



FACULDADE DE MEDICINA  
UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA – TRABALHO FINAL

CATARINA FLOR MARTINS DE ABREU

***Avaliação da composição corporal do idoso no internamento***

ARTIGO DE REVISÃO

ÁREA CIENTÍFICA DE GERIATRIA

Trabalho realizado sob a orientação de:  
PROFESSOR DOUTOR MANUEL TEIXEIRA MARQUES VERÍSSIMO  
DOUTOR HÉLDER FILIPE DA CUNHA ESPERTO

FEVEREIRO/2022



## **Avaliação da composição corporal do idoso no internamento**

Artigo de revisão narrativa

Catarina Flor Martins de Abreu<sup>1</sup>; Manuel Teixeira Marques Veríssimo, MD, PhD<sup>1</sup>;  
Hélder Filipe da Cunha Esperto, MD<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Portugal

Autora: Catarina Flor Martins de Abreu

Endereço de correio eletrónico: [catarinaflormartins@icloud.com](mailto:catarinaflormartins@icloud.com)

Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Polo III, Ciências da Saúde

Azinhaga de Santa Comba, Celas

Portugal

# Índice

<b>Índice</b> .....	<b>4</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>7</b>
<b>Lista de abreviaturas</b> .....	<b>9</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>10</b>
<b>Metodologia</b> .....	<b>13</b>
<b>Resultados e Discussão</b> .....	<b>14</b>
<b>1. Envelhecimento e composição corporal do idoso</b> .....	<b>14</b>
<b>2. Internamento: impacto e consequências no idoso</b> .....	<b>16</b>
<b>3. Sarcopenia</b> .....	<b>19</b>
<b>4. Obesidade Sarcopénica</b> .....	<b>24</b>
<b>5. Métodos contemporâneos para avaliação da composição corporal</b> .....	<b>25</b>
6.1. Índice de Massa Corporal (IMC) .....	27
6.2. Ecografia .....	29
6.3. Bioimpedance analysis (BIA).....	30
6.4. Tomografia Computorizada (CT).....	34
6.5. Ressonância magnética (RM).....	36
6.6. Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) .....	37
<b>Conclusões</b> .....	<b>40</b>
<b>Agradecimentos</b> .....	<b>43</b>
<b>Referências</b> .....	<b>44</b>

## Resumo

Desde meados do século passado que se tem registado um aumento significativo da longevidade, traduzindo-se numa marcante alteração demográfica e num aumento da população geriátrica. A par desta modificação, a prevalência de doenças crónicas aumenta nestas faixas etárias com consequências desastrosas para o idoso, mais vulnerável a processos patológicos, designadamente a diminuição da qualidade de vida. Com vista à resolução desta problemática médica e social, o desenvolvimento de medidas para promoção de um envelhecimento saudável torna-se prioritário.

O envelhecimento condiciona variações fisiológicas nos compartimentos corporais, particularmente, depleção de massa magra. O aumento da prevalência da obesidade e de doenças crónicas induz, de modo idêntico, perdas de massa magra, resultando num aumento da prevalência de obesidade sarcopénica. O internamento do idoso, mesmo que de curta duração, constitui um risco contundente para novo declínio funcional e profundas alterações na força muscular e massa magra. Aquando da admissão hospitalar, verificou-se que muitos pacientes estavam desnutridos ou em risco de desnutrição. Esta condição demonstrou ser insuficientemente detetada, desempenhando um efeito cumulativo com os efeitos deletérios inerentes à permanência hospitalar, envelhecimento e doenças crónicas. Além disso, o stress catabólico intrínseco à hospitalização, às doenças crónicas e aos estados inflamatórios, constitui um risco para o desenvolvimento de sarcopenia.

Face à elevada prevalência destas condições no idoso, as suas consequências, a dificuldade que os profissionais de saúde demonstram na escolha do contexto clínico e a escassez de tempo para a execução de exames de avaliação da composição corporal, torna-se necessário compreender o contexto no qual esta avaliação deve ser recomendada, o que identifica, reduz ou previne.

Os resultados de estudos observacionais demonstram a importância que a avaliação da composição corporal detém, considerando que os vários mecanismos de doença destas condições culminam numa redução da massa magra. Esta avaliação é o único meio adequado para identificar esta alteração. Através da revisão da literatura, demonstrou-se a importância que a monitorização regular da composição corporal exerce na prevenção e redução das repercussões inerentes à perda de massa magra. Assim, deverá ser integrada na prática clínica de rotina, devendo cada profissional conhecer as vantagens e desvantagens de cada método, incluindo as suas limitações. Deverá garantir-se uma mensuração da composição corporal o mais rigorosa possível e, para tal, a escolha do método deve ser individualizada e

em concordância com o contexto clínico do paciente em análise. A identificação destes indivíduos permite uma triagem precoce, sistemática e objetiva e posterior introdução de um suporte nutricional e terapêutico individual e adaptado, para promoção de um envelhecimento saudável. É premente realizar-se mais estudos, em idosos, para clarificar variações controversas na precisão absoluta da BIA, demonstrada em estudos anteriores. Relativamente à DEXA, é fundamental uma descrição rigorosa dos procedimentos, de modo a eliminar variações na precisão dos valores mensurados.

**Palavras-chave:** Idoso, Composição corporal, Internamento, Avaliação da composição corporal

## **Abstract**

A significant lifespan has been raising since the middle of the last century, with a relevant demographic change and an elderly population growth. Also, the prevalence of chronic diseases has increased with catastrophic consequences for the older people, who are more vulnerable to pathological processes, namely the decreasing of quality of life. Thus, to solve this medical and social problem, the design of measures to promote a healthy ageing is of first concern.

Ageing limits physiological variations in body compartments, especially, on lean mass depletion. The increasing of obesity and chronic diseases causes lean mass losses and results in an augmented prevalence of sarcopenic obesity. Older people's hospitalization, even of short-duration, is a severe risk to a new functional decline and to significant changes on muscle strength and lean mass. Many hospitalized patients were undernourished or at risk. This condition has shown to be insufficiently detected, hence performing a cumulative effect with the deleterious effects of hospitalization, ageing and chronic diseases. Besides, the intrinsic catabolic effect of hospitalization, the chronic diseases and the inflammatory conditions favour the risks to the onset of sarcopenia.

The high prevalence of these conditions, its consequences, the difficulty health professionals show when choosing the clinical context, and the scarcity of time to assess body composition make it necessary to understand the context this assessment should be recommended, what it identifies, lowers or prevents.

The findings of the observational studies demonstrate the importance of body composition, taking into consideration that the several disease mechanisms result in a lean mass reduction. This assessment is the only suitable tool to determine this alteration. Literature review has shown the importance of regular screening of body composition in preventing and reducing lean mass loss. Therefore, it should be integrated in the clinical practice routine and each professional should be aware of the advantages and disadvantages of each method and the limitations. A rigorous body composition assessment should be guaranteed and the choice of the method must be individualized and in accordance with the patient's clinical context. The identification of these individuals allows an early, objective and systematic screening and a subsequent introduction of an individualised nutritional support, which must be therapeutic and adapted to promote a healthy ageing. Further research on older people is necessary to clarify the controversial variations of absolute accuracy of Bioelectrical Impedance Analysis

(BIA), which has been demonstrated in former research. Concerning DEXA scan, it is important a rigorous description of procedures to discard variations on the accuracy of assessed values.

**Keywords:** Aged , Body composition, Hospitalization and Body composition assessment

## Lista de abreviaturas

MM – Massa Magra

MG – Massa Gorda

GH - Hormona do Crescimento

IGF-1- *Insuline Growth Factor-1*

IL-6 - Interleucina 6

TNF- $\alpha$  - Fator de Necrose Tumoral -  $\alpha$

EWGSOP2 - *European Working Group on Sarcopenia in Older People-2*

UCI - Unidade de Cuidados Intensivos

MMEA - Massa Muscular Esquelética Apendicular

SPPB - *Short Physical Performance Battery test*

TUG - *Timed-up-and-go test*

NHANES - *National Health and Nutrition Examination Survey*

IMC - Índice de Massa Corporal

DMO - Densidade Mineral Óssea

APACHE II - *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*

SOFA - *Sequential Organ Failure Assessment*

SAPS III - *Simplified Acute Physiology Score III*

BIA - *Bioimpedance analysis*

PhA - *Phase Angle*

CT – Tomografia Computorizada

HU - Unidades Hounsfield

RM – Ressonância Magnética

DEXA - *Dual Energy X-ray Absorptiometry*

## Introdução

Ao longo das últimas décadas, assistimos ao drástico aumento da esperança média de vida, à escala mundial e, em contrapartida, a um aumento da longevidade, que a par com o envelhecimento, constitui uma nova preocupação na saúde do idoso, não só pelo aumento da prevalência de doenças crónicas nesta faixa etária, como também, pela maior vulnerabilidade a processos patológicos que estas idades apresentam. Deste modo, o conceito de envelhecimento populacional desempenha um novo desafio na especialidade da geriatria, responsável por promover saúde e prevenir a doença.(1,2) Estima-se que este fenómeno se encontre em tendência crescente e aumentará abruptamente ao longo dos anos, sendo que em 2050, será o dobro do atual, atingindo valores superiores a 30%, e em 2100, irá atingir os 36%. Adicionalmente, projeções indicam que em 2050, a proporção de indivíduos com 60 ou mais anos será superior comparativamente à de adolescentes de 10 a 24 anos.(3)

Atendendo ao que esta perspetiva futura poderá desempenhar na qualidade de vida do indivíduo, aliado à crescente prevalência de doenças crónicas, desnutrição e obesidade nestas faixas etárias, torna-se prioritário o estudo e implementação de medidas nesta população, vulnerável e muitas vezes negligenciada, garantindo um envelhecimento saudável.(1)

O envelhecimento condiciona alterações metabólicas, particularmente, no sistema músculo-esquelético, com redução da síntese e reparação muscular, e alterações na distribuição das fibras musculares, conduzindo a significativas modificações nos compartimentos corporais, traduzindo reduções na massa magra e massa muscular, em paralelo com um aumento e redistribuição da massa gorda.(4–6) Em diversas doenças crónicas, a massa magra e a massa muscular também se encontram diminuídas, resultado da inatividade, inflamação crónica e desnutrição que estas determinam. A inatividade, por sua vez, está intimamente ligada a uma aceleração da depleção de massa muscular, culminando em sarcopenia.(6) A sarcopenia, uma condição caracterizada por uma progressiva perda de massa muscular e de força com a idade, associa-se a uma reduzida qualidade de vida, elevada mortalidade e incapacidade física(7,8), com altos encargos pessoais, sociais e económicos. Se não for devidamente identificada e tratada(9), é responsável por aumentar o risco de hospitalizações e custos avultados durante a permanência hospitalar.(10) Deste modo, a presença de obesidade em concomitância com sarcopenia, denomina-se por obesidade sarcopénica, caracterizando-se por um estado ainda pior que a sarcopenia isoladamente dado que todas as consequências nefastas da sarcopenia estão presentes e

acompanham-se das da obesidade, incluindo resistência à insulina, propensão para trombose e estase venosa e graus superiores de inatividade e problemas músculo-esqueléticos.(11)

A permanência hospitalar é responsável pelo declínio funcional no idoso, não só pela vulnerabilidade que o caracteriza, como também pela maior fragilidade, maior prevalência e gravidade de doenças crônicas e um estado de saúde mais deteriorado que estes doentes apresentam aquando da admissão hospitalar. Em adição, o internamento condiciona efeitos deletérios na massa magra e força muscular, consequência da inatividade, alterações na dieta e restrição ao leito.(12) A desnutrição, altamente prevalente nestas idades, estima afetar cerca de 15-60% dos idosos. Em contexto de internamento, a desnutrição é elevada demonstrando incluir cerca de 39,2% a 56,2% dos idosos admitidos.(13)

Com efeito, o corpo pode ser dividido em massa magra (MM), maioritariamente constituída por músculo, e massa gorda (MG). A massa muscular é passível de sofrer alterações durante a vida, consequência de processos fisiológicos, como o envelhecimento, ou de processos patológicos. A MM encontra-se estritamente relacionada com a capacidade de sobrevivência a doenças intercorrentes e mostra-se protetora contra a morte em ambiente hospitalar. Do mesmo modo, níveis elevados de massa muscular correlacionam-se com melhorias da distribuição de oxigénio e glicose, melhorias no sistema imunitário e no metabolismo dos ácidos gordos. Assim sendo, a MM corporal tem sido associada a melhor prognóstico em doentes hospitalizados e é inversamente relacionada com necessidade de hospitalização e mortalidade.(14) Torna-se emergente a identificação destes indivíduos em risco. O aprofundar de conhecimentos relativamente às características, vantagens e desvantagens, bem como limitações dos métodos, em ambiente clínico, aptos a determinar modificações na composição corporal no idoso, revelaram-se fundamentais, quer seja para identificação destes indivíduos, ou mesmo com vista a implementar precocemente estratégias terapêuticas e nutricionais, limitando esta perda significativa de massa magra.(15)

Considerando a magnitude das consequências nefastas para o idoso, surgiu a necessidade da realização da presente revisão, dado a atualidade e relevância que o tema desempenha na área da Geriatria, e sobre o qual foi evidenciada a importância que a deteção de indivíduos em risco desempenha na prevenção ou redução de morbimortalidade. Em adição, os profissionais de saúde ainda não dispõem de normas clínicas esclarecedoras dos métodos de avaliação da composição corporal disponíveis, em ambiente clínico, a utilizar face a um determinado contexto clínico, particularmente, em idosos internados. Deste modo, a presente revisão da literatura propõe a sistematização do conhecimento sobre as principais condições que desencadeiam alterações na composição corporal, em indivíduos em idades

geriátricas, bem como os métodos atualmente disponíveis, vantagens e desvantagens que cada um apresenta e suas limitações, cuja finalidade será fomentar um envelhecimento saudável do idoso.

## Metodologia

Com vista a elaborar o presente estudo, foi efetuada uma revisão da literatura recorrendo às bases de dados PubMed, *Medical Literature Analysis and Retrieval System online* (MEDLINE) e Cochrane Library, através de diversas combinações com os seguintes termos de pesquisa: “aged”, “Hospitalization” “Body Composition Assessment” e “Body Composition”, limitando a pesquisa a artigos publicados entre os anos 2010 e 2021. Foi atribuído maior relevo a artigos mais recentes.

Procedeu-se à seleção de artigos de revisão narrativa, estudos observacionais, revisões sistemáticas, metanálises e ensaios clínicos randomizados redigidos em inglês. No decorrer deste estudo foi verificada a necessidade de incluir para além dos artigos selecionados, outros artigos originais citados nos estudos, cuja data de publicação antecedeu o limite estipulado na pesquisa, sempre que relevantes para a questão em análise. Para além das fontes citadas, também foram consultados dois livros científicos sobre a temática a desenvolver. Deste modo, obteve-se um total de 83 referências a citar.

# Resultados e Discussão

## 1. Envelhecimento e composição corporal do idoso

O envelhecimento condiciona frequentemente variações fisiológicas significativas na composição corporal, designadamente, uma significativa depleção de massa magra, que inclui o esqueleto, massa muscular e água, e aumento da massa gorda. (16)

De facto, o envelhecimento conduz a uma gradual perda da massa muscular, força e potência muscular. Estas perdas decorrem a velocidades distintas. No adulto, estimam-se declínios de massa muscular por ano de cerca de 1%, verificando-se um declínio mais acentuado no sexo masculino e maior prevalência para além da 7ª década de vida.(17–19) Relativamente à força muscular, a capacidade de gerar força contra uma resistência específica, diminui em 2,6-4,1% por ano. A potência muscular, que consiste no produto da força e velocidade muscular, apresenta decréscimos mais pronunciados que a força muscular. (18)

Para manutenção da massa músculo-esquelética é requerido que o ritmo de síntese esteja de acordo com o ritmo de degradação. O envelhecimento encontra-se relacionado com modificações na produção hormonal, com destaque na hormona do crescimento (GH), *Insuline growth factor-1* (IGF-1), corticosteróides, androgénios, estrogénios e insulina. A diminuição da GH e do IGF-1, é frequentemente detetada em idosos e encontra-se paralelamente associada a alterações na composição corporal, nomeadamente, aumento da gordura visceral e, em oposição, redução da massa magra e densidade mineral.(20) Verificam-se, com o avançar da idade, níveis aumentados de cortisol à noite, em homens. Este aumento de exposição de diversos tecidos a glucocorticóides, por exemplo, células de gordura visceral, combinado com a redução dos efeitos lipolíticos resultantes do declínio dos níveis de GH, contribui para o aumento da acumulação de gordura visceral. O idoso apresenta baixos níveis de testosterona, o que pode condicionar, baixa massa muscular e força óssea. Descobriu-se que níveis reduzidos de vitamina D relacionam-se com o decréscimo da força muscular.(20) Estudos revelaram que a suplementação combinada de vitamina D e cálcio apresenta resultados significativos na melhoria da função física e no aumento da força muscular em idosos mesmo na ausência da prática de exercícios de resistência.(21) Por último, em idosos, a síntese proteica músculo-esquelética é resistente à ação anabólica da insulina. Assim, pensa-se que a resistência à insulina esteja associada à perda muscular, relacionada com a idade. A redução músculo-esquelética, local que acomoda o alvo de maior

sensibilidade à insulina, irá assim provocar resistência à insulina e promover o aparecimento de doenças cardiovasculares e outras síndromes metabólicas.(20)

Constatou-se que a composição da fibra muscular sofre alterações com o envelhecimento.(18,19) As fibras tipo I, são pequenas, de contração lenta, fibras de saída de baixa tensão, com muitas mitocôndrias e enzimas aeróbias para produção de energia. Estas fibras, são extremamente resistentes à fadiga e metabolizam gordura para gasto energético.(19) Em oposição, as fibras tipo II, são bastante maiores e de contração mais rápida, produzem grande saída de tensão, porém a fadiga é mais rápida.(19) Ocorre uma perda seletiva de área de secção transversal muscular e do número de fibras de contração rápida tipo 2, importantes na resposta à perda de equilíbrio e pensa-se que a sua perda contribui para o risco de quedas.(18) Desta forma, a força muscular diminuí com a idade, possivelmente resultante de um número progressivamente menor de fibras largas tipo II. (19)

Com efeito, as variações resultantes do envelhecimento são consideradas causas independentes de incapacidade (16), redução da marcha e qualidade de vida, ampliando assim a probabilidade de quedas acidentais.(22) O decréscimo da massa muscular e da massa óssea influenciam o status nutricional, funcional, endócrino e cognitivo bem como, as comorbilidades. O aumento da adiposidade, representado pelo aumento da massa gorda, encontra-se muitas vezes relacionado com limitações da função e mobilidade. Paralelamente, a obesidade visceral associa-se a diabetes e doenças cardiovasculares.(16)

## **2. Internamento: impacto e consequências no idoso**

O internamento é considerado um precursor comum de incapacidade no idoso,(12) capaz de induzir consequências desastrosas, no que concerne à independência e função física do mesmo. Para além da condição clínica subjacente, os idosos hospitalizados encontram-se profundamente inativos e muitas vezes desnutridos, contribuindo assim, para a disfunção muscular, aumento das quedas e perda da independência.(23)

Do mesmo modo, o internamento, encontra-se relacionado com um risco contundente de novo declínio no estado funcional e resultados adversos para a saúde. A própria permanência hospitalar pode representar riscos para um declínio funcional, para além dos que estão intimamente relacionados com o diagnóstico de admissão. A permanência na cama, atividade restrita e mudanças na dieta causam efeitos nefastos com significativas alterações na força muscular, em particular nas extremidades inferiores, e massa magra.(24–27)

De acordo com Alley et al.(12), as diferenças associadas ao internamento na massa magra e força eram menores do que as associadas a repouso prolongado no leito, mesmo em pessoas hospitalizadas por 8, ou mais dias. Durante a permanência hospitalar, o paciente pode não se encontrar restrito ao leito, assim, uma atividade moderada pode mitigar, parcialmente, os efeitos do repouso no leito sobre a massa magra e a força. Contudo, a hospitalização é frequentemente associada a uma deterioração da capacidade funcional, mesmo naqueles que não se encontram restritos ao leito. A permanência hospitalar pode constituir um ciclo de acelerado declínio, conduzindo a uma diminuição do peso corporal e força, predispondo os indivíduos a futuros episódios de hospitalização e menor mobilidade.(12)

A amplitude da associação entre internamento, perda de massa magra e força, aumenta com o aumento de dias hospitalizado e foi mais forte em pacientes hospitalizados por 8, ou mais dias. Hirsch et al., citado por Creditor et al.(25), mostrou que os efeitos negativos do internamento, iniciam-se logo durante o segundo dia de permanência, e progridem rapidamente.(25) Assim sendo, as hospitalizações, mesmo que de curta duração, estão associadas a elevado risco de declínio funcional e incapacidade.(12) Este impacto negativo do internamento na presença concomitante de sarcopenia traduz um pior prognóstico.(23)

Kortebein et al.(26), desenvolveu um estudo observacional, no qual a população idosa em estudo, admitida ao internamento permaneceu no leito 10 dias consecutivos, e foi mensurada antes e depois do repouso na cama, a taxa de síntese de proteína muscular

fracionada ao longo de 24 horas, massa corporal magra por *Dual Energy X-ray Absorptiometry* (DEXA) e força de extensão unilateral do joelho, assim como, o balanço do nitrogénio urinário. Comparando os resultados obtidos, antes e após o internamento, verificou-se um significativo decréscimo na síntese proteica muscular, em toda a massa magra corporal, na massa magra das extremidades inferiores e na força. O balanço do nitrogénio urinário, permaneceu negativo durante o período em estudo, porém foi significativamente menor durante a última metade do período observação em comparação com antes do repouso. Pode-se concluir que o efeito do repouso no leito per se na massa e função músculo-esquelética, combinado com o stress fisiológico e com outros fatores deletérios associados à hospitalização, pode resultar numa perda mais substancial de tamanho e função muscular.(26)

Especificamente, a disfunção muscular está associada a mortalidade na Unidade de Cuidados Intensivos (UCI), falha na descontinuação da ventilação mecânica e readmissão na UCI. Em sobreviventes das UCI, a disfunção muscular persiste por anos, mesmo após recuperação completa das funções orgânicas. Estima-se que o ganho de peso corporal após alta hospitalar, decorre maioritariamente de um aumento na massa gorda e não pelo aumento da massa magra. Por conseguinte, a massa músculo-esquelética basal reflete o estado nutricional, o qual também se encontra associado à sobrevivência. (28)

Embora seja considerado relevante a perda muscular que se verifica durante e após a admissão na UCI, não dispomos de dados concretos que estabeleçam uma relação entre a massa muscular antes da admissão, com a sobrevida e outros desfechos clinicamente relevantes. Na literatura, é possível encontrar estudos retrospectivos anteriores, sugerindo que uma maior massa muscular peri-admissão e conteúdo proteico estão associados a um melhor prognóstico. Contudo, a massa muscular foi determinada até 4 dias após a admissão na UCI, podendo já ter decorrido uma perda muscular substancial.(28)

Jaitovich et al.(28), realizou um estudo de cohort, no qual, aos participantes selecionados, foi determinado a área do músculo peitoral e do tecido adiposo subcutâneo, através de tomografia computadorizada, no momento de admissão à UCI. Como resultados, verificou-se uma associação significativa entre uma maior área do músculo peitoral na admissão e maior sobrevida hospitalar, nos 6 meses seguintes e mais dias fora da UCI. Em oposição, o tecido adiposo subcutâneo não resultou em associação significativa com sobrevida hospitalar e em 6 meses e dias fora da UCI.(28)

Estudos anteriores retrospectivos focados em pacientes idosos admitidos na UCI, mostram uma associação entre massa muscular lombar na admissão, dias livres de UCI e mortalidade.(29) Em concordância, dados relativos a um outro estudo revelaram que uma

reduzida área muscular lombar peri-admissão está relacionada com mortalidade na UCI ou necessidade de admissão a casa de repouso.(28) Contudo, a mensuração muscular ocorreu até 4 dias, após a entrada na UCI, englobando, assim, indivíduos que desenvolveram perda muscular, apenas durante a estadia na UCI e não apenas aqueles que apresentavam reduzida massa muscular, antes da admissão hospitalar.(28)

Para além do que foi mencionado, sabe-se que em idosos é frequente a presença de doenças crónicas, polifarmácia, dificuldades alimentares e diversas deficiências funcionais, podendo culminar numa inadequada ingestão alimentar e desnutrição.(30) Pelo que, a desnutrição é considerada uma característica clínica comum e amplamente prevalente na população geriátrica, cuja incidência atualmente esperada, seja 15 a 60% em cuidados hospitalares agudos, variando consoante o método utilizado, definição e o próprio meio clínico.(13,31) Um estudo recente desenvolvido em Itália, utilizando idosos hospitalizados determinou uma prevalência de desnutrição de cerca de 23,2% com 50,3% dos pacientes sob risco de desnutrição.(32) Efetivamente, doenças agudas que requerem internamento caracterizam-se por um aumento dos níveis inflamatórios sistémicos, o que conduz a uma redução do apetite e do consumo alimentar, sendo que a inflamação é considerada uma das causas mais importantes de desnutrição. Por conseguinte, a desnutrição é capaz de provocar um aumento dos parâmetros pró-inflamatórios, favorecendo, assim, um estado de inflamação crónica. É relevante adicionar o facto de que o envelhecimento traduz também, um estado de inflamação crónica de baixo grau, a par de um nível alto de proteínas de fase aguda, além das citocinas pró-inflamatórias, como a Interleucina 6 (IL-6) e o fator de necrose tumoral  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ). Note-se que elevados níveis de IL-6 e de TNF- $\alpha$ , aumentam a atividade catabólica no tecido muscular, promovendo proteólise e perda de massa muscular. Alterações na composição corporal, decorrentes do processo de envelhecimento, como aumento progressivo na massa gorda e diminuição da massa magra, são ainda responsáveis pelo aumento das citocinas pró-inflamatórias que se encontram associadas há acumulação de gordura visceral. A perda de massa magra, relaciona-se com aumento dos níveis da proteína C reativa e marcadores de stress oxidativo. Por outras palavras, a desnutrição associada ao processo de senescência, condiciona um aumento da mortalidade e morbidade, o que implica no idoso hospitalizado, maior permanência hospitalar, uma detioração do estado funcional e da qualidade de vida e custos associados à saúde mais avultados.(13) Assim sendo, torna-se essencial detetar esta condição que é muitas vezes esquecida aquando da admissão hospitalar e portanto não tratada, através de técnicas de avaliação nutricionais.(33–35) Estas técnicas compreendem para além da avaliação da composição corporal, doseamentos bioquímicos e questionários para determinar a qualidade de vida. (33)

### 3. Sarcopenia

Sarcopenia, cuja definição foi revista em 2018 pelo *European Working Group on Sarcopenia in Older People-2* (EWGSOP2), define-se como uma diminuição da força muscular e da massa músculo-esquelética apendicular (MMEA). (36–39). A EWGSOP2, refere a baixa força muscular como o parâmetro principal na definição de Sarcopenia, considerando-se, atualmente, a medida mais fidedigna de função muscular. (39)

Como características deste distúrbio músculo-esquelético, progressivo e generalizado (39), estão incluídos para além da diminuição da massa muscular, a diminuição da área de secção transversal muscular, infiltração muscular com gordura e tecido conjuntivo, redução do tamanho e tipo de fibras musculares tipo II e ainda do tipo I, acumulação de núcleos internos, fibras em anel e fibras irregulares, desarranjo de miofilamentos e linhas Z, proliferação do retículo sarcoplasmático e sistema t-tubular, acúmulo de lipofuscina e estruturas de bastonetes nemalina e diminuição do número de unidades motoras. (38)

Com efeito, este declínio da massa muscular é intimamente responsável pelo comprometimento funcional, com perda de força, maior probabilidade de quedas e perda de autonomia. A nível do aparelho respiratório, este encontra-se também comprometido com repercussões na sua função, nomeadamente, reduzida capacidade vital. (20)

Apesar desta doença estar amplamente associada a pacientes em idades geriátricas, pode ocorrer nas restantes faixas etárias, como consequência de desuso muscular, desnutrição ou doenças inflamatórias. Contudo, as consequências funcionais denotam um reduzido impacto nos indivíduos mais jovens, dado que a sua força e massa muscular são superiores previamente à instalação das supramencionadas condições.(38)

As causas da doença supramencionada, são multifatoriais e associadas a desnutrição, alterações endócrinas, doenças neurodegenerativas, resistência à insulina, imobilidade e atrofia muscular.(17,36) A perda de massa muscular e função, é exacerbada pelo stress catabólico, como hospitalização, doença e lesões.(36) Assim, a presença de doenças crónicas e inflamação constituem fatores de risco para sarcopenia. Demonstrou-se que, na presença destes fatores de risco, a redução da ingestão de alimentos, bem como, a redução do peso corporal, função e massa muscular, são possíveis consequências e contribuem para o desenvolvimento de desnutrição e sarcopenia em idosos.(40) A presença concomitante de desnutrição e agravamento da sarcopenia, constitui um ciclo vicioso, no qual, a doença subjacente leva a um desenvolvimento de nova resposta inflamatória, malnutrição e sarcopenia.(40)

Estima-se que cerca de 20% dos pacientes em idades geriátricas internados apresentam sarcopenia.(23) Efetivamente, a prevenção, diagnóstico precoce e tratamento são fundamentais, de modo a orientar procedimentos terapêuticos e reduzir consequências adversas, uma vez que a perda substancial de massa muscular pode culminar em incapacidade, dependência funcional, institucionalização e mortalidade.(23,36,41)

Recorrendo à literatura disponível, conclui-se que a sarcopenia tem sido uma doença negligenciada e não devidamente tratada. Pensa-se que tal seja resultante da complexidade em determinar as variáveis a medir, de como executar a mensuração, quais os cut-offs que melhor orientam o diagnóstico e subsequente tratamento, e como avaliar os efeitos da terapêutica instituída. Encontra-se ainda descrito que, a sarcopenia está associada a reduzida qualidade e quantidade muscular, porém estes parâmetros são maioritariamente utilizados em estudos e pouco recorrentes na prática clínica, uma vez que são considerados tecnicamente difíceis de medir com precisão. Atendendo ao que foi exposto, o EWGSOP2 visa fornecer orientações claras para a seleção de medidas diagnósticas e cut-offs relevantes para a prática clínica.(39)

O rastreio de sarcopenia deve ser considerado em todos os doentes idosos que apresentam reduções visíveis da função física, força e saúde em geral. Particularmente, esta doença, deve ser prontamente excluída em pacientes que se encontram acamados, sem autonomia para se levantarem de uma cadeira, com dificuldade em desempenhar as tarefas diárias, com história de quedas recorrentes, perda de peso recente documentada, hospitalização recente, doenças crónicas associadas a perda de peso (Diabetes tipo II, Insuficiência Cardíaca Crónica, Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica, Doença Renal Crónica, Artrite Reumatóide e doenças malignas).(17,38,39) Nos casos acima descritos, é recomendado a realização de testes adicionais de rastreio de sarcopenia. Deste modo, a EWGSOP2 recomenda o uso na prática clínica de questionários, como o SARC-F.(39) Este questionário é composto por 5 itens com o objetivo de executar uma triagem do risco de sarcopenia e não requerem qualquer equipamento.(39,42) As respostas obtidas são baseadas na perceção do paciente acerca das suas limitações de força, capacidade de caminhar, levantar de uma cadeira, subir escadas e experiências com quedas. (39,42) Bahat et al.(42), conduziu um estudo transversal retrospectivo, no qual demonstrou que o questionário SARC-F, poderia ser uma ferramenta de rastreio não exclusivamente para a sarcopenia, mas também para estado de fragilidade em idosos, dado que, demonstrou elevada sensibilidade e especificidade na identificação de fragilidade.(42) É de realçar que, o referido questionário, está disponível em serviços de saúde comunitários e em outros ambientes clínicos. (39) Esta ferramenta de rastreio foi avaliada em diferentes populações e mostrou-se válida e

consistente para identificar indivíduos em risco de sarcopenia associada a resultados nefastos. (39) Apresenta assim, sensibilidade baixa a moderada e uma especificidade muito alta para prever baixa força muscular.(39) Assim sendo, uma baixa atividade física contribui para a diminuição da massa muscular e função, e portanto, é responsável por valores superiores no SARC-F. Por último, a fragilidade, por si só, resulta num aumento do catabolismo proteico e ainda perda muscular condicionando valores mais elevados no SARC-F.(42)

É consensual que a sarcopenia é provável quando se deteta baixa força muscular. O diagnóstico é confirmado na presença de baixa quantidade ou qualidade muscular. Quando baixa força muscular, baixa quantidade/qualidade muscular e baixo desempenho físico são detetados, a sarcopenia é considerada grave.(39)

De modo a estabelecer o diagnóstico, a EWGSOP2 adverte para a utilização do questionário SARC-F, com a finalidade de rastrear indivíduos com provável sarcopenia. (39) Determinados através do questionário ou pela suspeita clínica, é indispensável avaliar a presença de evidências de sarcopenia, para tal, a EWGSOP recomenda determinar a função muscular, através da medida de apoio de cadeira e força de preensão da mão. Pode ainda ser proposto, para casos especiais e para estudos de pesquisa, outros métodos para medição de força como a flexão ou extensão de joelho.(17,39) Para confirmar o diagnóstico é imperativo a mensuração da massa músculo-esquelética apendicular, através de técnicas de avaliação da composição corporal, que serão posteriormente aqui descritas, de modo a confirmar o declínio na quantidade e qualidade muscular. (17,39) Por último, medidas de desempenho físico (SPPB, TUG e testes de caminhada de 400 m) apresentam elevada relevância para avaliar a gravidade da sarcopenia. (39) Partindo deste princípio, a EWGSOP2 recomenda seguir um algoritmo diagnóstico: Encontrar casos-Avaliar-Confirmar-Gravidade (figura 1). (39)

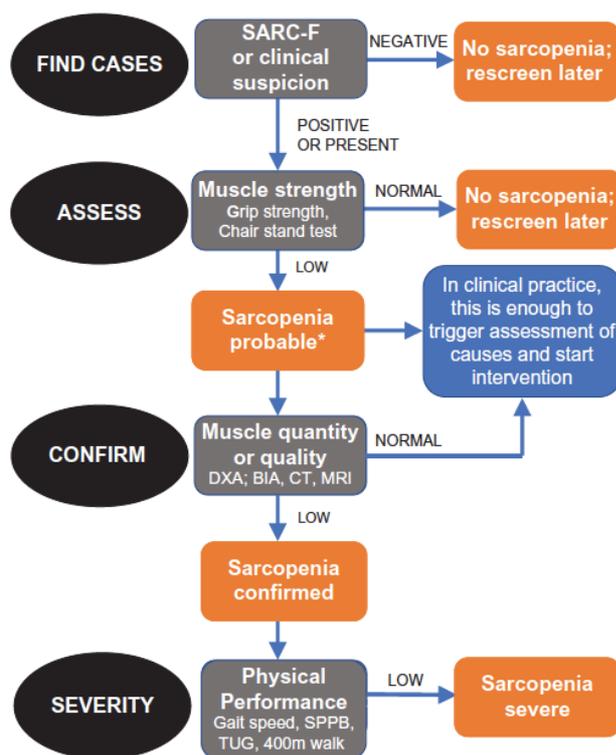


Figura 1. Algoritmo de diagnóstico de sarcopenia (39)

Os cut-offs recomendados pela EWGSOP2 para determinar o diagnóstico de sarcopenia, dependem da técnica utilizada, da disponibilidade de estudos de referência e populacionais. Serão apresentados na tabela 1.(39)

Tabela 1. Pontos de Cut-offs recomendados pela EWGSOP2, para diagnóstico de sarcopenia (39)

Test	Cut-off para homens	Cut-off para mulheres
<b>Pontos de cut-off de sarcopenia para baixa resistência por suporte de cadeira e força de preensão pela EWGSOP2</b>		
Força de preensão	<27 kg	<16 kg
	>15s para cinco elevações	
<b>Pontos de cut-off de sarcopenia para baixa quantidade de músculo pela EWGSOP2</b>		
MMEA	<20 kg	<15 kg
MMEA/altura <sup>2</sup>	<7.0 kg/m <sup>2</sup>	<5.5 kg/m <sup>2</sup>
<b>Pontos de cut-off de sarcopenia para baixo desempenho pela EWGSOP2</b>		
Velocidade de marcha	≤0.8 m/s	
Short physical performance battery (SPPB)	Pontuação ≤8 pontos	

Timed-up-and-go test (TUG)	≥20 s
Teste de caminhada de 400 metros	Não completa ou ≥6 min para completar

Sabe-se que, a MMAE apresenta uma diminuição significativa com o envelhecimento comparando com a restante massa muscular não apendicular. Determinar a MMAE e diagnosticar sarcopenia na admissão hospitalar em doentes geriátricos gravemente doentes, é de elevada importância, dado que a hospitalização, como supramencionado, é capaz de acelerar rapidamente o processo de perda muscular e conduzir a um dano funcional, se não tratada. (23)

#### 4. Obesidade Sarcopénica

Se por um lado o envelhecimento se associa ao aumento da massa gorda (obesidade), tal contribui para o aparecimento de diversas patologias como síndrome metabólico. Consequentemente, representa um cluster de fatores de risco, incluindo resistência à insulina, dislipidemia e hipertensão, que em associação, culminam no aumento do risco de desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2 e doenças cardiovasculares, e ainda, apneia obstrutiva do sono, artrite e alguns tipos de carcinoma. (43)

Por outro lado, a presença concomitante de elevada massa gorda no contexto de uma reduzida massa magra, designa-se por obesidade sarcopénica e determina um risco aumentado para resultados adversos, consequência dos possíveis efeitos sinérgicos de ambas, maximizando, assim, os efeitos nefastos de cada uma.(39,43,44) A perda de massa magra encontra-se intimamente relacionada com a diminuição da sobrevida e inúmeras consequências para o idoso, e portanto, a deteção e tratamento da perda de massa magra constitui uma questão importante para a saúde pública e os custos de saúde.(15)

Este termo foi primeiramente utilizado e descrito por Heber et. al, em 1996 e encontra-se relacionado com incapacidade, dificuldades de marcha e quedas em maior proporção do que em pessoas com sarcopenia isolada. (45) É importante notar que, a obesidade agrava a sarcopenia, aumenta a infiltração de gordura no músculo, diminui a função física e aumenta o risco de mortalidade.(39).

Baumgartner et al., citado por Fielding et al.(45), conduziu um estudo longitudinal com 8 anos de duração, e constatou que a obesidade sarcopenica é o melhor preditor de incapacidade física, anomalias na marcha e equilíbrio, quedas comparativamente com a sarcopenia e obesidade isoladas.(45) Importa salientar que estas observações foram confirmadas nos estudos de Framingham e NHANES (*National Health and Nutrition Examination Survey*), demonstrando que idosos com alta gordura corporal e baixa massa muscular tinham uma maior incidência de resultados nocivos.(45)

Note-se que a massa muscular detém elevada relevância, todavia, não é o único preditor de força muscular e de função física. O tecido adiposo apresenta diversos efeitos nocivos na função muscular. Por esta razão, uma maior adiposidade corporal e idade avançada estão relacionadas com a redução da qualidade muscular e uma maior infiltração de gordura no músculo, definida como redução da força/área transversal.(45)

## 5. Métodos contemporâneos para avaliação da composição corporal

O idoso é alvo de significativas alterações na composição corporal, consequência do próprio envelhecimento, internamentos, desnutrição e sarcopenia, culminando em significativas alterações, como redução da força e massa muscular, decréscimo da massa magra (MM) e, em algumas destas condições, aumento da massa gorda (MG).

A perda de massa magra, como já abordado, tem sido inequivocamente relacionada com incapacidade física, dependência funcional, deterioração clínica, aumento das taxas de infecção, hospitalizações recorrentes, hospitalização prolongada, toxicidade terapêutica em doentes neoplásicos e mortalidade. (12,16,23,34,39,44–46) Ainda que a perda de tecido adiposo esteja em maior escala relacionada com a perda de peso corporal, uma perda preferencial de massa magra é reconhecida por desencadear resultados nefastos na saúde do indivíduo, especialmente na presença de doenças malignas subjacentes.(44) Neste contexto, a avaliação da composição corporal é de extrema importância de modo a efetuar uma completa avaliação da depleção nutricional e perda de massa muscular magra (figura 2).(44)

A desnutrição, uma condição muito frequente no idoso,(13,31) manifesta mudanças na integridade da membrana celular e alterações no equilíbrio de fluidos.(50) Em consequência, a gestão de pacientes nutricionalmente em risco deve integrar uma estratégia nutricional visando reduzir as consequências clínicas e funcionais da doença e/ou da permanência hospitalar. (50)

Julga-se assim que a avaliação da composição corporal, particularmente das necessidades energéticas e estado nutricional, é relevante dado a repercussão de uma série de condições médicas e necessidade de cuidados de saúde, nomeadamente na avaliação e gestão da obesidade e problemas a esta associados, incluindo distúrbios metabólicos, doença cardíaca e hipertensão arterial. Embora haja uma vasta variedade de técnicas com a finalidade de avaliar quantitativamente a composição corporal, cada uma apresenta as suas limitações, em termos de características técnicas e informações fornecidas.(51)

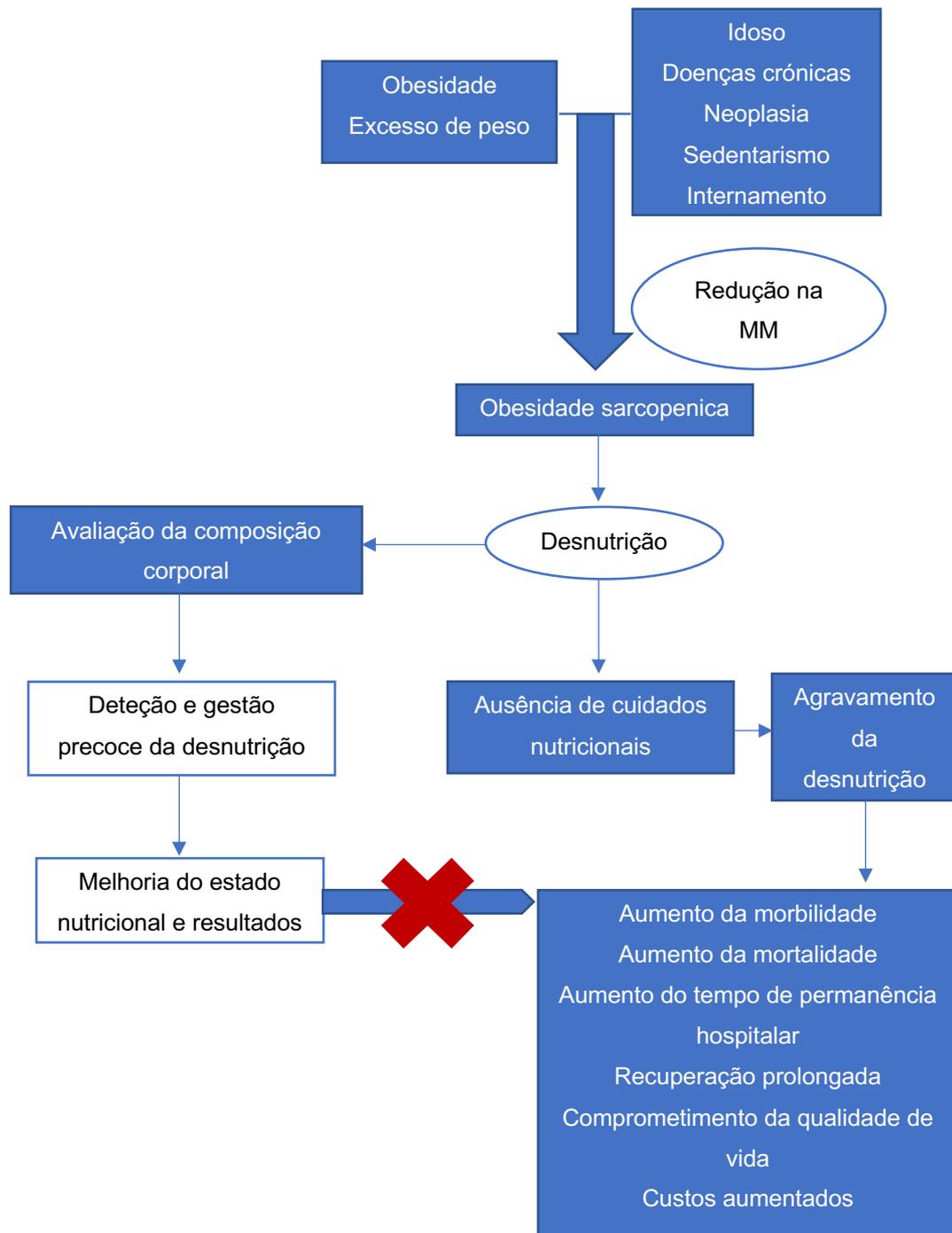


Figura 2. Representação do impacto da avaliação precoce da composição corporal. A crescente prevalência de excesso de peso e obesidade tem sido verificada em concomitância com o envelhecimento das populações, redução da atividade física, aumento da prevalência de neoplasias e doenças crônicas e um eventual internamento pelas mesmas, condicionando um aumento do número de pacientes com ou em risco de reduzida massa magra. Consequentemente, demonstrou-se um aumento da prevalência de obesidade sarcopenica pelo que se tornou primordial a avaliação da composição corporal dado que métodos antropométricos demonstraram não ser sensíveis na sua avaliação nutricional. Assim, a situação de desnutrição não devidamente detetada conduzirá a diversos

*resultados negativos na vida do paciente. Em oposição, uma detecção e implementação precoce de medidas nutricionais é responsável por impedir ou reduzir essas consequências clínicas e funcionais. Traduzido e adaptado de Thibault, Annals of nutrition & metabolism 2012. (15)*

Como características ideais de qualquer metodologia devem incluir segurança, precisão, reprodutibilidade, cooperação do paciente, facilidade na execução, disponibilidade do equipamento e acessibilidade. (47,48) Estes métodos idealmente deveriam ser equitativamente precisos em todos os indivíduos, independentemente da idade, gênero, etnia e estado de saúde.(52) Dentro da gama de métodos disponíveis, apenas alguns dos requisitos acima apresentados são atendidos, tornando a escolha do método um fator determinante, tendo em conta o paciente ou amostra disponível e informações clínicas deste. Dispomos de métodos altamente precisos porém o elevado custo, potenciais riscos dos participantes e dificuldade na execução podem constituir fatores de exclusão.(51) Contudo, é possível que surjam problemas mesmo em metodologias relativamente simples, de baixo custo e livres de riscos para os pacientes, e que podem ser aplicadas em estudos populacionais mas menos precisas e de menor utilidade em estudos individuais.(51)

Apesar da crescente consciencialização da importância da avaliação da composição corporal em ambiente clínico, a falta de métodos precisos e prontamente disponíveis assim como normas padronizadas fazem com que a medição do peso seja o método mais utilizado para monitorizar o estado antropométrico. (46)

## **6.1. Índice de Massa Corporal (IMC)**

O Índice de Massa Corporal (IMC) consiste numa ferramenta simples e objetiva capaz de estimar o excesso ou o déficit de peso e ainda, determinar o estado nutricional, constituindo uma componente importante de diversas ferramentas de rastreio de desnutrição. A utilização deste método resume-se à facilidade em o determinar, falta de tempo, escassez de conhecimentos dos cuidadores de saúde sobre o impacto da subnutrição na prática clínica e privação de recursos.(15) Deste modo, executa uma estimativa pouco rigorosa do estado nutricional do indivíduo, categorizando-o desde baixo peso a extremamente obeso, o que não diferencia a massa gorda da massa muscular, constituindo uma imprecisa mensuração de adiposidade. (44,46,49,50) Estudos epidemiológicos revelaram que tanto um IMC reduzido como elevado, estão associados a morbilidade.(50)

Na admissão e permanência hospitalar, é prática frequente determinar o IMC para efetuar uma avaliação nutricional do indivíduo. A detecção da desnutrição é geralmente baseada em medidas de peso e altura, cálculo do IMC e percentagem de perda de peso. Uma

das limitações que este método apresenta verifica-se em pacientes desnutridos, visto que estes podem apresentar o mesmo IMC que indivíduos saudáveis, com a mesma idade e sexo, mas uma considerável diminuição da massa magra, oculta por uma expansão da massa gorda ou da água corporal total, irá impossibilitar a deteção desta condição clínica.(15) Encontra-se documentado em vários estudos que o IMC subestima a desnutrição, reforçando ainda mais a ideia de que este índice não serve como um método preciso de avaliação da composição corporal.(50) Kyle et al.(50), expôs que o excesso de massa gorda reduz a sensibilidade do IMC detetar uma depleção nutricional.(50) Este facto, aliado à reduzida sensibilidade e especificidade que o peso, o IMC e a percentagem de perda de ponderal denotam-se na avaliação do estado nutricional, urge a necessidade de execução de exames de avaliação da composição corporal com vista a uma identificação mais precisa da perda da massa magra. (15,50)

Outra limitação evidenciada em diversos estudos em idosos foi uma propensão para a redução da altura, consequência do achatamento das vértebras, redução dos discos intervertebrais, cifose, escoliose, abaulamento dos membros inferiores e achatamento do arco plantar. Esta redução da altura repercute-se numa sobrevalorização do valor de IMC, classificando a população geriátrica com excesso de obesidade. Para uma mensuração mais rigorosa do estado nutricional, os níveis de corte para esta população devem ser ajustados. Alguns autores que defendem que o ponto de corte inferior deverá ser mais alto ( $IMC \leq 20 \text{ kg/m}^2$ ), possibilitando uma intervenção precoce na prevenção da desnutrição. Relativamente ao ponto de corte superior, existe discordâncias entre autores, alguns mantêm o valor estipulado pela Organização Mundial de Saúde para afirmar a presença de obesidade ( $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ), outros defendem a classificação de excesso de peso com valores superiores a  $27\text{kg/m}^2$ .(51)

A obesidade sarcopenica caracteriza-se por um valor aumentado de massa gorda em concomitância com um reduzido valor de massa magra, em indivíduos obesos ou com peso considerado normal.(15) Constatou-se que nestes indivíduos, a perda de peso e o IMC não têm precisão para detetar a perda de massa magra.(46) Este novo conceito de obesidade sarcopénica torna ainda mais evidente a falta de sensibilidade dos cálculos do IMC e da variação do peso corporal. Portanto, é necessário aferir com maior detalhe a composição de cada compartimento.(46)

Para além do que foi exposto, este método apresenta como limitações: a impossibilidade de mensuração por razões clínicas, nomeadamente, a impossibilidade de

determinar a altura ou o peso. Dificuldades de interpretação adicionais surgem nas situações de hidratação excessiva, desidratação, sobrepeso e obesidade.(15)

## **6.2. Ecografia**

A ecografia tem sido um recurso em crescente utilização com vista à avaliação muscular, particularmente, em pacientes com suspeita clínica de sarcopenia. Sabe-se que um dos achados mais importantes para efetuar o diagnóstico de sarcopenia é a presença da remodelação do tecido, em que o músculo saudável é substituído por tecido adiposo e fibrótico, refletindo-se num aumento da ecogenicidade.(52)

Sanz-Paris et al.(52) conduziu um estudo no qual investigou os principais músculos associados à nutrição e à sarcopenia. Foi explorado o músculo masséter, dado o seu envolvimento no processo de mastigação e deglutição, o músculo bicípete braquial, pelo seu movimento flexor, permitindo levar o alimento à boca e, finalmente, o músculo quadríceps femoral, pela responsabilidade de deambulação. Os dados relativos à espessura e ecogenicidade dos músculos masséter, bicípete braquial e quadríceps femoral relacionaram-se em diferentes intensidades com o estado nutricional, diagnóstico de sarcopenia e com a sua capacidade funcional específica, indicando que durante a avaliação nutricional, a mensuração ecográfica da espessura muscular indicaria o estado funcional de uma determinada área. Determinou-se que a espessura do músculo masséter está relacionada com a disfagia, o bicípete braquial com a capacidade de se alimentar de modo independente e com a mobilidade, e por último, o quadríceps femoral com a capacidade de subir escadas e caminhar em superfícies planas. (52) O autor concluiu, através do seu estudo, que a espessura muscular medida ecograficamente relacionava-se com a quantidade muscular, e por sua vez, a ecogenicidade com a função.(52) Quando estudado a associação do risco de sarcopenia, observamos que este diminui à medida que aumenta a espessura do quadríceps femoral. Tal sugere que músculos grandes, como o quadríceps, podem ser melhores indicadores do que os pequenos para representar a massa muscular total.(52)

Determinou-se ainda que a espessura do masséter é um fator protetor contra a sarcopenia e desnutrição.(52) Gaszynska et al.(53), mostrou que em idosos institucionalizados, a espessura do músculo masséter encontra-se positivamente associada com o teste de força de preensão manual, IMC e atividades diárias.(53) Na mesma linha de pensamento, outros estudos determinaram uma significativa associação entre espessura do masséter e a MMEA, bem como, um declínio na função mastigatória com incidência de sarcopenia.(54,55) O aumento da espessura do quadríceps associa-se a melhor mobilidade

em superfícies planas ao passo que uma reduzida ecogenicidade relaciona-se com a habilidade de subir escadas. (52) Do mesmo modo, um aumento de 1 mm na espessura do bicípete braquial reduz a probabilidade de perda de autonomia na alimentação e perda de mobilidade.(52) Assim, a ecografia pode ser considerada uma ferramenta útil para o rastreio de sarcopenia, já que tem sido apoiada por diversos estudos em pacientes em estado crítico e idosos. (56) No que concerne à avaliação nutricional, a espessura dos três grupos musculares avaliados encontrava-se reduzida em doentes desnutridos, porém apenas a espessura do músculo masséter atingiu significância estatística.(52) Considera-se, assim, a ecografia uma nova abordagem para testar a associação da espessura muscular e ecogenicidade com a função. (52)

A ecografia é um método de baixo custo, livre de radiação ionizante e portátil, útil para monitorizar alterações no tamanho muscular.(56) Uma revisão sistemática recente confirmou a ecografia como uma ferramenta válida e confiável para avaliar o tamanho muscular em idosos.(57) Como limitações, este método apresenta dificuldades na mensuração muscular, na presença de excessivo tecido adiposo subcutâneo, dado que este limita a definição dos bordos(52,56) ou ausência de colaboração do paciente.(52) A ecografia não pode ser comparada diretamente com as medidas da MMEA obtidas através da Bio-Impedância Elétrica (BIA) e com a força muscular. Os resultados determinados pela ecografia podem fornecer uma informação adicional sobre a qualidade do tecido muscular. Consequentemente, a ecografia é um método que pode complementar as observações da BIA, mas não a substitui. No estudo conduzido por Sanz-Paris et al.(52), observou-se uma diminuição do tamanho do reto femoral, um dos músculos que engloba o quadricípito femoral, em todos os pacientes, enquanto a prevalência de baixa massa muscular total pela BIA afetou apenas 35%. (52)

### **6.3. Bioimpedance analysis (BIA)**

A BIA é uma técnica simples, não invasiva , capaz de estimar indiretamente e de modo quantitativo a composição corporal, através da mensuração da resistência que o corpo oferece à passagem de uma pequena corrente elétrica de frequência única ou alternada.(58–62) Possui dois componentes vetoriais: a resistência (R), designadamente, a oposição ao fluxo de uma corrente alternada, através de soluções iónicas intra e extracelulares, determinando assim, o estado de hidratação do tecido. Sendo a água um excelente condutor, sabe-se que quanto maior o teor de água, menor a resistência. Com efeito, tecidos com muita água, como o músculo-esquelético, podem ser diferenciados daqueles com reduzida quantidade de água, como a gordura e o osso. O segundo componente vetorial é a reatância (Xc). Consiste no atraso da condução como resultado da capacitância pelas membranas

celulares e interfaces tecidulares. Esta componente indica a quantidade de energia que pode ser acumulada no tecido. A soma destas duas componentes denomina-se por impedância, o ângulo por ela formado é designado de PhA e é expresso como seu arco-tangente ( $X_c/R$ )\* $180^\circ/\pi$ .(59–61) Em indivíduos saudáveis, os valores de PhA variam entre 5 e 7 e correlacionam-se com vários índices de estado funcional e nutricional.(60) Esta técnica é a única que permite o cálculo de PhA, o qual está correlacionado com o prognóstico de várias doenças.(15)

O PhA representa um marcador biológico da saúde celular, pois reflete a proporção da massa celular, a integridade da membrana celular e ainda o estado de hidratação. Provou repetidamente ser um preditor de morbidade e mortalidade em vários grupos de pacientes. (59) Deste modo, valores elevados de PhA sugerem um bom marcador de elevada celularidade, integridade da membrana celular e favorável função celular.(60) Sabe-se que em estudos recentes, utilizando como amostra doentes críticos, um reduzido PhA é associado a um maior risco de mortalidade em 28 dias e de mortalidade hospitalar.(59) Lee et al.(58), no seu estudo, determinou que o PhA, a impedância e a reatância determinadas por BIA em pacientes em estado crítico estavam fortemente associados a desfechos de mortalidade. A BIA mostrou também, um maior valor preditivo de mortalidade que os sistemas de pontuação de gravidade comumente utilizados numa UCI tais como *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II)*, *Sequential Organ Failure Assessment (SOFA)* e *Simplified Acute Physiology Score III (SAPS III)*.(58)

É de realçar que a BIA é um método de relativamente baixo custo, reproduzível, de rápida execução e de fácil utilização para a estimativa de diversas variáveis com recurso a equações adequadas ao indivíduo sob condições fisiológicas ou patológicas em análise. Apresenta como características, o poder de diferenciar a água intracelular da extracelular e a possibilidade de ser utilizada para mensurações regionais, porém esta apresenta graves limitações quando se pretende medir o tecido adiposo visceral, considerado o depósito de gordura crítico associado a anomalias metabólicas e a gordura ectópica.(4,61,63)

Esta técnica, para além de preditora de mortalidade e de morbidade(59), provou desempenhar um papel de relevante na deteção de sarcopenia, uma vez que o PhA se encontra reduzido na presença desta condição e está inversamente relacionado com a força e massa muscular.(64) Todavia, existe falta de dados quanto ao limiar do PhA para detetar sarcopenia.(64) O envelhecimento condiciona também um baixo PhA (49,53). Um reduzido valor de PhA é ainda verificado na evidência de desnutrição e de fragilidade.(58,59)

Como pressupostos, este método compreende o corpo humano empiricamente composto por cinco cilindros, fazendo parte deste os quatro membros e o tronco. A massa magra contém virtualmente toda a água e eletrólitos condutores no corpo e a hidratação é constante. Deste modo, a massa magra pode ser determinada com recurso a equações desenvolvidas por métodos de referência. Existem diversas equações relativas a este método para estimar a massa magra, massa músculo-esquelética e a massa músculo-esquelética apendicular (MMEA).(4)

As medições da composição corporal executadas através desta técnica determinam uma estimativa para os valores de massa músculo-esquelética total (MME) e para a massa músculo-esquelética apendicular (MMEA). A quantificação da MMEA é de extrema importância, dado que como já referido anteriormente, estabelece o diagnóstico de sarcopenia.(4) Encontra-se descrito na literatura que estas podem ser afetadas por diversos fatores tais como: posição corporal, temperatura corporal, exercício prévio, variações no comprimento do membro, colocação dos elétrodos, estado nutricional, variações no hematócrito e ingesta alimentar. A validade destas mensurações é altamente dependente da escolha da equação correta. Deste modo, a idade, etnia, hidratação e estado de saúde são fatores a ter em conta na seleção de uma equação adequada ao paciente. (48,63,65)

A BIA não pode ser executada em pacientes febris, dado que a vasoconstrição promove uma redução da impedância e, em oposição, a vasodilatação repercute-se num valor aumentado de impedância.(4) É recomendada a posição de supina com os membros ligeiramente afastados do corpo (30-40°), após um jejum noturno e com a bexiga vazia. Sabe-se que a posição ereta reduz a impedância e, deste modo, fomenta-se a passagem de fluido do interstício para os vasos. O mesmo acontece após a ingesta alimentar, traduzindo um aumento exagerado da massa magra em cerca de 1,5 kg. A condutividade na pele pode ser melhorada, aplicando previamente álcool nos locais onde vão ser colocados os elétrodos, de modo a remover secreções e células da pele, prontas a serem removidas. A temperatura ambiente é ainda um fator capaz de influenciar os resultados, devido aos seus efeitos na vasoconstrição e vasodilatação. Estudos anteriores determinaram que temperaturas entre os 24 e os 34°C não interferem com as mensurações deste método. (4)

Outra limitação deste método reside em dois dos pressupostos assumidos pela BIA, um dos quais, o corpo ser considerado como um único cilindro condutor, e um outro, a relação entre as principais áreas da seção transversal permanecer igual. Em indivíduos mais velhos, com o processo de senescência, a diminuição da MMEA e a redistribuição do tecido adiposo dos membros para o tronco dão origem a diâmetros mais estreitos para os volumes

condutores dos membros. A hidratação da massa magra também varia mais em idosos do que em indivíduos de outras faixas etárias.(4) Assim, é imperativo a escolha de equações geradas a partir de estudos utilizando amostras de indivíduos idosos, em detrimento de equações disponíveis para todas as idades.(4)

O PhA também sofre alterações com mudanças do estado de hidratação. Assim sendo, grandes deslocamentos de fluídos antes da admissão na UCI ou durante as primeiras horas de permanência nesta unidade são capazes de induzir alterações no PhA, causadas possivelmente por inflamação na integridade membranas, manifestando-se por redistribuição de fluído para o espaço extracelular. É frequente este deslocamento de fluídos no internamento em pacientes gravemente doentes, resultante de infusões com grandes quantidades de líquidos, edema periférico, sobrehidratação podendo afetar os parâmetros da BIA. Nestes casos, a BIA não reflete apenas a massa celular corporal mas também as consequências de um alterado estado de hidratação. Assim, é preferível uma mensuração do PhA logo após a admissão.(59)

Mais frequentemente, as críticas a este método incidem sobre a pobre precisão absoluta que o distingue.(61) Os resultados de estudos de validação da BIA em indivíduos idosos mostram vários graus de precisão. Um estudo descobriu que a massa gorda foi progressivamente subestimada pela BIA, especialmente para indivíduos do sexo feminino.(37) Há evidencia que outros estudos demonstraram uma precisão aceitável no grupo de idosos, mas houve uma grande variação individual dependente da equação utilizada (37) e que ainda, a BIA com única e multifrequência é um método preciso para estimar a composição corporal, nomeadamente a massa gorda e massa magra, quantidade total de água corporal, água intra e extracelular e massa celular corporal em indivíduos adultos saudáveis euvolêmicos, quando comparada com a precisão e validade de outros métodos de referencia com 2 compartimentos.(40)

Em alternativa a esta abordagem de corpo inteiro, é possível uma abordagem segmentar, sendo assim necessário a aplicação de elétrodos suplementares nos segmentos de interesse. A referida abordagem segmentar, constitui um recurso útil de modo a determinar deslocamentos e distribuição de fluídos em condições patológicas, como no caso de insuficiência renal ou ascite, embora ainda não haja concordância se tal melhora a medição da composição corporal. Foi desenvolvido um estudo no qual a amostra composta por pacientes cirróticos com ascite antes e após a paracentese, demonstrou que a BIA determina incorretamente o volume de líquido removido pelo procedimento, sugerindo que este método, quando aplicado ao corpo inteiro, apresenta uma sensibilidade limitada na avaliação do

tronco, sendo menos adequada para indivíduos que apresentam uma distribuição díspar da gordura, como por exemplo, uma obesidade troncular extrema. (37)

Por fim, apesar de todas as desvantagens e limitações descritas, Raimann et al(67), concluiu no seu estudo que a BIA desempenha um papel relevante no auxílio durante a prática clínica, na monitorização de volumes de fluidos corporais e marcadores nutricionais, como a massa muscular e o volume intracelular. Erros de precisão e exatidão são notáveis, porém comparáveis em magnitude com os erros encontrados nas medições executadas pelas técnicas consideradas gold standard.(67)

#### **6.4. Tomografia Computorizada (CT)**

A Tomografia Computorizada é um método de imagem que permite obter volumes de imagem tridimensionais com alta resolução de todo o corpo ou apenas de áreas específicas, permitindo assim avaliar um elevado número de projeções de raios-X do corpo de diferentes ângulos.(63) A par da ressonância magnética, a CT é considerada o método de imagem com maior precisão na quantificação, in vivo, da composição corporal a nível tecidual.(37)

Este método de imagem é composto por um tubo de raios-X e por um detetor no qual giram num plano perpendicular em torno do paciente. Sabe-se que o feixe raio-X é atenuado durante a passagem pelos tecidos e as imagens serão reconstruídas com recurso a técnicas matemáticas. A cada pixel de imagem corresponde um número de Unidades Hounsfield (HU) como medida de atenuação em relação à água, sendo a HU da água 0. A densidade física é o principal determinante da atenuação ou valor HU. No tecido adiposo os valores das HU estão compreendidos entre -190 e -30 enquanto no músculo-esquelético variam entre 30 e 100.(37) Deste modo, as diferenças entre o tecido magro e o tecido adiposo são utilizadas para os distinguir, o mesmo acontece para determinar a presença de uma eventual mistura entre estes tecidos.(63)

Considerando o uso amplamente generalizado e frequente da CT no campo da medicina oncológica e da emergência clínica, informações acerca da composição corporal encontram-se patentes na CT por estes realizada, porém, não sofrem a devida avaliação cuja finalidade seria determinar a composição corporal. Sabe-se que esta é uma ferramenta valiosa que permite realizar avaliações antropométricas e metabólicas.(68)

Como anteriormente mencionado, a CT tem o potencial de fornecer mensurações volumétricas de órgãos e também de diferentes depósitos de tecido adiposo. Na prática clínica e na maioria dos casos, esta análise será limitada à sua componente bidimensional de apenas

uma ou um número limitado de fatias axiais do corpo.(63) Esta limitação deve-se a duas razões fundamentais, uma das quais, a CT utiliza uma dose de radiação ionizante substancial (48) e tendo isto em conta, a área do corpo sujeita a esta radiação deverá ser reduzida ao mínimo possível, a outra limitação baseia-se no facto de que a segmentação manual das imagens desempenhar uma tarefa que consome muito tempo. Tendo este pressuposto em consideração, a segmentação deverá ser reduzida, limitando a análise a algumas fatias, em detrimento de um volume tridimensional completo. Atendendo ao que foi exposto, esta abordagem será responsável por limitar a precisão, uma vez que a localização exata das fatias, relativamente aos órgãos internos, não pode ser determinada a priori e, portanto, variará entre scans.(63)

Têm sido relatadas diversas abordagens a fim de avaliar a composição corporal com a CT, particularmente, a segmentação muscular manual ou a (semi-) automatizada e ainda métodos baseados em atenuação e métodos volumétricos.(68)

Vários estudos revelaram que imagens de CT direcionadas à 3ª vertebra lombar (L3) poderiam fortemente conjeturar a massa magra e a gordura corporal total em pacientes com carcinoma.(69,70) Mais tarde, determinou-se que a medição efetuada a nível dessa mesma vertebra lombar, denominada por abordagem segmentar, facultaria dados relativos à área adiposa total, visceral ou subcutânea, a área total do musculo psoas, volume adiposo visceral e por último, o índice do músculo esquelético.(46) Zopfs et al(68), concluiu no seu estudo que a composição corporal do paciente pode ser determinada de forma precisa e quantitativa, usando medições simples em uma única fatia de CT.(68)

As imagens de CT efetuadas ao nível da 3ª vertebra lombar avaliam a massa magra, mensurada através da área de secção transversal, desde o músculo de L3 até à crista ilíaca. A CT fornece também detalhes acerca dos músculos, tecido adiposo e órgãos específicos, constituindo uma vantagem sobre as técnicas BIA e DEXA. Esta abordagem por CT poderia ser unicamente realizada, uma vez que resultam numa exposição de raios-X semelhante à de uma radiografia ao tórax. Na eventualidade da realização de uma CT abdominal em pacientes em risco nutricional ou desnutridos, a avaliação da composição corporal deve também ser realizada.(68)

Para além da mensuração da massa muscular, a qualidade muscular integra um relevante fator a ter em conta para determinar o prognóstico do doente. Uma densidade músculo-esquelética, marcador de qualidade muscular, reduzida na CT tem sido associada a um aumento da infiltração lipídica muscular determinada através de biopsias e um desfecho desfavorável em doentes críticos.(71,72) Verificou-se num estudo retrospectivo, em doentes

admitidos à UCI ventilados mecanicamente, que uma redução da qualidade muscular avaliada através da densidade muscular na CT encontrava-se relacionada com uma maior mortalidade em 6 meses, independente da quantidade muscular, score de APACHE II e IMC. A redução da qualidade muscular também esteve associada a um aumento da permanência hospitalar. (72)

A CT é ainda capaz de diferenciar músculos individuais ou grupos musculares e, deste modo, é capaz de investigar o impacto da área do músculo peitoral na sobrevivência na UCI, dado que a musculatura respiratória pode determinar quando se deve cessar a ventilação mecânica. Por outro lado, mudanças características na distribuição das Unidades de Hounsfield do músculo podem revelar mudanças qualitativas do tecido, especificamente infiltração de gordura ou edema, constituindo assim, um valor prognóstico. (61,62)

Apesar de ser considerado um método gold standard, de alta resolução e precisão nas mensurações que efetua (63,74), a utilização da CT para medir a massa e qualidade muscular apresenta diversas limitações, detalhadamente, exposição a radiação ionizante, custos elevados, riscos associados ao transporte do paciente e ainda excessivo consumo de tempo. (71)

## **6.5. Ressonância magnética (RM)**

A ressonância magnética (RM) a par com a CT constitui um método de avaliação da composição corporal gold standard na avaliação regional da massa muscular e de todo o corpo.(48,75) A RM não envolve exposição a radiação ionizante, permitindo obter imagens tridimensionais volumétricas, mesmo em voluntários saudáveis.(48,63)

A supramencionada técnica baseia-se, essencialmente, na interação entre os núcleos de hidrogénio no corpo. Estes, quando colocados num campo magnético forte, os núcleos de hidrogénio alinham-se com o campo numa determinada direção. É aplicado um pulso de radiofrequência, fazendo com que os núcleos de hidrogénio absorvam energia. A energia absorvida é posteriormente libertada quando os núcleos retornam ao estado inicial sob a forma de um sinal de radiofrequência. É este o sinal utilizado para gerar as imagens de tecidos moles da RM.(48)

A aplicação desta técnica de imagem é restrita devido à limitada disponibilidade em ambiente clínico destes dispositivos, elevados custos, aliados ao facto de que a avaliação manual dos volumes de órgãos e tecidos de todo o corpo ser demorada. Em paralelo, a RM não avalia a densidade tecidual.(75)

Tendo estes fatores em conta, uma avaliação do tecido muscular e adiposo em todo o corpo pode ser realizada com recurso a uma seleção de imagens de CT e RM, o que constitui uma opção prática e precisa para determinar a composição corporal em doentes que vão ser submetidos a estes citados exames de imagem. Um caso particular no qual esta opção é viável é, designadamente, em estadiamentos de neoplasias, não necessitando de mais exames desnecessários.(48) Lee et al.(76), constatou que uma única fatia ao nível médio da coxa na RM usada para estimar a massa muscular apresentava coeficientes de correlação aceitáveis.(76) Por outro lado, uma fatia ao nível da 3<sup>a</sup> vertebra lombar revelou ser o melhor local para avaliar, em ambos os sexos, os volumes totais de tecido muscular e de tecido adiposo visceral e subcutâneo. Em contrapartida, L3 não reflete com precisão a perda de peso e as alterações relacionadas com volumes de tecido.(75) Esta abordagem é passível de induzir erros, particularmente, no posicionamento do paciente, na seleção da fatia de interesse, na interpretação, incluindo lapsos na identificação de determinados músculos ou ainda conteúdo intestinal identificado como tecido adiposo.(48)

Importa salientar que, doentes em estado crítico admitidos à UCI apresentam-se não viáveis para avaliação da composição corporal com RM assim como com a DEXA que a seguir será abordada.(71)

Este método de imagem demonstrou não ser uma ferramenta útil e disponível para avaliação da composição corporal em ambiente clínico e, portanto, reserva-se sobretudo para estudos científicos.(15) No entanto, devido ao seu valor avultado e excessivo tempo despendido na análise, os estudos científicos desenvolvidos para avaliar a composição corporal através de RM são escassos, comparativamente com as demais técnicas aqui descritas.

## **6.6. Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA)**

Atualmente, a *Dual Energy X-ray Absorptiometry* (DEXA) é reconhecida como uma técnica de imagem não invasiva e versátil, utilizada na avaliação de diversas patologias como osteoporose, sarcopenia e obesidade, sendo amplamente considerada um método de referência na avaliação da DMO e risco de fratura. Com os avanços tecnológicos, a DEXA começou por ser aplicada a outras condições, nomeadamente, na avaliação de parâmetros músculo-esqueléticos e mostrou ser uma alternativa válida e precisa na avaliação da composição corporal. Executa uma discriminação da composição corporal em 3 compartimentos diferentes: componente óssea, componente lipídica (massa adiposa e

tecidos moles livres de gordura) e por último a componente contendo a massa magra. (15,46,77)

De encontro ao que foi previamente citado, na prática clínica, a mensuração da DMO é executada com recurso à DEXA tanto para diagnóstico como para follow-up. Dado que as condições clínicas complicadas pela osteoporose advém frequentemente de uma deterioração do estado nutricional, exemplificando, mulheres idosas, pacientes com insuficiência orgânica, Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC), doenças inflamatórias intestinais e doença celíaca, a DEXA pode constituir uma ferramenta de elevado interesse no acompanhamento, tanto da osteoporose como do estado nutricional. No entanto, esta avaliação combinada é difícil de implementar na prática clínica porque a acessibilidade reduzida da DEXA impossibilita a realização em todos os pacientes nutricionalmente em risco ou mesmo desnutridos. (15)

Como vantagens, esta técnica apresenta uma dose de radiação extremamente reduzida e quase considerada insignificante(78), rapidez e simplicidade de execução, acessibilidade e conforto ao paciente, não invasiva e segura para determinar a composição corporal.(46,77)

Como desvantagem, este método, contrariamente ao que advém dos métodos gold standard, não faz uma avaliação precisa dos compartimentos das diferentes regiões do corpo. Enquanto os valores relativos à massa gorda de DEXA se referem ao compartimento químico dos triglicéridos, as medidas da CT e RM do tecido adiposo correspondem a um compartimento anatómico constituído para além dos adipócitos, com fibras de colagénio, fibroblastos e capilares. Consequentemente, a massa gorda avaliada pela DEXA é um pouco inferior ,comparativamente com a RM e CT. A massa magra, em oposição, é mais elevada na DEXA que nos outros métodos. Em contrapartida, na DEXA é utilizada uma dose de radiação muito inferior à da CT.(77) Esta técnica como já outrora mencionado, não pode ser utilizada em doentes críticos.(71)

Sabe-se que diversos estudos evidenciaram uma muito boa correlação entre a massa gorda mensurada pela DEXA e pela CT e RM.(79) No que concerne à massa magra, esta foi mensurada e efetuou-se uma comparação entre os resultados obtidos através da DEXA e da RM, demonstrando uma correlação muito alta tanto para a massa magra de corpo inteiro como para a da região da perna. (80) Valores muito semelhantes de correlação aos anteriormente mencionados verificam-se entre a CT e a DEXA, porém foi alertado que valores mais baixos são evidenciados em mulheres marcadamente obesas, portanto, a DEXA pode não fornecer a mesma precisão nesta população.(77,80,81)

Aliando as vantagens por esta técnica enumeradas ao que na literatura está descrito, esta deveria ser considerada um método de referência na prática clínica para avaliação da composição corporal.(39,77,82) De encontro ao que foi mencionado, a EWGSOP2 efetuou uma revisão das guidelines nas quais sugere o uso da DEXA para avaliar a reduzida massa magra em ambiente clínico e o uso da RM e CT em campo de pesquisa.(39,77,79). No entanto, a precisão dos valores obtidos de massa gorda e massa magra através desta técnica estão estritamente dependentes da rigorosa execução dos vários procedimentos que este método compreende. Sabe-se que este procedimento inclui fundamentalmente 3 componentes: a preparação do indivíduo, o posicionamento e o processamento da imagem.(77)

Quanto à preparação do indivíduo, exercício prévio e refeições alteram o valor da massa magra, verificando-se valores superiores. A massa gorda é menos afetada por estas condições, porém podem sofrer variações de acordo com o estado de hidratação. Esta técnica apresenta como pressuposto, a hidratação do tecido livre de gordura permanecer constante. Deste modo, a massa gorda pode variar em situações de hiperhidratação grave, em particular em doentes com ascite e edemas.(77) Assim, de modo a minimizar potenciais erros, dever-se-ia determinar a composição corporal com protocolos padronizados e pacientes em jejum. Em estudos futuros envolvendo a mensuração da composição corporal com DEXA, estes deverão descrever o seu protocolo e análise contendo os erros típicos de medição.(83)

No posicionamento, em primeiro lugar é essencial remover objetos metálicos externos que possam interferir e atenuar o feixe de raio x criando artefactos. O paciente deve ser colocado com os membros superiores ao longo do corpo, com as palmas das mãos voltadas para baixo, sem qualquer sobreposição com o corpo. Os pés devem ficar em posição neutra ou levemente voltados para dentro, com um espaço residual deixado entre os membros inferiores. A cabeça deve ser posicionada com o queixo em posição neutra, voltado para cima. Não devem ser utilizadas almofadas.(77)

Por último, no processamento da imagem, a simetria deve ser mantida em ambos os lados de modo a incluir a mesma quantidade de tecidos moles e ósseo.(77)

Em suma, a DEXA tem o potencial de avaliar a massa magra e a massa gorda com uma precisão semelhante às das técnicas gold standard, aliado ao facto de apresentar vantagens comparativamente a estas.(77) Assim, propõe-se a avaliação da composição corporal pela DEXA em pacientes sob avaliação de rotina da densidade mineral óssea de modo a evitar mais gestos clínicos desnecessários.(15)

## Conclusões

O envelhecimento da população, à escala mundial, constitui um problema que grassa na sociedade atual, com tendência crescente. Concomitantemente assiste-se a um acréscimo da prevalência de doenças crónicas, sarcopenia e obesidade que interferem, negativamente, na composição corporal do idoso, condicionando uma redução da massa magra e um aumento da massa gorda. Estas culminam num significativo aumento da morbimortalidade. A sarcopenia sendo uma doença altamente prevalente em idades geriátricas e com repercussões desastrosas na qualidade de vida do idoso, deverá ser imperiosamente rastreada sempre que suspeitada. A confirmação desta condição verifica-se na presença de um declínio da quantidade e/ou qualidade muscular, que poderá ser evidenciada recorrendo aos métodos disponíveis para avaliação da composição corporal. A permanência hospitalar, mesmo que de curta duração revelou, no idoso, provocar um efeito sinérgico com as supramencionadas condições, resultando numa detioração clínica ainda mais intensificada.

Deste modo, a vertente geriátrica da avaliação da composição corporal demonstrou desempenhar um papel preponderante na deteção de indivíduos em risco cuja finalidade seria implementar precocemente estratégias terapêuticas e nutricionais, impedindo esta perda seletiva de massa muscular, particularmente, de massa magra, estando esta última, estritamente relacionada com o prognóstico do paciente. Esta abordagem teria como objetivos impedir ou retardar o ciclo vicioso que o internamento, doenças crónicas e envelhecimento desempenham no indivíduo, fomentando um envelhecimento saudável com preservação da capacidade funcional.

Contemporaneamente, dispomos de diversos métodos capacitados em avaliar a composição corporal, porém, a falta de diretrizes clínicas aptas para orientar a decisão do médico na escolha do melhor método para o paciente em análise, custos avultados e escassez de tempo para a execução, determinam que estes não sejam efetuados e se opte pelo cálculo do IMC e da percentagem de perda ponderal. Demonstrou-se não existir um método ideal, capaz de ser utilizado em qualquer paciente. A escolha do método reside numa ponderação entre as suas vantagens e desvantagens, assim como eventuais limitações que o método possa apresentar, relativamente ao paciente sob avaliação. Assim, a seleção do método deverá ter em atenção o contexto clínico do indivíduo, a disponibilidade deste e o conhecimento de quem o irá executar.

Com esta revisão, concluiu-se que a avaliação da composição corporal do idoso desempenha uma função benéfica no mesmo. Recomendações recentes, desenvolvidas pela

EWGSOP2, sugerem a avaliação da composição corporal como o único meio capaz de confirmar indivíduos em risco nutricional e com reduzida massa muscular. Enquanto o IMC e a percentagem de perda ponderal, amplamente executados na prática clínica, apresentavam profundas lacunas na avaliação nutricional do idoso, capazes de mascarar diversas condições clínicas indutoras de declínio funcional, incapacidade e mortalidade. Métodos como a BIA, DEXA, TC e RM estimam com elevada precisão alterações da composição corporal. Apesar da facilidade em determinar o IMC, em indivíduos profundamente limitados, apresentando restrição ao leito, coma e demência, o seu cálculo torna-se impraticável. Em adição, a obesidade sarcopénica torna mais evidente a carência de sensibilidade que este método apresenta. Assim sendo, é urgente implementar, em ambiente clínico, normas clínicas orientadoras, recorrendo a métodos quantitativos para avaliação da composição corporal do idoso.

Após esta sistematização da evidência, exames complementares de diagnóstico, com recurso a métodos de imagem como RM e TC num contexto de trauma, pesquisa e estadiamento neoplásico podem ser utilizados para a determinar a composição corporal, nomeadamente, imagens de TC ou RM direcionadas à 3ª vertebra lombar podem determinar a massa magra e a gordura corporal total. Na mesma linha de pensamento, pacientes que utilizam o método DEXA, para avaliação de rotina da DMO, podem ainda servir-se deste para determinar a composição corporal com elevada precisão comparativamente aos métodos gold standard. Importa salientar que a DEXA não está disponível para doentes críticos. A ecografia tem sido um método em crescente utilização dado que demonstrou desempenhar um papel complementar à BIA no sentido em que a espessura muscular e ecogenicidade fornecem informações acerca da quantidade e função muscular, respetivamente. Por outras palavras, a composição corporal pode ser avaliada em exames que frequentemente se realizam em contexto de internamento ou na presença de diversas doenças crónicas incapacitantes permitindo ao médico não dispendir mais tempo na realização de mais exames complementares supérfluos e limitar os efeitos da radiação ionizante que alguns destes métodos comportam.

A RM, apesar de técnica gold standard, não está disponível para avaliar doentes críticos admitidos à UCI. Custos elevados e tempo excessivo para a sua análise afastam esta técnica como um meio adequado para avaliar, em ambiente clínico, a composição corporal. A BIA caracteriza-se pelo relativo baixo custo e rápida execução, no entanto, verificam-se inúmeras situações que se deverão ter em consideração, antes da sua execução, para que os valores obtidos da composição corporal sejam o mais fidedigno possível. A escolha da equação para idosos é imperativa na BIA para uma correta mensuração nestas idades.

Em suma, a prevenção de consequências desastrosas que o internamento, doenças crónicas, obesidade e envelhecimento induzem no idoso é passível de ser atenuada e reduzida. Para tal, a avaliação da composição corporal com métodos precisos e quantitativos é o único meio competente para determinar indivíduos em risco e, portanto, deve ser prontamente realizado em todos os indivíduos em idades geriátricas, regularmente. Finalmente, deve-se propor a realização de ensaios clínicos randomizados de grandes dimensões incluindo apenas indivíduos idosos, com metodologias claras e com todos os procedimentos realizados descritos, em particular, a preparação do doente, a execução do método propriamente dito e, em caso de internamento, o dia no qual foi realizada, de modo a clarificar limitações que outros estudos demonstraram, nomeadamente, em métodos que atualmente existe controvérsia na sua utilização pela uma pobre precisão absoluta que os caracteriza.

## **Agradecimentos**

Ao Professor Doutor Manuel Teixeira Veríssimo, o meu orientador, por ter aceitado a realização deste estudo, dedicando toda a sua disponibilidade e apoio, e ainda, pela prontidão de resposta a dúvidas que surgiram no decorrer do mesmo.

Ao Doutor Hélder Esperto, o meu coorientador, pela dedicação, apoio e tempo dispensado que me permitiram desenvolver o presente estudo. Por todos os conselhos e correções. Mostrou-se incansável.

À minha família, e especialmente aos meus pais, por toda a paciência, afeto e incentivo permanente que possibilitaram chegar ao final desta caminhada. Sem os vossos ensinamentos e valores transmitidos admito que não tal não seria possível.

Ao Pedro, o meu apoio incondicional, por todo o carinho, preocupação e incentivo. Reconheço que o sucesso neste percurso se deve a ti.

Aos meus amigos de longa data, Cristina Simões, Joanna Carvalho e Luís Melo pelo companheirismo e apoio incondicional que levo para a vida. Muitas foram as palavras de força que recordarei com carinho.

Aos meus amigos de curso, em especial à Catarina Azevedo, a amiga que o curso me deu e que se revelou fundamental para terminar esta etapa. Devo-lhe muito. E ao José Pedro, o amigo e colega de curso que partilhei mais momentos de estudo e trabalho. Estou grata por todas as memórias e apoio.

## Referências

1. Rudnicka E, Napierała P, Podfigurna A, Męczekalski B, Smolarczyk R, Grymowicz M. The World Health Organization (WHO) approach to healthy ageing. *Maturitas*. 2020 Sep 1;139:6–11.
2. Fallon CK, Karlawish J. Is the WHO definition of health aging well? Frameworks for “health” after three score and ten. *American Journal of Public Health*. 2019 Jul 3;109(8):1106.
3. United Nations Population Division. *World Population Ageing 1950–2050*. 2015.
4. Sergi G, de Rui M, Stubbs B, Veronese N, Manzato E. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Ageing clinical and experimental research*. 2017 Aug 1;29(4):591–7.
5. Evans WJ. Skeletal muscle loss: cachexia, sarcopenia, and inactivity. *The American journal of clinical nutrition*. 2010 Apr 1;91(4).
6. Roubenoff R. Sarcopenia and its implications for the elderly. *European journal of clinical nutrition*. 2000;54 Suppl 3:S40–7.
7. Landi F, Liperoti R, Russo A, Giovannini S, Tosato M, Capoluongo E, et al. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: results from the iSIRENTE study. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2012 Oct;31(5):652–8.
8. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and ageing*. 2010 Apr 13;39(4):412–23.
9. Mijnarends DM, Luiking YC, Halfens RJG, Evers SMAA, Lenaerts ELA, Verlaan S, et al. Muscle, Health and Costs: A Glance at their Relationship. *The journal of nutrition, health & aging*. 2018 Jul 1;22(7):766–73.
10. Cawthon PM, Lui LY, Taylor BC, McCulloch CE, Cauley JA, Lapidus J, et al. Clinical Definitions of Sarcopenia and Risk of Hospitalization in Community-Dwelling Older Men: The Osteoporotic Fractures in Men Study. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2017 Oct 1;72(10):1383–9.

11. McCullough PA, Fallahzadeh KM, Hegazi R. Nutritional Deficiencies and Sarcopenia in Heart Failure: A Therapeutic Opportunity to Reduce Hospitalization and Death - PubMed. *Reviews in cardiovascular medicine*. 2016;17:30–9.
12. Alley DE, Koster A, MacKey D, Cawthon P, Ferrucci L, Simonsick EM, et al. Hospitalization and change in body composition and strength in a population-based cohort of older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2010 Nov;58(11):2085–91.
13. Buglio A lo, Bellanti F, Capurso C, Paglia A, Vendemiale G. Adherence to Mediterranean Diet, Malnutrition, Length of Stay and Mortality in Elderly Patients Hospitalized in Internal Medicine Wards. *Nutrients*. 2019 Apr 1;11(4).
14. Saitoh M, Rodrigues dos Santos M, von Haehling S. Muscle wasting in heart failure: The role of nutrition. *Wiener Klinische Wochenschrift*. 2016 Dec 1;128:455–65.
15. Thibault R, Pichard C. The evaluation of body composition: a useful tool for clinical practice. *Annals of nutrition & metabolism*. 2012 Mar;60(1):6–16.
16. Buffa R, Floris GU, Putzu PF, Marini E. Body composition variations in ageing. *Collegium antropologicum*. 2011;35.
17. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2011;12(4):249–56.
18. Dawson-Hughes B, Bischoff-Ferrari HA. Defining Sarcopenia. *Nutritional Influences on Bone Health*. 2016;13–20.
19. Siparsky PN, Kirkendall DT, Garrett WE. Muscle changes in aging: understanding sarcopenia. *Sports health*. 2014 Jan;6(1):36–40.
20. Kim TN, Choi KM. Sarcopenia: Definition, Epidemiology, and Pathophysiology. *Journal of Bone Metabolism*. 2013;20(1):1.
21. Rathmacher JA, Pitchford LM, Khoo P, Angus H, Lang J, Lowry K, et al. Long-term Effects of Calcium  $\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -Methylbutyrate and Vitamin D3 Supplementation on Muscular Function in Older Adults With and Without Resistance Training: A

- Randomized, Double-blind, Controlled Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2020 Nov 1;75(11):2089.
22. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2009 Jul;41(7):1510–30.
  23. Deer RR, Dickinson JM, Fisher SR, Ju H, Volpi E. Identifying effective and feasible interventions to accelerate functional recovery from hospitalization in older adults: A randomized controlled pilot trial. *Contemporary clinical trials*. 2016 Jul 1;49:6–14.
  24. Duan-Porter W, Vo TN, Ullman K, Langsetmo L, Strotmeyer ES, Taylor BC, et al. Hospitalization-Associated Change in Gait Speed and Risk of Functional Limitations for Older Adults. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2019 Oct 1;74(10):1657–63.
  25. Creditor MC. Hazards of hospitalization of the elderly. *Annals of internal medicine*. 1993;118(3):219–23.
  26. Kortebein P, Ferrando A, Lombeida J, Wolfe R, Evans WJ. Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. *JAMA*. 2007 Apr 25;297(16):1772–4.
  27. Gill TM, Allore H, Guo Z. The deleterious effects of bed rest among community-living older persons. *The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2004;59(7):755–61.
  28. Jaitovich A, Khan MMHS, Itty R, Chieng HC, Dumas CL, Nadendla P, et al. ICU Admission Muscle and Fat Mass, Survival, and Disability at Discharge: A Prospective Cohort Study. *Chest*. 2019 Feb 1;155(2):322–30.
  29. Moisey LL, Mourtzakis M, Cotton BA, Premji T, Heyland DK, Wade CE, et al. Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients. *Critical care (London, England)*. 2013 Sep 19;17(5).
  30. Ha L, Hauge T. Body composition in older acute stroke patients after treatment with individualized, nutritional supplementation while in hospital. *BMC Geriatrics*. 2010;10:75.

31. Tsaousi G, Panidis S, Stavrou G, Tsouskas J, Panagiotou D, Kotzampassi K. Prognostic indices of poor nutritional status and their impact on prolonged hospital stay in a Greek university hospital. *BioMed research international*. 2014;2014.
32. Orlandoni P, Venturini C, Jukic Peladic N, Costantini A, di Rosa M, Cola C, et al. Malnutrition upon Hospital Admission in Geriatric Patients: Why Assess It? *Frontiers in nutrition*. 2017 Oct 30;4.
33. Suárez-Llanos JP, Benítez-Brito N, Vallejo-Torres L, Delgado-Brito I, Rosat-Rodrigo A, Hernández-Carballo C, et al. Clinical and cost-effectiveness analysis of early detection of patients at nutrition risk during their hospital stay through the new screening method CIPA: a study protocol. *BMC health services research*. 2017 Apr 20;17(1).
34. Dávalos-Yerovi V, Marco E, Sánchez-Rodríguez D, Duran X, Meza-Valderrama D, Rodríguez DA, et al. Malnutrition According to GLIM Criteria Is Associated with Mortality and Hospitalizations in Rehabilitation Patients with Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Nutrients*. 2021 Feb 1;13(2):1–11.
35. Sharma Y, Thompson C, Kaambwa B, Shahi R, Miller M. Validity of the Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) in Australian hospitalized acutely unwell elderly patients. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*. 2017;26(6):994–1000.
36. Deer RR, Akhverdiyeva L, Kuo YF, Volpi E. Developing a screening tool for sarcopenia in hospitalized geriatric patients: Estimation of appendicular skeletal muscle mass using bioelectrical impedance. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2020 Jul 1;39(7):2233–7.
37. Yang M, Liu Y, Zuo Y, Tang H. Sarcopenia for predicting falls and hospitalization in community-dwelling older adults: EWGSOP versus EWGSOP2. *Scientific reports*. 2019 Dec 1;9(1).
38. Muscaritoli M, Anker SD, Argilés J, Aversa Z, Bauer JM, Biolo G, et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) “cachexia-anorexia in chronic wasting diseases” and “nutrition in geriatrics.” *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2010 Apr;29(2):154–9.
39. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and ageing*. 2019 Jan 1;48(1):16–31.

40. Gariballa S, Alessa A. Sarcopenia: prevalence and prognostic significance in hospitalized patients. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2013 Oct;32(5):772–6.
41. Sousa AS, Guerra RS, Fonseca I, Pichel F, Amaral TF. Sarcopenia among hospitalized patients - A cross-sectional study. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2015 Dec 1;34(6):1239–44.
42. Bahat G, Ozkok S, Kilic C, Karan MA. SARC-F Questionnaire Detects Frailty in Older Adults. *The journal of nutrition, health & aging*. 2021 Apr 1;25(4):448–53.
43. Kalinkovich A, Livshits G. Sarcopenic obesity or obese sarcopenia: A cross talk between age-associated adipose tissue and skeletal muscle inflammation as a main mechanism of the pathogenesis. *Ageing research reviews*. 2017 May 1;35:200–21.
44. Tsaousi G, Kokkota S, Papakostas P, Stavrou G, Doumaki E, Kotzampassi K. Body composition analysis for discrimination of prolonged hospital stay in colorectal cancer surgery patients. *European journal of cancer care*. 2017 Nov 1;26(6).
45. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2011;12(4):249–56.
46. Andreoli A, Garaci F, Cafarelli FP, Guglielmi G. Body composition in clinical practice. *European journal of radiology*. 2016 Aug 1;85(8):1461–8.
47. Mazzocchi G. Body composition: Where and when. *European journal of radiology*. 2016 Aug 1;85(8):1456–60.
48. Fosbøl MO, Zerahn B. Contemporary methods of body composition measurement. *Clinical physiology and functional imaging*. 2015 Mar 1;35(2):81–97.
49. Gort-Van Dijk D, Weerink LBM, Milovanovic M, Haveman JW, Hemmer PHJ, Dijkstra G, et al. Bioelectrical Impedance Analysis and Mid-Upper Arm Muscle Circumference Can Be Used to Detect Low Muscle Mass in Clinical Practice. *Nutrients*. 2021 Jul 1;13(7).
50. Kyle UG, Pirlich M, Lochs H, Schuetz T, Pichard C. Increased length of hospital stay in underweight and overweight patients at hospital admission: a controlled population study. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2005 Feb;24(1):133–42.

51. Veríssimo MT. *Geriatrics Fundamental Saber e Praticar*. Lidel. Lidel; 2014. 75–90.
52. Sanz-Paris A, González-Fernandez M, Hueso-Del Río LE, Ferrer-Lahuerta E, Monge-Vazquez A, Losfablos-Callau F, et al. Muscle Thickness and Echogenicity Measured by Ultrasound Could Detect Local Sarcopenia and Malnutrition in Older Patients Hospitalized for Hip Fracture. *Nutrients*. 2021 Jul 1;13(7).
53. Gaszynska E, Godala M, Szatko F, Gaszynski T. Masseter muscle tension, chewing ability, and selected parameters of physical fitness in elderly care home residents in Lodz, Poland. *Clinical interventions in aging* . 2014 Jul 22;9:1197–203.
54. Murakami M, Hirano H, Watanabe Y, Sakai K, Kim H, Katakura A. Relationship between chewing ability and sarcopenia in Japanese community-dwelling older adults. *Geriatrics & gerontology international*. 2015 Aug 1;15(8):1007–12.
55. Umeki K, Watanabe Y, Hirano H, Eda Hiro A, Ohara Y, Yoshida H, et al. The relationship between masseter muscle thickness and appendicular skeletal muscle mass in Japanese community-dwelling elders: A cross-sectional study. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2018 Sep 1;78:18–22.
56. Scott JM, Martin DS, Ploutz-Snyder R, Matz T, Caine T, Downs M, et al. Panoramic ultrasound: a novel and valid tool for monitoring change in muscle mass. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*. 2017 Jun 1;8(3):475–81.
57. Nijholt W, Scafoglieri A, Jager-Wittenaar H, Hobbelen JSM, van der Schans CP. The reliability and validity of ultrasound to quantify muscles in older adults: a systematic review. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*. 2017 Oct 1;8(5):702–12
58. Lee YH, Lee JD, Kang DR, Hong J, Lee J myeong. Bioelectrical impedance analysis values as markers to predict severity in critically ill patients. *Journal of critical care*. 2017 Aug 1;40:103–7.
59. Stapel SN, Looijaard WGPM, Dekker IM, Girbes ARJ, Weijs PJM, Oudemans-Van Straaten HM. Bioelectrical impedance analysis-derived phase angle at admission as a predictor of 90-day mortality in intensive care patients. *European journal of clinical nutrition*. 2018 Jul 1;72(7):1019–25.

60. Basile C, Della-Morte D, Cacciatore F, Gargiulo G, Galizia G, Roselli M, et al. Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. *Experimental gerontology*. 2014;58:43–6.
61. Ward LC. Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. *European journal of clinical nutrition*. 2019 Feb 1;73(2):194–9.
62. Andreoli A, Garaci F, Cafarelli FP, Guglielmi G. Body composition in clinical practice. *European journal of radiology*. 2016 Aug 1;85(8):1461–8.
63. Borga M, West J, Bell JD, Harvey NC, Romu T, Heymsfield SB, et al. Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *Journal of investigative medicine : the official publication of the American Federation for Clinical Research*. 2018;66(5):887–95.
64. Kilic MK, Kizilarlanoglu MC, Arik G, Bolayir B, Kara O, Dogan Varan H, et al. Association of Bioelectrical Impedance Analysis-Derived Phase Angle and Sarcopenia in Older Adults. *Nutrition in clinical practice : official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*. 2017 Feb 1;32(1):103–9.
65. Stahn A, Terblanche E, Gunga H-C. *Handbook of Anthropometry: physical measures of human form in health and disease*. Vol. 1. Springer New York Dordrecht Heidelberg London; 2012. 49–90.
66. Fosbøl MO, Zerahn B. Contemporary methods of body composition measurement. *Clinical physiology and functional imaging*. 2015 Mar 1;35(2):81–97.
67. Raimann JG, Zhu F, Wang J, Thijssen S, Kuhlmann MK, Kotanko P, et al. Comparison of fluid volume estimates in chronic hemodialysis patients by bioimpedance, direct isotopic, and dilution methods. *Kidney international*. 2014;85(4):898–908.
68. Zopfs D, Theurich S, Große Hokamp N, Knuever J, Gerecht L, Borggreffe J, et al. Single-slice CT measurements allow for accurate assessment of sarcopenia and body composition. *European radiology*. 2020 Mar 1;30(3):1701–8.
69. Tan BHL, Birdsell LA, Martin L, Baracos VE, Fearon KCH. Sarcopenia in an overweight or obese patient is an adverse prognostic factor in pancreatic cancer. *Clinical cancer*

research : an official journal of the American Association for Cancer Research. 2009 Nov 15;15(22):6973–9.

70. Mourtzakis M, Prado CMM, Lieffers JR, Reiman T, McCargar LJ, Baracos VE. A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 2008 Oct;33(5):997–1006.
71. Looijaard WGPM, Stapel SN, Dekker IM, Rusticus H, Remmelzwaal S, Girbes ARJ, et al. Identifying critically ill patients with low muscle mass: Agreement between bioelectrical impedance analysis and computed tomography. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2020 Jun 1;39(6):1809–17.
72. Looijaard WGPM, Dekker IM, Stapel SN, Girbes ARJ, Twisk JWR, Oudemans-van Straaten HM, et al. Skeletal muscle quality as assessed by CT-derived skeletal muscle density is associated with 6-month mortality in mechanically ventilated critically ill patients. *Critical care (London, England)*. 2016 Dec 1;20(1).
73. Prado CM, Lieffers JR, McCargar LJ, Reiman T, Sawyer MB, Martin L, et al. Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study. *The Lancet Oncology*. 2008 Jul;9(7):629–35.
74. Walowski CO, Braun W, Maisch MJ, Jensen B, Peine S, Norman K, et al. Reference Values for Skeletal Muscle Mass - Current Concepts and Methodological Considerations. *Nutrients*. 2020 Mar 1;12(3):1–36.
75. Schweitzer L, Geisler C, Pourhassan M, Braun W, Glüer CC, Bosy-Westphal A, et al. What is the best reference site for a single MRI slice to assess whole-body skeletal muscle and adipose tissue volumes in healthy adults? *The American journal of clinical nutrition*. 2015 Jul 1;102(1):58–65.
76. So JL, Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Relation between whole-body and regional measures of human skeletal muscle. *The American journal of clinical nutrition*. 2004;80(5):1215–21.

77. Messina C, Albano D, Gitto S, Tofanelli L, Bazzocchi A, Ulivieri FM, et al. Body composition with dual energy X-ray absorptiometry: from basics to new tools. *Quantitative imaging in medicine and surgery*. 2020 Aug 1;10(8):1687–98.
78. Damilakis J, Adams JE, Guglielmi G, Link TM. Radiation exposure in X-ray-based imaging techniques used in osteoporosis. *European radiology*. 2010 Nov;20(11):2707–14.
79. Guglielmi G, Ponti F, Agostini M, Amadori M, Battista G, Bazzocchi A. The role of DXA in sarcopenia. *Aging clinical and experimental research*. 2016 Dec 1;28(6):1047–60.
80. Chen Z, Wang ZM, Lohman T, Heymsfield SB, Outwater E, Nicholas JS, et al. Dual-energy X-ray absorptiometry is a valid tool for assessing skeletal muscle mass in older women. *The Journal of nutrition*. 2007;137(12):2775–80.
81. Bredella MA, Ghomi RH, Thomas BJ, Torriani M, Brick DJ, Gerweck A v., et al. Comparison of DXA and CT in the assessment of body composition in premenopausal women with obesity and anorexia nervosa. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2010 Nov;18(11):2227–33.
82. Messina C, Monaco CG, Ulivieri FM, Sardanelli F, Sconfienza LM. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition in patients with secondary osteoporosis. *European journal of radiology*. 2016 Aug 1;85(8):1493–8.
83. Nana A, Slater GJ, Hopkins WG, Burke LM. Effects of daily activities on dual-energy X-ray absorptiometry measurements of body composition in active people. *Medicine and science in sports and exercise*. 2012 Jan;44(1):180–9.