



Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



RECOMMANDATIONS

Recommandations sur la prise en charge nutritionnelle après chirurgie bariatrique : recommandations de bonne pratique et consensus d'experts SOFFCO-MM/AFERO/SFNCM/

Recommendations for nutritional care after bariatric surgery: Recommendations for best practice and SOFFCO-MM/AFERO/SFNCM/ expert consensus

**D. Quilliot^{a,*}, M. Coupaye^b, C. Ciangura^b,
S. Czernichow^a, B. Gaborit^b, M. Alligier^c,
P.-L. Nguyen-Thi^d, S. Msika^e, L. Brunaud^{e,1}**

^a Société francophone de nutrition clinique et métabolisme (SFNCM), Nancy, France

^b Association française d'étude et de recherche sur l'obésité (AFERO), Paris, France

^c Réseau French Obesity Research Centre of Excellence (FORCE), Paris, France

^d Département d'évaluation médicale, de recherche clinique université de Lorraine, CHRU Nancy, Nancy, France

^e Société française et francophone de chirurgie de l'obésité et des maladies métaboliques (SOFFCOMM), Paris, France

Résumé La prise en charge nutritionnelle après chirurgie bariatrique est un enjeu majeur car le risque de carences est largement décrit dans la littérature. Sur la base des travaux d'un groupe de travail multidisciplinaire, nous proposons des recommandations établies à l'aide de la méthode Delphi- HAS (Haute Autorité de Santé) qui permet à la fois l'élaboration de recommandations de bonne pratique et de consensus reposant sur des données de la

DOI de l'article original : <https://doi.org/10.1016/j.jvisc Surg.2020.10.013>.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : d.quilliot@chru-nancy.fr (D. Quilliot).

¹ Groupe d'experts interrogés: Céline Bernard; Xaviera Coueffe; Helene Verkindt; Philippe Topart; Ronan Thibault; Jérémie Thereaux; Agnes Salle; Anne-Marie Roussel; Patrick Ritz; Alain Pradignac; Xavier Piguel; Yann Matussiere; Séverine Ledoux; Nathalie Le Moullec; Martine Laville; Marie-Laure Lalanne-Mistrih; Michel Krempf; Hubert Johanet; Jean Gugenheim; Alexandra Guedeney; Isabelle Gaubil-Kaladjian; Philippe Fayemendy; Anne Dutour; Emmanuel Disse; Jean-Claude Desport; Pierre Dechelotte; Arnaud De Luca; Jérôme Dargent; Sandrine Coumes; Claire Carette; Laurent Brunaud; Marie-Claude Brindisi; Anne-Laure Borel; Antoine Avignon; Yves Anduze Acher; Séverine Andrieux.

<https://doi.org/10.1016/j.jchirv.2020.10.002>

1878-786X/© 2020 Publié par Elsevier Masson SAS.

littérature ou des avis d'experts. Ces recommandations portent sur la prise en charge diététique et l'activité physique, les suppléments en multivitamines et oligo-éléments, la prévention et le traitement des carences spécifiques en vitamines B1, B9, B12, D et calcium, fer, zinc, vitamines A, E et K, du dumping syndrome et des hypoglycémies réactionnelles.

© 2020 Publié par Elsevier Masson SAS.

Summary Nutritional care after bariatric surgery is an issue of major importance, especially insofar as risk of deficiency has been extensively described in the literature. Subsequent to the deliberations carried out by a multidisciplinary working group, we are proposing a series of recommendations elaborated using the Delphi-HAS (official French health authority) method, which facilitates the drawing up of best practice and consensus recommendations based on the data of the literature and on expert opinion. The recommendations in this paper pertain to dietary management and physical activity, multivitamin and trace element supplementation and the prevention and treatment of specific deficiencies in vitamins B1, B9, B12, D and calcium, iron, zinc, vitamins A, E and K, dumping syndrome and reactive hypoglycemia.

© 2020 Published by Elsevier Masson SAS.

Méthode

Cette recommandation est établie à l'aide d'une méthode du type Delphi, développée par l'HAS, méthode baptisée « Recommandations par consensus formalisé » qui est à la fois une méthode d'élaboration de recommandations de bonne pratique et une méthode de consensus [1]. Un panel national de praticiens de structures de prise en charge de chirurgie bariatrique publiques et privées comprenant plusieurs médecins nutritionnistes et des chirurgiens bariatriques qui ont à la fois les compétences et une large expérience dans ce domaine a été sélectionné par le groupe de pilotage. La pertinence et l'importance de chaque proposition pour cette prise en charge sont établies par l'utilisation d'une échelle numérique discrète graduée de 1 à 9, la valeur 1 signifiant que la proposition est jugée « totalement non appropriée » ; la valeur 9 « totalement appropriée » et la valeur 5 correspondant à l'indécision. Les réponses des experts ont été analysées après chaque tour en intégrant des remarques pour chaque proposition avant de soumettre aux experts pour le tour suivant. Les résultats d'analyse sont présentés sous la forme de médianes, de la répartition des cotations. Ils sont classés en 3 classes de jugements : appropriée ; inappropriée et incertaine avec 2 degrés d'accord des experts : accord fort ou relatif pour les 2 premières classes et indécision ou absence de consensus pour la dernière classe. La version validée a été soumise à la lecture en séance plénière de praticiens. Après 2 tours de cotations, les propositions ont été jugées appropriées avec accord fort à l'exception de la proposition 22 (appropriée, accord relatif) (détails de la méthode DELPHI disponible en ligne dans la version longue des recommandation—Appendix 1).

Quelle carence rechercher en préopératoire?

- un bilan nutritionnel et vitaminique (dosages d'albumine, hémoglobine, ferritine et coefficient de saturation en fer de la transferrine, calcémie, 25 OH vitamine D, vitamines B1, B9, B12) et une correction des déficits éventuels sont

recommandés en préopératoire quel que soit le type de chirurgie par la HAS [2].

La prévalence des déficits en micronutriments pourrait être plus élevée chez le sujet obèse ou en préopératoire d'une chirurgie bariatrique. Les plus fréquemment rapportés concernent les vitamines B1, B9, A, C et D et B12 [3–5].

Futures recherches

- valider les marqueurs de déficit en micronutriments chez le sujet obèse (distinction entre adaptation métabolique et carence) ;
- études physiopathologiques.

Quelle prise en charge diététique après chirurgie bariatrique?

- après chirurgie bariatrique (quel que soit le type d'intervention), une prise en charge par un diététicien-nutritionniste est indispensable ;
- après chirurgie bariatrique (quel que soit le type d'intervention), les apports en protéines doivent être encouragés au long cours, en association avec l'activité physique pour limiter la fonte et la perte de fonction musculaire, et la dénutrition ;
- les apports recommandés en protéines sont un minimum de 60 g/jour et idéalement au moins de 1,1 g de protéines/kg de poids idéal/jour ;
- si, malgré les conseils diététiques adaptés, l'objectif de 60 g de protéines par jour n'est pas atteint, le recours à des compléments nutritionnels oraux ou protéiques peut être utile.

La prise en charge par un diététicien-nutritionniste est indispensable après chirurgie bariatrique [6]. Il y a peu de données dans la littérature. Une étude pilote [7] montre néanmoins l'intérêt de cette prise en charge sur les changements d'habitudes alimentaires. Ces changements pourraient avoir une influence sur le maintien de la perte de poids à long terme. La progression des textures, l'évitement

des vomissements, le fractionnement de l'alimentation et les conseils diététiques pour éviter le dumping syndrome précoce sont utiles durant les premières semaines qui suivent l'intervention.

Futures recherches

- détermination des besoins en protéines chez le sujet obèse ;
- effets cliniques de la supplémentation en protéines et du type de protéines au cours de la phase dynamique de perte de poids

Quelles recommandations sur l'activité physique après chirurgie bariatrique?

- après une chirurgie bariatrique (quel que soit le type d'intervention), une activité physique régulière et adaptée doit être encouragée, après accord du chirurgien et si possible après conseils d'un professionnel de l'activité physique (enseignant en Activité Physique Adaptée (APA), kinésithérapeute,) ;
- l'objectif est de viser une activité d'endurance adaptée en fonction des capacités et de l'âge du patient, d'au moins 30 min 5 jours par semaine associée à une activité de renforcement musculaire 2 à 3 fois par semaine ;
- une mobilisation précoce, comme la marche, est encouragée dès le 1er jour post-opératoire (si abord coelioscopique) après accord du chirurgien.

Ces recommandations sont conformes aux recommandations de l'OMS et du PNNS sur l'activité physique et la santé, réactualisées par l'ANSES en 2016 pour la population générale [8–11] et de la Haute-Autorité de santé pour le programme de réhabilitation améliorée après chirurgie (RAAC) [10] et pour la prévention de la maladie thrombo-embolique veineuse (recommandations européennes) [12].

Futures recherches

Élaborer des programmes adaptés de réentraînement à l'activité physique avant chirurgie et lors de la phase dynamique de perte pondérale.

Quelle prescription de compléments apportant des multivitamines et oligoéléments ?

- pendant la phase d'amaigrissement, quel que soit le type d'intervention, la prise de compléments apportant des multivitamines et oligoéléments est fortement recommandée ;
- après chirurgie bariatrique de type court-circuit gastrique en Y et chirurgie malabsorptive (dérivation bilio-pancréatique), la prise de compléments apportant des multivitamines et des oligoéléments est recommandée à vie en l'absence de donnée à long terme.

La proposition de ces recommandations est de distinguer la phase d'amaigrissement et la phase ultérieure. Pendant la phase d'amaigrissement (première année), les apports en micronutriments ne couvrent pas les besoins. Ils sont inférieurs à 50 % des Références nutritionnelles pour la population (RNP), quel que soit le type d'intervention [13–20]. L'adjonction de multivitamines et oligo-éléments permet de couvrir en partie les besoins pendant cette phase [21]. Cette proposition est valable pour la gastrectomie longitudinale en

manchon, en l'absence de donnée à long terme après cette intervention [22].

Au long cours, la poursuite de cette supplémentation peut être justifiée selon le niveau d'apport calorique et le degré de malabsorption, variables selon le type d'intervention, et selon les résultats des dosages biologiques effectués systématiquement [5,15–17,20]. En dehors de l'influence de la supplémentation vitaminique sur le nombre de carences, il a été également montré que certains déficits postopératoires étaient liés aux déficits préopératoires à court terme [18,23] mais également à plus de 2 ans après la gastrectomie longitudinale en manchon [24,25].

Futures recherches

- identifier précocement les patients à risque carenciel élevé (Facteurs prédictifs du risque carenciel) ;
- élaborer des outils de dépistage et d'évaluation appropriés selon les résultats des essais d'intervention actuels et futurs ;
- prévision des besoins en micronutriments selon le type d'intervention et selon chaque patient.

Comment prévenir et traiter les carences spécifiques en vitamines et oligo-éléments ?

La vitamine B1

- après chirurgie bariatrique, un patient présentant une intolérance alimentaire avec troubles digestifs (notamment des vomissements) de façon répétée pendant plusieurs jours, même en l'absence de signe clinique et de dosage biologique pathologique, doit être supplémen-té en thiamine (vitamine B1), quel que soit le type de chirurgie ;
- après chirurgie bariatrique, un patient présentant des troubles digestifs (vomissements, diarrhée, intolérance alimentaire) associés à des signes neurologiques ou psychiatriques même non spécifiques, doit systématiquement être traité comme ayant un syndrome de Gayet-Wernicke, tout en explorant les autres étiologies possibles ;
- en cas de suspicion de syndrome de Gayet-Wernicke, il est recommandé de supplémenter en vitamine B1 par voie parentérale (500 mg 3X/j) pendant 3 jours associée à une supplémentation en magnésium (sulfate de magnésium 6 à 8 mmol de magnésium-élément par 24 heures), puis par 250 mg/j par voie orale ou parentérale pendant au moins 5 jours, sans attendre le résultat biologique du dosage de la thiamine, qui peut être normal.

La prévalence de concentration basse en vitamine B1 après chirurgie bariatrique varie de 1 à 49 % selon le type d'intervention et la durée de suivi [26–31]. Après court-circuit gastrique en Y, une prévalence de 6 % est retrouvée durant les 4 années de suivi [32]. Après gastrectomie longitudinale en manchon, une concentration basse est retrouvée chez 0,5 % des patients à 6 mois et 6 % après 2 ans [27,33]. Après gastrectomie longitudinale en manchon, une étude a rapporté un risque élevé de carence en vitamine B1 de 26 % au cours de la première année postopératoire, avec comme facteurs de risque indépendant l'IMC initial élevé, la présence de vomissements et l'ethnie afro américaine [27].

La prévalence du syndrome de Gayet Wernicke serait voisine de 20 cas pour 10 000 procédures, avec une prédominance pour la chirurgie malabsorptive (dérivation

bilio-pancréatique) [26], mais serait plus importante si on inclut les séries autopsiques (0,6 à 2 %) [34].

L'absence de toxicité, même à forte dose et l'imperfection du dosage plasmatique incitent à prévenir et traiter de façon empirique tous les patients suspects de carences, sans se préoccuper des résultats des dosages plasmatiques. La prévention de ce syndrome par une supplémentation doit être systématique chez tout patient qui présente des troubles digestifs, des vomissements ou une diarrhée prolongée, notamment après une chirurgie digestive et chez tout patient à risque de syndrome de renutrition inappropriée. Classiquement, une dose de 100 mg est prescrite, en perfusion ou par voie intramusculaire si le patient vomit, sinon par voie orale [35]. Cependant, il n'y a pas de risque d'hypervitaminose et les doses prescrites dans les pays occidentaux sont largement supérieures [36–40].

En cas de signes neurologiques évocateurs, le traitement doit être mis en route sans tarder, par voie parentérale [26]. Le relai par voie orale est généralement possible. Il est classique de limiter les apports en glucides pendant cette phase. Dans la forme humide (Beri-Beri), le traitement par vitamine B1 permet d'améliorer la fonction cardiaque avec une dose de 50 à 100 mg/j par voie parentérale puis relayée par voie orale (10 mg/j) [35].

Le magnésium est un cofacteur de la transcétolase et la thiamine pyrophosphokinase. La carence en magnésium, est donc une cause de résistance classique à la supplémentation en vitamine B1 lors de syndromes carenciels [41]. Le magnésium doit donc être associé de façon systématique.

La vitamine B 12

- Après court-circuit gastrique en Y, la prévalence élevée de déficit en vitamine B12 et le nombre de perdus de vue, justifient une supplémentation systématique et une surveillance biologique systématique 3 fois la première année puis une à deux fois par an, à vie en l'absence de donnée à long terme.
- Après gastrectomie longitudinale en manchon, la prévalence de déficit en vitamine B12 peut être élevée justifiant d'une surveillance biologique systématique une à deux fois par an à long terme. En cas de déficit, une supplémentation orale doit être débutée et poursuivie à vie, en l'absence de donnée à long terme.
- Après dérivation bilio-pancréatique, avec ou sans switch duodénal, la prévalence élevée de déficit en vitamine B12 justifie une supplémentation systématique à vie et une surveillance biologique systématique 3 fois la première année puis une à deux fois par an, à vie en l'absence de donnée à long terme.
- Une supplémentation systématique en vitamine B12 se fait par voie orale à la dose quotidienne de 250 µg/j à 350 µg/j ou à une dose hebdomadaire de 1 à 2 ampoules de vitamine B12 de 1000 µg. L'alternative est de prescrire une supplémentation de 1000 µg par voie intramusculaire tous les 1 à 3 mois, ou de 3000 µg tous les 6 mois, en cas d'inobservance de la voie orale ou d'inefficacité. En cas de déficit, une dose de 1000 µg/j par voie orale pendant 2 semaines permet de corriger le déficit.

La déficience en vitamine B12 est extrêmement fréquente après court-circuit gastrique en Y, mais n'est pas rare après chirurgie restrictive.

Après court-circuit gastrique, la supplémentation systématique est justifiée sur les arguments suivants : [15,32,42–52] :

- la prévalence de déficience ou carence est très élevée après court-circuit gastrique, comme après les autres chirurgies malabsorptives ;
- la prévalence de perdus de vue est extrêmement élevée, le risque de non-dépistage de cette carence est donc très élevé. Attendre l'épuisement des réserves hépatiques pour supplémenter paraît déraisonnable dans ce contexte ;
- la carence en vitamine B12 à long terme peut être grave, notamment au niveau neuro-psychiatrique (neuropathie, accélération du déclin cognitif...) ;
- l'absence de toxicité connue de cette vitamine, même à très fortes doses ;
- l'efficacité de la supplémentation de la vitamine B12 par voie orale et son faible coût sont démontrés

Après gastrectomie longitudinale en manchon, les principales recommandations préconisent une supplémentation systématique ajustée aux taux sériques de vitamine B12 (recommandations américaines [53,54]). L'alternative est de supplémenter en cas de déficit avéré, comme le préconisent certains experts français. Les données de la littérature sont insuffisantes pour statuer [16,22,25,44,45,56–64].

Après dérivation bilio-pancréatique, une seule étude a évalué la prévalence de carence à long terme (plus de 10 ans) après cette intervention [65]. 23,9 % des patients avaient une supplémentation intramusculaire de vitamine B12 et parmi les patients sans supplémentation récente 2,7 % avaient un déficit.

La supplémentation orale est efficace quand la vitamine B12 est apportée sous forme cristalline et à forte dose [66], à condition de donner 1000 à 2000 µg/j pendant les premières semaines, puis de façon hebdomadaire [67]. Des études de pharmacocinétiques montrent qu'environ 1 à 5 % d'une dose supérieure à 25 µg est absorbée de façon passive, soit 10 µg pour une dose de 1000 µg, (Référence nutritionnelle pour la population = 2,4 µg/j) [68]. Après court-circuit gastrique, les doses varient de 350 µg/j [69] à 1000 µg/sem. Cette dose doit parfois être doublée et le recours à la voie IM reste exceptionnel [47]. L'observance et la perte de vue à long terme demeure le principal écueil, qu'il faut prendre en compte dans la stratégie de supplémentation [70]. La voie parentérale peut être justifiée en cas d'inobservance de la voie orale ou d'inefficacité de cette voie (pullulation microbienne par exemple).

Futures recherches

- Facteurs et tests prédictifs de risque de carence
- Prévalence de déficit en vitamine B12 après sleeve gastrectomy, en l'absence de supplémentation
- Stratégie de supplémentation après sleeve gastrectomy qui permette d'éviter le risque carenciel, à moindre coût.

Vitamine D et calcium

- après court-circuit gastrique en Y et gastrectomie longitudinale en manchon, une supplémentation systématique en vitamine D est recommandée ;
- après court-circuit gastrique en Y et gastrectomie longitudinale en manchon, une supplémentation systématique en vitamine D est recommandée par voie orale soit de façon quotidienne (au moins 800 UI de vitamine D/j), soit à la dose de 100 000 UI tous les mois ou plus espacée

en fonction du dosage de la 25OH vitamine D (objectif > 30 ng/ml) ;

- après court-circuit gastrique en Y et gastrectomie longitudinale en manchon, une supplémentation en calcium doit être associée à la vitamine D, lorsque les apports oraux sont insuffisants et/ou s'il existe une augmentation de la parathormone ou une diminution de la calciurie. Débuter par une dose quotidienne de 1000 mg de calcium en 2 prises en fonction des apports alimentaires ;
- après chirurgie malabsorptive (dérivation bilio-pancréatique avec ou sans switch duodénal), il faut réaliser une supplémentation systématique en vitamine D sur le long terme ;
- après chirurgie malabsorptive (dérivation bilio-pancréatique avec ou sans switch duodénal), la supplémentation en vitamine D se fait per os, à la dose de 50 000 UI, 1 à 2 fois par semaine ou par voie intramusculaire (200 000 UI/mois) et associée à 1–1,5 g de calcium par jour ;
- après court-circuit gastrique en Y, gastrectomie longitudinale en manchon, ou chirurgie malabsorptive (dérivation bilio-pancréatique avec ou sans switch duodénal), la forme citrate de calcium doit être préférée aux autres formes de calcium

Le déficit en vit D préexiste à l'intervention dans 90 % des cas [71], il s'aggrave le plus souvent en post chirurgie. L'ostéoporose accélérée est donc l'une des complications à craindre à long terme entraînant un risque fracturaire [72]. Compte tenu du risque majeur de perte de vue, une supplémentation systématique est recommandée après court-circuit gastrique en Y [72–84], gastrectomie longitudinale en manchon [15,21,56,57,85–88] et dérivation bilio-pancréatique [65,72].

Il paraît raisonnable de ne supplémenter en calcium que les patients ayant un déficit d'apport et ayant une augmentation de la parathormone ou une calciurie basse après court-circuit gastrique en Y, gastrectomie longitudinale en manchon [56], d'un nombre important de patients perdus de vue (de 66 à 90 %) [22,56,59,61,62]. Après dérivation bilio-pancréatique, le risque d'ostéoporose accélérée et le risque fracturaire sont majeurs [65,72,89,90].

De nombreuses études [64,76,91] ont montré que la forme citrate de calcium était la mieux absorbée en l'absence d'acidité gastrique.

Futures recherches

Stratégie de prévention du risque fracturaire.

La carence en fer

- le risque de déficit en fer est très élevé après chirurgie bariatrique, quelle que soit l'intervention, notamment chez la femme réglée, malgré la prise de compléments apportant des multivitamines et oligoéléments. Cela justifie un dépistage systématique, 3 fois la première année, puis 1 à 2 fois par an par un dosage de la ferritine, en première intention et si nécessaire, par le coefficient de saturation de la sidérophiline ;
- en cas de déficit en fer, la supplémentation en fer est prescrite en première intention par voie orale à la dose de 60 à 200 mg de fer, à distance de la prise d'aliments inhibant son absorption (thé, végétaux, notamment riches en fibres) ;
- le recours à une supplémentation intraveineuse en fer est réservé en cas d'échec et/ou d'intolérance à la

supplémentation orale ou en cas d'anémie ferriprive avérée avec taux d'hémoglobine < 10 g/dL. La dose maximum par perfusion est de 1 g.

La malabsorption du fer chez le sujet obèse a été confirmée dans différentes études, [92–95]. L'augmentation de l'absorption du fer par la vitamine C reste effective mais de façon déséquilibrée suivant la corpulence (28 % chez le sujet obèse vs 56 % chez le sujet de poids standard) [94,95].

Une carence en fer après chirurgie bariatrique est liée à une carence d'apports et à un degré de malabsorption variable selon la chirurgie. La prévalence élevée de cette carence est néanmoins très variable selon les études (environ un tiers des patients après gastroplastie [96] et plus de 50 % après court-circuit gastrique en Y [42,46,97]. C'est en effet la principale cause d'anémie après cette chirurgie [43]. L'analyse de la littérature est fortement biaisée par l'absence de prise en compte des modalités de supplémentation en multivitamines, de leur composition et de l'observance.

Dans le peu d'études disponibles après gastrectomie longitudinale en manchon, avec les supplémentations par multivitamines contenant des doses importantes de fer (de 40 à 70 mg), les prévalences sont extrêmement variables (de 4,9 % [98] à 43 % [15,16,55,56,60,63], Aucune étude à long terme comportant un nombre suffisant de patients n'est actuellement disponible.

Après dérivation bilio-pancréatique avec ou sans duodénal switch, à 5 ans, dans une série de patients ayant une anse commune de 100 cm, 40 % des patients ont eu besoin d'une perfusion de fer et 17,6 % d'une transfusion sanguine [99]. À 10 ans [65] dans une série de 153 patients avec une anse commune de 75 à 100 cm, la carence en fer était présente chez 56,5 % des patients prenant une supplémentation et chez 58,8 % des patients non supplémentés. 37,2 % ont nécessité une perfusion de fer et une anémie était retrouvée chez 30,3 % des femmes.

La supplémentation orale

Les suppléments multivitaminiques ne permettent pas d'éviter la carence en fer. Les doses de fer contenues dans ces suppléments vitaminiques contenant des minéraux sont habituellement insuffisantes pour prévenir les carences chez les femmes opérées d'un court-circuit gastrique en Y et en âge de procréer [43]. Elles contiennent généralement moins de 14 mg dans les formes les plus habituelles en France. La supplémentation systématique est discutée chez les femmes en âge de procréer ayant subi un court-circuit gastrique en Y car la diminution du stock de fer est dans ce cas bien documentée mais elle comporte des inconvénients. La dose de fer n'est pas établie ; il faudrait 200 mg de fer élément par jour pour éviter la carence en fer après court-circuit gastrique en Y [100]. Cette dose permet de maintenir les stocks de fer (correction de la ferritinémie) mais ne permet pas de prévenir totalement l'anémie qui peut être multifactorielle [43,101]. Une supplémentation prolongée en fer oral en l'absence de carence n'est sans doute pas dénuée de risque [102]

- la prise prolongée de fer oral peut entraîner une malabsorption en d'autres micronutriments, notamment du zinc mais également du manganèse, du chrome et du sélénium [103] ;
- la tolérance digestive n'est pas très bonne : inconfort digestif, constipation, nausée, diarrhée, ... ce qui altère l'observance [104] ;

- une potentielle toxicité au niveau colique [105].

Une supplémentation spécifique sous forme médicamenteuse est nécessaire dès qu'il existe une carence.

Après correction du déficit en fer (contrôlé par un dosage de la ferritine), les modalités de supplémentation pour prévenir la récurrence de la carence en fer sont discutées. Aucune donnée ne permet de définir la meilleure stratégie à adopter : poursuivre la supplémentation au long cours à plus faible dose ou supplémentation séquentielle en cas de déficit avéré. Pour les mêmes raisons que celles citées précédemment (interactions entre micronutriments, implication du fer dans la cancérogenèse colique, inconfort digestif), une supplémentation séquentielle en cas de déficit avéré pourrait être préférable à une supplémentation continue à plus faible dose, mais cette stratégie doit être mise en balance avec le risque de perdre de vue, de l'absence de bilan biologique régulier ou d'une cause de carence persistante (régime végétarien, règles abondantes...) Le changement de contraception, la diversification de l'alimentation, la ménopause peuvent permettre d'éviter la récurrence du déficit...

La supplémentation par voie IV

L'apport de fer par voie intraveineuse peut être nécessaire en raison de la mauvaise absorption du fer oral et/ou une intolérance au fer oral et/ou quand la carence est sévère. En l'absence d'étude spécifique après chirurgie bariatrique, la supplémentation intraveineuse est justifiée lorsque l'hémoglobine est inférieure à 10 g/dL, avec une ferritine < 30 µg/L [106,107].

Futures recherches

Place du fer injectable dans la stratégie de traitement et de prévention.

La carence en zinc :

- en cas de déficit en zinc, la supplémentation doit être associée à du cuivre (1 mg de cuivre pour 10 mg de zinc) et ne pas dépasser 30 mg/j sauf malabsorption majeure et réévaluée régulièrement en raison des risques d'interactions avec d'autres micronutriments (folate, calcium, fer...);
- la prise orale de zinc doit se faire à distance de la prise de compléments apportant multivitamines et éléments-traces.

La carence en zinc est fréquente après chirurgie bariatrique mais elle est très rarement symptomatique [108,109]. Néanmoins, des cas d'acrodermatite ont été décrits [110,111]. Une méta-analyse portant sur 23 études, montre que les taux plasmatiques de zinc diminuent significativement en post opératoire, indépendamment du type de chirurgie et que cette diminution persiste au-delà de 12 mois post opératoire malgré la prise de multivitamines contenant du zinc [4,112].

La supplémentation doit tenir compte des compétitions d'absorption entre le zinc, le fer et le cuivre. [113]. La supplémentation prolongée en fer par voie orale altère donc l'absorption du zinc et du cuivre de façon dose dépendante [114]. Enfin une supplémentation excessive en zinc peut conduire à la séquestration du cuivre dans les entérocytes secondairement à une régulation positive par le zinc des métallothionéines qui lient le cuivre et

empêchent son passage dans la circulation [115]. Cela justifie d'associer une supplémentation par 1 mg de cuivre pour chaque supplémentation de 8 à 15 mg de zinc [116,117].

Compte tenu de ces compétitions d'absorption, la prise de zinc doit être espacée de celle du fer et du cuivre. [118,119]. La forme gluconate de zinc est doit être privilégié car mieux absorbée.

En cas de gastrectomie en manchon et de bypass gastrique en Y la dose de zinc recommandée pour corriger un déficit est de 15 à 30 mg/j. En cas de malabsorption une dose quotidienne de 60 mg/j peut être recommandée. Dans tous les cas la supplémentation est à adapter régulièrement aux taux circulants. La recommandation d'une supplémentation séquentielle est prudente mais expose à la récurrence du déficit surtout si on recommande le maintien de la supplémentation en fer.

Futures recherches

- Marqueurs de déficit en Zinc
- Supplémentation au long cours (facteurs prédictifs de carences et doses nécessaires pour prévenir le déficit)

Carence en folates

- la supplémentation préventive en acide folique (400 à 800 µg/j) doit être systématique chez toute femme arrêtant sa contraception ou ayant un désir de grossesse ;
- la supplémentation préventive en acide folique se fait au mieux 3 mois avant la conception et au moins 4 semaines avant la conception. Elle doit être poursuivie jusqu'à la 12^e semaine d'aménorrhée.

Commentaires : Voir recommandations chirurgie bariatrique et grossesse [120].

Les vitamines A, E et K

- après chirurgie entraînant une malabsorption avec stéatorrhée (essentiellement dérivation bilio-pancréatique avec ou sans switch duodénal, bypass en oméga et Single Anastomosis Duodeno Ileal bypass avec gastrectomie longitudinale en manchon), il est recommandé de dépister systématiquement les carences en vitamine A, E et K et de supplémenter en cas de déficit ;
- en cas de déficit en vitamine A, la supplémentation est de l'ordre de 50 000 UI par semaine (1 capsule de 50 000 UI par semaine ou 1 ampoule de 200 000 UI par mois) mais elle peut être plus importante, notamment en cas de carence symptomatique et selon le degré de malabsorption et le contrôle biologique. Un excès d'apport doit être évité en raison des risques de toxicité. Il faut s'assurer de l'absence de grossesse qui nécessiterait de gérer la supplémentation avec prudence ;
- en cas de déficit en vitamine K, la supplémentation comporte 2 mg à 10 mg/semaine par voie orale, à réévaluer selon le dosage biologique ;
- en cas de déficit en vitamine E, la supplémentation est habituellement de 400 à 500 UI/j par jour (comportant l'ensemble des isomères), et exceptionnellement jusqu'à 1200 UI par jour, à réévaluer selon le dosage biologique.

Après interventions malabsorptives et interventions avec anse afférente longue, les risques carenciels en vitamines liposolubles sont majorés du fait de la malabsorption.

Le déficit en vitamine A est rare après court-circuit gastrique en Y ou gastrectomie longitudinale en manchon mais importante après chirurgie malabsorptive (> 25 %), [65,99,121,122]. Le déficit en vitamine K est retrouvé dans 50 % à 70 % des cas à 2 et 4 ans après l'intervention [99,116]. La carence en vitamine E est plus rare après chirurgie malabsorptive (5 %).

En aigu, la supplémentation en vitamine A est limitée à 100 000 UI (30 000 µg) et en chronique 25 000 UI (7500 µg) j. Les risques de toxicité sont accrus lorsque la concentration de la RBP est diminuée, notamment en cas de dénutrition [123]. Après chirurgie malabsorptive, aucune étude prospective n'est disponible pour évaluer l'efficacité et les doses nécessaires pour prévenir le déficit en cette vitamine, isolément ou en association. Les doses varient de 4000 UI de palmitate de rétinol à 10 000 UI/j mais des doses empiriques de 25 000 UI/j sont rapportées après chirurgie malabsorptive [116]. En cas de carence avérée symptomatique, des doses plus importantes jusqu'à 65 000 unités/jour pendant 2–3 mois sont parfois nécessaires pour corriger la carence. La dose sera adaptée au contrôle biologique.

Concernant la supplémentation en vitamine E, si on considère les pratiques de supplémentation pour l'insuffisance pancréatique liée à la mucoviscidose, la méta-analyse effectuée par la Cochrane [124] dans cette pathologie montre que les doses nécessaires ne dépassent pas 1200 U, sachant que les RNP sont de 15 mg/j (22,5 U), chez l'adulte. Une dose de 400 à 500 UI par jour paraît donc suffisante après chirurgie malabsorptive. Une dose supérieure n'est pas conseillée [125]. Un excès en vitamine E peut entraîner une asthénie et d'exceptionnels cas d'hémorragies cérébrales.

Par analogie aux besoins en vitamine K chez les patients ayant une insuffisance intestinale, une supplémentation de 10 mg/semaine paraît suffisante.

Quelle prise en charge du dumping syndrome et des hypoglycémies réactionnelles?

- le dumping syndrome (aussi appelé dumping syndrome précoce) survient 10 à 30 min après la prise alimentaire, et se manifeste comme un malaise avec signes vasomoteurs (flush, hypotension, tachycardie...) et intestinaux (diarrhées, nausées...). Il nécessite l'éviction des aliments déclencheurs, qui sont généralement des aliments riches en sucres simples (produits sucrés) ou gras ou hyperosmolaires, et une reprise des conseils alimentaires (boire à distance de la prise alimentaire, fractionner les repas, bien mastiquer et manger dans le calme, améliorer la qualité nutritionnelle...);
- l'hypoglycémie réactionnelle (aussi appelée dumping syndrome tardif), provoque des symptômes adrénergiques (sueurs, palpitations, tremblements...) voire neuroglycopéniques (confusion, diplopie...) et est contemporaine d'une glycémie < 0,5 g/L. Elle survient généralement entre 1 et 3 heures après la prise d'un aliment glucidique, et nécessite une prise en charge diététique, visant notamment à diminuer l'index glycémique (IG) des aliments ingérés (éviter les aliments ayant un IG > 70) et au fractionnement des repas;
- en cas d'hypoglycémies réactionnelles répétées ne répondant pas ou insuffisamment à la prise en charge diététique, un traitement par inhibiteur de l'alpha-glucosidase (acarbose) peut être efficace;

- en cas d'épisodes d'hypoglycémie ou de malaises résistants aux conseils diététiques, la recherche d'une autre cause est souhaitable pour éliminer une hypoglycémie organique ou d'autres étiologies de malaises

La prise en charge repose sur :

- des mesures diététiques qui sont souvent suffisantes pour éviter ces hypoglycémies. L'objectif est de diminuer l'index glycémique des aliments (et non du repas) plus que la quantité de glucides, d'éviter notamment les boissons sucrées et les aliments sucrés pris à distance des repas [126]. En effet, après gastrectomie totale ou partielle, c'est l'index glycémique de l'aliment qui est déterminant, et non celui du repas car il n'y a plus d'effet possible sur la vidange gastrique. L'adjonction d'aliments qui ralentissent la vidange gastrique est donc sans effet;
- l'acarbose : malgré l'absence d'AMM, l'acarbose est le traitement utilisé mais ne peut remplacer les mesures diététiques. Ce médicament ralentit la digestion de l'amidon et diminue l'effet hyperglycémiant du repas. Il a été testé dans quelques études avec succès mais l'observance est mauvaise du fait d'effets secondaires gênants (flatulences) [127,128]. Certains auteurs associent du Vérapamil à l'acarbose [129];
- le diazoxide a également été testé avec succès chez quelques patients [130] mais reste exceptionnellement prescrit et expose au risque de diabète;
- la réversion du court-circuit est la solution ultime lorsque les traitements médicaux ne suffisent pas, ce qui est extrêmement rare.

Les patients ayant des hypoglycémies sévères doivent être adressés à un centre spécialisé.

Futures recherches

Impact d'une stratégie de prévention précoce et systématique.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Supplément en ligne : matériel complémentaire

Le matériel complémentaire accompagnant la version en ligne de cet article est disponible sur <http://www.sciencedirect.com> et <https://doi.org/10.1016/j.jchirv.2020.10.002>.

Références

- [1] HAS. Bases méthodologiques pour l'élaboration de recommandations professionnelles par consensus formalisé; 2016, https://has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-11/guide_methodologique_cf_40_pages_2011-11-03_15-40-2.278.pdf (accessed March 23, 2020).
- [2] Obésité: prise en charge chirurgicale chez l'adulte. Haute Autorité de Santé n.d. <https://www.has-sante.fr/jcms/c.765529/fr/obesite-prise-en-charge-chirurgicale-chez-l-adulte>. (accessed March 23, 2020).

- [3] Roussel A-M. Déficits en micronutriments dans le surpoids et l'obésité: conséquences métaboliques et cliniques. /data/revues/09850562/v31i4/S0985056217301930/2017.
- [4] Gletsu-Miller N, Wright BN. Mineral malnutrition following bariatric surgery. *Adv Nutr* 2013;4:506–17, <http://dx.doi.org/10.3945/an.113.004341>.
- [5] Ledoux S, Calabrese D, Bogard C, et al. Long-term evolution of nutritional deficiencies after gastric bypass: an assessment according to compliance to medical care. *Ann Surg* 2014;259:1104–10, <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.000000000000249>.
- [6] Kulick D, Hark L, Deen D. The bariatric surgery patient: a growing role for registered dietitians. *J Am Diet Assoc* 2010;110:593–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jada.2009.12.021>.
- [7] Sarwer DB, Moore RH, Spitzer JC, Wadden TA, Raper SE, Williams NN. A pilot study investigating the efficacy of postoperative dietary counseling to improve outcomes after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2012;8:561–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2012.02.010>.
- [8] Jensen Michael D, Ryan Donna H, Apovian Caroline M, et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults. *Circulation* 2014;129:S102–38, <http://dx.doi.org/10.1161/01.cir.0000437739.71477.ee>.
- [9] WHO | Physical Activity and Adults. WHO n.d. https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_adults/en/.(accessed March 23, 2020).
- [10] Programmes de récupération améliorée après chirurgie (RAAC). Haute Autorité de Santé n.d. <https://www.has-sante.fr/jcms/c.1763416/fr/programmes-de-recuperation-ameliorée-apres-chirurgie-raac>.(accessed March 23, 2020).
- [11] Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition n.d.:118.
- [12] Venclauskas L, Maleckas A, Arcelus JI, ESA VTE Guidelines Task Force. European guidelines on perioperative venous thromboembolism prophylaxis: Surgery in the obese patient. *Eur J Anaesthesiol* 2018;35:147–53, <http://dx.doi.org/10.1097/EJA.0000000000000703>.
- [13] Kanerva N, Larsson I, Peltonen M, Lindroos A-K, Carlsson LM. Changes in total energy intake and macronutrient composition after bariatric surgery predict long-term weight outcome: findings from the Swedish Obese Subjects (SOS) study. *Am J Clin Nutr* 2017;106:136–45, <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.116.149112>.
- [14] Chou J-J, Lee W-J, Almalki O, Chen J-C, Tsai P-L, Yang S-H. Dietary intake and weight changes 5 years after laparoscopic sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2017;27:3240–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-017-2765-8>.
- [15] Gehrler S, Kern B, Peters T, Christoffel-Courtin C, Peterli R. Fewer nutrient deficiencies after laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) than after laparoscopic Roux-Y-gastric bypass (LRYGB)-a prospective study. *Obes Surg* 2010;20:447–53, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-009-0068-4>.
- [16] Kehagias I, Karamanakos SN, Argentou M, Kalfarentzos F. Randomized clinical trial of laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass versus laparoscopic sleeve gastrectomy for the management of patients with BMI<50kg/m2. *Obes Surg* 2011;21:1650–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-011-0479-x>.
- [17] Ferraz ÁAB, Carvalho MRC, Siqueira LT, Santa-Cruz F, Campos JM. Micronutrient deficiencies following bariatric surgery: a comparative analysis between sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass. *Rev Col Bras Cir* 2018;45:e2016, <http://dx.doi.org/10.1590/0100-6991e-20182016>.
- [18] Guan B, Yang J, Chen Y, Yang W, Wang C. Nutritional deficiencies in chinese patients undergoing gastric bypass and sleeve gastrectomy: prevalence and predictors. *Obes Surg* 2018;28:2727–36, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-018-3225-9>.
- [19] Moizé V, Andreu A, Flores L, et al. Long-term dietary intake and nutritional deficiencies following sleeve gastrectomy or Roux-En-Y gastric bypass in a mediterranean population. *J Acad Nutr Diet* 2013;113:400–10, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jand.2012.11.013>.
- [20] Alexandrou A, Armeni E, Kouskouni E, Tsoka E, Diamantis T, Lambrioudaki I. Cross-sectional long-term micronutrient deficiencies after sleeve gastrectomy versus Roux-en-Y gastric bypass: a pilot study. *Surg Obes Relat Dis* 2014;10:262–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2013.07.014>.
- [21] Coupaye M, Rivière P, Breuil MC, et al. Comparison of nutritional status during the first year after sleeve gastrectomy and Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg* 2014;24:276–83, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-013-1089-6>.
- [22] Damms-Machado A, Friedrich A, Kramer KM, et al. Pre- and postoperative nutritional deficiencies in obese patients undergoing laparoscopic sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2012;22:881–9, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-012-0609-0>.
- [23] Schiavo L, Pilone V, Rossetti G, et al. Correcting micronutrient deficiencies before sleeve gastrectomy may be useful in preventing early postoperative micronutrient deficiencies. *Int J Vitam Nutr Res* 2019;89:22–8, <http://dx.doi.org/10.1024/0300-9831/a000532>.
- [24] Kikkas EM, Sillakivi T, Suumann J, Kirsimägi Ü, Tik T, Värk PR. Five-year outcome of laparoscopic sleeve gastrectomy, resolution of comorbidities, and risk for cumulative nutritional deficiencies. *Scand J Surg* 2019;108:10–6, <http://dx.doi.org/10.1177/1457496918783723>.
- [25] Coupaye M, Sami O, Calabrese D, Flamant M, Ledoux S. Prevalence and determinants of nutritional deficiencies at mid-term after sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2020, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-020-04425-3>.
- [26] Aasheim ET. Wernicke encephalopathy after bariatric surgery: a systematic review. *Ann Surg* 2008;248:714–20, <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181884308>.
- [27] Tang L, Alsulaim HA, Canner JK, Prokopowicz GP, Steele KE. Prevalence and predictors of postoperative thiamine deficiency after vertical sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis* 2018;14:943–50, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2018.03.024>.
- [28] Loh Y, Watson WD, Verma A, Chang ST, Stocker DJ, Labutta RJ. Acute Wernicke's encephalopathy following bariatric surgery: clinical course and MRI correlation. *Obes Surg* 2004;14:129–32, <http://dx.doi.org/10.1381/096089204772787437>.
- [29] Bozbora A, Coskun H, Ozarmagan S, Erbil Y, Ozbey N, Orham Y. A rare complication of adjustable gastric banding: Wernicke's encephalopathy. *Obes Surg* 2000;10:274–5, <http://dx.doi.org/10.1381/096089200321643610>.
- [30] Makarewicz W, Kaska L, Kobiela J, et al. Wernicke's syndrome after sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2007;17:704–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-007-9114-2>.
- [31] Primavera null, Brusa null, Novello null, et al. Wernicke-Korsakoff encephalopathy following biliopancreatic diversion. *Obes Surg* 1993;3:175–7, <http://dx.doi.org/10.1381/096089293765559548>.
- [32] Aaseth E, Fagerland MW, Aas A-M, et al. Vitamin concentrations 5 years after gastric bypass. *Eur J Clin Nutr* 2015;69:1249–55, <http://dx.doi.org/10.1038/ejcn.2015.82>.
- [33] van Rutte PWJ, Aarts EO, Smulders JF, Nienhuijs SW. Nutrient deficiencies before and after sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2014;24:1639–46, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-014-1225-y>.
- [34] Oudman E, Wijnia JW, van Dam M, Biter LU, Postma A. Preventing wernicke encephalopathy after bariatric surgery. *Obes Surg* 2018;28:2060–8, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-018-3262-4>.
- [35] Latham M. La carence en thiamine et le bériberi n.d. <http://www.fao.org/3/W0073F/w0073f00.htm>.(accessed March 20, 2020).
- [36] Sechi G, Serra A. Wernicke's encephalopathy: new clinical settings and recent advances in diagnosis and

- management. *Lancet Neurol* 2007;6:442–55, [http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422\(07\)70104-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1474-4422(07)70104-7).
- [37] Parker AJR, Marshall EJ, Ball DM. Diagnosis and management of alcohol use disorders. *BMJ* 2008;336:496–501, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.39483.457708.80>.
- [38] Boulanger AS, Paquette I, Létourneau G, Richard-Devantoy S. [Wernicke encephalopathy: guiding thiamine prescription]. *Encephale* 2017;43:259–67.
- [39] Nishimoto A, Uesery J, Winton JC, Twilla J. High-dose parenteral thiamine in treatment of wernicke's encephalopathy: case series and review of the literature. *In Vivo* 2017;31:121–4, <http://dx.doi.org/10.21873/invivo.11034>.
- [40] Sriram K, Manzanares W, Joseph K. Thiamine in nutrition therapy. *Nutr Clin Pract* 2012;27:41–50, <http://dx.doi.org/10.1177/0884533611426149>.
- [41] Traviesa DC. Magnesium deficiency: a possible cause of thiamine refractoriness in Wernicke-Korsakoff encephalopathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1974;37:959–62, <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.37.8.959>.
- [42] Skroubis G, Sakellaropoulos G, Pougouras K, Mead N, Nikiforidis G, Kalfarentzos F. Comparison of nutritional deficiencies after Roux-en-Y gastric bypass and after biliopancreatic diversion with Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg* 2002;12:551–8, <http://dx.doi.org/10.1381/096089202762252334>.
- [43] Weng T-C, Chang C-H, Dong Y-H, Chang Y-C, Chuang L-M. Anaemia and related nutrient deficiencies after Roux-en-Y gastric bypass surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2015;5:e006964, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006964>.
- [44] Kwon Y, Kim HJ, Lo Menzo E, Park S, Szomstein S, Rosenthal RJ. Anemia, iron and vitamin B12 deficiencies after sleeve gastrectomy compared to Roux-en-Y gastric bypass: a meta-analysis. *Surg Obes Relat Dis* 2014;10:589–97, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2013.12.005>.
- [45] Kornerup LS, Hvas CL, Abild CB, Richelsen B, Nexø E. Early changes in vitamin B12 uptake and biomarker status following Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy. *Clin Nutr* 2019;38:906–11, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2018.02.007>.
- [46] Gasteyer C, Suter M, Gaillard RC, Giusti V. Nutritional deficiencies after Roux-en-Y gastric bypass for morbid obesity often cannot be prevented by standard multivitamin supplementation. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1128–33, <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/87.5.1128>.
- [47] Dalcanale L, Oliveira CPMS, Faintuch J, et al. Long-term nutritional outcome after gastric bypass. *Obes Surg* 2010;20:181–7, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-009-9916-5>.
- [48] Halverson JD. Metabolic risk of obesity surgery and long-term follow-up. *Am J Clin Nutr* 1992;55:602S–5S, <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/55.2.602s>.
- [49] MacLean LD, Rhode BM, Shizgal HM. Nutrition following gastric operations for morbid obesity. *Ann Surg* 1983;198:347–55, <http://dx.doi.org/10.1097/0000658-198309000-00011>.
- [50] Thompson WR, Amaral JF, Caldwell MD, Martin HF, Randall HT. Complications and weight loss in 150 consecutive gastric exclusion patients. Critical review. *Am J Surg* 1983;146:602–12, [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610\(83\)90296-9](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610(83)90296-9).
- [51] Amaral JF, Thompson WR, Caldwell MD, Martin HF, Randall HT. Prospective metabolic evaluation of 150 consecutive patients who underwent gastric exclusion. *Am J Surg* 1984;147:468–76, [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610\(84\)90007-2](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9610(84)90007-2).
- [52] Amaral JF, Thompson WR, Caldwell MD, Martin HF, Randall HT. Prospective hematologic evaluation of gastric exclusion surgery for morbid obesity. *Ann Surg* 1985;201:186–93, <http://dx.doi.org/10.1097/0000658-198502000-00009>.
- [53] Mechanick JL, Kushner RF, Sugerman HJ, et al. The Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery Medical guidelines for clinical practice for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient. *Endocr Pract* 2008;14(Suppl 1):1–83, <http://dx.doi.org/10.4158/EP.14.S1.1>.
- [54] Busetto L, Dicker D, Azran C, et al. Obesity management task force of the European Association for the Study of Obesity released "practical recommendations for the post-bariatric surgery medical management." *Obes Surg* 2018;28:2117–21, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-018-3283-z>.
- [55] Eltweri AM, Bowrey DJ, Sutton CD, Graham L, Williams RN. An audit to determine if vitamin B12 supplementation is necessary after sleeve gastrectomy. *Springerplus* 2013;2:218, <http://dx.doi.org/10.1186/2193-1801-2-218>.
- [56] Saif T, Strain GW, Dakin G, Gagner M, Costa R, Pomp A. Evaluation of nutrient status after laparoscopic sleeve gastrectomy 1, 3, and 5 years after surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2012;8:542–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2012.01.013>.
- [57] Ben-Porat T, Elazary R, Goldenshluger A, Sherf Dagan S, Mintz Y, Weiss R. Nutritional deficiencies four years after laparoscopic sleeve gastrectomy—are supplements required for a lifetime? *Surg Obes Relat Dis* 2017;13:1138–44, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2017.02.021>.
- [58] Zarshenas N, Nacher M, Loi KW, Jorgensen JO. Investigating nutritional deficiencies in a group of patients 3 years post laparoscopic sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2016;26:2936–43, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-016-2211-3>.
- [59] Al-Mutawa A, Al-Sabah S, Anderson AK, Al-Mutawa M. Evaluation of nutritional status post laparoscopic sleeve gastrectomy-5-year outcomes. *Obes Surg* 2018;28:1473–83, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-017-3041-7>.
- [60] Aarts EO, Janssen IMC, Berends FJ. The gastric sleeve: losing weight as fast as micronutrients? *Obes Surg* 2011;21:207–11, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-010-0316-7>.
- [61] Caron M, Hould FS, Lescelleur O, et al. Long-term nutritional impact of sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis* 2017;13:1664–73, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2017.07.019>.
- [62] Gagner M, Deitel M, Erickson AL, Crosby RD. Survey on laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) at the Fourth International Consensus Summit on Sleeve Gastrectomy. *Obes Surg* 2013;23:2013–7, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-013-1040-x>.
- [63] Gillon S, Jeanes YM, Andersen JR, Våge V. Micronutrient status in morbidly obese patients prior to laparoscopic sleeve gastrectomy and micronutrient changes 5 years post-surgery. *Obes Surg* 2017;27:606–12, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-016-2313-y>.
- [64] Smelt HJM, van Loon S, Pouwels S, Boer A-K, Smulders JF, Aarts EO. Do specialized bariatric multivitamins lower deficiencies after sleeve gastrectomy? *Obes Surg* 2020;30:427–38, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-019-04191-x>.
- [65] Bolckmans R, Himpens J. Long-term (>10 Yrs) outcome of the laparoscopic biliopancreatic diversion with duodenal switch. *Ann Surg* 2016;264:1029–37, <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000001622>.
- [66] Rhode BM, Arseneau P, Cooper BA, Katz M, Gilfix BM, MacLean LD. Vitamin B-12 deficiency after gastric surgery for obesity. *Am J Clin Nutr* 1996;63:103–9, <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/63.1.103>.
- [67] Butler CC, Vidal-Alaball J, Cannings-John R, et al. Oral vitamin B12 versus intramuscular vitamin B12 for vitamin B12 deficiency: a systematic review of randomized controlled trials. *Fam Pract* 2006;23:279–85, <http://dx.doi.org/10.1093/fampra/cml008>.
- [68] Allen LH. How common is vitamin B-12 deficiency? *Am J Clin Nutr* 2009;89:693S–6S, <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.2008.26947A>.
- [69] Rhode null, Tamin null, Gilfix null, Sampalis null, Nohr null, MacLean null. Treatment of Vitamin B12 deficiency after gastric surgery for severe, obesity. *Obes Surg* 1995;5:154–8, <http://dx.doi.org/10.1381/096089295765557953>.

- [70] Karefylakis C, Näslund I, Edholm D, Sundbom M, Karlsson FA, Rask E. Prevalence of anemia and related deficiencies 10 years after gastric bypass—a retrospective study. *Obes Surg* 2015;25:1019–23, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-014-1500-y>.
- [71] Coupaye M, Breuil MC, Rivière P, et al. Serum vitamin D increases with weight loss in obese subjects 6 months after Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg* 2013;23:486–93, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-012-0813-y>.
- [72] Lu C-W, Chang Y-K, Chang H-H, et al. Fracture risk after bariatric surgery: a 12-year nationwide cohort study. *Medicine (Baltimore)* 2015;94, <http://dx.doi.org/10.1097/MD.0000000000002087>.
- [73] Ott null, Fanti null, Malluche null, et al. Biochemical evidence of metabolic bone disease in women following roux-y, gastric bypass for morbid, obesity. *Obes Surg* 1992;2:341–8, <http://dx.doi.org/10.1381/096089292765559936>.
- [74] Goode LR, Brolin RE, Chowdhury HA, Shapses SA. Bone and gastric bypass surgery: effects of dietary calcium and vitamin D. *Obes Res* 2004;12:40–7, <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2004.7>.
- [75] Valderas JP, Velasco S, Solari S, et al. Increase of bone resorption and the parathyroid hormone in postmenopausal women in the long-term after Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg* 2009;19:1132–8, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-009-9890-y>.
- [76] Riedt CS, Brolin RE, Sherrell RM, Field MP, Shapses SA. True fractional calcium absorption is decreased after Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Obesity (Silver Spring)* 2006;14:1940–8, <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2006.226>.
- [77] Bruno C, Fulford AD, Potts JR, et al. Serum markers of bone turnover are increased at six and 18 months after Roux-en-Y bariatric surgery: correlation with the reduction in leptin. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95:159–66, <http://dx.doi.org/10.1210/jc.2009-0265>.
- [78] Vilarrasa N, de Gordejuela AGR, Gómez-Vaquero C, et al. Effect of bariatric surgery on bone mineral density: comparison of gastric bypass and sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2013;23:2086–91, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-013-1016-x>.
- [79] Carrasco F, Basfi-Fer K, Rojas P, et al. Changes in bone mineral density after sleeve gastrectomy or gastric bypass: relationships with variations in vitamin D, ghrelin, and adiponectin levels. *Obes Surg* 2014;24:877–84, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-014-1179-0>.
- [80] Li Z, Zhou X, Fu W, Vitamin D. supplementation for the prevention of vitamin D deficiency after bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr* 2018;72:1061–70, <http://dx.doi.org/10.1038/s41430-017-0059-9>.
- [81] Dix CF, Bauer JD, Wright ORL. A systematic review: vitamin D status and sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2017;27:215–25, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-016-2436-1>.
- [82] Parrott J, Frank L, Rabena R, Craggs-Dino L, Isom KA, Greiman L. American society for metabolic and bariatric surgery integrated health nutritional guidelines for the surgical weight loss patient 2016 update: micronutrients. *Surg Obes Relat Dis* 2017;13:727–41, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2016.12.018>.
- [83] Busetto L, Dicker D, Azran C, et al. Practical recommendations of the obesity management task force of the European Association for the Study of Obesity for the post-bariatric surgery medical management. *Obes Facts* 2017;10:597–632, <http://dx.doi.org/10.1159/000481825>.
- [84] Mechanick JI, Apovian C, Brethauer S, et al. Clinical Practice Guidelines for the Perioperative Nutrition, Metabolic, and Nonsurgical Support of Patients Undergoing Bariatric Procedures - 2019 Update: Cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists/American College of Endocrinology, The Obesity Society, American Society for Metabolic and Bariatric Surgery, Obesity Medicine Association, and American Society of Anesthesiologists. *Obesity (Silver Spring)* 2020;28:01–58, <http://dx.doi.org/10.1002/oby.22719>.
- [85] Wei J-H, Lee W-J, Chong K, et al. High incidence of secondary hyperparathyroidism in bariatric patients: comparing different procedures. *Obes Surg* 2018;28:798–804, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-017-2932-y>.
- [86] Alexandrou A, Tsoka E, Armeni E, et al. Determinants of secondary hyperparathyroidism in bariatric patients after Roux-en-Y gastric bypass or sleeve gastrectomy: a pilot study. *Int J Endocrinol* 2015;2015:984935, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/984935>.
- [87] Gregory DM, Twells LK, Lester KK, et al. Preoperative and postoperative assessments of biochemical parameters in patients with severe obesity undergoing laparoscopic sleeve gastrectomy. *Obes Surg* 2018;28:2261–71, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-017-3007-9>.
- [88] Bredella MA, Greenblatt LB, Eajazi A, Torriani M, Yu EW. Effects of Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy on bone mineral density and marrow adipose tissue. *Bone* 2017;95:85–90, <http://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2016.11.014>.
- [89] Balsa JA, Botella-Carretero JI, Peromingo R, et al. Chronic increase of bone turnover markers after biliopancreatic diversion is related to secondary hyperparathyroidism and weight loss. Relation with bone mineral density. *Obes Surg* 2010;20:468–73, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-009-0028-z>.
- [90] 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;29:1327–42, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-018-03685-4>.
- [91] Smelt HJM, Pouwels S, Smulders JF. The clinical dilemma of calcium supplementation after bariatric surgery: calcium citrate or calcium carbonate that is the question? *Obes Surg* 2016;26:2781–2, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-016-2346-2>.
- [92] Wenzel BJ, Stults HB, Mayer J. Hypoferræmia in obese adolescents. *Lancet* 1962;2:327–8, [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(62\)90110-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(62)90110-1).
- [93] Seltzer CC, Mayer J. Serum iron and iron-binding capacity in adolescents. II. Comparison of obese and nonobese subjects. *Am J Clin Nutr* 1963;13:354–61, <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/13.6.354>.
- [94] Moreno-Navarrete JM, Moreno M, Puig J, et al. Hepatic iron content is independently associated with serum hepcidin levels in subjects with obesity. *Clin Nutr* 2017;36:1434–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2016.09.022>.
- [95] Cepeda-Lopez AC, Melse-Boonstra A, Zimmermann MB, Herter-Aeberli I. In overweight and obese women, dietary iron absorption is reduced and the enhancement of iron absorption by ascorbic acid is one-half that in normal-weight women. *Am J Clin Nutr* 2015;102:1389–97, <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.114.099218>.
- [96] Kalfarentzos F, Kechagias I, Soulikia K, Loukidi A, Mead N. Weight loss following vertical banded gastroplasty: intermediate results of a prospective study. *Obes Surg* 2001;11:265–70, <http://dx.doi.org/10.1381/096089201321336566>.
- [97] Avinoah E, Ovnat A, Charuzi I. Nutritional status seven years after Roux-en-Y gastric bypass surgery. *Surgery* 1992;111:137–42.
- [98] Hakeam HA, O'Regan PJ, Salem AM, Bamehriz FY, Eldali AM. Impact of laparoscopic sleeve gastrectomy on iron indices: 1 year follow-up. *Obes Surg* 2009;19:1491–6, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-009-9919-2>.
- [99] Risstad H, Søvik TT, Engström M, et al. Five-year outcomes after laparoscopic gastric bypass and laparoscopic duodenal switch in patients with body mass index of 50 to 60: a randomized clinical trial. *JAMA Surg* 2015;150:352–61, <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2014.3579>.

- [100] Brodin RE, Gorman JH, Gorman RC, et al. Prophylactic iron supplementation after Roux-en-Y gastric bypass: a prospective, double-blind, randomized study. *Arch Surg* 1998;133:740–4, <http://dx.doi.org/10.1001/archsurg.133.7.740>.
- [101] Ahmad Fuzi SF, Koller D, Bruggraber S, Pereira DI, Dainty JR, Mushtaq S. A 1-h time interval between a meal containing iron and consumption of tea attenuates the inhibitory effects on iron absorption: a controlled trial in a cohort of healthy UK women using a stable iron isotope. *Am J Clin Nutr* 2017;106:1413–21, <http://dx.doi.org/10.3945/ajcn.117.161364>.
- [102] Biesalski HK, Tinz J. Multivitamin/mineral supplements: rationale and safety. *Nutrition* 2017;36:60–6, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2016.06.003>.
- [103] Bjørklund G, Aaseth J, Skalný AV, et al. Interactions of iron with manganese, zinc, chromium, and selenium as related to prophylaxis and treatment of iron deficiency. *J Trace Elem Med Biol* 2017;41:41–53, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.02.005>.
- [104] Low MSY, Speedy J, Styles CE, De-Regil LM, Pasricha S-R. Daily iron supplementation for improving anaemia, iron status and health in menstruating women. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;4:CD009747, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009747.pub2>.
- [105] Knöbel Y, Weise A, Gleis M, Sendt W, Claussen U, Pool-Zobel BL. Ferric iron is genotoxic in non-transformed and preneoplastic human colon cells. *Food Chem Toxicol* 2007;45:804–11, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2006.10.028>.
- [106] Calleja JL, Delgado S, del Val A, et al. Ferric carboxymaltose reduces transfusions and hospital stay in patients with colon cancer and anemia. *Int J Colorectal Dis* 2016;31:543–51, <http://dx.doi.org/10.1007/s00384-015-2461-x>.
- [107] Calvet X, Ruiz MÁ, Dosal A, et al. Cost-minimization analysis favours intravenous ferric carboxymaltose over ferric sucrose for the ambulatory treatment of severe iron deficiency. *PLoS ONE* 2012;7:e45604, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0045604>.
- [108] Papamargaritis D, Aasheim ET, Sampson B, le Roux CW. Copper, selenium and zinc levels after bariatric surgery in patients recommended to take multivitamin-mineral supplementation. *J Trace Elem Med Biol* 2015;31:167–72, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.09.005>.
- [109] Mahawar KK, Bhasker AG, Bindal V, et al. Zinc deficiency after gastric bypass for morbid obesity: a systematic review. *Obes Surg* 2017;27:522–9, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-016-2474-8>.
- [110] Rana J, Plovianich M, Wallace EB, et al. Acquired acrodermatitis enteropathica after gastric bypass surgery responsive to IV supplementation. *Dermatol Online J* 2016;22.
- [111] de Luis DA, Pacheco D, Izaola O, Terroba MC, Cuellar L, Martin T. Clinical results and nutritional consequences of biliopancreatic diversion: three years of follow-up. *Ann Nutr Metab* 2008;53:234–9, <http://dx.doi.org/10.1159/000185641>.
- [112] Freeland-Graves JH, Lee JJ, Mousa TY, Elizondo JJ. Patients at risk for trace element deficiencies: bariatric surgery. *J Trace Elem Med Biol* 2014;28:495–503, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2014.06.015>.
- [113] Arredondo M, Martínez R, Núñez MT, Ruz M, Olivares M. Inhibition of iron and copper uptake by iron, copper and zinc. *Biol Res* 2006;39:95–102, <http://dx.doi.org/10.4067/s0716-97602006000100011>.
- [114] Troost FJ, Brummer R-JM, Dainty JR, Hoogewerff JA, Bull VJ, Saris WHM. Iron supplements inhibit zinc but not copper absorption in vivo in ileostomy subjects. *Am J Clin Nutr* 2003;78:1018–23, <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/78.5.1018>.
- [115] Hoffman HN, Phyllyk RL, Fleming CR. Zinc-induced copper deficiency. *Gastroenterology* 1988;94:508–12, [http://dx.doi.org/10.1016/0016-5085\(88\)90445-3](http://dx.doi.org/10.1016/0016-5085(88)90445-3).
- [116] Mechanick JI, Youdim A, Jones DB, et al. Clinical practice guidelines for the perioperative nutritional, metabolic, and non-surgical support of the bariatric surgery patient-2013 update: cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists, The Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery. *Obesity (Silver Spring)* 2013;21(Suppl 1):S1–27, <http://dx.doi.org/10.1002/oby.20461>.
- [117] Kim B-E, Nevitt T, Thiele DJ. Mechanisms for copper acquisition, distribution and regulation. *Nat Chem Biol* 2008;4:176–85, <http://dx.doi.org/10.1038/nchembio.72>.
- [118] Solomons NW. Factors affecting the bioavailability of zinc. *J Am Diet Assoc* 1982;80:115–21.
- [119] Tran CD, Miller LV, Krebs NF, Lei S, Hambidge KM. Zinc absorption as a function of the dose of zinc sulfate in aqueous solution. *Am J Clin Nutr* 2004;80:1570–3, <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/80.6.1570>.
- [120] Quilliot D, Coupaye M, Gaborit B, et al. Grossesses après chirurgie bariatrique: recommandations pour la pratique clinique (groupe BARIA-MAT). *Nutr Clin Metabol* 2019;33:254–64, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nupar.2019.09.004>.
- [121] Dolan K, Hatzifotis M, Newbury L, Lowe N, Fielding G. A clinical and nutritional comparison of biliopancreatic diversion with and without duodenal switch. *Ann Surg* 2004;240:51–6, <http://dx.doi.org/10.1097/01.sla.0000129280.68540.76>.
- [122] Topart P, Becouarn G, Sallé A, Ritz P. Biliopancreatic diversion requires multiple vitamin and micronutrient adjustments within 2 years of surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2014;10:936–41, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2014.02.007>.
- [123] Andrès E, Serraj K, Mecili M, Ciobanu E, Fothergill H. Excès vitaminiques et hypovitaminoses. *Med Therapeut* 2010;16:21–4, <http://dx.doi.org/10.1684/met.2010.0243>.
- [124] Okebukola PO, Kansra S, Barrett J. Vitamin E supplementation in people with cystic fibrosis. *Cochrane Database Syst Rev* 2014, <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD009422.pub2>. CD009422.
- [125] Traber MG. How much vitamin E? Just enough! *Clin Nutr* 2006;25:959–60, <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/84.5.959>.
- [126] Kellogg TA, Bantle JP, Leslie DB, et al. Post-gastric bypass hyperinsulinemic hypoglycemia syndrome: characterization and response to a modified diet. *Surg Obes Relat Dis* 2008;4:492–9, <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2008.05.005>.
- [127] Ritz P, Vours C, Barigou M, Hanaire H. Hypoglycaemia after gastric bypass: mechanisms and treatment. *Diabetes Obes Metab* 2016;18:217–23, <http://dx.doi.org/10.1111/dom.12592>.
- [128] Vella A, Service FJ. Incretin hypersecretion in post-gastric bypass hypoglycemia-primary problem or red herring? *J Clin Endocrinol Metab* 2007;92:4563–5, <http://dx.doi.org/10.1210/jc.2007-2260>.
- [129] Moreira RO, Moreira RBM, Machado NAM, Gonçalves TB, Coutinho WF. Post-prandial hypoglycemia after bariatric surgery: pharmacological treatment with verapamil and acarbose. *Obes Surg* 2008;18:1618–21, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-008-9569-9>.
- [130] Spanakis E, Gagnoli C. Successful medical management of status post-Roux-en-Y-gastric-bypass hyperinsulinemic hypoglycemia. *Obes Surg* 2009;19:1333–4, <http://dx.doi.org/10.1007/s11695-009-9888-5>.