baixa MM pode ser um indicador de declínio geral da função biológica. Pesquisas sugerem que a massa magra seja um melhor preditor de mortalidade em indivíduos idosos quando comparado à MG. Nesta perspectiva, estudo prospectivo realizado por Toss, Wiklund, Nordström & Nordström (2012), sobre CC e mortalidade em 921 idosos com idade de 65 anos ou mais, constatou que a MM foi inversamente associada com a mortalidade em homens e em mulheres. Em síntese, o estudo verificou que os indivíduos com menor massa magra tiveram um risco maior de mortalidade ao longo de 9,2 anos de seguimento.

Apesar de configurar uma condição com enorme custo pessoal e financeiro, não existe um consenso quanto aos critérios para o diagnóstico e definição de diretrizes para o tratamento da sarcopenia que justifiquem sua inclusão entre as doenças apresentadas na Classificação Internacional de Doenças (CID). Para lidar com essas limitações, o *European Union Geriatric Medicine Society (EUGMS)* fundou, em 2009, o *Sarcopenia Working Group. The European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP, the Sarcopenia Working Group)*, que desenvolveu uma definição operacional e critérios de diagnóstico para serem utilizados na prática clínica e no âmbito da pesquisa. Para o diagnóstico desta condição geriátrica, o EWGSOP estabeleceu a presença da baixa MM associada à baixa força muscular, ou baixo desempenho muscular (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010).

A justificativa para a utilização de dois critérios diagnósticos deve-se ao fato da relação não linear entre MM e força muscular, à medida que a força muscular não depende apenas da MM. Assim, a definição da sarcopenia só em termos de MM apresenta um valor clínico limitado. Quanto a sua classificação, a sarcopenia pode ser primária, associada apenas ao processo de envelhecimento, ou secundária, quando são verificados outros fatores preditores, como, por exemplo, o sedentarismo, as comorbidades, a elevação dos marcadores da inflamação sistêmica, o estado nutricional e o uso de medicamentos. Em idosos, a sarcopenia apresenta uma etiologia

multifatorial, impedindo a caracterização do indivíduo como tendo uma condição primária ou secundária. Essa situação é consistente com o reconhecimento de sarcopenia como uma síndrome geriátrica multifacetada (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010).

Quanto à prevalência da sarcopenia, esta apresenta variações de acordo com a definição utilizada e com as técnicas de medição empregada (Rolland & Vellas, 2010). A falta de consenso com relação à sua definição tem dificultado os esforços para determinar com precisão a prevalência deste fenótipo da CC. Dependendo da definição utilizada, a frequência em idosos entre 60 a 70 anos pode variar de 5 a 13%, enquanto a frequência varia de 11 a 50% naqueles com 80 anos e mais (Cruz-jentoft *et al.*, 2010). Fielding *et al.* (2011) revisaram diversos estudos e também identificaram uma diversidade de valores de prevalência da sarcopenia, como exposto no Quadro 3.

Quadro 3. Prevalência e instrumentos de avaliação para sarcopenia							
Citação	Métodos	Índice de Sarcopenia	População de referência	Gênero	N	Idade	Prevalência
Baumgartner <i>et al.</i> , 1995	Antrop.*	MMA*/altura ² M ≤7.26 kg/m ² F ≤5.45 kg/m ²	Rosetta study (M/F 18-40 anos)	M/F*	883	61-70 71-80 ≥80	13% 24% 50%
Melton <i>et al.</i> , 2000	DXA*	MMA/altura ² M ≤7.26 kg/m ² F ≤5.45 kg/m ²	Rosetta Study (M/F 18-40 anos)	M F	100 99	≥70	28% 52%
Morley <i>et al.</i> , 2001	DXA	MMA/altura ² M ≤7.26 k/m ² F ≤5.45 kg/m ²	Rosetta study (ref.) (M/F 18-40 anos)	M/F	199	<70 ≥80	12% 30%
Janssen <i>et al.</i> , 2002	Bioimp.*	Índice de MM/massa corporal total M ≤ 31.5% F ≤ 22.1%	NHANES III	M F	2224 2278	≥60 ≥60	7% 10%
Tanko <i>et al.</i> , 2002	DXA	MMA/altura ² F ≤ 5.4 kg/m ²	Rosetta study (M/F 18-40 anos)	F	67	≥70	12%
Iannuzzi-Sucich <i>et al.</i> , 2002	DXA	MMA/altura ² M ≤7.26 kg/m ² F ≤ 5.45 k/m ²	Rosetta study (M/F 18-40 anos)	M F	142 195	≥65	27% 23%

Gillette-Guyonnet & Vellas, B., 2003	DXA	MMA/altura ² F ≤ 5.45 kg/m ²	Rosetta study (M/F 18–40 anos)	F	1321	≥75	10%
Newman <i>et al.</i> , 2003	DXA	MMA/altura ² M ≤ 7.23 kg/m ² F ≤ 5.67 kg/m ²	Health Aging and Body Composition baseline cohort	M F	1435 1549	70-79	20% 20%
Castillo <i>et al.</i> , 2004	Bioimp.	MLG M ≤ 47.9 kg F ≤ 34.7 kg	M/F (25–44)	M F	694 1006	70-75	4% 3%
Janssen <i>et al.</i> , 2004	Bioimp.	MMA/altura ² M ≤ 8.50 kg/m ² F ≤ 5.75 kg/m ²	NHANES III	M F	2223 2276	≥60	11% 9%
Janssen <i>et al.</i> , 2004	Bioimp.	Total de massa magra/altura ² M ≤ 8.50 kg/m ² F ≤ 5.75 kg/m ²	Cardiovascular Health Study	M F	2196 2840	≥65	17% 11%
Schaap <i>et al.</i> , 2006	DXA	Longitudinal follow-up LASA study >3% de perda de MMA	LASA study	M F	328	-	15% 3%
*Antrp: antropometria; DXA: dual x-ray absorptiometry; Bioimp: Bioimpedância; M: masculino; F: feminino; MMA: massa muscular apendicular; MM: massa muscular; MLG: massa livre de gordura.							
Fonte: Adaptado de Fielding <i>et al.</i> , 2011, p.253.							

O impacto da sarcopenia em idosos é de grande alcance e pode ser mensurado em termos de morbidade e de altos custos com relação aos cuidados de saúde e mortalidade (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010). A sarcopenia provoca uma diminuição significativa do desempenho motor e pode tornar-se clinicamente importante. Ativa um curso de involução que provoca a síndrome clínica de fragilidade, uma condição associada ao declínio funcional que expõe a pessoa idosa ao risco de complicações graves, perda de independência e institucionalização. O risco é maior quando idosos são simultaneamente sarcopênicos e obesos (Buffa *et al.*, 2011). Há evidências de que a fragilidade e a perda de mobilidade e de equilíbrio ocorram concomitantemente com a perda da força muscular, sendo uma causa cada vez mais reconhecida para a admissão hospitalar e de cuidados domiciliares (Rosenberg, 2011).

Considerada um fenômeno de etiologia multifatorial (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010; Fielding *et al.*, 2011), a sarcopenia, muito provavelmente, inicia-se na fase adulta com atrofia e perda de fibras musculares, e continua ao longo da vida como resultado da interação entre o meio ambiente e fatores genéticos (Fielding *et al.*, 2011). Existe um corpo crescente de evidências de que a perda de MM e força muscular devidas ao envelhecimento estejam associadas ao nível de atividade física (Toss *et al.*, 2012), alterações neuromusculares, diminuição da contratilidade da fibra muscular (Buffa *et al.*, 2011), função endócrina alterada (testosterona, estrógeno, GH, IGF-1, vitamina D e hormônio da paratireoide), doenças crônicas, elevação dos níveis de citocinas pró-inflamatória (IL-1, IL-6 e TNF- α), disfunção mitocondrial, aumento da atividade apoptótica nas fibras musculares, estresse oxidativo, resistência à insulina e deficiência nutricional (Fielding *et al.*, 2011; Genton *et al.*, 2011). Neste processo atuam o sistema nervoso central e periférico, juntamente com o sistema imunológico (Narici & Maffulli, 2010).

A diminuição da MM que dá origem à sarcopenia envolve tanto uma redução do tamanho da fibra muscular (atrofia) quanto do número das fibras musculares (hipoplasia) (Narici & Maffulli, 2010). Estudos apontam que, com o envelhecimento, as fibras do tipo II são mais vulneráveis à atrofia, quando comparadas às fibras do tipo I (Lang *et al.*, 2010). A área de secção transversal das fibras do tipo II de indivíduos com 85 anos e mais anos é aproximadamente 60% menor comparada à área de secção transversal das fibras do tipo II do grupo-controle com idade de 25 anos. Ao considerar a área de secção transversal das fibras do tipo I dos idosos com 85 anos e mais, foi constatado que a mesma era 25% menor em relação à população mais jovem (Narici & Maffulli, 2010). Portanto, com o processo de envelhecimento, há uma atrofia seletiva das fibras musculares, com uma maior conservação das fibras do tipo I (Fielding *et al.*, 2011).

Obesidade: prevalência, características e mecanismos

A obesidade constitui um extenso e anormal acúmulo de gordura corporal. É considerada pela *World Health Organization* (WHO) como uma epidemia global, sendo descrita como uma “Nova Síndrome Mundial” e caracteriza-se como uma condição complexa, com dimensões biológicas, sociais e psicológicas importantes, e que afetam indivíduos de todas as idades e grupos socioeconômicos. A obesidade representa um fator de risco independente para diversas doenças crônicas e para a mortalidade na população em geral (Oreopoulos, Kalantar-Zadeh, Sharma & Fonarow (2009). Na prática clínica, costumeiramente é avaliada pelo peso corporal em função da altura para obtenção do IMC (Tchernof & Després, 2013). Segundo a classificação da WHO (2012),

o IMC maior ou igual a 30 kg/m^2 indica a obesidade. Em idosos, sugere-se que a presença da obesidade seja evidenciada pelo IMC acima de 28 Kg/m^2 (Lipschitz, 1994).

Em relação à população idosa, a obesidade está aumentando principalmente nos países mais desenvolvidos. Nos Estados Unidos, mais de 30% dos homens e mulheres com 60 anos ou mais são obesos (Zamboni & Mazzali, 2012). Ao considerar a frequência deste fenótipo da CC nos diferentes grupos de idade, verificou-se que 22,9% dos idosos americanos com idade entre 60 a 69 anos eram obesos, assim como 15,5% daqueles com 70 anos e mais. Entre os idosos de origem europeia, 22% das mulheres e 12% dos homens com mais de 75 anos foram categorizados como obesos. Nas regiões central, leste e sul da Europa, a taxa de obesidade apresentou-se maior, comparada aos países pertencentes às regiões ocidental e norte (Waters & Baumgartner, 2011). No Brasil, estudo realizado com 13.943 indivíduos com 60 anos e mais, identificou uma prevalência de 45,1% de idosos com sobrepeso ou obesidade. Este dado foi verificado por meio dos pontos de corte para o $\text{IMC} \geq 25 \text{ kg/m}^2$ (Silva, V.S. Souza, Petroski & Silva, D.A.S., 2011).

A etiologia da obesidade é complexa e apresenta um caráter multifatorial, entre os quais estão os fatores históricos, socioeconômicos, psicossociais, biológicos e culturais. Entretanto, percebe-se que, em geral, os aspectos mais estudados com relação à obesidade são os biológicos (Silva *et al.*, 2011). Considera-se que o aumento da MG relacionado à idade seja, provavelmente, causado pela diminuição do gasto energético, em função da queda na taxa metabólica basal e pela redução da atividade física, as quais contribuem para o decréscimo da energia despendida. Esta condição combinada com uma estável ingestão energética resulta no acúmulo gradual de gordura. As alterações hormonais também desempenham um papel importante sobre a quantidade de gordura corporal e sobre a sua distribuição. Assim, destaca-se a influência da redução da produção do GH e da testosterona, além da diminuição da capacidade de resposta dos hormônios da tireoide e da leptina (Oreopoulos *et al.*, 2009)

Relacionada ao processo de envelhecimento, verifica-se uma redistribuição da gordura corporal com um aumento do tecido adiposo da região abdominal e visceral e uma diminuição da gordura subcutânea. Também é constatada uma deposição da gordura dentro de tecido não adiposo, como no musculoesquelético, cardíaco, fígado e no pâncreas (Zamboni & Mazzali, 2012). A adiposidade central, torna-se um dos principais fatores de risco para doenças crônicas (Hughes *et al.*, 2004), como as cardiovasculares, diabetes tipo 2, hipertensão arterial, alguns tipos de câncer (Chang *et al.*, 2011), osteoartrite (Niu *et al.*, 2009), incapacidade física (Zamboni & Mazzoli, 2012), além de poder aumentar o risco de morte (Oreopoulos *et al.*, 2009). No entanto, a deposição de gordura central e visceral tem sido mais especificamente relacionada às anormalidades metabólicas e cardiovasculares.

Um fenômeno que tem recebido cada vez mais atenção refere-se ao fato de que a forma corporal, e mais especificamente, a distribuição regional do tecido adiposo, é considerada mais importante, quando comparada à quantidade de gordura corporal total para a predição de doenças. A obesidade visceral compreende parte de um fenótipo complexo que inclui a disfunção no armazenamento de gordura (Tchernof & Després, 2013). O tecido adiposo localizado na região visceral torna o indivíduo mais vulnerável ao acometimento da síndrome metabólica, comparado ao tecido adiposo da região subcutânea. A associação entre o acúmulo de gordura visceral e as afecções cardiometabólicas justifica-se pelo fato de que o tecido adiposo constitui um órgão endócrino, o qual secreta mediadores inflamatórios e imunes, o que atribui característica pró-inflamatória à gordura visceral (Chang *et al.*, 2012).

Alguns estudos têm mostrado a existência de uma associação entre a massa corporal, expressa pelo IMC e o risco de morbidade e de mortalidade na população idosa. Levantamentos apontam que um baixo IMC relaciona-se com um aumento no risco da mortalidade, mesmo considerando o fato de que o IMC possa ser um marcador de condições mórbidas como câncer, doença pulmonar obstrutiva crônica e outras condições crônicas. Por outro lado, um IMC elevado associa-se a um progressivo aumento no risco de comorbidades, como a hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares (Janssen *et al.*, 2007; Buffa *et al.*, 2011; Tchernof & Després, 2013).

Chang *et al.* (2011) em seu estudo de revisão sobre a distribuição de gordura corporal e mortalidade em idosos, constataram, na grande maioria dos artigos pesquisados, que o IMC não constituiu indicador apropriado para investigação da morbidade e mortalidade. O resultado do estudo mencionado apontou que o valor ideal do IMC relacionado ao menor índice de mortalidade em idosos encontrava-se na faixa classificatória de sobrepeso e de obesidade leve. Segundo pesquisa prospectiva de Dahl *et al.* (2013), com 882 idosos com 70 anos e mais, os indivíduos acima do peso tiveram um risco de mortalidade menor comparado aqueles com peso normal, mesmo após ajuste para mudança de peso e comorbidades ao longo do tempo. Nesse sentido, a literatura sugere que as diretrizes do *National Institutes of Health* (NIH), com relação ao sobrepeso e a obesidade como principais fatores de risco para o aumento da morbidade e mortalidade, podem não ser aplicáveis para a população idosa (Chang *et al.*, 2011), e que as recomendações da WHO com relação ao IMC devem ser excessivamente restritivas na velhice (Dahl *et al.*, 2013).

Os resultados conflitantes a respeito da relação entre o índice de massa do indivíduo com a morbidade e a mortalidade para idosos reflete uma variedade de recursos metodológicos utilizados nas pesquisas, incluindo generalizações através de amostras que abrangem uma ampla faixa de idade, entre outros (Zamboni & Mazzali, 2012). Um IMC elevado em idosos mais jovens pode

indicar uma manifestação de risco para a saúde em função do estilo de vida sedentário, resultando em complicações cardiometabólicas. Já um IMC elevado em idosos muito idosos pode ser considerado favorável, uma vez que a MG armazena energia a qual poderá ser utilizada durante o balanço energético negativo, e o excesso da adiposidade atuaria em situações de desnutrição protéico-energética (Oreopoulos *et al.*, 2009). Em síntese, o IMC pode representar um indicador de diferentes processos em idades mais precoces e em idades mais avançadas, junto à população idosa (Dahl *et al.*, 2013).

Obesidade sarcopênica: prevalência, características e mecanismos

A definição para a obesidade sarcopênica, segundo o Consenso Europeu de Sarcopenia, é a perda de massa magra, mas com MG preservada ou mesmo aumentada (Cruz-Jentoft *et al.* (2010). Um desafio vinculado a este fenótipo da CC refere-se ao fato de que a combinação de baixa MM e alta MG pode resultar em peso corporal normal ou IMC dentro da normalidade. Apesar de sua enorme importância clínica, a obesidade sarcopênica é muitas vezes sub-reconhecida (Chung *et al.*, 2013). Este fenótipo da CC constitui um forte preditor de limitações físicas, alterações da marcha, comprometimento do equilíbrio e quedas comparado com os fenótipos sarcopênicos ou obesos (Fielding *et al.*, 2011). A coexistência entre a obesidade e a sarcopenia em idosos pode maximizar os seus efeitos sobre o metabolismo e o risco de doenças cardiovasculares (Chung *et al.*, 2013), sendo, ainda, fator de risco para a fragilidade e para a perda de independência (Weinheimer, Sands & Campbell, 2010). Evidências epidemiológicas mostram que a obesidade sarcopênica é associada com um alto risco de doenças e mortalidade (Kim *et al.*, 2009; Narici & Maffulli, 2010).

Em idosos obesos sarcopênicos, verifica-se baixa MLG, pobre qualidade muscular e baixa funcionalidade física (Weinheimer *et al.*, 2010). Nesse contexto, constata-se que a MM é um importante, mas não único preditor de força muscular ou da funcionalidade física. A gordura tem vários efeitos adversos sobre a função muscular. A maior gordura corporal associa-se com a gordura intramuscular e menor qualidade muscular, definida como redução da força por área de secção transversal. É também possível que o aumento da gordura corporal diminua a capacidade de geração de potência muscular, a qual é mais estreitamente relacionada com capacidade funcional quando comparada à força muscular (Fielding *et al.*, 2011).

Baumgartner *et al.* (1995) inicialmente propuseram os seguintes critérios para a obesidade sarcopênica: índice de massa muscular esquelética apendicular (MM de pernas e braços) / altura (m^2) menor que 2 desvios padrão em comparação com um grupo de referência de adultos; e

porcentagem de gordura corporal (% GC) acima do percentil 60. A obesidade sarcopênica também já foi definida, utilizando-se o critério de menos 2 desvios-padrão do grupo de referência jovem, com uma percentagem de gordura maior do que 27% para os homens e maior que 38% para as mulheres. Por outro lado, Davison, Ford, Cogswell & Dietz (2002) definiram este fenótipo nos dois quintis superiores de MG e no menor tercis de MM. Já Newman *et al.* (2003) consideraram a massa muscular apendicular em relação à altura e massa gorda total. Estas diferentes abordagens ou definições contribuem para diferentes valores de frequência de indivíduos obesos sarcopênicos (Waters & Baumgartner, 2011).

Ao considerar os pontos de corte de Baumgartner *et al.* (1995), em coorte de idosos do Novo México, a frequência da obesidade sarcopênica foi de 2% naqueles entre 60 a 69 anos e, para o grupo com 80 anos e mais, o índice subiu para 10%. Usando uma definição de dois quintis superiores de gordura corporal com os menores três quintis da massa muscular, três estudos relataram a prevalência de sarcopenia obesa em 10% nos homens e 7-12% nas mulheres (Waters & Baumgartner, 2011). Estudo com 2943 idosos coreanos com 60 anos e mais do *Korean National Health Examination and Nutrition Survey* (KNHANES), a CC foi classificada em quatro grupos não sobrepostos: obesos sarcopênicos, não obesos sarcopênicos, obesos sarcopênicos, e não obesos e não sarcopênicos. A prevalência da obesidade sarcopênica foi de 18,4% em homens e 25,8% nas mulheres. Nesta pesquisa, a sarcopenia foi definida como massa muscular esquelética apendicular dividida pelo peso com um desvio-padrão abaixo da média para adultos jovens; a obesidade foi definida como $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$.

Há poucas investigações publicadas sobre a etiologia da obesidade sarcopênica. No entanto, sabe-se que neste processo estão envolvidas, a questão da ingestão alimentar, inatividade física, inflamação crônica e mudanças hormonais (Kim *et al.*, 2009). Além do desequilíbrio entre a ingestão e o gasto energético associado ao envelhecer, verifica-se, ainda, a redução da taxa metabólica de repouso, que pode conduzir a mudanças na CC, favorecendo o aumento da MG. Somado a essas mudanças, há evidências de que o tecido adiposo não é apenas um depósito de armazenamento de energia em excesso, mas também atua na liberação de uma variedade de adipocinas, algumas das quais com ações pró-inflamatórias com impacto em várias funções metabólicas. O estado de inflamação crônica induzida pela obesidade leva à degradação da proteína, e, conseqüentemente, progressiva perda de MM (Waters & Baumgartner, 2011).

Este fenótipo da CC pode ser assumido como fator de risco para os idosos. Nesta situação, existe uma possível associação do estado inflamatório, à medida que os adipócitos secretam citocinas pró-inflamatórias e a leptina que, por sua vez, estimula o catabolismo muscular. O ganho de peso adicional em decorrência da elevação da gordura corporal pode desencadear um ciclo

vicioso, que conduz à sarcopenia acelerada (Chung, Kang, Lee, D.C., Lee, H.R. & Lee, Y.J., 2013). Da mesma forma, a produção de TNF- α e as influências da leptina conduzem à perda de MM e aumenta a deposição de gordura. Também foi constatado que a infiltração de gordura no tecido muscular que ocorre na obesidade pode conduzir ao ambiente inflamatório no músculo (Waters & Baumgartner, 2011).

Estudos com tomografia computadorizada e ressonância magnética têm mostrado que, na sarcopenia, a perda de tecido muscular é acompanhada por infiltração de gordura e de tecido conjuntivo, uma condição conhecida como *myosteatosis*. Como resultado, a MM contrátil é efetivamente menor, e erros na estimativa da MM contrátil são susceptíveis de serem feitos se essa massa não contrátil não for contabilizada. Em idosos, a MM não contrátil atinge, em média, 15% da área de secção transversal do músculo total; cerca de 2,5 vezes maior do que no grupo controle de indivíduos jovens (6%) (Narici & Maffulli, 2010). A infiltração de gordura no músculo representa uma sobrecarga para a locomoção por causa da massa inerte adicional a ser transportado, reduz a qualidade muscular e o desempenho físico (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010), como também promove a infiltração de macrófagos mediando a libertação de TNF- α , IL-6, IL-1 e adipocinas (leptina, adiponectina e resistina) vindas dos adipócitos (Narici & Maffulli, 2010)

O estudo de Villareal, Banks, Siener, Sinacore & Klein (2004) examinou a relação entre a MLG e a função física em três grupos de idosos: obesos, não obesos frágeis e não obesos não frágeis. Os resultados revelaram que a MLG nos membros inferiores do grupo de obesos mostrou-se maior (8,5 kg \pm 4,0), em comparação ao grupo de não obesos frágeis (7,0 kg \pm 2,5) e não obesos não frágeis (6,5 kg \pm 2,0). Apesar de ter maior quantidade absoluta de MLG, a qualidade muscular (força por unidade da área muscular transversal) foi menor nos obesos. Além disso, o grupo de obesos teve escores iguais ou inferiores aos do grupo de não obesos e não frágeis nos teste de desempenho físico, potência aeróbica, força, velocidade de marcha, equilíbrio, estado funcional e qualidade de vida.

Conclusão

O presente estudo destaca o sinergismo verificado entre os componentes da CC com o avanço da idade, o qual remete para o desenvolvimento de perfis ou fenótipos da CC, como o sarcopênico, o obeso e o obeso sarcopênico. Esses fenótipos são relacionáveis com a funcionalidade, comorbidades e mortalidade. Foi verificada a existência de um padrão bem definido de variações qualitativas da CC associado à velhice. Entretanto, não há um consenso quanto aos

aspectos quantitativos relacionados ao início, velocidade e intensidade destas variações. Assim, torna-se relevante um número maior de investigações que considerem as relações entre os componentes da CC e o processo de envelhecimento.

Referências

- Aleman Mateo, H., Lee, S.Y., Javed, F., Thornton, J., Heymsfield, S.B., Pierson, R.N. *et al.* (2009, Dec.). Elderly Mexicans have less muscle and greater total and truncal fat compared to African-Americans and Caucasians with the same BMI. *J Nutr Health Aging*, 13(10), 919-923.
- Alves, L.C., Leimann, B.C.Q., Vasconcelos, M.E.L., Carvalho, M.S., Vasconcelos, A.G.G., Fonseca, T.C.O.da, Lebrão, M.L., & Laurenti, R. (2007, ag.). A influência das doenças crônicas na capacidade funcional dos idosos do Município de São Paulo. *Cadernos de Saúde Pública*, 23(8), 1924-1930. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2007000800019>.
- Baumgartner, R.N., Heymsfield, S.B., & Roch, A.F. (1995, Jan.). Human body composition and the epidemiology of chronic disease. *Obesity Research*, 3(1), 73-95.
- Bazzocchi, A., Diano, D., Ponti, F., Andreone, A., Sassi, C., Albisinni, U., Marchesini, G., & Battista, G. (2013, Aug.). Health and ageing: A cross-sectional study of body composition. *Clinical Nutrition*, 32(4), 569-578. DOI: 10.1016/j.clnu.2012.10.004. (Epub 2012 Oct 13).
- Buffa, R., Floris, G.U., Putzu, P.F., & Marini, E. (2011, Mar.). Body composition variations in ageing. *Coll. Antropol*, 35(1), 259-265.
- Cederholm, T.E., Bauer, J.M., Boirie, Y., Schneider, S.M., Sieber, C.C. & Rolland, Y. (2011, Aug.). Toward a Definition of Sarcopenia. *Clinical Geriatric Medicine*, 27(3), 341-353. DOI: 10.1016/j.cger.2011.04.001. (Epub 2011, Jun. 8).
- Chang, S.H., Beason, T.S., Hunleth, J.M., & Colditz, G.A. (2012, Jul.). A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. *Maturitas*, 72(3), 175-191. DOI: 10.1016/j.maturitas.2012.04.004. (Epub 2012 May 16).
- Chung, J.Y., Kang, H.T., Lee, D.C., Lee, H.R. & Lee, Y.J. (2013, Jan.-Feb.). Body composition and its association with cardiometabolic risk factors in the elderly: A focus on sarcopenic obesity. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 56(1), 270-278. DOI: 10.1016/j.archger.2012.09.007. (Epub 2012, Oct. 15).
- Cruz-Jentoft, A.J., Baeyens, J.P., Bauer, J.M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F. *et al.* (2010, Jul.). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39(4), 412-423. DOI: 10.1093/ageing/afq034. (Epub 2010 Apr 13).
- Dahl, A.K., Fauth, E.B., Ernsth-Bravell, M., Hassing, L.B., Ram, N., & Gerstorf, D. (2013, Apr.). Body mass index, change in body mass index, and survival in old and very old persons. *Journal American Geriatric Society*, 61(4), 512-518. DOI: 10.1111/jgs.12158. (Epub 2013, Mar.).
- Davison, K.K., Ford, E.S., Cogswell, M.E., & Dietz, W.H. (2002, Nov.). Percentage of body fat and body mass index are associated with mobility limitations in people aged 70 and older from NHANES III. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(11), 1802-1809.

- Fantin, F., Di Francesco, V., Fontana, G., Zivelonghi, A., Bissoli, L., Zoico, E., Rossi, A., Micciolo, R., Bosello, O., & Zamboni, M. (2007, Dec.). Longitudinal body composition changes in old men and women: interrelationships with worsening disability. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(12), 1375-1381.
- Fielding, R.A., Vellas, B., Evans, W.J., Bhasin, S., Morley, J.E., Newman, A.B. *et al.* (2011, May). Sarcopenia: An undiagnosed condition in older adults. current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *Journal American Medicine Dir Assoc*, 12(4), 249-256. DOI: 10.1016/j.jamda.2011.01.003. (Epub 2011 Mar 4).
- Frisoli, A.Jr., Chaves, P.H., Ingham, S.J., & Fried, L.P. (2011, Apr.). Severe osteopenia and osteoporosis, sarcopenia, and frailty status in community-dwelling older women: Results from the Women's Health and Aging Study (WHAS) II. *Bone*, 48(4), 952-957. DOI: 10.1016/j.bone.2010.12.025. (Epub 2010 Dec 30).
- Genton, L., Karsegard, V.L., Chevalley, T., Kossovsky, M.P., Darmon, P., & Pichard, C. (2011, Aug.). Body composition changes over 9 years in healthy elderly subjects and impact of physical activity. *Clinical Nutrition*, 30(4), 436-442. DOI: 10.1016/j.clnu.2011.01.009. (Epub 2011 Feb 15).
- Gillette-Guyonnet, S., & Vellas, B. (2003, Mar.). Body composition and age-related diseases. *Mechanisms Ageing Development*, 124(3), 247-248.
- Hughes, V.A., Frontera, W.R., Roubenoff, R., Evans, W.J., & Singh, M.A. (2002, Aug.). Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76(2), 473-481.
- Hughes, V.A., Roubenoff, R., Wood, M., Frontera, W.R., Evans, W.J., & Fiatarone-Singh, M.A. (2004, Aug.). Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(2), 475-482.
- Janssen, I. & Mark, A.E. (2007, Jan.). Elevated body mass index and mortality risk in the elderly. *Obesity Revolution*, 8(1), 41-59.
- Jeckel-Neto, E.A. & Cunha, G.L. (2006). Teorias biológicas do envelhecimento. In: Freitas, E.T. & Neri, A.L. *Tratado de Geriatria e Gerontologia*, 14-34. (2ª ed.). Rio de Janeiro (RJ): Guanabara Koogan. (ISBN 13: 9788527719056. ISBN 10:8527719053).
- Kim, T.N., Yang, S.J., Yoo, H.J., Lim, K.I., Kang, H.J., Song, W. *et al.* (2009, Aug.). Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in Korean adults: the Korean sarcopenic obesity study. *International Journal of Obesity*, 33(8), 885-892. DOI: 10.1038/ijo.2009.130. (Epub 2009, Jun. 30).
- Lang, T., Streeper, T., Cawthon, P., Baldwin, K., Taaffe, D.R., & Harris, T.B. (2010, Apr.). Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporosis International*, 21(4), 543-559. DOI: 10.1007/s00198-009-1059-y. (Epub 2009 Sep 25).
- Lipschitz, D.A. (1994, Mar.). Screening for nutritional status in the elderly. *Primare Care*, 21(1), 55-67.
- Lustgarten, M.S. & Fielding, R.A. (2011, May). Assessment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for their use in phase ii clinical trials. *The Journal Nutrition Health Aging*, 15(5), 368-375. DOI: 10.1007/s12603-011-0049-x.
- Mcardle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. (2003). Atividade física, saúde e envelhecimento. In: Katch, F. & McArdle, W.D. *Fisiologia do exercício. Energia, nutrição e desempenho humano*. (4ª ed.). Rio de Janeiro (RJ): Guanabara-Koogan. ISBN: 9788527718165.
- Moraes, E.N.de. (2012). Atenção à saúde do idoso: Aspectos Conceituais. In: *Saúde Md* (Ed.), 2-102. Brasília (DF): Organização Pan-Americana da Saúde.

- Narici, M.V. & Maffulli, N. (2010, Mar.). Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *British Medical Bulletin*, 95, 139-159. DOI: 10.1093/bmb/ldq008. (Epub 2010 Mar. 2).
- Neri, A.L. (2011). Bem-estar subjetivo, personalidade e saúde na velhice. In: Freitas, E.V. & Py, L. *Tratado de Geriatria e Gerontologia*, 1495-1506. (3ª ed.). Rio de Janeiro (RJ): Guanabara Koogan. (ISBN 13: 9788527719056. ISBN 10:8527719053).
- Newman, A.B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E., Goodpaster, B., Nevitt, M., et al. (2003, Nov.). Sarcopenia: alternative definitions and associations with lower extremity function. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(11), 1602-1609.
- Niu, J., Zhang, Y.Q., Torner, J., Nevitt, M., Lewis, C.E., Aliabadi, P., Sack, B., Clancy, M., Sharma, L., & Felson, D.T. (2009). Is obesity a risk factor for progressive radiographic knee osteoarthritis? *Arthritis Rheumatism*, 61(3), 329-335. DOI: 10.1002/art.24337.
- Oreopoulos, A., Kalantar-Zadeh, K., Sharma, A.M., & Fonarow, G.C. (2009). The obesity paradox in the elderly: potential mechanisms and clinical implications. *Clinical Geriatric Medicine*, 25(4), 643-659. DOI: 10.1016/j.cger.2009.07.005.
- Raguso, C.A., Kyle, U., Kossovsky, M.P., Roynette, C., Paoloni-Giacobino, A., Hans, D., Genton, L., & Pichard, C. (2006, Aug.). A 3-year longitudinal study on body composition changes in the elderly: Role of physical exercise. *Clinical Nutrition*, 25(Issue 4), 573-580. (Epub 2005, Dec. 5).
- Reid, K.F., Naumova, E.M., Carabello, R.J., Phillips, E.M., & Fielding, R.A. (2008). Lower extremity muscle mass predicts functional performance in mobility-limited elders. *J Nutr Health Aging*, 12(7), 493-498.
- Rolland, I. & Vellas, B. (2010). Sarcopenia. In: Fillit, H.M., Rockwood, K., Woodhouse, K.W., & Brocklehurst, J.C. *Brocklehurst's textbook of geriatric medicine and gerontology*, 587-593. (7th ed.). Philadelphia: Elsevier. ISBN: 978-1-4160-6231-8.
- Rosenberg, I.H. (2011, Aug.). Sarcopenia: origins and clinical relevance. *Clinical Geriatric Medicine*, 27, 337-339.
- Saarelainen, J., Kiviniemi, V., Kröger, H., Tuppurainen, M., Niskanen, L., Jurvelin, J., & Honkanen, R. (2012, Mar.). Body mass index and bone loss among postmenopausal women: the 10-year follow-up of the OSTPRE cohort. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 30(2), 208-216. (Epub 2011 Sep 22). DOI 10.1007/s00774-011-0305-5.
- Shin, H., Panton, L.B., Button, G.R., & Ilich, J.Z. (2011, Jan.). Relationship of physical performance with body composition and bone mineral density in individuals over 60 years of age: a systematic review. *Journal of Aging Research*, 01-14. DOI: 10.4061/2011/191896.
- Silva, V.S.da, Souza, I., Petroski, E.L., & Silva, D.A.S. (2011). Prevalência e fatores associados ao excesso de peso em idosos brasileiros. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 16, 289-294.
- St-Onge, M.P. (2005, Sept.). Relationship between body composition changes and changes in physical function and metabolic risk factors in aging. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 8(5), 523-528.
- Tchernof, A. & Després, J.P. (2013, Jan.). Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiology Reviews*, 93(1), 359-404. DOI:10.1152/physrev.00033.2011
- Thomas, E., Croft, P.R., & Dziedzic, K.S. (2009, Feb.). Hand problems in community-dwelling older adults: onset and effect on global physical function over a 3-year period. *Rheumatology*, 48, 183-187. DOI: 10.1093/rheumatology/ken452.

- Toss, F., Wiklund, P., Nordström, P., & Nordström, A. (2012, Sept.). Body composition and mortality risk in later life. *Age and Ageing*, 41(5), 677-681. DOI: 10.1093/ageing/afs087. (Epub 2012, Jul. 20).
- Villani, A.M., Miller, M., Cameron, I.D., Kurrle, S., Whitehead, C., & Crotty, M. (2013, Apr.). Body composition in older community-dwelling adults with hip fracture: portable field methods validated by dual-energy X-ray absorptiometry. *British Journal of Nutrition*, 109(7), 1219-1229. (Epub 2012 Aug 23). DOI: 10.1017/S0007114512003170. (Epub 2012 Aug 23).
- Villareal, D.T., Banks, M., Siener, C., Sinacore, D.R., & Klein, S. (2004, Jun.). Physical frailty and body composition in obese elderly men and women. *Obesity Research*, 12(6), 913-920.
- Wang, Z.M., Pierson, R.N.Jr., & Heymsfield, S.B. (1992, Jul.). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 56(1), 19-28.
- Waters, D.L. & Baumgartner, R.N. (2011, Aug.). Sarcopenia and Obesity. *Clinical Geriatric Medicine*, 27(37), 401-421. DOI: 10.1016/j.cger.2011.03.007.
- Weinheimer, E.M., Sands, L.P., & Campbell, W.W. (2010, Jul.). A systematic review of the separate and combined effects of energy restriction and exercise on fat-free mass in middle-aged and older adults: implications for sarcopenic obesity. *Nutrition Reviews*, 68(7), 375-388. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2010.00298.x.
- Woodrow, G. (2009, Jan.). Body composition analysis techniques in the aged adult: indications and limitations. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 12(1), 8-14. DOI: 10.1097/MCO.0b013e32831b9c5b.
- Zamboni, M. & Mazzali, G. (2012, Sept.). Obesity in the elderly: an emerging health issue. *International Journal of Obesity*, 36(9), 1151-1152. DOI: 10.1038/ijo.2012.120.

Recebido em 01/06/2014

Aceito em 30/06/2014

Gláucia Regina Falsarella - Doutoranda do Programa de Gerontologia. Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Mestrado em Gerontologia pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil (2010). Professora efetiva do EE Monsenhor Dr. Emílio José Salim, Brasil.

E-mail: grfalsarella@ig.com.br

Lívia Pimenta Renó Gasparotto – Doutoranda do Programa de Gerontologia. Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Mestra em Saúde Coletiva pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Brasil. Docente - Área da Saúde do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Brasil.

E-mail: liviaprg@gmail.com

Ibsen Bellini Coimbra - Programa de Gerontologia. Professor Doutor do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), na área de Reumatologia. Pós-doutorado em Biologia Molecular de Cartilagem na Thomas Jefferson University (EUA). Doutorado em Clínica Médica, pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Mestrado em Clínica Médica. Graduado em Medicina. Residência Médica em Reumatologia.

E-mail: coimbra@fcm.unicamp.br

Arlete Maria Valente Coimbra - Docente permanente da Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil). Programa de Gerontologia. Programa Saúde da Família. Faculdade de Ciências Médicas. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Doutorado em Ciências Médicas pela Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

E-mail: acoimbra@fcm.unicamp.br