

# PRODUITS LAITIERS ET CROISSANCE OSSEUSE

René RIZZOLI<sup>1</sup>

## RESUME

*Le capital osseux maximal, la quantité d'os nous permettant de nous tenir debout dans des conditions de risque fracturaire minimal, est atteint à la fin de la deuxième décennie de vie. Ce capital est principalement déterminé par des facteurs génétiques. Divers autres facteurs peuvent influencer le niveau de ce capital, dont une phase d'accumulation rapide se déroule au cours de la puberté.*

*Parmi ces facteurs, les apports nutritionnels, particulièrement ceux en calcium et en protéines, jouent un rôle favorable significatif. Les produits laitiers associent ces deux nutriments. Des enfants évitant les produits laitiers ont un risque fracturaire augmenté. Ce risque pourrait demeurer élevé à un âge plus avancé. Diverses études d'intervention ont démontré les effets bénéfiques des produits laitiers sur l'accumulation du capital osseux au cours de la croissance.*

*En conclusion, dans une perspective de prévention primaire de l'ostéoporose et des fractures qui lui sont associées, il est impératif de promouvoir des apports de produits laitiers suffisants, pour assurer l'obtention d'un capital osseux optimal.*

## INTRODUCTION

Le squelette assure des fonctions de soutien et joue un rôle important dans les homéostasies minérale et acide-base. Une fonction de soutien efficace implique un système osseux solide, qu'assurent une masse suffisante et une structure adaptée. Le capital osseux maximal est atteint en fin de deuxième décennie de vie et, dans des conditions normales, permet de résister avec succès à une contrainte mécanique[1]. Entre 60 et 80% de la variance du capital osseux de l'âge moyen sont déterminés par des facteurs génétiques, dont l'influence s'exerce dès la naissance, voire au cours de la vie foetale[2, 3]. Des facteurs environnementaux peuvent modifier les influences génétiques, compromettre l'accumulation du capital osseux, augmenter la fragilité osseuse et, par conséquent, exposer à un risque accru de fracture. Dans la perspective d'une prévention primaire efficace, et afin d'affronter avec un capital osseux aussi optimal que possible les dégâts osseux liés à la carence hormonale de la ménopause et à l'âge avançant, il est primordial de tirer bénéfice du contrôle de ces facteurs environnementaux (Fig. 1). Ainsi, au cours de la croissance, dans l'enfance et l'adolescence, promouvoir une nutrition équilibrée et un exercice physique régulier, et éviter des facteurs de risque néfastes, tels que tabac et alcool, sont des mesures préventives de l'ostéoporose à privilégier absolument[4].

---

<sup>1</sup> Service des Maladies Osseuses, Département de Réhabilitation et Gériatrie, Hôpitaux Universitaires de Genève, CH-1211 Genève 14

Tirés à part: Prof. René RIZZOLI, même adresse.

## **NUTRITION ET CROISSANCE OSSEUSE**

Tout au long de l'enfance et de l'adolescence, la croissance et l'augmentation de la masse minérale osseuse suivent une courbe, une voie déterminée génétiquement[2]. Toute carence nutritionnelle peut altérer la croissance et déplacer les sujets vers une courbe moins favorable, conduisant à un capital maximum insuffisant. Au contraire, des apports nutritionnels adéquats permettent de suivre la meilleure courbe de croissance osseuse possible et, partant, d'atteindre un capital osseux optimal. Après la ménopause, toute réduction de la densité minérale osseuse d'1 écart-type (environ 10%) est associée à un doublement du risque fracturaire[5]. Par conséquent, une augmentation de 10% du capital osseux maximal devrait conduire à une diminution significative du risque de fracture dans la deuxième moitié de l'existence. Deux nutriments ont fait l'objet d'une attention particulière: le calcium et les protéines.

### **Apports calciques et croissance osseuse**

Diverses études ont mis en évidence une association positive entre gains osseux et apports calciques. Ces associations semblent s'observer plus volontiers avant la puberté. Une relation causale ne peut cependant pas être établie avec certitude sur la base d'études d'associations. Des études d'intervention contrôlées contre placebo offrent un degré d'évidence plus convaincant. Des suppléments de calcium, donnés sous forme d'ultrafiltrats du lait, augmentent la densité et la masse minérales osseuses, plus particulièrement au niveau du squelette périphérique, aussi bien chez la fillette que chez le garçon prépubères[6, 7]. Le bénéfice semble persister au moins une année après l'arrêt de la supplémentation. Ces effets positifs ont été attribués à une diminution du remodelage osseux et, par conséquent, à un comblement de l'espace de résorption. En revanche, lorsqu'un sel de phosphate de calcium ou un extrait de calcium laitier est administré, au lieu de carbonate ou de citrate-malate de calcium, un effet supplémentaire sur la taille des os, le modelage, a été suggéré.

On ne sait pas encore avec certitude si le gain osseux persiste après l'arrêt de la supplémentation. Une méta-analyse récente de tous les essais thérapeutiques publiés comparant un supplément de calcium à un placebo conclut à un effet durable, au niveau du membre supérieur tout au moins[8]. Dans un suivi à long terme, jusqu'à l'âge adulte, d'une cohorte de jeunes filles ayant participé à l'âge de 8 ans à une étude d'intervention avec 850 mg de supplément calcique d'origine laitière par jour, on a constaté une persistance de l'effet sur le capital osseux maximal dans la moitié de l'effectif avec une ménarche plus précoce[9]. Cela pourrait suggérer qu'un effet prolongé du calcium sur le modelage s'observe pour autant que le supplément intervienne près de la ménarche.

### **Apports protéiques et croissance osseuse**

Au cours d'études longitudinales, il apparaît que les gains osseux sont proportionnels à la quantité de protéines alimentaires ingérées, même après ajustement pour les apports calciques [10, 11]. Cette association positive est principalement observée avant la puberté. Il semble aussi que les apports protéiques modulent les effets du calcium sur le gain de masse osseuse de garçons prépubères[12]. En effet, le bénéfice osseux d'une supplémentation calcique

n'intervient que chez les garçons avec apports protéiques spontanés inférieurs à la médiane. Au-dessus de celle-ci, la différence n'est pas significative, suggérant qu'à apports protéiques élevés, les besoins en calcium pour une croissance optimale pourraient être moindres.

Dans une étude prospective portant sur des enfants et adolescents entre 6 et 18 ans, les apports nutritionnels ont été enregistrés de manière annuelle, sur une période de 4 ans[13]. La taille et la masse des os de l'avant-bras, mesurées par scanner, de même qu'une évaluation indirecte de la résistance aux fractures, étaient positivement corrélées aux apports protéiques. Il n'existe pas à l'heure actuelle d'étude d'intervention avec un supplément protéique, afin de déterminer si la corrélation mentionnée ci-dessus est une association ou une relation causale. La production hépatique de l'hormone IGF-I est stimulée par les protéines alimentaires ingérées[11]. L'IGF-I augmente la croissance longitudinale et radiaire des os; de plus, en stimulant la réabsorption tubulaire du phosphore et la synthèse rénale de calcitriol, ce qui conduit donc à une absorption intestinale plus élevée de calcium et phosphore, l'IGF-I contribue à assurer un environnement minéral approprié pour la minéralisation du tissu osseux nouvellement formé (Fig. 2).

### **Produits laitiers et croissance osseuse**

En plus du calcium, du phosphore, des calories et des vitamines, un litre de lait apporte 32 à 35 g de protéines, principalement de la caséine, mais aussi les protéines du petit lait qui contiennent de nombreux facteurs de croissance cellulaire (Tableau 1). Nombre d'études transversales et longitudinales concluent à un effet favorable des produits laitiers sur la santé osseuse[14-18]. Une carence en produits laitiers au cours de l'enfance prédispose aux fractures[19]. Une association positive existe entre gains osseux, capital osseux maximal à l'âge adulte, et dimensions osseuses, stature, et consommation de produits laitiers. On pourrait alors envisager que le calcium influence surtout le remodelage et, partant, la densité volumique, alors que les protéines auraient un effet sur le modelage, donc la taille des os. Les deux phénomènes contribueraient à assurer une meilleure solidité, une meilleure résistance mécanique et, partant, un moindre risque fracturaire.

Les premières études d'intervention avec des suppléments de lait se sont déroulées en Angleterre à la fin des années 1920. En fournissant environ 0.5 l de lait par jour aux enfants dans les écoles, le gain de taille a été augmenté. Nombre d'essais ont confirmé par la suite les bénéfices osseux des produits laitiers sur la santé osseuse. Dans une étude randomisée et contrôlée, des jeunes filles de 12 ans ont reçu une pinte de lait, correspondant à 568 ml[20]. Comparées au groupe contrôle, ces jeunes filles ont eu un gain de masse minérale osseuse supérieur, particulièrement au niveau des membres inférieurs, associé à des taux sériques d'IGF-I plus élevés. Comparé à du calcium sous forme de comprimés, un supplément de fromage a augmenté la masse d'os cortical[21]. Un effet sur le modelage osseux est probable, vu que le diamètre des os métacarpiens était augmenté de manière significative chez des enfants chinois recevant un supplément de lait.

## CONCLUSIONS

La croissance osseuse est influencée par les apports nutritionnels, particulièrement le calcium et les protéines. Les produits laitiers, qui fournissent ces deux nutriments, pourraient améliorer le capital osseux de l'âge adulte, et contribuer ainsi à réduire le risque fracturaire plus tard dans la vie.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] RIZZOLI R., BONJOUR J.P. - Determinants of peak bone mass acquisition. In *Osteoporosis: Pathophysiology and Clinical Management* (in press). (The Humana Press Inc., Edit), 2007.
- [2] FERRARI S., RIZZOLI R., SLOSMAN D., BONJOUR J.P. - Familial resemblance for bone mineral mass is expressed before puberty. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1998, 83, 358-361.
- [3] RIZZOLI R., BONJOUR J.P., FERRARI S.L. - Osteoporosis, genetics and hormones. *J. Mol. Endocrinol.* 2001, 26, 79-94.
- [4] PRENTICE A., SCHOENMAKERS I., LASKEY M.A., DE BONO S., GINTY F., GOLDBERG G.R. - Nutrition and bone growth and development. *Proc. Nutr. Soc.* 2006, 65, 348-360.
- [5] MARSHALL D., JOHNNELL O., WEDEL H. - Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *Bmj.* 1996, 312, 1254-1259.
- [6] BONJOUR J.P., CARRIE A.L., FERRARI S., CLAVIEN H., SLOSMAN D., THEINTZ G., RIZZOLI R. - Calcium-enriched foods and bone mass growth in prepubertal girls: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J. Clin. Invest.* 1997, 99, 1287-1294.
- [7] CHEVALLEY T., BONJOUR J.P., FERRARI S., HANS D., RIZZOLI R. - Skeletal site selectivity in the effects of calcium supplementation on areal bone mineral density gain: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial in prepubertal boys. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2005, 90, 3342-3349.
- [8] WINZENBERG T., SHAW K., FRYER J., JONES G. - Effects of calcium supplementation on bone density in healthy children: meta-analysis of randomised controlled trials. *Bmj.* 2006, 333, 775-778
- [9] CHEVALLEY T., RIZZOLI R., HANS D., FERRARI S., BONJOUR J.P. - Interaction between calcium intake and menarcheal age on bone mass gain: an eight-year follow-up study from prepuberty to postmenarche. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2005, 90, 44-51.
- [10] RIZZOLI R., AMMANN P., CHEVALLEY T., BONJOUR J.P. - Dietary protein intakes and bone strength. In *Nutritional Aspects of Osteoporosis*. (Elsevier Academic Press, Edit), 2004.
- [11] RIZZOLI R., BONJOUR J.P. - Dietary protein and bone health. *J. Bone Miner. Res.* 2004, 19, 527-531.
- [12] CHEVALLEY T., BONJOUR J.P., FERRARI S., RIZZOLI R. - High protein intake enhances the positive impact of physical activity on bone mineral content in pre-pubertal boys. (*submitted*). 2007.
- [13] ALEXU U., REMER T., MANZ F., NEU C.M., SCHOENAU E. - Long-term protein intake and dietary potential renal acid load are associated with bone modeling and remodeling at the proximal radius in healthy children. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005, 82, 1107-1114.
- [14] BLACK R.E., WILLIAMS S.M., JONES I.E., GOULDING A. - Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002, 76, 675-680.
- [15] HEANEY R.P. - Calcium, dairy products and osteoporosis. *J. Am. Coll. Nutr.* 2000, 19, 83S-99S.

- [16] KALKWARF H.J. - Childhood and adolescent milk intake and adult bone health. In *Nutritional Aspects of Osteoporosis 2006*. (Elsevier B.V., Edit). 2007.
- [17] KALKWARF H.J., KHOURY J.C., LANPHEAR B.P. - Milk intake during childhood and adolescence, adult bone density, and osteoporotic fractures in US women. *Am. J. Clin. Nutr.* 2003, 77, 257-265.
- [18] RIZZOLI R., BONJOUR J.-P., CHEVALLEY T. - Dietary protein intakes and bone growth. In *Nutritional Aspects of Osteoporosis 2006*. (Elsevier B.V., Edit), 2007.
- [19] GOULDING A., ROCKELL J.E., BLACK R.E., GRANT A.M., JONES I.E., WILLIAMS S.M. - Children who avoid drinking cow's milk are at increased risk for prepubertal bone fractures. *J. Am. Diet Assoc.* 2004, 104, 250-253.
- [20] CADOGAN J., EASTELL R., JONES N., BARKER M.E. - Milk intake and bone mineral acquisition in adolescent girls: randomised, controlled intervention trial. *Bmj.* 1997, 315, 1255-1260.
- [21] CHENG S., LYYTIKAINEN A., KROGER H., LAMBERG-ALLARDT C., ALEN M., KOISTINEN A., WANG Q.J., SUURINIEMI M., SUOMINEN H., MAHONEN A., NICHOLSON P.H., IVASKA K.K., KORPELA R., OHLSSON C., VAANANEN K.H., TYLAVSKY F. - Effects of calcium, dairy product, and vitamin D supplementation on bone mass accrual and body composition in 10-12-y-old girls: a 2-y randomized trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 2005, 82, 1115-1126; quiz 1147-1118.

Tableau 1° : Teneurs moyennes en calcium, phosphore, protéines et énergie des produits laitiers:

	<b>Calcium (mg/100 g)</b>	<b>Phosphore (mg/100 g)</b>	<b>Protéines (g/100 g)</b>	<b>Energie (kcal/100 g)</b>
Lait de vache	125	99	3.3	65
Petit-lait	105	97	3.5	36
Camembert	680	500	19.7	306
Emmental	1090	810	28.6	404
Parmesan	1220	770	36.3	400

## **LEGENDES DES FIGURES**

### **Figure 1**

Croissance osseuse et capital osseux de l'âge moyen. Les apports nutritionnels, particulièrement ceux en calcium et en protéines, peuvent moduler la croissance principalement déterminée de manière génétique.

### **Figure 2**

Effets des protéines alimentaires sur la production de l'IGF-I et sur l'homéostasie du calcium et du phosphore.

IGF-I: Insulin-like growth factor 1.

Figure 1

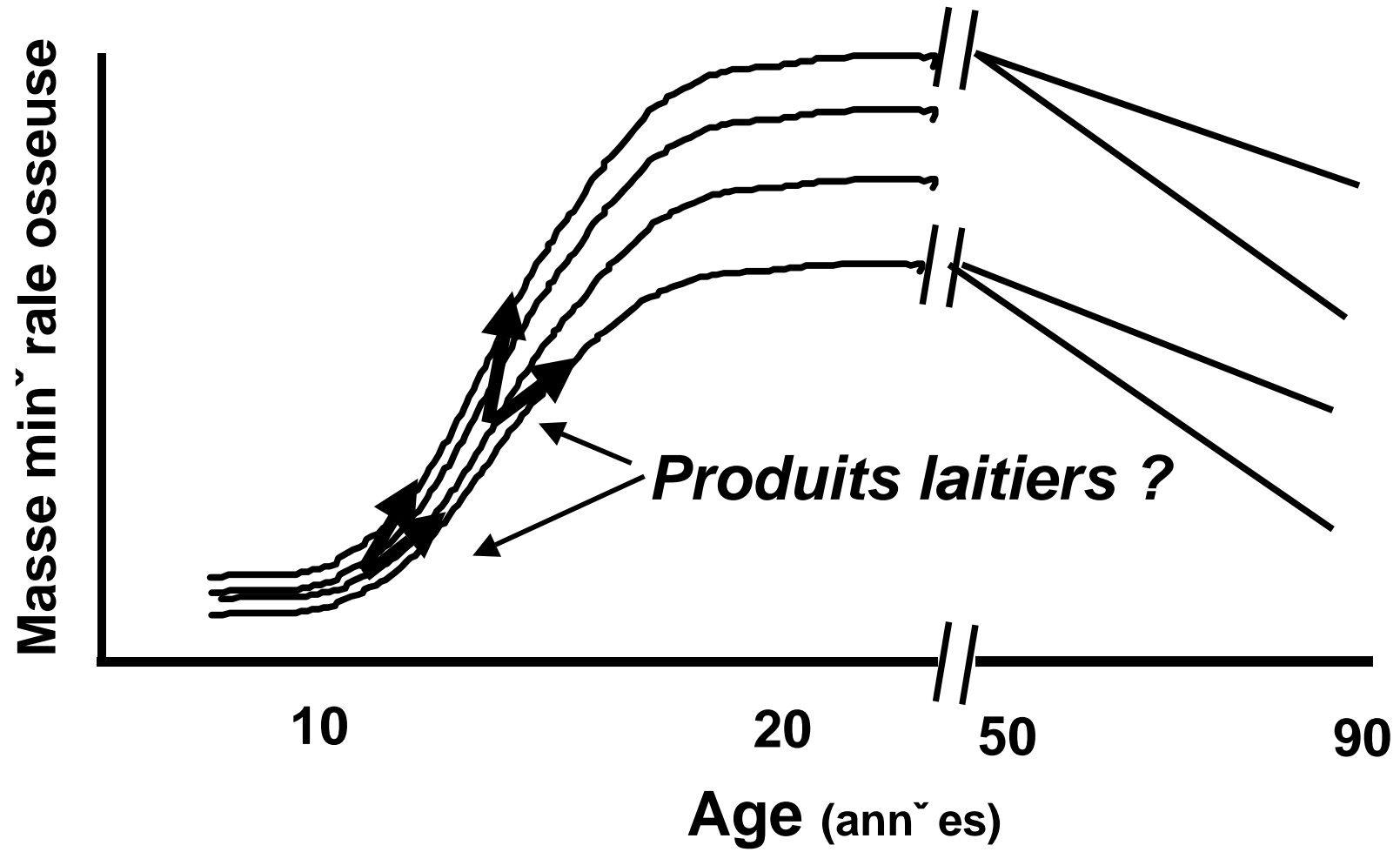


Figure 2

