

QUE FAIRE POUR PRÉVENIR L'OSTÉOPOROSE ?

ENTRE MYTHES ET RÉALITÉ SCIENTIFIQUE

REGNIER C (1), MINA M (1), CHAUVEHEID F (1), RIBBENS C (1), MALAISE O (1)

RÉSUMÉ : L'ostéoporose est une maladie du squelette caractérisée par une densité osseuse basse et une microarchitecture altérée, exposant à une fragilité osseuse et à un risque accru de fracture. Plusieurs classes thérapeutiques existent, capables de réduire efficacement le risque de fracture à la fois vertébrale et non vertébrale. Si une partie importante de la force et de la structure osseuse est déterminée génétiquement, il faut garder en mémoire que l'environnement joue aussi un rôle non négligeable sur ces paramètres et le risque de fracture, offrant donc des opportunités de prévention grâce au style de vie. Dans cet article, nous passons en revue les idées préconçues et les mythes qui circulent à propos de l'influence de l'alimentation et de l'activité physique sur la densité minérale osseuse et le risque de fracture.

MOTS-CLÉS : *Ostéoporose - Prévention - Nutrition - Activité physique*

WHAT TO DO TO PREVENT OSTEOPOROSIS ? BETWEEN MYTHS AND SCIENTIFIC REALITY

SUMMARY : Osteoporosis is a skeletal disease characterized by low bone density and altered microarchitecture, exposing to bone fragility and an increased risk of fracture. Several therapeutic modalities can effectively reduce the risk of fractures both vertebral and non-vertebral. While a significant part of bone strength and structure is genetically determined, it should be recalled that the environment also plays a significant role in these parameters and the risk of fracture, thus offering preventive opportunities thanks to lifestyle. In this article, we review the common misconceptions and myths about the influence of diet and physical activity on bone mineral density and fracture risk.

KEYWORDS : *Osteoporosis - Prevention - Nutrition - Physical activity*

INTRODUCTION

L'ostéoporose est une maladie du squelette caractérisée par une densité osseuse basse et une microarchitecture altérée, exposant à une fragilité osseuse et à un risque accru de fracture (1). L'ostéoporose est un véritable problème de santé publique, dont le poids ne fait qu'augmenter avec le vieillissement de la population. Elle touche jusqu'à 35 % des femmes en post-ménopause. Cette maladie est responsable d'une morbi-mortalité importante. Une fracture est responsable de douleurs, mais également d'une grabatisation et d'une perte significative de l'autonomie du patient. De plus, la présence d'une fracture de hanche en post-ménopause est associée à un taux de mortalité de plus de 15 % à 3 mois (2). Malgré la gravité de l'ostéoporose, sa prise en charge thérapeutique pose problème pour plusieurs raisons. Tout d'abord, l'instauration du traitement fait défaut et on observe que, chez les groupes de patients à haut risque ayant subi des fractures, moins de 50 % des patients sont traités pour l'ostéoporose (3). Ensuite, l'adhésion au traitement est loin d'être optimale avec, par exemple, des chiffres de 47 % pour les bisphosphonates oraux (4). Les traitements ont également mauvaise presse

auprès de certains médecins, dentistes et/ou auprès des patients, énonçant des craintes par rapport aux traitements inhibiteurs de la résorption. Jusqu'à 30 % des patients atteints d'ostéoporose ne débutent d'ailleurs pas leur traitement prescrit (5). Ce constat peu optimiste quant au traitement de l'ostéoporose doit nous pousser à nous interroger sur les possibilités de prévention.

L'ostéoporose est une pathologie avec une forte influence génétique : l'héritabilité de la densité minérale osseuse est estimée entre 50 et 80 % (6). Toutefois, cette forte composante génétique ne doit pas nous ancrer dans l'immobilisme et dans l'idée qu'on ne peut rien faire contre nos gènes. Yang et coll. (6) montrent bien, dans une étude d'association du génome, que parmi les individus avec un haut risque génétique d'ostéoporose ou de fracture, ceux qui ont une hygiène de vie favorable ont un risque réduit de fracture et de développer une ostéoporose par rapport à ceux avec une hygiène de vie défavorable et le même niveau de risque génétique.

Dans cet article, nous passerons en revue les idées préconçues, les nombreux mythes et les contre-vérités scientifiques à propos du rôle de l'alimentation et de l'hygiène de vie sur la santé osseuse, plus précisément sur leur influence sur la prévention de la chute de la densité osseuse et sur le risque de fracture. L'influence des suppléments exogènes, notamment en calcium ou en vitamine D, ne sera pas abordée dans cet article.

(1) Service de Rhumatologie, CHU Liège, Belgique.

«MON RÉGIME ALIMENTAIRE PEUT INFLUENCER MON RISQUE DE FRACTURE !»

Vrai ! Ce que l'on appelle plus communément le régime méditerranéen (apport important de fruits et légumes, légumineuses, oméga 3 et de céréales complètes et apport réduit de viande rouge) est bénéfique pour la santé osseuse, diminuant le risque d'ostéoporose et de fracture (7). En effet, il permet un apport adéquat en calcium et en protéines, nécessaire au maintien de l'équilibre phosphocalcique et au métabolisme osseux. Plusieurs études ont démontré une association positive entre l'adhésion au régime méditerranéen et la diminution du risque de fracture de hanche (8-10). Une méta-analyse démontre une association positive entre une forte adhésion au régime méditerranéen et les valeurs de densitométrie osseuse au niveau du rachis lombaire, du col fémoral et de la hanche totale chez des hommes et femmes âgés de 20 à 79 ans (11-12). À l'inverse, les régimes occidentaux, riches en viande rouge, en aliments raffinés, transformés et en boissons sucrées, sont déconseillés car associés à un risque plus élevé de fracture et à des valeurs de densité osseuse plus faibles (11).

«EN NE MANGEANT QUE DES LÉGUMES ET PAS D'ALIMENT D'ORIGINE ANIMALE, J'AMÉLIORE LA FORCE DE MES OS !»

Faux ! Plusieurs études ont démontré que les régimes végétariens et surtout végétaliens sont délétères en matière de santé osseuse. Les régimes végétariens excluent toute chair animale, mais autorisent les œufs et les produits laitiers alors que ceux-ci sont exclus dans le régime végan, ce qui en fait un régime pauvre en calcium, en protéines, en micronutriments, iode, zinc, potassium et sélénium, si une supplémentation exogène n'est pas prise (13). L'étude de Iguacel et coll. a retrouvé des valeurs de densité osseuse au niveau du rachis lombaire et du col fémoral plus faibles chez les patients aux régimes restrictifs de type végétarien et végan que chez les omnivores, et des valeurs plus faibles chez les végétariens que chez les végétaliens. Cette étude a également rapporté un risque de fracture de 44 % plus élevé chez les végétariens que chez les omnivores (14). On note qu'une supplémentation en protéines aurait un effet positif sur la masse corporelle et la prévention de l'ostéoporose, mais davantage d'études semblent nécessaires pour le confirmer (15). Ce point ne remet pas en cause les bienfaits des régimes végétariens et végétaliens sur notre planète et sur notre santé globale (16), mais il rappelle que les personnes adoptant ces

régimes doivent veiller à assurer une substitution suffisante en protéines à hautes valeurs assimilables qui peuvent, par exemple, être trouvées dans le soja, le tofu ou les lentilles corail.

«EN MANGEANT PLUSIEURS PRODUITS LAITIERS PAR JOUR, J'AMÉLIORE MA DENSITÉ OSSEUSE !»

Vrai ! Les recommandations du Belgian Bone Club proposent de consommer 1.200 mg de calcium par jour afin de prévenir l'ostéoporose, de préférence à partir de produits alimentaires et laitiers, pour avoir un apport satisfaisant en calcium (17). En consommant trois produits laitiers par jour, nous avons déjà un apport de plus ou moins 600 mg de calcium (18). Les produits laitiers, hormis leur apport en calcium, sont riches en protéines, phosphore et vitamines. Une méta-analyse d'essais comparatifs randomisés a démontré que la consommation de produits laitiers est bénéfique sur la densité minérale osseuse sur tous les sites (19). Plusieurs méta-analyses ont démontré des associations positives entre la consommation de produits laitiers et un risque de fracture réduit, avec une association plus forte pour les produits laitiers fermentés (yaourt, fromage) (20-24). Parmi les aliments riches en calcium, nous pouvons citer les fromages à pâte dure (240 mg de calcium/portion de 30 g), le lait végétal enrichi (120 mg pour 100 ml), le yaourt nature (207 mg/150 g), le tofu (126 mg/120 g) et le wakamé (150 mg/100 g).

«BOIRE DU LAIT AUGMENTE LE RISQUE DE FRACTURE !»

Faux ! Cette affirmation erronée découle d'une étude observationnelle affirmant qu'une consommation élevée de lait durant l'enfance engendrerait un risque fracturaire plus élevé. Les auteurs, Karl Michaëlsson et coll. (25), décrivent que le risque de fracture serait plus élevé de 2 % pour tout type de fracture et de 9 % pour les fractures de hanches chez les femmes, alors que chez les hommes, un risque significatif n'a pas été constaté. Il faut souligner que cet article est basé sur des informations autodéclarées des participants à l'étude sur leur apport alimentaire, avec de possibles artefacts statistiques résultant d'une sous-déclaration ou d'une sur-déclaration. De plus, les résultats de cette étude vont à l'encontre de l'immense majorité des données présentes dans la littérature. Une méta-analyse de Bischoff-Ferrari et coll. n'a, par exemple, révélé aucune augmentation du risque de fracture de hanche en fonction de la consommation de lait (26). De plus, éviter la consommation de produits laitiers semble plutôt associé à des valeurs moindres de

densité osseuse et un risque augmenté de fracture chez les enfants (27). Une étude concernant l'influence de la consommation de lait durant l'enfance et l'adolescence sur les valeurs de densitométrie osseuse et sur les fractures ostéoporotiques a été réalisée en 2003 aux Etats-Unis. Elle rapporte des valeurs de densitométrie osseuse chez les femmes de 20-49 ans 5,6 % plus faibles chez celles qui consommaient < 1 portion de lait/semaine par rapport aux femmes de la même tranche d'âge qui consommaient > 1 portion/jour pendant l'enfance. De plus, une faible consommation de lait durant l'enfance est associée à un risque de fracture deux fois plus élevé (28). Une autre grande étude contrôlée randomisée montre que chez des jeunes filles de 10 ans, la consommation de lait à l'école pendant 2 ans amène un gain significativement plus grand en taille, en poids corporel, en masse osseuse et en densité minérale osseuse par rapport à un groupe contrôle (29). Plusieurs études cas-témoins et études transversales démontrent une association inverse entre la consommation de produits laitiers et le risque d'ostéoporose et de fracture de hanche (22). Enfin, une étude prospective plus récente de Mengjie Yuan et coll., rapporte qu'une consommation plus élevée de lait, produits laitiers et fromages est associée à un risque plus faible de fracture. En effet, une consommation de 2 portions de produits laitiers ou > 2/jour est associée à un risque de fracture plus faible par rapport à une consommation < 1 produit laitier/jour; et une consommation de plus de 2 portions par jour est associée à un risque de fracture plus faible également, par rapport à une consommation de moins de 1 portion (30).

«BOIRE DU LAIT DONNE LE CANCER ET AUGMENTE LE RISQUE CARDIO-VASCULAIRE !»

Faux ! Ces deux assertions contribuent à une crainte du grand public sur la consommation de lait, mais elles sont infondées. Certes, le lait peut être mal toléré à l'âge adulte en raison d'un déficit acquis en lactase (31), mais il n'augmente toutefois pas le risque de cancer. En ce qui concerne le cancer du sein, une méta-analyse portant sur 11 études prospectives, publiée en 2016, soutient une association inverse entre apport de calcium et cancer du sein (32). L'étude montre que chaque majoration de 300 mg/jour de calcium entraîne une réduction du risque de cancer du sein de 2,8 % en préménopause et de 2 % en postménopause. Le calcium est donc plutôt considéré comme un facteur protecteur (32). Concernant le cancer colorectal et le cancer de la vessie,

Larsson et coll. ont montré que la consommation de produits laitiers n'est pas associée de manière significative à ces cancers. À l'inverse, la consommation de lait caillé et de yaourt est associée à un risque moindre de 38 % de ces cancers chez les hommes et les femmes combinés (33). En 2006, la même équipe a réalisé une étude démontrant que la consommation de produits laitiers était associée à un risque réduit de cancer colorectal chez les hommes et que la consommation de plus de 7 portions par jour de produits laitiers était associée à un risque moindre de 57 % de cancer du côlon par rapport aux personnes qui consomment moins de 2 produits laitiers par jour (34). Une méta-analyse comprenant 19 études de cohorte a confirmé ces données en concluant qu'une consommation accrue de lait et de produits laitiers est associée à une réduction du risque de cancer colorectal (35).

Concernant le lien entre lait et événements cardiovasculaires, une revue de la littérature a conclu à une absence d'association entre consommation de produits laitiers et augmentation du risque de pathologie cardiovasculaire (36). La consommation de produits laitiers montre même plutôt des effets bénéfiques sur l'hypertension artérielle (37, 38). Une méta-analyse de 2020, sur 10 études de cohortes, a étudié le risque global de maladies cardiovasculaires liées aux produits laitiers fermentés et retrouve une association significative entre la consommation de produits laitiers fermentés et la réduction du risque de maladies cardiovasculaires (39).

«BOIRE DES SODAS EST MAUVAIS POUR MA SANTÉ OSSEUSE !»

Vrai ! Une méta-analyse de 2021 a démontré qu'il existe une association inverse entre une consommation de sodas et les valeurs de densitométrie osseuse à l'âge adulte et l'incidence de fractures (40). Une hypothèse est que la consommation de soda est souvent associée à une diminution de la consommation de produits laitiers. Une autre hypothèse est la présence d'acide phosphorique, un additif phosphaté inorganique utilisé dans les boissons gazeuses comme le coca-cola. Ces additifs polyphosphates se lient au calcium intestinal et diminuent ainsi son absorption (41). On retrouve également dans le coca-cola de la caféine qui a un effet calciurétique en diminuant la réabsorption rénale de calcium (42). Par ailleurs, une étude interventionnelle publiée en 2005 a analysé le turnover osseux de jeunes hommes en bonne santé chez qui la consommation de lait était

remplacée par du coca-cola. Pendant une période de 10 jours, les 11 hommes âgés de 22 à 29 ans ont bu 2,5 L de coca-cola par jour suivi d'une période de «wash out» de 10 jours. Ensuite, ils ont dû boire 2,5 L de lait demi-écrémé pendant 10 jours. Les auteurs ont constaté une augmentation de la résorption osseuse durant la période de consommation de coca-cola avec une augmentation du taux de CTX sérique et NTX urinaire par rapport à la période de consommation de lait. Ainsi, les résultats de cette étude indiquent que, même sur une courte période, la consommation de soda affecte négativement le turnover osseux (43).

«EN MANGEANT SUFFISAMMENT D'ALIMENTS RICHES EN VITAMINE K, JE RÉDUIS MON RISQUE DE FRACTURE !»

Vrai ! La vitamine K est une vitamine liposoluble qui est un cofacteur d'activation de l'ostéocalcine et a un effet favorable sur la santé osseuse. Il en existe trois grands types : la vitamine K1 ou phylloquinone, la vitamine K2 ou ménaquinone et la vitamine K3 ou ména-dione. Dans l'alimentation, c'est la vitamine K1 qui est la principale source de vitamine K. Il s'agit d'une forme de vitamine K synthétisée par les plantes et les cyanobactéries. Ainsi, on peut la retrouver dans les légumes verts comme les épinards, les brocolis, les choux et certains fruits. On peut également la retrouver dans certaines huiles comme l'huile de colza et de soja. La vitamine K2, quant à elle, est synthétisée de manière endogène par des bactéries présentes dans le gros intestin (44). Les vitamines D et K ont un effet clairement établi sur le métabolisme osseux et phosphocalcique. Des associations favorables ont été décrites entre la santé osseuse et l'augmentation des apports alimentaires en vitamines D, K, B9, B6, C et E (11).

La plupart des études retrouvées dans la littérature démontrent qu'un faible apport alimentaire de vitamine K1 et K2 est associé à un risque de fracture plus élevé (44). Une analyse prospective, réalisée auprès de 72.327 femmes entre 38 et 74 ans avec un suivi sur 10 ans, a démontré que celles ayant un apport en vitamine K1 supérieur à 109 µg/J présentaient un risque relatif de fracture de hanche plus faible que celles ayant un apport inférieur en vitamine K1. On notera qu'aucun bénéfice n'a été démontré sur le risque de fracture pour une consommation plus élevée; au-delà d'un certain seuil d'apport alimentaire en vitamine K, ce risque de fracture aurait même tendance à augmenter (45). Cette découverte n'a toutefois pas été confirmée par une méta-analyse plus récente

incluant quatre études de cohorte et une étude cas-témoins, totalisant 80.982 participants qui ne retrouve aucun «effet seuil». Cette méta-analyse confirme toutefois une association inverse entre l'apport alimentaire en vitamine K et le risque de fracture, avec une diminution de 22 % du risque de fracture chez les sujets avec un apport élevé en vitamine K. Cette observation n'a été démontrée que lors des études de suivi à long terme (10 ans et plus) (46). Concernant l'impact de l'apport alimentaire de la vitamine K sur les valeurs de densitométrie osseuse, celui-ci est plus controversé. On retrouve, en effet, des résultats très divergents dans la littérature. Ceci peut, en partie, s'expliquer par la différence d'apport en vitamine K et la difficulté d'évaluer cet apport via des questionnaires (44).

«EN FAISANT DU SPORT RÉGULIÈREMENT, J'AMÉLIORE MA SANTÉ OSSEUSE!»

Vrai ! L'activité physique entraîne une charge mécanique sur le tissu osseux. De nombreuses études montrent une corrélation négative entre l'augmentation de l'activité physique et le taux de sclérostine, qui inhibe la formation osseuse (47-49). Une hypothèse serait que les stimuli mécaniques, engendrés par l'activité physique, sont perçus par les ostéocytes comme des changements de l'espace cytoplasmique, ce qui conduit à l'inhibition de l'expression de la sclérostine et à l'initiation des processus de réparation et de formation du tissu osseux (50). La plupart des études suggèrent que l'entraînement fonctionnel, l'entraînement de l'équilibre et l'entraînement contre résistance ont un effet positif sur la prévention et le traitement de l'ostéoporose chez les femmes ménopausées et les personnes âgées. Il existe des données probantes provenant d'une revue systématique démontrant que l'entraînement fonctionnel et de l'équilibre chez les adultes âgés de plus de 50 ans peut réduire le nombre de fractures consécutives à une chute et réduire le nombre de chutes (51). De même, en ce qui concerne l'entraînement contre résistance, une revue systématique d'essais cliniques randomisés indique que ce type d'entraînement pourrait améliorer la qualité de vie, la capacité physique fonctionnelle et la densité minérale osseuse, en plus de réduire la mortalité chez les adultes âgés de plus de 50 ans (52). D'autres études ont permis de retrouver des résultats similaires chez les femmes ménopausées, avec une réduction de la perte de masse osseuse au niveau du col fémoral et de la colonne lombaire (53-54).

L'exercice semble influencer la force et la masse osseuse à tout âge. En effet, pratiquer

un exercice physique régulier favorise l'augmentation de la masse osseuse, l'optimisation de la géométrie osseuse pendant l'enfance et la puberté et contribue donc au maintien de la masse osseuse à l'âge adulte, ce qui prévient le risque de fractures ostéoporotiques chez les personnes âgées (55). Plusieurs sports ont un impact important pour prévenir l'ostéoporose comme le saut, le jogging et l'aérobic alors que la marche et le step sont des exercices avec un plus faible impact sur la prévention de l'ostéoporose, même si ces activités physiques procurent d'autres bienfaits sur notre santé (56). Dans l'ensemble, l'exercice améliore donc la densité osseuse et a un impact positif sur le risque fracturaire également. Cet effet varie en fonction de l'intensité et de la durée de l'exercice.

«PRATIQUER LA NATATION VA AIDER MES OS À ÊTRE PLUS SOLIDES !»

Non mais ... La natation est un sport qui se réalise dans l'eau, donc sans microtraumatisme, dès lors potentiellement sans effet direct sur la densité osseuse. Les études n'ont d'ailleurs montré que peu ou pas d'effet sur la densité osseuse (57, 58). Une étude de 1995 a comparé les valeurs de densitométrie osseuse chez des gymnastes, et des nageuses, par rapport à un groupe contrôle. Les résultats indiquent des valeurs de densitométrie osseuse plus élevées au niveau lombaire et au niveau du col fémoral chez les gymnastes que dans le groupe contrôle. Cependant, les valeurs de densité osseuse des nageuses ne diffèrent pas tellement de celles du groupe contrôle, sauf au niveau du col fémoral où elles sont même inférieures au groupe contrôle (59). Une autre étude, plus récente, a comparé les valeurs de densité chez différents athlètes : joueurs de football, de hockey sur glace et nageurs. L'étude ne montre finalement que peu de différence, mais les auteurs notent toutefois que les joueurs de football et de hockey ont des valeurs de densité osseuse totale significativement plus élevées que les nageurs et le groupe témoin (60). Toutefois, une méta-analyse publiée en 2020 est plus encourageante et démontre que la natation a un effet sur les valeurs de densitométrie osseuse de nageuses ménopausées si le temps de nage est compris entre 3 et 6h par semaine, mais qu'elle n'a pas d'impact chez les femmes en préménopause qui nagent moins de 3h par semaine (61). Une autre étude démontre également qu'un programme d'exercices aquatiques de haute intensité augmente la formation osseuse, via l'analyse du taux sanguin du marqueur de formation P1NP, et qu'il réduit l'augmentation des marqueurs de résorption osseuse (62).

«BOIRE DE L'ALCOOL ET FUMER DU TABAC N'INFLUENCE PAS MA SANTÉ OSSEUSE !»

Faux ! Une consommation élevée d'alcool est associée à une chute de la densité osseuse, une altération de la qualité des os et une augmentation du risque de fracture, notamment en raison d'une augmentation du risque de chute (63). Une autre étude plus récente, publiée en 2022, a analysé la relation entre la consommation journalière d'alcool et les mesures de densitométrie osseuse et aboutit aux mêmes conclusions (64). En effet, les auteurs retrouvent une relation nulle entre une consommation modérée d'alcool (un verre standard par jour) et les valeurs de densitométrie osseuse, et un risque accru de fracture pour une consommation d'alcool plus élevée. Ils rapportent, par contre, un risque plus élevé de fractures de hanche à partir de trois verres d'alcool standards par jour (64).

En ce qui concerne le tabagisme, une méta-analyse de 2005 montre qu'un tabagisme actif est associé à un risque accru de développer des fractures (65). Ce risque est significativement plus élevé chez les hommes que chez les femmes. On notera que des antécédents de tabagisme étaient également associés à une augmentation significative du risque de fracture (65). L'effet du tabagisme sur le métabolisme osseux a été analysé lors d'une étude publiée en 2012 qui révèle que le tabagisme est associé à des valeurs de densitométrie osseuse plus faibles (66). Cet effet négatif du tabagisme a été confirmé par plusieurs études (65, 67, 68).

Enfin, le FRAX, qui est un outil d'évaluation des risques de fractures couramment utilisé en rhumatologie, prend en compte le fait d'être actuellement fumeur ou le fait de consommer 3 unités d'alcool par jour ou plus. Cela confirme l'idée que ces deux paramètres influencent la santé osseuse et qu'il existe un effet dose-dépendant.

CONCLUSION

Ce travail montre que nos habitudes alimentaires et notre hygiène de vie ont une influence significative sur notre santé osseuse et que le terme «prévention» n'est pas un concept abstrait dans le domaine de l'ostéoporose. Pratiquer une activité physique régulière, adopter un régime alimentaire de type méditerranéen et consommer plusieurs produits laitiers par jour ont des effets bénéfiques indiscutables sur la santé osseuse et doivent être recommandés. Concernant la consommation de lait, une analyse attentive de la littérature ne retrouve pas

d'inquiétude objective quant au risque cardiovasculaire ni au risque néoplasique, bien au contraire. Les régimes alimentaires restrictifs de type végétarien ou végan sont associés à une augmentation du risque de fracture. Des conseils de suppléments doivent être prodigués aux personnes qui les adoptent. Enfin, une consommation de soda, un tabagisme actif et une consommation régulière d'alcool sont associés à une densité osseuse moins bonne et à un risque plus élevé de fracture et doivent donc être évités.

BIBLIOGRAPHIE

1. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis and Therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis and therapy. *JAMA* 2001;**285**:785-95.
2. Cree M, Soskolne CL, Belsek E, et al. Mortality and institutionalization following hip fracture. *J Am Geriatr Soc* 2000;**48**:283-8.
3. Papaioannou A, Kennedy CC, Dolovich L, et al. Patient adherence to osteoporosis medications: problems, consequences and management strategies. *Drugs Aging* 2007;**24**:37-55.
4. Sarraj R, Jomaa O, Brahem M et al. Prévalence et causes de la non-observance aux bisphosphonates oraux chez les patients ostéoporotiques. *Revue du Rhumatisme* 2023;**90**:A314-A315.
5. Reynolds K, Muntner P, Cheetham TC, et al. Primary non-adherence to bisphosphonates in an integrated healthcare setting. *Osteoporos Int* 2013;**24**:2509-17.
6. Yang YQ, Yu XH, Bo L, et al. Genetic risk for osteoporosis and the benefit of adherence to healthy lifestyles. *Int J Public Health* 2022;**67**:1605114.
7. Muñoz-Garach A, García-Fontana B, Muñoz-Torres M. Nutrients and dietary patterns related to osteoporosis. *Nutrients* 2020;**12**:1986.
8. Malmir H, Saneei P, Larijani B, et al. Adherence to mediterranean diet in relation to bone mineral density and risk of fracture: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Eur J Nutr* 2018;**57**:2147-60.
9. Cohorte EPIC Benetou V, Orfanos P, Pettersson-Kymmer U, et al. Mediterranean diet and incidence of hip fractures in a European cohort. *Osteoporos Int* 2013;**24**:1587-98.
10. Etude CHANCES. Benetou V, Orfanos P, Feskanich D, et al. Mediterranean diet and hip fracture incidence among older adults: the CHANCES project. *Osteoporos Int* 2018;**29**:1591-9.
11. Biver E, Herrou J, Larid G, Legrand MA et al. Recommandations alimentaires dans le cadre de la prévention et du traitement de l'ostéoporose. *Revue du Rhumatisme* 2023;**90**:405-25.
12. Paccou J, Lecerf JM, Biver E. Osteoporosis nutritional prevention in adults. *Revue du Rhumatisme Monographies* 2022;**89**:272-7.
13. Bakaloudi DR, Halloran A, Rippin HL, et al. Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clin Nutr* 2021;**40**:3503-21.
14. Iguacel I, Miguel-Berges ML, Gómez-Bruton A, et al. Authors' Reply: Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* 2019;**77**:452-3.
15. Isanejad M, Mursu J, Sirola J, et al. Association of protein intake with the change of lean mass among elderly women: the Osteoporosis Risk Factor and Prevention - Fracture Prevention Study (OSTPRE-FPS). *J Nutr Sci* 2015;**4**:e41.
16. Scarborough P, Clark M, Cobiac L et al. Vegans, vegetarians, fish-eaters and meat-eaters in the UK show discrepant environmental impacts. *Nat Food* 2023;**4**:565-74.
17. Sanchez-Rodriguez D, Bergmann P, Body JJ et al. The Belgian Bone Club 2020 guidelines for the management of osteoporosis in postmenopausal women. *Maturitas* 2020;**139**:69-89.
18. ANSES. Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux; 2021. Disponible sur: <https://www.anses.fr/fr/content/les-r%C3%A9f%C3%A9rences-nutritionnelles-en-vitamines-et-min%C3%A9raux>
19. Shi Y, Zhan Y, Chen Y, et al. Effects of dairy products on bone mineral density in healthy postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Osteoporos* 2020;**15**:48.
20. Bian S, Hu J, Zhang K, et al. Dairy product consumption and risk of hip fracture: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health* 2018;**18**:165.
21. Matía-Martín P, Torrego-Ellacuría M, Larrad-Sainz A, et al. Effects of milk and dairy products on the prevention of osteoporosis and osteoporotic fractures in Europeans and Non-Hispanic Whites from North America: a systematic review and updated meta-analysis. *Adv Nutr* 2019;**10**:S120-43.
22. Malmir H, Larijani B, Esmailzadeh A. Consumption of milk and dairy products and risk of osteoporosis and hip fracture: a systematic review and meta-analysis. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2020;**60**:1722-37.
23. Hidayat K, Du X, Shi BM, et al. Systematic review and meta-analysis of the association between dairy consumption and the risk of hip fracture: critical interpretation of the currently available evidence. *Osteoporos Int* 2020;**31**:1411-25.
24. Ong AM, Kang K, Weiler HA, et al. Fermented milk products and bone health in postmenopausal women: a systematic review of randomized controlled trials, prospective cohorts, and case-control studies. *Adv Nutr* 2020;**11**:251-65.
25. Michaëlsson K, Wolk A, Langenskiöld S, et al. Milk intake and risk of mortality and fractures in women and men: cohort studies. *BMJ* 2014;**349**:g6015.
26. Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Baron JA, et al. Milk intake and risk of hip fracture in men and women: a meta-analysis of prospective cohort studies. *J Bone Miner Res* 2011;**26**:833-9.
27. Cheng S, Lyytikäinen A, Kroger H, et al. Effects of calcium, dairy product, and vitamin D supplementation on bone mass accrual and body composition in 10-12-y-old girls: a 2-y randomized trial. *Am J Clin Nutr* 2005;**82**:1115-26.
28. Kalkwarf HJ, Khoury JC, Lanphear BP. Milk intake during childhood and adolescence, adult bone density, and osteoporotic fractures in US women. *Am J Clin Nutr* 2003;**77**:257-65.
29. Du X, Zhu K, Trube A, et al. School-milk intervention trial enhance growth and bone mineral accretion in Chinese girls age 10-12 years in Beijing. *Br J Nutr* 2004;**92**:159-68.
30. Yuan M, Hu FB, Li Y, et al. Types of dairy foods and risk of fragility fracture in the prospective Nurses' Health Study cohort. *Am J Clin Nutr* 2023;**118**:1172-81.
31. Dainese-Plichon R, Schneider S, Piche T, Hébuterne X. Malabsorption et intolérance au lactose chez l'adulte. *EMC Nutrition Clinique et Métabolisme* 2014;**28**:46-51.
32. Hidayat K, Chen GC, Zhang R, et al. Calcium intake and breast cancer risk: meta-analysis of prospective cohort studies. *Br J Nutr* 2016;**116**:158-66.
33. Larsson SC, Andersson SO, Johansson JE, Wolk A. Cultured milk, yogurt, and dairy intake in relation to bladder cancer risk in a prospective study of Swedish women and men. *Am J Clin Nutr* 2008;**88**:1083-7.
34. Larsson SC, Bergkvist L, Rutegård J, et al. Calcium and dairy food intakes are inversely associated with colorectal cancer risk in the Cohort of Swedish Men. *Am J Clin Nutr* 2006;**83**:667-73.
35. Aune D, Lau R, Chan DSM, et al. Dairy products and colorectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Ann Oncol* 2012;**23**:37-45.

36. Huth PJ, Park KM. Influence of dairy product and milk fat consumption on cardiovascular disease risk: a review of the evidence. *Adv Nutr* 2012;**3**:266-85.
37. Ralston RA, Lee JH, Truby H, et al. A systematic review and meta-analysis of elevated blood pressure and consumption of dairy foods. *J Hum Hypertens* 2012;**26**:3-13.
38. Soedamah-Muthu SS, Verberne LD, Ding EL, et al. Dairy consumption and incidence of hypertension: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Hypertension* 2012;**60**:1131-7.
39. Zhang K, Chen X, Zhang L, Deng Z. Fermented dairy foods intake and risk of cardiovascular diseases: A meta-analysis of cohort studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2020;**60**:1189-94.
40. Ahn H, Park YK : Sugar-sweetened beverage consumption and bone health : a systematic review and meta-analysis. *Nutr J* 2021;**20**:41.
41. Calvo MS, Tucker KL. Is phosphorus intake that exceeds dietary requirements a risk factor in bone health? *Ann N Y Acad Sci* 2013;1301:29-35.
42. Negaret G. Coca-Cola® et pratiques médicales : mythes et réalité. [Thèse de Doctorat d'Université; Médecine] Université de Rennes, Faculté de Médecine; 2000.
43. Kristensen M, Jensen M, Kudsk J, et al. Short-term effects on bone turnover of replacing milk with cola beverages: a 10-day interventional study in young men. *Osteoporos Int* 2005;**16**:1803-8.
44. Rodríguez-Olleros Rodríguez C, Díaz Curiel M. Vitamin K and bone health: a review on the effects of vitamin k deficiency and supplementation and the effect of non-vitamin K antagonist oral anticoagulants on different bone parameters. *J Osteoporos* 2019;**20**19:2069176.
45. Feskanich D, Weber P, Willett WC, et al. Vitamin K intake and hip fractures in women: a prospective study. *Am J Clin Nutr* 1999;**69**:74-9.
46. Hao G, Zhang B, Gu M, et al. Vitamin K intake and the risk of fractures: a meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2017;**96**:e6725.
47. Oniszczuk A, Kaczmarek A, Kaczmarek M, et al. Sclerostin as a biomarker of physical exercise in osteoporosis: A narrative review. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2022;**13**:954895.
48. Ardawi MS, Rouzi AA, Qari HM. Physical activity in relation to serum sclerostin, insulin-like growth factor-1 and bone turnover markers in healthy premenopausal women: a cross-sectional and a longitudinal study. *J Clin Endocrinol Metab* 2012;**97**:3691-9.
49. Janik M, Stuss M, Michalska-Kasiczak M, et al. Effects of physical activity on sclerostin concentrations. *Endokrynol Pol* 2018;**69**:142-9.
50. Sharma-Ghimire P, Chen Z, Sherk V, Bemben D. Sclerostin and parathyroid hormone responses to acute whole-body vibration and resistance exercise in young women. *J Bone Miner metab* 2019;**37**:358-67.
51. Morin SN, Feldman S, Funnell L, et al. Osteoporosis Canada 2023 Guideline Update Group. Clinical practice guideline for management of osteoporosis and fracture prevention in Canada: 2023 update. *CMAJ* 2023;**195**:E1333-48.
52. Ponzano M, Rodrigues IB, Hosseini Z, et al. Progressive resistance training for improving health-related outcomes in people at risk of fracture: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Phys Ther* 2021;**101**:pzaa221.
53. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, et al. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev* 2011;**7**:Cd000333.
54. Kemmler W, Shojaa M, Kohl M, von Stengel S. Effects of different types of exercise on bone mineral density in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *Calcif Tissue Int* 2020;**107**:409-39.
55. Papadopoulou SK, Papadimitriou K, Voulgaridou G, et al. Exercise and nutrition impact on osteoporosis and sarcopenia - the incidence of osteosarcopenia: a narrative review. *Nutrients* 2021;**13**:4499.
56. Gómez-Cabello A, Ara I, González-Agüero A, et al. Effects of training on bone mass in older adults: a systematic review. *Sports Med* 2012;**42**:301-25.
57. Gómez-Bruton A, González-Agüero A, Gómez-Cabello A, et al. Is bone tissue really affected by swimming? a systematic review. *PLoS ONE* 2013;**8**:e70119.
58. Greenway KG, Walkley JW, Rich PA. Does long-term swimming participation have a deleterious effect on the adult female skeleton? *Eur J Appl Physiol* 2012;**112**:3217-25.
59. Taafe DR, Snow-Harter C, Connolly DA, et al. Differential effects of swimming versus weight-bearing activity on bone mineral status of eumenorrheic athletes. *J Bone Miner Res* 1995;**10**:586-93.
60. Bruininks BD, Korak JA, Scibora LM, et al. Swimming and bone density: a DXA and pQCT study examining swimming as an osteogenic activity. *JEPonline* 2019;**22**:75-91.
61. Su Y, Chen Z, Xie W. Swimming as treatment for osteoporosis: a systematic review and meta-analysis. *Biomed Res Int* 2020;**2020**:6210201.
62. Moreira LD, Fronza FC, Dos Santos RN, et al. The benefits of a high-intensity aquatic exercise program (HydrOS) for bone metabolism and bone mass of postmenopausal women. *J Bone Miner Metab* 2014;**32**:411-9.
63. Gaddini GW, Turner RT, Grant KA, et al. Alcohol : a simple nutrient with complex actions on bone in the adult skeleton. *Alcohol Clin Exp Res* 2016;**40**:657-71.
64. Godos J, Giampieri F, Chisari E, et al. Alcohol consumption, bone mineral density, and risk of osteoporotic fractures: a dose-response meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2022;**19**:1515.
65. Kanis JA, Johnell O, Oden A. Smoking and fracture risk : A meta-analysis. *Osteoporos Int* 2005;**16**:155-62.
66. Yoon V, Maalouf NM, Sakhaee K. The effects of smoking on bone metabolism. *Osteoporos Int* 2012;**23**:2081-92.
67. Hopper JL, Seeman E. The bone density of female twins discordant for tobacco use. *N Engl J Med* 1994;**330**:387-92.
68. Ward KD, Klesges RC. A meta-analysis of the effects of cigarette smoking on bone mineral density. *Calcif Tissue Int* 2001;**68**:259-70.

Les demandes de tirés à part doivent être adressées au Dr Regnier C, Service de Rhumatologie, CHU Liège, Belgique.
Email : celine.regnier@chuliege.be