CALCUL DES CENTILES ET DES VALEURS DU Z POUR LA TAILLE-POUR L'ÂGE, LE POIDS-POUR-L'ÂGE ET L'IMC-POUR-L'ÂGE

La méthode utilisée pour construire les références 2007 de l'OMS s'est appuyée sur le modèle GAMLSS avec la distribution de Box-Cox power exponential (Rigby et Stasinopoulos, 2004). Toutefois, les modèles finals sélectionnés pouvaient être ramenés au modèle LMS (Cole et Green, 1992) étant donné qu'aucune des références ne nécessitait un ajustement en raison de l'aplatissement. En conséquence, le calcul des percentiles et des valeurs du z pour les trois indicateurs utilise des formules basées sur la méthode LMS. Toutefois, une restriction a été imposée à tous les indicateurs pour permettre la dérivation des centiles uniquement dans l'intervalle correspondant aux valeurs du z comprises entre -3 and 3. Le raisonnement sous-jacent est que les centiles situés au-delà de ±3 écarts types sont invariants quelles que soient les modifications apportées aux valeurs de z. La perte qui résulte de cette restriction est faible puisque l'intervalle des valeurs incluses est compris entre les 0,135$^{\text{ème}}$ et 99,865$^{\text{ème}}$ centiles.

Pour tous les indicateurs, les valeurs ajustées calculées de la puissance de Box-Cox, de la médiane et du coefficient de variation correspondant à l'âge (ou à la taille) *t* sont notées *L(t)*, *M(t)* et *S(t)*, respectivement.

Centiles et valeurs de z pour la taille-pour-l'âge

Pour cet indicateur, *L(t)* est égal à 1, ramenant la distribution normale de Box-Cox utilisée dans la méthode LMS à la distribution normale. Par conséquent, les différences entre des écarts types adjacents (par exemple entre les écarts types 2 et 3) sont constantes pour un âge donné mais varient pour des âges différents.

Dans ce cas, les centiles à l'âge *t* peuvent être estimés à partir de la formule suivante:

$$\begin{aligned} C_{100\alpha}(t) = M(t)\left[1 + L(t)S(t)Z_\alpha\right]^{1/L(t)} &= M(t)\left[1 + S(t)Z_\alpha\right] \\ &= M(t) + StDev(t)Z_\alpha, \qquad -3 \le Z_\alpha \le 3 \end{aligned}$$

où Z_α est l'écart equivalent normal pour la queue de distribution α, C100α(t) est le 100α-ème centile, et *StDev(t)* est l'écart type à l'âge *t* (obtenu en multipliant *S(t)* par *M(t)*).

La valeur de z individuelle pour une mesure *y* à l'âge *t* a été calculée comme suit:

$$z_{ind} = \frac{\left[{y}/{M(t)} \right]^{L(t)} - 1}{S(t)L(t)} = \frac{y - M(t)}{StDev(t)}$$

Centiles et valeurs de z pour le poids-pour-l'âge et l'IMC-pour-l'âge

Les indicateurs basés sur le poids présentaient des distributions asymétriques décalées vers la droite. Lorsque la modélisation a été correcte, l'asymétrie vers la droite des données a eu l'effet suivant: plus les valeurs de z positives étaient éloignées de la médiane, plus les distances entre elles augmentaient progressivement, tandis que les distances entre les valeurs de z négatives diminuaient progressivement. La méthode LMS permet d'ajuster de manière appropriée les données asymétriques en utilisant une distribution normale de Box-Cox, qui suit de près les données empiriques. Cependant, l'inconvénient est que les extrémités de la distribution sont fortement modifiées par les valeurs extrêmes même s'il n'y en a que très peu (moins de 1% par exemple). En suivant la méthodologie appliquée pour les Normes OMS de croissance de l'enfant, une application limitée de la méthode LMS a ainsi été employée pour la construction des indicateurs 2007 de l'OMS basés sur le poids, limitant la distribution normale de Box-Cox à l'intervalle correspondant aux valeurs du z pour lesquelles des données empiriques étaient disponibles (c'est-à-dire entre les écarts types -3 et +3). Au-delà de ces limites, l'écart type à chaque âge a été fixé à la distance comprise entre les écarts types ±2 et ±3, respectivement. Cette approche permet d'éviter d'avoir à faire des hypothèses concernant la distribution des données au-delà des limites des valeurs observées (Etude multicentrique de l'OMS sur la référence de croissance, 2006).

Du fait de cet ajustement, la distribution des valeurs du z peut s'éloigner légèrement de la normalité aux niveaux des valeurs extrêmes (au-delà de l'écart type ±3), bien que l'incidence pratique escomptée soit minime.

Les centiles ont été calculés comme suit:

$$C_{100\alpha}(t) = M(t)\left[1 + L(t)S(t)Z_\alpha\right]^{1/L(t)}, \qquad -3 \le Z_\alpha \le 3$$

La procédure ci-après est recommandée pour calculer une valeur du z pour un enfant donné dont la mesure est *y* à l'âge *t*:

1. Calculer

$$z_{ind} = \frac{\left[y/M(t)\right]^{L(t)} - 1}{S(t)L(t)}$$

2. Calculer la valeur du z finale $\left(z^*_{ind}\right)$ de l'enfant pour cet indicateur de la façon suivante:

$$z^*_{ind} = \begin{cases} z_{ind} & if \quad |z_{ind}| \le 3 \\ 3 + \left(\dfrac{y - SD3pos}{SD23pos}\right) & if \quad z_{ind} > 3 \\ -3 + \left(\dfrac{y - SD3neg}{SD23neg}\right) & if \quad z_{ind} < -3 \end{cases}$$

où

$SD3pos$ est le point de coupure de 3 écarts types calculés à *t* par la méthode LMS:

$$SD3pos = M(t)\left[1 + L(t) * S(t) * (3)\right]^{1/L(t)};$$

$SD3neg$ est le point de coupure de -3 écarts types calculés à *t* par la méthode LMS:

$$SD3neg = M(t)\left[1 + L(t) * S(t) * (-3)\right]^{1/L(t)};$$

$SD23pos$ est la différence entre les points de coupure de 3 écarts types et de 2 écarts types calculés à *t* par la méthode LMS:

$$SD23pos = M(t)\left[1 + L(t) * S(t) * (3)\right]^{1/L(t)} - M(t)\left[1 + L(t) * S(t) * (2)\right]^{1/L(t)};$$

et $SD23neg$ est la différence entre les points de coupure de -3 écarts types et de -2 écarts types calculés à t par la méthode LMS:

$$SD23neg = M(t)\left[1 + L(t) * S(t) * (-2)\right]^{1/L(t)} - M(t)\left[1 + L(t) * S(t) * (-3)\right]^{1/L(t)}$$

Pour illustrer la procédure, un exemple de l'IMC-pour-l'âge pour les garçons est fourni ci-dessous et représenté sur la Figure 1.

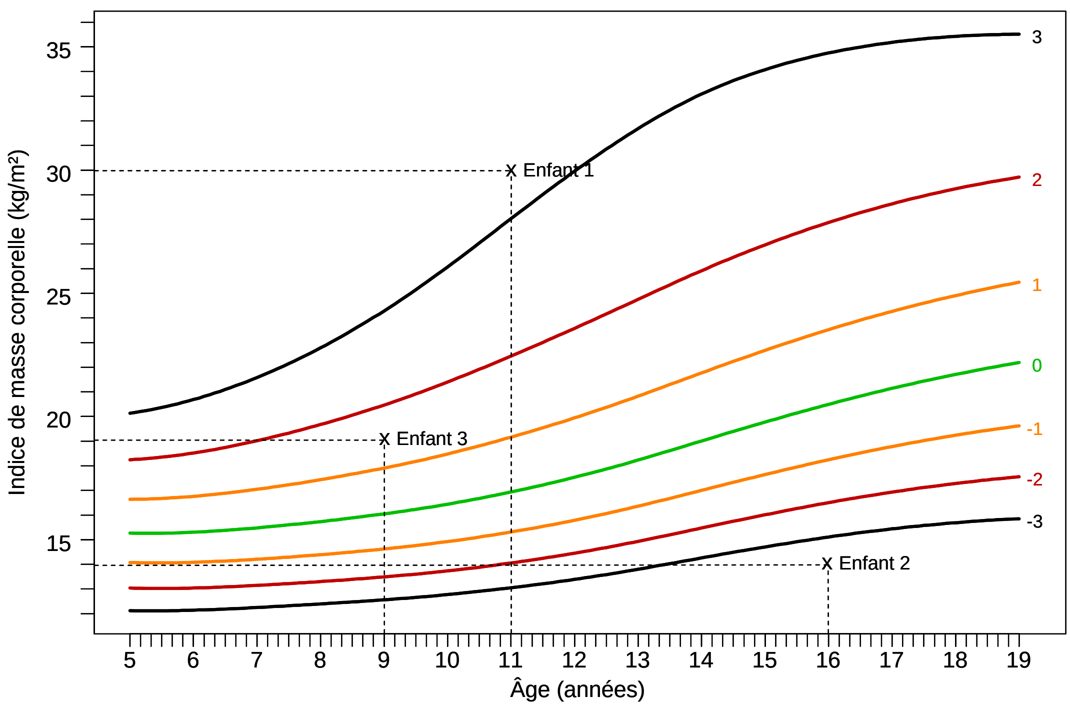

Figure 1 Exemples d'enfants /adolescents classés selon la référence OMS 2007 de l'IMC-pour-l'âge

Enfant 1: garçon de 11 ans ayant un IMC=30.

L=-1,7862;   M=16,9392;   S=0,11070;

$$z_{ind} = \frac{\left[{}^{30,0}\!/\!_{16,9392}\right]^{(-1,7862)} - 1}{0,11070 * (-1,7862)} = 3,24 \quad \textbf{>3}$$

$$SD3\,pos = 16,9392 * \left[1 + (-1,7862) * 0,11070 * (3)\right]^{1/(-1,7862)} = 28,03$$
$$SD2\,pos = 16,9392 * \left[1 + (-1,7862) * 0,11070 * (2)\right]^{1/(-1,7862)} = 22,45$$
$$SD23\,pos = 28,03 - 22,45 = 5,58$$
$$\Rightarrow \quad z^*_{ind} = 3 + \left(\frac{30 - 28,03}{5,58}\right) = 3,35$$

Enfant 2: garçon de 16 ans ayant un IMC=14.

L=-1,3529;   M=20,4951;   S=0,12579;

$$z_{ind} = \frac{\left[{}^{14,0}\!/\!_{20,4951}\right]^{(-1,3529)} - 1}{0,12579 * (-1,3529)} = -3,96 \quad \textbf{<-3}$$

$$SD2neg = 20,4951 * \left[1 + (-1,3529) * 0,12579 * (-2)\right]^{1/(-1,3529)} = 16,50$$
$$SD3neg = 20,4951 * \left[1 + (-1,3529) * 0,12579 * (-3)\right]^{1/(-1,3529)} = 15,11$$
$$SD23neg = 16,50 - 15,11 = 1,39$$
$$\Rightarrow \quad z^*_{ind} = -3 + \left(\frac{14,0 - 15,11}{1,39}\right) = -3,80$$

Enfant 3: garçon de 9 ans ayant un IMC=19

L=-1,318;   M=16,490;   S=0,10038;

$$z_{ind} = \frac{\left[{}^{19}\!/\!_{16,0490}\right]^{(-1,6318)} - 1}{0,10038 * (-1,6318)} = 1,47 \quad \textbf{≥-3 et ≤3} \quad \textbf{(valeur de z LMS)}$$

Bibliographie

Cole TJ, Green PJ (1992). Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Statistics in Medicine*, 11:1305–1319.

Rigby RA, Stasinopoulos DM (2004). Smooth centile curves for skew and kurtotic data modelled using the Box-Cox power exponential distribution. *Statistics in Medicine*, 23:3053–3076.

WHO Multicentre Growth Reference Study Group (2006). 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. Genève: Organisation mondiale de la Santé; pp 312.