

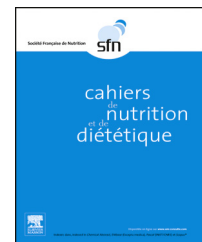


Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
www.em-consulte.com



NUTRITION CLINIQUE

## Besoins nutritionnels au cours du vieillissement

*Nutritional requirements during ageing*

**Jean-Michel Lecerf**

*Service nutrition et activité physique, institut Pasteur de Lille, 1, rue du Professeur Calmette, BP 245, 59019 Lille cedex, France*

Reçu le 5 avril 2019 ; accepté le 8 juin 2019

### MOTS CLÉS

Références  
nutritionnelles ;  
Masse maigre ;  
Apports protidiques ;  
Personnes âgées ;  
Vieillesse

**Résumé** Le vieillissement est une condition physiologique caractérisée par une perte des capacités d'adaptation et associée à une diminution de la masse maigre. Celle-ci est liée à une diminution de la synthèse protéique post-prandiale. C'est pourquoi les références nutritionnelles en protéines doivent être suffisantes sur le plan qualitatif (1,0–1,2 g/kg/j) et satisfaisants sur le plan quantitatif. Les besoins énergétiques, quant à eux, ne diminuent pas à activité physique égale : c'est pourquoi les apports glucidiques et lipidiques doivent être maintenus à un niveau identique à ceux de l'adulte jeune. La qualité de l'apport glucidique et la répartition de l'apport lipidique sont également importants, en veillant à éviter tout déséquilibre en acides gras. En ce qui concerne l'apport en micronutriments non énergétiques, on veillera particulièrement à l'apport en vitamine D et en calcium. Au-delà des nutriments il y a les aliments, mais aussi les styles alimentaires qui ont des effets propres.

© 2019 Publié par Elsevier Masson SAS au nom de Société française de nutrition.

### KEYWORDS

Nutritional  
requirements;  
Lean mass;  
Protein intakes;  
Elderly;  
Ageing

**Summary** Ageing is a physiological condition characterized by a decline of the adaptive capacities and associated to a decrease of the lean mass. That one is due to a decrease of the post-prandial protein synthesis. It is why protein recommended allowances must be sufficient for a quantitative aspect (1.0–1.2 g/kg/d) and adapted for a qualitative point of view. Energy requirements do not decrease with age if the physical activity is unchanged: it is why the carbohydrate and lipid intakes must be similar to those of a younger adult. The quality of the carbohydrate intake and the distribution of the fatty acids are also important in order to avoid

Adresse e-mail : [jean-michel.lecerf@pasteur-lille.fr](mailto:jean-michel.lecerf@pasteur-lille.fr)

<https://doi.org/10.1016/j.cnd.2019.06.002>

0007-9960/© 2019 Publié par Elsevier Masson SAS au nom de Société française de nutrition.

any deficiency. Concerning non-energetic nutrients, one must be particularly attentive cautions for the vitamin D and calcium intakes. Behind nutrients there are foods and dietary patterns who have their own effects.

© 2019 Published by Elsevier Masson SAS on behalf of Société française de nutrition.

L'explosion de l'espérance de vie atteignant aujourd'hui 85 ans, au lieu de 37 ans en 1810 il y a 200 ans, et 25 ans en 1750, associée à une augmentation du baby-boom entre 1945 et 1975 a conduit au papy-boom c'est-à-dire, à une augmentation importante des personnes de plus de 65 ans en France. Mais l'âge ne préjuge pas de l'état de santé, car le vieillissement des uns et des autres, bien qu'il s'agisse d'un processus physiologique, est inégal.

## Physiologie du vieillissement

Le vieillissement correspond à une diminution des capacités d'adaptation face à des situations nouvelles, à des agressions. Sur le plan du système digestif, il y a peu de modifications des capacités digestives, sécrétoires ou motrices. Il existe, par contre, un allongement de la durée de satiété ce qui conduit à un espacement spontané des prises alimentaires ou une réduction des prises alimentaires. De plus, on observe une diminution du plaisir perçu lors des repas, traduisant une alliesthésie négative, ce qui peut renforcer la réduction des quantités ingérées. Enfin, il existe une élévation des seuils de détection des odeurs et des saveurs, ce qui modifie également l'appétit. Ceci peut expliquer une perte des capacités d'adaptation à la sous-alimentation. En effet, elle n'est pas suivie d'une augmentation des apports alimentaires, ce qui rend compte de l'absence de retour au poids habituel contrairement à ce qui est observé chez le sujet jeune [1,2]. De même, en cas de suralimentation, il y a peu de réduction des apports sur le repas suivant, ce qui pourrait expliquer un gain de poids [3]. Enfin, on observe au cours du vieillissement une diminution de la diversité du microbiote [4-6]. La polymédication peut avoir un effet délétère sur l'appétit. De même, les idées reçues (Tableau 1) et les croyances ont un impact négatif non négligeable sur l'alimentation.

La principale caractéristique métabolique du vieillissement est la réduction de la masse maigre, c'est-à-dire, essentiellement de la masse musculaire et de la masse osseuse. Physiologique, elle commence tôt, mais peut

aboutir à la sarcopénie et à l'ostéopénie parfois appelée ostéo-sarcopénie. La sarcopénie a été définie comme un syndrome caractérisé par une perte progressive et généralisée de la masse et de la force musculaire associée à un risque accru de réduction des capacités physiques, à une altération de la qualité de vie et à une augmentation de la morbidité et de la mortalité [7,8]. Ses causes sont multiples. Parmi elles, la réduction de la capacité de synthèse protidique post-prandiale liée à l'âge est primordiale. Elle contribue à la moindre capacité de récupération musculaire après altération de la masse maigre dans différentes situations nécessitant une synthèse protidique accrue. Il faut aussi citer la réduction des apports protidiques en raison d'un dégoût pour la viande, encouragé par les mouvements végane, et les préjugés sur les produits laitiers entretenus par des rumeurs. La sarcopénie est un signe de vieillissement [9]. Elle s'accompagne d'une diminution de la force musculaire avec l'âge [10].

La réduction de la masse maigre participe à la moindre résistance aux infections ou agressions. Elle est aussi responsable d'une diminution du métabolisme de base et donc des dépenses énergétiques, et est inversement corrélée à une augmentation de la masse grasse. Tout ceci nécessite une recherche systématique du risque de dénutrition (Mini Nutritional Assessment) et d'une dénutrition selon les critères de la HAS [11].

## Besoins nutritionnels énergétiques et protidiques

Les dépenses énergétiques diminuent du fait de la réduction de la masse maigre et donc du métabolisme de base, et du fait de la réduction d'activité physique. Mais les besoins énergétiques lors de l'exercice sont les mêmes à activité physique égale. En cas de dénutrition il convient d'accroître les apports énergétiques. Par ailleurs, les besoins protidiques, pour faire face à la réduction de la synthèse protidique musculaire post-prandiale, sont accrus. Dans une étude longitudinale sur 3 ans (Health ABC Study), la réduction de la masse maigre liée à l'âge diminuait avec l'augmentation des apports protidiques en valeur absolue (de 57 à 91 g/j) ou relative (de 11 % à 19 %) [12]. De même dans une étude transversale chez des femmes âgées de 60 à 90 ans, la force musculaire était plus élevée et la performance physique accrue chez les femmes consommant plus de 0,8g de protides/kg/j [13]. Ainsi, chez les personnes âgées en bonne santé, l'apport protidique conseillé est de 1,0 à 1,2 g de protides/kg/j versus 0,8 à 1 g/kg/j chez le sujet adulte plus jeune [14,15]. Cependant, une étude récente sur un petit nombre de sujets suggère que la masse maigre n'est pas différente chez les hommes de 65 ans ou plus, bien nourris, recevant soit 0,8 soit 1,3 g/kg/j de protides [16]. Cependant, les sujets avaient initialement une masse grasse et une masse maigre élevées. La masse grasse

**Tableau 1** Croyances et idées reçues chez les personnes âgées.

Je suis âgé donc je n'ai pas besoin de manger beaucoup  
Je ne bouge pas donc je dois manger moins  
J'ai pris du « gras » ou du poids donc je dois maigrir  
À mon âge on peut se passer du lait  
Je suis constipé donc je dois manger moins  
Jeûner me fera du bien pour éliminer les « toxines »  
Il ne faut pas manger beaucoup le soir, car la nuit on ne dépense rien  
Le repas de midi de la ville c'est bon pour le midi et le soir

a diminué chez ceux recevant 1,3 g/kg/j de protéides. À noter que tous les sujets de cette étude ont reçu 1260 mg de calcium et 1000 UI de vitamine D ; la masse ne reflète pas la force ni la fonction.

La réduction de la capacité de synthèse protéidique post-prandiale correspond à une élévation du seuil anabolique chez le sujet âgé. Ce seuil dépend de l'amino-acidémie et particulièrement de la leucinémie [17,18]. L'élévation de ce seuil est liée à la séquestration splanchnique des acides aminés dans le foie et l'intestin, générant une réduction de la biodisponibilité des acides aminés, notamment de la leucine, pour la synthèse protéidique.

L'équilibre entre anabolisme et catabolisme protéidique peut aussi être influencé par d'autres facteurs physiologiques ou non. L'anabolisme est altéré par l'insulino-résistance, la réduction des hormones anabolisantes (testostérone, hormone de croissance IGF<sub>1</sub>...), le déficit en vitamine D, l'inactivité physique, la dysfonction mitochondriale, les processus inflammatoires, la corticothérapie. Le catabolisme peut être accru par des agressions et des pertes tissulaires (plaies, brûlures, escarres, ulcères, fractures, cicatrisation), voire par un excès d'exercice.

Ainsi, non seulement l'apport quantitatif, mais aussi l'apport qualitatif sont importants à considérer pour la synthèse protéidique. Afin de dépasser le seuil anabolique, les protéines « rapides » qui élèvent davantage l'acido-aminoémie, sont particulièrement intéressantes. On sait que les protéines du lactosérum sont des protéines « rapides » [19,20] ; riches en leucine, elles stimulent davantage la synthèse protéidique que la caséine et sont plus efficaces pour limiter les pertes de protéines musculaires chez les sujets âgés [21,22].

Une étude transversale récente chez les femmes de plus de 65 ans confirme que l'apport en protéines animales, et particulièrement l'apport en protéines laitières, est corrélé à la résistance mécanique osseuse [23]. Ceci confirme les données anciennes de l'étude longitudinale Iowa Women's Health Study [24] montrant que le risque de fracture du col du fémur diminue avec l'apport en protéides et en protéines animales.

Energie et métabolisme protéidique sont liés. On sait en effet qu'il existe un effet d'épargne azoté des glucides et donc des apports énergétiques. C'est pourquoi, chez les sujets âgés (en surpoids), toute restriction énergétique s'accompagne toujours d'une perte de la masse maigre en valeur absolue et en valeur relative, même lorsqu'elle est associée à de l'exercice (qui l'atténue un peu cependant) [25].

Rappelons enfin qu'il n'y a pas de preuve que la restriction énergétique augmente l'espérance de vie chez les primates, contrairement à ce qui est souvent avancé, car dans les études d'intervention le groupe témoin est soit suralimenté, soit mal alimenté, et le groupe restriction est supplémenté [26,27]. On sait d'ailleurs que chez l'homme, la restriction énergétique sans déficit n'est pas possible en dessous de 1500 kcal/j. La seule étude d'intervention chez l'homme s'est soldée par une perte de poids et une altération de l'état général [28].

## Besoins en lipides et en glucides

Les besoins en lipides sont identiques à ceux des adultes jeunes en termes de pourcentage de l'apport énergétique (35 à 40 %). Il n'y a pas lieu de les réduire afin de ne pas réduire les apports en acides gras essentiels. Il n'y a pas

lieu non plus de réduire les apports en acides gras saturés notamment laitiers, afin de maintenir un apport suffisant en acide myristique dont on sait qu'il augmente l'activité des désaturases [29,30]. De plus, une trop forte réduction des acides gras saturés conduirait à utiliser excessivement l'acide alpha-linolénique (C18-3n-3) à des fins d'oxydation lipidique. En effet, il faut à la fois maintenir des apports suffisants en acide alpha-linolénique (en tant qu'acide gras précurseur des dérivés supérieurs) compte-tenu de la diminution de l'activité des désaturases avec l'âge (et avec l'insulino-résistance) et à la fois assurer un apport suffisant en EPA et surtout en DHA dont on connaît l'importance sur le plan cognitif [31] et visuel [32]. Au total, 1 % d'acide alpha-linolénique, 4 % d'acide linoléique et 250 mg de DHA — 250 mg d'EPA (soit 500 mg d'AGPI ω3LC) sont nécessaires [33]. Il n'y a pas de besoins particuliers en glucides comparativement aux sujets plus jeunes. Leur apport est indispensable pour la balance azotée en raison de leur effet d'épargne azoté. Les régimes hypoglycémiques sont particulièrement néfastes pour le maintien de la masse maigre. Il faut cependant être attentif aux apports glucidiques chez les sujets âgés du fait de l'insulino-résistance liée à l'âge et du risque de diabète de type 2 : en cas de déséquilibre glycémique on réduira les mono et disaccharides hors repas et selon l'état clinique du sujet âgé. La qualité de l'apport glucidique doit aussi être prise en compte. Ainsi, plusieurs études prospectives montrent une relation inverse entre index glycémique et/ou charge glycémique, et incidence de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) [34–37]. Une étude prospective récente montre qu'une alimentation avec un index glycémique et une charge glycémique élevés est associée à un risque accru de fracture ostéoporotique [38]. Une autre étude montre une association entre apport en sucres libres et syndrome de fragilité [39], de même entre apport en sucres et déclin cognitif [40]. Mais il faut être prudent sur les associations constatées dans ces études d'observation, car les apports alimentaires peuvent être le marqueur d'autres facteurs liés au mode de vie.

## Besoins en micronutriments

Dans la mesure où les apports énergétiques sont très souvent diminués en raison, d'une part, d'une réduction de l'appétit et d'une augmentation de la satiété, et d'autre part, surtout d'une réduction des dépenses d'activité physique, il est habituel d'observer des apports énergétiques bas de l'ordre de 1500 kcal, voire moins. De ce fait, la densité nutritionnelle de l'alimentation qui s'exprime pour 100 kcal, doit être pour chaque micronutriment, plus élevée. On accordera une importance toute particulière au calcium et à la vitamine D.

De très nombreuses études montrent qu'un faible apport en calcium et/ou en produits laitiers est associé à un risque accru d'ostéopénie et de fractures [41,42], même lorsque les apports sont modérément bas. Ainsi, dans la *Melbourne Collaborative Cohort Study*, l'incidence des fractures était majorée de 30 % chez les sujets du quartile bas comparativement à ceux du quartile haut d'apports en calcium (641 ± 121 mg vs 1076 ± 163 mg/j) [43].

Bien que des études anciennes dans des populations âgées aient démontré l'intérêt d'une supplémentation en calcium et en vitamine D sur l'incidence des fractures [44,45], une méta-analyse sur les essais d'intervention avec la vitamine D seule (chez l'adulte) n'a pas mis en évidence d'effet préventif sur les fractures et les chutes

[46]. La question de la dose a été soulevée, les fortes doses espacées n'étant sans doute pas bénéfiques.

D'autre part, la supplémentation devrait s'adresser aux personnes déficientes dont on sait qu'elles ont une diminution de leur fonction musculaire et de leur vitesse de marche. Ce dernier paramètre est d'ailleurs un très bon marqueur de survie chez les sujets âgés [47].

## Poids et composition corporelle

Il résulte de ces données que le maintien d'une activité physique est essentiel afin de maintenir des apports énergétiques suffisants, ce qui est indispensable pour permettre la couverture des besoins non énergétiques (grâce à une densité nutritionnelle qui ne soit pas trop élevée) et pour maintenir un poids et une masse maigre stable.

De très nombreuses études ont montré que chez le sujet âgé, un surpoids modéré était associé à une réduction de la mortalité [48]. D'autres études ont montré une augmentation de la mortalité postopératoire plus importante pour un IMC bas que pour un IMC élevé [49–51]. D'autres études ont montré qu'une perte de poids chez le sujet âgé (ayant des anomalies métaboliques) était associée dans une étude longitudinale à une augmentation de la mortalité [52]. Chez le sujet âgé, une perte de poids accroît la mortalité, ceci d'autant plus que la force musculaire diminue [53]. De même, une faible force musculaire augmente la mortalité quel que soit le poids. C'est dire le rôle majeur du muscle. Le rôle négatif de la sarcopénie a ainsi été prouvé sur la mortalité dès 2008 [54,55]. L'obésité sarcopénique est la forme la plus sournoise de la sarcopénie, et ses conséquences sont extrêmement négatives sur l'incapacité physique [56], sur les handicaps fonctionnels [57]. Il est donc fondamental de maintenir le poids stable chez les sujets de poids normal, de maintenir des apports protidiques et énergétiques suffisants, et donc de maintenir une activité physique. Mais il n'y a pas d'étude montrant que l'activité physique stimule l'appétit ou augmente les apports énergétiques chez les personnes âgées. Il est important de surveiller le poids régulièrement afin de dépister une perte de poids et donner des conseils nutritionnels. En cas d'obésité, il faut dépister et prévenir la sarcopénie.

## Style alimentaire

Au-delà des apports en nutriments, une approche globale est essentielle. Les styles alimentaires traduisent bien cette complexité alimentaire. Ils intègrent à la fois l'effet matrice attribué aux aliments [58] et la diversité alimentaire. Ainsi par exemple, il a été montré qu'une alimentation de bonne qualité associant des apports élevés en fruits, légumes, céréales complètes, noix, produits laitiers, poissons et de faibles apports en boissons sucrées, était associée à un volume cérébral plus élevé (substance grise, blanche et hippocampe) [59]. De même, le régime méditerranéen est non seulement associé à une moindre prévalence du déclin cognitif lié à l'âge, mais dans les études d'intervention avec une diète méditerranéenne, il est mis en évidence un moindre risque de valeur basse de BDNF (*Brain Derived Neurotrophic Factor*) qui stimule les connexions interneuronales [60]. De même, une vaste étude prospective menée chez des femmes diabétiques de plus de 60 ans a montré que le suivi d'un régime méditerranéen est associé à une réduction du risque de syndrome de fragilité [61].

## Besoins non nutritifs

Parmi les fonctions de l'acte alimentaire, les fonctions non nutritives sont fondamentales et sont en interaction avec les fonctions nutritives. Il s'agit des fonctions hédoniques (le plaisir alimentaire) et affectives, et les fonctions relationnelles et sociales. Elles contribuent fortement à maintenir des apports alimentaires suffisants, et participent ainsi à la satisfaction des besoins nutritionnels.

## Conclusion

Les besoins nutritionnels au cours du vieillissement ne sont pas si différents de ceux des adultes plus jeunes. Cependant, plusieurs précautions doivent être prises, en particulier afin d'éviter des apports insuffisants en protéines et en énergie. En effet, il existe une diminution de la masse maigre due en partie à la diminution de la synthèse protéique post-prandiale, justifiant d'accroître les apports protidiques pour compenser cette perte. De plus, il existe un cercle « vicieux » concernant la balance énergétique, en raison d'une diminution du métabolisme de base et de l'activité physique, et donc des dépenses conduisant à une réduction des apports. Dans la mesure où l'apport énergétique d'origine glucidique améliore la balance azotée par un effet d'épargne azoté, il doit aussi être préservé. Enfin la diversité des acides gras est également importante pour la santé, notamment l'apport en acides gras indispensables, dits essentiels. Une attention particulière doit être portée sur les nutriments non énergétiques, dont les apports dépendent de la variété alimentaire et de la densité nutritionnelle. Aucun groupe alimentaire ne doit être retiré, en particulier le poisson, la viande, les produits laitiers, en raison de leur teneur en acides gras oméga 3, protéines, fer, zinc, iode et calcium.

## Déclaration de liens d'intérêts

Membre du Conseil scientifique de la FICT, de l'IOT, de l'OCHA, de l'ENSA, d'APRIFEL, de AUCHAN et HOLDER. Collaboration avec LACTALIS.

## Références

- [1] Morigut JC, Das SK, Saltzman E, Corrales A, McCrory MA, Greenberg AS, et al. Effects of a 6-week hypocaloric diet on changes in body composition, hunger, and subsequent weight regain in healthy young and older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:B580–7.
- [2] Roberts SB, Fuss P, Heyman MB, Evans WJ, Tsay R, Rasmussen H, et al. Control of food intake in older men. *J Am Med Assoc* 1994;272:1601–6.
- [3] Rolls BJ, Dimeo KA, Shide DJ. Age-related impairments in the regulation of food intake. *Am J Clin Nutr* 1995;62:923–31.
- [4] Claesson MJ, Cusack S, O'Sullivan O, Greene-Diniz R, de Weerd H, Flannery E, et al. Composition, variability, and temporal stability of the intestinal microbiota of the elderly. *Proc Natl Acad Sci USA* 2011;108(1):4586–91.
- [5] O'Toole PW, Jeffery IB. Gut microbiota and aging. *Science* 2015;350:1214–5.
- [6] Salazar N, Valdés-Varela L, González S, Gueimonde M, de los Reyes-Gavilán CG. Nutrition and the gut microbiome in the elderly. *Gut Microbes* 2017;8:82–97.



- [7] Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2019;48:16–31.
- [8] Cao L, Morley JE. Sarcopenia is recognized as an independent condition by an International Classification of Disease, Tenth Revision Clinical Modification (ICD-10-CM) Code. *J Am Med Dir Assoc* 2016;17:675–7.
- [9] Visser M, Schaap LA. Consequences of sarcopenia. *Clin Geriatr Med* 2011;27:387–99.
- [10] Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003;95:1851–60.
- [11] HAS. Avis de la HAS sur la dénutrition de la personne âgée. Compléments nutritionnels oraux, aide à la prescription. Haute Autorité de santé; 2015.
- [12] Houston DK, Nicklas BJ, Ding J, Harris TB, Tyllavsky FA, Newman AB, et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *Am J Clin Nutr* 2008;87:150–5.
- [13] Gregorio L, Brindisi J, Kleppinger A, Sullivan R, Mangano KM, Bihuniak JD, et al. Adequate dietary protein is associated with better physical performance among post-menopausal women 60-90 years. *J Nutr Health Aging* 2014;18:155–60.
- [14] Martin A. The ‘‘apports nutritionnels conseillés (ANC)’’ for the French population 3<sup>e</sup> édition (retirage 2018). *Reprod Nutr Dev* 2018;41:119–28.
- [15] Bauer J, Biolo G, Cederholm T, Cesari M, Cruz-Jentoft AJ, Morley JE, et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *J Am Med Dir Assoc* 2013;14:542–59.
- [16] Bhasin S, Apovian CM, Travison TG, Pencina K, Moore LL, Huang G, et al. Effect of protein intake on lean body mass in functionally limited older men. *JAMA Intern Med* 2018;178:530.
- [17] Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, Katsanos CS, Zhang XJ, Wolfe RR. Differential stimulation of muscle protein synthesis in elderly humans following isocaloric ingestion of amino acids or whey protein. *Exp Gerontol* 2006;41:215–9.
- [18] Katsanos CS, Kobayashi H, Sheffield-Moore M, Aarsland A, Wolfe RR. A high proportion of leucine is required for optimal stimulation of the rate of muscle protein synthesis by essential amino acids in the elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2006;291:E381–7.
- [19] Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson MP, Maubois JL, Beaufrère B. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc Natl Acad Sci U.S.A* 1997;94:14930–5.
- [20] Dangin M, Guillet C, Garcia-Rodenas C, Gachon P, Bouteloup-Demange C, Reiffers-Magnani K, et al. The rate of protein digestion affects protein gain differently during aging in humans. *J Physiol* 2003;549:635–44.
- [21] Bergia RE, Hudson JL, Campbell WW. Effect of whey protein supplementation on body composition changes in women: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* 2018;76:539–51.
- [22] Pennings B, Boirie Y, Senden JM, Gijzen AP, Kuipers H, van Loon LJ. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. *Am J Clin Nutr* 2011;93:997–1005.
- [23] Durosier-Izart C, Biver E, Merminod F, van Rietbergen B, Chevalley T, Herrmann FR, et al. Peripheral skeleton bone strength is positively correlated with total and dairy protein intakes in healthy postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2017;105:513–25.
- [24] Munger RG, Cerhan JR, Chiu BC. Prospective study of dietary protein intake and risk of hip fracture in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 1999;69:147–52.
- [25] Weinheimer EM, Sands LP, Campbell WW. A systematic review of the separate and combined effects of energy restriction and exercise on fat-free mass in middle-aged and older adults: implications for sarcopenic obesity. *Nutr Rev* 2010;68:375–88.
- [26] Le Bourg E. Does calorie restriction in primates increase lifespan? Revisiting studies on macaques (*Macaca mulatta*) and mouse lemurs (*Microcebus murinus*). *Bioessays* 2018;40:e1800111.
- [27] Moore A. Calorie Restriction off the menu for the time being? *Bioessays* 2018;40:e1800170.
- [28] Le Bourg É. Restriction de nourriture, longévité et vieillissement. *Cah Nutr Diététique* 2012;47:85–92.
- [29] Jan S, Guillou H, D’Andrea S, Daval S, Bouriel M, Rioux V, et al. Myristic acid increases delta6-desaturase activity in cultured rat hepatocytes. *Reprod Nutr Dev* 2004;44:131–40.
- [30] Drouin G, Catheline D, Sinquin A, Baudry C, Le Ruyet P, Rioux V, et al. Incorporation of dairy lipids in the diet increased long-chain omega-3 fatty acids status in post-weaning rats. *Front Nutr* 2018;5:42.
- [31] Andrieu S, Guyonnet S, Coley N, Cantet C, Bonnefoy M, Bordes S, et al. Effect of long-term omega 3 polyunsaturated fatty acid supplementation with or without multidomain intervention on cognitive function in elderly adults with memory complaints (MAPT): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet Neurol* 2017;16:377–89.
- [32] Souied EH, Aslam T, Garcia-Layana A, Holz FG, Leys A, Silva R, et al. Omega-3 fatty acids and age-related macular degeneration. *Ophthalmic Res* 2015;55:62–9.
- [33] ANSES. Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras; 2011.
- [34] Chiu CJ, Hubbard LD, Armstrong J, Rogers G, Jacques PF, Chylack LT, et al. Dietary glycemic index and carbohydrate in relation to early age-related macular degeneration. *Am J Clin Nutr* 2006;83:880–6.
- [35] Chiu CJ, Milton RC, Gensler G, Taylor A. Association between dietary glycemic index and age-related macular degeneration in nondiabetic participants in the Age-Related Eye Disease Study. *Am J Clin Nutr* 2007;86:180–8.
- [36] Chiu CJ, Milton RC, Klein R, Gensler G, Taylor A. Dietary carbohydrate and the progression of age-related macular degeneration: a prospective study from the Age-Related Eye Disease Study. *Am J Clin Nutr* 2007;86:1210–8.
- [37] Kaushik S, Wang JJ, Flood V, Tan JSL, Barclay AW, Wong TY, et al. Dietary glycemic index and the risk of age-related macular degeneration. *Am J Clin Nutr* 2008;88:1104–10.
- [38] García-Gavilán JF, Bulló M, Camacho-Barcia L, Rosique-Esteban N, Hernández-Alonso P, Basora J, et al. Higher dietary glycemic index and glycemic load values increase the risk of osteoporotic fracture in the PREvención con Dieta MEDiterránea (PREDIMED)-Reus trial. *Am J Clin Nutr* 2018;107:1035–42.
- [39] Laclaustra M, Rodriguez-Artalejo F, Guallar-Castillon P, Banegas JR, Graciani A, Garcia-Esquinas E, et al. Prospective association between added sugars and frailty in older adults. *Am J Clin Nutr* 2018;107:772–9.
- [40] Taylor MK, Sullivan DK, Swerdlow RH, Vidoni ED, Morris JK, Mahnken JD, et al. A high-glycemic diet is associated with cerebral amyloid burden in cognitively normal older adults. *Am J Clin Nutr* 2017;106:1463–70.
- [41] Prentice AM. Dairy products in global public health. *Am J Clin Nutr* 2014;99 [1212S–1216S].
- [42] Fung TT, Meyer HE, Willett WC, Feskanich D. Protein intake and risk of hip fractures in postmenopausal women and men age 50 and older. *Osteoporos Int* 2017;28:1401–11.
- [43] Khan B, Nowson CA, Daly RM, English DR, Hodge AM, Giles GG, et al. Higher dietary calcium intakes are associated with reduced risks of fractures, cardiovascular events, and mortality: a prospective cohort study of older men and women. *J Bone Miner Res* 2015;30:1758–66.
- [44] Chapuy MC, Arlot ME, Duboeuf F, Brun J, Crouzet B, Arnaud S, et al. Vitamin D3 and calcium to prevent hip fractures in elderly women. *N Engl J Med* 1992;327:1637–42.
- [45] Dawson-Hughes B, Harris SS, Krall EA, Dallal GE. Effect of calcium and vitamin D supplementation on bone density in men and women 65 years of age or older. *N Engl J Med* 1997;337:670–6.

- [46] Bolland MJ, Grey A, Avenell A. Effects of vitamin D supplementation on musculoskeletal health: a systematic review, meta-analysis, and trial sequential analysis. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2018;6:847–58.
- [47] Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, et al. Gait speed and survival in older adults. *JAMA* 2011;305:50–8.
- [48] Stevens J, Cai J, Pamuk ER, Williamson DF, Thun MJ, Wood JL. The effect of age on the association between body-mass index and mortality. *N Engl J Med* 1998;338:1–7.
- [49] Koster A, Leitzmann MF, Schatzkin A, Mouw T, Adams KF, van Eijk JTM, et al. Waist circumference and mortality. *Am J Epidemiol* 2008;167:1465–75.
- [50] Mullen JT, Moorman DW, Davenport DL. The obesity paradox: body mass index and outcomes in patients undergoing nonbariatric general surgery. *Ann Surg* 2009;250:166–72.
- [51] Valentijn TM, Galal W, Hoeks SE, van Gestel YR, Verhagen HJ, Stolker RJ. Impact of obesity on postoperative and long-term outcomes in a general surgery population: a retrospective cohort study. *World J Surg* 2013;37:2561–8.
- [52] Dong SY, Wang ML, Li ZB, Dong Z, Liu YQ, Lu RJ, et al. Obesity, weight change, and mortality in older adults with metabolic abnormalities. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2018;28:749–55.
- [53] Hamer M, O'Donovan G. Sarcopenic obesity, weight loss, and mortality: the English Longitudinal Study of Ageing. *Am J Clin Nutr* 2017;106:125–9.
- [54] Prado CM, Lieffers JR, McCargar LJ, Reiman T, Sawyer MB, Martin L, et al. Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study. *Lancet Oncol* 2008;9:629–35.
- [55] Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, Rossi A, Di Francesco V. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2008;18:388–95.
- [56] Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci* 2000;904:437–48.
- [57] Baumgartner RN, Wayne SJ, Waters DL, Janssen I, Gallagher D, Morley JE. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes Res* 2004;12:1995–2004.
- [58] Thorning TK, Bertram HC, Bonjour J-P, de Groot L, Dupont D, Feeney E, et al. Whole dairy matrix or single nutrients in assessment of health effects: current evidence and knowledge gaps. *Am J Clin Nutr* 2017;105:1033–45.
- [59] Croll PH, Voortman T, Ikram MA, Franco OH, Schoufour JD, Bos D, et al. Better diet quality relates to larger brain tissue volumes: the Rotterdam Study. *Neurology* 2018;90:e2166–73.
- [60] Radd-Vagenas S, Duffy SL, Naismith SL, Brew BJ, Flood VM, Fiatarone Singh MA. Effect of the Mediterranean diet on cognition and brain morphology and function: a systematic review of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2018;107:389–404.
- [61] Lopez-Garcia E, Hagan KA, Fung TT, Hu FB, Rodríguez-Artalejo F. Mediterranean diet and risk of frailty syndrome among women with type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2018;107:763–71.