

Nutrition de l'enfant

■ L'alimentation du nourrisson et du petit enfant ■



Le calcium

Ses propriétés connues et moins connues

Le calcium est un minéral important en physiologie humaine. En dehors du métabolisme osseux, ce cation est impliqué dans de nombreuses fonctions : couplage excitation-contraction musculaire, automatisme cardiaque, transmission nerveuse, sécrétions hormonales, croissance et division cellulaire, intégrité des membranes cellulaires, certaines réactions enzymatiques calcium-dépendantes, notamment celles impliquées dans la coagulation sanguine...

N° 8 - OCTOBRE 2013 SOMMAIRE

Avec la collaboration du
Dr Camille Jung (gastropédiatre,
CHI de Créteil)

- **Le calcium :**
ses propriétés connues
et moins connues p. 1
- **Vitamine D :**
que dit l'ESPGHAN ? p. 2
- **Tour d'horizon**
des vitamines du groupe B :
un rôle métabolique majeur p. 3
- **Actualité biblio :**
Peut-on intervenir sur le QI
futur des enfants ? p. 3

99 % : DANS LES OS ET LES DENTS

99 % du calcium de l'organisme est stocké aux niveaux osseux et dentaire, couplé au phosphore sous forme de cristaux d'hydroxyapatite. Le stock calcique du squelette est d'environ 22-28 g chez le nouveau-né et 800-1 300 g chez l'adulte. La partie minérale de l'os assure sa solidité. Elle interagit avec une matrice constituée notamment de collagène, d'ostéoblastes (assurant la calcification de l'os) et d'ostéoclastes (assurant la résorption osseuse).

Le phosphore joue aussi un rôle essentiel dans ce tissu en perpétuel renouvellement, le rapport Ca/P étant constant et proche de 2,1.

1 % : UN RÔLE MÉTABOLIQUE MAJEUR

Le reste du calcium est circulant ou intracellulaire. Bien qu'en faible proportion (1 %), il a un rôle multiple : conduction nerveuse, excitabilité neuro-musculaire, perméabilité cellulaire, coagulation sanguine, régulation hormonale, etc.

Le calcium circulant est soit lié aux protéines sériques

(albumine), soit libre sous forme ionisée (forme physiologiquement active), soit, pour une faible part, non ionisé et chélaté avec des phosphates, sulfates et citrates.

En dehors de pathologies, le calcium ionisé sanguin ne varie pas de plus de 5 %. Sa concentration est étroitement régulée par la vitamine D et la parathormone. Au niveau intracellulaire, sa concentration est faible, mais importante pour le fonctionnement cellulaire. On le trouve essentiellement au niveau des membranes, des réticulums sarco- et endoplasmiques, et des mitochondries.

DES BESOINS IMPORTANTES EN PÉRIODE DE CROISSANCE

Chez le nourrisson et l'enfant en bas âge, mais aussi plus

tard chez l'enfant et l'adolescent, le calcium et le phosphore absorbés par l'intestin doivent couvrir les pertes endogènes quotidiennes (féces, urines, sueur), et permettre leur dépôt sur l'os nouvellement formé.

Ainsi, lors de la croissance, les capacités d'absorption intestinale du calcium sont importantes, notamment lors de la 1^{re} année de vie et de l'adolescence, alors qu'elles sont faibles chez l'adulte. Ce mécanisme est étroitement lié à la synthèse de vitamine D 1,25(OH)₂D₃. Parallèlement, la réabsorption tubulaire des phosphates est stimulée par l'IgF1, induite par l'hormone de croissance.

Une alimentation comportant des apports calciques adéquats est

Tableau 1 - Apports nutritionnels conseillés en calcium (3).

Tranches d'âge	Apports nutritionnels conseillés
Nourrisson 0-6 mois	400 mg/j
Nourrisson 6-12 mois	500 mg/j
Enfant 1-3 ans	500 mg/j
Enfant 4-6 ans	700 mg/j
Enfant 7-9 ans	900 mg/j
Adolescent 10-14 ans	1 200 mg/j
Adolescent 15-18 ans	1 200 mg/j
Adulte > 18 ans	900 mg/j

Document destiné aux professionnels de santé

ÉDITIONS
EXPRESSIONS SANTÉ
En partenariat avec le SFAE
(Secteur des Aliments de l'Enfance)

essentielle à tout âge, spécialement chez le nourrisson (besoins 10 fois supérieurs à ceux de l'adulte par kg de poids), **puis l'enfant en bas âge**, en pleine croissance, et même plus tard jusqu'à l'adolescence (besoins 2 à 4 fois ceux de l'adulte/kg de poids), pour permettre une minéralisation maximale de l'os jusqu'à 20 ans, et maintenir le plus longtemps le capital osseux.

Les apports conseillés en Ca sont détaillés dans le [tableau 1](#).

APPORTS LACTÉS : ESSENTIELS CHEZ LE NOURRISSON ET L'ENFANT EN BAS ÂGE
Les apports en calcium reposent exclusivement sur les apports lactés avant la diversification alimentaire, et en grande partie sur le lait et les produits laitiers après la diversification.

Les aliments riches en

calcium peuvent compléter cet apport (épinard, oignon, chou, cresson, brocoli, basilic, persil, lentilles, pois chiches, fruits secs, cacao, jaune d'œuf, anchois, sardine, sole, dorade, crevette...).

Chez le nourrisson allaité, les apports ont été évalués à environ 240-300 mg/j. Soit une concentration en calcium dans le lait maternel d'environ 32 mg/100 ml, avec une absorption estimée à 75 %.

Concernant les laits infantiles, son absorption peut être moins efficace que pour le lait maternel. La concentration a été réglementairement fixée entre 50 et 140 mg/100 kcal, soit 32,5 à 91 mg/100 ml (calculé sur la base de 65 kcal/100 ml).

UN RAPPORT CALCIUM/PHOSPHORE À RESPECTER

Dans l'os, calcium et phosphore sont présents (hydroxyapatite), avec un rapport

Ca/P environ égal à 2.

Cet équilibre phosphocalcique est important, en particulier pour la santé osseuse. Les apports recommandés en phosphore lors des six premiers mois de vie sont calqués sur les apports du lait maternel, qui possède un rapport Ca/P d'environ 1,7, ce qui semble optimal pour l'absorption digestive du calcium. Après la diversification alimentaire, le rapport Ca/P doit être proche de 2.

Les laits infantiles et aliments lactés infantiles permettent **un apport journalier équilibré respectant le rapport Ca/P** recommandé chez les nourrissons et les enfants en bas âge.

Pour les laits infantiles, la réglementation impose ainsi un apport en phosphore compris entre 25 et 90 mg/100 kcal, soit 16 à 58 mg/100 ml (calculé sur la base de 65 kcal/100 ml), avec un rapport Ca/P compris entre 1 et 2.

Cet apport est complété par les aliments de diversification. Le phosphore est présent dans quasiment tous les aliments (surtout : fromages, légumes et fruits secs, chocolat, riz et pâtes, viandes, poissons et œuf..., mais fruits et légumes en sont plus pauvres).

D'où l'importance d'un régime de diversification varié pour ne pas avoir d'excès en phosphore.

POUR EN SAVOIR PLUS

1. Yamada. Textbook of Gastroenterology. 3^e édition. Lippincott, 1999.
2. Baker SB et al. The essentials of calcium, magnesium and phosphate metabolism. Part I : Physiology. Basic sciences review. Crit Care Resusc 2002 ; 4 : 301-6.
3. Martin A. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Collection TEC & DOC, 3^e édition, 2001.
4. Arrêté du 11 avril 2008 relatif aux préparations pour nourrissons et aux préparations de suite et modifiant l'arrêté du 20 septembre 2000 relatif aux aliments diététiques destinés à des fins médicales spéciales. Version consolidée du 8 mai 2010.

Vitamine D : que dit l'ESPGHAN ?

Récemment, l'ESPGHAN (*European Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology And Nutrition*) a publié des recommandations sur la supplémentation en vitamine D pour la population pédiatrique européenne. Elles diffèrent quelque peu des récentes recommandations françaises.

Les auteurs rappellent les sources nutritionnelles de vitamine D : les laits infantiles, les poissons gras, les œufs, et de nombreux produits enrichis en vitamine D (produits laitiers, margarine, céréales, jus de fruits).

Il existe des recommandations de supplémentation orale dans presque tous les pays européens, mais le niveau recommandé chez le nourrisson et l'enfant, puis l'adolescent, diffère d'un pays à l'autre. Dans tous les cas, les besoins de vitamine D vont dépendre de l'exposition solaire, variable en fonction de la latitude, des

habitudes de vie, etc.

En se basant sur les différents niveaux de supplémentation en Europe et les chiffres de prévalence de la carence en vitamine D dans ces pays, **l'ESPGHAN recommande une supplémentation de 400 UI/j pour tous les nourrissons jusqu'à 12 mois**. Au-delà, chez l'enfant et l'adolescent, elle ne se prononce pas sur une supplémentation généralisée, les besoins dépendant des conditions locales et les bénéfices d'une supplémentation en l'absence de carence n'étant pas établis. Les doses maximales de sécurité

proposées : 1 000 UI/j de 0 à 12 mois, 2 000 UI/j de 1 à 10 ans et 4 000 UI/j de 11 à 17 ans.

Cette recommandation pour les nourrissons et jeunes enfants est bien inférieure à celle du Comité de nutrition de la Société Française de Pédiatrie (voir *Nutrition de l'Enfant* n° 5, oct. 2012) qui propose :

- jusqu'à 18 mois, 1 000-1 200 UI/j chez le nourrisson allaité ou nourri au lait de vache, et 600-800 UI/j chez le nourrisson buvant un lait infantile enrichi en vitamine D ;
- de 18 mois à 5 ans, et à l'adolescence (10-18 ans), 2 doses

de 80 000-100 000 UI pendant le semestre hivernal (en novembre et en février).

Pour rappel, la réglementation française impose une teneur en vitamine D de 40 à 100 UI/100 kcal (26-65 UI/100 ml) pour les préparations pour nourrissons et 40 à 120 UI/100 kcal (26-78 UI/100 ml) pour les préparations de suite.

POUR EN SAVOIR PLUS

Braegger C et al, for the ESPGHAN Committee on Nutrition. Vitamin D in the healthy paediatric population: a position paper by the ESPGHAN Committee on Nutrition. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2013, Mar 6, Epub ahead of print.

Tour d'horizon des vitamines du groupe B

Un rôle métabolique majeur

Ces vitamines hydrosolubles, impliquées pour la plupart dans le métabolisme énergétique, sont essentielles pour le fonctionnement de notre organisme. En dehors de certaines pathologies ou situations particulières, les carences sont rares. Cependant, en dehors de la vitamine B12, notre organisme n'en assure que peu le stockage. Elles doivent donc être apportées régulièrement par l'alimentation. Les laits infantiles apportent toutes les vitamines du groupe B, dans des quantités réglementées (1) (Tab. 1).

LA VITAMINE B1

Elle est impliquée dans le métabolisme aéro- et anaérobie des sucres, et joue un rôle dans la fonction des membranes excitables et la génération des potentiels transmembranaires au niveau des axones. Il n'existe pas de forme de stockage. Elle doit donc être fournie par l'alimentation.

Elle est présente dans : les laits infantiles, le lait, les céréales (riz, blé), le soja, mais aussi les viandes, œufs, poissons. **En cas de carence,** les répercussions sont surtout neuropsychiatriques, les nerfs et le cerveau ayant un métabolisme presque exclusivement

gluco-dépendant. On ne connaît pas d'hypervitaminose B1, tout excès d'apport étant éliminé dans les urines.

LA VITAMINE B2

C'est le précurseur de la flavine adénine dinucléotide et la flavine mononucléotide, coenzymes participant à de nombreuses réactions d'oxydoréduction. Elles jouent un rôle dans le métabolisme des acides gras, de certains acides aminés, le cycle de Krebs et les réactions de la chaîne respiratoire.

Les apports se font essentiellement par la consommation de produits laitiers - dont les laits infantiles - puis, après

la diversification, de viande, de poisson, d'œufs et, dans une moindre part, de fruits, légumes, céréales... La riboflavine étant largement répandue dans la nature, **sa carence est exceptionnelle**, mais elle peut survenir en cas d'apports nutritionnels très insuffisants et se manifeste par des signes cutanéomuqueux (dermite, chéilite, stomatite) et oculaires. Il n'existe pas de mécanisme connu d'hypervitaminose B2.

LA VITAMINE B3 (PP)

Ce n'est pas une vitamine stricto sensu, car elle peut être synthétisée à partir du tryptophane (apporté par

le lait et les protéines animales), mais elle est **très peu stockée**. Elle intervient dans le métabolisme du glucose et la production d'ATP via deux coenzymes (nicotinamide adénine dinucléotide, NAD, et nicotinamide adénine dinucléotide phosphate, NADP), la régulation des taux de lipides, la synthèse de la kératine, de l'hémoglobine, de neurotransmetteurs...

Elle est apportée essentiellement par : la viande, les céréales, le cacao.

Sa carence peut être une des causes de pellagre (atteinte cutanée, digestive, voire démente).

■ ACTUALITÉ BIBLIO

PEUT-ON INTERVENIR SUR LE QI FUTUR DES ENFANTS ?

Peut-on agir sur le QI par des interventions précoces lors du développement de l'enfant ? Ce sujet fait encore débat... Pour tenter de répondre à cette question, des auteurs de l'Université de New York ont analysé les résultats des études contrôlées randomisées issues de la Database Of Raising Intelligence (DORI).

Ils ont retenu les études évaluant l'impact de la supplémentation alimentaire et de différentes actions d'éducation précoce des bébés et enfants en bas âge, dans une population en bonne santé. Ces études, portant sur un total de 37 773 enfants de 0 à 5 ans, utilisent pour la plupart le test d'intelligence de Fagan, valide pour prédire les facultés cognitives à long terme.

Concernant l'impact de la supplémentation :

- Les résultats les plus probants concernent la supplémentation en **acides gras polyinsaturés à longue chaîne** (AGPI-LC) oméga-3 (acide eicosapentaénoïque, EPA, et acide docosahexaénoïque, DHA) chez les femmes enceintes ou allaitantes et chez les nourrissons, évaluée par 12 études.

La supplémentation des mères tout comme l'utilisation de laits infantiles contenant 0,2 à 0,5 % d'AGPI-LC n-3 augmentent le QI de plus de 3,5 points lors de l'enfance.

L'ajout d'acide arachidonique (AGPI-LC n-6) ne semble pas

augmenter ce résultat.

Les auteurs rappellent le rôle des AGPI-LC dans le développement du système nerveux central, et les bénéfices de ces acides gras essentiels observés chez les enfants ayant un trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité (TDAH), ou encore la mise en évidence d'une activation du cortex préfrontal gauche chez des enfants supplémentés en AGPI-LC.

- Le **fer** est connu pour intervenir dans les processus d'attention et de mémorisation, mais l'impact direct sur le QI de la supplémentation en fer lors de la grossesse ou chez l'enfant dans les études de la base DORI n'est pas bien démontré. Cela reste à étudier.

- De même, les études sur les **vitamines du groupe B** montrent des résultats contradictoires, qui doivent être réévalués par d'autres études d'intervention. Les auteurs rappellent les résultats d'études chez l'animal ayant mis en évidence le rôle de la vitamine B6 dans le développement neuronal.

POUR EN SAVOIR PLUS

Protzko J et al. How to make a young child smarter: evidence from the Database Of Raising Intelligence. Perspectives on Psychological Science 2013 ; 8 : 25-40.

LA VITAMINE B5

Elle est impliquée dans le métabolisme glucidique, des acides aminés et des acides gras. L'acide pantothénique est synthétisé par les plantes et les microorganismes.

On la trouve partout dans la nature (notamment viandes, poissons, œufs). Les apports nutritionnels conseillés n'ont pas été établis par manque de données, ils sont calqués sur les apports moyens, aucun cas de surdosage n'ayant été décrit. **Les rares cas de carence** se manifestent par des désordres neurologiques (sensation de brûlure des extrémités, augmentation des réflexes ostéo-tendineux), musculaires (faiblesse musculaire) ou gastro-intestinaux.

LA VITAMINE B6

Elle regroupe plusieurs composés transformés en phosphate de pyridoxal, forme biologiquement active. Cette vitamine est essentielle dans le métabolisme des acides aminés : tous, sauf la lysine, pouvant subir une transamination réversible par une transaminase spécifique utilisant le phosphate de pyridoxal comme cofacteur. Elle intervient dans la synthèse de certains neurotransmetteurs et favorise l'absorption du magnésium.

Dans la nature, **cette vitamine est répandue**, et certaines bactéries saprophytes du tube digestif peuvent la synthétiser. **La carence est donc exceptionnelle.** Les besoins nutritionnels semblent dépendre en partie de la teneur en protéines de l'alimentation.

LA VITAMINE B8

La biotine est une coenzyme des carboxylases, qui catabolisent l'incorporation de CO₂ dans des substrats. Elle est impliquée dans des réactions enzymatiques du métabolisme des acides gras, sucres et acides aminés.

Elle est présente dans la plupart des aliments, et pour une moindre part liée aux bactéries saprophytes du tube digestif. Il existe un stockage hépatique (15 jours à 3 semaines). **La carence est exceptionnelle**, mais a été décrite chez des individus consommant de l'œuf cru en grande quantité, du fait d'une chélation de la B8 par l'avidine de l'œuf. Aucun cas d'hypervitaminose n'est connu.

LA VITAMINE B9

Les formes actives des folates participent au métabolisme des acides aminés et acides nucléiques (croissance, division cellulaire).

Ils se trouvent **en quantité importante dans les aliments**, essentiellement sous forme de polyglutamates (légumes verts, fruits, fromages, œufs, graines...), mais sont facilement détruits (lumière, chaleur, oxydation, processus de conservation). **La carence** est à l'origine d'un ralentissement des mitoses avec : anémie macrocytaire progressive, neutropénie, thrombopénie, leucopénie, diminution de l'immunité cellulaire, atrophie des villosités intestinales, ralentissement de la croissance staturo-pondérale... Cela a été observé chez des nourrissons nourris exclusivement au

Tableau 1 - Composition en vitamines du groupe B des préparations pour nourrissons et préparations de suite (1).

Vitamine B1 (thiamine)	0,039-0,195 mg/100 ml*
Vitamine B2 (riboflavine)	0,052-0,260 mg/100 ml
Vitamine B3 ou PP (niacine)	0,195-0,975 mg/100 ml
Vitamine B5 (ac. pantothénique)	0,260-1,300 mg/100 ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	0,023-0,114 mg/100 ml
Vitamine B8 (biotine)	0,97-4,9 µg/100 ml
Vitamine B9 (ac. folique)	6,5-32,5 µg/100 ml
Vitamine B12 (cobalamine)	0,06-0,32 µg/100 ml

* Calculé sur la base de 65 kcal/100 ml.

Tableau 2 - Apports nutritionnels conseillés (2).

	Nourrissons	1-3 ans
Vitamine B1 (thiamine)	0,2 mg/j	0,4 mg/j
Vitamine B2 (riboflavine)	0,4 mg/j	0,8 mg/j
Vitamine B3 ou PP (niacine)	3 mg/j	6 mg/j
Vitamine B5 (ac. pantothénique)	2 mg/j	2,5 mg/j
Vitamine B6 (pyridoxine)	0,3 mg/j	0,6 mg/j
Vitamine B8 (biotine)	6 µg/j	12 µg/j
Vitamine B9 (ac. folique)	70 µg/j	100 µg/j
Vitamine B12 (cobalamine)	0,5 µg/j	0,8 µg/j

lait de chèvre, très pauvre en folates. Au-delà de 5 mg/j, des signes de surdosage, essentiellement neurologiques, peuvent apparaître.

LA VITAMINE B12

C'est la 1^{re} vitamine isolée, dans les années 1940 (recherche de la cause de l'anémie pernicieuse). Elle est présente sous 3 formes : hydroxycobalamine (25 % de nos réserves), adénosylcobalamine, forme tissulaire principale (70 % des cobalamines hépatiques) et méthylcobalamine, forme circulante majoritaire. La vitamine B12 est notamment impliquée dans la synthèse de méthionine à partir de l'homocystéine.

La vitamine B12 est présente dans le lait (en particulier les laits infantiles) et l'alimentation d'origine animale : viande, poisson, fromage, œufs. Les carences d'apport sont exceptionnelles en

dehors de régimes végétaliens, stricts et prolongés. Les réserves étant de plusieurs années, les signes apparaissent tardivement. Des cas de carence chez des **nourrissons allaités par des mères carencées** ont été décrits, les signes débutant entre 3 et 6 mois : retard de croissance, hyperpigmentation de la peau ou pâleur, signes digestifs (diarrhée, vomissement) et neurologiques (hypotonie, convulsions, irritabilité, retard psychomoteur)...

POUR EN SAVOIR PLUS

1. Arrêté du 11 avril 2008 relatif aux préparations pour nourrissons et aux préparations de suite et modifiant l'arrêté du 20 septembre 2000 relatif aux aliments diététiques destinés à des fins médicales spéciales. Version consolidée du 8 mai 2010.
2. Martin A. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Collection TEC & DOC, 3^e édition, 2001.
3. Yamada. Textbook of Gastroenterology. Third edition. Lippincott, 1999.
4. Ricour C et al. Traité de nutrition pédiatrique. Edition Maloine, 1993.



☐ JE SOUHAITE RECEVOIR GRACIEUSEMENT LA REVUE "NUTRITION DE L'ENFANT" (2 N° PAR AN)

Coupon à retourner complété à l'adresse suivante :

Expressions Santé - 2, rue de la Roquette - Cour de Mai - 75011 Paris - Tél. : 01 49 29 29 29 - Fax : 01 49 29 29 19 - E-mail : nutritions@expressiongroupe.fr

☐ Pr ☐ Dr ☐ M ☐ Mme.....

☐ Mode d'exercice / Spécialité :

Adresse :

CP : Ville :

Tél. : E-mail* :

* A compléter en lettres capitales.

Vous disposez d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des informations que vous nous communiquez (art. 34 de la loi "Informatique et Libertés"). Ce droit peut s'exercer auprès de la société Expressions Santé.