



HAL
open science

Besoins nutritionnels de l'adolescent

A. de Luca

► **To cite this version:**

A. de Luca. Besoins nutritionnels de l'adolescent. Journal de Pédiatrie et de Puériculture, 2019, 32, pp.171 - 180. <10.1016/j.jpp.2019.06.001>. <hal-03487950>

HAL Id: hal-03487950

<https://hal.science/hal-03487950v1>

Submitted on 20 Dec 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC 4.0 - Attribution - Non-commercial use - International License

Besoins nutritionnels de l'adolescent

A. de Luca ^{ab},

*a Inserm U 1069 « Nutrition, croissance et cancer », 10, boulevard Tonnellé, 37000 Tours,
France*

b Unité mobile de nutrition, CHU de Tours, 2, boulevard Tonnellé, 37000 Tours, France

a.deluca@chu-tours.fr

Résumé

Les besoins nutritionnels de l'adolescent se définissent par les dépenses liées au métabolisme de base, à l'activité physique mais aussi à la croissance. Plusieurs méthodes permettent d'estimer les besoins nutritionnels, allant de la mesure directe à l'extrapolation des données adultes, en passant par l'observation des données de consommation ou l'utilisation de formule pour la dépense énergétique. Les besoins sont très différents d'un adolescent à l'autre, en lien avec une corpulence et une activité physique très variables, et selon le genre. La croissance est accélérée lors de la puberté, avec une acquisition majeure de masse musculaire et de masse grasse mais aussi de masse osseuse, ce qui justifie des besoins parfois supérieurs à l'adulte dans cette période, notamment en protéines, calcium et phosphore. Les mesures des besoins servent à guider les consommations. Les apports nutritionnels conseillés (ANC) correspondent aux apports permettant de couvrir les besoins de la population, et sont précisés pour les macronutriments, les minéraux, les éléments traces et les vitamines. Ils sont comparés aux études de consommations faites en France et en Europe. Celles-ci mettent en évidence que les apports protéiques et lipidiques totaux sont plus élevés que les ANC, ce qui expose au risque de développer une obésité. D'autres nutriments sont consommés en quantité insuffisante, exposant à un risque de déficience. Cela concerne le calcium, le fer, les acides gras polyinsaturés de la série n-3, la vitamine D, les folates, et la vitamine E. Les professionnels de santé doivent être particulièrement attentifs à ces nutriments dans une tranche d'âge où le régime alimentaire peut être déstructuré.

Mots-clés Adolescent; Croissance; Nutrition; Besoins; Métabolisme; Apports nutritionnels conseillés;

Introduction

Les besoins nutritionnels peuvent se définir comme les apports nécessaires pour maintenir la santé, la croissance et une activité physique appropriée. Ainsi, les apports alimentaires doivent couvrir l'ensemble des besoins de base pour une population donnée.

La période de l'adolescence est marquée par une croissance accélérée liée à la puberté, dans un contexte d'activités physiques souvent plus marquées. Ces spécificités nécessitent d'individualiser cette période de la vie dans de nombreux domaines, dont celui de la nutrition et des besoins nutritionnels, dans un contexte psychologique et comportemental parfois complexe. L'influence des pairs, la recherche d'autonomie et le rejet des contraintes familiales peuvent conduire à une déstructuration des prises alimentaires.

Évaluation des besoins

Plus qu'une fourchette d'âge liée à la puberté, très variable en fonction du sexe et des individus, l'adolescence pourrait se définir comme les maturités osseuses et sexuelles, afin d'obtenir les meilleurs repères nutritionnels. Cependant, les études privilégient les résultats par tranche d'âge, car il serait trop complexe d'aboutir à des conseils de consommation.

Métabolisme énergétique

La dépense énergétique totale est constituée de différents paramètres qui s'additionnent : le métabolisme de base, les besoins de croissance, la thermogénèse alimentaire, la thermorégulation et l'activité physique.

Métabolisme de base

Le métabolisme de base comprend les fonctions vitales : les fonctions cardiaque et respiratoire, et le travail des pompes membranaires maintenant les gradients ioniques. Il se mesure au repos, allongé et éveillé dans un environnement thermique neutre, après une nuit de jeûne. Il est d'environ 40 kcal/m² par heure. Cela représente environ 60 % de la dépense énergétique journalière, proportion qui varie selon l'activité physique.

La dépense énergétique de repos dépend essentiellement de la masse cellulaire active issue de la masse maigre ^[1]. Elle varie donc en fonction de la composition corporelle, variable selon la corpulence, le genre et l'origine ethnique.

Besoins liés à la croissance

Le gain pondéral passe de 10 g/j avant la puberté à 25–30 g/j au pic de croissance.

La composition du gain pondéral a été estimée à 10 % de masse grasse avec un contenu énergétique de 9,25 kcal/g, 20 % de protéines de 5,65 kcal/g et 70 % d'eau, le contenu en glucides et minéraux étant négligeable ^[2]. L'énergie moyenne déposée dans les tissus est donc de 2,4 kcal/g de gain de poids. À ceci, il faut ajouter le coût métabolique de synthèse des lipides et protéines ^[3].

<p>Point fort Le coût global de la croissance est de 4 kcal par gramme de poids. La croissance représente environ 1 % des besoins, ce qui la rend négligeable dans le calcul des besoins.</p>

Thermogenèse alimentaire

Il s'agit d'une action dynamique spécifique postprandiale liée à l'absorption, au stockage et à la transformation des aliments. Elle correspond à environ 8–10 % de la dépense énergétique quotidienne et représente 5 à 10 % de l'énergie ingérée pour les glucides, 0 à 2 % pour les lipides, et 20 à 30 % pour les protides.

Thermorégulation

Il s'agit du coût du maintien de l'homéothermie à 37 °C.

Activité physique

L'activité physique est une part variable mais pouvant représenter une partie importante des besoins énergétiques quotidiens (plus de 1000 kcal/j). Elle dépend du type d'activité, du poids corporel, de la répétition et de la durée de l'exercice (Tableau 1) ^[4].

Méthodes

Méthodes de mesures

Mesure de la dépense énergétique

Les besoins énergétiques sont déterminés par la dépense énergétique. Les mesures sont souvent effectuées chez l'adulte et extrapolées chez l'enfant et l'adolescent ^[5].

La calorimétrie indirecte mesure la consommation d'oxygène et la production de CO₂. Cela permet de mesurer l'oxydation des substrats et d'en déduire la dépense énergétique de repos, qui est une approximation du métabolisme de base. Cette méthode est la plus utilisée en pratique clinique, mais elle a un coût et nécessite une expertise spécifique.

La méthode à l'eau doublement marquée est une méthode isotopique utilisant ²H₂O (deutérium) et H₂¹⁸O [6]. L'étude de la différence des vitesses d'élimination permet de connaître la production de CO₂ donc la dépense énergétique. Cette technique est peu utilisée.

La méthode factorielle permet d'appliquer un coefficient en fonction du niveau d'activité physique (NAP) de l'individu. Ce coefficient est appliqué à la dépense énergétique de repos afin de déterminer les dépenses énergétiques totales quotidiennes. Il est de 1,4 ; 1,6 ; 1,8 ou 2 quand l'activité physique est respectivement faible, moyenne, forte, intense.

D'autres méthodes existent. L'évaluation de la composition corporelle permet de déduire les besoins énergétiques à partir de la quantification de la masse cellulaire métaboliquement active. La mesure de la fréquence cardiaque, les données d'accéléromètres sont aussi utilisées.

Nutriments

Lorsque des marqueurs biologiques existent, ils sont largement utilisés pour déterminer les besoins. Les études expérimentales de déplétion/réplétion, consistant à évaluer la quantité d'un nutriment nécessaire à corriger une carence, ont permis d'approcher les besoins de nombreux nutriments.

La méthode des bilans consiste à mesurer les entrées et sorties, et relever le détail des activités quotidiennes. La difficulté d'un recueil exhaustif et d'avoir un état stationnaire la rend difficile.

Les flux métaboliques mesurés par marquage avec un isotope stable permettent d'explorer les micronutriments en suivant leur élimination de l'organisme. La nécessité d'un état stationnaire, donc peu compatible avec la croissance, et les prélèvements répétés nécessaires à cette méthode ne permettent pas de l'appliquer à l'adolescent [7].

Formules prédictives de dépense énergétique

Par leur simplicité, les formules mathématiques ont souvent remplacé l'évaluation par calorimétrie indirecte en pratique clinique.

Ces équations sont dérivées de mesures initialement faites chez l'adulte caucasien. Elles ont été validées chez l'enfant et l'adolescent par le rapport FAO/OMS/UNU (Food and Agriculture Organization of the United Nations/Organisation mondiale de la santé/United Nations University) de 1985 et révisées en 2005 (Tableau 2) [8,9]. Les équations de Schofield sont utilisables chez l'enfant, quel que soit l'âge [10]. L'équation de Harris-Benedict peut aussi être utilisée car validée

à partir de 10 ans ^[11]. La validité de ces équations a été plus spécifiquement étudiée chez des adolescents ^[12,13]. Les auteurs concluaient que les équations de Schofield pouvaient être utilisées en pratique clinique. Cependant, chez la fille, l'équation FAO/OMS/UNU paraît être plus précise ^[13]. L'équation d'Oxford est plus récente mais n'est pas validée dans la population saine ^[14].

Enfin, la formule issue des travaux de Holliday et Segar permet de calculer les besoins énergétiques totaux ^[15]. Elle est largement utilisée en pratique clinique car très simple. Le calcul (règle des 100/50/25) repose sur la formule du Tableau 3. Par exemple, un adolescent de 40 kg a des besoins estimés à $10 \times 100 + 10 \times 50 + 20 \times 25 = 2000$ kcal/j. Cette formule surestime modérément les besoins énergétiques.

Besoins nutritionnels quantitatifs et qualitatifs

Les besoins nutritionnels sont à différencier des apports nutritionnels conseillés (ANC). Les ANC sont définis comme l'apport permettant de couvrir les besoins physiologiques de 97,5 % des individus, selon l'âge et le genre. Ils correspondent le plus souvent à 130 % du besoin nutritionnel moyen (Fig. 1). Les ANC ont des limites inférieures et supérieures, constituant des repères et non une norme. Il existe des tables d'ANC pour chaque nutriment. De nombreux pays ont défini leurs propres ANC pour lesquels une standardisation est difficile ^[16]. Les limites de sécurité sont les apports maximaux sans risque pour la santé.

Énergie

Les besoins sont évalués à partir du métabolisme de base, du NAP moyen et des dépenses de croissance.

Point fort

Apports énergétiques conseillés = métabolisme de base × niveau d'activité + croissance

Au cours de la puberté, l'accroissement de la masse est majeur. Au début de l'adolescence, l'accrétion protéique augmente plus chez le garçon, et la masse grasse chez la fille. Chez le garçon, la masse maigre (contenant le muscle) augmente en moyenne de 31 kg et la masse grasse de 3 kg. Chez la fille, l'augmentation présente une répartition différente avec une prise de 15 kg de masse maigre et de 7 kg de masse grasse ^[17]. Les besoins caloriques sont donc plus importants chez le garçon.

Les besoins sont très variables en fonction de la corpulence et du NAP, allant de 1740 kcal/j pour un garçon de 10 ans ayant une faible activité physique à 4540 kcal/j pour un garçon de

18 ans avec activité intense. De même, chez la fille, les apports peuvent varier de 1650 à 3510 kcal/j^[4]. La quantité d'énergie stockée pour la croissance est de 20 à 30 kcal/j chez le garçon de 10 à 15 ans, puis elle passe à moins de 10 kcal/j. Chez la fille, cette quantité est de 30 à 40 kcal/j avant la puberté, 70 à 80 kcal/j pendant le pic de croissance pubertaire, puis tend vers 0^[4].

Dans l'étude Individuelle nationale des consommations alimentaires (INCA 2), les apports énergétiques étaient adaptés, de 2059 kcal/j en moyenne pour les garçons de 11 à 14 ans et 2166 kcal/j chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 1749 kcal/j et 1688 kcal/j^[18].

Macronutriments

La répartition qualitative globale des macronutriments est identique à l'adulte. Les légumes et fruits ainsi que les féculents sont à privilégier, alors que les aliments gras, salés et sucrés doivent être limités.

Dans l'étude européenne HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence), ayant recueilli des données sur plus de 3000 adolescents citadins de 12,5 à 17,5 ans, il était retrouvé une consommation de fruits et légumes deux fois moins importante que celle conseillée et plus de trois fois moins pour le lait et les produits laitiers^[19]. La consommation de viande, graisses et sucreries était au-delà des ANC, exposant à un risque d'obésité.

Protéines

Les protéines alimentaires sont la seule source d'azote et d'acides aminés indispensables. Les sources alimentaires sont animales avec la viande, les poissons, les œufs, le lait et les produits laitiers, mais aussi végétales avec notamment le pain et les produits à base de céréales, les légumineux.

Les protéines apportent environ 4 kcal/g. Les besoins en protéines sont fondés sur le contenu azoté, avec pour équivalence 6,25 g de protéines pour 1 g d'azote. Les protéines végétales ont une plus faible digestibilité et un contenu en acides aminés indispensables moins important, pouvant faire varier les apports nécessaires^[20]. On parle d'efficacité de l'utilisation protéique, qui est de l'ordre de 47 % chez l'adulte^[21]. Il n'y a pas de données chez l'adolescent.

La balance azotée est positive chez l'adolescent du fait de la croissance, nécessitant des apports supérieurs à l'adulte. Les besoins peuvent être estimés par la mesure de balance azotée ou par les méthodes isotopiques dynamiques en recherche. La méthode factorielle est utilisée pour calculer l'azote nécessaire à la croissance.

Chez l'adolescent, les besoins de maintien sont de 0,66 g/kg par jour, comme chez l'adulte ^[8]. Les besoins liés à la croissance diminuent avec l'âge. Ils sont de 0,09 g/kg par jour à 11 ans à 0,03 g/kg par jour à 18 ans chez le garçon, et de 0,07 g/kg par jour à 11 ans à 0 g/kg par jour à 18 ans chez la fille. Ceci entraîne une diminution des besoins protéiques totaux avec l'âge, passant chez le garçon de 0,75 à 0,69 g/kg par jour de 11 à 18 ans, et de 0,73 à 0,66 g/kg par jour chez la fille de 11 à 18 ans.

En France, les ANC sont de 12 à 14 % de l'apport énergétique (Tableau 4) ^[22]. Selon l'European Food Safety Authority (EFSA), les apports protéiques conseillés de 11 à 18 ans sont légèrement supérieurs, passant de 0,91 à 0,86 g/kg par jour chez le garçon et de 0,90 à 0,83 g/kg par jour chez la fille ^[23]. Malgré de possibles altérations rénales et un probable surrisque d'obésité, l'EFSA n'a pas recommandé d'apport limite supérieur.

Les apports sont souvent trop élevés dans l'alimentation dans les pays développés, de l'ordre de deux fois les besoins ^[24]. Dans l'étude INCA 2, les protides représentaient 15,7 % (80 g/j en moyenne) pour les garçons de 11 à 14 ans et 16,3 % (86,9 g/j en moyenne) chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 15,4 % (66,2 g/j en moyenne) et 15,2 % (63,2 g/j en moyenne) ^[18]. Dans la synthèse des études européennes par l'EFSA, les apports protéiques représentaient 11 à 18 %, 15,5 à 15,7 % pour la France ^[23]. Pour les études prenant en compte le poids, on obtient un apport de l'ordre de 1,2 à 2 g/kg par jour, bien au-dessus des besoins.

Les besoins en acides aminés indispensables ont été déterminés par méthode factorielle ^[23]. Ils sont présentés dans le Tableau 5. En pratique, les besoins en acides aminés indispensables sont amplement couverts en France, puisque l'apport protéique est largement supérieur aux besoins.

Point fort Les apports protéiques sont largement supérieurs aux besoins.
--

Lipides

Les lipides sont une source énergétique majeure, apportant environ 9 kcal/g. Ils jouent un rôle important dans le développement du système nerveux central. Ils sont des composants majeurs des membranes cellulaires et facilitent l'absorption des vitamines liposolubles.

Point fort Les besoins en lipides dépendent des besoins énergétiques.

En l'absence d'étude, les ANC des acides gras essentiels polyinsaturés (AGPI) n-3 et n-6 sont dérivés des données chez l'adulte et des moyennes de consommation (Tableau 6).

Les acides gras (AG) saturés et mono-insaturés ainsi que le cholestérol sont synthétisés par l'organisme ; l'estimation des besoins n'a donc pas d'intérêt.

Les ANC en lipides ont été revus en 2010 (Tableau 4) ^[25]. Ils reposent sur la prévention des maladies cardiovasculaires à l'âge adulte et ont été établis entre 20 et 35 % de l'apport énergétique total, avec un pourcentage de graisses saturées inférieur à 10 % de par leur effet sur la concentration de LDL-cholestérol ^[26]. Selon l'EFSA, il n'y a pas de données permettant de donner un seuil minimum de lipides ^[26]. Pour d'autres, une valeur minimale de 30 % paraît importante pour garantir la croissance chez l'enfant et l'adolescent, et garantir l'apport en vitamines B₁, B₂, B₆, B₁₂ et E qui peut diminuer à cause de la compensation énergétique par des sucres rapides ^[2,27].

Dans l'étude INCA 2, les lipides représentaient 37 % pour les garçons de 11 à 14 ans et 37,7 % chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 37,7 % et 37,1 % ^[18]. Concernant les AGPI totaux, ils représentaient 14,3 % des AG totaux pour les garçons de 11 à 14 ans et 15,4 % chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 14,7 % et 16 % ^[18]. Dans l'étude européenne HELENA, 95 % des adolescents avaient des apports en AGPI n-3 inférieurs aux ANC ^[24]. Les adolescents étaient la tranche d'âge la plus touchée.

Glucides et fibres

Glucides

Les glucides sont une source énergétique d'ajustement importante et apportent environ 4 kcal/g. Ils sont primordiaux pour le fonctionnement du cerveau. Les sources de glucides sont nombreuses : fruits, légumes, céréales, pain, pommes de terre, lait et produits laitiers, sucres ajoutés.

Les besoins en glucides dépendent des apports en lipides et protéines (Tableau 4). Les ANC sont donc rapportés à l'apport énergétique, de 50 à 55 % ^[4]. L'EFSA conseille des consommations de 45 à 60 % d'apports en glucides ^[28]. Les sucres rapides ne devraient pas être supérieurs à 15 % des apports glucidiques.

En France, dans l'étude INCA 2, les glucides étaient adaptés et représentaient 47,2 % pour les garçons de 11 à 14 ans et 46 % chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 47 % et 47,6 % ^[18]. Dans l'étude HELENA, les apports étaient atteints dans les populations d'adolescents, représentant 43 à 58 % ^[24].

Fibres

Les fibres ne sont pas des aliments indispensables à proprement parler. Elles sont, pour la plupart, des glucides non digestibles. On les retrouve dans les céréales, les fruits, les légumes et les pommes de terre. Les besoins sont définis par la normalité du transit chez l'adolescent.

En France, les ANC sont de 20 à 30 g/j^[4]. Les apports fixés par l'EFSA sont de 10 g/1000 kcal pour obtenir un transit normal^[28].

Dans l'étude INCA 2, la consommation de fibres était insuffisante avec 14,8 g/j en moyenne pour les garçons de 11 à 14 ans et 15,2 g/j chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 12,7 g/j et 13,3 g/j^[18].

Eau

La composition et la distribution corporelle de l'eau chez l'adolescent sont proches de celles de l'adulte, soit 65 % du poids du corps avec une répartition de l'ordre de 27 % dans le secteur extracellulaire et 38 % en intracellulaire. L'eau est consommée dans les boissons mais aussi dans le contenu alimentaire. Elle est essentielle au bon fonctionnement cellulaire et importante pour la thermorégulation.

Les besoins varient selon les individus et les conditions environnementales (température extérieure, humidité, etc.). Ils sont établis en mesurant l'osmolarité urinaire et les volumes d'eau ingérés par unité d'énergie consommée. L'apport en sodium fait varier l'apport en eau. L'apport en glucides peut diminuer les besoins, et l'apport en fibres augmente l'élimination fécale de l'eau. Les besoins peuvent être approchés de façon simple par la formule proposée pour les apports énergétiques (règle des 100/50/25)^[15].

Selon les ANC, les apports totaux conseillés en eau sont de 2,1 l/j chez le garçon de 9 à 13 ans, et de 1,9 l/j pour la fille de 9 à 13 ans^[4]. Chez les plus de 14 ans, les besoins sont considérés identiques aux adultes, soit 2,5 l/j chez l'homme et 2 l/j chez la femme.

Minéraux

Calcium

L'adolescence est la période de la vie où les besoins en calcium sont les plus élevés en lien avec la constitution du capital de masse osseuse dont 40 % est acquis pendant la puberté. Le pic de minéralisation osseuse est obtenu à la fin de la puberté. Les apports calciques sont le principal déterminant de l'acquisition de la densité minérale osseuse vertébrale. Des apports calciques insuffisants, y compris avant la puberté, vont grever l'acquisition de masse osseuse et limiter le capital de masse osseuse, ce qui est un facteur de risque important d'ostéoporose^[29].

Les besoins peuvent être évalués indirectement à partir de la densité minérale osseuse mesurée par absorptiométrie biphotonique^[30]. L'évaluation des besoins doit tenir compte de la plus grande capacité d'absorption intestinale du calcium chez l'adolescent par rapport à l'adulte^[31].

Les ANC en France sont de 1200 mg/j entre 10 et 18 ans (Tableau 7)^[4].

Dans l'étude INCA 2, les consommations de calcium étaient de 902 mg/j en moyenne pour les garçons de 11 à 14 ans et 871 mg/j chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 761 mg/j et 698 mg/j^[18]. Une étude réalisée chez des adolescents de 14 à 17 ans en France montrait que les apports en calcium étaient inférieurs à 1000 mg/j chez 45 % des garçons et 71 % des filles ; ils étaient même inférieurs à 600 mg chez 10 % des garçons et 23 % des filles^[32]. L'apport en calcium était nettement plus faible chez les filles que chez les garçons.

Point fort

Les apports calciques sont majeurs pour la constitution de la masse osseuse, mais ils sont souvent insuffisants à l'adolescence.

Phosphore

Le phosphore joue aussi un rôle important dans la croissance osseuse.

Les besoins en phosphore sont exprimés relativement aux apports en calcium, dont les métabolismes sont liés. En France, ils sont exprimés par un ratio calcium/phosphore entre 1 et 1,3 (Tableau 7)^[4].

Les besoins sont largement couverts dans l'alimentation, les apports en phosphore étant souvent supérieurs au calcium. Dans l'étude INCA 2, les consommations de phosphore étaient de 1239 mg/j en moyenne pour les garçons de 11 à 14 ans et 1271 mg/j chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 1020 mg/j et 977 mg/j^[18].

Magnésium

Le magnésium est important pour la croissance osseuse par son rôle dans la qualité des cristaux d'hydroxyapatite.

Les besoins sont estimés entre 5 mg/kg par jour et 5,3 mg/kg par jour lors du pic de croissance, mais la littérature ne permet pas d'avoir de données précises.

Les ANC français reposent sur une balance positive pendant la croissance (Tableau 7)^[4].

Dans l'étude INCA 2, les consommations de magnésium étaient en deçà des ANC. Elles étaient de 245 mg/j en moyenne pour les garçons de 11 à 14 ans et de 250 mg/j chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 209 mg/j et 206 mg/j^[18].

Autres

Pour le sodium, les mécanismes de régulation font que les besoins sont très faibles, de l'ordre de 1 mmol/kg par jour. Les apports sont le plus souvent excessifs dans la population générale, exposant au risque d'hypertension artérielle. Les besoins en chlore sont étroitement liés au sodium et sont identiques, de l'ordre de 1 mmol/kg par jour.

Les besoins en potassium, principal cation intracellulaire, augmentent avec la masse cellulaire donc la croissance. Les besoins liés à la croissance sont de 0,9 mmol/j à l'adolescence auxquels il faut ajouter la compensation des pertes, amenant à des besoins de 2 mmol/100 kcal.

Éléments traces

Fer

Le fer est un élément trace qui doit faire l'objet d'une attention particulière à l'adolescence. L'augmentation de la masse musculaire et des globules rouges est source d'une augmentation des besoins à cet âge.

Les besoins doivent tenir compte des pertes obligatoires, notamment liées aux menstruations chez la fille (Tableau 8). Seule une fraction de l'apport en fer est absorbée, 25 % pour le fer héminique (viandes), 2 à 20 % pour le fer non héminique (céréales). Le thé et les fibres sont des éléments chélateurs du fer, diminuant son absorption.

En France, 50 % des garçons et 80 % des filles ont des apports insuffisants pouvant conduire à des carences. Dans l'étude INCA 2, les consommations de fer étaient de 11,7 mg/j en moyenne pour les garçons de 11 à 14 ans et de 12,7 mg/j chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 10,3 mg/j et 9,8 mg/j^[18]. Dans l'étude européenne HELENA, la prévalence du déficit et de la carence martiale à l'adolescence était estimée à 20,7 % chez le garçon et 28,3 % chez la fille, ce qui traduit l'importance de surveiller les apports en fer à cet âge^[33].

Autres

Les autres éléments traces ont leurs besoins généralement issus des études de consommation (Tableau 8)^[4]. Ils sont généralement bien couverts.

Vitamines

Vitamine D

La vitamine D est une vitamine liposoluble existant sous deux formes. Le cholécalciférol (vitamine D₃) est synthétisé par la peau grâce à l'exposition aux UV-B. L'autre forme est l'ergocalciférol (vitamine D₂), retrouvée dans les végétaux. La synthèse cutanée étant

insuffisante, elle doit aussi être trouvée dans l'alimentation. La forme active de la vitamine D est la 1,25(OH)₂D, après hydroxylation dans le rein et le foie.

Son rôle principal chez l'adolescent est la régulation du métabolisme phosphocalcique, participant à la croissance osseuse. Mais il s'agit d'une vitamine pléiotrope ayant un rôle notamment dans les défenses anti-infectieuses, la protection des cancers, des maladies cardiovasculaires et des maladies auto-immunes^[34].

Les besoins sont difficiles à établir à cause des nombreux paramètres qui interviennent (latitude, altitude, saison, pigmentation de peau, surface de peau exposée, interaction avec le calcium et le phosphore dans la lumière intestinale, etc.). En France, les besoins totaux sont estimés à 1000 UI/j, couverts partiellement par la synthèse endogène. Les besoins alimentaires sont de 5 µg/j (200 UI/j) (Tableau 9). Selon l'EFSA, une concentration de 50 nmol/l est considérée comme valeur seuil pour tous^[35].

Les apports sont souvent insuffisants. Dans l'étude INCA 2, les consommations de vitamine D étaient de 2,2 µg/j en moyenne pour les garçons de 11 à 14 ans et 2,2 µg/j chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 1,8 µg/j et 1,7 µg/j^[18]. Dans une étude française, le taux de 25-(OH)-D₃ en saison hivernale était insuffisant chez un quart des adolescents entre 10 et 15 ans^[32]. L'étude HELENA rapportait un déficit dans 15 % des cas^[36].

Pour cela, le Comité de nutrition de la Société française de pédiatrie préconise chez l'adolescent de 10 à 18 ans une supplémentation hivernale en deux doses de charge de 80 à 100 000 UI, en novembre et février, afin de pallier la diminution de l'exposition solaire^[37].

Point fort

Il est recommandé de supplémenter systématiquement les adolescents en vitamine D.

Acide folique (vitamine B₉)

L'acide folique est notamment impliqué dans l'hématopoïèse. Les ANC sont présentés dans le Tableau 9.

Dans l'étude INCA 2, les consommations de folates étaient insuffisantes, de 268 µg/j en moyenne pour les garçons de 11 à 14 ans et 257 µg/j chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 220 µg/j et 226 µg/j^[18]. L'étude HELENA rapportait un déficit dans 15 % des cas^[24].

Autres

Les apports en vitamine B₁₂ reposent sur la quantité nécessaire pour normaliser une anémie macrocytaire. Les besoins en vitamine B₁ varient en fonction de la consommation de glucides et

d'alcool. Les ANC des autres vitamines du groupe B sont dérivés des données adultes et sont fonction du poids (Tableau 9).

Les besoins en vitamine C reposent sur le risque cardiovasculaire et la mortalité globale. Les besoins en vitamine E (vitamine antioxydante) sont liés à la quantité d'acides gras polyinsaturés de l'alimentation. Dans l'étude INCA 2, les consommations de vitamine E étaient insuffisantes, de 10,1 mg/j en moyenne pour les garçons de 11 à 14 ans et 10,7 mg/j chez les 15 à 17 ans, et pour les filles respectivement 9 mg/j et 9 mg/j^[18].

Conclusion

La détermination des besoins nutritionnels de l'adolescent est souvent difficile, à cause de la croissance, de la variabilité de l'âge de la puberté et du NAP aussi très variable.

Les besoins nutritionnels sont en général bien couverts sur le plan énergétique. Il existe pourtant souvent un déséquilibre avec une augmentation des sucres rapides et des lipides dans l'alimentation, ainsi qu'une consommation plus importante de protéines, exposant à un risque d'obésité. Les apports en fer, calcium, vitamine D, vitamine E, folates et AGPI n-3 sont souvent insuffisants et exposent à des déficits.

Points essentiels

- Les besoins nutritionnels chez l'adolescent doivent couvrir le métabolisme de repos mais aussi les besoins liés à la croissance et les activités physiques.
- Les besoins énergétiques peuvent être estimés à partir de mesures de dépenses énergétiques ou de formules mathématiques.
- Les consommations alimentaires montrent un apport trop élevé en sucres rapides, lipides et protéines.
- Les risques de déficience chez l'adolescent concernent le calcium, le fer, les acides gras n-3, la vitamine D, les folates, la vitamine E.

Déclaration d'intérêts

Aguettant : invitation à un séminaire sur les micronutriments (institut Aguettant) (2012).

Références

- [1] Bosy-Westphal A, Eichhorn C., Kutzner D., Illner K., Heller M., Müller M.J. The age-related decline in resting energy expenditure in humans is due to the loss of fat-free mass and to alterations in its metabolically active components. *J Nutr* 2003; **133**: 2356–2362.
- [2] Butte NF., Wong W.W., Hopkinson J.M., Heinz C.J., Mehta N.R., Smith E.O. Energy requirements derived from total energy expenditure and energy deposition during the first 2 y of life. *Am J Clin Nutr* 2000; **72**: 1558–1569.
- [3] Roberts SB., Young V.R. Energy costs of fat and protein deposition in the human infant. *Am J Clin Nutr* 1988; **48**: 951–955.
- [4] Martin A. *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*. Paris:Tech & Doc Lavoisier; 2001;.
- [5] Koletzko B, de la Guéronnière V., Toschke A.M., von Kries R. Nutrition in children and adolescents in Europe: what is the scientific basis?. *Introduction. Br J Nutr* 2004; **92: Suppl. 2**: S67–S73.
- [6] Klein PD., James W.P., Wong W.W., Irving C.S., Murgatroyd P.R., Cabrera M. Calorimetric validation of the doubly-labelled water method for determination of energy expenditure in man. *Hum Nutr Clin Nutr* 1984; **38**: 95–106.
- [7] Prentice A, Branca F., Decsi T., Michaelsen K.F., Fletcher R.J., Guesry P. Energy and nutrient dietary reference values for children in Europe: methodological approaches and current nutritional recommendations. *Br J Nutr* 2004; **92: Suppl. 2**: S83–S146.
- [8] WHO/FAO/UNU (World Health Organization/Food and Agriculture Organization of the United Nations/United Nations University) Protein and amino acid requirements in human nutrition Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2007; **935**: 1–265.
- [9] Carpenter A, Pencharz P., Mouzaki M. Accurate estimation of energy requirements of young patients. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2015; **60**: 4–10.
- [10] Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985; **39: Suppl. 1**: 5–41.
- [11] Harris JA., Benedict F.G. A biometric study of human basal metabolism. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1918; **4**: 370–373.
- [12] De Lorenzo A, Bertini I., Puijia A., Testolin G., Testolin C. Comparison between measured and predicted resting metabolic rate in moderately active adolescents. *Acta Diabetol* 1999; **36**: 141–145.
- [13] Rodríguez G, Moreno L.A., Sarría A., Fleta J., Bueno M. Resting energy expenditure in children and adolescents: agreement between calorimetry and prediction equations. *Clin Nutr* 2002; **21**: 255–260.
- [14] Henry CJ. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutr* 2005; **8**: 1133–1152.
- [15] Holliday MA., Segar W.E. The maintenance need for water in parenteral fluid therapy. *Pediatrics* 1957; **19**: 823–832.

- [16] Iglesia I, Doets E.L., Bel-Serrat S., Román B., Hermoso M., Peña Quintana L. Physiological and public health basis for assessing micronutrient requirements in children and adolescents. The EURRECA network. *Matern Child Nutr* 2010; **6**: 84–99.
- [17] Guo SS., Chumlea W.C., Roche A.F., Siervogel R.M. Age- and maturity-related changes in body composition during adolescence into adulthood: the Fels Longitudinal Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; **21**: 1167–1175.
- [18] Agence française de la sécurité sanitaire des aliments Rapport de l'étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2 (INCA 2), 2006/2007, 2009. www.anses.fr/fr/system/files/PASER-Ra-INCA2.pdf.
- [19] Diethelm K, Jankovic N., Moreno L.A., Huybrechts I., De Henauw S., De Vriendt T. Food intake of European adolescents in the light of different food-based dietary guidelines: results of the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. *Public Health Nutr* 2012; **15**: 386–398.
- [20] Millward DJ., Jackson A.A. Protein/energy ratios of current diets in developed and developing countries compared with a safe protein/energy ratio: implications for recommended protein and amino acid intakes. *Public Health Nutr* 2004; **7**: 387–405.
- [21] Rand WM., Pellett P.L., Young V.R. Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. *Am J Clin Nutr* 2003; **77**: 109–127.
- [22] Agence française de sécurité sanitaire des aliments Apport en protéines : consommation, qualité, besoins et recommandations, 2007. www.anses.fr/fr/system/files/NUT-Ra-Proteines.pdf.
- [23] European Food Safety Authority NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies) Scientific opinion on dietary reference values for protein. *EFSA J* 2012; **10**: 2557.
- [24] Diethelm K], Huybrechts I., Moreno L., De Henauw S., Manios Y., Beghin L. Nutrient intake of European adolescents: results of the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. *Public Health Nutr* 2014; **17**: 486–497.
- [25] Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail Actualisation des apports nutritionnels conseillés pour les acides gras, 2011. www.anses.fr/fr/system/files/NUT2006sa0359Ra.pdf.
- [26] European Food Safety Authority Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA J* 2010; **8**: 1461.
- [27] Nicklas TA., Webber L.S., Koschak M., Berenson G.S. Nutrient adequacy of low fat intakes for children: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1992; **89**: 221–228.
- [28] European Food Safety Authority NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies) Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA J* 2010; **8**: 1462.

- [29] Ruiz JC., Mandel C., Garabedian M. Influence of spontaneous calcium intake and physical exercise on the vertebral and femoral bone mineral density of children and adolescents. *J Bone Miner Res* 1995; **10**: 675–682.
- [30] Beaufrère B, Briend A., Ghisolfi J., Goulet O., Putet G., Rieu D. *Nourrissons, enfants et adolescents. Apports nutritionnels conseillés pour la population française.* Paris:Tech & Doc, Lavoisier; 2001; 255–291.
- [31] Garabédian M, David L., Dumas R., Mallet E. *Métabolisme phosphocalcique normal et pathologique chez l'enfant.* Paris:Flammarion Médecine Sciences; 1993;.
- [32] Duhamel JF., Zeghoud F., Sempé M., Boudailliez B., Odièvre M., Laurans M. Prophylaxie de la carence en vitamine D chez l'adolescent et le préadolescent. Étude interventionnelle multicentrique sur les effets biologiques d'un apport répété de 100 000 UI de vitamine D3. *Arch Pediatr* 2000; **7**: 148–153.
- [33] Ferrari M, Mistura L., Patterson E., Sjöström M., Díaz L.E., Stehle P. Evaluation of iron status in European adolescents through biochemical iron indicators: the HELENA Study. *Eur J Clin Nutr* 2011; **65**: 340–349.
- [34] Bacchetta J, Ranchin B., Dubourg L., Cochat P. Vitamine D : un acteur majeur en santé ?. *Arch Pediatr* 2010; **17**: 1687–1695.
- [35] European Food Safety Authority NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies) Scientific opinion on dietary reference values for vitamin D. *EFSA J* 2016 [In press]. Disponible sur : www.efsa.europa.eu/sites/default/files/consultation/160321.pdf.
- [36] Moreno LA., Gottrand F., Huybrechts I., Ruiz J.R., González-Gross M., DeHenauf S. Nutrition and lifestyle in European adolescents: the HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) study. *Adv Nutr* 2014; **5**:615S–623S .
- [37] Vidailhet M, Mallet E., Bocquet A., Bresson J.-L., Briend A., Chouraqui J.-P. Vitamin D: still a topical matter in children and adolescents. A position paper by the Committee on Nutrition of the French Society of Paediatrics. *Arch Pediatr* 2012; **19**: 316–328.

Pour en savoir plus

Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Santé. Programme National Nutrition Santé (PNNS) 2011-2015 : http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/PNNS_2011-2015.pdf. Consulté le 10 mai 2016.

European Food Safety Authority (EFSA) : www.efsa.europa.eu/fr

Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) : www.anses.fr/fr/thematique/alimentation-et-nutrition-humaine

Beck F, Richard JB. *Les comportements de santé des jeunes. Analyses du Baromètre santé 2010*. Saint-Denis : Inpes, coll. Baromètres santé; 2013, 344 p.

Potier de Courcy G, Frelut ML, Fricker J, Martin A, Dupin H. Besoins nutritionnels et apports conseillés pour la satisfaction de ces besoins. *EMC - Endocrinologie-Nutrition* 2003 [Article 10-308-A-10].

Tableau 1 Coefficient de multiplication du métabolisme de repos selon le type d'activité physique chez l'adolescent (10–18 ans) (d'après ^[4]).	
Niveau d'activité physique	Activités
1	Sommeil et sieste, repos en position allongée
1,76	Position assise : repos, télévision, micro-ordinateur, jeux vidéo, jeux de société, lecture, classe, devoirs, transports, repas
2,1	Position debout : toilette, petits déplacements dans la maison, marche lente, achats, cuisine, vaisselle
2,6	Activités modérées : récréation, jeux peu actifs
3,5	Marche normale ou rapide, jeux actifs en groupe (loisirs), travaux manuels
5,2	Éducation physique et sportive, gymnastique rythmique et sportive, entraînement sportif, cyclisme
10	Compétition sportive (football, hand-ball, basket-ball, etc.)

Tableau 2 Formules d'évaluation des besoins énergétiques de repos validées chez l'adolescent (10–18 ans) (d'après ^[8,10,11,14]).		
Nom	Formule pour le garçon (kcal/j)	Formule pour la fille (kcal/j)
Harris et Benedict	$66,47 + 13,75 P + 5 T - 6,76 A$	$655,1 + 9,56 P + 1,85 T - 4,68 A$
FAO/OMS/UNU	$16,6 P + 77 T + 572$	$7,4 P + 482 T + 217$
Schofield (poids et taille)	$16,25 P + 137,2 T + 515,5$	$8,365 P + 465 T + 200$
Schofield (poids)	$17,686 P + 658,2$	$13,384 P + 692,6$
Oxford	$0,0769 P + 2,43$	$0,0465 P + 3,18$

P : poids (kg) ; T : taille (cm) ; A : âge (années).

Tableau 3 Besoins énergétiques évalués par la formule de pratique clinique selon les travaux de Holliday et Segar ^[15] .			
Poids de l'enfant	0-10 kg	10-20 kg	+20 kg
Besoins	100 kcal/kg	1000 kcal+ 50 kcal/kg	1500 kcal+ 25 kcal/kg

Tableau 5 Besoins moyens en acides aminés indispensables (mg/kg/j) chez l'adolescent (WHO/FAO/UNU, 2007) ^[8] .		
	11-14 ans	15-18 ans
Histidine	12	11
Isoleucine	22	21
Leucine	44	42
Lysine	35	33
Méthionine + cystéine	17	16
Phénylalanine + tyrosine	30	28
Thréonine	18	17
Tryptophane	4,8	4,5
Valine	29	28

Tableau 6 Apports nutritionnels conseillés en acides gras polyinsaturés chez l'adolescent (d'après ^[25]).				
	Acide linoléique	Acide &agr;-linoléique	DHA	EPA + DHA
Apports nutritionnels conseillés	4 % AE	1 % AE	250 mg	500 mg

AE : apport énergétique ; DHA : acide docosahexaénoïque ; EPA : acide éicosapentaénoïque.

Tableau 7 Apports nutritionnels conseillés en minéraux chez l'adolescent (d'après ^[4]).					
	10-12 ans	13-15 ans	16-19 ans		
		Garçon	Fille	Garçon	Fille
Calcium (mg/j)	1200	1200	1200	1200	1200
Phosphore (mg/j)	830	830	800	800	800
Magnésium (mg/j)	280	410	370	410	370

Tableau 8 Apports nutritionnels conseillés en éléments traces chez l'adolescent (d'après ^[4]).		
	10–13 ans	14–18 ans
Fer (mg/j)	10	13 (G) ; 16 (F)
Zinc (mg/j)	12	12
Iode (&mgr;g/j)	150	150
Cuivre (mg/j)	1,4	1,5
Fluor (mg/j)	1,0	1,5
Sélénium (&mgr;g/j)	40	50

G : garçon ; F : fille.

Tableau 9 Apports nutritionnels conseillés en vitamines chez l'adolescent (d'après [4]).					
	10–12 ans	13–15 ans	16–19 ans		
		Garçon	Fille	Garçon	Fille
Vitamine A (&mgr:g/j)	550	700	600	800	600
Vitamine D (&mgr:g/j)	5	5	5	5	5
Vitamine E (mg/j)	11	12	12	12	12
Vitamine K (&mgr:g/j)	40	45	45	65	65
Vitamine B ₁ (mg/j)	1	1,3	1,1	1,3	1,1
Vitamine B ₂ (mg/j)	1,4 (G) ; 1,3 (F)	1,6	1,4	1,6	1,5
Vitamine B ₃ - PP (mg/j)	10	13	11	14	11
Vitamine B ₅ (mg/j)	4	4,5	4,5	5	5
Vitamine B ₆ (mg/j)	1,3	1,6	1,5	1,8	1,5
Vitamine B ₈ (&mgr:g/j)	35	45	45	50	50
Vitamine B ₉ – folates (&mgr:g/j)	250	300	300	330	300
Vitamine B ₁₂ (&mgr:g/j)	1,9	2,3	2,3	2,4	2,4
Vitamine C (mg/j)	100	110	110	110	110

G : garçon ; F : fille.

Figure 1 Notion de besoins nutritionnels et apports nutritionnels conseillés (ANC).

Besoins nutritionnels moyens

ANC

