



Santé publique

Evaluation de l'état nutritionnel de l'adulte : Cas de la dénutrition

Assessment of adult nutritional status: Case of denutrition

Corinne C. DAHEL

Laboratoire Alimentation, Nutrition et Santé (ALNUTS), Université Salah Boubnider Constantine 3, Algérie. INATAA, Université Frères Mentouri Constantine 1 (UFMC1), Algérie

Auteur correspondant : corinne.dahel@umc.edu.dz

Reçu le 06 juin 2020, Révisé le 03 août 2020, Accepté le 08 août 2020

Résumé L'évaluation de l'état nutritionnel repose sur des données incluant des éléments de l'interrogatoire (prise alimentaire et évaluation des ingesta), des éléments cliniques s'appuyant sur les résultats de mesures anthropométriques et de la composition corporelle, de dosage de marqueurs biologiques et/ou d'index multifactoriels. Des méthodes d'évaluation plus complexes peuvent être utilisées. Le dépistage de la dénutrition est basé sur la recherche de ses facteurs de risque et de l'estimation des apports alimentaires ; et son diagnostic sur la mesure des marqueurs nutritionnels. Les enquêtes alimentaires permettent d'évaluer les apports d'un individu, ou d'un groupe d'individus. Certaines estiment les consommations sur des jours définis, d'autres évaluent les consommations habituelles. L'évaluation de l'état nutritionnel des sujets, est réalisée par des moyens cliniques, des paramètres biologiques simples et des indices composites validés, en plus de l'évaluation des apports alimentaires. Des outils plus ou moins sophistiqués (mesures biophysiques), associant des marqueurs biologiques (albumine, transthyrétine, transferrine, protéine vectrice du rétinol,...) à des paramètres cliniques ou anthropométriques (IMC, plis cutanés, mesures des circonférences,...), ont été proposés pour tenter d'améliorer l'évaluation de l'état nutritionnel et de repérer les sujets potentiellement dénutris. Le diagnostic nutritionnel est établi au terme du recueil de ces paramètres cliniques, éléments biologiques et indices composites validés. Ainsi, il demeure l'étape initiale indispensable de toute prise en charge nutritionnelle conditionnant, à la fois, la thérapeutique et le pronostic ultérieur de la pathologie nutritionnelle. Néanmoins, il ne peut être le fait d'un seul outil car aucun n'a suffisamment de spécificité pour permettre le diagnostic du type et de la sévérité de la dénutrition.

Mots clés : *Enquêtes alimentaires, Anthropométrie, BIA, Albumine, MNA, MUST, Dénutrition, Adulte*

Abstract The assessment of the nutritional status is based on data including elements of the interrogation (food consumption, and evaluation of ingesta), clinical data based on the results of anthropometric, and body composition measurements, of biological markers and/or multifactorial indexes. More complex assessment methods can be utilized. Undernutrition screening is based on elucidating relevant risk factors, and estimating food intake; however, undernutrition diagnosis is based on the measurement of nutritional markers. Food surveys allow to assess the intakes of an individual, or a group of individuals. Some of them estimate the consumption on specific days, others evaluate the usual consumption. The nutritional status assessment is carried out throughout clinical tools, common biological parameters, and validated composite indices, in addition to the evaluation of the overall food intake. More or less sophisticated tools (biophysical measurements), associating biological markers, such as: albumin, transthyretin, transferrin, retinol vector protein, etc., combined with clinical or anthropometric parameters (body mass index (BMI), skin folds, circumference measurements, etc.), have been suggested attempting to ameliorate the nutritional status assessment, and to identify potentially undernourished subjects. Nutritional diagnosis is established further collecting clinical, and biological parameters, and validated composite indices. Therefore, this diagnosis remains the essential initial step to undertake prior any nutritional care, conditioning both therapy, and subsequent prognosis of nutritional pathology. However, it cannot be achieved by a single tool because none has enough sensitivity and specificity allowing the diagnosis of the type and severity of undernutrition.

Keywords: *Food surveys, Anthropometry, BIA, Albumin, MNA, MUST, Undernutrition, Adult*

Introduction

L'état nutritionnel d'un individu est son état physiologique qui résulte de la relation entre la consommation alimentaire (en macro et micro nutriments) et les besoins, ainsi que de la capacité du corps à absorber et utiliser les nutriments. Un régime alimentaire équilibré est la consommation de nourriture de bonne qualité et en quantités adaptées pour fournir l'énergie suffisante pour assurer une croissance et un développement normaux. Il doit donc apporter suffisamment de macro et de micronutriments dont le corps a besoin pour vivre [1]. L'état nutritionnel est un élément important de l'état de santé des individus. De nombreuses maladies peuvent le modifier, en particulier les maladies infectieuses, les cancers et les pathologies endocriniennes; A une date donnée, il peut être influencé par de nombreux facteurs et, tout particulièrement, par

l'alimentation et les infections [2].

La malnutrition signifie que les apports alimentaires ne sont pas équilibrés, désignant, aussi bien, une sous-alimentation par carence qu'une suralimentation par excès [3]. C'est le résultat immédiat d'un régime alimentaire inapproprié ou un mauvais état de santé (exemple infection) ; ou une combinaison des deux [2]. Que cela soit par excès (obésité) ou par insuffisance (dénutrition), toute altération de l'état nutritionnel augmente la morbidité et constitue un facteur pronostic indépendant aggravant les affections médico-chirurgicales [4].

La dénutrition est le phénomène par lequel les principes constitutifs des organes vivants se séparent de ces derniers et passent à l'état de résidus. Elle se développe en cas de carence en énergie ou en protéines utilisables pour répondre aux besoins métaboliques de l'organisme [5-6]. La dénutrition peut être liée à : un déficit d'apport isolé, une augmentation des dépenses ou des pertes énergétiques et/ou pro-

téiques, l'association d'un déficit d'apport à une augmentation des dépenses ou des pertes énergétiques et/ou protéiques. Le déséquilibre inhérent à la dénutrition conduit à des effets délétères sur les tissus avec des changements mesurables des fonctions corporelles et/ou de la composition corporelle, associés à une aggravation du pronostic des maladies [7]. Les situations à risque de dénutrition peuvent être sans lien avec l'âge (cancers, défaillances d'organe, pathologies à l'origine de maldigestion et/ou de malabsorption, alcoolisme chronique, pathologies infectieuses et/ou inflammatoires chroniques, situations susceptibles d'entraîner une diminution des apports alimentaires et/ou une augmentation des besoins énergétiques). Elles peuvent aussi être plus spécifiques à la personne âgée (troubles bucco-dentaires, de la déglutition et psychiatriques ; situations psycho-socio-environnementales ; toute affection aiguë ou décompensation d'une pathologie chronique ; traitements médicamenteux au long cours ; régimes restrictifs ; syndromes démentiels et autres troubles neurologiques ; dépendance pour les actes de la vie quotidienne) [8].

L'amaigrissement se différencie de la dénutrition par le caractère non délétère de la perte pondérale. Il peut être volontaire ou non [3].

Il est, aujourd'hui, très largement reconnu que le pronostic de la dénutrition est lié à la diminution des réserves protéiques. En effet, la mort survient lorsque 50% de la masse protéique est épuisée en l'absence d'intervention thérapeutique et ceci est indépendant de la (ou des) cause(s) de la dénutrition [9-10]. L'optimisation des apports ne permet pas, toujours, de corriger totalement ces altérations, mais peut, tout au moins, les limiter. Il est donc fondamental d'évaluer l'état nutritionnel des malades et d'intégrer cette évaluation dans l'examen clinique de routine, la prise en charge quotidienne.

Dans tous les cas, l'évaluation de l'état nutritionnel repose sur des arguments incluant des éléments de l'interrogatoire (prise alimentaire et évaluation des ingesta), des éléments cliniques s'appuyant sur les résultats de mesures anthropométriques et de la composition corporelle, de dosage de marqueurs biologiques et/ou d'index multifactoriels, voire de méthodes d'évaluation plus complexes. Aucun élément, pris isolément, n'est spécifique de la dénutrition [3-4]. Il existe d'autres méthodes, réservées à la recherche clinique [5].

La recherche des facteurs de risque de dénutrition et l'estimation des apports alimentaires constituent le dépistage de la dénutrition, et la mesure des marqueurs nutritionnels permet son diagnostic. Cepen-

dant, les trois aspects de l'évaluation nutritionnelle peuvent être associés au sein de certains outils et il n'est pas toujours aisé de différencier les outils de dépistage et les outils de diagnostic de la dénutrition [8]. Les apports alimentaires sont importants à considérer, en présence d'une situation à risque de dénutrition ou d'une phase dynamique de gain de poids [5].

Evaluation des apports alimentaires

L'altération de l'état nutritionnel est souvent le résultat d'une inadéquation entre les apports et les besoins en protéines et/ou en énergie [4]. L'apport énergétique et l'ingestion d'aliments sont au cœur du dépistage et de l'évaluation nutritionnels [11]. Qu'il soit la cause exclusive d'une dénutrition protéino-énergétique chronique ou qu'il contribue à une dénutrition aiguë, un déficit d'apport peut être recherché par l'étude de la prise alimentaire. Les méthodes d'évaluation sont largement utilisées en clinique médicale, en recherche et en épidémiologie [12].

Les enquêtes alimentaires sont des méthodes développées pour évaluer les apports alimentaires d'un individu, ou d'un groupe d'individus. Certaines permettent d'estimer les consommations sur des jours définis, d'autres évaluent les consommations habituelles [13]. Ces enquêtes constituent un outil indispensable intégré dans l'examen clinique lorsque le malade présente une maladie métabolique ou lorsqu'une prescription de diététique thérapeutique doit être formulée [14]. En clinique, l'évaluation des apports alimentaires fait, entre autre, partie de la prise en charge des maladies « liées à la nutrition » mises en évidence par l'épidémiologie nutritionnelle [13].

Divers outils ont été développés, en particulier, les questionnaires de fréquences alimentaires (*Food frequency questionnaires*), les carnets d'enregistrement sur des jours consécutifs (*records* ou *diaries*), et les rappels des 24 heures (*24-hour recalls*), qu'il est conseillé de répéter au moins deux fois sur des jours non consécutifs [15]. Les possibilités offertes par des saisies interactives sur Internet des fréquences ou des consommations alimentaires offrent de nouvelles perspectives d'enquête qui sont en plein essor [16].

Nous n'aborderons pas dans cet article les méthodes pour le recueil des données au niveau collectif : les bilans de disponibilités alimentaires (au niveau d'un pays), les données d'achats et de dépenses alimentaires (à l'échelle d'un ménage) et les statistiques nationales. Nous allons présenter les méthodes re-

cueillant les données au niveau de l'individu. Aucune de ces approches n'apporte une image réelle de l'alimentation habituelle, mais ce sont des outils que l'on peut adapter à la pratique clinique [17,18].

Enregistrements alimentaires (carnets d'enregistrement)

Ils fournissent, potentiellement, des informations précises sur les aliments et les boissons consommés sur plusieurs jours consécutifs (3 à 7 jours) ainsi que les quantités consommées au cours de la journée [15, 17,18]. Ces dernières peuvent être évaluées par pesée mais, en dehors d'études à visée particulière, elles sont, généralement, estimées par des mesures ménagères (verre, bol, cuillères...) ou des photographies de portions. Cette méthode permettrait d'éviter des sous-déclarations par oubli, et elle est souvent utilisée pour valider d'autres modes de recueil. Mais il est préférable de ne pas l'utiliser sur de nombreux jours consécutifs car le gain, en termes d'information, sur l'alimentation « habituelle » peut être perdu en raison des oublis plus fréquents dus à la lassitude [15].

Rappel des 24 heures

Il est demandé une description de l'ensemble des aliments et des boissons consommés la veille de l'interview, en précisant les quantités et les caractéristiques qui peuvent avoir un effet sur leur valeur nutritionnelle. Il est recommandé de les répéter, au moins deux fois, à distance de 2 semaines si possible, pour permettre une estimation des consommations habituelles [15,18]. Complétés par un questionnaire de fréquence pour les aliments peu souvent consommés, ils permettent une description des consommations habituelles plutôt fiable quand ils sont associés à des méthodes statistiques de traitement pour corriger des erreurs de mesure liées à leur caractère instantané. Il est, également, important que les interrogatoires aient lieu sur différentes saisons au sein de l'échantillon [15].

Questionnaires de fréquence alimentaire

La méthode des questionnaires de fréquence s'intéresse, non pas à la consommation réelle, mais à la consommation habituelle [17]. Ils se présentent sous la forme d'une liste fermée d'aliments ou de groupes d'aliments, ordonnée de façon logique, pour lesquels la personne interrogée indique la fréquence avec laquelle elle les consomme, en considérant une période de référence de plusieurs mois, un an le plus souvent. Ces questionnaires offrent la possibilité de préciser des variations de fréquences selon les sai-

sons et d'indiquer des portions consommées typiques (questionnaires de fréquences semi-quantitatifs). Ils donnent de bonnes estimations de l'alimentation habituelle, toutefois, les apports énergétiques et les quantités dans certains groupes d'aliments fréquemment consommés sont souvent surestimés. Même si plusieurs dizaines de minutes sont nécessaires pour les compléter, ces questionnaires sont plutôt bien acceptés par les participants, et leur saisie et leur traitement utilisent généralement des outils relativement simples [15,18].

Histoire alimentaire

Elle consiste à estimer l'apport habituel sur une période donnée. Elle est basée sur un interrogatoire détaillé de l'alimentation habituelle du sujet, auquel s'ajoutent parfois un rappel de 24 heures et un questionnaire de fréquence [17,18]. Le principal avantage de cette méthode réside dans le fait qu'elle permet d'étudier la répartition habituelle de la prise alimentaire et les détails de l'alimentation sur une période prolongée. Cependant, l'approche basée sur les repas qui est pratiquée dans l'histoire alimentaire est, difficilement, applicable chez les sujets, de plus en plus nombreux, dont la répartition de l'alimentation ne suit pas la répartition classique par repas. Elle peut amener les sujets à omettre, volontairement ou non, les prises alimentaires interprandiales et, donc, à accentuer la sous-estimation de l'apport alimentaire [17,18].

Par ailleurs, plusieurs méthodes simplifiées ont été développées et sont utiles dans les situations qui ne nécessitent pas la mesure de l'ensemble de l'alimentation, ou lorsqu'il n'est pas utile d'avoir une approche relativement précise. De tels instruments peuvent être utiles en clinique ou à des fins éducatives. Ces méthodes peuvent être des questionnaires de fréquence simplifiés ou peuvent s'intéresser davantage aux attitudes par rapport à l'alimentation [16].

Comme tout outil, les méthodes d'enquêtes alimentaires présentent des limites qu'il convient de connaître pour l'interprétation des résultats. Le choix de la méthodologie à utiliser dépend de très nombreux critères : objectifs de l'étude, nutriments/aliments/groupe d'aliments d'intérêt, caractéristiques de la population, recueil d'informations sur un groupe ou sur un individu, volonté d'estimer des apports absolus ou relatifs, temps et moyens disponibles [13]. Quelle que soit la méthode utilisée, l'enquête alimentaire est toujours soumise à des erreurs. Il ne faut pas pour autant y renoncer ni en conclure qu'il s'agit de mauvais instruments, mais plutôt com-

prendre que l'identification des erreurs est importante pour l'interprétation des résultats [13].

Afin de pallier ces limites méthodologiques, des chercheurs ont développé des outils numériques pour évaluer les apports alimentaires dans le but de faciliter leur utilisation et rendre plus rapide leur analyse pour le professionnel [19-22].

L'évaluation nutritionnelle doit permettre un diagnostic nutritionnel précis pour adapter les modalités de la prise en charge nutritionnelle à la gravité du trouble nutritionnel mis en évidence. En plus de la détermination des apports alimentaires, l'évaluation de l'état nutritionnel des sujets est réalisée par des moyens cliniques, des paramètres biologiques simples et des indices composites validés. Ces méthodes modernes d'évaluation de l'état nutritionnel sont très orientées vers la détermination des compartiments corporels et cherchent à évaluer les données du métabolisme protéique [5].

Les outils diagnostiques que nous allons présenter sont : les mesures anthropométriques (poids, taille, indice de masse corporelle (IMC), plis cutanés, circonférence des membres, tour de taille) ; les mesures biophysiques (impédance bioélectrique, absorption biphotonique, tomographie par densitométrie computerisée, méthodes de dilution isotopique, résonance magnétique nucléaire) ; les marqueurs biochimiques et biologiques (albumine, préalbumine, protéine vectrice du rétinol, transferrine, somatomédine-C, taux de lymphocytes, créatininurie des 24 h et index créatininurie/taille, méthyl-histidine urinaire) ; Les index multiparamétriques (index pronostique inflammatoire et nutritionnel, Indice nutritionnel pronostique, Indice de risque nutritionnel, évaluation globale subjective, *Mini Nutritional Assessment*, *Nutritional Risk Screening Malnutrition Universal Screening Tool*).

Mesures anthropométriques

Au niveau individuel, l'anthropométrie sert soit à pépérer un sujet qui nécessite une attention particulière, soit à évaluer une réponse à une intervention [23]. Les méthodes anthropométriques rassemblent des mesures relativement faciles à conduire, telles que celles du poids, de la taille, de l'IMC, des plis cutanés et de la circonférence brachiale. La précision des mesures dépend des conditions dans lesquelles elles sont réalisées [12].

Le poids et la taille sont les plus couramment mesurés, peut être aussi ceux auxquels, dans la routine, on accorde assez peu d'importance pour oublier les conventions de mesures et de contrôle de qualité

[24-27].

Poids

La mesure du poids est, certainement, la plus employée de toutes les données anthropométriques, non seulement, en raison de sa facilité, mais aussi parce qu'il existe un rapport étroit entre ses variations et celles de l'état de santé des individus [3]. Le poids corporel est le témoin le plus simple de l'état de réplétion des réserves énergétiques en l'absence de troubles de l'hydratation [12].

Il est recommandé de mesurer le poids de préférence en sous-vêtements, vessie vide et si possible le matin à jeun, par une méthode appropriée au degré d'autonomie du sujet [28]. Il doit être mesuré sur une balance stable, suffisamment large pour qu'une personne âgée puisse s'y tenir debout. La précision et la reproductibilité de la mesure dépend du type de balance utilisé [3]. Prise isolément, cette mesure reste, cependant, peu interprétable pour le diagnostic, en l'absence de données complémentaires comme la taille ou une valeur de poids mesuré antérieurement [8]. La perte de poids et la rapidité de l'amai-grissement sont des éléments cardinaux de l'évaluation nutritionnelle [5]. Au-delà de 70 ans, on observe souvent une baisse du poids, due à différentes formes de dénutrition [2].

Une perte de poids brute (en kg ou %) ou une cinétique de perte de poids (en kg ou % par mois) sont considérées, classiquement, comme des éléments cliniques susceptibles d'orienter vers une dénutrition [5]. Une perte de poids (à partir de 4%) est associée à une morbidité ou une mortalité hospitalière plus élevées, d'autant plus importantes que la perte de poids est élevée. Le seuil de 10% est retenu comme élément diagnostique devant faire rechercher une dénutrition [5]. Certains auteurs proposent de comparer le poids à une valeur idéale théorique. La formule de « poids idéal théorique » proposée par Lorentz [29], dans les années 1930, ($\text{Poids idéal (kg)} = \text{taille (cm)} - 100 - \frac{[\text{taille (cm)} - 150]}{4}$) n'a jamais été validée [5]. Elle nécessiterait, par ailleurs, d'être régulièrement réévaluée pour prendre en compte, si besoin, de l'évolution anthropométrique des populations dans le temps. Le calcul d'un « poids idéal théorique » à partir de la formule de l'IMC inversé pose quant à lui le problème du choix d'un IMC « de référence » [8].

La mesure du poids constitue un des temps forts du diagnostic nutritionnel, car il s'avère indispensable pour estimer, correctement, la corpulence et pour quantifier une éventuelle variation pondérale [30]. Bien que simple à réaliser, prise isolément, elle

reste, cependant, peu interprétable pour le diagnostic d'une dénutrition, en l'absence de données complémentaires comme la taille ou une valeur de poids mesuré antérieurement [8].

Taille

La taille est une mesure complexe qui comprend les hauteurs respectives de la tête, du cou, du tronc et du membre inférieur [28]. Elle est, idéalement, mesurée en position verticale, sans chaussures et talons joints, à l'aide d'une toise avec une précision de 0,5 cm [8]. C'est une mesure très fidèle de la croissance et reflète l'état nutritionnel à long terme [23]. Chez l'adulte, elle est, normalement, constante et chez les personnes âgées, on observe une réduction de la taille au-delà de 80 ans [2]. Chez les patients alités, ne pouvant tenir debout ou souffrant de troubles de la statique dorsale, des équations de prédiction, à partir de la distance talon-genou, chez les personnes âgées de plus de 65 ans (équation de Chumlea [31] ou à partir de la longueur du bras [32] chez le sujet jeune, ont été développées [3]. D'autres modes d'évaluation de la taille ont été proposés, à partir de l'envergure des bras [6]. L'équation de Chumlea [31] pour le sujet âgé est, largement, utilisée par les professionnels comme alternative lorsque la mesure de la taille à l'aide d'une toise n'est pas possible [3, 12].

Dans le cadre de l'évaluation de l'état nutritionnel, la mesure de la taille est indispensable pour calculer différents indices dont l'IMC.

Indice de Masse Corporelle

L'IMC est le paramètre nutritionnel le plus largement utilisé pour le dépistage de la malnutrition [5]. Le critère actuellement recommandé par l'OMS [23] pour le diagnostic de la malnutrition, chez les adultes, est l'IMC (Poids/Taille², kg/m²), sans préjuger du caractère aigu ou chronique de cette malnutrition et les limites d'un IMC normal et grades de malnutrition ont été proposés [33]. Les valeurs normales de l'IMC, données par l'OMS, se situent entre 18,5 et 24,9 kg/m², sans distinction entre les deux sexes. La 10^e version de la Classification Internationale des Maladies (CIM) de l'OMS, actuellement en vigueur, parle de malnutrition (grave, modérée ou légère) et non de dénutrition [7]. Elle se base sur le critère poids ou perte de poids pour définir la malnutrition, voire simplement sur l'aspect clinique, en l'absence de poids disponible. Elle propose des codages hospitaliers pour les types de malnutrition, intégrant les notions de marasme et de kwashiorkor et des codages de gravité de la malnutrition [7].

Sur la base de données anthropométriques de différentes populations et sur les relations entre la corpulence et la performance physique, une classification de différents grades de dénutrition, en fonction de l'IMC, a été proposée pour des valeurs < 18,5 kg/m² [5,11,12]. En raison de la prise de poids physiologique, liée à l'âge, la borne inférieure de normalité de l'IMC est plus élevée chez la personne âgée, de telle sorte, qu'au-delà de 75 ans, les valeurs < 21 kg/m² sont un signe de dénutrition [7,34]. Une étude [35] a permis de considérer qu'une valeur d'IMC =12,0 kg/m² était la limite inférieure compatible avec le maintien physiologique de la vie.

Cependant et contrairement à la perte de poids, l'IMC est un critère statique d'évaluation nutritionnelle et n'est pas corrélé aux autres marqueurs ou index nutritionnels [36]. Il ne permet pas de distinguer le poids associé à la masse musculaire de celui associé aux tissus adipeux. Les différences de constitution et celles enregistrées entre IMC et masse grasse peuvent modifier l'éventail d'IMC considéré comme normal [23]. De plus, le lien entre IMC et masse grasse n'est pas le même selon le sexe et l'âge [36]. Cependant, un IMC normal ou élevé n'exclut pas la possibilité d'une dénutrition (ex.: une personne en surpoids ou obèse peut être dénutrie). La présence d'œdèmes peut limiter le diagnostic de dénutrition avec l'IMC [7].

Les données anthropométriques de base (poids, perte de poids, IMC) ne suffisent, donc, pas à évaluer l'état nutritionnel. L'évaluation des réserves adipeuses sous-cutanées et de la masse musculaire doit se faire par d'autres mesures [5].

Plis cutanés

Le pli cutané consiste en une double couche de peau et de graisse sous-cutanée qui donne une estimation de la masse grasse de l'organisme. Son utilisation dans l'évaluation de l'état nutritionnel est basée sur l'hypothèse qu'il existe une relation constante entre la masse grasse totale et l'épaisseur de la graisse sous-cutanée mesurée à certains endroits [8].

La mesure des plis cutanés est, techniquement, aisée (avec un minimum d'entraînement), peu coûteuse et réalisable au lit du malade [12]. Elle complète, voire remplace les mesures du poids et de la taille lorsque celles-ci ne sont pas possibles ou peu pertinentes (présence d'œdèmes et/ou d'ascite, par exemple) [12]. La mesure de l'épaisseur des plis cutanés, à l'aide d'un compas (adipomètre) à pli cutané [37], est une technique qui repose sur le fait qu'ils représentent près de la moitié de la masse grasse de l'organisme [38].

Les plis cutanés les plus couramment mesurés sont les plis cutanés tricipital (PCT), bicipital (PCB), supra-iliaque (PCSI) et sous-scapulaire (PCSS). Leurs valeurs sont exprimées en millimètres. Ils sont mesurés, verticalement, sur un bras au repos le long du corps, à mi-distance entre l'acromion et l'olécrane, en regard des masses musculaires respectives [8]. Pour ceux du membre supérieur, Heymsfield et Williams (1988) [39] recommandent de réaliser les mesures sur le bras non dominant ou de se référer au bras utilisé dans les tables de référence. Le PCSI est mesuré, horizontalement, 1 cm au-dessus de la crête iliaque sur la ligne axillaire moyenne. Le PCSS est mesuré à 1 cm sous l'angle inférieur de l'omoplate, l'épaule et le bras étant au repos. La mesure est réalisée en suivant le plissement naturel de la peau selon un axe de 45° [12]. La mesure des plis est, théoriquement, une façon simple et non invasive d'évaluer l'état nutritionnel. Cependant, pour être interprétable, elle nécessite un matériel fiable et un praticien expérimenté pour une précision des mesures de ± 1 mm et une reproductibilité de $\pm 5\%$ [34]. Le suivi longitudinal par des mesures répétées compense le manque de précision de cette méthode [40].

Les valeurs moyennes du pli cutané tricipital sont de 12 mm chez l'homme et de 23 mm chez la femme et on estime qu'il y a épuisement de la masse grasse quand les valeurs sont diminuées de 50% [34].

Des équations de Durnin et Womersley (1974) [41] permettent de calculer, à partir de l'épaisseur des quatre plis cutanés la masse grasse totale avec une marge d'erreur assez faible [12]. La masse maigre est calculée par différence entre le poids corporel et la masse grasse. La précision obtenue par ces équations de prédiction de la masse grasse diminue à mesure que l'on s'éloigne de la normalité, comme c'est le cas en présence d'une dénutrition sévère, d'un syndrome œdémateux et également d'une obésité importante [39].

Mesures des circonférences

La mesure de la circonférence (ou périmètre) des membres (bras et mollet) permet d'estimer l'état de la masse musculaire et de la masse grasse, chez le sujet âgé [8]. Les mesures sont exprimées en centimètres. Un mètre ruban non élastique est nécessaire, maintenu en position horizontale touchant la peau autour du membre mesuré sans comprimer les tissus sous-jacents. La circonférence brachiale (CB) est mesurée à mi-distance entre l'acromion et l'olécrane, à l'endroit même où sont mesurés les PCT et PCB [3]. Les valeurs moyennes de la CB sont de 28 cm chez l'homme et 22,2 cm chez la femme [34].

Une valeur < 22 cm chez l'homme et < 20 cm chez la femme est un bon indicateur de dénutrition. Une circonférence de mollet < 31 cm est aussi un bon repère [42].

À partir de la CB et du PCT, il est habituel de calculer la circonférence musculaire brachiale (CMB) par la formule suivante [3] : $CMB (cm) = CB - [\pi \times PCT (cm)]$. La surface musculaire brachiale (SMB), qui est un reflet de la masse musculaire totale, peut également être calculée à partir de la circonférence brachiale et de l'épaisseur du pli cutané tricipital [12, 43]. Par ailleurs, considérant l'IMC comme la mesure de référence pour évaluer le statut nutritionnel, différentes études ont établi une corrélation entre cet indice et la CB, de mesure plus simple et mieux adaptée dans les situations d'urgence et ont déterminé des seuils correspondants. Une nouvelle classification de l'état nutritionnel a, donc, été proposée pour les pays en voie de développement, associant l'IMC et la CB [44].

Si elle est avec les indices taille et poids, l'une des rares méthodes faciles à mettre en œuvre et ayant un coût très faible, la mesure des plis cutanés comporte un certain nombre de défauts [8]. En effet, elle apparaît sensible aux différences d'observation et d'interprétation d'un utilisateur à l'autre et il est impossible de mesurer ces plis dans les cas d'obésité extrêmes [45]. À cela s'ajoutent les importantes différences ethniques dans la distribution de la masse adipeuse subcutanée [46]. et le fait que les quatre plis utilisés ne prennent pas en compte le tissu adipeux de la partie inférieure du corps, d'où leur tendance à sous-estimer l'obésité gynoïde [38]. Le calcul de l'adiposité du sujet, à partir de la somme des 4 plis est moins fiable et, insuffisamment, validée pour un IMC < 15 ou > 35 [8].

Tour de taille (TT)

Réalisée avec un mètre-ruban, la mesure du TT donne un reflet de la répartition anatomique de la masse grasse [4]. Le TT est utile à l'évaluation du risque métabolique et cardio-vasculaire, même en l'absence d'obésité. En effet, le risque est augmenté lorsque la masse adipeuse prédomine à la partie supérieure du corps et, en particulier, au niveau abdominal. Le TT est mesuré à mi-distance entre le bas des côtes et les crêtes iliaques, ou en regard de l'ombilic, au niveau le plus étroit du torse [47,48]. Chez l'adulte, les seuils du TT qui définissent l'obésité centrale sont fluctuants, évoluent rapidement et dépendent du sexe de la personne et du contexte social racial ou national [2]. Les seuils de 80, 90, 100 cm ont été proposés, mais d'autres aussi (85, 95, 105 cm pour

les hommes ; 80, 90, 100 cm pour les femmes) ou d'autres encore (94, 102 cm pour les hommes ; 80, 88 cm pour les femmes) selon l'OMS (2000) [49].

Des valeurs du TT, en fonction des ethnies ont été proposées par l'*International Diabetes Federation* (2006) [50]. Pour les populations est-méditerranéennes et les populations du Moyen-Orient (arabes), il est recommandé d'utiliser les données européennes jusqu'à ce que des données plus spécifiques soient disponibles. L'un des désavantages de l'utilisation du TT est lié au fait que ce dernier varie en fonction de l'âge, du sexe et de la population (groupe ethnique). Cette caractéristique rend problématique le développement et l'adoption de valeurs seuils, internationalement reconnues et limite, dès lors, l'utilisation en routine de cet indicateur [51]. Pour cela, le rapport entre le TT et la taille d'un individu (*waist-to-height ratio, WhtR*) est apparu comme une option permettant de surmonter ces obstacles [51]. Ce dernier a pour avantage de minimiser les erreurs au niveau de l'évaluation des risques pour des individus (âge, sexe) ayant le même TT, mais des tailles différentes. Ce ratio constitue un bon prédicateur des risques métaboliques et cardio-vasculaires, associés à l'obésité abdominale (davantage que le TT et l'IMC), tant chez les adultes que chez les adolescents et les enfants [52].

Rapport taille/hanches (WHR)

C'est la mesure du TT divisée par la mesure de la circonférence de la hanche. Le WHR permet d'objectiver la distribution abdominale et périphérique des graisses [3, 5] mais n'est pas utilisé pour le diagnostic de dénutrition. Bien que le TT soit une mesure simple et, fortement, corrélée au risque de complications cardio-vasculaires et métaboliques, des auteurs [53] estiment que le WHR est un moyen simple et fiable pour évaluer la répartition de la masse grasse et doit, à ce titre, faire partie de l'examen clinique. Ce rapport permet de définir le morphotype et distingue le morphotype androïde (WHR > 0,95 chez l'homme et > 0,85 chez la femme), le morphotype gynoïde (WHR < 0,80) et les morphotypes intermédiaires dits «mixtes». Tant pour les hommes que les femmes, un WHR égal à un ou plus est considéré comme dangereux pour ses conséquences indésirables, en matière de santé, comme pour les maladies cardiaques et autres maladies associées à un excès de poids [49]. Un WHR de bonne santé vaut, au plus, 0,90 chez l'homme et 0,80 chez la femme. Cette mesure n'est pas utilisée pour le diagnostic de dénutrition [49].

Mesures biophysiques

Ce sont des méthodes para-cliniques pour évaluer la composition corporelle ne faisant pas appel à l'anthropométrie. L'analyse de la composition corporelle et, en particulier, des réserves protéiques serait, en théorie, la meilleure approche de l'évaluation de l'état nutritionnel. Au lit du malade, seule l'impédance bioélectrique permet d'apprécier, en routine, la composition corporelle, et la masse non grasse, meilleur indicateur de l'état nutritionnel [5].

Impédance bioélectrique (*Bioelectrical Impedance Analysis : BIA*)

L'impédancemétrie est une technique non invasive [12] permettant d'évaluer la composition corporelle de façon rapide et indolore [8]. Elle est basée sur la capacité des tissus hydratés à conduire un courant électrique et mesure la résistance du corps au passage du courant électrique [54,55]. Le volume d'eau extracellulaire, le volume d'eau total, le volume d'eau intracellulaire, la masse maigre et la masse grasse sont calculés grâce à des équations, à partir de mesures de courants électriques de différentes fréquences traversant le corps [8]. Les tissus contenant la masse maigre, essentiellement constituée d'eau, constituent, donc, un meilleur conducteur électrique. Deux électrodes sont, généralement, placées au niveau de la cheville et deux autres au niveau du poignet pour faire circuler un courant électrique indolore [38]. En fonction de la teneur en eau, du volume, de la résistance au passage du courant et de la fréquence du courant électrique, l'eau corporelle est calculée [56]. Cela permet d'obtenir la mesure de la masse maigre si l'on admet que l'eau représente une proportion normale et constante de la masse maigre. Cette dernière restriction s'applique à toutes les pathologies dans lesquelles le secteur hydrique est anormal ou variable (œdèmes, ascite et autres épanchements...) [56,57].

L'impédance bioélectrique peut être utilisée, en n'accordant de valeur aux modifications de composition corporelle observées, que pour des pertes ou des augmentations de poids, suffisamment, importantes [40]. Les données actuelles de la littérature ne permettent pas d'envisager l'impédancemétrie comme outil de diagnostic de la dénutrition chez les personnes âgées [8]. Néanmoins, au lit du malade, elle permet d'apprécier, en routine, la composition corporelle et la masse non grasse, meilleur indicateur de l'état nutritionnel [5]. Toutefois, cette méthode déduit la masse grasse d'une équation dont la pertinence n'a été prouvée que sur certaines populations

et les conditions de mesure (température, position plus ou moins droite de l'individu...) influencent les résultats [54]. De plus, les seuils de diminution de la masse musculaire doivent être adaptés en fonction de la race (Asie) [7].

Absorptiométrie biphotonique (Dual Energy X-ray Absorptiometry : DEXA)

L'absorptiométrie biphotonique à rayons X (DEXA) consiste à balayer le corps avec des rayons X de deux niveaux d'énergie [58-60]. Le rapport des atténuations de ces deux rayonnements est fonction de la composition de la matière traversée. La DEXA mesure la valeur du compartiment osseux, négligé jusque là par la BIA, par exemple [40]. Cette méthode permet, ainsi, après traitement informatique, de distinguer et de mesurer masse grasse, masse maigre et contenu minéral osseux dans l'ensemble du corps ou sur une zone précise (bras, jambes, torse,...), ce que ne permettent pas les autres méthodes. L'irradiation générée par cet examen est comparable à celle d'une radiographie pulmonaire. Par comparaison [12] avec d'autres méthodes (activation neutronique, potassium 40), l'évaluation de la composition corporelle par la DEXA est, à la fois, précise et fiable [61,62]. Cette méthode a été utilisée avec succès pour mettre en évidence une réduction de la masse maigre et/ou de la masse grasse, chez les patients atteints de mucoviscidose [63,64], de broncho-pneumopathie obstructive et restrictive [65] et du sida [61,62]. La DEXA, reste, actuellement, la méthode de référence moyennant une irradiation très faible qui présente une excellente reproductibilité [65]. La limite de cette méthode réside dans le coût et la rareté des installations actuelles.

Tomodensitométrie computerisée (TDM)

La graisse péri-viscérale intra-abdominale intervient dans le déterminisme des complications métaboliques et cardiovasculaires de l'obésité. La tomodensitométrie permet de réaliser des coupes anatomiques abdominales et d'identifier dans un plan horizontal les tissus, en fonction de leur densité qui atténue les rayons X [40,66,67]. Elle ne fournit pas une mesure de la masse grasse viscérale (en kg) mais un calcul des surfaces des tissus adipeux profonds et superficiels. On peut, ainsi, décrire un rapport d'adiposité viscérale sur adiposité sous-cutanée. La méthode est rapide (quelques minutes si on se limite à une seule coupe) et la précision est bonne [40,66,67].

Méthodes de dilution isotopique

Ce sont des mesures de l'eau corporelle. L'eau totale

est mesurée par dilution d'isotopes stables, comme le deutérium (eau lourde) ou l'oxygène 18 [65]. Ils sont plus utilisés que les produits radioactifs. L'absorption s'exécute par voie orale et les prélèvements d'urine, de salive ou de sang sont réalisés quelques heures après que la diffusion de l'isotope dans l'eau de l'organisme soit complète. Un petit nombre d'échantillons suffit afin d'obtenir des résultats pertinents [68]. En revanche, des précautions doivent être prises : sujet à jeun ; aucune absorption d'eau pendant les 4h de dilution ; dosage précis par spectrographie de masse ou par infrarouge. La mesure de l'eau corporelle totale permet d'évaluer la masse maigre et, par différence avec le poids corporel, la masse grasse [69]. Ces méthodes ne sont pas utilisées en routine car elles nécessitent un équipement lourd. Elles servent à étalonner d'autres méthodes [40, 68].

Résonance magnétique nucléaire (RMN)

Cette technique repose sur les propriétés magnétiques naturelles de certains atomes (H_1 , C_{13} , P_{31}) et leur alignement spontané lorsqu'ils sont soumis à un champ magnétique [70]. L'absence d'irradiation est un avantage propice à la répétition des mesures chez le même patient mais son coût, la durée des mesures et la complexité des calculs en limitent l'utilisation à la recherche [5,65].

Ces dernières méthodes d'évaluation de la composition corporelle sont, pour des raisons pratiques, techniques et/ou analytiques, difficilement utilisables en ambulatoire et réservées à recherche biomédicale [12,70,71].

La notion de composition corporelle doit être intégrée dans le raisonnement et la pratique médicale. Elle permet de prendre des décisions et de formuler des propositions thérapeutiques les mieux adaptées [72], tels que l'interprétation des variations pondérales, le choix d'un programme d'amaigrissement ou de renutrition [40].

Marqueurs biologiques et biochimiques

Les paramètres biologiques sont sensibles aux variations de l'état nutritionnel, mais aucun n'est spécifique [5,73]. Certains donnent une évaluation de l'état nutritionnel, d'autres celle du statut inflammatoire. Ils aident à la reconnaissance de la dénutrition et à l'évaluation de sa sévérité. Ils ont été inclus dans des index pronostiques et permettent, également, de suivre l'efficacité de la renutrition. Divers indices, associant des marqueurs biologiques à des paramètres cliniques ou anthropométriques, ont été

mis au point dans le but d'augmenter la spécificité et la sensibilité des différents marqueurs pris isolément [30].

Les marqueurs plasmatiques les plus utilisés sont les protéines de transport d'origine hépatique dont la concentration reflète, indirectement, la synthèse protéique et les marqueurs urinaires qui reflètent le catabolisme protéique [34]. Les protéines nutritionnelles sériques qui sont, habituellement, considérées comme des marqueurs nutritionnels sont au nombre de quatre : l'albumine, la transthyrétine (ou préalbumine), la transferrine et la protéine vectrice du rétinol [3]. S'il n'existe aucun marqueur spécifique de la dénutrition, l'utilisation de l'albumine et de la préalbumine reste, à ce jour, la meilleure appréciation biologique de la dénutrition [4,73].

Albumine

Principale protéine synthétisée par le foie dont la demi-vie est de 21 jours, l'albumine est le marqueur nutritionnel le plus anciennement utilisé [3,5,39,75-77]. Protéine sérique la plus abondante (30-50 g/L), elle assure le transport de nombreux composés endogènes ou exogènes (acides gras, bilirubine, minéraux,...) [36]. Les techniques utilisées pour le dosage de l'albuminémie sont physico-chimiques, chimiques et immunochimiques [3,73]. Les taux plasmatiques normaux sont compris entre 35 et 50 g/L avec une valeur moyenne de 42 ± 2 g/L. Sa concentration plasmatique diminue dans diverses circonstances (dénutrition, état d'agression, insuffisance hépatique, spoliation digestive ou urinaire) mais quelle qu'en soit la cause, un taux < 30 g/L est toujours un facteur pronostique péjoratif [74] et signe une dénutrition protéique sévère [4]. Plusieurs études réalisées chez des patients hospitalisés montrent qu'en deçà de 35 g/L, la baisse de l'albuminémie est associée à un accroissement de la morbidité et de la mortalité [3]. L'albuminémie peut fluctuer au cours du temps en fonction des situations hémodynamiques, de l'état d'hydratation, lors de carences d'apports ou lors de processus inflammatoires de l'organisme [13]. Elle n'est pas un critère diagnostique mais un critère de sévérité de la dénutrition [7] et permet d'évaluer le risque de complications liées à la dénutrition [76].

Comme le dosage de l'albuminémie n'est pas, actuellement, standardisé, les résultats étant liés au couple technique/analyseur, il existe des biais importants entre les méthodes analytiques. Ceci conduit à des erreurs de prise en charge nutritionnelle car les seuils de morbi-mortalité de l'albuminémie ne sont pas donnés en fonction de la technique de dosage utilisée. Il convient donc de vérifier, voire redéfinir

en fonction de la technique utilisée, les seuils d'albumine retenus pour l'évaluation de l'état nutritionnel [76,77].

Préalbumine ou transthyrétine

Protéine également de production hépatique, la préalbumine a une demi-vie de 48 h. Elle fait partie d'un complexe protéinique, l'associant à la protéine vectrice du rétinol et à la vitamine A [73]. Les méthodes, habituellement, utilisées pour son dosage sont la néphélométrie, la turbidimétrie et l'immunodiffusion radiale [3]. Sa concentration sérique normale est comprise entre 250 - 350 mg/L, avec d'importantes variations physiologiques liées au sexe et à l'âge [4]. Un taux sérique < 200 mg/L doit alerter [79]. La transthyrétinémie fluctue en fonction de l'état d'hydratation de la personne et en fonction de son statut inflammatoire, et permet de détecter, précocement, des situations de dénutrition infra-clinique [3]. Elle permet de poser le diagnostic d'une dénutrition et de suivre l'efficacité de la prise en charge [76]. Une augmentation de la transthyrétinémie traduit l'efficacité de la nutrition mais une valeur basse ou une diminution ne traduit pas, nécessairement, une inefficacité nutritionnelle [78]. Des valeurs < 200 mg/L témoignent d'une malnutrition modérée, < 150 mg/L d'une malnutrition sévère et < 100 mg/L d'une malnutrition grave [80]. A moins de 50 mg/L, le pronostic vital est engagé [34].

Du fait de sa demi-vie très courte, la préalbumine est un marqueur qui donne une indication rapide des variations en apports protéino-énergétiques [4]. Cependant, comme l'albumine, elle est peu spécifique de l'état nutritionnel. De nombreuses situations physiologiques ou pathologiques sont susceptibles d'abaisser les taux, indépendamment, de l'existence d'une dénutrition [3].

Protéine vectrice du rétinol (*Retinol Binding Protein (RBP)*)

La RPB, synthétisée par le foie, a une demi-vie très courte (12 h) et dans le plasma, est liée à la préalbumine [3,73]. Le rôle physiologique de la RBP est de transporter le rétinol du foie aux divers tissus cibles. Son dosage nécessite des méthodes complexes [81] et, le plus souvent fait par immunodiffusion radiale et par la technique immunologique au latex [3]. La protéine vectrice du rétinol est présente à des concentrations sériques comprises entre 45 et 70 mg/L avec des variations importantes liées au sexe et à l'âge [3]. Sa synthèse est inhibée en cas d'insuffisance d'apport en tryptophane, zinc, azote et rétinol. Sa concentration sérique diminue, aussi, en cas d'hyper

-thyroïdie, de dénutrition, d'insuffisance hépatique [82]. Elle augmente chez les alcooliques et lorsque la filtration glomérulaire est réduite [83]. Comme pour la préalbumine, sa réponse rapide lors de la renutrition permettrait son utilisation comme marqueur précoce de la renutrition mais son dosage est techniquement difficile [3]. Le dosage de la protéine vectrice du rétinol étant complexe et relevant du domaine de la recherche, il ne peut être considéré comme un outil diagnostique « simple » de la dénutrition. La sensibilité de la RBP est comparable à celle de la transthyrétine mais, en revanche, sa spécificité est moindre en raison des variations importantes liées au sexe et à l'âge, de sa plus grande dépendance vis-à-vis des états pathologiques, en particulier de l'insuffisance rénale si fréquente dans la population âgée [34,74].

Transferrine

C'est la protéine de transport du fer, du zinc, du cuivre et du manganèse, synthétisée par le foie. Elle est le reflet des réserves en fer de l'organisme. Son dosage se fait par des techniques immunochimiques [82]. Sa concentration sérique normale varie entre 2 et 4 g/L et augmente lorsqu'il existe un syndrome inflammatoire [58]. Sa demi-vie est de 8 à 10 jours [8,82]. C'est un marqueur très sensible de la dénutrition, mais cette grande sensibilité s'accompagne d'un manque absolu de spécificité, car sa concentration augmente dans les carences martiales et les syndromes inflammatoires [5]. Elle varie dans de nombreuses circonstances physiopathologiques, indépendamment de l'état nutritionnel [39]. Son utilisation isolée pour un bilan nutritionnel est insuffisante et serait moins informative que les dosages de l'albuminémie et la préalbuminémie [3]. Elle pourrait être utile comme marqueur de la dénutrition chez l'obèse [61,83].

Somatomédine-C (ou *Insulin-like-Growth Factor-I : IGF-I*)

Ce marqueur, synthétisé par le foie [84], est corrélé à la balance azotée et aux protéines nutritionnelles [5]. Il est peu influencé par l'inflammation. L'IGF-I ne peut être considéré comme un outil simple d'évaluation de l'état nutritionnel, vu sa faible disponibilité et le coût de son dosage [3,73]. Ce dernier ne peut être réalisé en routine et en l'absence de données suffisantes, aucun seuil ne peut être proposé [85].

Taux de lymphocytes

C'est un paramètre facilement accessible en routine clinique [30]. La dénutrition entraîne une réduction

de la maturation des lymphocytes [56], une diminution des fonctions immunitaires et, par conséquent, augmente le risque d'infections qui sont elles-mêmes facteur de dénutrition [3,73]. Une lymphopénie n'est pas spécifique de dénutrition mais peut être évocatrice de dénutrition en l'absence d'autres anomalies sur l'hémogramme, et en l'absence de signes infectieux. Les tests cutanés d'hyper-sensibilité retardée ne sont plus utilisés [5]. Un nombre de lymphocytes circulants $<1500/\text{mm}^3$ (valeurs normales : $2000-3500/\text{mm}^3$) oriente vers une dénutrition et son association avec une morbidité et une mortalité postopératoire plus élevée a été rapportée [3]. La numération lymphocytaire présente l'avantage de sa grande disponibilité. Cependant, le manque de spécificité ne permet pas d'utiliser la lymphopénie comme un marqueur nutritionnel à part entière [30].

Créatininurie des 24h et index créatininurie/taille

L'excrétion urinaire de la créatinine, proportionnelle à la masse musculaire squelettique, reflète la production de la créatinine lorsque la fonction rénale est normale [5]. Un kilogramme de muscle correspond à 23 mg de créatinine éliminée, quotidiennement, chez l'homme et à 18 mg chez la femme [5,39,70]. La baisse de l'excrétion urinaire de la créatinine témoignerait, donc, d'une diminution de la masse maigre [3]. La créatininurie est, habituellement, mesurée par méthode colorimétrique, basée sur la réaction de Jaffé [82]. Les valeurs usuelles de la créatininurie, rapportées par la Société Française de Biologie Clinique [79] sont, chez l'homme, comprises entre 9 et 18 mmol/24 h (1500 à 2000 mg/24 h) et, chez la femme, comprises entre 8 et 16 mmol/24 h (900 à 1800 mg/24 h).

Dans la mesure où la taille corporelle est un déterminant majeur de la masse musculaire, il a été proposé de rapporter la créatininurie des 24 h à la taille du sujet [12]. L'index créatininurie/taille a été proposé [86] et les valeurs attendues pour la créatininurie en fonction de la taille ont été établies chez l'homme adulte jeune et figurent dans des tables [87]. L'apparente simplicité de cet index ne doit pas masquer les difficultés pratiques auxquelles il se heurte [12]. En effet, ces données, pourtant, valides chez le sujet normal, ne le sont plus en pathologie, en particulier chez les brûlés et les cancéreux [86,87]. La créatininurie des 24 h perd sa signification, en présence d'une insuffisance rénale [12]. Le stress émotionnel, le changement d'activité physique, la chimiothérapie et toute situation hyper-métabolique augmentent la créatininurie, indépendamment de la masse musculaire [88]. À ces inconvénients, s'ajoute la dépen-

dance de la créatininurie vis-à-vis de l'apport carné [5]. En effet, l'alimentation doit être dépourvue de créatinine ou, au minimum, assurer un apport protidique constant car l'excrétion urinaire de créatinine varie selon l'apport carné [12]. L'absorption intestinale de la créatine alimentaire contenue dans la viande et de la créatinine formée pendant la cuisson augmente l'excrétion urinaire de la créatinine [89]. Les conditions de réalisation du dosage de la créatininurie des 24 h limitent son utilisation en pratique [3] et, de ce fait, ne peut être considéré comme un outil diagnostique simple de la dénutrition à l'hôpital [90].

Méthyl-histidine (3-MH) urinaire

La 3-MH, qui reflète le catabolisme musculaire, est sécrétée dans les urines [76,82]. Son dosage est pratiqué sur un recueil de 24 h, après un régime sans apport carné, pendant minimum 48 h [91]. La valeur étudiée est le rapport 3-MH/créatininurie. Il est augmenté dans les situations d'hypercatabolisme protéique et diminué dans les dénitritions chroniques. C'est donc un marqueur du catabolisme protéique plus qu'un indicateur de dénutrition chronique, en dehors des situations d'agression aiguë, et son dosage relève de la recherche clinique [3]. Aucune valeur seuil ne peut être proposée en l'état actuel des connaissances [5].

L'évaluation biologique du statut nutritionnel fait partie des outils diagnostics permettant de repérer un risque de dénutrition ou une dénutrition avérée ou d'en suivre l'évolution, après la mise en œuvre d'une thérapeutique adaptée.

Aucun paramètre biologique n'est exempt de critique et, pris isolément, n'est capable de quantifier un état nutritionnel [92]. L'albuminémie est le marqueur biologique le plus utilisé et le mieux documenté. Cette donnée peut être enrichie par le dosage de la transthyrétine, notamment pour évaluer les variations rapides de l'état nutritionnel. Ces marqueurs biologiques de l'état nutritionnel doivent être interprétés en fonction du statut inflammatoire [5].

L'insuffisance des méthodes précédemment décrites prises isolément et le fait qu'aucun paramètre évaluant l'état nutritionnel n'étant très spécifique ont conduit à établir des indices (ou index) multiparamétriques [76,93]. Ils ont été construits pour définir et suivre le statut nutritionnel. Ils ont été validés, pour la plupart, en calculant les risques de morbi-mortalité à distance, ce qui a permis de déterminer des valeurs seuil [3].

Index multiparamétriques (ou indices composites)

Le développement d'index multiparamétriques, résultant de l'association de différents marqueurs biochimiques, anthropométriques ou cliniques, a été réalisé afin d'améliorer la sensibilité et la spécificité des marqueurs considérés individuellement [3,76]. Ces scores composites sont des scores de risque de dénutrition ou des scores permettant de déterminer des niveaux de sévérité [7].

Index pronostique inflammatoire et nutritionnel (*Prognostic Inflammatory and Nutritional Index (PINI)*)

L'index PINI, calculé à partir de la mesure de 2 marqueurs de l'état nutritionnel (albuminémie et préalbuminémie) et de 2 protéines de l'inflammation (protéine-C réactive (CRP) et orosomucoïde), a été élaboré [94], pour prendre en compte l'état inflammatoire des patients dans l'interprétation du niveau des variables « nutritionnelles » en terme pronostique [3] :

$$\text{PINI} = [\text{CRP (mg/L)} \times \text{Orosomucoïde (mg/L)}] / [\text{Albumine (g/L)} \times \text{Préalbumine (mg/L)}].$$

Cinq degrés de risque (complications) ont été définis : PINI < 1 = patients non infectés ; PINI compris entre 1 et 10 = risque faible ; PINI compris entre 11 et 20 = risque modéré ; PINI compris entre 21 et 30 = risque élevé ; PINI > 30 = risque vital.

Cet index, développé sur un nombre restreint de patients jeunes et sélectionnés, n'a jamais fait l'objet d'une validation spécifique. Plusieurs études ont, cependant, retrouvé une association entre un PINI élevé (seuil 1) et l'accroissement de la mortalité à court terme [3].

Le PINI a été proposé comme outil pour une meilleure prise en charge des patients en soins palliatifs [95].

Indice nutritionnel pronostique (*Prognostic Nutritional Index (PNI)*)

Cet index est calculé à partir de la mesure du pli cutané tricipital, des dosages de l'albuminémie (ALB), de la transferrinémie (TFN) et du résultat d'un test d'hypersensibilité retardée (HR) [96]. C'est un marqueur de l'état nutritionnel [97] utilisé pour prédire l'évolution post-chirurgicale des patients en postopératoire :

$$\text{PNI (\%)} = 158 - 16,6 \text{ ALB (g/L)} - 0,78 \text{ PCT (mm)} - 0,2 \text{ TFN (mg/L)} - 5,8 \text{ HR.}$$

Les seuils de risque ont été définis ainsi : PNI < 30 =

risque faible ; PNI de 30 à 60 = risque intermédiaire ; PNI > 60 = risque élevé.

La validité de ce test a été évaluée de manière prospective, chez le patient chirurgical [98]. Le PNI préopératoire est un facteur prédictif utile des complications postopératoires et de la survie des patients atteints d'un cancer colorectal [99].

Indice de risque nutritionnel ou indice de Buzby (*Nutritional Risk Index (NRI)*)

C'est un indicateur de l'état nutritionnel qui permet de définir de façon simple, rapide et reproductible, les patients dénutris, pour une prise en charge nutritionnelle en préopératoire. Les paramètres [100] pris en compte sont l'albuminémie et le % de la variation du poids usuel :

$NRI = 1,519 \times \text{Albuminémie (g/L)} + 0,417 \times [\text{poids actuel/poids habituel}] \times 100$.

Le calcul de l'indice de Buzby permet d'identifier une dénutrition modérée ou une dénutrition sévère [101]. En fonction de cet indice, la classification suivante a été proposée [100-102] :

$NRI > 100$ = non dénutris ; $100 \geq NRI > 7,5$ = faiblement dénutris ; $97,5 \geq NRI \geq 83,5$ = modérément dénutris ; $NRI < 83,5$ = sévèrement dénutris.

Le NRI est un index prédictif de complications postopératoires qui pose un problème d'interprétation en cas d'œdèmes [5] et qui n'a jamais fait l'objet d'une validation spécifique [3].

Le *Geriatric Nutritional Risk Index* (GNRI) [103]. est une variante du NRI, spécialement adaptée aux personnes âgées, qui tient compte de la difficulté à connaître leur poids habituel en raison du déclin cognitif. Le poids habituel est remplacé par le poids idéal, calculé selon la formule de Lorentz, où la taille peut également être calculée à partir de la mesure de la hauteur talon-genou [30].

Evaluation globale subjective (*Subjective Global Assessment (SGA)*) ou indice de Detsky

Baker (1982) [76] et Detsky (1984) [77] ont proposé une évaluation clinique globale subjective de l'état nutritionnel (SGA). C'est un index qui ne prend en compte que l'anamnèse et l'évolution récente du poids, le niveau de consommation alimentaire, l'existence de troubles digestifs; l'examen clinique appréciant l'état des réserves adipeuses sous-cutanées et des masses musculaires, la présence d'œdèmes, sans aucune mesure anthropométrique ni biologique. A partir du questionnaire, l'examineur classe le patient en A (non dénutri), B (modérément dénutri), ou C (sévérement dénutri). C'est un index subjectif où aucun score numérique n'est calculé. Sa

reproductibilité est satisfaisante mais sa mise en œuvre nécessite un certain entraînement. Il est simple et peu coûteux [5].

Chez des patients en état stable (par exemple avant une intervention chirurgicale lourde dont les suites seront assurées en secteur de réanimation ou de soins intensifs), le NRI permet de définir les malades à risque de complications graves et devant, donc, bénéficier d'une prise en charge nutritionnelle spécifique [101,106].

Mini Nutritional Assessment (MNA)

C'est un outil validé pour le dépistage de la dénutrition des personnes âgées, développé par Guigoz (1996) [107] et Vellas (1999) [108,109]. Il a été validé chez des sujets âgés de plus de 60 ans, en utilisant comme critères de validation l'examen clinique et une évaluation nutritionnelle comportant des mesures anthropométriques (IMC, circonférence brachiale, circonférence du mollet et perte de poids récente), les apports alimentaires et des mesures biochimiques [3,109]. C'est un questionnaire qui aborde, de manière globale, le risque de dénutrition, avec la recherche d'un certain nombre de facteurs de risque [110]. Il permet de distinguer les patients non dénutris, les patients à risque nutritionnel et les patients dénutris. Il consiste en un questionnaire de 18 items. Les six premières questions (dépistage) permettent une première approche du risque et l'obtention d'un score chiffré définissant trois populations, celle dont l'état nutritionnel est normal (> 24), celle à risque de dénutrition (17 à 23) et, enfin, celle où l'on peut parler de dénutrition avérée (< 17) [110].

Le MNA peut être complété en une dizaine de minutes et ne nécessite pas d'équipe spécialisée [8]. C'est un outil sensible et spécifique [109] et existe dans une vingtaine de langues [111]. Le MNA a un intérêt réel en institution car il oriente la prise en charge par un simple test de dépistage. Il n'y a pas d'indication à le faire de manière régulière systématique, sauf s'il existe une modification de l'état clinique ou une perte de poids sans cause évidente [111].

Les limites d'utilisation de cet outil sont la durée nécessaire et l'impossibilité de renseigner certains items chez les patients présentant une confusion, une aphasie ou une démence lorsque l'entourage ne peut répondre à leur place [8].

Une version courte *Mini Nutritional Assessment - Short Form (MNA-SF)* a été développée ultérieurement [112]. Un score < 12 (sur un total maximum de 14) indique que le patient est à risque d'être dénutri et implique la réalisation d'un MNA complet [30, 113]. On peut charger gratuitement cet outil sur

www.mna-elderly.com, avec un manuel d'utilisation qui fournit les questions à poser au patient ou à son aidant, pour remplir chaque item [114]. Des études ont utilisé le MNA-SF pour examiner les problèmes cognitifs de la démence et de la dépression chez les personnes âgées [114,115].

Nutritional Risk Screening (NRS-2002)

Le NRS-2002 [116], outil rapide de dépistage du risque nutritionnel, a été proposé pour la détection précoce des patients souffrant de malnutrition [117, 118]. Cet indice prend en compte l'importance et la rapidité d'installation d'une perte de poids et/ou l'existence d'un IMC abaissé et/ou des ingesta réduits ainsi que la sévérité des pathologies intercurrentes. Un score ≥ 3 définit un patient à risque de dénutrition chez qui l'intervention nutritionnelle sera très probablement efficace sur le plan clinique [30].

Une étude Suisse a comparé ces deux scores de dépistage du risque nutritionnel (NRS-2002 et MNA-SF) auprès d'une population âgée en centre de traitement et de réadaptation. Les résultats ont montré que le MNA-SF a une plus grande sensibilité et reste l'outil de référence pour un dépistage systématique dans cette population [119].

Malnutrition Universal Screening Tool (MUST)

Un outil de dépistage universel de la malnutrition «MUST» a été développé pour les adultes en Grande Bretagne [120,121]. Le MUST est basé sur la valeur de l'IMC, l'existence d'une perte de poids involontaire récente et la présence éventuelle d'une maladie concomitante [30]. Chaque item bénéficiant d'un score variant de 0 à 2, en fonction de sa sévérité. Lorsque le total est égal à 2, le risque nutritionnel est élevé alors qu'un total égal à 1 équivaut à un risque nutritionnel modéré [122]. Il a été développé pour identifier tous les patients à risque de dénutrition, y compris ceux chez qui la taille et le poids ne peuvent être mesurés au moment du test [8]. Le MUST a l'avantage d'être simple et facile d'utilisation, et ne nécessite pour l'examineur qu'une formation à son utilisation de très courte durée. Cet outil est comparable pour des examinateurs et des lieux différents et favorise le suivi nutritionnel d'un sujet durant son parcours de soins [122,123].

Le MUST, le NRS et le MNA sont recommandés pour le dépistage de la dénutrition liée ou pas à une pathologie par la Société Européenne de Nutrition Clinique et Métabolisme (2017) [117].

De plus, d'autres outils plus ou moins sophistiqués, associant des marqueurs biologiques à des paramètres cliniques ou anthropométriques, ont été propo-

sés pour tenter d'améliorer l'évaluation de l'état nutritionnel [30] et de repérer les sujets potentiellement dénutris, en pratique clinique courante. Nous citons en exemple : *Geriatric Nutritional Risk Index* (GNRI) [124]; *Malnutrition screening tool* (MST) [125]; *Nutritional Risk Assessment Scale* (NuRAS) [126]; *Risk Evaluation for Eating and Nutrition* (SCREEN) I et II [127]; *Nursing nutritional screening form* (NNSF) [128]; *Nutrition Screening Tool* (NST) [129]; *Short nutritional Assessment Questionnaire* (SNAQ) [130]; *Nutrition Screening Initiative* (NSI) [131].

Cependant, la mise en œuvre d'un dépistage systématique pour détecter la malnutrition a été entravée par l'absence de critères universellement reconnus pour l'identifier [84,123]. En conséquence, il existe une variété d'outils nutritionnels utilisés qui intègrent différents critères anthropométriques, biochimiques et cliniques qui ont, souvent, été développés pour une utilisation dans un cadre particulier ou pour un groupe spécifique de patients. L'utilisation de critères si variés implique que différents outils peuvent identifier différents types et proportions d'individus comme étant à risque de malnutrition. Cela peut prêter à confusion et affecter les décisions concernant la gestion nutritionnelle. L'utilisation d'une variété d'outils différents entrave, également, les comparaisons de la prévalence de la malnutrition dans différents contextes et groupes de patients [84, 123].

Dans une étude américaine récente [132], après l'examen des outils d'évaluation de la malnutrition générale et spécifique, utilisés dans les établissements de santé, il a été conclu que les avancées technologiques peuvent être intégrées dans les dossiers de santé électroniques pour fournir un système d'aide à la décision aux prestataires de soins (identification et gestion des patients à risque plus élevé de malnutrition).

Diagnostic nutritionnel

Le diagnostic nutritionnel est établi au terme du recueil d'un ensemble de paramètres cliniques, d'éléments biologiques et de l'utilisation d'indices composites validés [7,30].

Diagnostic d'obésité

Il est relativement facile à porter puisqu'il dépend, avant tout, d'un seul paramètre de corpulence qui est l'IMC [33]. L'obésité est, en effet, définie par un $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ et elle est qualifiée de morbide lorsque l'IMC est $\geq 40 \text{ kg/m}^2$. Ainsi, la mesure du poids,

de la taille, du tour de taille, du tour de hanches et les calculs de l'IMC et du rapport taille/hanches suffisent pour évaluer, correctement, sur le plan clinique, l'importance de la surcharge pondérale ainsi que la répartition topographique de la masse grasse d'un patient obèse [30]. Son niveau d'apport calorique, l'analyse qualitative de ses ingesta et l'importance de son activité physique spontanée vont conditionner, quant à eux, l'ampleur de la restriction calorique à opérer et la nature des conseils diététiques plus spécifiques à mettre en œuvre, tout comme le niveau d'activité physique à recommander. Un surpoids ou une obésité peut faire méconnaître une dénutrition (notamment, avec un hyper-catabolisme, souvent lié à un stress inflammatoire, également, à l'origine d'une perte de masse et de fonction musculaires) [7].

Diagnostic de maigreur

La maigreur est définie par un IMC inférieur au poids normal. Elle n'est pas, nécessairement, pathologique. Si l'on se réfère à l'IMC la maigreur se définit par un IMC entre 16,5 et 18,5 kg/m² [18,33]. Il existe deux types de maigreur [7], l'une est pathologique (anorexie mentale), l'autre pas (maigreur constitutionnelle).

Diagnostic de dénutrition

À la différence de la maigreur, la dénutrition associe une perte de poids, une perte protéique et une perte fonctionnelle [133]. Contrairement à l'obésité, le diagnostic de dénutrition est moins évident à établir. Il n'existe pas de gold standard permettant d'affirmer une dénutrition, à partir de la valeur d'un seul paramètre nutritionnel [30]. Le diagnostic repose sur un faisceau d'arguments concordants, cliniques (poids, taille, IMC, poids habituel, perte de poids), biologiques (albumine, \pm préalbumine, CRP) ou paracliniques, avec le calcul d'indices composites simples (NRI ou MNA et GNRI pour les personnes âgées). Aucun élément, pris isolément, n'est spécifique de la dénutrition [3]. Un IMC normal ou élevé n'exclut pas [7] la possibilité d'une dénutrition (une personne en surpoids ou obèse peut être dénutrie). Les critères actuels [134] de diagnostic de la dénutrition, en France, reposent sur deux recommandations, l'une [3] qui distingue les critères pour les sujets de moins de 70 ans et les critères pour les sujets âgés de 70 ans [8] et plus qui seront révisés [7]. Le diagnostic [134] repose, essentiellement, sur l'un des critères suivants : perte de poids, IMC, albuminémie et transthyrétinémie (en cas de dosage).

Les experts de la « *Global Leadership Initiative on Malnutrition* (GLIM) » [135] ont publié des recommandations qu'ils souhaitent applicables, au niveau mondial, pour diagnostiquer la dénutrition chez l'adulte, en contexte clinique [134]. Cette méthodologie permet de déterminer, facilement, si une personne souffre de dénutrition et quel est son degré de gravité [135]. Afin d'établir ce diagnostic chez l'adulte, le GLIM préconise une approche en deux étapes. La 1^{ère} étape consiste en l'identification du statut à risque par l'utilisation de tout outil de dépistage validé (exemple MUST ou MNA-SF). La 2^{ème} étape consiste en une évaluation pour réaliser le diagnostic de dénutrition et déterminer son degré de gravité. Cinq critères ont été retenus pour cette évaluation : 3 critères phénotypiques liés au poids, à l'IMC et à la masse musculaire et 2 critères étiologiques liés aux apports alimentaires ou nutritionnels et à l'état inflammatoire [135].

Conclusion

L'évaluation de l'état nutritionnel fait partie de l'examen clinique du sujet. Elle est indispensable à l'élaboration d'une stratégie thérapeutique [110]. Ainsi, le diagnostic nutritionnel demeure l'étape initiale indispensable de toute prise en charge nutritionnelle, conditionnant, à la fois, la thérapeutique et le pronostic ultérieur de la pathologie nutritionnelle [7,30]. Cependant, aucune méthode ne peut être considérée comme « la méthode universelle », il faut, de plus, tenir compte de l'objectif poursuivi par cette évaluation [5]. Celle-ci ne peut être le fait d'un seul outil car aucun n'a suffisamment de sensibilité et de spécificité pour permettre le diagnostic du type et de la sévérité de la dénutrition [110].

L'agression (en réanimation ou soins intensifs) favorise une grande variabilité dans l'ampleur des changements de la composition corporelle et du fonctionnement des voies métaboliques. Il est, habituellement, considéré que ces changements ôtent toute spécificité et toute sensibilité aux critères cliniques et paracliniques, proposés pour l'évaluation du statut nutritionnel, chez les patients dénutris chroniques en état stable, qu'il s'agisse des variations du poids corporel, de l'anthropométrie, de l'impédancemétrie ou des paramètres biologiques sanguins et urinaires [78].

Les études épidémiologiques nécessitent une méthode simple, pratique et rapide à mettre en œuvre, peu coûteuse, mais tenant compte des particularités de la population étudiée [5]. En pratique clinique, les méthodes peuvent être plus complexes, mais doi-

vent tenir compte de la pathologie causale et s'intégrer dans la prise en charge du malade. Dans le domaine de la nutrition artificielle, il est demandé à une méthode « idéale » d'évaluation de l'état nutritionnel, de définir les patients à risque de dénutrition, de participer à l'indication de nutrition artificielle et, enfin, de pouvoir évaluer l'efficacité de la re-nutrition [5]. Les modifications physiologiques, liées à l'âge, exposent les personnes les plus âgées au risque de dénutrition. Rechercher, systématiquement, à l'interrogatoire, des situations à risque de dénutrition et surveiller les outils nutritionnels faciles à utiliser, tels que le poids et l'IMC, peuvent aider au repérage des personnes à risque [8]. L'évaluation nutritionnelle de routine, dans l'examen clinique de tout patient, est fondamentale et devrait figurer dans son dossier médical, de même que son évolution durant l'hospitalisation [10]. A l'hôpital, la prise en charge nutritionnelle doit être faite par l'ensemble de l'équipe soignante du service hébergeant en collaboration étroite avec les nutritionnistes. Elle doit être poursuivie dans la communauté, en donnant aux soignants les informations utiles, les connaissances de base en nutrition clinique et les outils nécessaires [136].

La définition de critères de diagnostic, pour les différents états de dénutrition, peu coûteux, faciles à obtenir et, tenant compte des données actuelles de la littérature, est une condition sine qua non pour une détection et une prise en charge efficace de la dénutrition [134]. L'approche multidisciplinaire permettra d'élaborer des stratégies préventives, associant l'élaboration de conseils nutritionnels adaptés [137].

Conflit d'intérêts

Aucun

Références

1. Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Alimentation saine. 2018. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
2. Garenne M. Les indicateurs anthropométriques pour évaluer l'état nutritionnel des individus et des populations. Ferdi, document de travail. 2014. https://ferdi.fr/dl/dfs68UrdAhBda7gTYK1_WWiVhr/ferdi-i18-les-indicateurs-anthropo-metriques-pour-evaluer-l-etat-nutritionnel.pdf
3. Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES). Service des recommandations professionnelles. Évaluation diagnostique de la dénutrition protéino-énergétique des adultes hospitalisés. 2003. https://www.academia.edu/21635132/%C3%89valuation_Diagnostiq_Ue_De_La_D%C3%89nutrition_Prot%C3%89ino-%C3%89nerg%C3%89tique_Des_Adultes_Hospitalis%C3%89S
4. Corpet D. Evaluation de l'état nutritionnel. *Cah Nutr Diét* 2001 ; 36, HS 1: 2S111-6.
5. Mechior JC., Thuillier F. Méthodes d'évaluation de l'état nutritionnel. In : Noel Cano, Didier Barnoud, Stéphane M. Schneider, Marie-Paule Vasson, Michel Hasselmann, Xavier Lerverve. *Traité de nutrition artificielle de l'adulte*. Editions Springer (3^e Éd.) ; 2007, p. 521-39.
6. Pichard C. Comment évaluer l'état nutritionnel? Quelle stratégie d'intervention? In : Cano NJM., Barnoud D., Schneider SM. et al. (Eds) *Questions de nutrition clinique de l'adulte*. SFNEP PaSris ; 2006, p. 53-68.
7. Haute Autorité de Santé (HAS)/Fédération Française de Nutrition (FFN). 2019. Diagnostic de la dénutrition de l'enfant et de l'adulte. Méthode Recommandations pour la pratique clinique. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/201911/reco277_recommandations_rbp_denutrition_cd_2019_11_13_v0.pdf
8. Haute Autorité de Santé (HAS)/Service des recommandations professionnelles. 2007. Stratégie de prise en charge en cas de dénutrition protéino-énergétique chez la personne âgée. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/denutrition_personne_agee_2007_-_argumentaire.pdf. https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/synthese_denutrition_personnes_agees.pdf
9. Leiter LA., Marliss EB. Survival during fasting may depend on fat as well as protein stores. *JAMA* 1982 ; 248: 2306-7.
10. Servais EB., Namme HL., Ngaba GP., Noah Noah D., Evina Manga S., Behiya G. Les facteurs de Risque de Dénutrition en Milieu Hospitalier. *Revue Médecine Pharmacie* 2012 ; 2(2) : 231-7.
11. Guerdoux-Ninot E., Flori N., Janiszewski C., Vaille A., de Forges H., Raynard B. et al. Assessing dietary intake in accordance with guide-lines: Useful correlations with an ingesta-Verbal/Visual Analogue Scale in medical oncology patients. *Clin Nutr* 2019; 38(4):1927-35.
12. Herriot L. Marqueurs de la dénutrition. In *Carences nutritionnelles: Etiologies et dépistage*. Rap

- port. Paris : Les éditions Inserm, 1999, XII (Expertise collective) p.105-47.<http://hdl.handle.net/10608/190>
13. Collège des Enseignants de Nutrition (CEN). Méthodologie des enquêtes alimentaires. 2010-2011 UMVF - Université Médicale Virtuelle Francophone Diagnostic de la dénutrition et de ses facteurs de risque. 2010-2011. http://campus.cerimes.fr/nutrition/enseignement/nutrition_31/site/html/cours.pdf
 14. Mejean L. Coordinateur. Dossier scientifique de l'IFN n°8. Abords méthodologiques des enquêtes de consommation alimentaire chez l'homme. Janvier 1996. 104 p. <https://alimentation-sante.org/wpcontent/uploads/2011/07/dossier-scient-8.pdf>
 15. Castetbon K. Méthodes et outils d'évaluation de l'alimentation. In : Inégalités sociales de santé en lien avec l'alimentation et l'activité physique. Rapport. Paris : Les éditions Inserm, 2014, XVI (Expertise collective), p.55-83. <http://www.inserm.fr/handle/10608/6515>
 16. Zimmerman TP., Hull SG., McNutt S., Mittl B., Islam N., Guenther PM. et al. Challenges in converting an interviewer-administered food probe database to self-administration in the National Cancer Institute Automated Self-administered 24-Hour Recall (ASA24). *J Food Compost Anal* 2009 ; 1(22) :S48-51.
 17. Romon M., Borys JM. Les enquêtes alimentaires : pour qui ? Pourquoi ? *Ann Endocrinol* 2002 ; 63(6) :3S25-9.
 18. Gruson E., Romon M. Méthodologie des enquêtes alimentaires. *Cah Nutr Diét* 2007 ; 42 (5):276-84.
 19. Bucher Della Torre S., Carrard I., Farina E., Danuser B., Kruseman M. Development and Evaluation of e-CA, an Electronic Mobile-Based Food Record. *Nutrients* 2017 ; 9(1) : 76.
 20. Boushey CJ., Spoden M., Zhu FM., Delp EJ., Kerr DA. New mobile methods for dietary assessment: review of image-assisted and image-based dietary assessment methods. *Proc Nutr Soc* 2017 ; 76(3):283-94.
 21. Ferrara G., Kim J., Lin S., Hua J., Seto E. A Focused Review of Smartphone Diet-Tracking Apps: Usability, Functionality, Coherence With Behavior Change Theory, and Comparative Validity of Nutrient Intake and Energy Estimates. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2019 ; 7(5):e9232.
 22. KochSAJ, ConradJ., Hierath L., Hancock N., Beer S., Cade JE, Nöthlings U.. Adaptation and Evaluation of Myfood24-Germany: A Web-Based Self-Administered 24-h Dietary Recall for the German Adult Population. *Nutrients* 2020 ; 12(1):160.
 23. Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 1995. Utilisation et interprétation de l'anthropométrie. Rapport d'un comité OMS d'experts. Rapports techniques, No.854 : 498p. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37006/WHO_TRS_854_fre.pdf?sequence=1
 24. Deschamps JP. Les examens systématiques de santé et l'évaluation de l'état nutritionnel. In Hercberg S., Dupin H., Papoz L., Galan P. Nutrition et santé publique - Approche épidémiologique et politiques de prévention. Paris : Edition Lavoisier ;1985, p.116-31.
 25. Touraille P. Hommes grands, femmes petites : une évolution coûteuse. Les régimes de genre comme force sélective de l'évolution biologique. Paris, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme ; 2014, p.1-442.
 26. Connor Gorber S., Shields M., Tremblay MS., McDowell I. Questions de méthodologie en anthropométrie : taille et poids déclarés versus mesurés. Recueil du Symposium 2008 de Statistique Canada Collecte des données : défis, réalisations et nouvelles orientations. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/11-522-x/2008000/article/11002-fra.pdf?st=q6VPsGsL>
 27. Guay M. Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur. Os, articulations, muscles: Os, articulations, muscles. Presses de l'Université de Montréal ; 2005, p. 1-356.
 28. Vandervael F. Biométrie humaine. Edition Masson ; 1980, p. 1-164.
 29. Spyckerelle Y., Garillot S., Deschamps JP. Histoire du "poids idéal" de Lorentz. *Cah Nutr Diét* 1984 ; 19(6):365-6.
 30. Pradignac A. Diagnostic nutritionnel. In : Jean-Louis Schlienger (Sous la direction de). Nutrition clinique pratique chez l'adulte, l'enfant et la personne âgée. 2^{ème} édition Elsevier Masson SAS 2014, p. 91-104.
 31. Chumlea WC., Roche AF. Steinbaugh ML. Estimating stature from knee height for persons 60 to 90 years of age. *J Am Geriatr Soc* 1985 ; 33(2):116-20.
 32. Van Hoeyweghen RJ., de Leeuw IH., Vandewoude MFJ. Creatinine arm index as alternative for creatinine height index. *Am J Clin Nutr* 1992 ; 56(4) :611-5.
 33. World Health Organization (WHO). 2000. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation (WHO Tech-

- nical Report Series 894). 252p. https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/
34. Hasselmann M., Alix E. Outils et procédure de dépistage de la dénutrition et de son risque en milieu hospitalier. *Nutr Clin Metab* 2003 ; 17 : 218-26.
 35. James WPT., Ferro-Luzzi A., Waterlow JC. Definition of chronic energy deficiency in adults. Report of a Working Party of the International Dietary Energy Consultative Group. *Eur J Clin Nutr* 1988 ; 42 :969-81.
 36. Senesse P., Vasson MP. Nutrition chez le patient adulte atteint de cancer: quand et comment évaluer l'état nutritionnel d'un malade atteint de cancer? Comment faire le diagnostic de dénutrition et le diagnostic de dénutrition sévère chez un malade atteint de cancer? Quelles sont les situations les plus à risque de dénutrition? *Nutr Clin Metab* 2012 ; 26 :165-88.
 37. De Saint PolT. Comment mesurer la corpulence et le poids "idéal" ? Histoire, intérêts et limites de l'indice de masse corporelle. Notes & Documents, 2007-01, Paris, OSC. https://www.sciencespo.fr/osc/sites/sciencespo.fr.osc/files/nd_2007_01-1.pdf
 38. Edwards DA., Hammond WH., Healy MJR., Tanner JM., Withehouse RH. Design and accuracy of calipers for measuring subcutaneous tissue thickness. *Br J Nutr* 1955 ; 9:133-43.
 39. Heymsfield SB., Williams PJ. Nutritional assessment by clinical and biochemical methods. In: Modern nutrition. In: Shils ME, Young VR, eds. Modern nutrition in health and disease, 7th ed. Philadelphia, PA: Lea & Febiger Publishers, 1988:817-60.
 40. Barbe P., Ritz P. Composition corporelle. *Cah Nutr Diet* 2005 ; 40(3):172-6.
 41. Durnin JVGA., Womersley J. 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* 1974 ; 32 :77-97.
 42. Lecerf JM. Le dépistage et le diagnostic de la dénutrition de la personne âgée. *Nutrigold* 2014. <https://nutrition.pasteur-lille.fr/etudes-cliniques/nutrigold/novembre-2014/le-depistage-et-le-diagnostic-de-la-denuitration-de-la-personne-agee/>
 43. Heymsfield SB., McManus C., Smith J., Stevens V., Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. *Am J Clin Nutr* 1982 ; 36 :680-90.
 44. DorlencourtF., Priem V., Legros D. Indices anthropométriques utilisés pour le diagnostic de la malnutrition chez les adolescents et les adultes: bilan d'une revue de la littérature. *Bull Soc Pathol Exot* 2000 ; 93(5) :321-4.
 45. Ruiz L., Colley JR., Hamilton PJ. Measurement of triceps skinfold thickness an investigation of sources of variation. *Br J Prev Soc Med* 1971 ; 25:165-7.
 46. Jones PRM., Bharadwaj H., Bhatia ME., Malhotra MS. Differences between ethnic groups in the relationship of skinfold thickness to body density. Pp. 373-376 in Selected Topics in Environmental Biology. B. Bhatia, editor; , G.S. Chhina, editor; , and B. Singh, editor. , eds. New Delhi: Interprint Publications
 47. Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Manuel STEPS. 2008. <http://www.who.int/chp/steps/manual/fr/index.html>
 48. Belgian Association for the Study of Obesity. Le consensus du BASO. Un guide pratique pour l'évaluation et le traitement de l'excès de poids. 2002. <http://www.eetexpert.be/cap-expert/downloads/Definitieve%20versie%20consensus%20FR.pdf>
 49. World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation (WHO Technical Report Series 894). 2000. 252p. https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/
 50. International Diabetes Federation. Metabolic syndrome. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. 2006. Brussels: IDF. http://www.idf.org/webdata/docs/IDF_Meta_def_final.pdf
 51. Lebacqz T. Anthropométrie (IMC, tour de taille et ratio tour de taille/taille). In : Lebacqz T, Teppers E (éd.). Enquête de consommation alimentaire 2014-2015. Rapport 1. WIV-ISP, Bruxelles, 2015. https://fcs.wiv-isp.be/nl/Gedeelde%20documenten/FRANS/AM_FR.pdf
 52. Ashwell M., Gunn P., Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2012 ; 13(3):275-86.
 53. Perez-Martin A., Dautat M., Schuster I. Bilan diététique et nutritionnel. Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes. 2008. Article%20Evalua

- tion%20EN%20adulte/TP_10_Bilan_dietetique_et_Nutritionnel.pdf
54. Lukaski HC., Bolonchuk WW., Hall CB., Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 1986 ; 60:1327-32.
 55. Ribbe E., Coux MN., Moreno MV. Analyse segmentaire de la composition corporelle par bioimpédance. *Intelligent Health & Preventive Medicine International Symposium*. Tanger, Juin 2014. https://www.researchgate.net/publication/280316372_Analyse_segementaire_de_la_composition_corporelle_par_bioimpedance
 56. De Lorenzo A. Predicting body cell mass with bioimpedance by using theoretical methods: a technological review. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1997 ; 82:1542-58.
 57. Kyle UG., Bosaeus I., De Lorenzo AD., Deurenberg P., Marinou E., Gómez JM et al. Bioelectrical Impedance Analysis - Part I: Review of Principles and Methods. *Clin Nutr* 2004 ; 23(5):1226-43.
 58. Hans D., Genton DL. Pichard C., Slosman DO. Absorptiométrie biphotonique à rayons X et composition corporelle : mise au point. *Rev Med Suisse* 2002; 2: 225-30
 59. LaForgia J., Dollman J., Dale MJ., Withers RT., Hill AM. Validation of DXA body composition estimates in obese men and women. *Obesity (Silver Spring)* 2009;17(4):821-6.
 60. Direk K., Cecelja M., Astle W., Chowienczyk P., Spector TD., Falchi M. et al. The relationship between DXA-based and anthropometric measures of visceral fat and morbidity in women. *BMC Cardiovasc Disord* 2013;13:25.
 61. Wang J., Kotler DP., Russel M., Burastero S., Mazariegos M. Body-fat measurement in patients with acquired immunodeficiency syndrome: which method should be used? *Am J Clin Nutr* 1992 ; 56: 963-7.
 62. Slosman DO., Casez JP., Pichard C., Rochat T., Fery F., Rizzoli R. et al. Assessment of whole-body composition with dual-energy x-ray absorptiometry. *Radiology* 1992 ; 185(2): 593-8.
 63. Rochat T., Slosman DO., Pichard C., Belli DC. Body composition analysis by dual-energy x ray absorptiometry in adults with cystic fibrosis. *Chest* 1994 ; 106: 800-5.
 64. Pichard C., Kyle UG., Janssens JP., Burdet L., Rochat T., Slosman DO. Body composition by x-ray absorptiometry and bioelectrical impedance in chronic respiratory insufficiency patients. *Nutrition* 1997 ; 13:952-8.
 65. Moreno MV. Étude de la composition corporelle par impédancemétrie sur des adultes et des enfants sains et pathologiques. Sciences de l'ingénieur [physics]. Université de Technologie de Compiègne, 2007. Français. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00282690/document>
 66. Pineau JC., Bocquet M., Crescenzo E. Technique ultrasonore appliquée à la mesure de la composition corporelle. *Antropo* 2004; 8:73-81 .
 67. Braillon P.. Masse osseuse, densité minérale osseuse et composition corporelle. *Techniques de mesure. EMC - Radiologie et Imagerie Médicale: Musculosquelettique - Neurologique – Maxillo-faciale* 2012; 7(2) : 1-18.
 68. Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA). Introduction to body composition assessment using the deuterium dilution technique with analysis of saliva samples by Fourier Transform Infrared Spectrometry. 2010. IAEA publication, Vienna, IAEA human health series no.12. 84p. https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1450_web.pdf
 69. Basdevant A. Médecine et chirurgie de l'obésité. Paris Lavoisier 2011, p.1-799.
 70. Shenkin A., Cederblad G., Elia M., Isaksson B. International federation of Clinical chemistry. Laboratory assessment of protein-energy status. *Clin Chim Acta* 1996 ; 253:S5-9.
 71. Lukaski HC.. Biological indexes considered in the derivation of the bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1996 ; 64:397S-404S.
 72. Lee K., Shin Y., Huh J., Sub Sung Y., Lee IS., Yoon KH. et al. Recent Issues on Body Composition Imaging for Sarcopenia Evaluation. *Korean J Radiol* 2019; 20(2):205-17.
 73. Beaudeau JL., Durand G. coordonnateurs Biochimie médicale - Marqueurs actuels et perspectives. 2^e édition. Médecine Sciences Publications/Lavoisier, Paris 2011, p.1-607.
 74. Noah Noah D., Bagnaka SE., Namme HL., Ngaba GP., Manga SE., Behiya G. Les facteurs de Risque de Dénutrition en Milieu Hospitalier. *Revue Médecine Pharmacie* 2012 ; 2(2):231-7.
 75. Franch-Arcas G. The meaning of hypoalbuminaemia in clinical practice. *Clin Nutr* 2001 ; 20: 265-9.
 76. Aussel C., Ziegler F. Évaluation de l'état nutritionnel *Revue Francophone Laboratoires* 2014 ; 465 :53-60.
 77. Rossary A., Blonde-Cynober F., Bastard JP., Beauvieux MC., Beyne P., Drai J. et al. Albuminémie : les enjeux analytiques dans le cadre de l'évaluation nutritionnelle. Etude comparative

- multicentrique française. *Ann Biol Clin* 2017; 75(3):305-18
78. Petit J., Zazzo JF. Évaluation de la nutrition entérale : aspects clinique et paraclinique, aspect médico-économique, démarche–qualité. *Réanimation* 2003 ; 12 :387-92.
 79. Therond P. Évaluation de l'état nutritionnel. In: Société Française de Biologie Clinique, Vassault A, éd. Cahier de formation biochimie. Assurance qualité. Tome II. Paris: SFBC ; 1994, p.205-8.
 80. Ferry M., Alix E., Brocker P., Constans T., Lesourd B., Mischlich D. et al. Nutrition de la personne âgée. Paris: Masson ; 2002, p.1-326.
 81. Raguso CA., Dupertuis YM., Pichard C. The role of visceral proteins in the nutritional assessment of intensive care unit patients. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2003 ; 6(2):211-6.
 82. International Federation of Clinical Chemistry, Shenkin A., Cederblad G., Elia M., Isaksson B. Laboratory assessment of protein-energy status. *Clin Chim Acta* 1996 ; 253:S5-9.
 83. Baxter JP. Problems of nutritional assessment in the acute setting. *Proc Nutr Soc* 1999 ; 58(1):39-46.
 84. Clemmons, D. Clinical utility of measurements of insulin-like growth factor 1. *Nat Rev Endocrinol* 2006; 2:436-46.
 85. Lopez-Hellin J., Baena-Fustegueras JA., Schwartz-Riera S., García-Arumí E. Usefulness of short-lived proteins as nutritional indicators surgical patients. *Clin Nutr* 2002 ; 21(2):119-25.
 86. Bistrian BR., Blackburn GL., Scrimshaw NS., Flatt JP. Cellular immunity in semi starved states in hospitalized adults. *Am J Clin Nutr* 1975 ; 28: 1148-55.
 87. Bistrian BR. Nutritional assessment and therapy of protein-calorie malnutrition in the hospital. *J Am Diet Assoc* 1977 ; 71: 393-7.
 88. Aussel C., Cynober L. Marqueurs biochimiques d'une dénutrition et de l'efficacité de la renutrition. In : Cynober L, Aussel C Eds. Exploration de l'état nutritionnel, Cachan, Editions Médicales Internationales ; 1998, p.75-98.
 89. Labbe D., Vassault A. Créatinine. In: Société Française de Biologie Clinique, Vassault A, éd. Cahier de formation biochimie. Assurance qualité. Tome II. Paris: SFBC ; 1994, p.119-31.
 90. Bollag D., Genton L., Pichard C. L'évaluation de l'état nutritionnel. *Ann Med Interne* 2000 ; 151(7):575-83.
 91. Rennie MJ., Millward DJ. 3 -methylhistidine excretion and the urinary 3 methylhistidine/creatinine ratio are poor indicators of skeletal muscle protein breakdown. *Clin Sci* 1983 ; 65(3):217-25.
 92. Cynoberab L., Ausselac C. Exploration biologique du statut nutritionnel. *Nutr Clin Metab* 2004 ; 18(1):49-56.
 93. Detsky AS., Baker JP., Mendelson RA., Wolman SL., Wesson DE., Jeejeebhoy KN. Evaluating the accuracy of nutritional assessment techniques applied to hospitalized patients: methodology and comparisons. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*1984 ; 8 :153-9.
 94. Ingenbleek Y., Carpentier YA. A prognostic inflammatory and nutritional index scoring critically ill patients. *Internat J Vit Nutr Res* 1985 ; 55:91-101.
 95. Noël-Guillet A., Guillet B., Dubois S., Ravallec F. Intérêt du facteur pronostic inflammatoire et nutritionnel (PINI) chez les patients hospitalisés en unité de soins palliatifs. *Médecine Palliative* 2008 ; 7(5) :260-5.
 96. Mullen JL., Buzby GP, Waldman MT., Gertner MH., Hobbs CL., Rosato EF. Prediction of operative morbidity and mortality by preoperative nutritional assessment. *Surg Forum* 1979 ; 30: 80-2.
 97. Alberici Pastore C., Paiva Orlandi S., González MC. Association between an inflammatory-nutritional index and nutritional status in cancer patients. *Nutr Hosp.* 2013; 28(1):188-93
 98. Buzby GP., Mullen JL., Matthews DC., Hobbs Cl., Rosato EF. Prognostic nutritional index in gastro-intestinal surgery. *Am J Surg* 1980 ; 139:160-7.
 99. Mohri Y., Inoue Y., Tanaka K., Hiro J., Uchida. K, Kusunoki M. Prognostic Nutritional Index Predicts Postoperative Outcome in Colorectal Cancer. *World J Surg* 2013; 37(11):2688-92.
 100. Buzby GP., Knox LS., Crosby LO., Eisenberg JM., Haakenson CM., McNeal GE. et al. Study protocol: a randomized clinical trial of total parenteral nutrition in malnourished surgical patients. *Am J Clin Nutr* 1988 ; 47:366-81.
 101. Petit J., Zazzo JF. Évaluation de la nutrition entérale : aspects clinique et paraclinique, aspect médico-économique, démarche–qualité. *Réanimation* 2003 ; 12 :387-92.
 102. Bernard M., Aussel C., Cynober L. Marqueurs de la dénutrition et de son risque ou marqueurs des complications liées à la dénutrition. *Nutr Clin Metab* 2007; 21 : 52-9.
 103. Bouillanne O., Morineau G., Dupont C., Coulombel I., Vincent JP., Ioannis Nicolis I. et al. Geriatric Nutritional Risk Index: a new index for

- evaluating at-risk elderly medical patients. *Am J Clin Nutr* 2005 ; 82:777–83.
104. Baker JP., Detsky AS., Wesson DE., Wolman SL., Stewart S., Whitewell J. et al. Nutritional assessment : a comparison of clinical judgement and objective measurements. *N Engl J Med* 1982 ; 306:969-72.
 105. Detsky AS., Baker JP., Mendelson RA., Wolman SL., Wesson DE., Jeejeebhoy KN. Evaluating the accuracy of nutritional assessment techniques applied to hospitalized patients: methodology and comparisons. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1984 ; 8 :153-9.
 106. Preiser JC., Berré J., Carpentier Y., Jolliet P., Pichard C., Van Gos-sum A. et al. Management of nutrition in European intensive care units: results of a questionnaire. Working Group on Metabolism and Nutrition of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 1999; 25:95–101.
 107. Guigoz Y., Vellas B., Garry PJ. Assessing the nutritional status of the elderly: The Mini Nutritional Assessment as part of the geriatric evaluation. *Nutr Reviews* 1996 ; 54(1):S59-S65.
 108. Vellas B., Guigoz Y., Garry PJ., Nourhashemi F., Bennahum D., Lauque S., Albarede JL. The Mini Nutritional Assessment (MNA) and its use in grading the nutritional state of elderly patients. *Nutrition* 1999;15(2):116-22.
 109. Vellas B., Villars H., Abellan G., Soto ME., Roland Y., Guigoz Y. et al. Overview of the MNA-- Its History and Challenges. *J Nutr Health Aging*. 2006; 10(6):456-63.
 110. Cudennec T., Teillet L. Les marqueurs de la dénutrition. Mise au point. 2002. *Successful Aging SA*. 4p. http://www.saging.com/mise_au_point/les-marqueurs-de-la-denu-trition
 111. Hugonot-Diener L. Présentation du MNA ou MINI nutritional assessment. Un outil de dépistage et de suivi de la dénutrition. *Gérontologie Société* 2010 ;33(134) :133-41.
 112. Rubenstein LZ., Harker JO., Salvà A., Guigoz Y., Vellas B. Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-nutritional assessment (MNA-SF). *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001 ; 56:366-72.
 113. Cohendy R., Laurence Z., Rubenstein J, Eledjam J. The Mini Nutritional Assessment-Short Form for reoperative nutritional evaluation of elderly patients. *Aging* 2001; 13(4):293-7.
 114. Kaiser MJ., Bauer JM., Ramsch C., Uter W., Guigoz Y. Cederholm T. et al. Validation of the Mini Nutritional Assessment short-form (MNA-SF) : A practical tool for identification of nutritional status. *J Nutr Health Aging*. 2009; 13 (9) : 782-8.
 115. Jeong DH., Hong SB., Lim CM., Koh Y., Seo J., Kim Y. et al. Comparison of accuracy of NUTRIC and modified NUTRIC scores in predicting 28-day mortality in patients with sepsis: a single center retrospective study. *Nutrients* 2018; 10(7):9-11.
 116. Kondrup J., Rasmussen HH., Hamberg O. ad hoc ESPEN Working Group. Nutritional risk screening (NRS 2002): a new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clin Nutr* 2003 ; 22:321-36.
 117. European Society of Clinical Nutrition and Metabolism, Cederholm T, Barazzoni R, Austin P, Ballmer P, Biolo G, et al. ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition. *Clin Nutr* 2017;36(1):49-64.
 118. Bolayir B., Arik G., Yesil Y., Kuyumcu ME., Varan HD., Kara O. et al. Validation of nutritional risk screening-2002 in a hospitalized adult population. *Nutr Clin Pract* 2019; 34:297-303.
 119. Reinert R., Gachet A., Bosshard Taroni W., Fischer C., Pitteloud F., Jeannot E. Etude pilote comparant les résultats de deux scores de dépistage du risque nutritionnel auprès de la personne âgée. *Rev Med Suisse* 2013; 9 :2115-9.
 120. British Association for Parenteral and Enteral Nutrition. The “MUST” explanatory booklet. A guide to the Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) for adults 2003 <http://www.bapen.org.uk/pdfs/Must/MUSTExplanatory-Booklet.pdf>
 121. Marinos E. Chairman and Editor Screening for Malnutrition: A Multidisciplinary Responsibility. Development and Use of the ‘Malnutrition Universal Screening Tool’ (‘MUST’) for Adults. Malnutrition Advisory Group (MAG), a Standing Committee of BAPEN. Redditch, Worcs: BAPEN.2003. <https://www.bapen.org.uk/pdfs/must/must-report.pdf>
 122. Karsegard V., Ferlay O., Maisonneuve N., Kyle U., Dupertuis YM., Genton LC. et al. *Revue Medicale Suisse Romande* 2004 ;124(10): 601-5.
 123. Stratton RJ., Hackston AM., Longmore D., Dixon R., Price S., Stroud M. et al. Malnutrition in hospital outpatients and inpatients: prevalence, concurrent validity and ease of use of the ‘malnutrition universal screening tool’ (‘MUST’) for adults. *Br J Nutr* 2004 ; 92:799-808.
 124. Buzby GP., Williford WO., Peterson OL., Crosby LO., Page CP., Reinhardt GF. et al. A randomized

- clinical trial of total parenteral nutrition in malnourished surgical patients: the rationale and impact of previous clinical trials and pilot study on protocol design. *Am J Clin Nutr* 1988 ; 47(2 Suppl):357-65.
125. Ferguson M., Capra S., Bauer J., Banks M. Development of a valid and reliable malnutrition screening tool for the adult acute hospital patients. *Nutrition* 1999 ; 15:458-64.
126. Nikolaus T., Bach M., Siezen S., Volkert D., Oster P., Schlierf G. Assessment of nutritional risk in the elderly. *Ann Nutr Metab* 2001 ; 39:340-5.
127. Keller HH., McKenzie JD., Goy RE. Construct validation and test-retest reliability of the seniors in the community: risk evaluation for eating and nutrition questionnaire. *J Gerontol* 2001 ; 56A(9):M552-8.
128. De Kruif JT., Vos A. An algorithm for the clinical assessment of nutritional status in hospitalized patients. *Br J Nutr* 2003 ; 90:829-36.
129. Weekes CE., Elia M., Emery PW. The development, validation and reliability of a nutrition screening tool based on the recommendations of the British Association for parenteral and enteral Nutrition (BAPEN). *Clin Nutr* 2004 ; 23: 1104-12.
130. Kruizenga HM., Seidell JC., de Vet HC., Wierdsma NJ., van Bokhorst-de van der Schueren MA. Development and validation of a hospital screening tool for malnutrition: the short nutritional assessment questionnaire (SNAQ). *Clin Nutr* 2005 ; 24:75-82.
131. Posner B., Jette A., Smith K., Miller D. Nutrition and Health Risks in the Elderly: The Nutrition Screening Initiative. *Am J Public Health* 1993 ; 83:972-8.
132. Sharma V., Sharma V., Khan A., Wassmer D.J., Schoenholtz MD., Hontecillas R. et al. Malnutrition, Health and the Role of Machine Learning in Clinical Setting. *Front Nutr* 2020;7:44.
133. Bach-Ngohou K., Bettembourg A., Le Carrer D., Masson D. Évaluation clinico-biologique de la dénutrition. *Annal Biol Clin* 2004 ;62(4) :395-403.
134. Delarue J., Joly F., Desport JC., Fontaine E. Les nouveaux critères de diagnostic de la dénutrition de l'adulte. *MCED* 2018 ; 95 :60-4.
135. Cederholm T., Jensen GL., Correia MITD., Gonzalez MC., Fukushima R., Higashiguchi T. et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clin Nutr* 2019 ; 38(1):1-9.
136. Berthod G., Roduit J., Roulet M., Coti Bertrand P. Dénutrition: quelles stratégies pour une pathologie que l'on ne peut plus négliger à l'hôpital ? *Rev Med Suisse* 2007; 3 :2466-71.
137. Patry C., Raynaud-Simon A. La dénutrition : quelles stratégies de prévention ? *Gérontologie et Société* 2010 ; 134 :157-70.