



XIV^{èmes} RENCONTRES SCIENTIFIQUES DE NUTRITION
ALIMENTATION, ACTIVITE PHYSIQUE ET DEVELOPPEMENT DE L'ENFANT

Paris, le 24 novembre 2005

ACTIVITE PHYSIQUE, SEDENTARITE : QUELS IMPACTS METABOLIQUES ?

D'après les communications du Pr. Jean-François Duhamel (CHU de Caen), de Carine Platat (Equipe lauréate de l'Appel d'Offres Institut Danone – FRM 2005, Faculté de Médecine de Strasbourg) et Emilie Rocher (Equipe lauréate de l'Appel d'Offres Institut Danone – FRM 2005, CHR d'Orléans)

CALCIUM, VITAMINE D, EXERCICE PHYSIQUE ET STATUT MINERAL OSSEUX

La maturité du squelette et le pic de masse osseuse, atteints vers l'âge de 20 ans, dépendent de facteurs génétiques, hormonaux et environnementaux, mais également de facteurs nutritionnels (apport énergétique et protéique, en vitamines D et C, en calcium, phosphore, magnésium et zinc) et de l'activité physique.

Besoins en calcium et en vitamine D des enfants et adolescents sportifs

En France, selon les dernières recommandations de 2001 des experts de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, les apports quotidiens conseillés en calcium et vitamine D dans la population générale des enfants et adolescents de 10 à 19 ans sont, respectivement, de 1 200 mg (dont 800 mg sous forme de produits laitiers) et de 5 µg (200 UI). Pour les enfants et adolescents sportifs (de haut niveau de performance, c'est-à-dire ayant au moins 10 heures d'activité physique par semaine), des recommandations spécifiques, élaborées par un groupe de travail présidé par le Professeur Michel Vidailhet, ont été publiées en 2004. Pour le calcium, le groupe de travail a conclu qu'il n'existait pas d'argument scientifique suffisant pour préconiser une majoration de l'apport conseillé par rapport à la population générale des enfants et adolescents du même âge, et ce, même en tenant compte de l'accroissement des pertes sudorales de calcium lié à l'activité physique et de la majoration de son excrétion urinaire avec l'augmentation des apports en protéines ou en sodium. Pour la vitamine D, il a été recommandé de porter une attention particulière aux enfants et adolescents dont la pratique sportive se déroule exclusivement en salle (gymnastique, danse, patinage, judo, basket). Chez eux, il est ainsi conseillé d'assurer en début et en fin d'hiver une supplémentation par une dose unique de 2 500 µg (100 000 UI).

Rôle de l'activité physique sur le développement du squelette

Plusieurs travaux ostéodensitométriques ont montré que l'activité physique joue un rôle bénéfique primordial sur la minéralisation osseuse pendant les deux premières décades de la vie, et plus encore avant la puberté. Il a été établi, par exemple, que la densité minérale osseuse de jeunes gymnastes âgés de 10 ans était augmentée de 5 % comparativement à des enfants témoins non sportifs du même âge ayant le même apport calcique journalier. Parallèlement, les nouvelles techniques d'exploration du statut calcique ont permis d'objectiver que les segments osseux "bénéficiaires" en terme de minéralisation osseuse étaient ceux les plus sollicités par l'exercice, par exemple, le bras dominant pour le tennis, ou les membres inférieurs en gymnastique, danse ou patinage.

Interaction entre apport calcique et activité physique

Une interaction positive sur la minéralisation osseuse entre apport calcique et exercice physique est démontrée pour un apport calcique d'au moins 1 000 mg par jour. En dessous de 1 000 mg, l'impact de l'activité physique sur l'accrétion osseuse du calcium est moins efficace. Au-dessus, il prédomine sur celui de l'apport calcique. In fine, avec un apport calcique et un niveau d'activité physique suffisants, on peut espérer atteindre vers l'âge de 20 ans un stock calcique au niveau du squelette de 1 400 grammes chez les garçons et de 1 200 grammes chez les filles.

Quelles leçons pour les enfants et les adolescents "tout venants" ?

Il est aujourd'hui acquis qu'un statut calcique et en vitamine D normal associé à une activité physique régulière joue un rôle essentiel dans la constitution d'une masse osseuse optimale au cours de l'enfance et l'adolescence, et, par là même, dans la prévention de l'ostéoporose à l'âge adulte (même si d'autres facteurs comme la génétique, l'origine ethnique ou l'environnement interviennent de façon importante). Il apparaît ainsi justifié, non seulement de veiller chez l'enfant et l'adolescent à une alimentation calcique convenable et à un statut correct en vitamine D, mais également de conseiller aux pouvoirs publics d'inclure dans les programmes scolaires, voire universitaires, une heure par jour de sport pour l'ensemble des enfants et des adolescents.

RELATIONS ENTRE ACTIVITE PHYSIQUE, SYNDROME METABOLIQUE ET ETAT PRO-INFLAMMATOIRE : ETUDE CHEZ L'ADOLESCENT

L'activité physique exerce, chez l'adulte et l'adolescent, un effet bénéfique sur les différentes composantes du syndrome métabolique, notamment l'insulinorésistance et l'adiposité tronculaire. L'étude FINRISK 2002 a en outre montré, chez l'adulte, que la pratique d'une activité physique de loisir était inversement corrélée à la présence d'un état pro-inflammatoire, état dont on sait par ailleurs qu'il est fréquemment associé à un syndrome métabolique et qu'il constitue un facteur prédictif d'accidents cardiovasculaires. Au vu de l'ensemble de ces données, une étude a été mise en place afin de mieux comprendre les relations entre activité physique et survenue d'un syndrome métabolique ou d'un état pro-inflammatoire chez l'adolescent, ainsi que les mécanismes sous-tendant ces éventuelles relations.

Méthodologie de l'étude

L'étude a porté sur une population d'adolescents scolarisés en classe de sixième dans huit collèges tirés au sort du département du Bas-Rhin. Le recueil des données a comporté un examen physique (avec mesure du poids, de la taille, de l'Indice de Masse Corporelle et de la Pression Artérielle au repos), une mesure de la masse grasse par impédancemétrie, un questionnaire d'activité physique et un bilan biologique. Les paramètres évalués au cours du bilan biologique étaient la glycémie à jeun, l'insulinémie, la sensibilité à l'insuline, les taux plasmatiques des triglycérides et du HDL-c, les taux plasmatiques des adipocytokines (leptine, adiponectine et $TNF\alpha$, mesuré par le récepteur soluble 1A du $TNF\alpha$ et les taux plasmatiques des protéines témoignant d'un état pro-inflammatoire (IL-6 et CRP)). Le syndrome métabolique était défini par la présence d'au moins trois des cinq critères suivants : glycémie à jeun supérieure à 1,1 g/l, augmentation des triglycérides plasmatiques (> 90^e percentile des courbes américaines), diminution du HDL-c (< 5^e percentile des courbes américaines), adiposité tronculaire avec augmentation du tour de taille (> 95^e percentile des courbes britanniques), hypertension artérielle (PA > 90^e percentile des courbes américaines). Mille quarante-huit adolescents ont été inclus dans l'étude. Des données d'examen et des réponses au questionnaire d'activité physique étaient disponibles pour 91 % d'entre eux et des données biologiques pour 67 %.

Habitudes d'activité physique et fréquence du syndrome métabolique

Un tiers environ des adolescents réalisait un trajet quotidien d'au moins 20 minutes à pied ou en vélo entre leur domicile et l'école. Vingt-six pour cent des garçons et 43 % des filles n'avaient aucune activité physique en dehors des cours d'Education Physique et Sportive organisés dans le cadre scolaire. Environ un tiers des adolescents consacrait plus de 14 heures par semaine à des activités sédentaires.

Un syndrome métabolique était présent chez 26,2 % des sujets en surpoids (qui représentaient 22,7 % de la population étudiée), mais ne concernait aucun des adolescents de poids normal.

Relations entre activité physique, syndrome métabolique et état pro-inflammatoire

Globalement, les adolescents inactifs avaient un risque significativement plus élevé que les adolescents actifs de développer un syndrome métabolique (OR : 1,35). L'étude a par ailleurs mis en évidence une influence favorable de l'activité physique sur la masse grasse, le tour de taille, le taux des triglycérides plasmatiques, l'insuline plasmatique, la sensibilité à l'insuline et le taux d'IL-6, et ce, après ajustement des résultats sur le sexe, le stade pubertaire et le statut socio-économique. Après prise en compte de la masse grasse et du rapport tour de taille sur tour de hanche, seules les relations entre activité physique et taux d'insuline plasmatique, sensibilité à l'insuline et taux plasmatique d'IL-6 étaient significatives. Enfin, après prise en compte des taux d'adipocytokines, les relations favorables entre activité physique et sensibilité à l'insuline ou taux d'IL-6 n'étaient pas modifiées, et, ce, indépendamment du sexe, du statut pubertaire, du statut médico-économique, de la masse grasse et du rapport tour de taille sur tour de hanche.

Relations entre taux des adipocytokines, syndrome métabolique et état pro-inflammatoire

Les taux plasmatiques de leptine et du récepteur 1A du $TNF\alpha$ étaient positivement corrélés à l'insulinorésistance et au taux plasmatique d'IL-6, tandis que celui de l'adiponectine était inversement corrélé à

ces deux paramètres. Les corrélations observées étaient indépendantes du sexe, du stade pubertaire, du statut socio-économique, de la masse grasse et du rapport tour de taille sur tour de hanche.

Conclusion

L'étude a confirmé l'impact positif de l'activité physique sur certaines composantes du syndrome métabolique chez l'adolescent et a, pour la première fois, démontré ses relations favorables avec l'état pro-inflammatoire dans cette population. Elle a également mis en évidence que les relations favorables entre activité physique et syndrome métabolique ou état pro-inflammatoire sont indépendantes des effets de l'activité physique sur la masse corporelle et la distribution des graisses, ainsi que des taux d'adipocytokines. Ce second résultat suggère l'implication d'autres voies pour expliquer les relations observées entre activité physique, syndrome métabolique et état pro-inflammatoire.

CONSEQUENCES DU SURPOIDS ET DE L'OBESITE SUR LA CROISSANCE OSSEUSE PENDANT L'ENFANCE ET EFFETS DE L'ACTIVITE PHYSIQUE ET DES APPORTS NUTRITIONNELS CHEZ L'ENFANT OBESE PREUBERE

En France, la prévalence du surpoids chez l'enfant a été multipliée par cinq entre 1960 et 2000 et c'est dans la tranche d'âge des 7 à 12 ans que l'on observe la plus forte proportion d'enfants touchés par le surpoids ou l'obésité. On sait par ailleurs que les enfants obèses sont plus sédentaires et consomment moins de calcium que les enfants non obèses, alors que l'exercice physique et l'apport calcique sont des facteurs favorisant l'accrétion osseuse. Ces données posent le problème des conséquences du surpoids ou de l'obésité sur la croissance osseuse et conduisent à s'interroger sur les effets de l'activité physique et des apports nutritionnels chez les enfants obèses pré-pubères.

Relations entre obésité infantile, masse osseuse et risque de fractures

Plusieurs études récentes tendent à montrer que les enfants obèses auraient une masse osseuse moins importante que les enfants non obèses. Goulding et al. ont ainsi démontré que la densité minérale osseuse du rachis était diminuée d'environ 12,5 % chez des enfants obèses comparativement à des enfants témoins (après ajustement des résultats sur la surface osseuse, la taille, le poids et le développement pubertaire). En comparant de la même façon des enfants obèses à des enfants non obèses, l'équipe du Dr Bénhamou a également mis en évidence une diminution significative de la densité minérale osseuse et du contenu minéral osseux évalués sur le corps entier en cas d'obésité, et ce, après ajustement des résultats sur le poids et la masse maigre.

L'obésité semble également un facteur de risque de fractures osseuses. Dans une étude longitudinale d'une durée de quatre ans, le risque de récurrence de fractures après un premier épisode était significativement lié à l'existence d'un surpoids. Plus récemment, un autre travail a permis de conclure que le pourcentage de graisse corporelle était significativement plus élevé et les densités minérales osseuses au poignet et à la hanche significativement plus basses chez des enfants ayant un antécédent de fracture du radius comparés à des enfants témoins.

Effets des hormones impliquées dans l'obésité sur le tissu osseux de l'enfant obèse

La leptine est une hormone adipocytaire qui régule l'appétit et la dépense énergétique, dont les taux sériques sont augmentés chez l'enfant obèse. Une étude récente a suggéré qu'elle pourrait avoir un effet négatif sur le tissu osseux. Dans cette étude, le taux d'ostéocalcine (marqueur de la formation osseuse) était significativement diminué chez les enfants obèses comparativement aux enfants non obèses et inversement corrélé au taux sérique de leptine.

L'adiponectine est une autre hormone adipocytaire, impliquée, elle, dans le métabolisme glucidique et lipidique. Il a été montré que son taux sérique était diminué chez l'adolescent en surpoids et inversement corrélé à la densité minérale osseuse thoracique chez l'adulte. Ces résultats suggèrent qu'elle pourrait avoir un impact favorable sur le tissu osseux de l'enfant obèse.

La ghréline est une hormone pancréatique et hypothalamique, ayant des effets sur l'appétit et la dépense énergétique opposés à ceux de la leptine. Chez l'enfant obèse, son taux sérique est diminué, de façon d'autant plus importante que l'IMC est élevé. Il a par ailleurs été démontré chez l'adolescent que les taux sériques de ghréline sont positivement corrélés à la densité minérale osseuse du rachis lombaire et des hanches. Ces données permettent d'envisager un effet bénéfique sur l'os de l'enfant obèse.

Bénéfices de l'activité physique chez les enfants obèses

Plusieurs études ont démontré l'intérêt de protocoles d'entraînement physique chez les enfants obèses. Ces études ont en particulier montré que l'entraînement physique s'accompagne d'une augmentation de la masse maigre associée à une diminution du pourcentage de masse grasse, ainsi que d'une augmentation du contenu minéral osseux et de la densité minérale osseuse. L'une d'entre elles a également mis en évidence que les variations des taux sériques de leptine observés au cours de l'entraînement étaient corrélées avec les variations du poids, de la masse grasse et du volume adipeux sous-cutané abdominal.

Projet d'étude des effets de l'activité physique et des apports nutritionnels chez l'enfant obèse prépubère

Afin de mieux comprendre les aspects physiopathologiques de l'obésité infantile et d'ouvrir de nouvelles voies de recherche en matière de prévention et de traitement, notre équipe a mis en place une étude longitudinale visant à évaluer les effets de l'activité physique et des apports nutritionnels sur la croissance osseuse, la composition corporelle et le métabolisme lipidique chez l'enfant obèse prépubère. Soixante enfants obèses (garçons et filles), âgés de 8 à 12 ans, seront recrutés dans le cadre de cette étude. Pendant les six mois d'étude, 30 enfants seront soumis à un protocole d'entraînement physique à raison de deux ou trois séances d'une heure par semaine, tandis que les 30 autres, constituant le groupe contrôle, ne seront pas entraînés. Tous les enfants seront soumis à un questionnaire concernant les apports alimentaires (calcium, vitamine D, phosphates, glucides, lipides, cholestérol). Les effets de l'activité physique et des apports nutritionnels seront évalués par étude de la densité minérale osseuse, de la microarchitecture osseuse, de la qualité du remodelage osseux, de la composition corporelle (pourcentages de masse maigre et de masse grasse) et du profil métabolique et hormonal (leptine, adiponectine, ghréline, stéroïdes sexuels, insuline, triglycérides,...).