

Os : quels nutriments jouent un rôle dans la solidité des os, la prévention de l'ostéoporose ?

Maria Papageorgiou (diététicienne, RD, PhD)



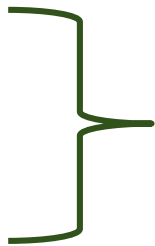
**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

Email: maria.papageorgiou@unige.ch



Hôpitaux
Universitaires
Genève

Plan

- L'évolution de la santé osseuse et la prévention de l'ostéoporose tout au long de la vie
 - Micronutriments
 - Macronutriments
- 
- leur importance pour une bonne santé osseuse/la prévention de l'ostéoporose à chaque étape de la vie
 - besoins diététiques (recommandations alimentaires suisses)
 - principales sources alimentaires
- Une approche alimentaire holistique
- Considérations liées au mode de vie

Santé osseuse tout au long de la vie

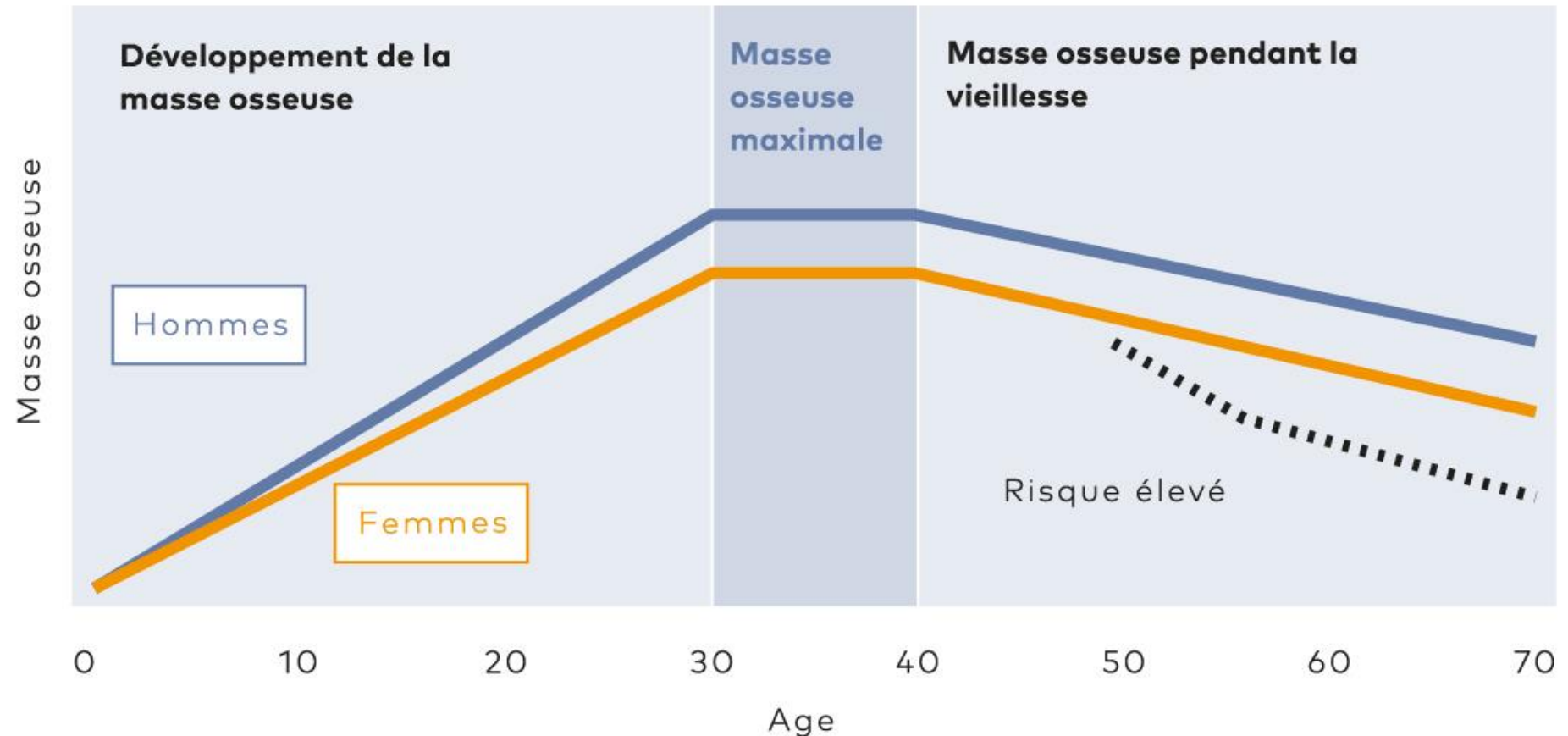


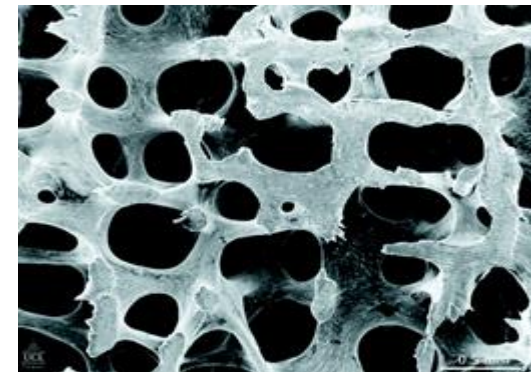
Image: <https://www.prevention-osteoporose.ch/osteoporose-quest-ce-que-cest.html>

L'ostéoporose

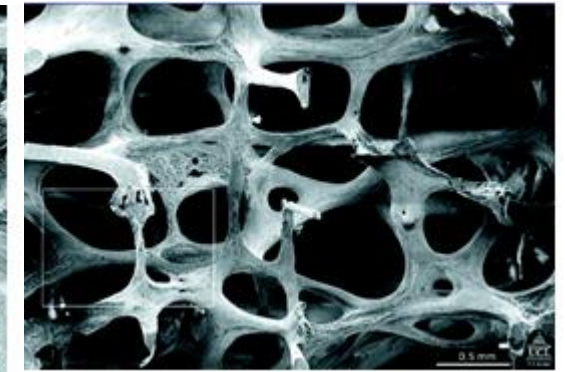
«L'ostéoporose est une maladie caractérisée par une faible masse osseuse et par une dégradation de la microarchitecture du tissu osseux ce qui induit un risque accru de fractures»



	T-score
Densité osseuse normale	$> -1 \text{ DS}$
Ostéopénie (faible masse osseuse)	De -1 à $-2,5 \text{ DS}$
Ostéoporose	$\leq -2,5 \text{ DS}$



31 year old woman



70 year old woman

Figure: Scanning electron micrographs to show the structure of L3 vertebra

L' ostéoporose en chiffres

524,000

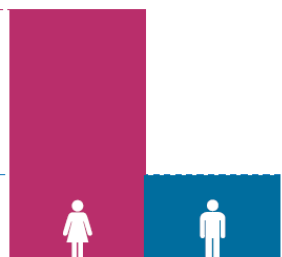
INDIVIDUALS WITH OSTEOPOROSIS IN 2019

78.7%

WOMEN

21.3%

MEN



New fragility fractures in Switzerland

82,000

**NEW
FRAGILITY
FRACTURES**

IN 2019



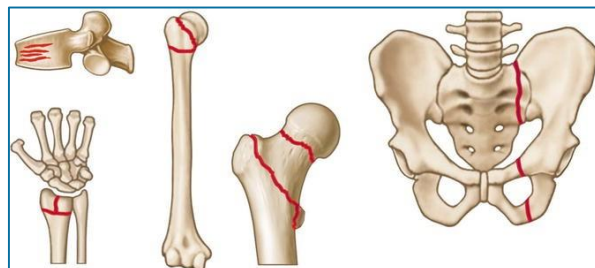
226

FRACTURES
/DAY



9.4

FRACTURES
/HOUR



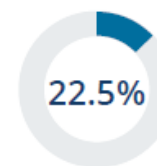
Les fractures ostéoporotiques ↓ la qualité de vie, l'indépendance fonctionnelle des personnes et sont associées à une morbidité et une mortalité accrues.

Remaining lifetime probability of hip fracture

WOMEN

+50

YEARS

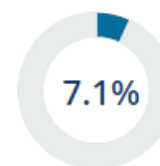


22.5%

MEN

+50

YEARS



7.1%

l'âge de 50 ans, le risque résiduel de fractures est de ~50% pour les femmes et de ~20% pour les hommes

Type of costs	
Direct cost of incident fractures	€2.62 billion
Ongoing cost resulting from fractures in previous years (long-term disability costs)	€746 million
Cost of pharmacological intervention (assessment & treatment)	€60 million
Total direct cost (excluding the value of QALYs* lost)	€3.4 billion

Willers et al. Arch Osteoporos 2022;17(1):23.
 Kanis et al. SCOPE 2021 Arch Osteoporos 2021;16(1):82.
 Lippuner K, et al. Osteoporos Int 2009;20:1131-40.
 Bartl & Bartl, 2017 In: Bone Disorders Springer

<https://www.osteoporosis.foundation/sites/iofbonehealth/files/scope-2021/Switzerland%20report.pdf>

Facteurs exerçant une influence sur la santé osseuse

Non modifiables :

Age
Sexe féminin
Ménopause
Anamnèse familiale
Ethnicité
Fracture précédente
Certaines maladies

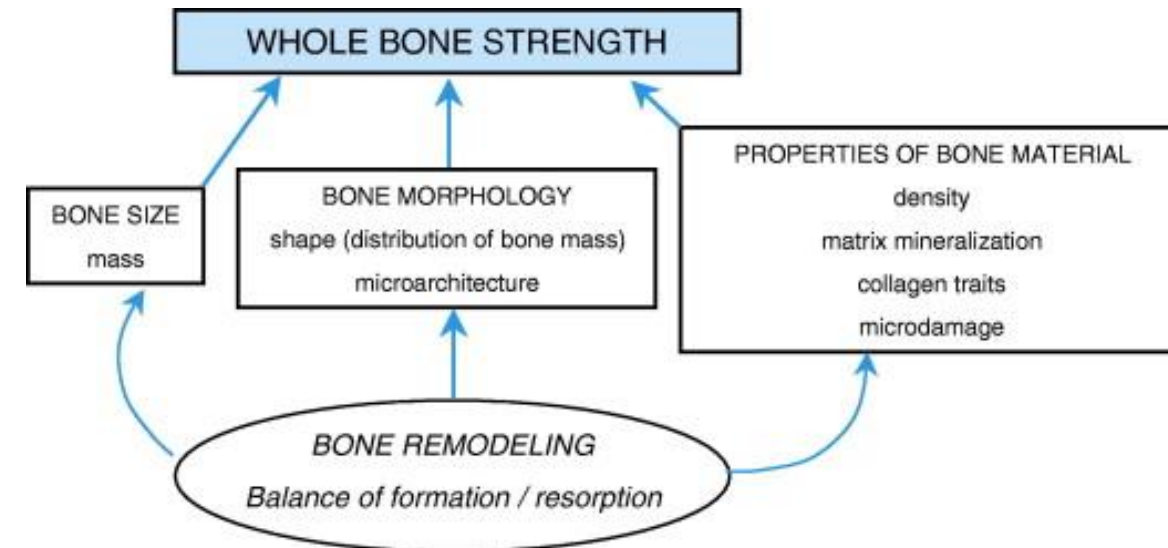
Modifiables :

Nutrition

- Calcium
- Vitamine D
- Apports protéiques
- Alcool

Activité physique
Poids corporel
Tabagisme
Microbiote

Certains médicaments



Prévention de l'ostéoporose (buts à chaque étape de la vie)

Les enfants et les adolescents:

CONSTITUER leur masse osseuse maximale



Les adultes:

PRÉSERVER leur santé osseuse et **ÉVITER** la perte prématurée du tissu osseux



Les femmes enceintes et les mères allaitantes:

PRÉSERVER leur santé osseuse et **ÉVITER** la perte prématurée du tissu osseux
MAXIMISER le développement du squelette du fœtus/ du bébé



Les seniors:

LIMITER la perte du tissu osseux
ENTRETENIR mobilité et indépendance



Fonctions et rôle du calcium

functions of calcium



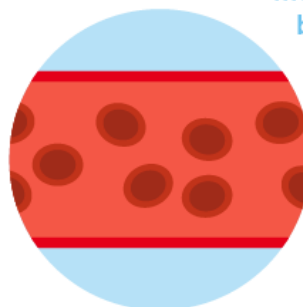
forms and keeps strong
bones and teeth



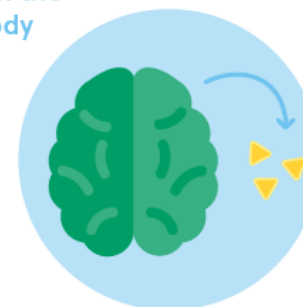
helps our nerves carry
messages between the
brain and the body



helps our muscles
contract

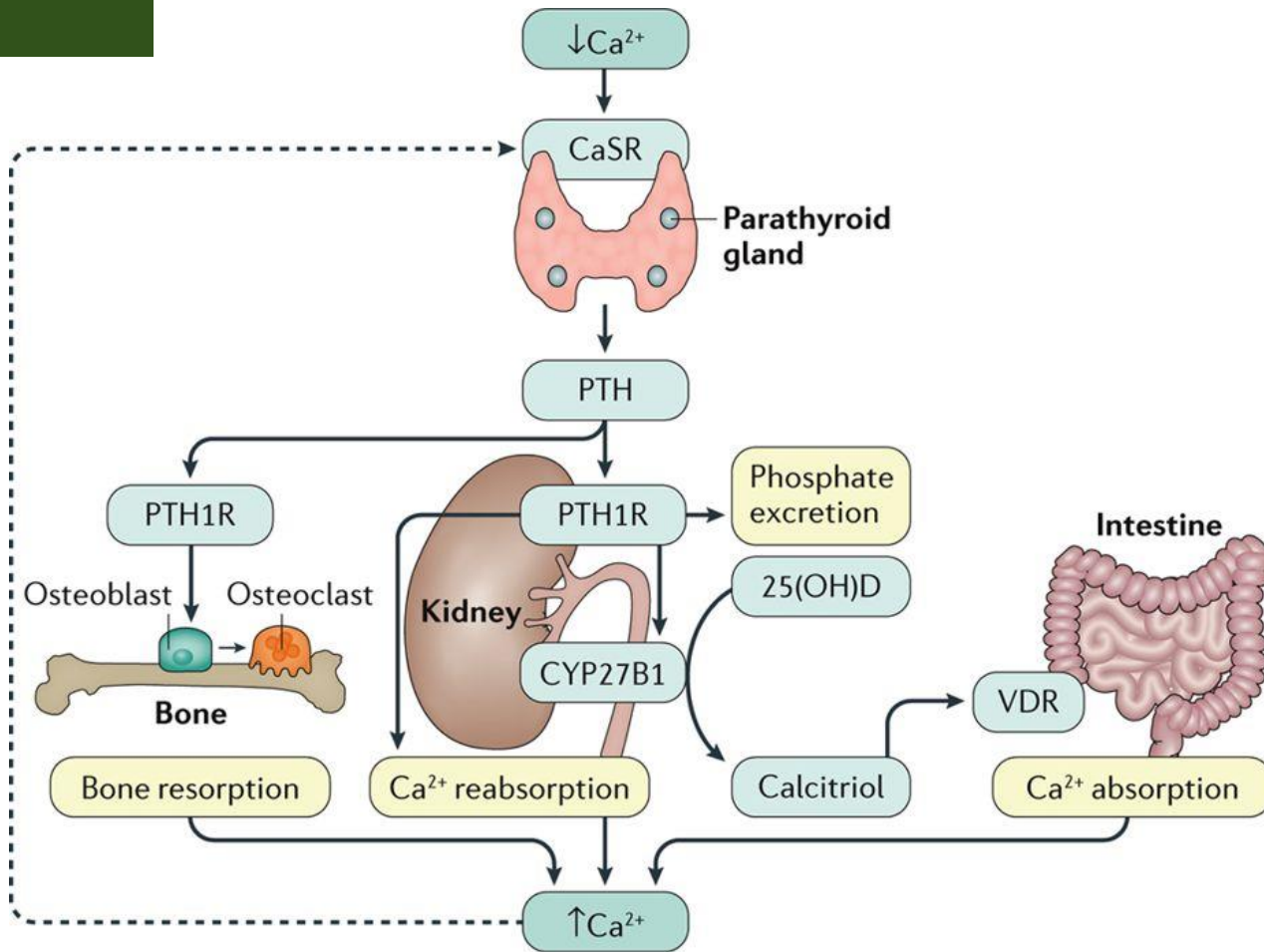


supports normal
blood circulation



helps our bodies
release hormones

Faibles apports alimentaires en Ca et santé osseuse



!! Un apport suffisant de Ca est important à chaque étape de la vie

- **Un faible apport alimentaire en Ca peut augmenter la résorption osseuse et avoir un impact défavorable sur la minéralisation osseuse**
 - un effet négatif sur le développement de la masse osseuse maximale chez les adolescents et les jeunes adultes
 - accélération de la perte osseuse chez les personnes âgées

Calcium alimentaire et santé osseuse pendant la grossesse et l'allaitement

↑ demandes d'apport en Ca pendant la grossesse et l'allaitement

- Grossesse : pour couvrir les besoins en Ca de la mère et du fœtus.
- Environ 300 mg de Ca par jour sont nécessaires pour produire un lait maternel suffisant.

Un apport insuffisant en Ca pendant la grossesse → a des effets indésirables sur le squelette de la mère et du fœtus :

- ostéopénie/ostéoporose (mère)
- retard de croissance du fœtus, mauvaise minéralisation du fœtus
- augmentation des complications de la grossesse

Des adaptations du métabolisme du calcium chez la mère peuvent permettre d'apporter un apport adéquat de Ca au fœtus/bébé allaité, même lorsque l'apport maternel de Ca est très faible:

- ↑ **absorption intestinale du Ca et réabsorption rénale du Ca**

Quelle que soit la perte de la masse osseuse pendant la grossesse, celle-ci se reconstitue généralement plusieurs mois après l'accouchement (ou plusieurs mois après l'arrêt de l'allaitement).

Recommandations d'apports en calcium en Suisse

Age	Calcium
	mg par jour
Nourrissons	
moins de 4 mois ^a	220
4 à moins de 12 mois ^a	330
Enfants et jeunes adolescents	
1 à moins de 4 ans	600
4 à moins de 7 ans	750
7 à moins de 10 ans	900
10 à moins de 13 ans	1100
13 à moins de 15 ans	1200
Grands adolescents et adultes	
15 à moins de 19 ans	1200
19 à moins de 25 ans	1000
25 à moins de 51 ans	1000
51 à moins de 65 ans	1000
65 ans et plus	1000
Femmes enceintes^b	1000
Femmes allaitantes^c	1000

ATTENTION!
une limite de sécurité a été fixée à 2500 mg par/j

^a Il s'agit ici d'estimations

^b 1200 mg chez les femmes enceintes de moins de 19 ans

^c 1200mg chez les femmes de moins de 19 ans qui allaitent

Principales sources de Ca: produits laitiers

Recommandations Suisse:
~3 portions/ jour
1 portion → 250 mg Ca



1 verre de lait
(200 ml)



un yoghourt
(~150 g)



fromage à pâte dure
(30g)



fromage à pâte
molle (60 g)



fromage blanc
(200 g)

Table 1 Essential nutrient content per 100 g of selected dairy foods

Dairy food (food code)	Calcium (mg)	Potassium (mg)	Phosphorus (mg)	Magnesium (mg)	Zinc (mg)	Protein (g)
Milk, full-fat 3.7 % (01078)	119	151	93	13	0.38	3.3
Milk, skimmed (01151)	122	156	101	11	0.42	3.4
Yogurt, plain low-fat (01117) ^a	183	234	144	17	0.89	5.3
Yogurt, fruit low-fat (01122) ^a	169	216	133	16	0.82	4.9
Cheddar cheese (01009)	721	98	512	28	3.11	24.9
Cottage cheese, non-fat (01014)	86	137	190	11	0.47	10.3
Ice cream, vanilla (19095)	128	199	105	14	0.69	3.5

1. Quantité

2. Biodisponibilité: ~ 30%

3. Riches sources en d'autres nutriments importants pour les os

Risque de fractures par apport à la consommation de produits laitiers dans les méta-analyses

TABLEAU I

Risque de fracture en relation avec la consommation de produits laitiers dans différentes méta-analyses récentes.

Méta-analyse	Études incluses (n)	Risque relatif de fracture de hanche				Risque relatif de fracture vertébrale
		Lait	Yoghourts	Fromage	Tout ensemble	Tout ensemble
Bian et al., 2018 [34]	Cohortes (10)	0,91	0,75 ¹	0,68 ¹	0,87 ¹	
Matia-Martin et al., 2019 [35]	Cas-témoins (8)	0,71 ¹	0,77	0,77	0,75 ¹	
	Cohortes (5)	0,91	0,87 ¹	0,89 ¹	0,87	0,82 ¹
Hidayat et al., 2020 [36]	Cohortes (14)	0,86	0,78 ¹	0,85		
	États-Unis	0,75 ¹				
	Pays scandinaves	1,0				

Comparaison entre la catégorie avec apports les plus élevés et celle avec les plus bas.

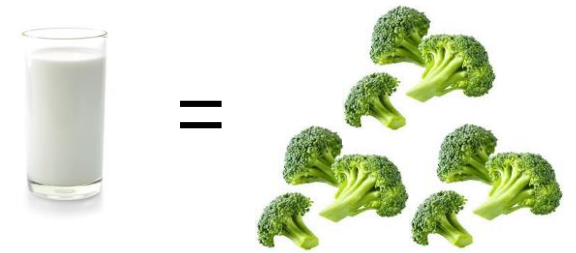
¹Statistiquement significatif.

Autres sources animales de calcium

Food	mg Ca/100 g	mg Ca/Serving
<i>Meats and Fish</i>		
Beef	18	20
Canned Pink Salmon	215	183
Canned Sockeye Salmon	198	168
Herring	83	71
Oyster	44	37
Trout	43	37
Turkey	19	21
Walleye	110	175



Sources végétales de calcium (1)



Food	Standard serving size ^a (g)	Calcium content/ serving (mg)	Calcium absorbed/ serving (mg)	Servings needed to equal 240 ml milk
Milk	240	300	96	1.0
Yogurt	240	300	96	1.0
Cheddar cheese	42	303	97	1.0
Tofu with calcium	126	258	80	1.2
Bok choy	85	79	43	2.3
Kale	85	61	30	3.2
Broccoli	71	35	21	4.5
Spinach	85	115	6	16.3
Red beans	172	41	10	9.7
White beans	110	113	25	3.9
Pinto beans	86	45	12	8.1
Rhubarb	120	174	10	9.5

30%

~50%

5%

Phytates
(cereals,
legumes)

Tannins
(tea)

Oxalates
(spinach)

! Contenu en Ca, mais aussi la biodisponibilité et la taille de la portion comptent...
La biodisponibilité du Ca dans les sources alimentaires d'origine végétale varie considérablement !!

Sources végétales de calcium (2) – Boissons végétales enrichies en calcium

Les versions non-enrichies → <10 mg Ca/100 mL



Table 1 The nutritional profile of cow's milk and plant-based alternatives, with and without fortification (nutritional content per 100 mL of beverage)

	Milk	Soy drink	Soy drink, fortified	Almond drink	Rice drink	Rice drink, fortified	Oat drink	Oat drink, fortified
Energy, kcal	64	55	45	47	50	54	50	45
Energy, kJ	268	230	188	197	209	226	209	188
Protein, g	3.4	3.1	3.3	0.7	0.1	0.1	0.6	0.5
Total lipid, g	3.5	2.3	1.9	2.2	0.9	0.9	1	1.6
Carbohydrate, g	4.9	5.3	3.6	5.9	10.3	11.4	9.7	7.2
Vitamin A, RE	35.3	0	0	0	0	0	0.34	0
Vitamin B ₂ , mg	0.18	0.01	0.02	0.02	0	0	0.01	0.01
Vitamin B ₁₂ , µg	0.39	0	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Calcium, mg	119.0	9.86	74.5	8.8	1.85	84.3	6.56	126.0
Zinc, mg	0.36	0.25	0.28	0.11	0.03	0.05	0.41	0.08
Iron, mg	0.02	0.45	0.50	0.12	0.01	0.23	0.03	0.44
Iodine, µg	16.5	1.3	9.35	0.89	1.04	2.5	0.418	5.9
Phosphorus, mg	91.0	44.1	41.5	14.3	7.39	28.0	13.2	16.9

Data from the Danish National Food Institute [34]

RE retinol equivalents, NA not assessed

Sources végétales de calcium (2) – Biodisponibilité du calcium des boissons végétales



- Données disponibles pour le lait de soja – équivalent au lait de vache ?

Tang et al., Asia Pac J Clin Nutr 2010

Zhao et al., J Nutr 2005

- !!! Pas de données pour les autres boissons végétales
 - D'autres facteurs (par exemple, les phytates) peuvent (théoriquement) ↓ absorption de Ca
 - Procédures de fabrication ?



Calcium des eaux minérales (voir étiquette)



- L'eau du robinet en contient, en Suisse romande entre 50 et 100 mg/l.

Savoir plus – manger mieux sge-ssn.ch

Teneur en calcium des eaux minérales

Les eaux minérales sont classées par ordre décroissant en fonction de leur teneur en calcium (mg par litre).

Adelbodner	Adello	Eptinger	Valser (St. Peters- quelle)	Aproz	Aquilla (Bouillets)	Rhätzünser	Cristallo (Lostorf)
579	530	510	435	360	300	230	221

Passugger (Theophilquelle)	San Pellegrino	Badoit (St. Galmier)	Cristalp (Saxon)	Elmer	Appenzell (Gotenbad)	Allegra (Malix)	Henniez
211	164	153	115	118	108	100	104

Vichy-Célestins	Valais (Montis)	Knutwiler	Arkina	Evian (Cachat)	Valser Silence (St. Paulsquelle)	Zurzacher	Volvic
103	90	89	85	80	54	16	12

Source: Association suisse des sources d'eaux minérales et des producteurs de soft drinks, 2017
Statut: Septembre 2019, sous réserve de modifications

- L'absorption du Ca des eaux minérales riches en Ca est comparable à celle du lait et des suppléments de Ca
- Les eaux minérales fournissent un seul (ou quelques) nutriment(s) par rapport à d'autres sources de Ca alimentaire.

With special thanks for the slide to E. Biver

Greupner et al., J Am Coll Nutr 2017; Heaney, Am J Clin Nutr 2006

Suppléments de calcium

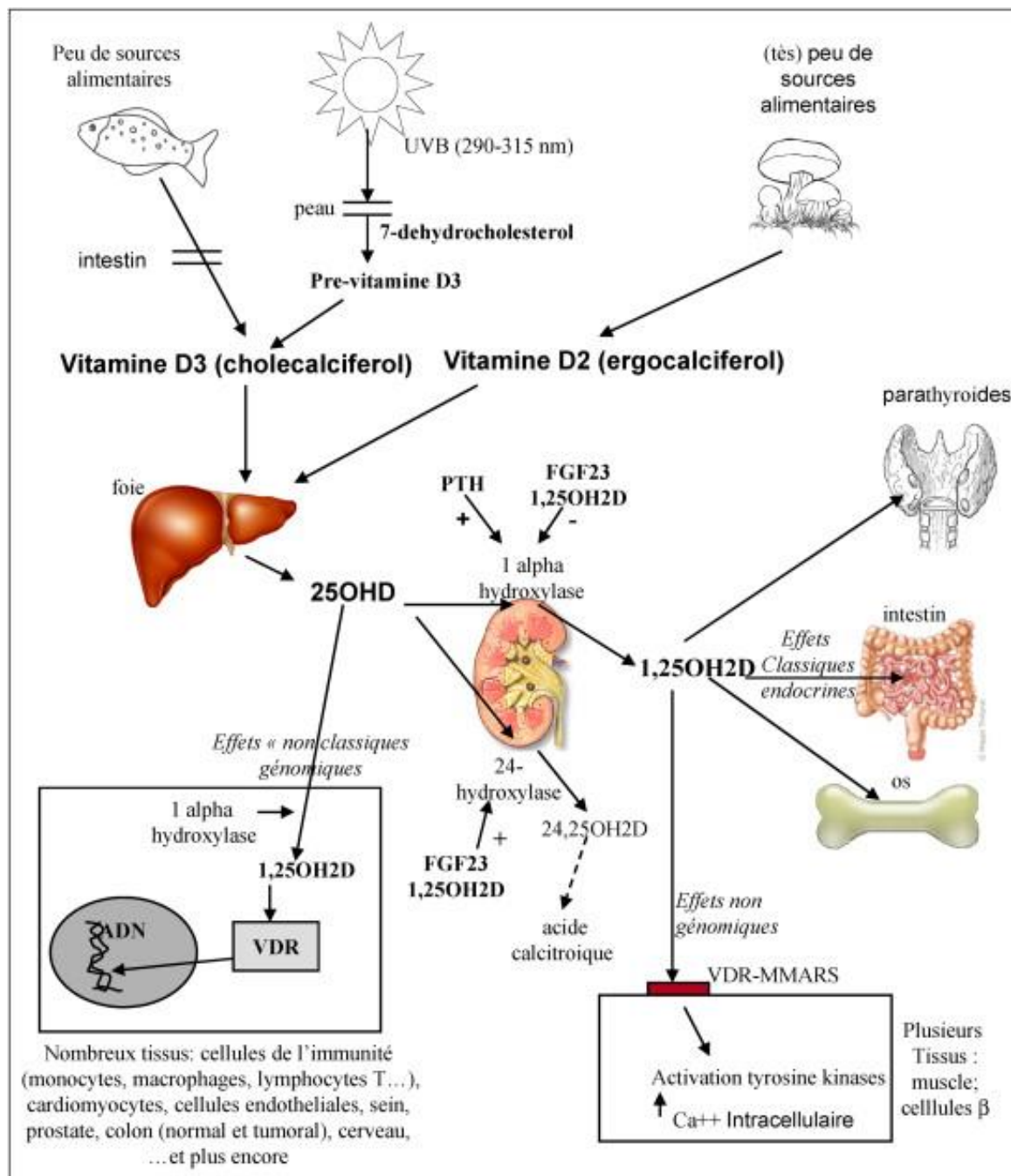


Prescrits/recommandés aux personnes ayants un risque de carence en calcium et ayant un faible apport alimentaire en calcium.

- compléments multivitaminés/multiminéraux
- suppléments de Ca uniquement
- suppléments Ca+Vit D

Formulation	Dose	Elemental Calcium Content <i>percent</i>	Comments
Calcium carbonate	One or two 500-mg tablets taken orally two or three times daily with meals	40	Least expensive and most commonly used supplement; should be taken with meals, since acidity improves absorption; can cause constipation
Calcium citrate	One or two 950-mg or 1000-mg tablets taken orally two or three times daily	21	Less dependent on acidity for absorption, so it does not need to be taken with meals; may be used with agents for long-term gastric acid suppression
Calcium gluconate	500, 648, or 972 mg	9	Rarely used for fracture prevention
Calcium lactate	300 or 325 mg	13	Rarely used for fracture prevention

Vitamine D



Déficit en vitamine D : définitions

Classification	25(OH)D (nmol/l)	25(OH)D (ng/ml)	Retombées cliniques
Carence grave en vitamine D	<25	<10	Risque accru de rachitisme, d'ostéomalacie, d'hyperparathyroïdie secondaire, de myopathie liée à une carence en vitamine D, de chutes et de fractures
Carence en vitamine D	25 à 50	10 à 20	Risque accru de résorption osseuse, d'hyperparathyroïdie secondaire, de chutes et de fractures
Taux de vitamine D adéquat	>50	>20	Faible risque de résorption osseuse, effet neutre sur les chutes et les fractures
Taux-cible souhaité pour une prévention optimale des fractures	75	30	Réduction optimale de la résorption osseuse, suppression de la parathormone, diminution du risque de chutes et de fractures

Bischoff-Ferrari H et al. Supplémentation en vitamine D dans la pratique. Forum Med Suisse 2014;14(50):949-953

Vitamin D deficiency: Evidence, safety, and recommendations for the Swiss population . Expert report of the Federal Commission for Nutrition. Zurich: Federal Office for Public Health, 2012

<https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminD-HealthProfessional/>

Carence en vitamine D- facteurs de risque

Diminution de synthèse du cholécalciférol (cause la plus fréquente)

- Faible exposition cutanée (activités à l'intérieur, habillement, crème solaire)
- Individus avec peau foncée
- Âge avancé
- Faible rayonnement UV (altitude, saison, couverture, nuageuse, heure)

Diminution de l'hydroxylation

- Insuffisance hépatique, ou rénale

Apports alimentaires insuffisants

- allaitement maternel exclusif
- pauvreté de l'alimentation en vitamine D et/ou absence de substitution

Augmentation du catabolisme

- Métabolisme accéléré par des médicaments (anti-épileptiques, phénobarbital, glucocorticoïdes, rifampicine, antirétroviraux, millepertuis) ou certaines maladies (hyperthyroïdie, sarcoïdose, tuberculose, certains lymphomes)

Diminution de la biodisponibilité

- Diminution de l'absorption des graisses, maladie coeliaque, Crohn, mucoviscidose, bypass gastrique
- Obésité

Pertes rénales

- Syndrome néphrotique

Recommandations d'apports en vitamine D en Suisse

Group of subjects	General Swiss population	Patients with severe vitamin D deficiency (25(OH)D concentrations of < 25 nmol/L)	Both groups
	Recommended intake per day	Recommended intake per day	Safe upper intake
Children / Adolescents			
0-6 months	400 IU (10 µg)	400 - 1000 IU (10 – 25 µg)	1000 IU (25 µg)
6-12 months	400 IU (10 µg)	400 - 1000 IU (10 – 25 µg)	1500 IU (37.5 µg)
1-3 yrs	600 IU (15 µg)	600 - 1000 IU (15 – 25 µg)	2500 IU (62.5 µg)
4-8 yrs	600 IU (15 µg)	600 - 1000 IU (15 – 25 µg)	3000 IU (75 µg)
9-18 yrs	600 IU (15 µg)	600 - 1000 IU (15 – 25 µg)	4000 IU (100 µg)
Adults			
19-59 yrs	600 IU (15 µg)	1500 - 2000 IU (37.5 – 50 µg)	4000 IU (100 µg)
60+ yrs	800 IU (20 µg)	1500 – 2000 IU (37.5 – 50 µg)	4000 IU (100 µg)
Pregnant / breastfeeding women			
	600 IU (15 µg)	1500 – 2000 IU (37.5 – 50 µg)	4000 IU (100 µg)

1 nmol/L = 0.4 ng/mL, and 1 ng/mL = 2.5 nmol/L

Apports alimentaires en vitamine D



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE



Hôpitaux
Universitaires
Genève

1. Aliments

Teneur IU	
POISSONS	
Saumon sauvage	600 à 1'000 pour 100 grammes
Saumon d'élevage	100 à 250 pour 100 grammes
Sardine sauvage	32-48 pour 100 grammes
Sardines en boîtes	300 à 600 pour 100 grammes
Maquereau en conserves	250 pour 100 grammes
Hareng	600 à 1'000 pour 100 grammes
Anchois	600 à 1'000 pour 100 grammes
Thon en boîtes	236 pour 100 grammes
Huile de foie de thon	250'000 pour 1 cuillère à thé
Huile de foie de flétan	12'500 pour 1 cuillère à thé
Huile de foie de morue	440 pour 1 cuillère à thé
Huile de foie de maquereau	20'000 pour 100 grammes
Huile de carpe	6'000 pour 1 cuillère à thé
ANIMALES	
Foie de veau	50 pour 100 grammes
Foie de bœuf	40 pour 100 grammes
Foie de poulet	80 pour 100 grammes
Œuf entier	40 pour 1
Jaune d'œuf	20 pour 1
VÉGÉTALES	
Champignons shiitaké frais	100 pour 100 grammes
Champignons shiitaké, séchés	1'600 pour 100 grammes
Champignons frais	150 pour 100 grammes
PRODUITS LAITIERS	
Beurre	4 pour 10 grammes
Margarine	32-48 pour 10 grammes
Fromage type Emmental	30 pour 30 grammes
Lait de vache	15 pour 250 mL

2. Aliments enrichis en vitamine D (voir étiquette)

3. Suppléments

Prenez vos suppléments de vitamine D avec un repas, avec votre "repas le plus gras".

«the sunshine vitamin»



Vitamin D deficiency: Evidence, safety, and recommendations for the Swiss population . Expert report of the Federal Commission for Nutrition. Zurich: Federal Office for Public Health, 2012

<https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminD-HealthProfessional/>

Lang-Supplémentation en vitamine D: Pourquoi? Pour qui? Comment?

https://www.chuv.ch/fileadmin/sites/ger/documents/ger_guide_50_supplement_vitamine_d_pol_2016.pdf

Pour certains groupes de population

Groupe de population	Recommandation
Nourrissons durant la 1 ^{re} année de vie	Un supplément en vitamine D est recommandé sous la forme de gouttes. La posologie et l'utilisation correctes des suppléments en vitamine D devraient faire l'objet d'une discussion avec le médecin (pédiatre, médecin de famille), la sage-femme ou le conseiller d'un centre de consultation parents-enfants.
Enfants de 2 à 3 ans	Un supplément en vitamine D est recommandé sous la forme de gouttes, si l'exposition au soleil n'est pas suffisante à cause de l'utilisation de crème solaire à fort indice de protection ou en cas de maladie chronique, par exemple. La posologie et l'utilisation correctes des suppléments en vitamine D devraient faire l'objet d'une discussion avec le médecin (pédiatre, médecin de famille), la sage-femme ou le conseiller d'un centre de consultation parents-enfants.
Personnes de 3 à 60 ans	L'été (de juin à septembre), les personnes de 3 à 60 ans, qui se trouvent régulièrement en plein air, n'ont besoin d'aucun supplément en vitamine D. L'ensoleillement est alors tel qu'une brève exposition au soleil suffit pour synthétiser assez de vitamine D (environ 20 min d'exposition du visage et des mains). En hiver, la quantité de vitamine D synthétisée par la peau ne suffit pas à couvrir les besoins du corps humain. Les solutions suivantes permettent d'y remédier : ➤ nourriture riche en vitamine D (p. ex. poissons gras, œufs de poule, champignons de Paris) ➤ absorption d'aliments enrichis en vitamine D ➤ prise de suppléments de vitamine D (p. ex. gouttes)
Personnes de 60 ans et plus	A partir de 60 ans, il est recommandé aux hommes et aux femmes de prendre des suppléments de vitamine D afin de couvrir leurs besoins de 20 µg/jour. L'OSAV conseille d'aborder ce thème lors d'une prochaine visite chez le médecin et de discuter avec lui des possibilités existantes.
Femmes enceintes ou qui allaitent	Des suppléments de vitamine D pour les femmes enceintes ou qui allaitent sont recommandés après consultation du médecin.

Manifestations cliniques- rachitisme et ostéomalacie

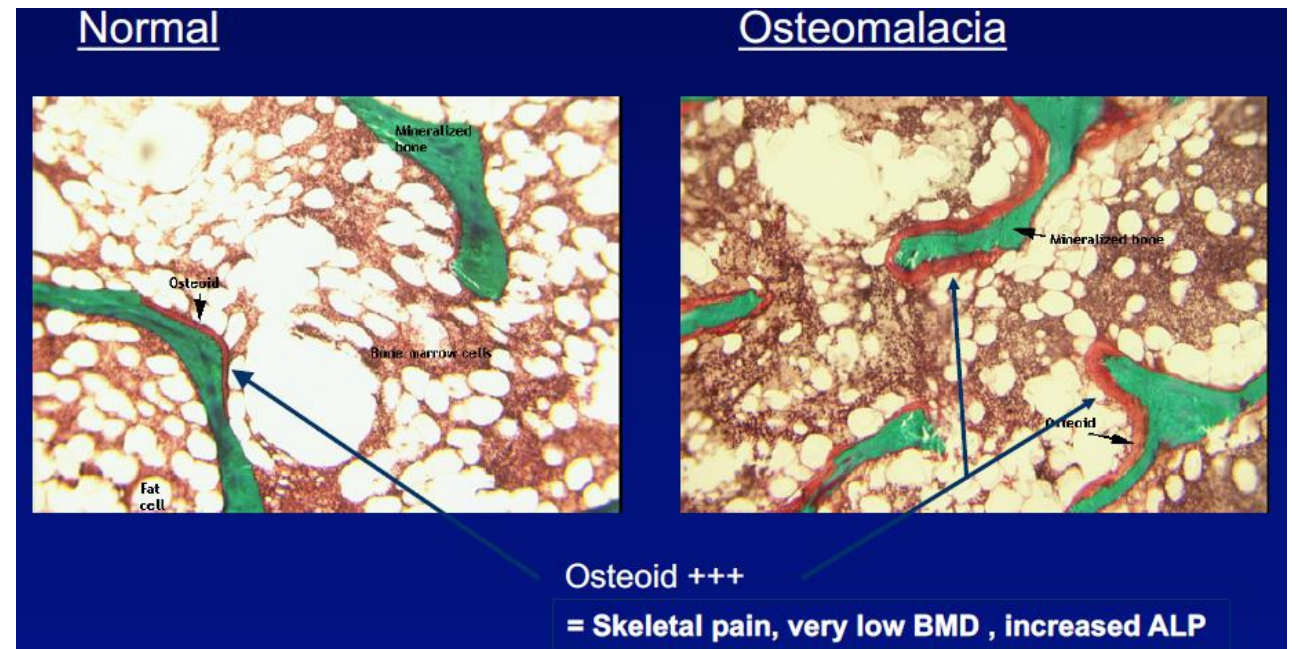


Déficit profond en vitamine D (et/ou déficit en Ca) → défaut de minéralisation osseuse:

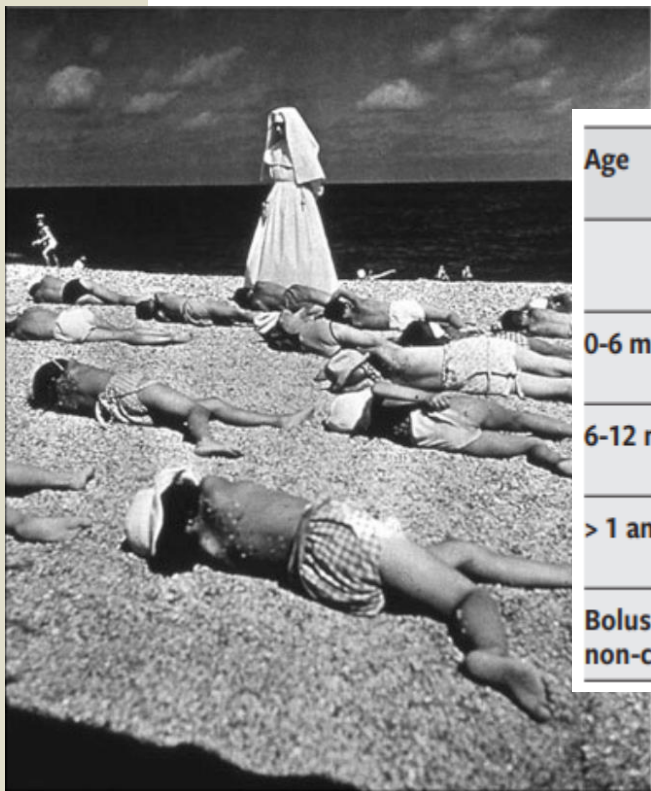
Rachitismes: sur l'os et cartilages de conjugaison d'un squelette en croissance

Ostéomalacie: sur un os adulte.

<https://nvkarchief.nl/wp-content/uploads/2016/04/A-history-of-rickets-in-the-Netherlands-TCC-Boerlage.pdf>



Rachitisme et ostéomalacie – traitement



Age	Déficit asymptomatique
	Supplémentation en Vitamine D
0-6 mois	400-1000 UI/jour
6-12 mois	400-1000 UI/jour
> 1 an	600-1000 UI/jour
Bolus (en cas de non-compliance)	50 000 à 100 000 UI/dose

Age	Déficit symptomatique carence sévère < 25 nmol/l	Déficit symptomatique carence sévère < 25 nmol/l
	Traitement de vitamine D	Supplémentation en calcium*
≤ 4 semaines	1000 UI/jour pendant 1 à 3 mois, puis 400-500 UI/jour jusqu'à un an	80 mg/kg/jour pendant deux semaines, puis 30 mg/kg pendant 12 semaines
4 semaines-1 an	3000 UI/jour pendant 1 à 3 mois, puis 400-500 UI/jour jusqu'à un an	80 mg/kg/jour pendant deux semaines, puis 30 mg/kg pendant 12 semaines
> 1 an	5000 UI/jour pendant 1 à 3 mois, puis 400-600 UI/jour	80 mg/kg/jour pendant deux semaines, puis 30 mg/kg pendant 12 semaines
Bolus (en cas de non-compliance)	100 000-600 000 UI en 1 à 5 doses	40-80 mg/kg pendant 12 semaines

Bachetta 2017

Manifestations cliniques- rachitisme et ostéomalacie

Global recommendations

Prevention of rickets and osteomalacia:

- ☐ 400 IU (10 µg) daily for all infants regardless of mode of feeding, from birth to 12 months of age.
- ☐ 600 IU (15 µg) daily during pregnancy
- ☐ 600 IU daily lifelong in risk groups, Individuals at risk should also meet the daily minimum requirement for sufficient calcium intake

Treatment of nutritional rickets:

- ☐ the minimal recommended dose of vitamin D is 2000 IU/d (50 µg) for a minimum of 3 months.
- ☐ oral calcium, 500 mg/d, either as dietary intake or supplements, should be routinely used in conjunction with vitamin D in the treatment regardless of age or weight

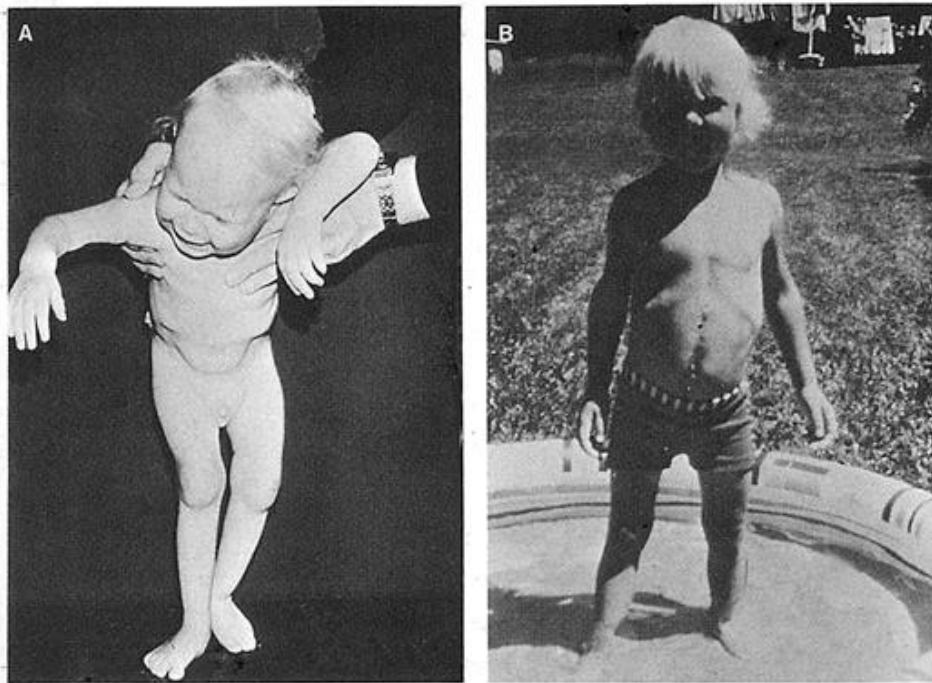
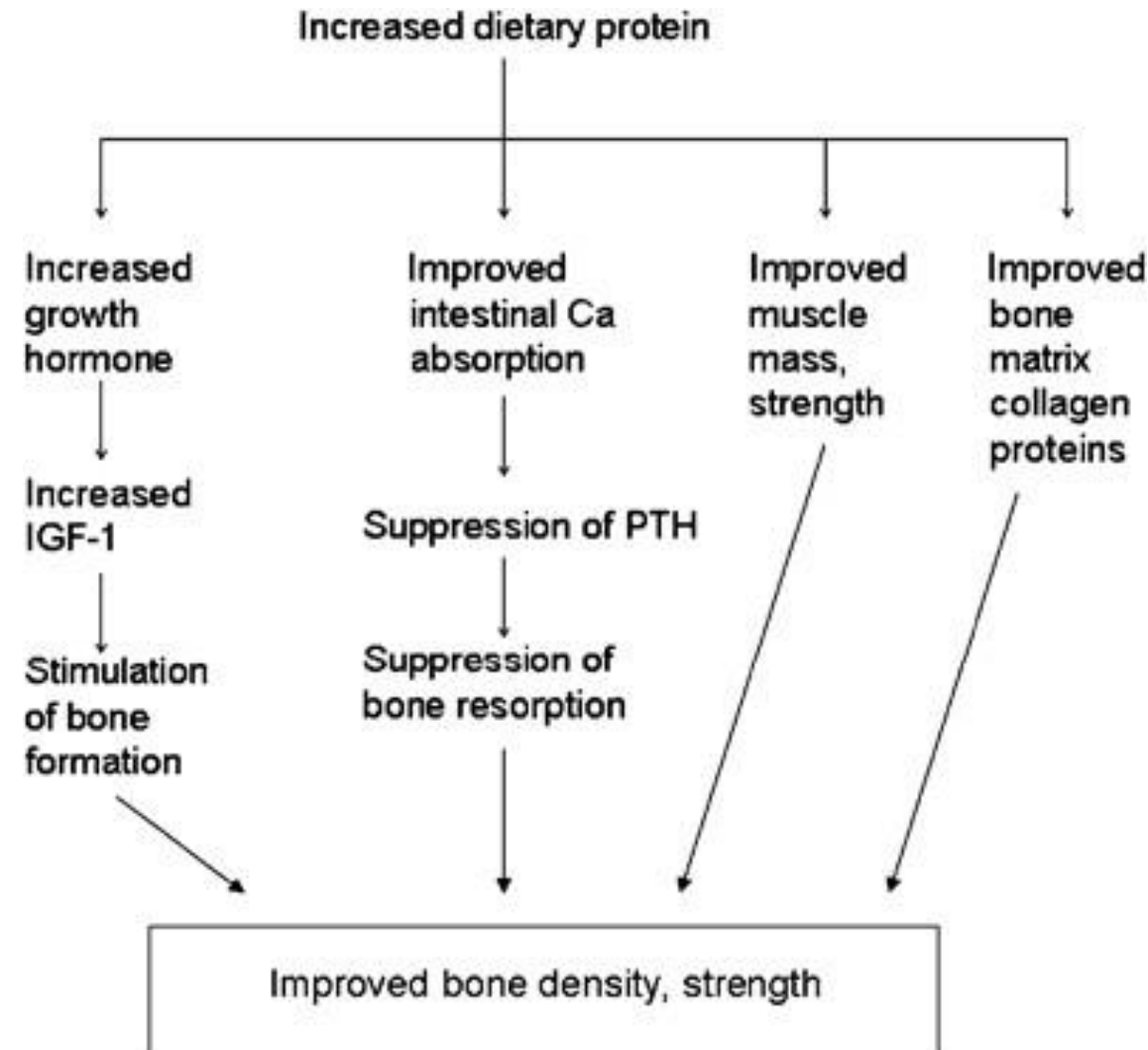


Fig. 4 - Rachitisme en-cas de maladie rénale et son traitement spécifique par la forme active de la vitamine D, produite en quantité insuffisante par les reins de cet enfant.



3. Rachitisme carentiel au moment du diagnostic (A) et trois mois après le début du traitement (B) chez un jeune garçon de 7 ans.

L'apport alimentaire en protéines et santé osseuse



Recommandations en protéines alimentaires en Suisse

Apport en protéines : ~10-20% de l'énergie totale

Certaines corporations professionnelles recommandent des apports en protéines plus élevés chez les personnes âgées :

- 1,0-1,2 g de protéines/kg de poids corporel/jour
- 1,2-1,5 g/kg de poids corporel/jour pour préserver la fonction musculaire

Les carences en protéines sont plutôt rares dans le monde occidental.

Groupes qui doivent faire attention à leur apport protéiques :

- Enfants et adolescents
- Végétaliens
- Sportifs
- Personnes âgées

Age	Apports recommandés (g/kg poids corporel par jour) 2
Nourrissons	1.77 (1er mois) – 1.14 (12ème mois)
1 - 4 ans	0.86
4 - 11 ans	0.91 - 0.92
11 - 18 ans	0.85 - 0.91 (homme) und 0.82 - 0.90 (femme)
19 - 50 ans	0.8
50 - 70 ans	0.8
Femmes enceintes	1.1 ou supplément de 25 g/j
Femmes allaitantes	1.3 ou supplément de 25 g/j

Rizzoli et al., Osteoporos Int. 2018;29(9):1933-1948.
Phillips et al., Appl Physiol Nutr Metab 2016;41(5):565-72.

Principales sources de protéines alimentaires

SOURCES DE PROTÉINES

Aliment	Protéines (g)
100 g de viande, poisson, volaille	25
1 gros œuf	7
100 g de lait	3,5
100 g de yaourt maigre	5
100 g de lait de soja	4
100 g de tofu ferme	15
100 g de fromage	26
100 g de fromage blanc maigre	12
100 g de haricots rouges	8
100 g de lentilles	24
100 g de noix	15
100 g de beurre d'arachides	27
100 g de légumes	2
1 tranche de pain	2
100 g de la plupart des céréales/pâtes	4

* Apports Journaliers Recommandés ; Ministère américain de l'agriculture



Fish



Shellfish



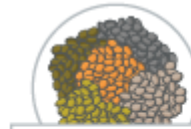
Eggs and
egg whites



Cultured cottage
cheese

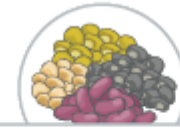


Plain Greek
yogurt



Lentils

French, red,
green,
black, brown



Beans

Navy, lima, kidney,
black, great northern,
garbanzo, etc.



Split peas



Black-eyed peas



Tempeh



Tofu



Edamame



Benefits and safety of dietary protein for bone health—an expert consensus paper endorsed by the European Society for Clinical and Economical Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis, and Musculoskeletal Diseases and by the International Osteoporosis Foundation

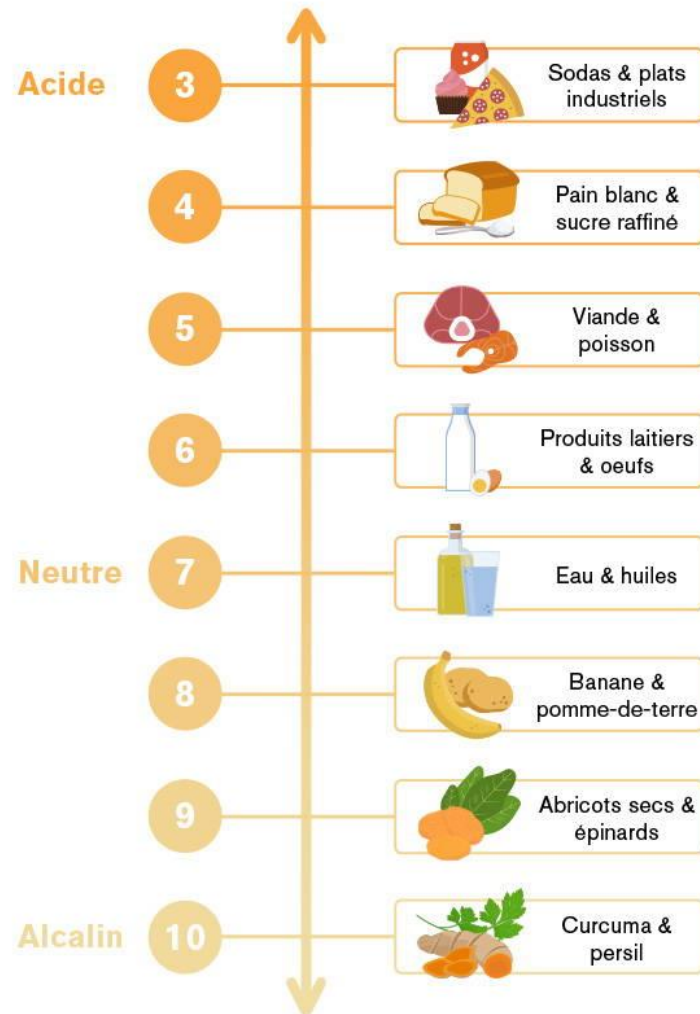
R. Rizzoli¹ · E. Biver¹ · J.-P. Bonjour¹ · V. Coxam² · D. Goltzman³ · J. A. Kanis^{4,5} · J. Lappe⁶ · L. Rejnmark⁷ · S. Sahni⁸ · C. Weaver⁹ · H. Weiler¹⁰ · J.-Y. Reginster¹¹

- ▶ **La dénutrition protéique** a été associée à des **conséquences osseuses négatives** à tous les stades de la vie (enfants, personnes âgées).
- ▶ **Chez les enfants**, la plupart des études soutiennent une relation positive entre l'apport en protéines et les paramètres osseux.
- ▶ **Chez les adultes**, la variation des apports protéiques selon les recommandations représente 2 à 4 % de la variation de la DMO.
- ▶ **Chez les personnes âgées** atteintes d'ostéoporose, un apport protéique plus élevé ($\geq 0,8$ g/kg de poids corporel/jour) est associé à:
 - ▶ une DMO plus élevée
 - ▶ un ralentissement du rythme de la perte osseuse
 - ▶ un risque réduit de fracture de la hanche

(à condition que les apports alimentaires en Ca soient adéquats)

Trop de protéines? Peuvent-elles contribuer à une alimentation acidifiante?

Les aliments acides & alcalins



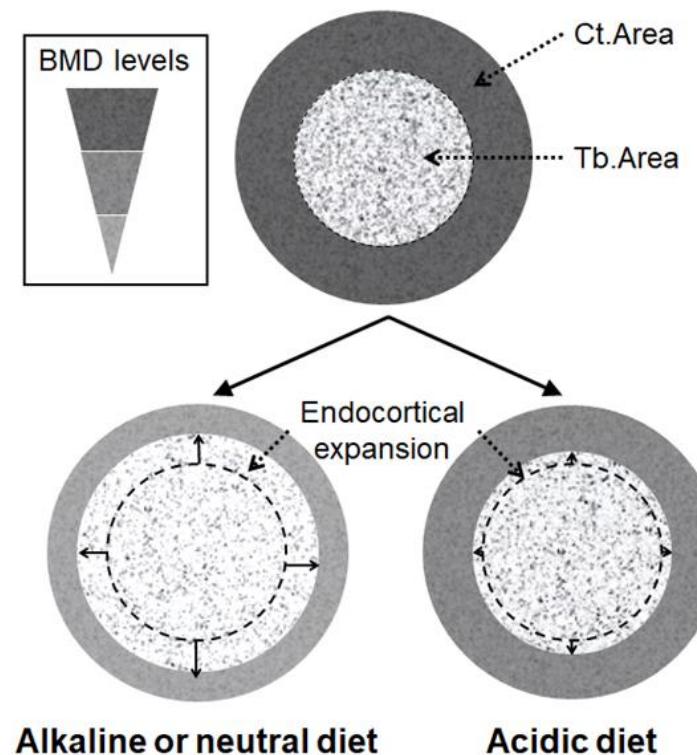
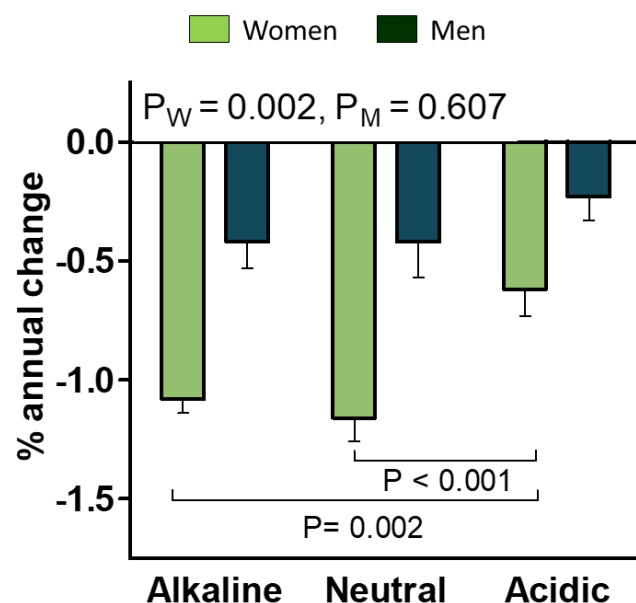
The «acid-ash hypothesis» of osteoporosis postulates that dietary acid load (DAL) may be a risk factor for osteoporosis



New et al., Am J Clin Nutr, 2004; MacDonald et al., Am J Clin Nutr, 2005; Welch et al., Am J Clin Nutr, 2007; Dargent-Molina et al., J Bone Miner Res, 2008; Wynn et al., J Nutr, 2008; Fenton et al., Am J Clin Nutr, 2008; Fenton et al., J Bone Miner Res, 2009; Fenton et al., Nutr J, 2011; Mclean et al., J Nutr, 2011; Mangano et al., J Bone Miner Res, 2014; Jia et al., Osteoporos Int, 2015; de Jonge et al., Osteoporos Int, 2017

Dietary acid load and bone

Annual change (%) of radius total vBMD according to PRAL

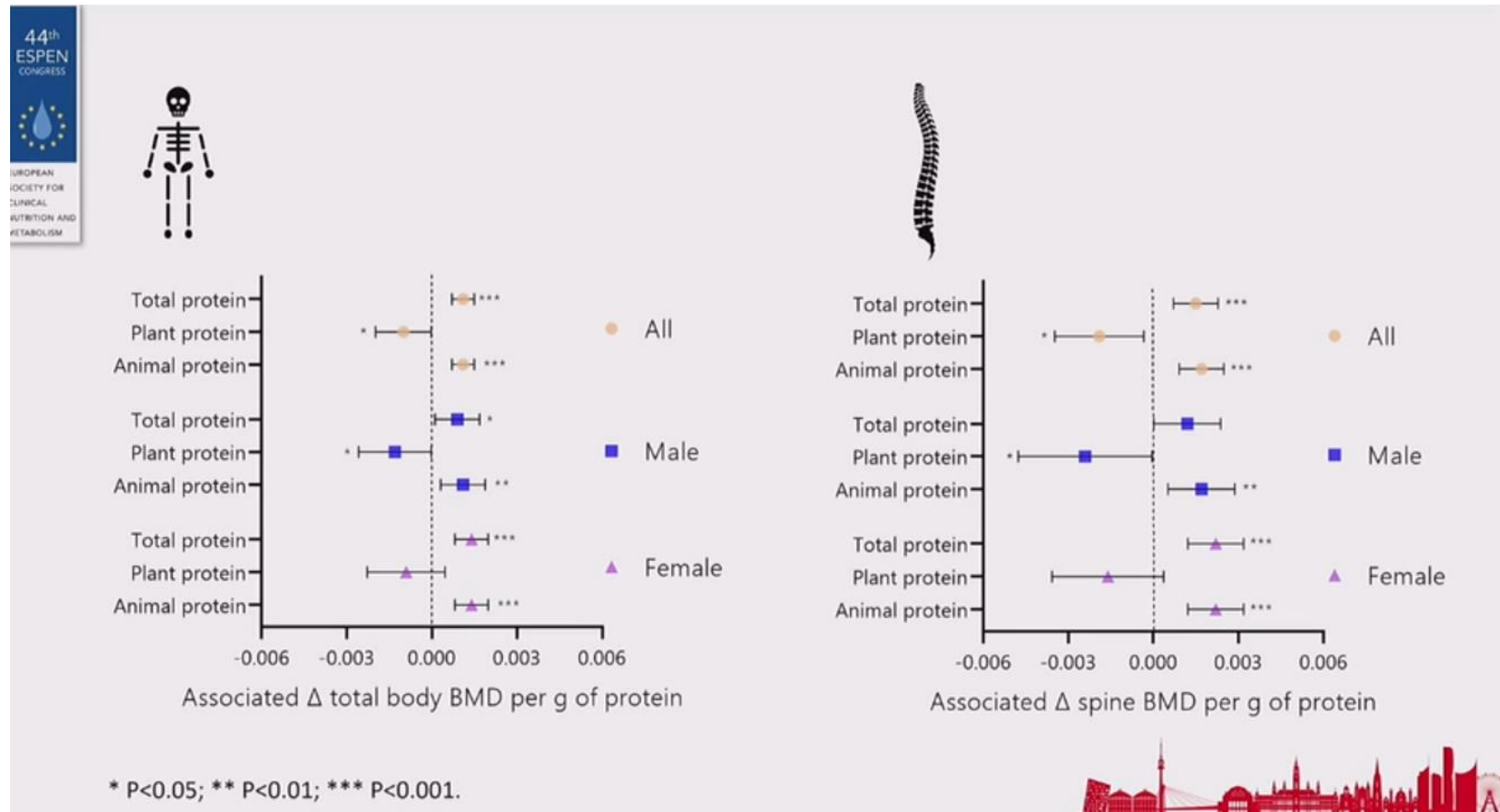


A series of meta-analyses by Fenton et al. concluded that there was insufficient evidence to suggest that DAL contributes to changes in calcium balance or bone health status

A recent meta-analyses showed that increasing DAL was not associated with risk of fractures

Protéines d'origine animale ou végétale

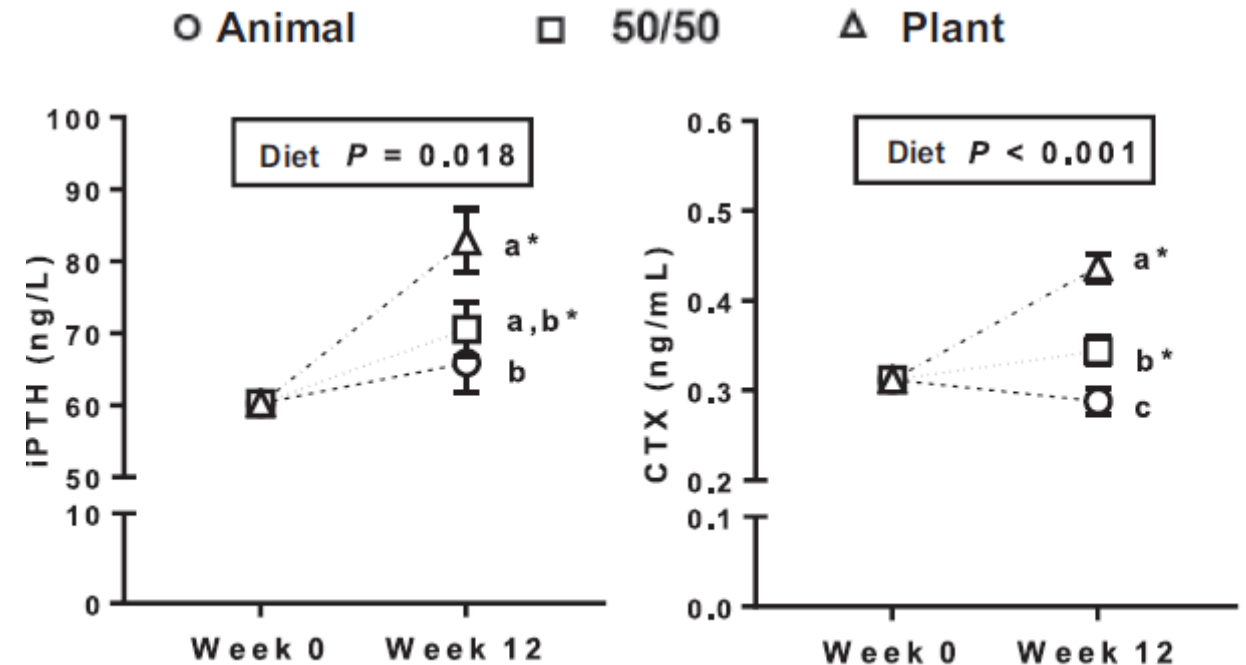
- 1570 participants → (pre-)frail, undernourished or healthy older adults (aged ≥ 65 y)



Protéines d'origine animale ou végétale



- 12-week RCT in healthy individuals, 107 women and 29 men (20-69 years old; BMI 24.8 ± 3.9 kg/m²)
- Randomly assigned to consume 1 of 3 diets designed to provide 17% of total energy intake in protein:
 - “animal” (70% animal protein, 30% plant protein of total protein intake)
 - “50/50” (50% animal, 50% plant)
 - “plant” (30% animal, 70% plant) diets.



Adapted from E. Biver

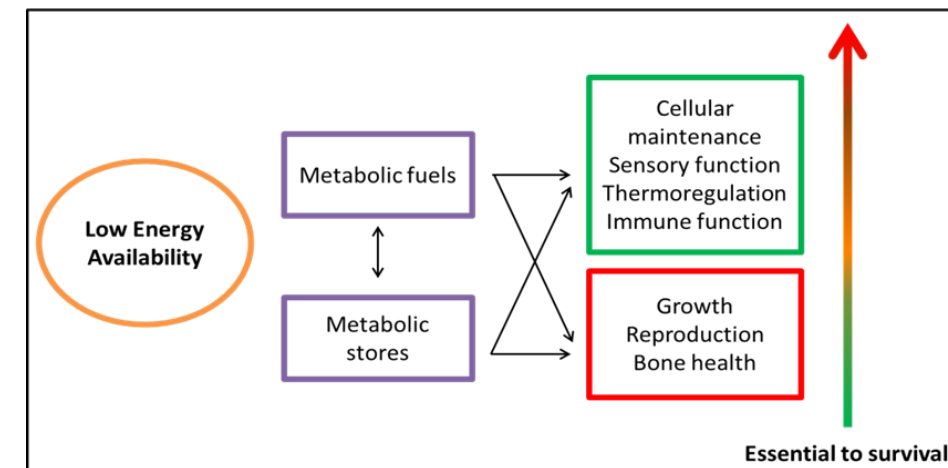
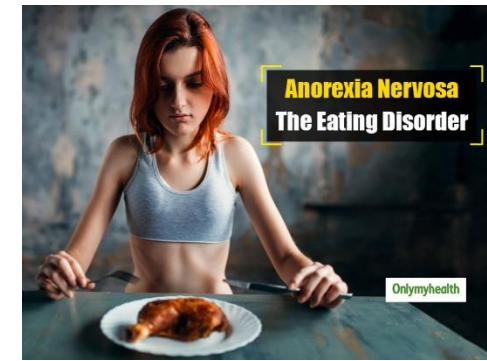
Un régime suffisant en énergie...et santé osseuse

Bone is compromised in response to energy deficiency:

- ▶ Relative energy deficiency in sports (REDS)
- ▶ Anorexia nervosa/ disordered eating
- ▶ Effects of caloric restrictions/ weight loss
- ▶ Being underweight and/or malnourished

Ensure a diet sufficient in energy according to:

- age
- sex
- size
- levels of physical activity
- physiological/pathophysiological status



Pyramide alimentaire suisse

Une alimentation équilibrée est une composante d'un mode de vie promoteur de santé. Elle influence le bien-être physique et mental et aide à prévenir les maladies.

La pyramide alimentaire suisse

Sucreries, snacks salés & alcool

En petites quantités.

Huiles, matières grasses & fruits à coque

Chaque jour une petite quantité d'huile et fruits à coque. Beurre/margarine avec modération.

Produits laitiers, viande, poisson, œufs & tofu

Chaque jour 3 portions de produits laitiers et 1 portion de viande/poisson/œufs/tofu ...

Produits céréaliers, pommes de terre & légumineuses

Chaque jour 3 portions. Produits céréaliers de préférence complets.

Légumes & fruits

Chaque jour 5 portions de couleurs variées.

Boissons

Chaque jour 1-2 litres de boissons non sucrées. Préférer l'eau.



Adhésion aux recommandations alimentaires et risque de fracture

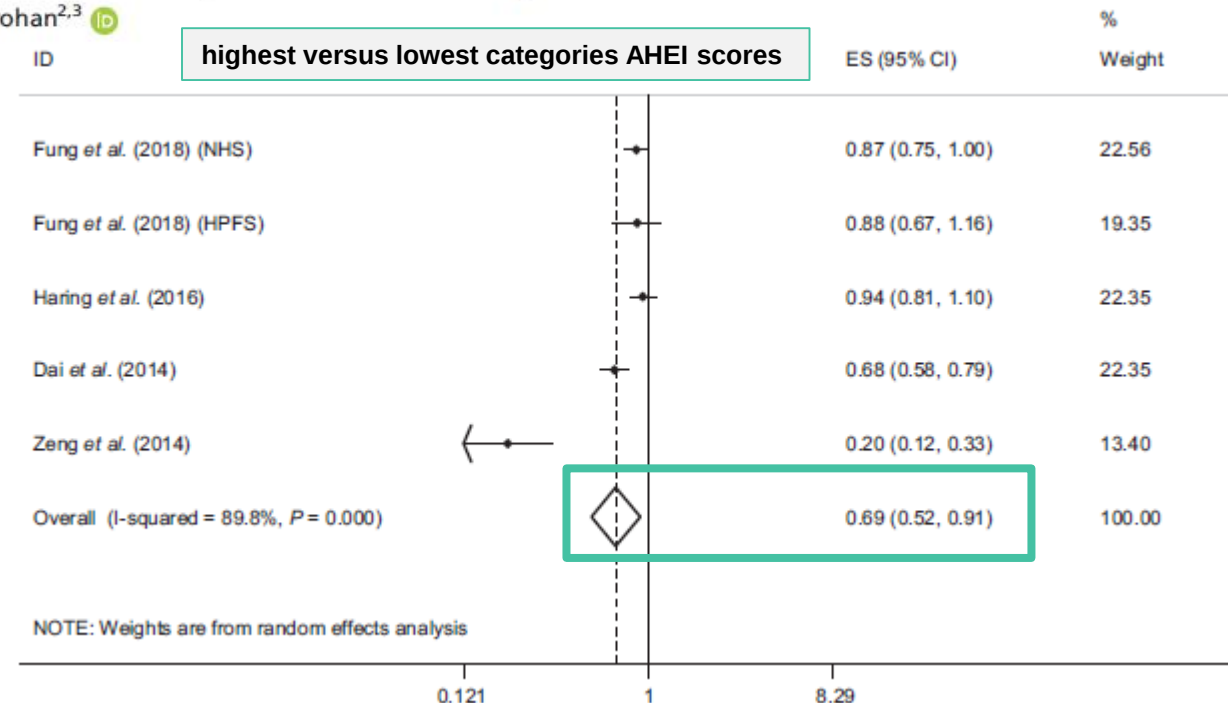


- 4 studies (2 of the studies were conducted in the USA, one in China and one in Singapore).
- 265,771 participants
- 6938 cases of incident hip fracture

OLDER ADULTS

Alternative healthy eating index and risk of hip fracture: a systematic review and dose-response meta-analysis

B. Panahande,¹ A. Sadeghi^{2,3} & M. Parohan^{2,3} 



Le régime méditerranéen



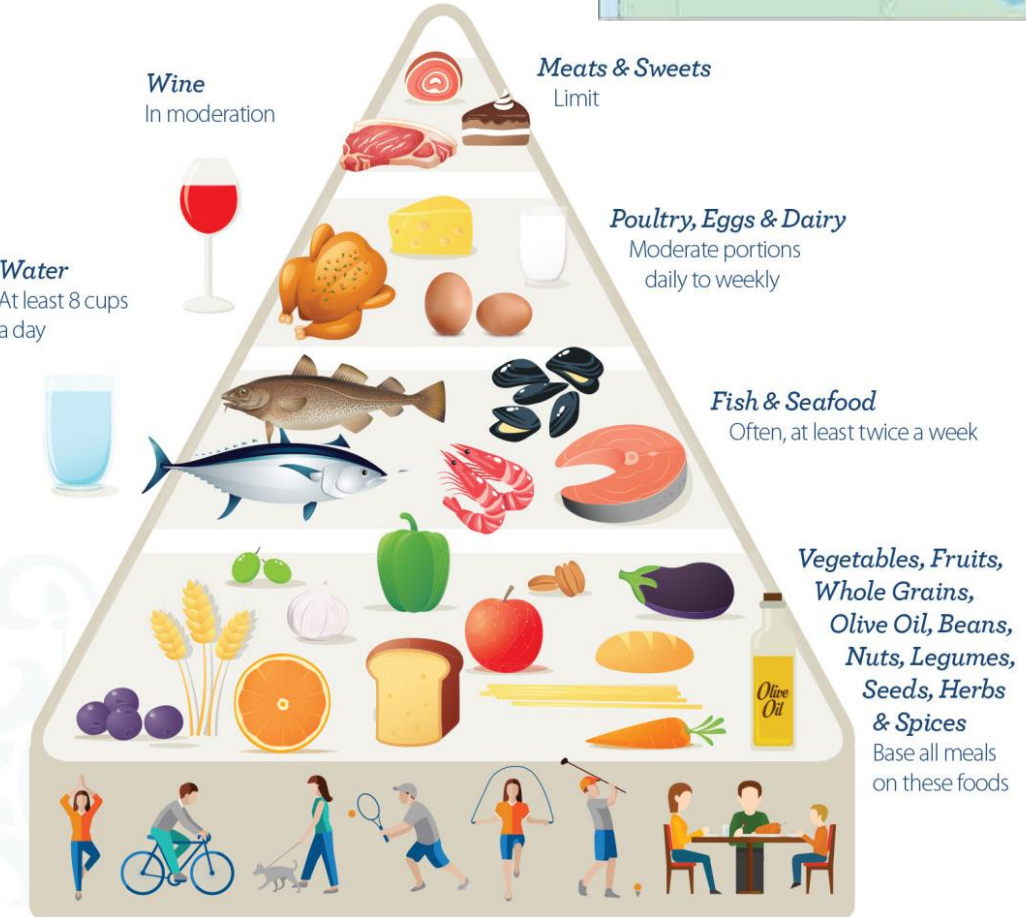
CNN health Food Fitness Wellness Parenting Vital Signs

Mediterranean diet named best diet for 2021

By Sandee LaMotte, CNN



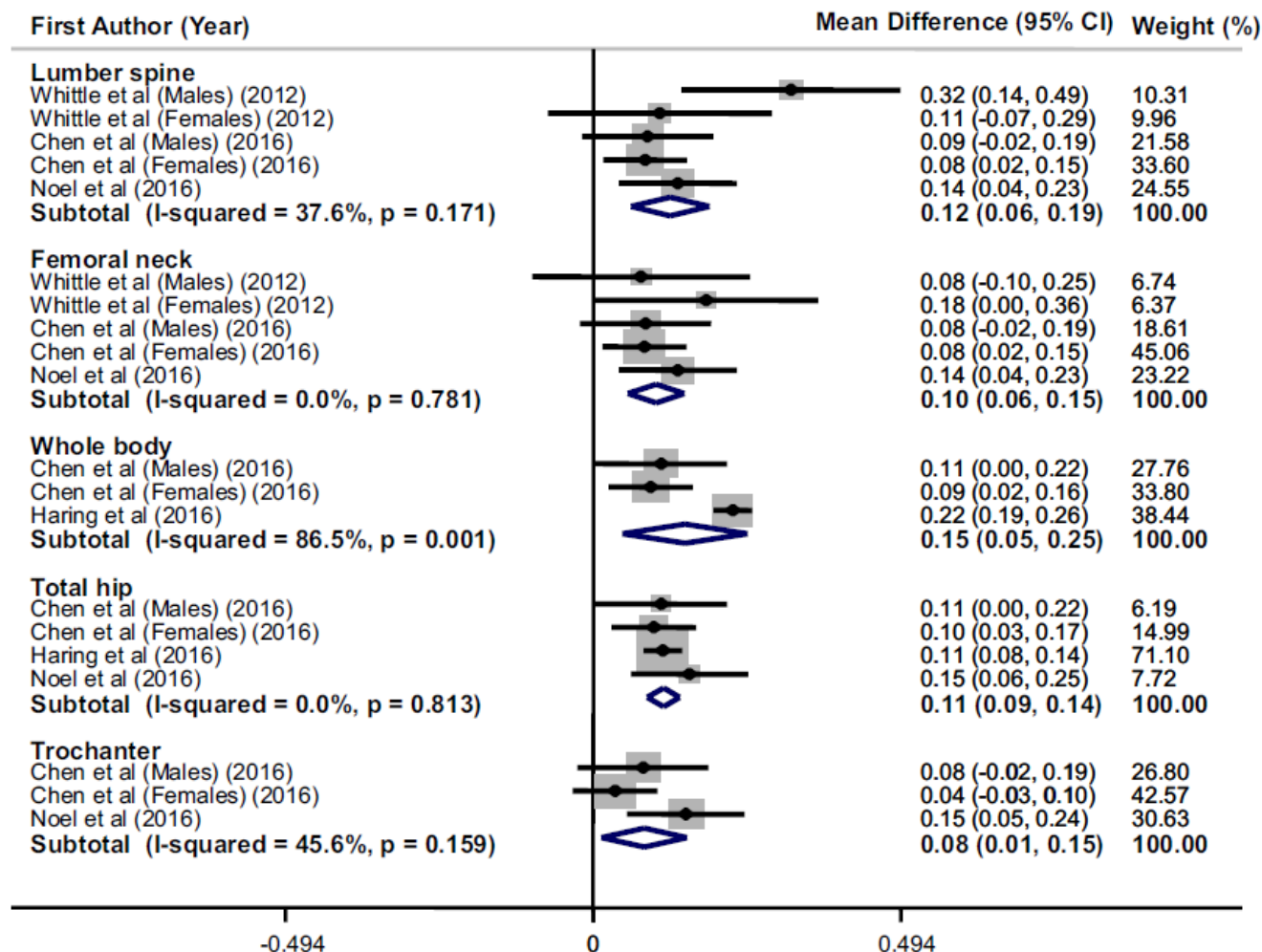
How to eat to live to 100 01:28



Savor meals with loved ones and be active every day.

<https://edition.cnn.com/2021/01/05/health/mediterranean-diet-2021-best-diet-wellness/index.htm>

Le régime méditerranéen et DMO



- ✓ Four observational studies
- ✓ 11, 687 individuals

Fig. 4 Forest plot of mean differences in bone mineral density (BMD) in five different sites, comparing highest and lowest adherence to Mediterranean diet

Régime méditerranéen et risque de fracture de la hanche

- ✓ Three observational studies
- ✓ 351,625 individuals
- ✓ 6253 cases of incident hip fracture.

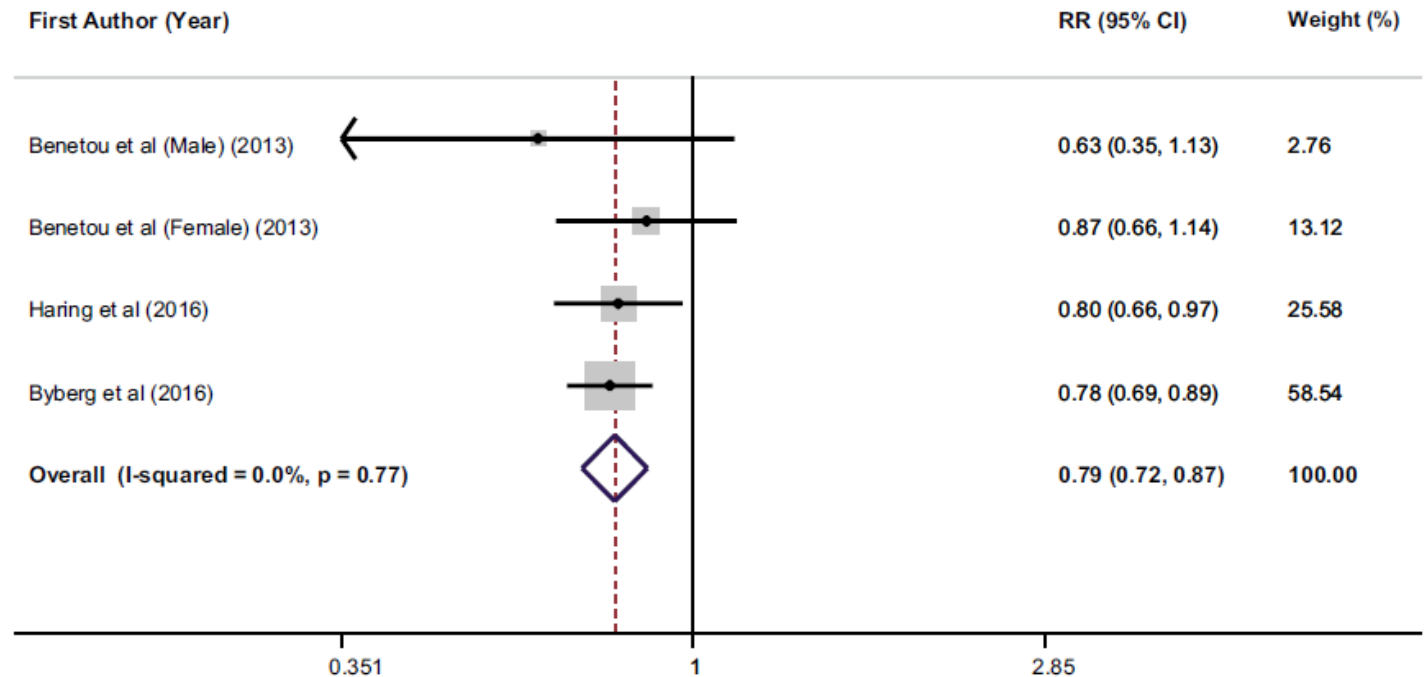


Fig. 2 Forest plot of the association between adherence to Mediterranean diet and risk of hip fracture

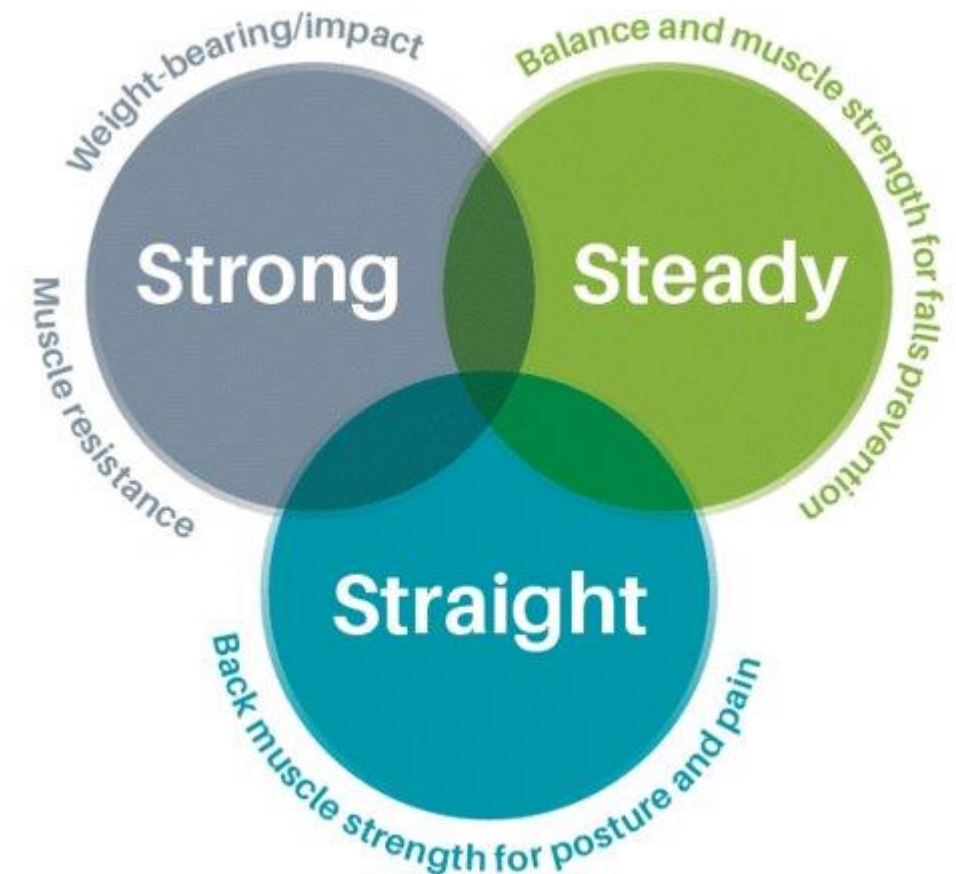
Activité physique et santé osseuse

Recommandations de l'OMS : **pratiquer ≥ 150 minutes d'activité physique** d'intensité modérée chaque semaine.

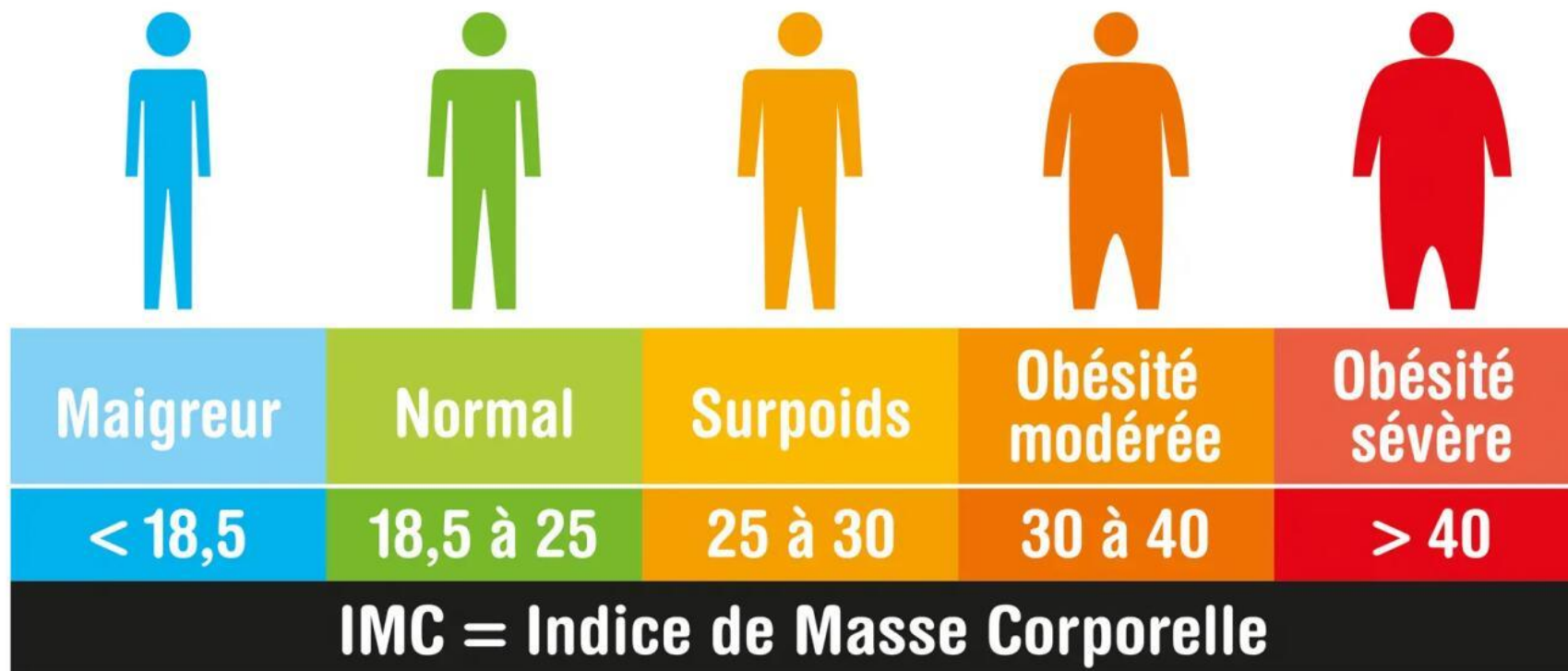
L'activité physique est importante pour la masse osseuse à toutes les périodes de la vie :

-chez les enfants et les adolescents: la participation régulière aux activités physiques peut maximiser leur masse osseuse maximale et avoir des effets positifs sur la structure osseuse au milieu de vie adulte

-chez les personnes âgées: les personnes actives sont plus susceptibles d'avoir une perte atténuée de DMO, de conserver une meilleure fonction musculaire.



Maintenir un poids sain



$$\text{IMC} = \frac{\text{poids (en kg)}}{\text{taille} \times \text{taille (en m)}}$$

Sous-poids mais aussi obésité ont des effets défavorables sur la santé musculo-squelettique

Parameters	Underweight	Obesity
Bone mineral density (BMD)	↓	↑
Bone microarchitecture	↓	↑ ↑ absolute values of bone densities, cortical and trabecular architecture, and strength indices not in proportion to the excess of BMI and fat mass
Bone strength	↓	↑ (not in proportion to the excess of BMI and fat mass)
Fracture profile	↑ MOF	↓ hip, pelvis, wrist or forearm ↑ ankle, lower leg Fracture history: 11-36%
Falls	↑	↑ (insufficient evidence of an association with fall-related injuries or fractures)
Muscle mass	↓	↑ or ↓ (sarcopenic obesity)
Physical function	↓	↓

Evans, J Bone Min Res, 2015; Cawsey et al., Osteoporos Int, 2012; Sonray-Rendu et al., J Bone Min Res, 2013; Prieto-Alhambra et al., 2012, Compston et al., Am J Med, 2011, Johansson et al. JBMR, 2014; Lalmohamed et al., BMJ, 2012; Neri et al., Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2020; Mitchell et al., Aust N Z J Public Health, 2014; Batsis & Villareal, 2018; Hergenroeder, et al, Cardiopulm Phys Ther J, 2011

Alcool et tabagisme



Effets

- La consommation excessive d'alcool ↑ le risque d'ostéoporose.
- Les effets d'une consommation faible à modérée sont moins clairs → certaines études suggèrent ↓ le risque d'ostéoporose chez les personnes avec une consommation modérée.

Mécanismes

- effets directs de l'alcool sur les cellules osseuses
- interférence avec l'absorption du Ca et la production de vitamine D
- peut provoquer des déficiences hormonales
- augmente le risque de chute



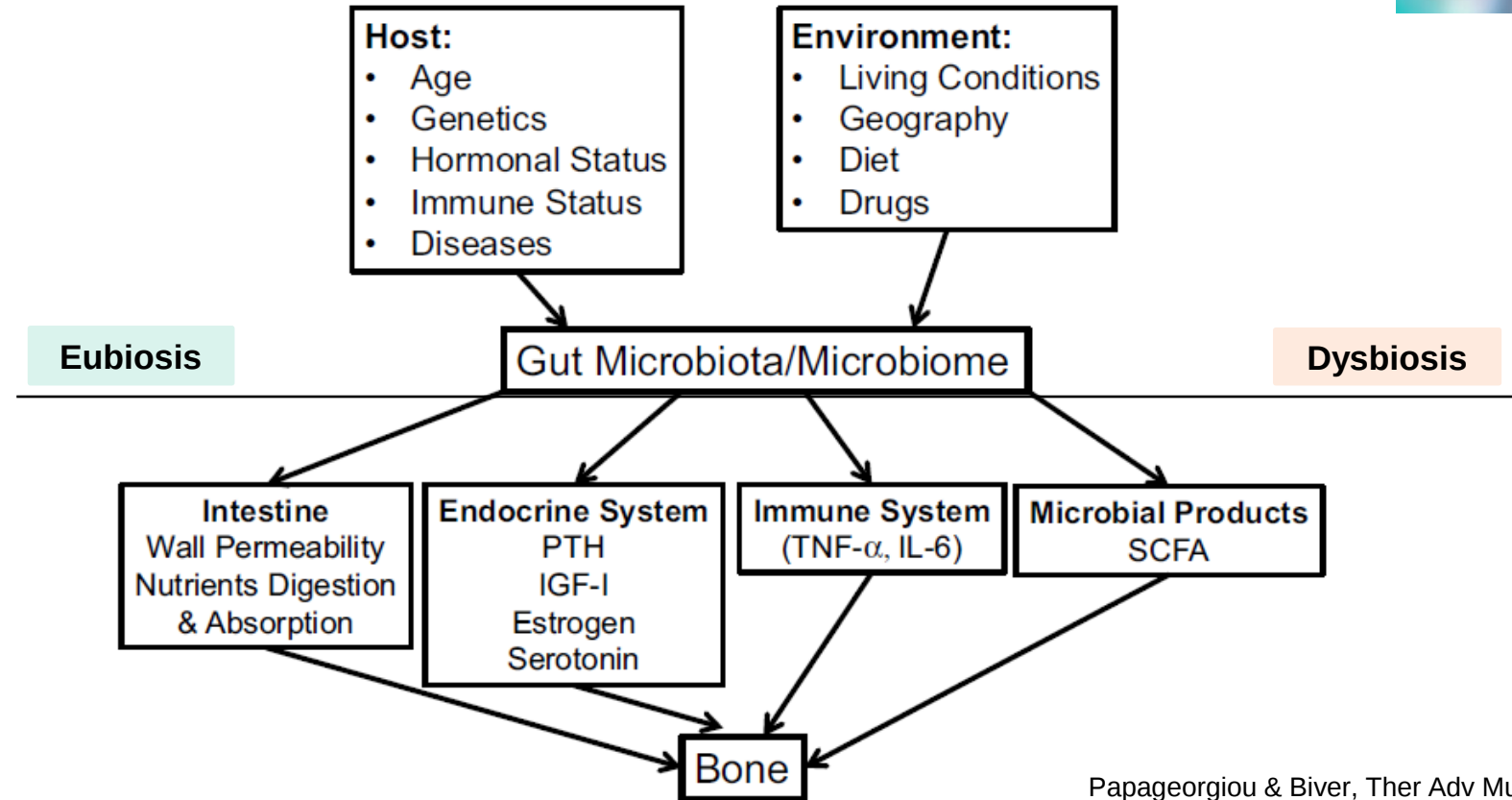
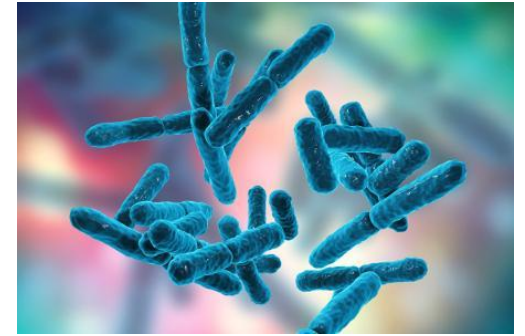
Effets

- Le tabagisme est associé à une ↓ de DMO et à une ↑ du risque de fracture.
- Peut être lié à d'autres pratiques malsaines.

Mécanismes

- effets directs de la cigarette sur les cellules osseuses
- altération du métabolisme des hormones calciotropes et de l'absorption intestinale du Ca
- dérèglement du métabolisme des hormones sexuelles et corticosurrénales

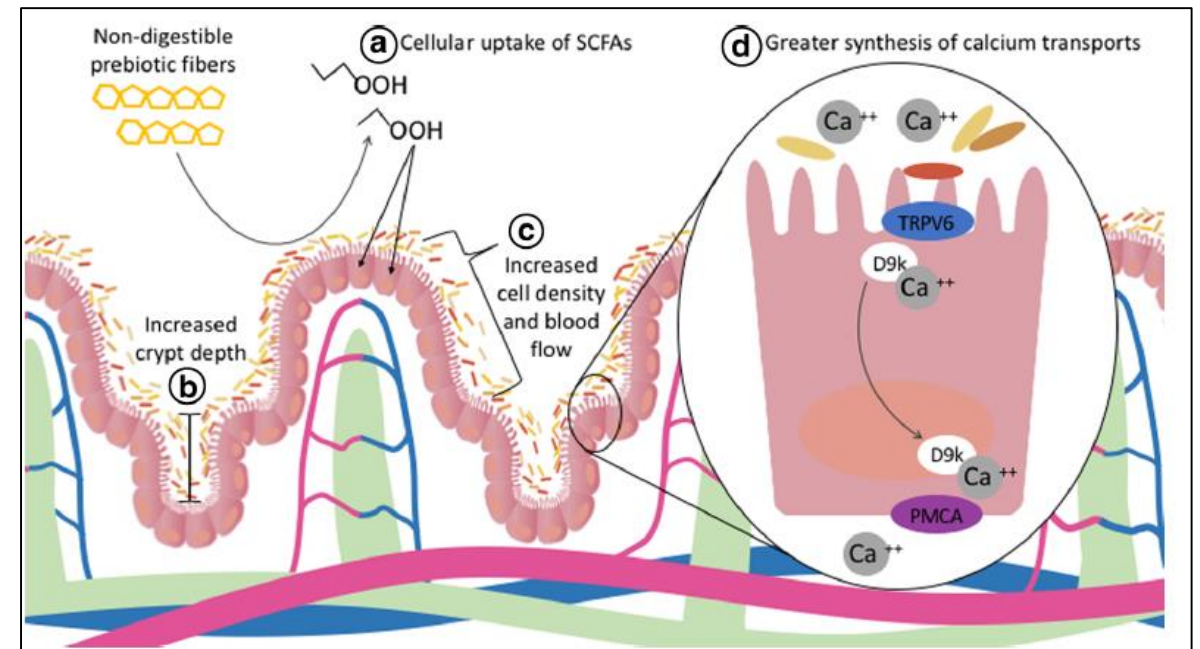
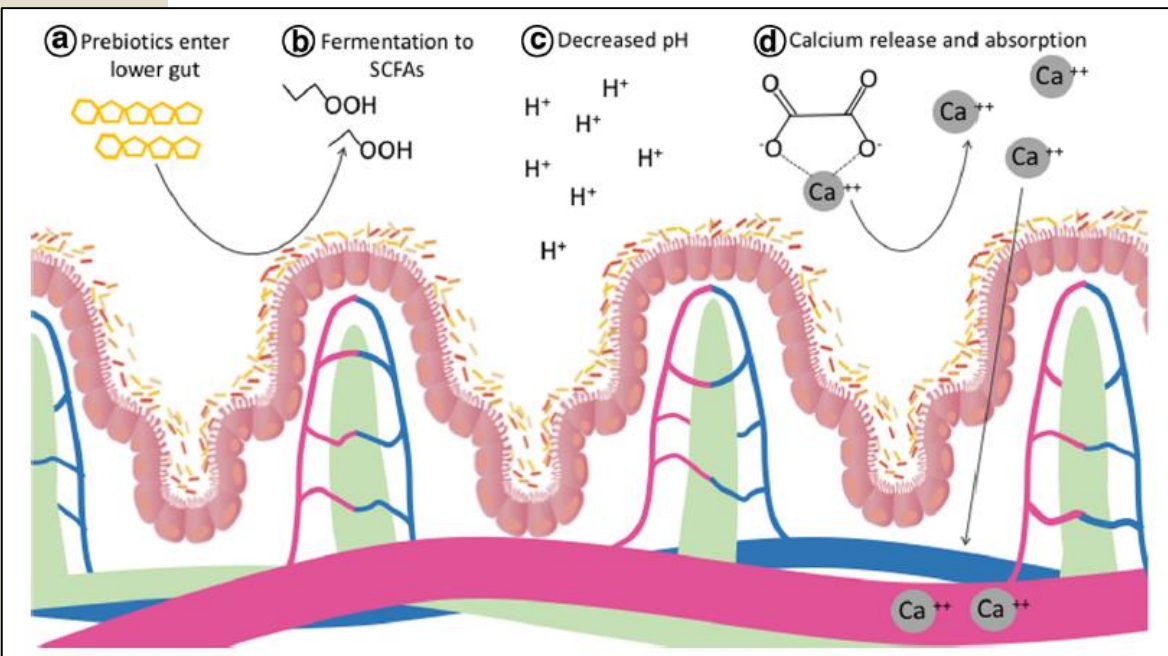
Microbiote et os



Papageorgiou & Biver, Ther Adv Musculoskel Dis, 2021
Rizolli, Biver & Brennan-Speranza, Lancet Diabetes Endocrinol, 2021
Quach & Britton, Adv Exp Med Biol. 2017
Rizolli et al., Aging Clinical and Experimental Research, 2019
Zaiss et al., J Clin Invest, 2019
Behera et al., Bone, 2020
Hansen & Frost Semin Cell Dev Biol. 2022

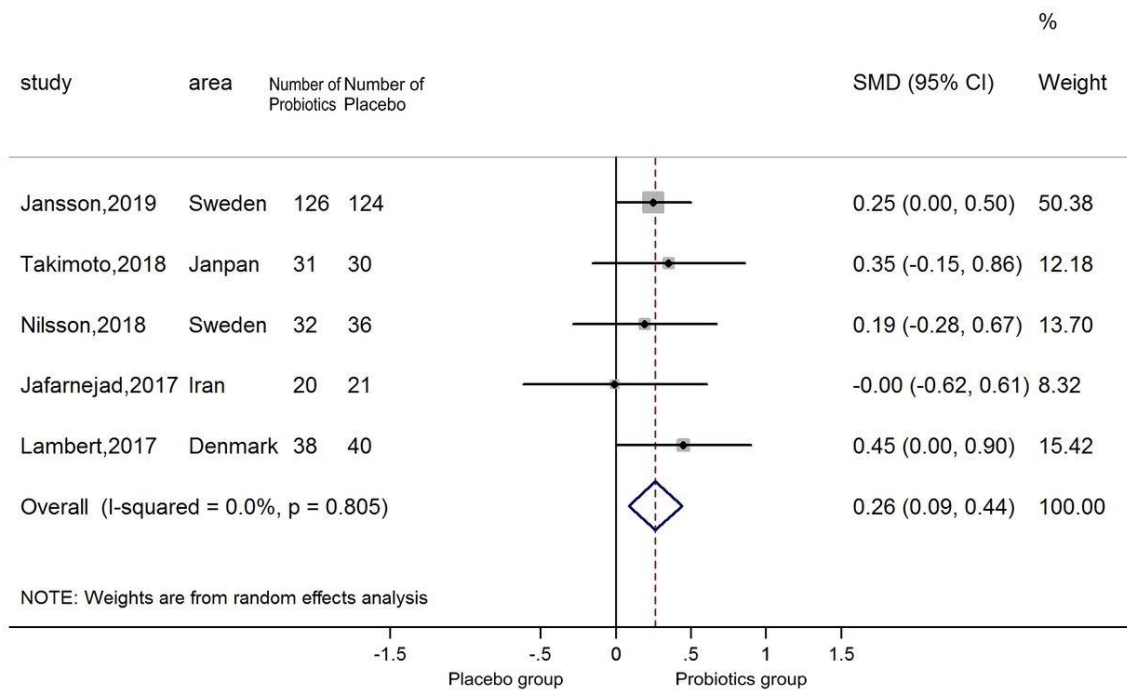
Exemple: Les effets des fibres prébiotiques sur l'absorption du calcium

Les prébiotiques sont des composés alimentaires non digestibles qui stimulent de façon sélective la croissance et/ou l'activité de certaines bactéries intestinales améliorant ainsi la santé de l'hôte. Ils sont le substrat des probiotiques.

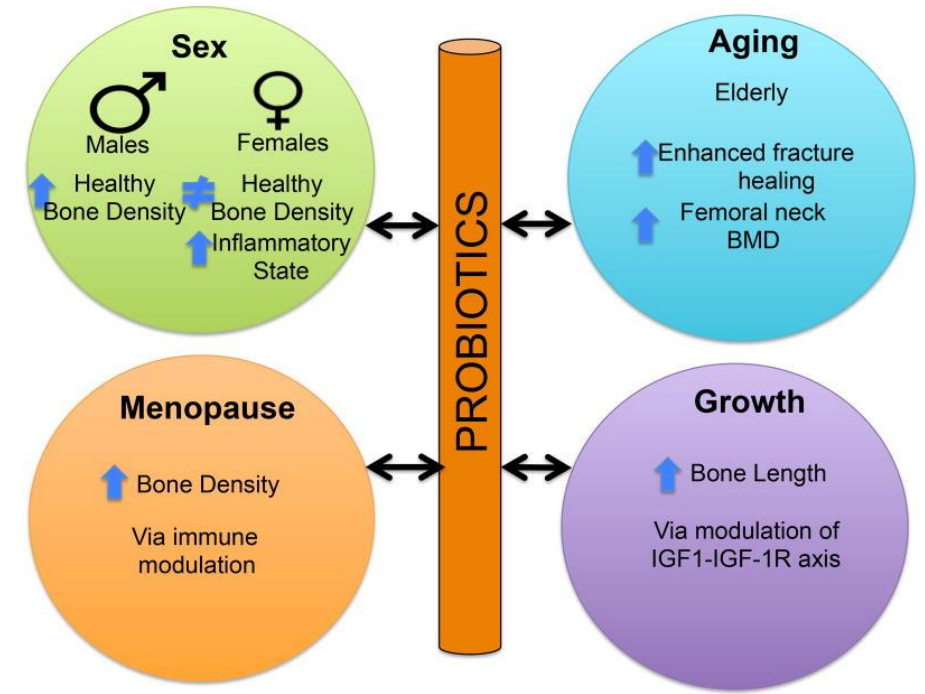


Exemple: Effets osseux des probiotiques auprès de différentes populations

Les probiotiques sont des micro-organismes vivants qui, apportés en concentration suffisante, vont exercer un effet bénéfique sur la santé de l'hôte.



“We conclude cautiously that supplementation with probiotics could increase lumbar BMD. More RCTs are recommended to validate or update these results”



Take home messages → la prévention de l'ostéoporose

- Assurez des apports suffisants en **énergie**, **calcium** (~1000 mg/j), en **vitamine D** et en **protéines** ($\geq 0,8$ g/kg/jour) à tous les stades de la vie.
- Une part importante de l'apport en protéines et en calcium peut être fournie par **~3 portions de produits** laitiers par jour.
- Encouragez **une alimentation selon les recommandations nationales** ou des régimes alimentaires sains (par exemple, le régime méditerranéen).
 - Évitez les régimes qui excluent des groupes d'aliments entiers
- Faites de **l'exercice physique**
- Une alimentation saine et l'activité physique peuvent contribuer à un **poids corporel sain**
 - Évitez le sous-poids et l'obésité
- Évitez **la consommation excessive d'alcool et le tabagisme**
- Liens émergents entre le microbiote et l'os - manipulations potentielles pour promouvoir une bonne santé osseuse

