

L'ÉVALUATION DE LA MASSE ET DE LA FORCE MUSCULAIRES EN PRATIQUE CLINIQUE

Fanny Buckinx¹, Stéphane Baudry², Ivan, Bautmans³, Charlotte Beudart¹, Jean-Louis Croisier⁴, Evelien Gielen⁵, Jean-François Kaux⁶, Stany Perkisas⁷, Aldo Scafoglieri³, Olivier Bruyère^{1,4}
On behalf of the Belgian Ageing Muscle Society (BAMS)

1. Département des Sciences de la Santé publique, centre collaborateur de l'OMS pour l'étude de la santé et du vieillissement de l'appareil musculo-squelettique, ULiège
2. Laboratoire de Biologie et Neurophysiologie appliquée, ULB
3. Unité de Recherche sur la fragilité et le vieillissement, ULB
4. Département des Sciences de la Motricité, ULiège
5. Département de Gériatrie et de Gérontologie, UCLouvain
6. Département de Médecine physique et Réadaptation fonctionnelle, CHU de Liège
7. Centre universitaire de Gériatrie d'Anvers



Différents matériels de mesure sont disponibles pour évaluer la masse et la force musculaires dans un contexte de recherche scientifique. Les mesures qu'ils donnent sont généralement fiables et reproductibles, mais certains de ces instruments sont difficilement utilisables dans la pratique clinique quotidienne à cause de leur coût, de leur disponibilité et du personnel spécialisé que leur usage nécessite. Fort heureusement, d'autres outils sont disponibles pour la pratique clinique quotidienne, mais les recommandations pour l'utilisation de ces outils sont éparées. Cet article a pour objectif de synthétiser les connaissances autour des outils de mesure de la masse et de la force musculaires les plus utilisés en pratique clinique, afin d'aider le clinicien à choisir, parmi ceux-ci, le plus approprié à sa pratique quotidienne.

INTRODUCTION

La capacité d'accomplir les actes de la vie quotidienne dépend, en grande partie, de la fonction musculaire (1). Son évaluation est donc essentielle dans le suivi thérapeutique et la rééducation motrice du patient. L'évaluation de la masse et de la force musculaires est également souvent reprise dans les études épidémiologiques ou essais cliniques pour suivre, par exemple, l'évolution naturelle du patient au cours du temps ou des changements suite à une intervention. Par ailleurs, selon une méta-analyse publiée en 2017, la sarcopénie (c'est-à-dire la diminution de la masse, de la force et de la fonction musculaires) est associée de manière statistiquement significative à la mortalité, au déclin fonctionnel et à la survenue des chutes et des hospitalisations (2). Son évaluation est donc importante en santé publique pour identifier les sujets à risque et adapter leur prise en charge.

Un grand nombre d'instruments sont disponibles pour évaluer la masse et la force musculaires (3), mais certains d'entre eux ne sont pas disponibles dans les milieux de pratique clinique quotidienne et requièrent du personnel hautement qualifié. Ils présentent de plus un coût relativement élevé ou émettent d'importantes radiations limitant leur utilisation régulière. C'est le cas, par exemple, de la tomодensitométrie (TDM) et de l'imagerie par résonance magnétique (IRM), qui sont actuellement les moyens les plus précis pour mesurer la masse musculaire. Pour ces différentes raisons, certains de ces outils sont essentiellement utilisés en recherche clinique. Des instruments plus accessibles sont disponibles pour la pratique quotidienne, mais leur fiabilité et leur reproductibilité ne sont pas toujours satisfaisantes (3), et peu d'informations sont actuellement disponibles sur les avantages et les inconvénients de ces outils.

Afin d'identifier les techniques les plus couramment utilisées dans la pratique clinique pour l'évaluation de la masse et de la force musculaires, une enquête a récemment été menée auprès de 255 cliniciens par les sociétés scientifiques ESCEO (*European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis*) et EUGMS (*European Union Geriatric Medicine Society*). Cette enquête a révélé que de nombreux outils sont utilisés pour évaluer la fonction musculaire des patients âgés (1). Pour évaluer la masse musculaire, les cliniciens ont déclaré avoir recours principalement aux mesures anthropométriques, à l'absorptiométrie radiologique à double énergie et à l'impédance bioélectrique. Elle a aussi montré que l'évaluation de la force musculaire est principalement

réalisée par l'intermédiaire de la force de préhension, mesurée à l'aide d'un dynamomètre portable (principalement un dynamomètre de type Jamar) (1). La dynamométrie isocinétique, bien que moins utilisée en pratique clinique selon l'enquête, est cependant largement reconnue comme étant le *gold standard* de l'évaluation de la force musculaire (4). Cette technique est largement utilisée en médecine physique, mais sa disponibilité est limitée dans certains milieux.

L'objectif de cet article est de synthétiser les différentes méthodes d'évaluation de la masse et de la force musculaires les plus performantes et les plus utilisées en pratique clinique, afin d'aider le clinicien à choisir, parmi celles-ci, la plus appropriée à son quotidien.

ÉVALUATION DE LA MASSE MUSCULAIRE

À l'heure actuelle, en plus des mesures anthropométriques, deux techniques sont principalement utilisées pour estimer la masse musculaire en pratique clinique quotidienne. Il s'agit de l'impédance bioélectrique (*Bioelectrical Impedance Analysis* – BIA) et de l'absorptiométrie radiologique à double énergie (*Dual Energy X-ray Absorptiometry* – DEXA). Ces dernières ont fait l'objet d'une revue critique de la littérature par la société scientifique ESCEO que nous tentons de résumer ci-dessous (Buckinx et al., in press) (**Tableau 1**).

Il est important de noter que la BIA et la DEXA mesurent la masse maigre (au niveau moléculaire ou cellulaire). Ceci correspond à l'ensemble de la masse musculaire, de la masse de la peau, de la masse viscérale (structures neurovasculaires dans les membres) et de la masse des tissus connectifs au niveau tissulaire mesuré par la TDM ou l'IRM. Ceci explique la surestimation de la masse musculaire et la sous-estimation de la masse grasseuse par BIA ou DEXA.

MESURES ANTHROPOMÉTRIQUES

La masse musculaire peut être appréciée par mesures anthropométriques. En plus de la mesure de l'Indice de Masse Corporelle (IMC), qui correspond au poids divisé par le carré de la taille, une revue systématique récente a dévoilé que certaines études évaluent le volume de muscle régional ou du membre au moyen d'un mètre ruban (mesure périmétrique) alors que d'autres évaluent l'épaisseur des plis cutanés (5). La mesure périmétrique apprécie le volume musculaire de manière grossière car elle englobe les tissus cutanés, gras et osseux. Généralement, ce sont les circonférences du bras et du mollet qui sont

De façon générale, la reproductibilité de l'IMC est meilleure que celle des circonférences et des mesures de plis cutanés.

Tableau 1: Synthèse des méthodes d'évaluation de la masse musculaire.

Méthodes d'évaluation	Avantages	Inconvénients
Mesures anthropométriques	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicité - Absence de coût 	<ul style="list-style-type: none"> - Manque de précision - Manque de reproductibilité
BIA	<ul style="list-style-type: none"> - Simplicité - Coût modéré par rapport à la DEXA - Non invasif - Portable - Mesure précisément la réactance et la résistance - Ne nécessite pas de personnel hautement qualifié 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesure sensible aux conditions du sujet (hydratation, activité physique récente,...) - Erreur de prédiction individuelle - Nécessité d'équations de prédiction spécifiques pour l'âge, le sexe et l'ethnicité pour estimer la masse musculaire - Pas d'équation de prédiction pour les sujets aux IMC extrêmes - Plusieurs appareils aboutissent à des résultats différents
DEXA	<ul style="list-style-type: none"> - Non invasif et faibles radiations - Coût modéré (par rapport à la TDM et à l'IRM) - Rapide - Précis - Permet l'obtention de mesures sur l'ensemble du corps ou sur des segments de celui-ci 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de distinction entre les muscles - Non portable - Disponibilité limitée dans certains milieux - Influence du statut hydrique des sujets testés sur les mesures - Difficulté d'évaluer les sujets obèses - Impossible de quantifier l'infiltration graisseuse du muscle (c'est un biais dans le diagnostic de l'obésité sarcopénique) - Plusieurs appareils et plusieurs logiciels aboutissent à des résultats différents

mesurées car elles sont associées au risque de mortalité chez les personnes âgées (6). La mesure des plis cutanés s'effectue avec un compas spécial (compas de plis type Harpenden) qui exerce une pression standardisée (10g/mm²) quelle que soit l'épaisseur de la peau pincée. Quatre plis cutanés sont fréquemment mesurés: pli cutané tricipital (à mi-hauteur du bras au niveau de la voussure du triceps), pli cutané bicipital (à mi-hauteur du bras au niveau de la voussure du biceps), pli cutané sous-scapulaire (1cm sous l'angle inférieur de l'omoplate) et pli cutané supra-iliaque (1cm au-dessus de la crête iliaque) (**Figure 1**). À partir de la somme de ces 4 plis cutanés, il est possible de déterminer la masse grasse et la masse maigre du sujet en tenant compte de l'âge et du sexe. En effet, une relation linéaire positive a été montrée entre le logarithme de la somme de ces 4 plis cutanés et la densité corporelle. Connaissant la densité corporelle, la masse grasse est calculée par une équation [par exemple, l'équation de Siri: masse grasse (%) = 100 (4,95/densité - 4,50)]. La masse non grasse est obtenue par différence avec le poids (masse non grasse = poids - masse grasse). Pour améliorer la précision de l'estimation de la composition corporelle, plusieurs variables anthropométriques peuvent être combinées pour développer des équations de prédiction (7).

La mesure anthropométrique a pour avantage sa simplicité de mise en œuvre et son absence de coût. Elle peut,

par conséquent, être appliquée dans des larges études épidémiologiques pour évaluer les changements de composition corporelle à l'échelle de la population, mais également en pratique clinique lorsque l'accès aux technologies est limité (7). De façon générale, la reproductibilité de l'IMC est meilleure que celle des circonférences et des mesures de plis cutanés (7). L'utilisation d'équations de prédictions peut amener des erreurs de mesure inter-observateurs de la composition corporelle de l'ordre de 3 à 24% (8). La standardisation des prises de mesures anthropométriques est donc indispensable pour améliorer la précision des mesures et réduire les différences inter-individuelles. L'*International Society for the Advancement of Kinanthropometry* a proposé des standards internationaux pour ces mesures anthropométriques en 2001 (9).

L'IMPÉDANCE BIOÉLECTRIQUE

La BIA se base sur les différences de conductivité des différents tissus pour quantifier les compartiments du corps. En effet, les tissus riches en eau et en électrolytes (par exemple, les muscles squelettiques) sont moins résistants au passage d'un courant électrique que les tissus riches en lipides (par exemple, les os). Les systèmes de BIA mesurent ainsi les valeurs d'impédance, de résistance et de réactance pour les utiliser dans des équations de prédiction de la composition corporelle, qui sont propres à l'appareil utilisé (10).

Il s'agit d'une méthode non invasive relativement bon marché, ne nécessitant pas de personnel spécialisé et simple d'utilisation en pratique clinique, aussi bien pour les patients en ambulatoire (l'appareil est portable) que pour les patients hospitalisés. Elle permet l'obtention de mesures fiables de la composition corporelle, avec une variabilité minimale intra- et inter-observateurs, dépendant de l'appareil (11). Les résultats sont disponibles immédiatement et reproductibles avec moins de 1% d'erreur sur les mesures répétées (12). Bien que la validité de cette méthode soit parfois contestée, de par sa tendance à surestimer la masse musculaire et à sous-estimer la masse grasseuse, il est possible d'utiliser des équations de prédiction pour obtenir des mesures de composition corporelle proches de celles obtenues avec la DEXA (voir ci-dessous) (13). La BIA a été validée pour les sujets âgés, pour les jeunes adultes, pour les enfants et pour les adolescents ainsi que pour les sportifs. Il faut néanmoins avoir à l'esprit qu'il existe de grandes différences en fonction des appareils utilisés et que certains n'ont pas fait l'objet d'une validation scientifique. Il semble donc important de préconiser l'utilisation d'appareils de BIA validés notamment par des publications de qualité dans la littérature scientifique. Par ailleurs, la validité de la BIA n'a pas été établie dans les populations malades.

De nombreux facteurs influencent la fiabilité de la mesure de composition corporelle: les facteurs liés aux instruments (variabilité intra- et inter-instrumentale, qualité des électrodes, positionnement des électrodes), les facteurs liés aux investigateurs (variabilité intra- et inter-opérateurs), les facteurs liés au patient (position des sujets testés, vessie remplie ou vide, température corporelle, conductibilité cutanée, âge, ethnicité,...) et ceux liés à l'environnement (température ambiante). Une standardisation de la mesure est donc indispensable pour limiter au maximum l'effet de ces facteurs.

L'ABSORPTION RADIOLOGIQUE À DOUBLE ÉNERGIE

La DEXA utilise 2 spectres d'énergies différents pour produire une estimation de la masse maigre, de la masse osseuse et de la masse grasseuse. Le principe de la DEXA est que lorsqu'un faisceau de rayons X traverse un matériau, il est atténué proportionnellement à la composition et à l'épaisseur du matériau (14).

Une calibration de l'appareil au moyen d'un fantôme de la colonne vertébrale est nécessaire préalablement à l'examen et la personne doit être placée en décubitus dorsal lors de l'évaluation de la composition corporelle, qui dure environ 5 minutes.

En raison de son coût modéré, de sa faible exposition aux radiations par rapport à la TDM, de sa facilité d'utilisation

et de la quantité d'informations fournies, la DEXA est aujourd'hui la technique la plus utilisée en recherche et en clinique pour l'évaluation de la composition corporelle (1). Sa reproductibilité est bonne, pour des mesures répétées au moyen du même scanner (15).

La précision des mesures obtenues par DEXA est reconnue pour des personnes d'âges différents et ayant des états de santé différents (16). Contrairement à la TDM, la DEXA ne permet pas de mesurer la distribution des masses graisseuses, comme la graisse intra-musculaire, or celle-ci semble jouer un rôle important dans certaines pathologies comme la sarcopénie. Une autre limite de cet appareil est qu'il ne permet pas d'évaluer de façon directe les sujets ayant un IMC > 50 kg/m², même si un scanning de la moitié du corps est une alternative chez les sujets obèses. De plus, bien que modéré par rapport à d'autres instruments, son coût est un frein pour l'équipement de petits cabinets, et sa nature non portable limite son utilisation dans certains milieux (17).

ÉVALUATION DE LA FORCE MUSCULAIRE

Il est nécessaire de disposer d'outils objectifs, fiables et sensibles pour mesurer la force musculaire dans différentes populations (notamment en réanimation, en gériatrie, en pédiatrie, chez les sportifs) afin de dépister et quantifier une faiblesse, dans le but d'adapter les exercices physiques aux capacités des patients et d'évaluer les effets des traitements (18). Sur base des recommandations élaborées récemment par le groupe de travail ESCEO sur la sarcopénie (16), ce chapitre a pour but de décrire et de discuter les différentes modalités de mesure de la force musculaire. Le testing manuel ou quantifié, réalisé à l'aide de dynamomètres portables, ainsi que les mesures réalisées à l'aide d'appareils d'isocinétisme sont décrits, et un bilan des avantages et des inconvénients est dressé (**Tableau 2**).

LE TESTING MUSCULAIRE MANUEL

Cette méthode consiste en l'évaluation de la force que développe le sujet lors de l'exécution d'un mouvement contre une résistance produite manuellement par l'examineur. Celui-ci évalue le niveau de résistance qu'il doit produire pour s'opposer au mouvement du sujet et cote le résultat évalué sur une échelle. Les échelles utilisées diffèrent selon les équipes, les écoles et les pays. Le testing manuel peut être fonctionnel (fonction) ou analytique (muscle) (19). L'échelle proposée par Lovett comporte 6 stades progressifs (le stade 0 correspond à l'absence de toute contraction musculaire ou palpable alors que le stade 5 correspond à la contraction maximale normale) (20). La cotation, bien adaptée aux déficits neurologiques importants, devient insuffisante dès que la force musculaire s'approche de la normalité.

Tableau 2: Synthèse des méthodes d'évaluation de la force musculaire.

Méthodes d'évaluation	Avantages	Inconvénients
Testing musculaire manuel	- Simple - Fiable et valide	- Nécessite la collaboration des patients - Ne convient pas pour évaluer des patients ayant des troubles cognitifs - Dépend des compétences de l'examineur - Caractère subjectif
Force de préhension	- Simple - Rapide	- Pas le reflet de la force globale du corps
Force isométrique mesurée à l'aide d'un dynamomètre portable	- Simple - Peu onéreux (par rapport à l'isocinétisme) - Portable	- Dépend des compétences de l'examineur - Différents dynamomètres aboutissent à des résultats différents - Manque de spécificité de la mesure
Isocinétisme	- Précis et spécifique - Reflet de la réalité physiologique du mouvement	- Onéreux - Non portable

En raison de sa simplicité, cette méthode est couramment utilisée en clinique. En effet, aucun appareil n'est nécessaire. Une revue systématique de la littérature récente conclut que le testing musculaire manuel est une méthode fiable et valide (21), et peut, par conséquent, convenir pour le suivi de patients. Cependant, cette méthode est trop imprécise et subjective pour être utilisée comme outil diagnostique. En effet, le testing musculaire nécessite un état d'éveil suffisant, une compréhension des ordres simples et une bonne collaboration des patients (22). D'autres facteurs comme la position du patient lors du test, le manque d'expérience de l'examineur, la présence d'un œdème, d'une fracture ou d'une douleur dans les membres, ainsi que l'administration d'une sédation peuvent entraver la faisabilité, la sensibilité et la fiabilité de ses examens (23). Une autre limite de cette évaluation est son caractère subjectif, rendant difficiles la comparaison à des normes et l'étude des effets d'un traitement. Finalement, la méthode n'apprécie pas un éventuel déséquilibre entre groupes d'actions antagonistes.

LE TESTING MUSCULAIRE QUANTIFIÉ

Cette méthode consiste à mesurer les niveaux de force maximale volontaire isométrique de groupes musculaires déterminés lors des contractions réalisées à position(s) angulaire(s) constante(s) contre résistance. Le résultat est spécifique à la position angulaire fixée et traduit l'aptitude du groupe musculaire donné à produire une force lors d'une

contraction isométrique (sans variation de la longueur musculaire globale); il s'agit donc d'une mesure de la force statique (par opposition à dynamique) du muscle (19).

Force de préhension

La force de préhension est la méthode la plus largement utilisée pour mesurer la force musculaire. Une enquête récente indique que les cliniciens, aussi bien dans les domaines de la gériatrie que de la rhumatologie, préfèrent utiliser la force de préhension par rapport à la force isocinétique ou aux appareils de musculation classiques (par exemple, *chest press*) (1). La force de préhension est également importante en tant que mesure de la santé générale et est souvent utilisée comme reflet de la fonction motrice normale chez les enfants (24). Chez les sujets adultes, l'évaluation de la force de préhension est utile

pour évaluer, par exemple, la récupération après une blessure du membre supérieur ou en tant qu'indice fonctionnel de l'état nutritionnel (25). De façon générale, il existe une bonne corrélation entre la force de préhension et la force des membres inférieurs (26). La mesure est facile à effectuer, bon marché et ne requiert pas de personnel spécialisé entraîné. Le dynamomètre Jamar, ou tout autre dynamomètre hydraulique similaire, est considéré comme l'outil de référence pour évaluer la force de préhension. Cependant, il ne convient pas à tous les sujets, par exemple à ceux présentant une arthrose digitale sévère (27). Dans ce cas particulier, un dynamomètre pneumatique, tel que

La précision des mesures obtenues par DEXA est reconnue pour des personnes d'âges différents et ayant des états de santé différents.

le vigorimètre de Martin, peut être une alternative intéressante. Ce vigorimètre se présente sous la forme d'une poire souple, disponible en trois tailles, qui facilitera la mesure de la force de préhension dans ces cas particuliers. Une équipe anglaise a développé un protocole pour standardiser la mesure de force de préhension et rendre les études comparables entre elles. Ces conditions standard sont définies comme suit: position assise du sujet dans un siège standard avec les avant-bras reposant sur les bras de la chaise et les coudes fléchis à 90°; 6 mesures de force musculaire doivent être réalisées: 3 de chaque côté; le sujet doit être encouragé à serrer le dynamomètre le plus fort possible durant 3 à 5 secondes pour chacune des mesures; le meilleur des 6 résultats est rapporté comme résultat final (28).

Une limitation de la force de préhension est qu'elle n'est pas nécessairement le reflet de la force globale du corps (29). Une autre limitation réside dans l'évaluation d'une force isométrique qui ne correspond pas à une approche écologique de la production de force. En effet, la force de préhension est une mesure de force statique, or la plupart des activités quotidiennes requièrent des contractions dynamiques permettant notamment le mouvement.

Force isométrique évaluée par un dynamomètre portable «hand-held»

L'évaluation de la fonction musculaire exige souvent une mesure de la force musculaire maximale. Un dynamomètre portable pourrait donc avoir un intérêt potentiel pour la pratique clinique, notamment en dehors des centres médicaux, s'il était simple d'utilisation, fiable et reproductible. Un dynamomètre portable peut être directement posé sur une zone spécifique du corps dans n'importe quelle position et ainsi évaluer l'ensemble des muscles. Cependant, il a aussi des limites dans sa position de mesure, en fonction de l'angle articulaire, du site de mesure, du type de mesure, du type de contraction musculaire et de la vitesse du mouvement. Une standardisation de la mesure est donc nécessaire, et un protocole a été proposé par Buckinx récemment (30). De plus, des biais dans l'évaluation, tels que la compétence et la force des évaluateurs, peuvent affecter les résultats du test (31). En 2011, Stark et son équipe ont synthétisé les résultats des études de validation de dynamomètres portables disponibles dans la littérature scientifique (4). Selon les auteurs, la reproductibilité des dynamomètres portables varie de «modérée» à «bonne». D'autres dynamomètres portables sont parfois utilisés sans avoir fait l'objet d'une quelconque validation. Il est donc préconisé d'employer des outils ayant été validés dans des études scientifiques de qualité.

Pour l'évaluation de la masse et de la force musculaires dans la pratique quotidienne, il paraît primordial d'utiliser des tests d'évaluation validés, supportés par des études scientifiques de qualité.

La mesure de la force isométrique autorise l'établissement de différences bilatérales et d'un ratio agonistes/antagonistes. Cette technique présente cependant une spécificité médiocre pour l'évaluation de muscles dont le mode de contraction reste surtout dynamique. Elle fournit une définition ponctuelle et restrictive de la relation tension-longueur du muscle. Dans certains cas, le clinicien ne peut pas se contenter d'une évaluation isométrique et doit accéder au régime dynamique (force excentrique et concentrique). Il semble parfois nécessaire de différencier la force dans les différents modes de contraction pour gagner en spécificité.

ISOCINÉTISME

La force musculaire peut être précisément mesurée par la méthode isocinétique, qui propose un mouvement analytique unidirectionnel, exécuté à une vitesse angulaire constante imposée par l'expérimentateur (32). Ces caractéristiques résultent de l'intervention d'une résistance variable, asservie en permanence aux capacités d'effort du sujet. La technique isocinétique garantit une contraction musculaire maximale durant l'intégralité de l'exercice et pour chaque degré de mouvement articulaire. La force isocinétique mesurée est, par conséquent, le reflet le plus proche de la réalité physiologique d'une contraction musculaire. En effet, la force développée par un muscle varie en fonction de sa longueur (relation physiologique tension-longueur); autrement dit, le niveau de force d'un muscle varie au cours du mouvement. Cette technique est couramment utilisée chez les sportifs afin de caractériser leurs performances musculaires (33), mais également pour détecter des asymétries bilatérales entre muscles homologues ou des déséquilibres entre muscles agonistes et antagonistes (34). Il s'agit également d'une technique ayant démontré son utilité en pratique clinique, par exemple en revalidation, chez des patients orthopédiques (35). Toutefois, l'évaluation isocinétique requiert l'utilisation d'appareils de mesure sophistiqués, onéreux et non portables, ce qui limite sa faisabilité dans certains milieux.

Il convient de signaler que l'utilisation des outils présentés plus haut peut être différente selon le contexte clinique et les objectifs de mesure. Par exemple, s'il semble intéressant de recommander d'évaluer la force de préhension en pratique clinique quotidienne, l'isocinétisme présente une valeur ajoutée dans des situations cliniques plus particulières en s'adaptant aux potentialités résiduelles du patient (atrophie musculaire ou conditions biomécaniques défavorables).

CONCLUSION

Pour l'évaluation de la masse et de la force musculaires dans la pratique quotidienne, d'un point de vue de santé publique, il paraît primordial d'utiliser des tests d'évaluation validés, supportés par des études scientifiques de qualité.

Le choix de la technique dépend de plusieurs critères, tels que l'accessibilité, le coût, la spécificité, etc. Sous réserve de disponibilité de l'appareil, il semble que la DEXA soit la méthode à recommander pour les cliniciens pour mesurer la masse musculaire. Si les coûts sont pris en compte,

la BIA est une très bonne alternative à la DEXA, mais le choix de l'appareil est capital. En ce qui concerne la force musculaire, la force de préhension, mesurée à l'aide d'un dynamomètre portable (principalement un dynamomètre de type Jamar), est la méthode de choix dans un grand nombre de situations cliniques classiques, en raison de son accessibilité, à condition cependant de respecter un protocole de mesure bien standardisé. Dans les situations nécessitant l'obtention de mesures plus spécifiques et plus sensibles, comme par exemple dans certains contextes pathologiques, l'évaluation isocinétique est recommandée.

Références

1. Bruyere OBC, Reginster J-Y, Buckinx F, et al. Assessment of muscle mass, muscle strength and physical performance in clinical practice: an international survey. *European Geriatric Medicine* 2016;7(3):243-6.
2. Beaudart C, Zaaria M, Pasleau F, Reginster JY, Bruyère O. Health outcomes of sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2017;12(1):e0169548.
3. Mijnders DM, Meijers JM, Halfens RJ, et al. Validity and reliability of tools to measure muscle mass, strength, and physical performance in community-dwelling older people: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc* 2013;14(3):170-8.
4. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R* 2011;3:472-9.
5. Al-Gindan YY, Hankey CR, Leslie W, Govan L, Lean ME. Predicting muscle mass from anthropometry using magnetic resonance imaging as reference: a systematic review. *Nutr Rev* 2014;72(2):113-26.
6. Wijnhoven HA, van Bokhorst-de van der Scuren MA, Heymans MW, et al. Low mid-upper arm circumference, calf circumference, and body mass index and mortality in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2010;65(10):1107-14.
7. Scafogliari A, Clarys JP, Cattrysse E, Bautmans I. Use of anthropometry for the prediction of regional body tissue distribution in adults: benefits and limitations in clinical practice. *Aging Dis* 2014;5(6):373-93.
8. Burkhart TA, Arthurs KL, Andrews DM. Reliability of upper and lower extremity anthropometric measurements and the effect on tissue mass predictions. *J Biomech* 2008;41(7):1604-10.
9. (ISAK), I.S.f.t.A.o.K., International Standards for Anthropometric Assessment. 2001, Australia.
10. Heymsfield SB, Gonzalez MC, Lu J, Jia G, Zheng J. Skeletal muscle mass and quality: evolution of modern measurement concepts in the context of sarcopenia. *Proc Nutr Soc* 2015;74(4):355-66.
11. Diaz EO, Villar J, Immink M, Gonzales T. Bioimpedance or anthropometry? *Eur J Clin Nutr* 1989;43(2):129-37.
12. Segal KR, Burasrero S, Chun A, Coronel P, Pierson RN Jr, Wang J. Estimation of extracellular and total body water by multiple-frequency bioelectrical-impedance measurement. *Am J Clin Nutr* 1991;54(1):26-9.
13. Buckinx F, Reginster JY, Dardenne N, et al. Concordance between muscle mass assessed by bioelectrical impedance analysis and by dual energy X-ray absorptiometry: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord* 2015;16:60.
14. Blake GM, Fogelman I. Technical principles of dual energy x-ray absorptiometry. *Semin Nucl Med* 1997;27(3):210-28.
15. Lohman M, Tallroth K, Kettunen JA, Marttinen MT. Reproducibility of dual-energy x-ray absorptiometry total and regional body composition measurements using different scanning positions and definitions of regions. *Metabolism* 2009;58(11):1663-8.
16. Beaudart C, McCloskey E, Bruyère O, et al. Sarcopenia in daily practice: assessment and management. *BMC Geriatr* 2016;16(1):170.
17. Treviño-Aguirre E, Lopez-Teros T, Gutiérrez-Robledo L, Vandewoude M, Pérez-Zepeda M. Availability and use of dual energy X-ray absorptiometry (DXA) and bio-impedance analysis (BIA) for the evaluation of sarcopenia by Belgian and Latin American geriatricians. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2014;5(1):79-81.
18. Morris MG, Dawes H, Howells K, Scott OM, Cramp M. Relationships between muscle fatigue characteristics and markers of endurance performance. *J Sports Sci Med* 2008;7:431-6.
19. Hogrel JY, Ollivier G, Desnuelle C. Testing musculaire manuel et quantifié dans les maladies neuromusculaires. Comment assurer la qualité des mesures de force dans les protocoles cliniques? *Rev Neurol (Paris)* 2006;162(4):427-36.
20. J, D., Bilan musculaire. Grossiord A, Held JP. Ed. Médecine de rééducation. 1981: Flammarion Médecine.
21. Cuthbert SC, Goodheart GJ, Jr. On the reliability and validity of manual muscle testing: a literature review. *Chiropr Osteopat* 2007;15:4.
22. Stevens RD, Marshall SA, Cornblath DR, et al. A framework for diagnosing and classifying intensive care unit-acquired weakness. *Crit Care Med* 2009;37(10 Suppl):S299-308.
23. Waak K, Zaremba S, Eikermann M. Muscle strength measurement in the intensive care unit: not everything that can be counted counts. *J Crit Care* 2013;28(1):96-8.
24. Hager-Ross C, Rosblad B. Norms for grip strength in children aged 4-16 years. *Acta Paediatr* 2002;91(6):617-25.
25. Günther CM, Bürger A, Rickert M, Crispin A, Schulz CU. Grip strength in healthy caucasian adults: reference values. *J Hand Surg Am* 2008;33(4):558-65.
26. Stevens PJ, Syddall HE, Patel HP, Martin HJ, Cooper C, Alhie Sayer A. Is grip strength a good marker of physical performance among community-dwelling older people? *J Nutr Health Aging* 2012;16(9):769-74.
27. Bean JF, Klely DK, Herman S, et al. The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc* 2002;50(3):461-7.
28. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing* 2011;40(4):423-9.
29. Buckley C, Stokes M, Samuel D. Muscle strength, functional endurance, and health-related quality of life in active older female golfers. *Aging Clin Exp Res* 2017.
30. Buckinx F, Croisier JL, Reginster JY, et al. Reliability of muscle strength measures obtained with a hand-held dynamometer in an elderly population. *Clin Physiol Funct Imaging* 2017;37(3):332-40.
31. Keating JL, Matyas TA. The influence of subject and test design on dynamometric measurements of extremity muscles. *Phys Ther* 1996;76(8):866-89.
32. Croisier JL, Crielaard JM. Isokinetic exercise and sports injuries. *Rev Med Liege* 2001;56(5):360-8.
33. Amaral GM, Marinho HV, Ocarino JM, Silva PL, de Souza TR, Fonseca ST. Muscular performance characterization in athletes: a new perspective on isokinetic variables. *Braz J Phys Ther* 2014.
34. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med* 2008;36(8):1469-75.
35. Almekinders LC, Oman J. Isokinetic muscle testing: is it clinically useful? *J Am Acad Orthop Surg* 1994;2(4):221-5.