



Article  
scientifique

Revue de la  
littérature

2023

Published  
version

Public  
access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

---

## Conséquences osseuses de la perte de poids intentionnelle des patients en surpoids ou obèses

---

Papageorgiou, Maria; Biver, Emmanuel

### How to cite

PAPAGEORGIU, Maria, BIVER, Emmanuel. Conséquences osseuses de la perte de poids intentionnelle des patients en surpoids ou obèses. In: Revue médicale suisse, 2023, vol. 19, n° 823, p. 756–760. doi: 10.53738/REVMED.2023.19.823.756

This publication URL: <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:176394>

Publication DOI: [10.53738/REVMED.2023.19.823.756](https://doi.org/10.53738/REVMED.2023.19.823.756)

© This document is protected by copyright. Please refer to copyright holder(s) for terms of use.

Last deposit update in Archive ouverte UNIGE on 15.04.2024 14:19

# Conséquences osseuses de la perte de poids intentionnelle des patients en surpoids ou obèses

Dre MARIA PAPAGEORGIOU<sup>a</sup> et Dr EMMANUEL BIVER<sup>a</sup>

Rev Med Suisse 2023; 19: 756-60 | DOI : 10.53738/REVMED.2023.19.823.756

**Bien que la perte de poids entraîne des améliorations significatives de la plupart des comorbidités des patients en surpoids/obésité, elle s'associe à un impact négatif sur la santé osseuse. Cet article résume les effets de la perte de poids intentionnelle, induite par des interventions non chirurgicales (régimes alimentaires, médicaments) ou par la chirurgie bariatrique, sur la santé osseuse chez les personnes en surpoids/obèses. Il propose également les modalités de surveillance et de prévention de la perte osseuse dans ces contextes.**

## Bone consequences of intentional weight loss in overweight or obese patients

*Although weight loss results in significant improvements in most comorbidities in people with overweight/obesity, one possible side effect is its negative impact on bone health. This review summarizes the effects of intentional weight loss achieved by non-surgical (lifestyle changes, drugs) and surgical (bariatric surgery) interventions on bone outcomes in individuals with overweight/obesity and discusses strategies to monitor and preserve bone health during weight loss.*

## INTRODUCTION

La prévalence de l'obésité a considérablement augmenté au cours des dernières décennies dans le monde entier, et la Suisse n'échappe pas à cette augmentation puisque 11% de sa population est classée comme obèse (IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>) et 31% en surpoids (IMC entre 25 et 30 kg/m<sup>2</sup>). Une perte de poids de 5 à 10% suffit à améliorer significativement certaines comorbidités associées à l'obésité telles que le diabète ou le risque de maladies cardiovasculaires. Les modifications du mode de vie (régime alimentaire, activité physique et thérapies comportementales) restent la pierre angulaire de la prise en charge de l'obésité, soutenues, dans certaines situations, par les nouveaux traitements de l'obésité ou la chirurgie bariatrique.

Compte tenu de l'association positive entre IMC et densité minérale osseuse (DMO), on a longtemps pensé que les personnes souffrant d'obésité étaient protégées contre l'ostéoporose, via une adaptation mécanique du squelette à un poids corporel élevé. En réalité, ces patients présentent un

risque accru de fracture sur des sites osseux moins classiquement associés à l'ostéoporose (humérus, cheville). Au-delà de l'effet mécanique du poids corporel appliqué sur ces sites osseux en cas de chute ou traumatisme, des altérations de la qualité de la matrice osseuse pourraient résulter de la micro-inflammation chronique et des perturbations métaboliques associées à l'augmentation de l'adiposité et au diabète parfois associé.<sup>1</sup> Paradoxalement, la perte de poids n'améliore pas mais, au contraire, aggrave plutôt la santé osseuse de cette population.

Cet article résume les effets de la perte de poids intentionnelle obtenue par des interventions non chirurgicales (régimes alimentaires, médicaments) ou par la chirurgie bariatrique sur la santé osseuse chez les personnes en surpoids/obèses, et propose, dans ce contexte, les modalités de surveillance et de prévention de la perte osseuse.

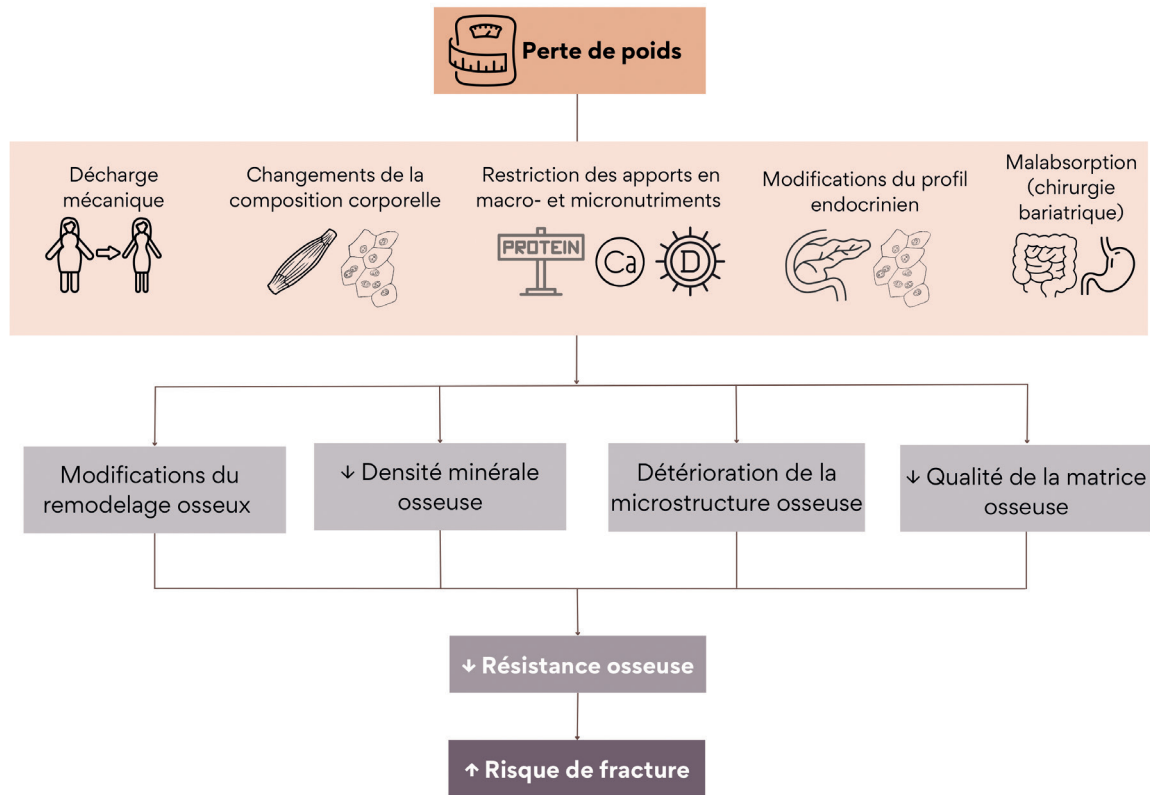
## IMPACT OSSEUX DE LA PERTE DE POIDS INDUITE PAR UN RÉGIME ALIMENTAIRE

Deux méta-analyses portant sur des études d'interventions chez les personnes en surpoids/obésité, ayant perdu du poids intentionnellement par un régime alimentaire, ont rapporté une augmentation précoce (dans les 2 à 3 mois) des marqueurs du remodelage osseux associée à une diminution faible, mais significative, de la DMO de la hanche ( $-0,010$ - $0,015$  g/cm<sup>2</sup>) lors de restrictions caloriques d'une durée  $\geq 6$  mois, tandis que la DMO vertébrale était peu, ou plus tardivement, affectée.<sup>2,3</sup> Plusieurs mécanismes peuvent expliquer ces effets, notamment la décharge mécanique, les carences en nutriments et les changements endocriniens et métaboliques (figure 1). On ne peut exclure une diminution en partie artéfactuelle lors de la mesure de la DMO, en raison des changements de composition corporelle autour de la hanche mais aussi du rachis lombaire.<sup>4</sup> Les études évaluant directement la microstructure osseuse par scanner, et permettant de limiter l'impact artéfactuel potentiel, sont très limitées. Elles suggèrent néanmoins un effet négatif sur la microstructure osseuse et la résistance osseuse.<sup>5,6</sup> Il n'existe pas de seuil de perte de poids clairement établi au-delà duquel une perte osseuse significative est observée. Il a été suggéré qu'une perte de poids  $\leq 5\%$  ait peu d'effets sur la santé osseuse, tandis qu'une perte de poids  $> 10$ - $15\%$  du poids corporel initial pourrait avoir des effets plus importants sur la santé osseuse.<sup>7</sup> L'impact de la rapidité de la perte de poids est également peu décrit. Les pertes de poids rapides obtenues par des régimes très hypo-

<sup>a</sup>Service des maladies osseuses, Département de médecine, Hôpitaux universitaires de Genève et Faculté de médecine, 1205 Genève  
maria.papageorgiou@unige.ch | emmanuel.biver@hcuge.ch

**FIG 1** Mécanismes de la perte osseuse associée à la perte de poids intentionnelle

↑: augmentation; ↓: diminution.



caloriques entraînent une diminution tout aussi rapide de la DMO. Cependant, il n'est pas établi qu'une perte de poids identique obtenue sur une période plus longue atténue ces effets osseux défavorables. En revanche, la perte osseuse persiste au-delà du régime, quand le poids se stabilise, voire ré-augmente, suggérant que l'os ne s'adapte pas simplement à un nouveau poids corporel plus faible. Des pertes de poids répétées pourraient s'accompagner d'un impact osseux cumulatif plus important.

Le jeûne intermittent (une pratique qui consiste à ne manger que sur un intervalle de temps limité sur la journée) peut être une alternative aux régimes alimentaires restrictifs pour induire une perte de poids. Les quelques données disponibles suggèrent que le jeûne intermittent pratiqué jusqu'à 6 mois entraîne une perte de poids modeste (<5% du poids corporel initial) et semble moins affecter les marqueurs du remodelage osseux que les pertes de poids obtenues intentionnellement par régime alimentaire.<sup>8</sup>

Enfin, l'importance de la perte osseuse dépend également des autres facteurs de risque d'ostéoporose associés. Ainsi, la perte osseuse pourrait être d'autant plus marquée en cas de perte de poids intentionnelle en contexte ménopausique ou chez des patients âgés.<sup>9</sup>

Concernant le risque de fracture (tableau 1), une récente méta-analyse n'a pas retrouvé d'augmentation significative

du risque de fracture associée aux programmes de perte de poids liés au mode de vie.<sup>10</sup> Cependant, la plupart de ces études incluent des patients relativement jeunes, à moindre risque de fracture, mais avec le diabète comme facteur confondant potentiel dans les groupes interventions et contrôles. La plus grande étude interventionnelle dans le domaine chez des patients diabétiques âgés de 45 à 76 ans a montré qu'une perte de poids de 6 à 9%, obtenue par changements de mode de vie et maintenue pendant une décennie, était associée à un risque accru d'environ 40% du risque de fracture de fragilité, incluant hanche, bassin et épaule.<sup>11</sup>

### IMPACT OSSEUX DES TRAITEMENTS PHARMACOLOGIQUES DE L'OBÉSITÉ

En Suisse, trois médicaments, l'orlistat, le liraglutide et le sémaglutide, sont autorisés pour le traitement de l'obésité.

L'orlistat est un inhibiteur de la lipase gastrique et pancréatique qui diminue l'absorption des graisses alimentaires d'environ 30%. Il entraîne une perte de poids de 5 à 10% lorsqu'il est associé à un régime hypocalorique à teneur réduite en graisses. Dans une étude à court terme (21 jours), l'orlistat associé à un régime hypocalorique n'a pas affecté le bilan phosphocalcique sanguin et urinaire, ni les marqueurs du remodelage osseux par rapport au placebo associé au même régime hypocalorique.<sup>12</sup> En revanche, une étude à plus

**TABLEAU 1** Risque de fracture dans les méta-analysesObésité: IMC $\geq$ 30kg/m<sup>2</sup>.<sup>a</sup> Éducation sur le diabète, éducation en groupe sur d'autres aspects de la santé non liés au poids, soins habituels sans/avec exercice physique, alimentation habituelle;<sup>b</sup> Patients obèses sans intervention.

CB: chirurgie bariatrique; DT2: diabète de type 2; ECR: essai randomisé et contrôlé; EO: étude observationnelle.

Référence	Population	Intervention	Contrôle	Nombre d'études	Toutes fractures RR (95% IC)	Fractures de la hanche RR (IC 95%)	Fractures vertébrales RR (IC 95%)
Ablett et al., 2020 <sup>10</sup>	Obésité	Régime alimentaire $\pm$ activité physique	Variable <sup>a</sup>	6 ECR	1,04 (0,91-1,18)	-	-
Zhang et al., 2021 <sup>14</sup>	DT2	Liraglutide	Placebo	3 ECR	0,73 (0,14-3,92)	-	-
Zhang et al., 2021 <sup>14</sup>	DT2	Sémaglutide	Placebo	2 ECR	0,66 (0,13-3,41)	-	-
Saad et al., 2022 <sup>17</sup>	Obésité	CB malabsorptive	Obésité <sup>b</sup>	2-8 EO	<b>1,45 (1,11-1,89)</b>	<b>1,99 (1,00-3,94)</b>	0,94 (0,79-1,13)
Saad et al., 2022 <sup>17</sup>	Obésité	CB restrictive	Obésité <sup>b</sup>	2-5 EO	0,93 (0,68-1,26)	0,69 (0,36-1,33)	0,86 (0,41-1,83)
Saad et al., 2022 <sup>17</sup>	Obésité	Gastrectomie longitudinale	Obésité <sup>b</sup>	2-3 EO	0,72 (0,47-1,11)	0,64 (0,37-1,12)	0,77 (0,44-1,36)
Saad et al., 2022 <sup>17</sup>	Obésité	CB malabsorptive	CB restrictive	2-7 EO	<b>1,61 (1,42-1,83)</b>	<b>2,08 (1,64-2,65)</b>	1,19 (0,68-2,09)

long terme (un an) a montré que l'orlistat associé à un régime hypocalorique entravait l'absorption de la vitamine D et/ou du calcium, augmentait la résorption osseuse et était associé à une hyperparathyroïdie secondaire. Ces changements métaboliques se sont accompagnés d'une perte osseuse significative qui n'était toutefois pas plus importante que le déclin de la DMO observé avec la perte de poids en soi (placebo et régime hypocalorique).<sup>13</sup>

Les médicaments les plus récemment introduits sur le marché suisse, le liraglutide et le sémaglutide, appartiennent à la famille des agonistes des récepteurs du glucagon-like peptide-1 (GLP-1). En raison de leurs propriétés de contrôle de la glycémie, ils ont été initialement autorisés pour le traitement du diabète de type 2 (DT2). Comme ils réduisent également la vidange gastrique, l'appétit et la prise alimentaire, ils se sont par la suite avérés efficaces pour la perte de poids lorsqu'ils sont administrés à des doses plus élevées. Ces deux médicaments induisent une perte de poids plus importante que le traitement par l'orlistat. Dans une méta-analyse récente chez des patients diabétiques de type 2, les traitements par agonistes des récepteurs de GLP-1 sont plutôt associés à une diminution du risque de fracture (**tableau 1**).<sup>14</sup> Néanmoins, les effets de ces médicaments chez les patients obèses mais non diabétiques restent limités. Dans une petite étude menée chez des patients obèses, le traitement de liraglutide a augmenté les marqueurs de formation osseuse, mais pas la résorption osseuse, tout en prévenant la perte osseuse associée à la perte de poids induite par un régime hypocalorique.<sup>15</sup> D'autres études doivent confirmer ces résultats suggérant un effet osseux protecteur.

## IMPACT OSSEUX DE LA CHIRURGIE BARIATRIQUE

La chirurgie bariatrique entraîne une perte de poids substantielle (40 à 80% de perte de poids excédentaire au-dessus de 25kg/m<sup>2</sup>) dans les 6 à 12 mois qui suivent l'intervention. Cette perte est ensuite maintenue ou, dans une certaine mesure, augmentée. Les effets osseux associés se manifestent précocement pendant la perte de poids rapide et ils persistent plusieurs années après l'intervention. Les patients présentent,

après chirurgie bariatrique, une augmentation durable des marqueurs du remodelage osseux et une diminution de 3 à 11% de la DMO totale de la hanche et du col du fémur 6 à 24 mois après l'opération (ces changements sont comparables à ceux observés au cours des 3 à 4 premières années après la ménopause), tandis que la DMO lombaire est affectée de manière plus variable. Ces effets osseux sont également objectivés sur la DMO volumétrique, la microstructure osseuse et la résistance mécanique osseuses.<sup>16</sup> La chirurgie bariatrique entraîne une décharge mécanique plus importante du squelette et des changements plus prononcés des facteurs endocriniens que la perte de poids non chirurgicale. De plus, en cas de chirurgies induisant une malabsorption (bypass gastrique de Roux-en-Y (RYGB) et dérivation bilio-pancréatique avec échangeur duodénal (BPD-DS)), une perte osseuse plus importante est observée qu'avec les procédures restrictives pures (anneau gastrique ajustable et gastrectomie longitudinale).<sup>17</sup>

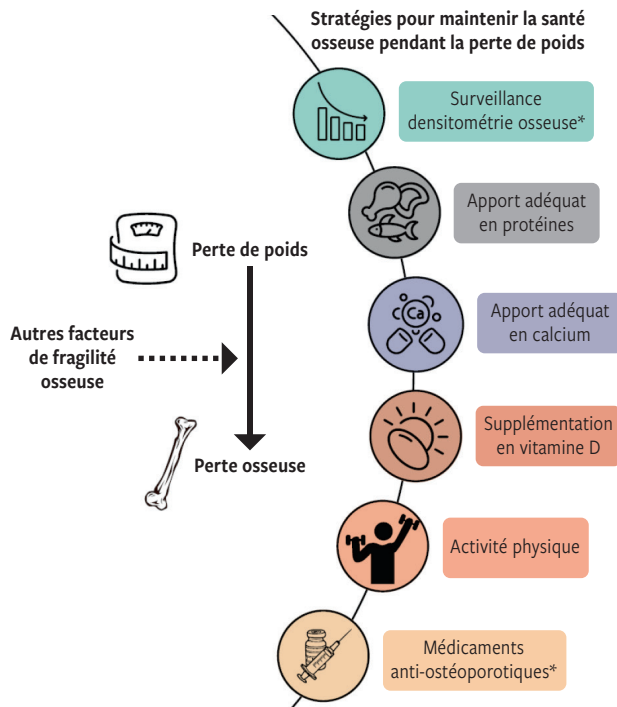
Les études d'observation suggèrent une augmentation de 1,3 à 2,3 fois du risque de fracture après une chirurgie bariatrique, lequel augmente dès 2 à 3 ans après la chirurgie. Le risque varie selon le type de chirurgie et est plus important après les procédures malabsorptives (RYGB et BP-DS) (**tableau 1**).<sup>18</sup> Ces fractures postopératoires surviennent à un âge plus jeune que lors de l'ostéoporose post-ménopausique (intervention en majorité chez des femmes ménopausées ou hommes < 50 ans) et davantage sur des sites osseux typiques de fractures ostéoporotiques majeures (hanche, vertèbres, avant-bras). L'incidence des fractures dans cette population devrait d'autant plus augmenter que celle-ci vieillit.

## PRÉVENTION DE LA SANTÉ OSSEUSE PENDANT LA PERTE DE POIDS INTENTIONNELLE

La densitométrie osseuse peut être recommandée, initialement et après 2 ans, chez tous les patients bénéficiant d'une chirurgie bariatrique selon les procédures malabsorptives.<sup>18</sup> En dehors de ces situations, l'examen peut être envisagé chez les patientes ménopausées et les hommes de plus de 50 ans, ou en cas d'antécédent de fracture ou d'autres facteurs de risque d'ostéoporose associés.

**FIG 2** Mesures préventives de la perte osseuse associée à la perte de poids intentionnelle

\* si indiqué.



Il faut veiller à des apports en calcium (alimentaires et/ou suppléments) suffisants et optimiser le statut vitaminique D. La supplémentation en calcium atténue partiellement la perte osseuse associée aux régimes amaigrissants.<sup>7</sup> La perte de poids peut être associée à une augmentation des taux de 25(OH) vitamine D, en raison de la libération de la vitamine D séquestrée dans le tissu adipeux en diminution. Après chirurgie bariatrique, la carence vitamino-calcique est plus marquée et nécessite des doses plus élevées que celles utilisées dans l'ostéoporose post-ménopausique. Il est recommandé de fractionner les doses de calcium pour améliorer l'absorption. Le citrate de calcium, dont l'absorption est meilleure en l'absence d'acidité gastrique, peut être utilisé en alternative au carbonate de calcium chez les patients avec chirurgie bariatrique et chez les patients avec une hyperparathyroïdie secondaire. Un apport adéquat en protéines est également important et peut compenser ou au moins atténuer la perte osseuse associée à la perte de poids.<sup>19</sup>

L'exercice physique régulier doit être recommandé puisqu'il atténue la perte osseuse lors d'une perte de poids induite par un régime<sup>20,21</sup> ou une chirurgie bariatrique.<sup>22</sup> Certaines données suggèrent des bénéfices osseux, dans ce contexte, uniquement avec les exercices en résistance.<sup>21</sup>

En cas d'indication à un traitement anti-ostéoporotique, les bisphosphonates oraux sont déconseillés après chirurgie bariatrique, en raison d'une absorption potentiellement limitée et d'un risque accru d'effets gastro-intestinaux indésirables. Les bisphosphonates intraveineux et/ou le dénosumab peuvent être utilisés après s'être assuré d'une optimisation du statut

vitamino-calcique, afin d'éviter le risque d'hypocalcémie (figure 2).

## CONCLUSION

Bien que les patients en surpoids ou obèses aient le plus souvent des DMO élevées, leur risque de fracture est élevé. La perte de poids (5-10%) obtenue par les régimes alimentaires s'associe à une perte osseuse faible mais persistante, ce qui peut augmenter la fragilité osseuse en cas de régimes répétés ou d'autres facteurs de risque de fracture associés. Les traitements pharmacologiques de l'obésité entraînent une perte de poids significative (5-20%) mais leurs effets osseux doivent encore être mieux définis, avec potentiellement des effets plus protecteurs sur le plan osseux des agonistes des récepteurs du GLP-1. La chirurgie bariatrique permet une perte de poids importante (40-80% au-dessus de 25kg/m<sup>2</sup>) et s'accompagne d'une perte osseuse substantielle et d'une augmentation du risque de fracture, en particulier pour les procédures chirurgicales malabsorptives (RYGB et BPD-DS). Des mesures limitant l'impact osseux, qui incluent un apport protéique adéquat, une supplémentation en calcium/vitamine D, de l'exercice physique régulier et l'utilisation d'un traitement anti-ostéoporotique si indiqué, doivent donc être envisagées dans toute situation de perte de poids intentionnelle.

**Conflit d'intérêts:** Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

ORCID ID:

M. Papageorgiou: <https://orcid.org/0000-0002-9943-6976>

E. Biver: <https://orcid.org/0000-0001-6174-1951>

## IMPLICATIONS POUR LA PRATIQUE

- La perte de poids intentionnelle s'accompagne d'une perte osseuse à prendre en compte chez les patients en surpoids/obèses.
- Une attention particulière doit être apportée aux patients présentant d'autres facteurs de risque de fragilité osseuse (femmes ménopausées, patients diabétiques, âgés, antécédents de fractures...).
- La densitométrie osseuse peut être recommandée initialement et après 2 ans chez les patients bénéficiant d'une chirurgie bariatrique malabsorptive ou en cas d'autres facteurs de risque d'ostéoporose associés.
- Des mesures limitant l'impact osseux, incluant apport protéique adéquat, supplémentation en calcium/vitamine D, exercice physique régulier et traitement anti-ostéoporotique si indiqué, doivent être envisagées chez tout patient s'engageant dans une démarche de perte de poids intentionnelle.

- 1 Biver E. Obésité, gras et os : amis ou ennemis ?. *Rev Med Suisse*. 2017 Avr 19;13(559):851-4.
- 2 \*Zibellini J, Seimon RV, Lee CMY, et al. Does Diet-Induced Weight Loss Lead to Bone Loss in Overweight or Obese Adults? A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Trials. *J Bone Miner Res*. 2015 Dec 1;30(12):2168-78. DOI: 10.1002/jbmr.2564.
- 3 Soltani S, Hunter GR, Kazemi A, Shab-Bidar S. The effects of weight loss approaches on bone mineral density in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Osteoporos Int*. 2016 Sep;27(9):2655-71. DOI: 10.1007/s00198-016-3617-4.
- 4 Yu EW, Bouxsein ML, Roy AE, et al. Bone loss after bariatric surgery: discordant results between DXA and QCT bone density. *J Bone Miner Res*. 2014 Mar;29(3):542-50. DOI: 10.1002/jbmr.2063.
- 5 Schoell SL, Beavers KM, Beavers DP, et al. Prediction of lumbar vertebral body compressive strength of overweight and obese older adults using morphed subject-specific finite-element models to evaluate the effects of weight loss. *Aging Clin Exp Res*. 2019 Apr;31(4):491-501. DOI: 10.1007/s40520-018-1010-1.
- 6 Beavers KM, Walkup MP, Weaver AA, et al. Effect of Exercise Modality During Weight Loss on Bone Health in Older Adults With Obesity and Cardiovascular Disease or Metabolic Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *J Bone Miner Res*. 2018 Dec;33(12):2140-9. DOI: 10.1002/jbmr.3555.
- 7 \*Jensen VFH, Mølck AM, Dalgaard M, McGuigan FE, Akesson KE. Changes in bone mass associated with obesity and weight loss in humans: Applicability of animal models. *Bone*. 2021 Apr;145(1-2):115781. DOI: 10.1016/j.bone.2020.115781.
- 8 Papageorgiou M, Biver E, Mareschal J, et al. The effects of time-restricted eating and weight loss on bone metabolism and health: a 6-month randomized controlled trial. *Obesity (Silver Spring)*. 2023 Feb;31(Suppl.1):85-95. DOI: 10.1002/oby.23577.
- 9 Papageorgiou M, Kerschan-Schindl K, Sathyapalan T, Pietschmann P. Is Weight Loss Harmful for Skeletal Health in Obese Older Adults? *Gerontology*. 2020;66(1):2-14. DOI: 10.1159/000500779.
- 10 \*\*Ablett AD, Boyle BR, Avenell A. Fractures in Adults After Weight Loss from Bariatric Surgery and Weight Management Programs for Obesity: Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg*. 2019 Apr;29(4):1327-42. DOI: 10.1007/s11695-018-03685-4.
- 11 \*Johnson KC, Bray GA, Cheskin LJ, et al. The Effect of Intentional Weight Loss on Fracture Risk in Persons With Diabetes: Results From the Look AHEAD Randomized Clinical Trial. *J Bone Miner Res*. 2017 Nov;32(11):2278-87. DOI: 10.1002/jbmr.3214.
- 12 Pace DG, Blotner S, Guerciolini R. Short-term orlistat treatment does not affect mineral balance and bone turnover in obese men. *J Nutr*. 2001 Jun;131(6):1694-9. DOI: 10.1093/jn/131.6.1694.
- 13 Gotfredsen A, Westergren Hendel H, Andersen T. Influence of orlistat on bone turnover and body composition. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001 Aug;25(8):1154-60. DOI: 10.1038/sj.ijo.0801639.
- 14 Zhang YS, Zheng YD, Yuan Y, Chen SC, Xie BC. Effects of Anti-Diabetic Drugs on Fracture Risk: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021 Oct 14;12:735824. DOI: 10.3389/fendo.2021.735824.
- 15 Iepsen EW, Lundgren JR, Hartmann B, et al. GLP-1 Receptor Agonist Treatment Increases Bone Formation and Prevents Bone Loss in Weight-Reduced Obese Women. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015 Aug;100(8):2909-17. DOI: 10.1210/jc.2015-1176.
- 16 Lindeman KG, Greenblatt LB, Rourke C, et al. Longitudinal 5-Year Evaluation of Bone Density and Microarchitecture After Roux-en-Y Gastric Bypass Surgery. *J Clin Endocrinol Metab*. 2018 Nov 1;103(11):4104-12. DOI: 10.1210/jc.2018-01496.
- 17 \*\*Saad RK, Ghezzawi M, Habli D, Alami RS, Chakhtoura M. Fracture risk following bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2022 Mar;33(3):511-26. DOI: 10.1007/s00198-021-06206-9.
- 18 \*\*Paccou J, Genser L, Lespessailles É, et al. French recommendations on the prevention and treatment of osteoporosis secondary to bariatric surgery. *Joint Bone Spine*. 2022 Nov;89(6):105443. DOI: 10.1016/j.jbspin.2022.105443.
- 19 Wright CS, Li J, Campbell WW. Effects of Dietary Protein Quantity on Bone Quantity following Weight Loss: A Systematic Review and Meta-analysis. *Adv Nutr*. 2019 Nov 1;10(6):1089-107. DOI: 10.1093/advances/nmz058.
- 20 \*Mesinovic J, Jansons P, Zengin A, et al. Exercise attenuates bone mineral density loss during diet-induced weight loss in adults with overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis. *J Sport Health Sci*. 2021 Sep;10(5):550-9. DOI: 10.1016/j.jshs.2021.05.001.
- 21 Yazdanpanah Z, Beigrezaei S, Mohseni-Takaloo S, et al. Does exercise affect bone mineral density and content when added to a calorie-restricted diet? A systematic review and meta-analysis of controlled clinical trials. *Osteoporos Int*. 2022 Feb;33(2):339-54. DOI: 10.1007/s00198-021-06187-9.
- 22 \*Diniz-Sousa F, Bopppe G, Veras L, et al. The Effect of Exercise for the Prevention of Bone Mass After Bariatric Surgery: a Systematic Review and Meta-analysis. *Obes Surg*. 2022 Mar;32(3):912-23. DOI: 10.1007/s11695-021-05873-1.

\* à lire  
 \*\* à lire absolument