



Puberté et sport

Pubertal development and sport

S. Nguyen*, C. Maître**

La pratique d'activités physiques et sportives chez l'enfant et l'adolescent présente de nombreux effets bénéfiques pour leur santé et peut contribuer à leur épanouissement physique, psychologique et social. Néanmoins, certaines particularités liées à la pratique du sport en période de puberté peuvent induire des effets néfastes, en particulier dans le cas d'un entraînement physique excessif, et ce d'autant plus dans les sports impliquant une restriction calorique. Quelles sont les conséquences de la pratique sportive sur le développement staturo-pondéral et pubertaire ? Quelle démarche diagnostique et thérapeutique adopter devant un retard pubertaire chez une jeune fille sportive ? Nous tenterons de répondre à ces questions à la lueur de publications récentes de la littérature et en étudiant plus particulièrement la jeune fille.

Contexte

La puberté est une période au cours de laquelle surviennent d'importantes modifications hormonales aboutissant au développement complet des caractères sexuels, à l'acquisition de la taille définitive de la fonction de reproduction et de la fertilité (1).

Sur le plan physiologique

Chez la femme, l'hypothalamus sécrète la GnRH (*gonadotropin-releasing hormone*) qui stimule de façon pulsatile la sécrétion par l'hypophyse de FSH (*follicle-stimulating hormone*) et LH (*luteinizing hormone*). Ces deux hormones régulent à leur tour la sécrétion d'estradiol par les ovaires, et la concentration d'estrogènes plasmatiques exerce un rétrocontrôle négatif sur l'hypothalamus. Avant la puberté, l'hypothalamus est très sensible à ce rétrocontrôle et de faibles concentrations d'estrogènes plasmatiques inhibent la sécrétion de GnRH. Les concentrations de FSH et de LH sont donc basses, de même que la concentration d'estrogènes. En début de puberté, la sensibilité de l'hypothalamus diminue,

la sécrétion de GnRH augmente, celle-ci stimule la sécrétion hypophysaire de FSH et LH, qui stimulent à leur tour la sécrétion ovarienne d'estrogènes.

Récemment, des études recherchant quel pouvait être le déclencheur de l'activation de l'axe hypothalamo-hypophysogonadique en début de puberté se sont penchées sur le rôle de la leptine. Il existerait un lien entre la concentration plasmatique de leptine, le stade de maturation sexuelle, les hormones sexuelles et la composition corporelle aussi bien chez les filles que chez les garçons (2).

Sur le plan clinique

Chez la fille, le début de la croissance pubertaire s'exprime par l'apparition des caractères sexuels secondaires féminins. La première manifestation est le développement mammaire qui se fait vers 10,5-11 ans (limites physiologiques : 8 à 13 ans, incluant 95 % des filles), pour un âge osseux de 11 ans (sésamoïde du pouce). Les signes suivants sont la modification de la région vulvaire, le développement de l'utérus, la ménarche vers 12,5-13 ans et l'apparition d'une pilosité axillaire (1). La puberté se situe autour d'un pic de croissance staturale (à environ 12 ans chez les filles) pendant lequel surviennent des modifications de la composition corporelle, des proportions corporelles et de la maturation du squelette (3).

Définition et étiologies d'un retard pubertaire

Un retard pubertaire est défini chez la fille par l'absence de développement mammaire au-delà de 13 ans ou l'absence de ménarche 4 ans après le démarrage pubertaire.

Un retard pubertaire peut être lié à de nombreuses étiologies réparties en quatre groupes :

► Hypogonadisme hypogonadotrope organique, lié à une pathologie hypothalamo-hypophysaire congénitale ou acquise (tumorale, post-traumatique, postradiothérapeutique).

* Pédiatre, médecin du sport, service médical de l'Institut national du sport, de l'expertise et de la performance (INSEP), 11, avenue du Tremblay, 75012 Paris.

** Gynécologue, médecin du sport, service médical de l'INSEP, 11, avenue du Tremblay, 75012 Paris.

Points forts⁺

- » La pratique sportive et l'alimentation peuvent agir sur le développement staturo-pondéral et pubertaire.
- » La démarche diagnostique et thérapeutique à adopter devant un retard pubertaire chez une jeune fille sportive est tout d'abord une enquête préliminaire pour déterminer la cause.
- » Si la pratique sportive intensive est liée à une balance énergétique négative, il faut faire un bilan nutritionnel.
- » Dans tous les cas, il faut tenir compte du retentissement psychologique, affectif, familial et social de la pathologie pubertaire.

Mots-clés

Croissance
Développement
pubertaire
Exercice physique
Triade de la femme
athlète

- Hypergonadisme hypergonadotrope, lié à un déficit gonadique congénital (syndrome de Turner) ou acquis.
- Hypogonadisme hypogonadotrope fonctionnel, lié à une pathologie chronique (cardio-respiratoire, néphrologique), à une anorexie, malnutrition ou malabsorption, à une pathologie endocrinienne (hypothyroïdie, hypercorticisme) ou encore à ce qui nous intéresse dans ce chapitre : la pratique sportive (plus de 15 heures par semaine).
- Retard pubertaire simple (idiopathique), cause la plus fréquente, mais il s'agit d'un diagnostic d'élimination (1).

Influence de la pratique d'activités physiques et sportives sur la puberté

La croissance staturo-pondérale et la maturation biologique sont des processus dynamiques complexes régulés par de nombreux facteurs génétiques et environnementaux. Les facteurs environnementaux tels que l'entraînement physique et l'alimentation peuvent agir de façon indépendante ou combinée pour modifier le potentiel génétique de croissance et de développement pubertaire (4).

Influence sur la croissance staturo-pondérale

Les paramètres de la croissance tels que la taille à l'âge adulte et la vitesse de croissance sont principalement influencés par des facteurs génétiques. En revanche, on a observé que la pratique sportive intensive pouvait jouer un rôle sur la croissance, et ce de façon différente en fonction du sport pratiqué (4). Chez les filles pratiquant la gymnastique artistique, les résultats sont discutés : certaines études concluent à une diminution du potentiel de croissance (5, 6) en identifiant comme facteurs responsables un poids et un taux de masse grasse faibles ainsi qu'une intensité élevée d'entraînement (6), d'autres concluent que la taille adulte prévisible n'est pas réduite (7). Une étude récente a montré chez des gymnastes une poussée de croissance moins intense et survenant un an plus tard que chez les filles non sportives, mais similaire à d'autres filles de petite taille, à maturation tardive et ayant des parents de petite taille (8). En gymnastique ryth-

mique, non seulement les prédispositions génétiques sont respectées, mais la taille cible est même dépassée (9). Dans les autres sports, aucune altération de la croissance n'a été notée, aussi bien en natation qu'en tennis, en course longue distance, en aviron ou encore en lutte, et ce quelles que soient les variations d'apports caloriques en fonction des périodes de perte de poids précédant les compétitions (4).

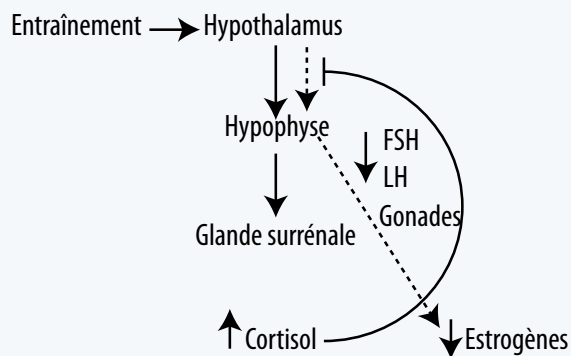
Influence sur le développement pubertaire

Le déclenchement de la puberté et des premières menstruations dépend de facteurs génétiques et de facteurs pouvant être influencés par la pratique sportive : facteurs nutritionnels (pourcentage de masse grasse), hormonaux (hormone de croissance, leptine), état général, maturation de l'axe hypothalamo-hypophysaire, etc. (10, 11).

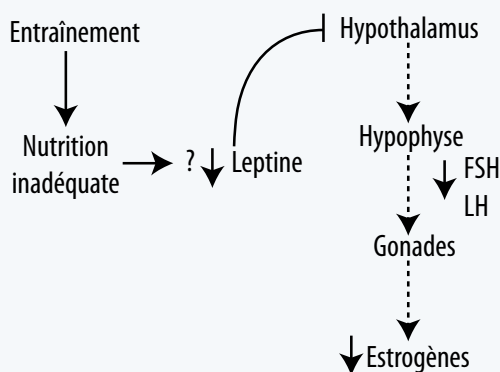
Un retard du développement pubertaire et de la maturation sexuelle a été observé au cours de la pratique de nombreux sports, en particulier en gymnastique, en danse et en course longue distance (12). Le retard pubertaire dépend du type d'exercice, de son intensité, de sa fréquence, de sa durée et est d'autant plus prononcé dans les sports requérant une restriction calorique que l'on nomme "sports minceur". L'âge de la ménarche est plus tardif chez les filles sportives de haut niveau ($13,4 \pm 1,4$ ans ; moyenne \pm écart-type) que chez les filles non sportives ($13 \pm 1,3$ ans) et ce d'autant plus dans les sports minceur ($13,7 \pm 1,5$ ans) que dans les autres sports ($13,1 \pm 1,4$ ans) [13]. Dans les années 1970, Frisch a formulé l'hypothèse de "la masse grasse critique", selon laquelle un pourcentage de masse grasse d'au moins 17 % était nécessaire à l'apparition des premières menstruations et à la régularité menstruelle (14). Le fait de s'entraîner de façon intensive avant la puberté a également été identifié comme un facteur responsable d'un retard de la ménarche (15). En dehors de l'âge tardif de la ménarche, on a aussi observé un retard de la poussée de croissance pubertaire et de la maturation squelettique chez des jeunes filles s'entraînant 15 heures par semaine ou plus (8). C'est le cas pour les gymnastes, chez qui on a observé une période prépubertaire plus longue que chez les filles non sportives, puis un développement pubertaire débutant tardivement mais se déroulant alors avec une progression normale (9). Selon

Keywords

Growth
Pubertal development
Physical training
Female athlete triad



Hypothèse du stress de l'exercice



Hypothèse de la disponibilité énergétique

Figure. Hypothèse du stress de l'exercice et hypothèse de la disponibilité énergétique (d'après Rowland [3]).

Malina (12), la croissance et la maturation des jeunes filles pratiquant des sports minceur à haut niveau, suivraient l'évolution de jeunes filles à maturation tardive, dépendant plus de facteurs génétiques que de l'influence directe de l'entraînement, le groupe observé étant en fait présélectionné sur des caractéristiques morphologiques et de restriction calorique. Le retard de la ménarche que nous venons d'évoquer peut évoluer vers une aménorrhée primaire ou secondaire ou encore vers une oligoménorrhée. Ces différents troubles du cycle sont détaillés dans le chapitre "Aménorrhée et sport". Lorsque cette dysfonction menstruelle s'intègre dans le cadre de troubles alimentaires et d'ostéoporose chez une sportive, on parle de "triade de la sportive". Celle-ci est à connaître, à prévenir absolument et, le cas échéant, à repérer de façon précoce, car elle augmente la morbidité à court et à long terme (fractures de fatigue) [16].

Rôle de la restriction calorique

Les sports minceur recherchent l'esthétisme d'une silhouette fine et élancée ou nécessitent un pourcentage de masse grasse très bas pour réaliser une meilleure performance. Le retard de la ménarche et les dysfonctions menstruelles sont plus fréquents dans les sports minceur (13) et les caractères sexuels secondaires apparaissent plus tardivement que dans les autres sports (12). Des troubles de la fonction reproductrice sont également décrits : une altération de la sécrétion pulsatile de GnRH entraîne des concentrations de LH basses et désorganisées, aboutissant à une inhibition de la production d'œstrogènes par les ovaires et à un arrêt de l'ovogenèse. Deux principales hypothèses sont évoquées pour expliquer ce phénomène (4).

Selon l'hypothèse du stress de l'exercice, au cours du stress physique lié à l'exercice, le cortisol et d'autres hormones du stress sont libérés, agissent sur l'hypothalamus par rétrocontrôle négatif et inhibent ainsi la sécrétion de GnRH (figure).

D'après l'hypothèse de la disponibilité énergétique, l'association d'un entraînement physique intensif et d'une sous-nutrition aboutit à une balance énergétique négative à l'origine de l'altération de la sécrétion pulsatile de GnRH. Un facteur identifié récemment pourrait agir au niveau de l'hypothalamus en signalant que les apports énergétiques sont insuffisants pour permettre la reproduction : il s'agit de la leptine, déjà évoquée plus haut comme potentiel facteur déclenchant de la puberté. La leptine est une hormone sécrétée par les adipocytes dont le rôle serait de réguler les adaptations physiologiques à un déficit énergétique (17). Une baisse de concentration de la leptine pourrait ainsi jouer le rôle d'un signal d'alarme et inhiber la sécrétion de GnRH. Cette hypothèse permettrait donc de comprendre le lien existant entre entraînement physique, alimentation et retard pubertaire : en cas de balance énergétique négative, la concentration de leptine diminue, ce qui perturbe la sécrétion de GnRH et donc par conséquent la fonction reproductrice (18).

En pratique

Démarche diagnostique

Face à une adolescente sportive présentant un retard pubertaire, la principale étiologie évoquée est celle d'une balance énergétique négative responsable d'un hypogonadisme hypogonadotrope fonctionnel, mais

il faut néanmoins mener une enquête étiologique afin d'éliminer les autres causes de retard pubertaire. L'examen clinique permet de relever les antécédents personnels et familiaux, d'établir une courbe de croissance staturo-pondérale, de rechercher des signes fonctionnels, de coter le stade pubertaire (stades de Tanner) et d'éliminer une pathologie en cours.

La détermination de l'âge osseux permet d'apprécier la maturation globale de l'organisme et d'interpréter les résultats des concentrations de FSH et de LH. En cas de valeurs basses de FSH et de LH, si l'âge osseux est inférieur à 11 ans (chez la fille), il s'agit le plus souvent d'un retard pubertaire simple ; dans le cas contraire, il s'agit probablement d'un déficit gonadotrope.

La biologie hormonale consiste en première intention en un dosage plasmatique de FSH et de LH : des valeurs élevées témoignent d'une origine gonadique, des valeurs basses d'un retard pubertaire simple ou d'une origine hypothalamo-hypophysaire. En deuxième intention, des tests de stimulation de la fonction gonadotrope et gonadique sont pratiqués dans le cadre des hypogonadismes hypogonadotropes.

D'autres examens peuvent être nécessaires au diagnostic différentiel : IRM de la région hypothalamo-hypophysaire, caryotype (1).

Traitement

En cas de retard pubertaire lié à une pratique sportive intensive, ou plus exactement à une faible disponibilité énergétique, le traitement est dans un premier temps non médicamenteux, après bilan nutritionnel, il vise à restaurer un apport énergétique suffisant

pour activer le déclenchement pubertaire, une hypoestrogénie prolongée à l'âge de la constitution du pic de masse osseuse ayant des effets irréversibles sur la densité osseuse ultérieure. La prise en charge thérapeutique doit être pluridisciplinaire : pédiatre, gynécologue, nutritionniste, avis du psychologue en cas de troubles du comportement alimentaire... Les critères de mise en route d'un traitement substitutif par estroprogestatif ne sont pas définis, mais l'American Academy of Pediatrics recommande une supplémentation en estroprogestatif en cas de fracture de fatigue avant l'âge de 16 ans ou après 16 ans, en l'absence de fracture de fatigue, avec une supplémentation en calcium (1 000 à 1 500 mg par jour) et vitamine D (400-800 UI par jour) [19].

Dans tous les cas, il est primordial de prendre en compte le retentissement psychologique, affectif, familial et social de la pathologie pubertaire.

Conclusion

La pratique du sport en période de puberté comporte des particularités propres à cette période du développement de l'adolescent. Les différents intervenants entourant ces jeunes sportifs, entraîneurs, préparateurs physiques, éducateurs, médecins, psychothérapeutes, parents... doivent bien connaître ces particularités afin que la pratique d'activités physiques et sportives chez ces jeunes conserve ses effets bénéfiques sur la santé et n'ait pas d'effets néfastes ni à court ni à long terme. Une vigilance toute particulière doit être portée s'il s'agit de jeunes filles pratiquant un sport minceur à haut niveau. ■

Références bibliographiques

1. Coutant R, Bouhours-Nouet N. Puberty with and without pathological problems. *Rev Prat* 2010;60(5):721-7.
2. Horlick MB, Rosenbaum M, Nicolson M et al. Effect of puberty on the relationship between circulating leptin and body composition. *J Clin Endocrinol Metab* 2000;85(7):2509-18.
3. Rowland TW. Physiologie de l'exercice chez l'enfant. Bruxelles: de Boeck, 2010:53-7.
4. Georgopoulos NA, Roupas ND, Theodoropoulou A et al. The influence of intensive physical training on growth and pubertal development in athletes. *Ann N Y Acad Sci* 2010;1205:39-44.
5. Theintz GE, Howald H, Weiss U et al. Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. *J Pediatr* 1993;122(2):306-13.
6. Georgopoulos NA, Markou KB, Theodoropoulou A et al. Growth retardation in artistic compared with rhythmic elite female gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87(7):3169-73.

7. Theintz GE, Howald H, Allemann Y et al. Growth and pubertal development of young female gymnasts and swimmers: a correlation with parental data. *Int J Sports Med* 1989;10(2):87-91.
8. Thomis M, Claessens AL, Lefevre J et al. Adolescent growth spurts in female gymnasts. *J Pediatr* 2005;146(2):239-44.
9. Georgopoulos N, Markou K, Theodoropoulou A et al. Growth and pubertal development in elite female rhythmic gymnasts. *J Clin Endocrinol Metab* 1999;84(12):4525-30.
10. Caufriez A. Menstrual disorders in adolescence: pathophysiology and treatment. *Horm Res* 1991;36(3-4):156-9.
11. Lindholm C, Hagenfeldt K, Ringertz BM. Pubertal development in elite juvenile gymnasts. Effects of physical training. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1994;73(3):269-73.
12. Malina RM. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exerc Sport Sci Rev* 1994;22:389-433.
13. Torstveit MK, Sundgot-Borgen J. Participation in leanness sports but not training volume is associated with menstrual dysfunction: a national survey of 1 276 elite

- athletes and controls. *Br J Sports Med* 2005;39(3):141-7.
14. Frisch RE, McArthur JW. Menstrual cycles: fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science* 1974;185(4155):949-51.
15. Frisch RE, Gotz-Welbergen AV, McArthur JW et al. Delayed menarche and amenorrhea of college athletes in relation to age of onset of training. *JAMA* 1981;246(14):1559-63.
16. Yeager KK, Agostini R, Nattiv A et al. The female athlete triad: disordered eating, amenorrhea, osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(7):775-7.
17. Hickey MS, Calsbeek DJ. Plasma leptin and exercise: recent findings. *Sports Med* 2001;31(8):583-9.
18. Weimann E. Gender-related differences in elite gymnasts: the female athlete triad. *J Appl Physiol* 2002;92(5):2146-52.
19. Nattiv A, Loucks P, Manore M et al. The female athlete triad. *American College of Sports Medicine - Position Stand. Med Sci Sports Exerc* 2007;39:1867-82.