

Recherche

Mise au point d'une référence de croissance pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents

Mercedes de Onis,^a Adelheid W. Onyango,^a Elaine Borghi,^a Amani Siyam,^a Chizuru Nishida^a & Jonathan Siekmann^a

Objectif Construire des courbes de croissance pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents concordant avec la norme OMS de croissance de l'enfant pour les enfants d'âge préscolaire et avec les points de coupure pour l'indice de masse corporelle (IMC) s'appliquant aux adultes.

Méthodes Les données de référence NCHS/OMS pour la croissance (de 1 à 24 ans) de 1977 ont été regroupées avec celles de l'échantillon transversal d'enfants de moins de 5 ans (18 à 71 mois) utilisé pour la norme de croissance de manière à lisser la transition entre les deux échantillons. Les méthodes statistiques correspondant à l'état de la technique (méthode Box-Cox-power-exponential (BCPE) – transformation de puissance Box-Cox, exponentielle – complétée par des outils permettant de sélectionner les meilleurs modèles) ayant servi à construire la norme OMS de croissance de l'enfant (0 à 5 ans) ont été appliquées à cet échantillon combiné.

Résultats La fusion des jeux de données a permis d'obtenir une transition plus douce au niveau de 5 ans pour les courbes de taille, de poids et d'IMC en fonction de l'âge. S'agissant de l'IMC en fonction de l'âge, sur l'ensemble des centiles, l'ampleur de la différence entre les deux courbes à l'âge de 5 ans se situe principalement entre 0,0 kg/m² et 0,1 kg/m². A 19 ans, les nouvelles valeurs d'IMC correspondant à un écart type de +1 sont de 25,4 kg/m² pour les garçons et de 25,0 kg/m² pour les filles. Ces valeurs concordent avec le point de coupure pour l'excès pondéral chez l'adulte ($\geq 25,0$ kg/m²). De même, les valeurs correspondant à plus de 2 écarts types (29,7 kg/m² pour les deux sexes) sont très proches du point de coupure pour l'obésité ($\geq 30,0$ kg/m²).

Conclusion Les nouvelles courbes coïncident étroitement à 5 ans avec la norme OMS de croissance de l'enfant et à 19 ans avec les points de coupure recommandés chez l'adulte pour l'excès pondéral et l'obésité. Elles comblent les lacunes en matière de courbes de croissance et fournissent une référence appropriée pour la tranche d'âge 5-19 ans.

???

Introduction

La nécessité de mettre au point une référence de croissance appropriée unique pour le dépistage, la surveillance et le suivi des enfants d'âge scolaire et des adolescents est née de la simultanéité de deux événements : les préoccupations croissantes en matière de santé publique concernant l'obésité de l'enfant¹ et la parution en avril 2006 des normes OMS de croissance de l'enfant pour les enfants d'âge préscolaire qui reposent sur une approche normative.² Tandis que les pays ont entrepris de mettre en oeuvre les normes de croissance pour les enfants de moins de 5 ans, le fossé existant pour tous les centiles entre ces normes et les références de croissance existantes pour les enfants plus âgés est devenu un sujet de grave préoccupation. Il est désormais largement reconnu que l'utilisation d'échantillons descriptifs de populations qui reflètent une tendance séculaire au surpoids et à l'obésité pour élaborer des références de croissance se traduit malencontreusement par une asymétrie en faveur des valeurs élevées qui conduit à une sous-estimation du surpoids et de l'obésité, et à une surestimation de la dénutrition.³

^a Département Nutrition, Organisation mondiale de la Santé, 20 Avenue Appia, 1211 Genève 27, Suisse. Correspondance : Mercedes de Onis (mél : deonism@who.int).
doi: 10.2471/BLT.07.043497

La référence recommandée auparavant par l'OMS pour les enfants de plus de 5 ans, c'est-à-dire la référence de croissance internationale National Center for Health Statistics (NCHS)/OMS,⁴ présente plusieurs inconvénients.⁵ En particulier, la référence indice de masse corporelle-pour-l'âge, mise au point en 1991,⁶ ne commence qu'à l'âge de 9 ans, regroupe les données par année et couvre un intervalle de centiles limité. De nombreux pays ont souligné la nécessité de disposer de courbes d'indices de masse corporelle (IMC) qui commencent à l'âge de 5 ans et permettent un calcul non limité des centiles et des courbes de valeurs du z sur une échelle d'âge continue allant de 5 à 19 ans.

La nécessité d'harmoniser les outils d'évaluation de la croissance de manière théorique et pragmatique a conduit à la réunion d'un groupe d'experts en janvier 2006 afin d'évaluer la possibilité d'établir une référence de croissance internationale unique pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents.^{7,8} Les experts ont convenu que des références de croissance appropriées pour ces groupes d'âge devaient être mises au point pour les applications sanitaires cliniques et publiques. Ils ont également convenu qu'une étude multicentrique, semblable à celle qui a conduit à la mise au point des normes OMS de croissance de l'enfant de 0 à 5 ans, ne serait pas faisable pour les enfants plus âgés, étant donné qu'il ne serait pas possible d'avoir prise sur les variations de leur environnement. Par conséquent, les experts ont suggéré une autre solution consistant à construire une référence de croissance pour ce groupe d'âge en utilisant les données historiques existantes et ils ont débattu des critères à retenir pour sélectionner les ensembles de données.

L'OMS a ensuite entrepris d'identifier les ensembles de données existants provenant de différents pays, ce qui a abouti à un premier recensement de 115 ensembles de données potentiels provenant de 45 pays, qui ont ensuite été ramenés à 34 ensembles de données en provenance de 22 pays satisfaisant aux critères d'inclusion mis au point par le groupe d'experts. Toutefois, après un nouvel examen, même ces études tout à fait prometteuses ont montré une grande hétérogénéité dans les méthodes et la qualité des données, la taille des échantillons, les catégories d'âge, la situation socio-économique des enfants participants ainsi que divers autres facteurs essentiels pour la construction des courbes de croissance. Par conséquent, il était peu probable qu'une référence de croissance élaborée à partir de ces ensembles de données hétérogènes coïncide avec les normes OMS de croissance de l'enfant à 5 ans pour les différents indicateurs anthropométriques nécessaires (c'est-à-dire la taille-pour-l'âge, le poids-pour-l'âge et l'IMC-pour-l'âge).

En conséquence, l'OMS a entrepris de reconstruire la référence de croissance NCHS/OMS (de 5 à 19 ans) de 1977 en utilisant l'échantillon original (un échantillon d'enfants non obèses ayant la taille escomptée), complétée par les données issues des normes OMS de croissance de l'enfant (de manière à lisser la transition à l'âge de 5 ans), et en appliquant les méthodes statistiques les plus avancées^{9,10} utilisées pour mettre au point les normes pour les enfants d'âge préscolaire, c'est-à-dire la méthode Box-Cox-power-exponential (BCPE), complétée par des outils permettant de sélectionner les meilleurs modèles.

L'objectif du présent document est de présenter les méthodes utilisées pour reconstruire la référence de croissance NCHS/OMS de 1977 afin de comparer les nouvelles courbes qui en résultent (la référence OMS 2007) avec les diagrammes NCHS/OMS de 1977, et de décrire la transition à 5 ans entre les normes OMS pour les moins de 5 ans et ces nouvelles courbes pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents.

Méthodes

Description de l'échantillon

Le principal échantillon utilisé pour la reconstruction de la référence pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents (5-19 ans) a été le même que celui utilisé pour la construction des diagrammes NCHS originaux en rassemblant trois ensembles de données.¹¹ Les premier et deuxième ensembles de données ont été tirés de l'enquête Health Examination Survey (HES), cycle II (6-11 ans) et cycle III (12-17 ans). Le troisième ensemble de données provient de l'enquête Health and Nutrition Examination Survey (HANES) cycle I (de la naissance à 74 ans), dont ont été uniquement utilisées les données relatives au groupe d'âge allant de 1 à 24 ans. Étant donné la similitude de ces trois ensembles de données,¹¹ ils ont été fusionnés sans ajustement.

La taille totale de l'échantillon était de 22 917 enfants (11 410 garçons, 11 507 filles). Pour l'indicateur de la taille-pour-l'âge, 8 garçons (0,07 %), dont un enfant âgé de 18 mois dont la taille couché était de 51,6 cm, et 14 filles (0,12 %) présentaient des valeurs de mesure de la taille aberrantes qui ont été

considérées comme manquantes dans l'ensemble des données. Pour les indicateurs basés sur le poids (c'est-à-dire le poids-pour-l'âge et l'IMC-pour-l'âge), l'approche visant au nettoyage des données utilisée a été la même que celle appliquée pour la construction des normes OMS de croissance de l'enfant (élément transversal) afin d'éviter les effets de poids-pour-la-taille ne correspondant pas à une bonne santé.¹⁰ En conséquence, 321 observations concernant des garçons (2,8 %) et 356 observations concernant des filles (3,0 %) ont été exclues.

La fusion des données à partir de l'échantillon transversal (18-71 mois) des normes de croissance avec l'échantillon final NCHS avant de faire coïncider les nouvelles courbes de croissance a permis une transition sans heurt entre les normes OMS de croissance de l'enfant (0-5 ans) et les courbes de référence au-delà de l'âge de 5 ans. Les courbes de croissance pour les âges allant de 5 à 19 ans ont ensuite été construites en utilisant les données de 18 mois à 24 ans. L'échantillon final utilisé pour faire coïncider les courbes de croissance incluait 30 907 observations (15 537 garçons, 15 370 filles) pour les courbes de la taille-pour-l'âge, 30 100 observations (15 136 garçons, 14 964 filles) pour les courbes du poids-pour-l'âge, et 30 018 observations (15 103 garçons, 14 915 filles) pour les courbes de l'IMC-pour-l'âge.

Méthodes statistiques

L'objectif étant de mettre au point des courbes de croissance pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents qui coïncident avec les normes OMS de croissance de l'enfant pour les enfants d'âge préscolaire, nous avons à nouveau appliqué les méthodes statistiques les plus avancées qui ont été utilisées pour construire les normes de croissance pour les enfants âgés de moins de 5 ans.¹⁰ La mise au point des normes pour les enfants de moins de 5 ans a suivi un processus méthodique comprenant : a) un examen détaillé des méthodes existantes, y compris les types de distribution et les techniques de lissage ; b) la sélection d'un ensemble de logiciels suffisamment souples pour permettre des essais comparés des différentes méthodes et la production effective des courbes ; et c) l'application systématique de l'approche choisie aux données pour produire des modèles qui correspondent le mieux possible aux données.⁹

La méthode BCPE,¹² avec un lissage des courbes par splines cubiques, a été utilisée pour construire les courbes. Cette méthode convient à différents types de distribution, de la distribution normale à la distribution asymétrique ou aplatie. Après que le modèle a été adapté en utilisant l'ensemble de la fourchette des âges (18 mois à 24 ans), les courbes ont été tronquées pour couvrir la fourchette d'âges requise (c'est-à-dire 5 à 19 ans pour la taille-pour-l'âge et l'IMC-pour-l'âge et 5-10 ans pour le poids-pour-l'âge), évitant ainsi les effets de bords droit et gauche.⁹

Les spécifications des modèles de la méthode BCPE qui ont permis de fournir la meilleure concordance pour produire les courbes de croissance ont été les suivantes :

Pour la *taille-pour-l'âge* :

BCPE($\lambda = 1$, $df(\mu) = 12$, $df(\sigma) = 4$, $v = 1$,

$\tau = 2$) pour les garçons

BCPE($\lambda = 0.85$, $df(\mu) = 10$, $df(\sigma) = 4$,

$v = 1$, $\tau = 2$) pour les filles.

Pour le *poids-pour-l'âge* :

BCPE($\lambda = 1.4$, $df(\mu) = 10$, $df(\sigma) = 8$,

$df(v) = 5$, $\tau = 2$) pour les garçons

BCPE($\lambda = 1.3$, $df(\mu) = 10$, $df(\sigma) = 3$,

$df(v) = 3$, $\tau = 2$) pour les filles.

Pour l'*IMC-pour-l'âge* :

BCPE($\lambda = 0.8$, $df(\mu) = 8$, $df(\sigma) = 4$,

$df(v) = 4$, $\tau = 2$) pour les garçons

BCPE($\lambda = 1$, $df(\mu) = 8$, $df(\sigma) = 3$,

$df(v) = 4$, $\tau = 2$) pour les filles.

Où λ est la puissance de la transformation appliquée à l'âge avant l'ajustement au modèle ; $df(\mu)$ les degrés de liberté pour les splines cubiques correspondant à la médiane (μ) ; $df(\sigma)$ les degrés de liberté pour les splines cubiques correspondant au coefficient de variation (σ) ; $df(v)$ les degrés de liberté pour les splines cubiques correspondant à la puissance de la transformation de Box-Cox (v) (pour la taille-pour-l'âge v fixé = 1) ; et τ est le paramètre relatif au coefficient d'aplatissement (dans les trois cas τ fixé = 2).

Les modèles choisis pour les garçons et les filles se résument finalement à la méthode LMS¹³ étant donné qu'il n'était pas nécessaire de modéliser le paramètre relatif au coefficient d'aplatissement. Pour la taille-pour-l'âge, les données suivent la distribution normale standard, par conséquent il n'a pas été nécessaire de modéliser le paramètre relatif au coefficient d'asymétrie ni le paramètre relatif au coefficient d'aplatissement.

Résultats

Des courbes de centiles et des courbes des valeurs de z ainsi que des tableaux allant du 1^{er} au 99^e centile et de l'écart type -3 à l'écart type +3 ont été établis. L'ensemble complet des diagrammes et tableaux cliniques présentés selon le sexe et l'âge (années et mois), les valeurs de centiles et de z ainsi que les renseignements connexes (par exemple les valeurs de LMS) figurent sur le site Web de l'OMS (<http://www.who.int/growthref/>).

Les comparaisons entre la référence NCHS/OMS de 1977 et les courbes nouvellement reconstruites sont présentées dans les diagrammes relatifs à la taille-pour-l'âge, au poids-pour-l'âge et à l'IMC-pour-l'âge, pour les garçons et pour les filles.

Taille-pour-l'âge

La différence de formes entre les courbes de 1977 et celles de 2007 est plus flagrante pour les garçons (Fig. 1) que pour les filles (Fig. 2), en particulier à l'extrémité supérieure de la fourchette des âges (15-18 ans ; 18 ans étant la limite d'âge maximum pour les courbes de 1977). Les différences dans les valeurs de z atteintes pour la taille pour les garçons (comparaison entre les courbes de 1977 et de 2007) à l'âge de 5 ans sont négligeables, allant de 0,1 cm pour les courbes situées en dessous de la médiane à 0,3 cm pour les courbes correspondant à l'écart type +2 ou +3 (Fig. 1). Les deux ensembles de courbes suivent des schémas plus variables à la fois par leur forme et la répartition des tailles atteintes au fur à mesure que l'on progresse de l'âge de 10 ans vers la limite supérieure de la fourchette des âges. Par exemple, à 18 ans, la distribution des tailles situées entre les écarts types -3 et +3 est plus resserrée de 5 cm pour les courbes de 1977 que pour celles de 2007. Entre l'écart type -3 et la médiane, les courbes de 1977 sont supérieures de 3,3 cm, 2,4 cm, 1,5 cm et 0,7 cm respectivement. A l'inverse, les courbes de 1977 situées au-dessus de la médiane sont inférieures aux courbes correspondantes de 2007 de 0,2 cm (écart type +1), 1,1 cm (écart type +2) et 2,0 cm (écart type +3).

Bien que la disparité à 5 ans entre les deux ensembles de courbes des filles (Fig. 2) soit plus importante que celle observée pour les garçons, allant de 0,2 cm (écart type -3) à 1,7 cm (écart type +3), les formes des courbes au cours des dernières années suivent des schémas plus comparables et se terminent par une distribution plus semblable des valeurs de z atteintes pour la taille entre les âges de 15 et 18 ans. Comme cela a été observé pour les garçons, les écarts types négatifs et la médiane pour l'ensemble des courbes de 1977 pour l'âge de 18 ans sont situés à un niveau plus élevé que leurs équivalents pour les courbes de 2007, de 2,6 cm (écart type -3), 2,0 cm (écart type -2), 1,2 cm (écart type -1) et 0,6 cm (médiane). Les courbes de l'écart type +1 se chevauchent à l'âge de 18 ans et, contrairement au schéma pour les écarts types négatifs, les courbes de 1977 sont ensuite inférieures de 0,7 cm (écart type +2) et 1,3 cm (écart type +3).

Poids-pour-l'âge

Dans la moitié inférieure de la distribution du poids-pour-l'âge, la plus grande différence entre les courbes de 1977 et de 2007 pour les garçons (Fig. 3) se situe à l'âge de 10 ans, les courbes de 2007 étant supérieures de 2,9 kg (écart type -3) et 1,1 kg (écart type -2). Dans la moitié supérieure de la distribution, les disparités les plus grandes entre les courbes de l'écart type +1 et celles de l'écart type +2 se situent également à l'âge de 10 ans mais, dans ce cas, ce sont les courbes de 1977 qui sont supérieures de 1,7 kg et 1,0 kg. Les courbes de

l'écart type +3 présentent des différences notables, la courbe de 1977 étant régulièrement inférieure pour toute cette tranche d'âge (de 1,6 kg à l'âge de 5 ans à 3,1 kg à l'âge de 10 ans). Les courbes pour les filles présentent des configurations similaires à celles observées pour les garçons (Fig. 4). Dans la partie inférieure, les disparités sont plus importantes pour les filles que pour les garçons. A l'âge de 10 ans, les courbes de 2007 pour les filles sont supérieures de 3,7 kg (écart type -3) et de 1,4 kg (écart type -2). Dans la partie supérieure, la disparité la plus grande pour les courbes de l'écart type +3 se situe à l'âge de 5 ans, la courbe de 2007 étant de 3,1 kg au-dessus de celle de 1977, mais la différence décroît pour être ramenée à 1,7 kg à l'âge de 10 ans. Les courbes de l'écart type +2 se croisent entre 8 et 9 ans. A 5 ans, la courbe de 2007 est supérieure de 1,3 kg et, à 10 ans, elle est inférieure à celle de 1977 de 2,3 kg.

IMC-pour-l'âge

Les Figures 5 (garçons) et 6 (filles) indiquent les données de référence pour l'IMC-pour-l'âge mises au point en 1991 que l'OMS a jusqu'à ce jour recommandées pour les âges de 9 à 24 ans.⁶ Elles permettent d'effectuer la comparaison avec les centiles correspondants des courbes nouvellement construites pour la tranche d'âge pour laquelle les deux ensembles se chevauchent (9 à 19 ans). Les 5^e, 15^e et 50^e centiles pour les garçons (Fig. 5) commencent à l'âge de 9 ans et montrent de légères différences (0,1 kg/m² et 0,2 kg/m²) entre les valeurs de référence de 1991 et les courbes de 2007. Les deux ensembles se suivent ensuite étroitement, puis se croisent vers l'âge de 17 ans, de sorte qu'à l'âge de 19 ans les centiles de 2007 sont de 0,3 kg/m² ou 0,4 kg/m² plus élevés que les valeurs de référence de 1991. Le 85^e centile de la référence de 1991 commence à 0,9 kg/m² au-dessus de son équivalent pour 2007 et se situe régulièrement au-dessus de celui-ci pour s'établir à un niveau supérieur de 0,8 kg/m² au-dessus de celui-ci à l'âge de 19 ans. Pour le 95^e centile, la référence de 1991 commence à 2,0 kg/m² au-dessus de la courbe de 2007 et se redresse encore davantage pour terminer à 2,6 unités au-dessus de celle-ci à 19 ans. Les caractéristiques observées pour les courbes des garçons se retrouvent également dans les courbes pour les filles (Fig. 6), à l'exception du fait que le croisement entre les courbes pour les 5^e, 15^e et 50^e centiles se situe à l'âge de 13 ans et que les différences entre les 50^e et 95^e centiles sont légèrement plus importantes que les différences correspondantes pour les centiles relatifs aux garçons. On observe de légères ondulations dans les valeurs de référence de 1991, en particulier pour les 50^e, 85^e et 95^e centiles.

A l'âge de 19 ans, les valeurs 2007 de l'IMC pour l'écart type +1 sont de 25,4 kg/m² pour les garçons et de 25,0 kg/m² pour les filles, tandis que les valeurs pour l'écart type +2 sont de 29,7 kg/m² pour les deux sexes.

Transition avec la référence OMS de 2007 pour l'âge de 5 ans

Un objectif essentiel de la reconstruction de la référence NCHS/OMS de 1977 était de permettre une transition plus douce entre les courbes OMS standard pour les moins de 5 ans et les courbes de référence pour les enfants plus âgés. Le Tableau 1 présente les valeurs à l'âge de 5 ans – en fonction du sexe – pour les différents indicateurs des références de 1977 et de 2007 pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents, ainsi que les normes OMS pour les enfants de moins de 5 ans.

Les disparités entre la référence de 1977 et les normes OMS pour la taille-pour-l'âge et le poids-pour-l'âge pour les filles à l'âge de 5 ans étaient plus importantes que celles observées entre les courbes correspondantes pour les garçons. Par exemple, les différences entre les courbes de la taille-pour-l'âge pour les garçons étaient au plus de 0,2 cm, alors que les disparités entre les courbes pour les filles pouvaient atteindre 1,7 cm et 2,1 cm pour les écarts types +2 et +3 respectivement. Pour ce qui est du poids-pour-l'âge, les différences entre la référence de 1977 et les normes OMS pour l'écart type +3 étaient de 2,0 kg pour les garçons et de 3,5 kg pour les filles. Etant donné qu'il n'existait aucune valeur de référence NCHS pour l'IMC en dessous de 9 ans, le tableau ne présente de valeurs comparatives que pour la référence reconstruite de 2007 et les normes OMS à l'âge de 5 ans.

La reconstruction a abouti à des courbes qui sont étroitement alignées sur les normes correspondantes de l'OMS aux points de jonction (5 ans). Pour les courbes de taille-pour-l'âge pour les garçons, les trois écarts types négatifs ne sont éloignés que de 0,1 cm, la courbe médiane et la courbe d'écart type +1 diffèrent de 0,3 cm, et les disparités au niveau des écarts types +2 et +3 sont de 0,4 cm et 0,5 cm respectivement. Pour

les filles, les différences entre les deux ensembles de courbes sont de 0,3 cm ou 0,4 cm quelles que soient les valeurs de z . Pour ce qui est du poids-pour-l'âge, tandis que les différences entre la référence de 1977 et les normes OMS à l'âge de 5 ans étaient considérables, la reconstruction a permis de réduire de manière significative les différences dans les courbes finales. Les médianes pour les garçons sont identiques, tandis que les valeurs de z négatives diffèrent de 0,1 kg ou 0,2 kg et les valeurs de z positives de 0,1 kg (écart type +1), 0,3 kg (écart type +2) et 0,4 kg (écart type +3). Les différences résiduelles dans les deux ensembles de courbes pour les filles sont d'ordre similaire à celles existant dans les courbes des garçons, qui se situent entre 0,0 kg et 0,4 kg.

La fusion des données des normes de croissance pour les moins de 5 ans (18-71 mois) et de l'échantillon de base NCHS afin de les faire coïncider avec les courbes de 2007 pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents a permis de lisser la transition entre les normes OMS de croissance de l'enfant et les références nouvellement construites pour l'IMC-pour-l'âge. Pour les garçons comme pour les filles, les différences entre les deux ensembles de courbes à 5 ans sont le plus souvent de 0,0 kg/m² ou de 0,1 kg/m², et ne sont jamais supérieures à 0,2 kg/m².

Discussion

Disposer d'une référence de croissance largement applicable pour les enfants plus âgés et les adolescents est une nécessité de plus en plus largement reconnue par les pays qui s'efforcent d'évaluer l'ampleur du problème de santé publique de plus en plus préoccupant que représente l'obésité de l'enfant. Cette nécessité a été réaffirmée lors de la diffusion des normes de croissance pour les moins de 5 ans. La reconstruction présentée dans le présent document a abouti à des courbes de croissance qui coïncident étroitement avec les normes OMS de croissance de l'enfant à l'âge de 5 ans et qui, en tant que telles, représentent une référence complémentaire adaptée à une utilisation dans les programmes de santé destinés aux enfants d'âge scolaire et aux adolescents. Les divers graphiques et tableaux cliniques fournis sur Internet permettront une application pratique de cette référence.

L'approche utilisée pour construire la référence OMS de 2007 a permis d'apporter une réponse aux limites représentées par les courbes NCHS de 1977 qui avaient été reconnues par le Comité d'experts de 1993⁴ ayant recommandé leur utilisation provisoire pour les enfants plus âgés. Les courbes médianes de la taille-pour-l'âge des références de 1977 et de 2007 se chevauchent presque entièrement et ne présentent que de légères différences dans leur configuration, probablement dues aux techniques de modélisation différentes utilisées. Pour les courbes NCHS/OMS de 1977, les écarts types en fonction de l'âge par rapport à la médiane ont été dérivés de la dispersion observée pour les six courbes de centiles (5^e, 10^e, 25^e, 75^e, 90^e et 95^e), puis lissés moyennant la combinaison de techniques de régression polynomiale et de splines cubiques.¹⁴ Dans la reconstruction de 2007, l'âge a été modélisé sous forme de variable continue, et les courbes ont été ajustées simultanément et lissées pour toute la fourchette des âges en utilisant des splines cubiques. En outre, les effets de bord ont été évités en construisant les courbes de 2007 avec des données qui allaient au-delà des limites d'âge inférieures et supérieures des courbes de référence finales. Ce dernier point peut expliquer pourquoi les courbes NCHS/OMS de 1977 présentent des formes ondulées prononcées au niveau de la limite d'âge supérieure de la référence par comparaison aux courbes de 2007.

Lorsqu'on effectue la comparaison avec les courbes NCHS/OMS de 1977, les différences apparaissant dans les courbes du poids-pour-l'âge nouvellement reconstruites sont significatives pour tous les centiles sauf pour la moyenne et les courbes d'écart type -1, reflétant ainsi les différences importantes dans la méthodologie de construction des courbes. Le fait que les courbes médianes des deux références se chevauchent presque entièrement est rassurant dans la mesure où les deux échantillons utilisés pour faire coïncider les modèles sont les mêmes pour la tranche d'âge en bonne santé (c'est-à-dire la tranche moyenne de la distribution). Lors de la construction des courbes de 1977, la méthodologie disponible ne permettait de modéliser qu'imparfaitement les données asymétriques.¹⁴ Le fait d'établir une distance d'écart type supérieure entre les courbes situées au-dessus de la médiane et une distance inférieure pour les courbes situées en dessous de la médiane, comme cela avait été fait, permettait de prendre partiellement en compte l'asymétrie dans les données relatives au poids, mais ne permettait pas de modéliser les distances de plus en plus importantes entre les courbes d'écart type entre l'extrémité inférieure et l'extrémité supérieure de la distribution du poids-pour-l'âge. Pour tenir compte des données asymétriques de manière appropriée, la

méthode LMS (utilisée dans la construction des courbes de 2007 et les autres références basées sur le poids récemment mises au point) utilise une distribution normale de Box-Cox, qui suit étroitement les données empiriques.¹⁵⁻¹⁷

Les données de référence pour l'IMC-pour-l'âge recommandées par l'OMS sont limitées dans la mesure où elles ne commencent qu'à l'âge de 9 ans et couvrent un intervalle de distribution limité (5^e-95^e centiles). Les valeurs de référence empiriques ont été estimées en utilisant des données qui ont été regroupées par âge, en nombre d'années, puis lissées en utilisant la méthode de régression pondérée localement.⁶ La reconstruction de 2007 permet d'élargir la référence de l'IMC jusqu'à l'âge de 5 ans, les courbes coïncidant alors avec les courbes OMS pour les moins de 5 ans de manière presque parfaite. En outre, à 19 ans, les valeurs d'IMC de 2007 pour les deux sexes correspondant à un écart type +1 (25,4 kg/m² pour les garçons et 25,0 kg/m² pour les filles) concordent avec le point de coupure pour l'excès pondéral chez l'adulte ($\geq 25,0$ kg/m²), de même que les valeurs correspondant à plus de 2 écarts types (29,7 kg/m² pour les deux sexes) sont très proches du point de coupure pour l'obésité ($\geq 30,0$ kg/m²).¹⁸

Les graphiques 2007 de la taille-pour-l'âge et de l'IMC-pour-l'âge vont jusqu'à 19 ans, ce qui correspond à la limite d'âge supérieure de l'adolescence selon la définition de l'OMS.¹⁹ Les graphiques du poids-pour-l'âge vont jusqu'à 10 ans dans l'intérêt des pays qui ne mesurent de manière régulière que le poids et souhaiteraient effectuer un suivi de la croissance tout au long de l'enfance. Le poids-pour-l'âge ne permet pas de suivre de manière appropriée la croissance au-delà de l'enfance compte tenu de l'impossibilité de distinguer entre la taille relative et la masse corporelle, d'où l'utilisation ici de l'IMC-pour-l'âge pour compléter la taille-pour-l'âge dans le cadre de l'évaluation de la maigreur (IMC-pour-l'âge faible), du surpoids et de l'obésité (IMC-pour-l'âge élevé), et du retard de croissance (taille-pour-l'âge faible) pour les enfants d'âge scolaire et les adolescents.

Conflit d'intérêts : aucun déclaré.

Page 661

Fig. 1 Comparaison entre les courbes de valeurs de z de la taille-pour-l'âge de 1977 et 2007 – garçons

Taille (cm)

Age (années)

Page 662

Fig. 2 Comparaison entre les courbes de valeurs de z de la taille-pour-l'âge de 1977 et de 2007 – filles

Taille (cm)

Age (années)

Fig. 3 Comparaison entre les courbes de valeurs de z du poids-pour-l'âge de 1977 et de 2007 – garçons

Poids (kg)

Age (années)

Page 663

Fig. 4 Comparaison entre les courbes de valeurs de z du poids-pour-l'âge de 1977 et 2007 – filles

Poids (kg)

Age (années)

Page 664

Fig. 5 Comparaison entre les courbes de centiles de l'indice de masse corporelle-pour-l'âge de 1991 et 2007 – garçons

IMC (kg/m^2)

Age (années)

Fig. 6 Comparaison entre les courbes de centiles de l'indice de masse corporelle-pour-l'âge de 1991 et 2007 - filles

IMC (kg/m^2)

Age (années)

Tableau 1. Valeurs de référence pour la taille-pour-l'âge, le poids-pour-l'âge et l'indice de masse corporelle-pour-l'âge à 5 ans en fonction du sexe pour les références de 1977 et de 2007, et normes OMS de croissance de l'enfant

Valeurs de Z	Référence 1977	Référence 2007	Normes OMS ^a	Référence 1977	Référence 2007	Normes OMS ^a
	Garçons			Filles		
Taille-pour-l'âge (cm)						
Ecart type -3	96,1	96,0	96,1	95,1	94,9	95,2
Ecart type -2	100,7	100,6	100,7	99,5	99,6	99,9
Ecart type -1	105,3	105,2	105,3	104,0	104,3	104,7
Médiane	109,9	109,7	110,0	108,4	109,1	109,4
Ecart type +1	114,5	114,3	114,6	112,8	113,8	114,2
Ecart type +2	119,1	118,8	119,2	117,2	118,6	118,9
Ecart type +3	123,7	123,4	123,9	121,6	123,3	123,7
Poids-pour-l'âge (kg)						
Ecart type -3	12,3	12,6	12,4	11,9	12,2	12,1
Ecart type -2	14,4	14,2	14,1	13,8	13,8	13,7
Ecart type -1	16,6	16,1	16,0	15,7	15,8	15,8
Médiane	18,7	18,3	18,3	17,7	18,1	18,2
Ecart type +1	21,1	20,9	21,0	20,4	21,0	21,2
Ecart type +2	23,5	23,9	24,2	23,2	24,5	24,9
Ecart type +3	25,9	27,5	27,9	26,0	29,1	29,5
Indice de masse corporelle-pour-l'âge (kg/m²)^b						
Ecart type -3	-	12,1	12,0	-	11,8	11,6
Ecart type -2	-	13,0	12,9	-	12,8	12,7
Ecart type -1	-	14,1	14,0	-	13,9	13,9
Médiane	-	15,3	15,2	-	15,2	15,3
Ecart type +1	-	16,6	16,6	-	16,9	16,9
Ecart type +2	-	18,2	18,3	-	18,8	18,8
Ecart type +3	-	20,1	20,3	-	21,3	21,1

^a Normes OMS de croissance de l'enfant de 0 à 5 ans.^{2,10}

^b Pour l'IMC, les données de référence de 1991 commencent à l'âge de 9 ans.⁴

Références

1. Lobstein T, Baur L, Uauy R. IASO International Obesity Task Force. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004; 5:4-104.
2. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr Suppl* 2006; 450:76-85.
3. De Onis M. The use of anthropometry in the prevention of childhood overweight and obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28:S81-5.
4. Utilisation et interprétation de l'anthropométrie. Rapport d'un Comité OMS d'experts. OMS, Série de Rapports techniques, N° 854, 1995, pp. 182-291.
5. Wang Y, Moreno LA, Caballero B, Cole TJ. Limitations of the current World Health Organization growth references for children and adolescents. *Food Nutr Bull* 2006; 27:S175-88.
6. Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 1991; 53:839-46.
7. Butte NF, Garza C, editors. Development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull* 2006; 27:S169-326.
8. Butte NF, Garza C, de Onis M. Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents. *J Nutr* 2007; 137:153-57.
9. Borghi E, de Onis M, Garza C, Van den Broeck J, Frongillo EA, Grummer-Strawn L, et al., for the WHO Multicentre Growth Reference Study Group. Construction of the World Health Organization child growth standards: selection of methods for attained growth curves. *Stat Med* 2006; 25:247-65.
10. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. *WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development*. Geneva: WHO; 2006.
11. Hamill PV, Drizd TA, Johnson CL, Reed RB, Roche AF. NCHS growth curves for children birth-18 years: United States. *Vital Health Stat* 11 1977; 165:i-iv, 1-74.
12. Rigby RA, Stasinopoulos DM. Smooth centile curves for skew and kurtotic data modelled using the Box-Cox power exponential distribution. *Stat Med* 2004; 23:3053-76.
13. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med* 1992; 11:1305-19.
14. Dibley MJ, Goldsby JB, Staehling NW, Trowbridge FL. Development of normalized curves for the international growth reference: historical and technical considerations. *Am J Clin Nutr* 1987; 46:736-48.
15. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. 2000 CDC growth charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat* 11 2002; 246:1-190.

16. Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. *Stat Med* 1998; 17:407-29.
17. Fredriks AM, van Buuren S, Burgmeijer RJ, Meulmeester JF, Beuker RJ, Brugman E, et al. Continuing positive secular growth change in the Netherlands 1955-1997. *Pediatr Res* 2000; 47:316-23.
18. Obésité : prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale. Rapport d'une consultation de l'OMS. OMS, Série de Rapports techniques, N° 894, 2000, pp. 1-284.
19. Les jeunes et la santé : défi pour la société. Rapport d'un groupe d'étude de l'OMS sur les jeunes et la santé pour tous d'ici l'an 2000. OMS, Série de Rapports techniques, N° 731, 1986, pp. 1-128.