

Évaluation de la composition corporelle en réanimation : avantages et limites

Assessment of body composition in the intensive care unit patients: advantages and limitations

R. Thibault · C. Pichard

Reçu le 15 février 2011 ; accepté le 11 mai 2011
© SRLF et Springer-Verlag France 2011

Résumé Le risque de dénutrition est élevé en réanimation. Ce risque va s'accroître dans les années futures en raison du vieillissement de la population et de l'augmentation de la prévalence de l'obésité, des maladies chroniques et du cancer, situations à haut risque de perte de masse maigre (MM). L'évaluation clinicobiologique de l'état nutritionnel est insuffisante pour estimer la perte de MM. Le déficit énergétique, conduisant à la perte de MM, est corrélé au pronostic et à l'évolution clinique durant le séjour en réanimation et a des conséquences sur la fonction musculaire et la qualité de vie du patient à la sortie. L'évaluation de la composition corporelle devrait donc être intégrée à la pratique clinique dans le cadre d'une prise en charge nutritionnelle précoce et optimisée. En raison de sa simplicité, de sa reproductibilité et de son faible coût, l'impédancemétrie corporelle bioélectrique (ICB) apparaît comme la méthode de choix. L'ICB permet de calculer l'angle de phase, qui est directement associé au pronostic du patient. Étant donné la perte importante de MM durant le séjour en réanimation, les fluctuations hydriques inférieures à ± 2 kg n'empêcheraient pas d'identifier cette perte. L'ICB pourrait être utilisée comme méthode de mesure des variations hydriques. La composition corporelle peut aussi être évaluée de manière fiable par la tomodensitométrie (TDM). La mesure régulière de la MM en réanimation devrait permettre d'optimiser la prise en charge nutritionnelle et, secondairement, de réduire les complications et les coûts liés à la dénutrition, ainsi que d'amé-

liorer la qualité de vie. **Pour citer cette revue : Réanimation 20 (2011).**

Mots clés Composition corporelle · Masse maigre · Dénutrition · Impédancemétrie bioélectrique · Tomodensitométrie

Abstract The risk of undernutrition is elevated in the intensive care unit (ICU). This risk will increase during the next decades because of ageing and higher prevalence of obesity, chronic diseases, and cancer, which are associated with a high risk of fat-free mass (FFM) loss. In these situations, the clinical and biological assessment of nutritional status is not accurate to estimate FFM loss. Energy deficit, leading to FFM loss, is correlated with the prognosis and clinical outcome during the ICU stay, and impairs patient's muscle function and quality of life after ICU stay. Assessment of body composition should be implemented in the clinical practice in the setting of an early and optimized nutritional management. Because of its simplicity, reproducibility, and low cost, bioelectrical impedance (BIA) appears to be the method of choice to assess the body composition in the ICU. BIA also allows to calculate the phase angle, which is directly associated with prognosis. Given the importance of FFM loss during the ICU stay, body water variations less than ± 2 kg should not distort FFM loss identification. BIA could also be used as a method of measurement of body water variations. As recently suggested in oncology patients, body composition could be accurately evaluated by computed tomography images, which are frequently performed at the early phase of critical illness. Repeated FFM measurement could reduce undernutrition-related complications and costs as well as improve the quality of life of ICU patients. **To cite this journal: Réanimation 20 (2011).**

R. Thibault (✉)

Service d'hépatogastro-entérologie et assistance nutritionnelle,
UMR INRA 1280 PhAN, CRNH Nantes, IMAD,
CHU de Nantes, Hôtel-Dieu, 1, place Alexis-Ricordeau,
F-44093 Nantes cedex 01, France
e-mail : ronan.thibault@chu-nantes.fr

C. Pichard (✉)

Unité de nutrition, hôpitaux universitaires de Genève,
4, rue Gabrielle-Perret-Gentil, CH-1211 Genève 14, Suisse
e-mail : claude.pichard@unige.ch

Keywords Body composition · Fat-free mass · Undernutrition · Bioelectrical impedance analysis (BIA) · Computed tomography

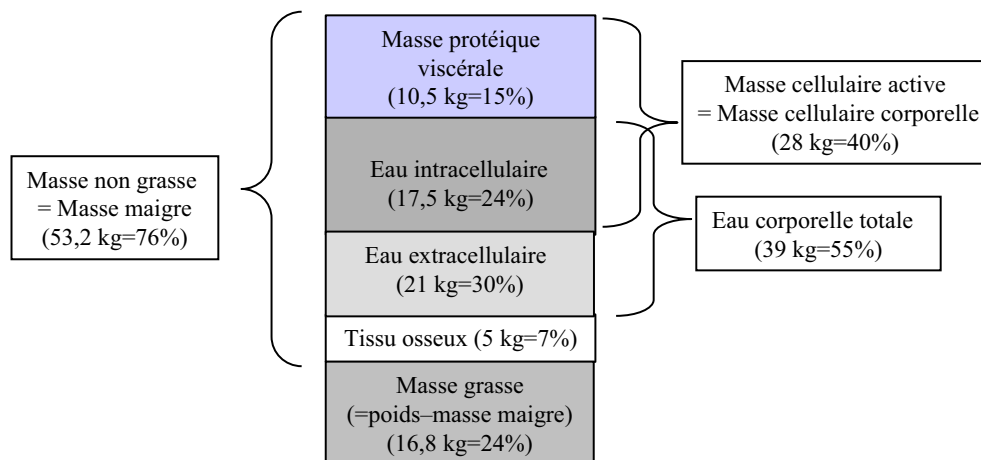


Fig. 1 Composition corporelle moyenne d'un adulte sain de 70 kg, distinguant masse maigre, eau corporelle totale, eau intracellulaire, eau extracellulaire et masse cellulaire active (d'après Kyle et al. [38])

Introduction

La dénutrition est caractérisée par une perte de masse maigre (MM) (Fig. 1). Le risque de dénutrition est élevé en réanimation [1–5], et ce risque va augmenter dans les années futures, et ce, pour deux raisons principales : d'une part, les améliorations technologiques et thérapeutiques en médecine intensive ont permis de prolonger la survie des patients, y compris celle des sujets âgés sarcopéniques ou avec plusieurs comorbidités ; d'autre part, le risque d'admettre en réanimation des patients dénutris va s'accroître du fait de l'augmentation, dans la population générale et hospitalière, de l'âge [6], de la prévalence de l'obésité, des maladies chroniques et du cancer, qui représentent autant de situations associées à un risque de dénutrition et de perte de MM. Pour ces deux raisons également, les prochaines décennies verront l'impact clinique de la perte de MM s'accroître chez les patients de réanimation. En effet, la perte de MM, la dénutrition et le déficit énergétique sont constamment associés à une aggravation du pronostic clinique en réanimation : augmentation du taux d'infections, de complications et de la mortalité, augmentation de la durée du séjour hospitalier et de la récupération fonctionnelle et, par conséquent, des coûts de santé [2–5]. Compte tenu de l'allongement de la survie en réanimation, la perte de MM aura des répercussions sur l'état de santé global, les capacités fonctionnelles et la qualité de vie [7]. La prise en charge du patient de réanimation doit donc intégrer une stratégie nutritionnelle ayant pour objectif de limiter les conséquences cliniques et fonctionnelles du séjour en réanimation, dans le cadre d'une approche médicoéconomique coût-efficace. Comme la diminution de la MM, quel que soit l'indice de masse corporelle (IMC), est associée à une évolution clinique défavorable et à une altération de la qualité de vie, cette revue soutient l'hypothèse que l'évaluation de la MM par une technique de mesure de la

composition corporelle doit être intégrée à la pratique quotidienne de réanimation, dans le cadre d'une stratégie nutritionnelle précoce et optimisée [8]. Les objectifs sont de limiter la perte de MM et les conséquences cliniques, fonctionnelles et médicoéconomiques de la dénutrition en réanimation (Fig. 2).

Pourquoi évaluer la composition corporelle en réanimation ?

Pour dépister la dénutrition (par la mesure de la MM)

Du fait de la prévalence élevée de la dénutrition et de ses conséquences cliniques et fonctionnelles, l'évaluation du risque et de l'état nutritionnel est recommandée de manière systématique chez les patients de réanimation [9,10]. Néanmoins, à l'entrée en réanimation, le dépistage de la dénutrition basé sur la recherche de la perte de poids, le calcul de l'IMC et la mesure de la concentration plasmatique des marqueurs nutritionnels est pris en défaut du fait de la dilution intravasculaire des marqueurs de l'état nutritionnel, comme l'albumine et la transthyréline, et du syndrome inflammatoire accompagnant l'agression. Dans les maladies chroniques, le dépistage clinicobiologique de la dénutrition est insuffisant pour établir une relation entre l'état nutritionnel et l'évolution clinique, ce qui nécessite la mesure de la MM par une méthode d'évaluation de la composition corporelle [11–29] (Tableau 1). L'insuffisance du dépistage clinicobiologique de la dénutrition est également soulignée, dans les pays occidentaux, par l'identification, aussi bien chez l'adulte [14–16] que chez l'enfant [17], d'une nouvelle entité nutritionnelle, l'obésité sarcopénique. L'obésité sarcopénique est définie par une composition corporelle associant un excès de masse grasse à une perte de MM. L'émergence

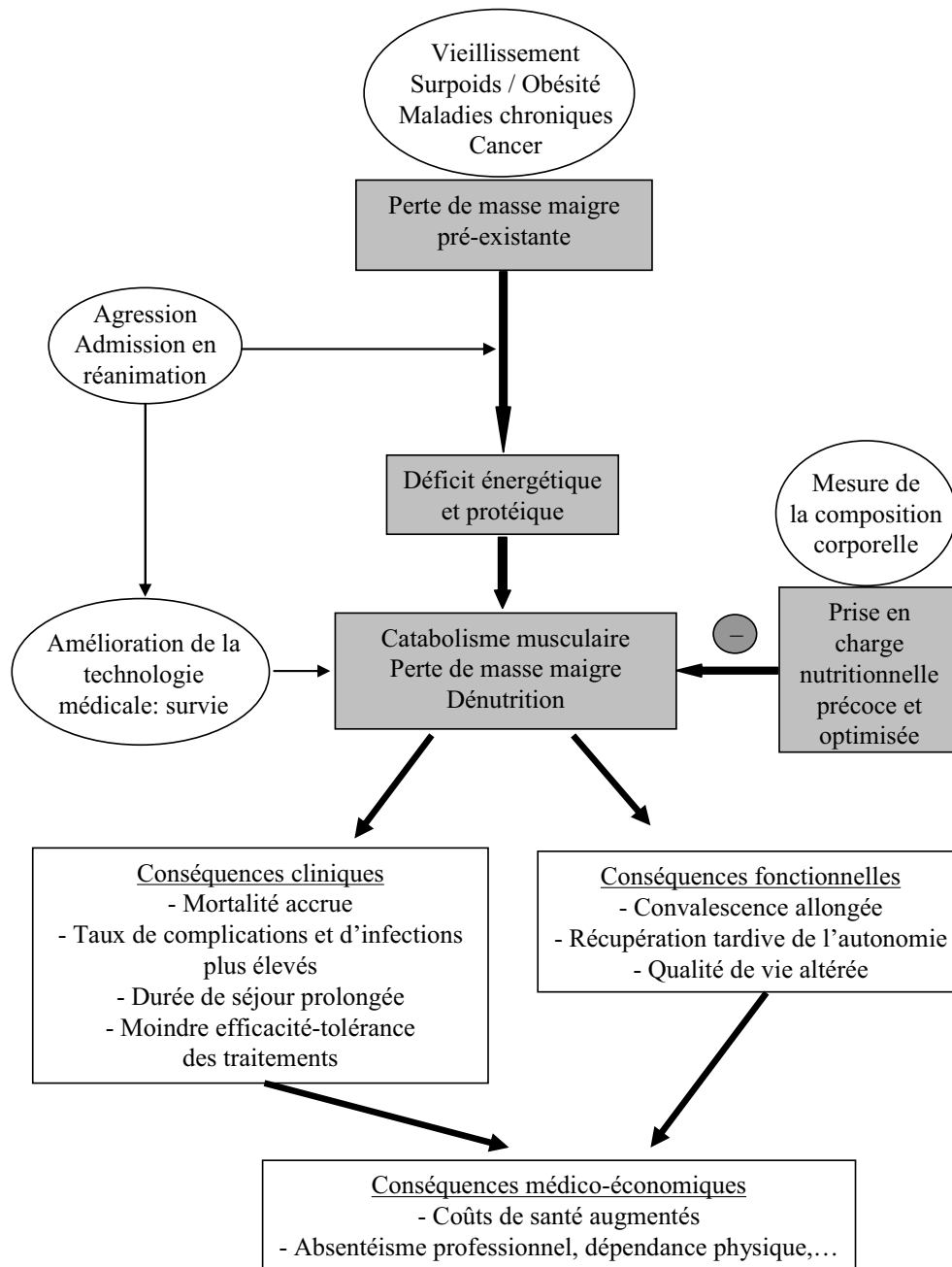


Fig. 2 Causes et conséquences de la perte de masse maigre chez les patients de réanimation. La perte de masse maigre est souvent pré-existante à l'admission en réanimation du fait du vieillissement de la population et de l'augmentation de prévalence du surpoids/obésité, des maladies chroniques et du cancer. L'amélioration technologique en médecine intensive a permis de prolonger la survie des patients, mais au prix de la pérennisation du déficit protéino-énergétique et de l'hypercatabolisme musculaire, responsables de la perte de masse maigre ou de son aggravation. La perte de masse maigre, la dénutrition et le déficit protéinoénergétique ont des conséquences cliniques et fonctionnelles, qui ont elles-mêmes un impact médico-économique. Afin de limiter la perte de masse maigre et ses conséquences, la mesure de la masse maigre à l'aide d'une méthode d'évaluation de la composition corporelle doit s'intégrer dans la pratique clinique de réanimation au sein d'une prise en charge nutritionnelle précoce et optimisée

Tableau 1 Relation démontrée entre les diminutions de la masse maigre ou de l'angle de phase, déterminées par impédancemétrie corporelle bioélectrique (ICB), et l'évolution clinique, dans différentes situations pathologiques

Paramètres de l'ICB	Situations pathologiques	Critères de jugement de l'évolution clinique
Diminution de la masse maigre	BPCO [11,12]	Mortalité
	Insuffisance cardiaque [13]	Mortalité
	Cancer avec obésité sarcopénique [14–17]	Mortalité
	Personnes âgées dépendantes [18]	Mortalité
	Insuffisance rénale en hémodialyse [19]	Mortalité
Diminution de l'angle de phase	Cancer [20–23]	Mortalité
	Gériatrie [24]	Mortalité
	Sclérose latérale amyotrophique [25]	Mortalité
	Insuffisance rénale avec dialyse péritonéale [26]	Mortalité
	VIH/sida [27]	Mortalité
Diminution de l'index de capacitance	Chirurgie digestive [28]	Complications postopératoires
	Insuffisance rénale avec dialyse péritonéale [29]	Mortalité

BPCO : bronchopneumopathie chronique obstructive ; VIH : virus de l'immunodéficience humaine ; sida : syndrome d'immunodéficience acquise.

d'un tel concept est la démonstration du manque de précision de l'évaluation clinicobiologique de l'état nutritionnel pour la détection précoce de la dénutrition et de la perte de MM. La mesure de la MM à l'aide d'une méthode d'évaluation de la composition corporelle pourrait permettre une évaluation satisfaisante de l'état nutritionnel en réanimation [30].

Pour évaluer le pronostic du patient (par les mesures de la MM, de la masse grasse et de l'angle de phase)

Chez les patients hospitalisés en court séjour [3,4] ou en réanimation [11,31,32], ainsi que dans de nombreuses situations cliniques, comme le cancer [14,15,33,34], les infections chroniques [35] ou les insuffisances d'organe [11–13,19], la dénutrition et la perte de MM sont associées à un mauvais pronostic clinique (Tableau 1). Deux études récentes menées chez des patients insuffisants rénaux dialysés [36] ou ayant une sclérose latérale amyotrophique [37] montrent que la perte de masse grasse évaluée par impédancemétrie corporelle bioélectrique (ICB) est également associée à une diminution de la survie. Dans la plupart de ces études, la perte de MM ou de masse grasse a été évaluée par ICB. Chez le patient de réanimation, une seule étude, rétrospective, menée chez 51 patients ayant une bronchopneumopathie chronique obstructive compliquée d'une insuffisance respiratoire aiguë [11], montre qu'une diminution de la masse cellulaire active (ou masse cellulaire corporelle) (Fig. 1) inférieure ou égale à 40,6 % du poids corporel est associée à une diminution de la survie. Ces résultats sont à considérer avec précaution, car la fiabilité de la mesure de la masse

cellulaire active par ICB et sa signification physiologique restent à confirmer [38]. Cependant, en réanimation, il existe des éléments indirects laissant supposer un lien entre perte de MM et pronostic. En effet, il existe une forte relation entre le déficit protéino-énergétique, à l'origine de la perte de MM, et le taux de complications, infectieuses ou non, ou la mortalité. La perte de MM est également associée à une réduction de la qualité de vie [39] et a des répercussions directes sur la fonction musculaire et la reprise de l'autonomie [40]. La relation entre déficit énergétique cumulé et mortalité avait déjà été décrite par Bartlett et al., en 1982, chez 57 patients [41]. Ces auteurs avaient observé que 87 % des patients ayant un déficit énergétique cumulé supérieur à 10 000 kcal décédaient durant leur séjour en réanimation, alors que la mortalité était de 27 % chez ceux qui avaient un bilan énergétique cumulé positif [41]. Cette relation a depuis été confirmée dans des études plus larges chez des patients de réanimation ventilés mécaniquement [42–44]. La relation entre mortalité et faibles apports énergétiques et protéiques pourrait être plus forte chez les femmes [44] et chez les sujets ayant un IMC inférieur à 20 ou entre 35 et 40 [43]. Dans l'étude d'Alberda et al., menée chez 2 772 patients ventilés mécaniquement, l'augmentation des apports énergétiques de 1 000 kcal/j était associée à une augmentation du nombre de jours sans ventilation mécanique [43]. Dans deux études prospectives menées chez 48 et 50 patients de réanimation, respectivement, il existait une forte corrélation statistique entre le déficit énergétique de la première semaine suivant l'admission et le taux de complications [45], dont le syndrome de détresse respiratoire aiguë de l'adulte, l'insuffisance rénale, le recours à la chirurgie et

les escarres [46], et d'infections [45]. Très récemment, une association entre l'augmentation des apports énergétiques et protéiques et la réduction du taux d'infections survenant à partir du cinquième jour postadmission a été mise en évidence dans une étude prospective multicentrique d'observation menée chez 207 patients ventilés, médicaux et chirurgicaux [47]. Par ailleurs, l'ICB mono- ou multifréquence permet de calculer l'angle de phase qui est le rapport entre la réactance et la résistance. La relation entre angle de phase et mortalité a été décrite dans le cancer [20–23] ou certaines maladies chroniques [25–27] (Tableau 1). Même si elle est fortement présumée [48], cette relation n'a jamais été directement démontrée en réanimation.

En résumé, bien que non démontrées, les relations entre perte de MM per se ou angle de phase et pronostic chez les patients de réanimation sont fortement présumées. En effet, la perte de MM est une conséquence directe du déficit protéino-énergétique [49], qui est fortement associé à la mortalité et à la morbidité en réanimation. De plus, il est observé une augmentation du taux d'admission en réanimation de patients ayant un cancer, une maladie chronique ou une insuffisance d'organe, pathologies au cours desquelles les relations entre perte de MM ou angle de phase et pronostic sont bien démontrées (Tableau 1). Néanmoins, il n'est pas exclu que la perte de masse grasse puisse être associée au pronostic clinique du patient de réanimation. Des études cliniques sont nécessaires pour démontrer les relations entre perte de MM, perte de masse grasse ou angle de phase et pronostic en réanimation.

Pour évaluer les fluctuations hydriques

Il est bien établi qu'une des limites principales de l'évaluation de la composition corporelle par ICB est la variation des compartiments hydriques en rapport avec les mouvements de fluides intra- et extra-cellulaires [50,51]. Néanmoins, certains auteurs ont démontré que, durant la période périopératoire, l'ICB segmentaire pouvait constituer une méthode simple permettant d'estimer ces mouvements hydriques chez l'adulte [52,53] et chez l'enfant [54]. Chez 26 patients programmés pour une chirurgie thoracique, vasculaire ou cérébrale élective, Bracco et al. ont démontré que la rétention hydrosodée mesurée à l'aide du bilan entrées–sorties pouvait être détectée par une chute d'impédance corps entier ou segmentaire (bras, tronc et jambes), et à toutes les fréquences (0,5, 50, 100 kHz) [52]. Il existait une forte corrélation entre la rétention hydrique et la chute d'impédance au niveau du tronc. De même, l'ICB segmentaire multifréquence permettait d'estimer les fluctuations hydriques après chirurgie cardiaque. Chez 26 patients suivis avant et après une chirurgie cardiaque à cœur ouvert sous circulation extracorporelle, il existait une bonne corrélation entre la rétention hydrique

évaluée par le bilan entrées–sorties et une chute de l'impédance segmentaire ou corps entier [53]. La rétention était maximale (71 %) au niveau du tronc. Le fait que la neurochirurgie n'induit que des variations mineures de l'eau corporelle suggère que l'ICB segmentaire pourrait constituer une méthode fiable d'estimation de la MM chez les patients neurochirurgicaux de réanimation. Néanmoins, chez des patients ayant une défaillance multiviscérale, l'ICB segmentaire monofréquence pourrait s'avérer imprécise pour mesurer les fluctuations hydriques [55]. La mesure de l'impédance par la méthode de vectorisation pourrait permettre une mesure plus précise des variations hydriques chez le patient de réanimation. Cette méthode est fiable chez le patient insuffisant rénal dialysé [56] ou non [57]. Elle a été testée chez 121 patients de réanimation en association avec la mesure de la pression veineuse centrale [58]. La mesure de l'impédance par la méthode de vectorisation est particulièrement contributive pour mesurer l'hydratation des tissus chez les patients qui ont une pression veineuse centrale basse [58]. Cependant, l'évaluation des fluctuations hydriques par la mesure de l'impédance par la méthode de vectorisation ou par l'ICB segmentaire n'a pas été validée chez le patient agressé de réanimation. Leur application en pratique clinique n'est donc pour l'instant pas recommandée dans l'attente de nouvelles études.

Pour adapter les apports aux besoins nutritionnels

La perte de masse maigre secondaire à l'hypercatabolisme protéique lié à l'agression a été estimée entre 220 et 440 g/j [1], mais est difficile à évaluer précisément. En particulier, le bilan azoté ne permet qu'une estimation imprécise des pertes azotées et n'est pas le strict reflet du métabolisme musculaire. La mesure de la dépense énergétique de repos par calorimétrie indirecte permet d'estimer indirectement cet hypercatabolisme. Néanmoins, elle n'est pas réalisable dans certaines situations (fraction inspirée en oxygène supérieure à 60 %, ventilation non invasive...) [59]. Or, il existe une bonne corrélation entre l'activité métabolique et la MM ou la masse cellulaire active mesurées par ICB chez des patients agressés chirurgicaux [51]. Ces résultats restent à confirmer par l'utilisation d'équations validées, ce qui n'a pas été le cas dans cette étude. L'utilisation en routine d'une technique de mesure de la composition corporelle pourrait permettre le suivi régulier de l'évolution de la MM, dont la diminution signifierait l'augmentation du catabolisme (protéolyse) musculaire. Une étude prospective américaine a montré, chez 33 patients de réanimation, médicaux et chirurgicaux, ventilés, que les modifications de la masse cellulaire active mesurée quotidiennement par ICB étaient étroitement corrélées aux apports énergétiques et protéiques [30]. Des apports en énergie et en protéines de 30 kcal/kg et

1,5 g/kg par jour respectivement permettraient de stabiliser la masse cellulaire active. Un maintien de la MM mesurée par ICB était également rapporté dans une étude canadienne prospective ouverte réalisée chez 45 patients médicaux et chirurgicaux de réanimation ventilés mécaniquement et recevant une nutrition artificielle pendant sept jours [60]. Les mêmes résultats étaient observés chez neuf patients ayant reçu la nutrition artificielle pendant trois semaines ou plus. Ainsi, le suivi de la MM par ICB pourrait permettre, en optimisant les apports et le suivi nutritionnels, de limiter la perte de MM des patients de réanimation.

Pour adapter les posologies des traitements

Ce point a été récemment illustré en oncologie chez le patient obèse sarcopénique. En cas de cancers bronchopulmonaires, digestifs ou pancréatiques, l'obésité sarcopénique définie par tomodensitométrie (TDM) [mesure transversale de la surface musculaire squelettique] est indépendamment associée à la mortalité [14,15]. La perte de MM peut aussi avoir un impact direct sur le devenir clinique en modifiant la tolérance et l'efficacité de la chimiothérapie [61]. En effet, la MM représente le volume de distribution de la plupart des chimiothérapies cytotoxiques. Ainsi, Prado et al. ont estimé, chez 2 115 patients oncologiques, que les variations individuelles de MM pouvaient faire varier jusqu'à trois fois le volume de distribution effectif de la chimiothérapie administrée par unité de surface corporelle [14]. Ainsi, l'administration des mêmes doses de chimiothérapie à des patients ayant une MM abaissée ou normale augmenterait la toxicité de la chimiothérapie ; la perte de MM doit s'accompagner d'une adaptation de posologie. Chez les patients de réanimation, ce raisonnement pourrait s'appliquer à l'utilisation des sédatifs, des bloquants neuromusculaires, des antibiotiques néphro- ou neurotoxiques... Disposer d'une évaluation de la composition corporelle devrait être indispensable pour adapter la posologie des médicaments et obtenir le meilleur ratio efficacité/tolérance.

Méthodes et stratégie d'évaluation de la composition corporelle en réanimation

Les variations hydriques limitent-elles la mesure de la MM par ICB ?

Il est traditionnellement décrit que les variations importantes de l'hydratation corporelle pourraient fausser l'estimation de la MM [50,51]. Néanmoins, la phase aiguë de l'agression s'accompagne d'un catabolisme protéique majeur [62]. Ainsi, nous émettons l'hypothèse, pour l'instant non démontrée, que pour des variations hydriques inférieures à ± 2 kg, l'ICB resterait capable de détecter une perte de MM (Fig. 3).

Méthodes d'évaluation de la composition corporelle en réanimation

Les avantages et inconvénients des différentes méthodes de mesure de la composition corporelle [16,38,63–65] chez les patients de réanimation sont décrits dans le Tableau 2. Les principes et méthodes, ainsi que l'utilisation en pratique clinique de l'ICB, sont décrits par ailleurs [38,50]. En résumé, l'absorptiométrie biphotonique aux rayons X (DEXA) reste la méthode de référence pour mesurer la composition corporelle [66,67]. Cependant, l'algorithme de calcul de la composition corporelle par la DEXA nécessite un taux d'hydratation constant, ce qui induit un risque d'erreur réel en cas d'hydratation anormale. De plus, en raison de problèmes pratiques, sa mise en application se révèle difficile, voire impossible, en réanimation. Ainsi, l'ICB et la TDM computerisée, notamment avec coupes centrées sur la troisième vertèbre lombaire, sembleraient représenter les techniques les mieux adaptées pour évaluer la composition corporelle du patient de réanimation en pratique clinique. À l'heure actuelle, ces deux techniques ne sont pas validées chez le patient de réanimation. Quelle que soit la méthode d'ICB utilisée (mono- ou multifréquence, spectroscopie, analyse de vecteurs, segmentaire), il n'existe aucune équation validée pour la réanimation. Aucune méthode ne peut donc être recommandée plus qu'une autre. L'ICB segmentaire multifréquence pourrait avoir un intérêt pour évaluer les fluctuations hydriques. Compte tenu du lien entre angle de phase et pronostic dans le cancer [20–23] ou certaines maladies chroniques [19,25–27], le calcul de l'angle de phase pourrait avoir un intérêt pronostique en réanimation, mais cela reste à démontrer. L'étude régionale des masses grasse et maigre par TDM computerisée avec coupes centrées sur la troisième vertèbre lombaire permet, chez les patients ayant un cancer, de prédire fortement les masses grasse et maigre corps entier déterminées par DEXA [16,65]. Cette technique est facile à mettre en œuvre en pratique clinique, car elle est utilisée en routine à visée diagnostique ou thérapeutique chez le patient de réanimation. Un cliché unique de TDM centrée sur la troisième vertèbre lombaire présente une irradiation identique à celle d'une radiographie thoracique. Ainsi, la MM pourrait être mesurée alternativement par l'ICB et la TDM chez les patients de réanimation.

Stratégie d'évaluation de la composition corporelle en réanimation

L'évaluation de la composition corporelle devrait s'intégrer dans un processus d'amélioration de la prise en charge et de l'état nutritionnel du patient de réanimation. Cette évaluation pourrait être réalisée grâce à l'utilisation simultanée de l'ICB et de la TDM. Chez les patients bénéficiant d'une TDM à visée diagnostique, l'analyse secondaire des coupes centrées

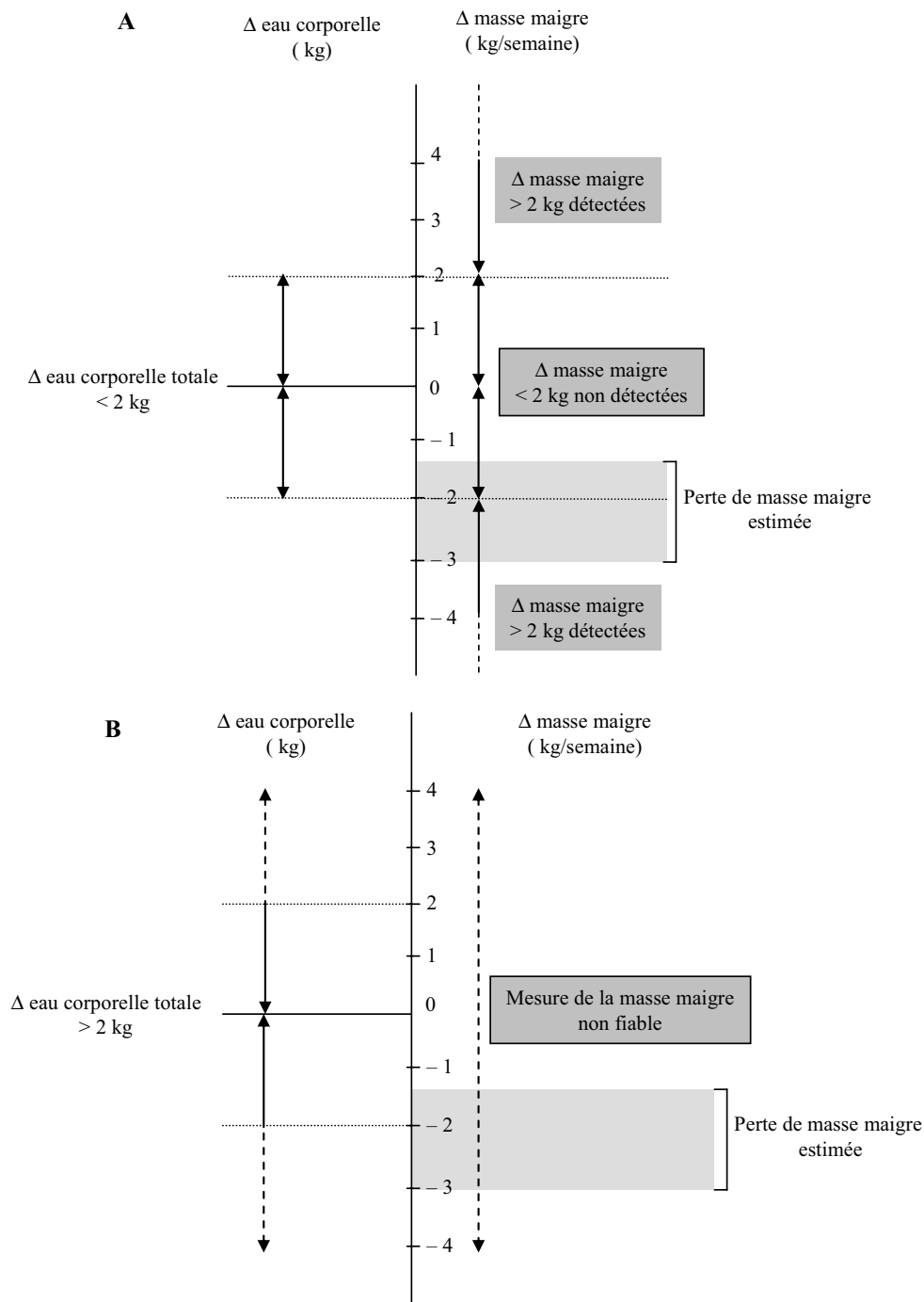


Fig. 3 Proposition des conditions de fiabilité de l'impédancemétrie corporelle bioélectrique (ICB) pour la mesure de la masse maigre en fonction des variations de l'eau corporelle totale. Malgré le support nutritionnel, la perte de masse maigre est considérable et peut être estimée, après une semaine de réanimation, entre 1,5 et 3 kg (zone grisée), soit une perte de 220 à 440 g/j [1]. En cas de variation de l'eau corporelle totale, la mesure en valeur absolue de la masse maigre est soumise à un risque d'erreur [38]. Par exemple, pour un sujet de 70 kg, si la masse maigre est normale à 53 kg et la fluctuation hydrique de 2 kg, l'erreur par excès ou par défaut sur la valeur de masse maigre est de près de 4 %. Ainsi, en cas de variation de l'eau corporelle totale inférieure à 2 kg (A), une perte de masse maigre supérieure à 2 kg pourra être détectée. Le raisonnement est identique pour la mesure de l'augmentation de la masse maigre, même si elle ne peut être observée qu'en phase post-aiguë, à une période où les fluctuations hydriques sont moins fréquentes. En revanche, en cas de variation de l'eau corporelle totale supérieure à 2 kg (B), la fiabilité de l'ICB pour la mesure de la masse maigre doit être remise en question.

	Anthropométrie (méthode des 4 plis sous-cutanés) [63]	Impédancemétrie corporelle bioélectrique (ICB) [38]	Absorptionmétrie biphotonique aux rayons X (DEXA) [64]	Tomodensitométrie computerisée [65]
Avantages	Non invasive Suivi longitudinal Très faible coût	Facile Non invasive Excellente reproductibilité interobservateur Suivi longitudinal Faible coût Calcul de l'angle de phase pour l'estimation du pronostic ICB segmentaire : intérêt potentiel à confirmer pour la mesure des variations hydriques	Méthode de référence Bien validée hors réanimation Reproductible	Intégration facile à la routine (évaluation de la composition corporelle couplée à l'examen diagnostique) Évaluation de la masse maigre par coupe centrée sur la 3 ^e vertèbre lombaire validée chez les patients d'oncologie versus DEXA
Inconvénients	Faible reproductibilité interobservateurs Non validée en réanimation Faible sensibilité et spécificité pour l'évaluation de la masse maigre par rapport aux DEXA et ICB	Pas d'équations validées en réanimation Interprétation difficile en cas de variations hydriques > 2 l (ex. : état de choc, chirurgie digestive et thoracique)	Non validée en réanimation Interprétation difficile en cas de variations hydriques Faible accessibilité Difficilement applicable au patient de réanimation	Logiciel spécifique nécessaire Difficile à réaliser en dehors d'un examen diagnostique : à coupler avec une autre technique de mesure de la masse maigre Exposition aux rayons X

sur la troisième vertèbre lombaire pourrait permettre une évaluation fiable de la composition corporelle du corps entier. Cela pourrait être notamment très utile lors de la phase aiguë de l'agression, phase au cours de laquelle les TDM à visée diagnostique sont généralement indiquées et l'ICB prise en défaut du fait de fluctuations hydriques supérieures à 2 l. Au contraire, l'ICB serait à privilégier après correction de l'état de choc, en phase post-aiguë et chronique (période de réhabilitation). Une évaluation de la MM par ICB une fois par semaine pourrait permettre d'adapter les apports énergétiques et protéiques dans le cadre d'une prise en charge nutritionnelle précoce et optimisée. Les bénéfices éventuels de cette stratégie doivent être évalués. Basée sur une approche plus scientifique, l'évaluation de la MM est nécessaire, à la fois pour la prise en charge du patient, mais aussi pour une meilleure reconnaissance du traitement nutritionnel par les politiques de santé.

Perspectives

L'intégration de l'évaluation de la MM dans la pratique clinique de réanimation se justifie par les nombreux arguments déjà exposés. Elle doit maintenant être validée par

des études cliniques chez les patients de réanimation. Il est nécessaire de démontrer la fiabilité de la mesure de MM et des fluctuations hydriques par l'ICB ou la TDM et de renforcer le rôle pronostique de la perte de MM et de l'angle de phase durant le séjour. Le développement d'équations d'ICB spécifiques à la réanimation est nécessaire. Les projets de recherche fondamentale devront poursuivre l'identification des mécanismes moléculaires à l'origine de la perte musculaire et des anomalies du métabolisme protéique secondaires à l'agression [68,69]. Enfin, comme les biopsies musculaires itératives ne peuvent être proposées pour déterminer les changements qualitatifs de MM durant l'agression, il sera nécessaire de développer des techniques non invasives.

Conclusion

L'évaluation de la composition corporelle dans le suivi du patient de réanimation va s'avérer obligatoire dans le futur en raison des progrès de la technologie médicale, du vieillissement de la population et de l'augmentation de la prévalence du surpoids/obésité, du cancer et des maladies chroniques. Ces caractéristiques augmentent la prévalence de patients ayant un déficit de MM combiné à un excès de

masse grasse, dont le pronostic clinique est aggravé. La mesure de la MM par ICB ou TDM doit donc être intégrée dans la pratique clinique afin d'optimiser la prise en charge nutritionnelle et de prévenir le déficit protéino-énergétique et la perte de MM. Le but ultime est de réduire la morbidité, la mortalité et les coûts liés à la dénutrition et d'améliorer la récupération fonctionnelle et la qualité de vie. Des études cliniques sont nécessaires pour le démontrer.

Remerciements : R. Thibault et C. Pichard sont soutenus par la Fondation Nutrition 2000 Plus.

Conflit d'intérêt : les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

Références

- Hill GL (1992) Body composition research: implications for the practice of clinical nutrition. *J Parenter Enter Nutr* 16:197–218
- Amaral TF, Matos LC, Tavares MM, et al (2007) The economic impact of disease-related malnutrition at hospital admission. *Clin Nutr* 26:778–84
- Pichard C, Kyle UG, Morabia A, et al (2004) Nutritional assessment: lean body mass depletion at hospital admission is associated with increased length of stay. *Am J Clin Nutr* 79:613–8
- Pirlich M, Schütz T, Norman K, et al (2006) The German hospital malnutrition study. *Clin Nutr* 25:563–72
- Capuano G, Gentile PC, Bianciardi F, et al (2010) Prevalence and influence of malnutrition on quality of life and performance status in patients with locally advanced head and neck cancer before treatment. *Support Care Cancer* 18:433–7
- Thibault R, Chikhi M, Clerc A, et al (2010) Assessment of food intake in hospitalised patients: a 10 year-comparative study of a prospective hospital survey. *Clin Nutr* [Epub ahead of print]
- Hofhuis JG, Spronk PE, van Stel HF, et al (2008) The impact of critical illness on perceived health-related quality of life during ICU treatment, hospital stay, and after hospital discharge: a long-term follow-up study. *Chest* 133:377–85
- Thibault R, Pichard C (2010) Nutrition and clinical outcome in intensive care patients. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 13:177–83
- www.sante.gouv.fr. Outil du Programme national nutrition santé (PNNS). Rubrique nutrition
- Zazzo JF (2007) Stratégie de dépistage et de prise en charge de la dénutrition : réanimation. In: Cano N, Barnoud D, Schneider S, Vasson MP, Hasselmann M, Leverve X (eds) *Traité de nutrition artificielle de l'adulte*, 3^e ed Springer-Verlag, Paris, France, pp 1115–20
- Faisy C, Rabbat A, Kouchakji B, Laaban JP (2000) Bioelectrical impedance analysis in estimating nutritional status and outcome of patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 26:518–25
- Schols AM, Broekhuizen R, Weling-Scheepers CA, Wouters EF (2005) Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr* 82:53–9
- Futter JE, Cleland JG, Clark AL (2011) Body mass indices and outcome in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 13:207–13
- Prado CMM, Lieffers JR, McCargar LJ, et al (2008) Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study. *Lancet Oncol* 9:629–35
- Tan BHL, Birdsell LA, Martin L, et al (2009) Sarcopenia in an overweight or obese patient is an adverse prognostic factor in pancreatic cancer. *Clin Cancer Res* 15:6973–9
- Baracos VE, Reiman T, Mourtzakis M, et al (2010) Body composition in patients with non-small cell lung cancer: a contemporary view of cancer cachexia with the use of computed tomography image analysis. *Am J Clin Nutr* 91(Suppl):1133S–7S
- Murphy AJ, White M, Davies PSW (2010) Body composition of children with cancer. *Am J Clin Nutr* 92:55–60
- Kimyagarov S, Klid R, Levenkrohn S, et al (2010) Body mass index (BMI), body composition and mortality of nursing home elderly residents. *Arch Gerontol Geriatr* 51:227–30
- Beddhu S, Pappas LM, Ramkumar N, Samore M (2003) Effects of body size and body composition on survival in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol* 14:2366–72
- Gupta D, Lammersfeld CA, Vashi PG, et al (2009) Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in stage IIIB and IV non-small cell lung cancer. *BMC Cancer* 9:37
- Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, et al (2004) Bioelectrical impedance phase angle as a prognostic indicator in advanced pancreatic cancer. *Br J Nutr* 92:957–62
- Gupta D, Lammersfeld CA, Burrows JL, et al (2004) Bioelectrical impedance phase angle in clinical practice: implications for prognosis in advanced colorectal cancer. *Am J Clin Nutr* 80:1634–8
- Paiva SI, Borges LR, Halpern-Silveira D, et al (2010) Standardized phase angle from bioelectrical impedance analysis as prognostic factor for survival in patients with cancer. *Support Care Cancer* 19:187–92
- Wirth R, Volkert D, Rösler A, et al (2010) Bioelectric impedance phase angle is associated with hospital mortality of geriatric patients. *Arch Gerontol Geriatr* 51:290–4
- Desport JC, Marin B, Funalot B, et al (2008) Phase angle is a prognostic factor for survival in amyotrophic lateral sclerosis. *Amyotroph Lateral Scler* 9:273–8
- Mushnick R, Fein PA, Mittman N, et al (2003) Relationship of bioelectrical impedance parameters to nutrition and survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int Suppl* 87:S53–6
- Schwenk A, Beisenherz A, Römer K, et al (2000) Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr* 72:496–501
- Barbosa-Silva MC, Barros AJ (2005) Bioelectric impedance and individual characteristics as prognostic factors for post-operative complications. *Clin Nutr* 24:830–8
- Koh KH, Wong HS, Go KW, Morad Z (2010) Normalized bioimpedance indices are better predictors of outcome in peritoneal dialysis patients. *Perit Dial Int* [Epub ahead of print]
- Robert S, Zarowitz BJ, Hyzy R, et al (1993) Bioelectrical impedance assessment of nutritional status in critically ill patients. *Am J Clin Nutr* 57:840–4
- Garrouste-Orgeas M, Troché G, Azoulay E, et al (2004) Body mass index. An additional prognostic factor in ICU patients. *Intensive Care Med* 30:437–43
- Galanos AN, Pieper CF, Kussin PS, et al (1997) Relationship of body mass index to subsequent mortality among seriously ill hospitalized patients. SUPPORT Investigators. The study to understand prognoses and preferences for outcome and risks of treatments. *Crit Care Med* 25:1962–8
- Antoun S, Rey A, Béal J, et al (2009) Nutritional risk factors in planned oncologic surgery: what clinical and biological parameters should be routinely used? *World J Surg* 33:1633–40

34. Pressoir M, Desné S, Berchery D, et al (2010) Prevalence, risk factors and clinical implications of malnutrition in French Comprehensive Cancer Centres. *Br J Cancer* 102:966–71
35. Villamor E, Saathoff E, Mugusi F, et al (2006) Wasting and body composition of adults with pulmonary tuberculosis in relation to HIV-1 coinfection, socioeconomic status, and severity of tuberculosis. *Eur J Clin Nutr* 60:163–71
36. Segall L, Mardare NG, Ungureanu S, et al (2009) Nutritional status evaluation and survival in haemodialysis patients in one centre from Romania. *Nephrol Dial Transplant* 24:2536–40
37. Marin B, Desport JC, Kajeu P, et al (2010) Alteration of nutritional status at diagnosis is a prognostic factor for survival of amyotrophic lateral sclerosis patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* [Epub ahead of print]
38. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al (2004) Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clin Nutr* 23:1226–43
39. Kvale R, Flaatten H (2003) Changes in health-related quality of life from 6 months to 2 years after discharge from intensive care. *Health Qual Life Outcomes* 1:2
40. Reid CL, Murgatroyd PR, Wright A, Menon DK (2008) Quantification of lean and fat tissue repletion following critical illness: a case report. *Crit Care* 12:R79
41. Bartlett RH, Dechert RE, Mault JR, et al (1982) Measurement of metabolism in multiple organ failure. *Surgery* 92:771–9
42. Faisy C, Lerolle N, Dachraoui F, et al (2009) Impact of energy deficit calculated by a predictive method on outcome in medical patients requiring prolonged acute mechanical ventilation. *Br J Nutr* 101:1079–87
43. Alberda C, Gramlich L, Jones N, et al (2009) The relationship between nutritional intake and clinical outcomes in critically ill patients: results of an international multicenter observational study. *Intensive Care Med* 35:1728–37
44. Strack van Schijndel RJM, Weijs PJM, Koopmans RH, et al (2009) Optimal nutrition during the period of mechanical ventilation decreases mortality in critically ill, long-term acute female patients: a prospective observational cohort study. *Critical Care* 13:R132
45. Villet S, Chioloro RL, Bollmann MD, et al (2005) Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. *Clin Nutr* 24:502–9
46. Dvir D, Cohen J, Singer P (2006) Computerized energy balance and complications in critically ill patients: an observational study. *Clin Nutr* 25:37–44
47. Heyland DK, Stephens KE, Day AG, McClave SA (2011) The success of enteral nutrition and ICU-acquired infections: a multicenter observational study. *Clin Nutr* 30:148–55
48. Máttar JA (1996) Application of total body bioimpedance to the critically ill patient. Brazilian Group for Bioimpedance Study. *New Horiz* 4:493–503
49. Reid CL, Campbell IT, Little RA (2004) Muscle wasting and energy balance in critical illness. *Clin Nutr* 23:273–80
50. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al (2004) Bioelectrical impedance analysis — part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr* 23:1430–53
51. Frankenfield DC, Cooney RN, Smith JS, Rowe WA (1999) Bioelectrical impedance plethysmographic analysis of body composition in critically injured and healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 69:426–31
52. Bracco D, Berger MM, Revelly JP, et al (2000) Segmental bioelectrical impedance analysis to assess perioperative fluid changes. *Crit Care Med* 28:2390–6
53. Bracco D, Revelly JP, Berger MM, Chioloro RL (1998) Bedside determination of fluid accumulation after cardiac surgery using segmental bioelectrical impedance. *Crit Care Med* 26:1065–70
54. Maehara T, Novak I, Wyse RKH, Elliot MJ (1991) Perioperative monitoring of total body water by in children undergoing open heart surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 5:258–65
55. Foley K, Keegan M, Campbell I, et al (1999) Use of single-frequency bioimpedance at 50 kHz to estimate total body water in patients with multiple organ failure and fluid overload. *Crit Care Med* 27:1472–7
56. Nescolarde L, Piccoli A, Román A, et al (2004) Bioelectrical impedance vector analysis in haemodialysis patients: relation between oedema and mortality. *Physiol Meas* 25:1271–80
57. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G (1996) Body fluid overload and bioelectrical impedance analysis in renal patients. *Miner Electrolyte Metab* 22:76–8
58. Piccoli A, Pittoni G, Facco E, et al (2000) Relationship between central venous pressure and bioimpedance vector analysis in critically ill patients. *Crit Care Med* 28:132–7
59. Lev S, Cohen J, Singer P (2010) Indirect calorimetry measurements in the ventilated critically ill patient: facts and controversies: the heat is on. *Crit Care Clin* 26(4):e1–e9
60. Phang PT, Aeberhardt LE (1996) Effect of nutritional support on routine nutrition assessment parameters and body composition in intensive care unit patients. *Can J Surg* 39:212–9
61. Antoun S, Baracos VE, Birdsell L, et al (2010) Low body mass index and sarcopenia associated with dose-limiting toxicity of sorafenib in patients with renal cell carcinoma. *Ann Oncol* 21:1594–8
62. Finn PJ, Plank LD, Clark MA, et al (1996) Progressive cellular dehydration and proteolysis in critically ill patients. *Lancet* 347:654–6
63. Durnin JV, Womersley J (1974) Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr* 32:77–97
64. Slosman DO, Casez JP, Pichard C, et al (1992) Assessment of whole-body composition with DEXA Radiology 185:593–8
65. Mourtzakis M, Prado CM, Lieffers JR, et al (2008) A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care. *Appl Physiol Nutr Metab* 33:997–1006
66. Ellegard LH, Ahlen M, Korner U, et al (2009) Bioelectric impedance spectroscopy underestimates fat-free mass compared to dual energy X-ray absorptiometry in incurable cancer patients. *Eur J Clin Nutr* 63:794–801
67. Pichard C, Kyle UG, Janssens JP, et al (1997) Body composition by X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance in chronic respiratory insufficiency patients. *Nutrition* 13:952–8
68. Sandri M, Lin J, Handschin C, et al (2006) PGC-1 α protects skeletal muscle from atrophy by suppressing FoxO₃ action and atrophy-specific gene transcription. *Proc Natl Acad Sci* 103:16260–5
69. Gonzalez-Cadavid NF, Taylor WE, Yarasheski K, et al (1998) Organization of the human myostatin gene and expression in healthy men and HIV-infected men with muscle wasting. *Proc Natl Acad Sci* 95:14938–43