

Évaluation des aptitudes cardiorespiratoires en obésité pédiatrique

ebook.ecog-obesity.eu/fr/depense-energetique-activite-physique/evaluation-des-aptitudes-cardiorespiratoires-en-obesite-pediatrique/



David Thivel

Université Clermont Auvergne, EA 3533, Laboratoire des adaptations métaboliques à l'exercice en conditions physiologiques et pathologiques (AME2P), BP 80026, F-63171 Aubière cedex, France

Alicia Fillon

Université Clermont Auvergne, EA 3533, Laboratoire des adaptations métaboliques à l'exercice en conditions physiologiques et pathologiques (AME2P), BP 80026, F-63171 Aubière cedex, France

SSR Nutrition Obésité UGECAM, Clermont-Ferrand, France

Julie Masurier

SSR Nutrition Obésité UGECAM, Clermont-Ferrand, France

Julien Aucouturier

Université Droit et Santé Lille 2, EA 4488 "Activité Physique, Muscle, Santé", Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique, 59790 Ronchin, France

Correspondance:

THIVEL David

Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en conditions Physiologiques et Pathologiques (AME2P), BP 80026, F-63171 Aubière cedex, France

David.Thivel@univ-bpclermont.fr

Aptitude cardio-respiratoire des enfants et adolescents obèses.

Les enfants et les adolescents obèses présentent en règle générale des capacités physiques globales, et plus particulièrement une aptitude cardiorespiratoire, plus faibles que celles de leurs homologues de poids normaux. L'effort accru requis pour déplacer une masse corporelle importante et une quantité excessive de masse grasse (MG) en sont les principales explications¹. Chez les enfants souffrant d'une obésité sévère, cette faible aptitude cardiorespiratoire peut, en partie, résulter d'une insuffisance respiratoire, par diminution du volume de réserve expiratoire (VRE) et des capacités résiduelles fonctionnelles, notamment en raison d'une plus faible compliance pulmonaire.

He et al. n'ont observé aucune différence de fonctions pulmonaires entre des enfants minces et obèses, malgré une prévalence plus élevée de symptômes respiratoires chez les jeunes obèses, pouvant occasionnellement affecter leur capacité cardiorespiratoire⁶. En effet, les performances cardiorespiratoires des enfants et adolescents obèses sont inférieures lorsqu'elles sont ajustées à la masse corporelle mais, similaires voire plus élevées que celles des enfants et adolescents minces une fois exprimées en valeurs absolues. De plus, ces différences disparaissent lorsque les performances sont ajustées à la masse maigre (MM), suggérant que la capacité oxydative maximale musculaire n'est pas altérée par l'obésité chez les plus jeunes^{7,8}. Par exemple, Lazzer et al. ont rapporté une consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}), exprimée en valeur absolue (L.min-1), supérieure d'environ 27% chez les jeunes obèses de 12 à 16 ans. En revanche, une fois ajusté à la MM, aucune différence ne persiste entre les adolescents obèses et les enfants de poids normaux, comme illustré par la Figure 1⁹.

A partir d'un test incrémental sur tapis roulant, réalisé jusqu'à épuisement, Watanabe et al. ont observé une relation significative inverse entre l'aptitude cardiorespiratoire des adolescents obèses de 12 à 15 ans et leur masse grasse (MG) corporelle⁷. Des méthodes de mesure indirectes ont été développées lorsque la VO_{2max} ne peut pas être évaluée directement, permettant d'obtenir des résultats corrélés à ceux issus d'une mesure directe (Queen's college step test)¹⁰. L'excès de graisse corporelle semble aussi contribuer à l'intolérance à l'effort et à une faible aptitude cardiorespiratoire chez les jeunes obèses⁷. Certaines études suggèrent de plus une disparité entre les effets de l'obésité entre filles et garçons. Mota et al. n'ont pas observé de différence entre les aptitudes cardiorespiratoires de garçons minces, en surpoids ou obèses à l'âge de 8 ans, alors que des filles obèses et en surpoids présentaient une aptitude aérobie inférieure à celle des filles de poids normal¹¹. Ces données concordent avec les résultats d'une étude longitudinale qui montre une association significative entre les aptitudes cardiorespiratoires des filles mais non des garçons et l'incidence du surpoids et de l'obésité¹².

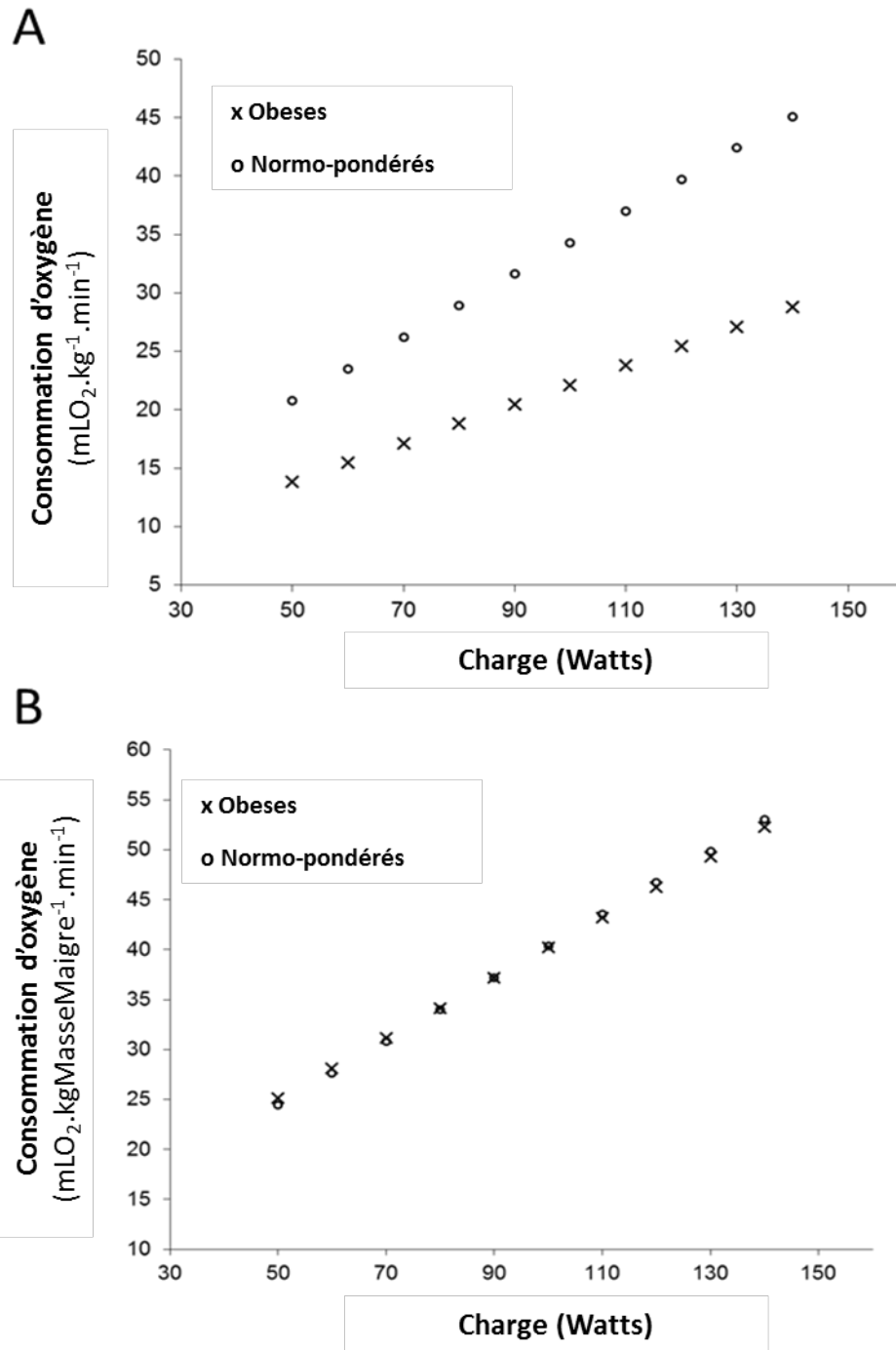


Figure 1. Illustration des différences de VO₂ entre enfants/adolescents de poids normaux et obèses en fonction de son expression, au cours d'un test d'effort progressif (par rapport à la masse corporelle (A) ou à la masse maigre (B)).

Bien que l'entraînement régulier soit la meilleure méthode pour améliorer les aptitudes cardiorespiratoires chez les jeunes obèses, leur faible condition physique initiale est un obstacle à leur engagement dans des

activités physiques régulières, expliquant en partie le faible niveau de compliance généralement observé au cours d'interventions en activité physique¹³.

Sur le plan clinique, un des principaux challenges à relever de manière à évaluer les effets des programmes de prise en charge est de mesurer correctement les aptitudes cardiorespiratoires des enfants et adolescents obèses, à l'aide de tests validés et adaptés.

Comment mesurer les aptitudes cardiorespiratoires en obésité pédiatrique ?

La consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}): le « gold standard »

Les tests de laboratoire évaluant la capacité cardiorespiratoire mesurent ou prédisent la consommation d'oxygène (VO_{2max}) et sont considérés comme des méthodes de référence¹⁴⁻¹⁷. La VO_{2max} est évaluée dans des conditions de référence lors d'une épreuve maximale de pédalage ou de course conduite jusqu'à épuisement, avec une charge de travail croissante, exprimée en Watt lorsqu'elle est effectuée sur un ergocycle, ou via la vitesse et/ou l'inclinaison lors de la pratique sur un tapis roulant. Que ce soit sur un ergocycle ou un tapis roulant, la durée de chaque palier à une même charge de travail ou vitesse varie entre 1 et 3 minutes. Chez les enfants et les adolescents, les critères d'atteinte de VO_{2max} sont l'épuisement subjectif, un rythme cardiaque supérieur à 195 battements.min⁻¹ et / ou un quotient respiratoire (QR : VCO₂ / VO₂) supérieur à 1,02 et / ou un plateau de VO₂¹⁸. Bien que cette méthode soit largement utilisée, la réalisation d'un test d'effort maximal nécessite un fort encouragement de la part de l'investigateur ou de l'équipe médicale et reste difficile à effectuer chez les sujets obèses. Les enfants et les adolescents obèses perçoivent ces tests incrémentaux comme plus difficiles à réaliser (évaluation à l'aide d'échelles de perception de l'effort) que leurs pairs de poids normaux¹⁹, surtout à cause de la douleur et la fatigue ressenties.

Les enfants rarement engagés dans une activité physique de haute intensité ne parviennent souvent pas à atteindre les critères requis de VO_{2max} mentionnés au cours d'un test maximal d'aptitude cardiorespiratoire. Si ces critères ne sont pas satisfaits, la consommation maximale d'oxygène mesurée est appelée VO_{2peak} plutôt que VO_{2max}²⁰. La VO_{2peak} représente la consommation d'oxygène la plus élevée atteinte par le participant lors d'un protocole maximal, mais avec des critères moins stricts que ceux de l'atteinte de la VO_{2max}. A titre d'exemple, Breithaupt et al. rapportent que seuls 18 des 62 enfants obèses étudiés, soumis à un test maximal d'aptitude cardiorespiratoire, ont été en mesure d'atteindre leur VO_{2max} sur la base des critères présentés ci-dessus²¹.

Outre VO_{2max}, deux seuils ventilatoires (SV1 et SV2) peuvent être déterminés lors d'un test incrémental, chacun étant caractérisé par une augmentation disproportionnée de la ventilation (VE) par rapport à l'augmentation de VO₂. SV1 et SV2 sont considérés comme de bons indicateurs physiologiques de l'endurance cardiorespiratoire, mais restent difficiles à déterminer avec précision chez les enfants et les adolescents obèses en raison d'une fréquence respiratoire trop irrégulière. Ces seuils seraient pratiquement indétectables chez 20% des enfants et des adolescents^{22, 23}. Malgré ces limitations, la détermination des seuils ventilatoires peut être utilisée pour la prescription d'exercice. Ainsi, l'entraînement à une intensité inférieure au SV1 représentera une intensité d'exercice modérée qui favorisera l'oxydation des graisses²⁴. L'entraînement alternant des intensités modérées et élevées (entre SV1 et SV2) est associé à une réduction des facteurs de risque cardiovasculaire²⁵ et l'exercice au SV2 peut réduire la consommation d'énergie post-exercice²⁶.

Les tests de laboratoire maximaux avec mesure de l'échange gazeux représentent certes la méthode la plus précise pour évaluer les capacités cardiorespiratoires, mais ils restent coûteux et souvent inaccessibles aux patients ou à de nombreux praticiens. Des tests sous-maximaux ont donc été développés et validés dans la population pédiatrique générale²⁷, et sont de mieux en mieux adaptés aux jeunes obèses.

Tests sous-maximaux: du laboratoire au terrain

Les tests d'effort sous-maximaux validés offrent une alternative précieuse et fiable pour estimer la VO_{2max} . Les mesures sous-maximales n'exigent pas que les participants déploient leurs efforts jusqu'à épuisement, permettant ainsi de surmonter certaines limites inhérentes aux tests maximaux. Ils sont aussi mieux tolérés par les patients présentant certaines limitations à l'effort physique, une fatigue importante ou des douleurs pendant l'exercice¹⁷.

Généralement, des extrapolations de VO_{2max} ou de puissance maximale sont réalisées à partir de la fréquence cardiaque maximale théorique (FC) et de la relation linéaire entre la puissance de travail (ou VO_2) et la fréquence cardiaque mesurée lors d'épreuves comprenant au moins deux paliers d'intensités sous-maximales²⁸. L'estimation des capacités cardiorespiratoires peut aussi être effectuée à l'aide d'autres variables prédictives tels le temps de récupération de la fréquence cardiaque au cours de step-tests^{29, 30} ou des équations prédictives validées reposant sur différents paramètres : l'âge, le sexe, le poids corporel, la fréquence cardiaque de repos entre autres³¹⁻³³.

Récemment, Breithaupt et al. ont proposé un nouveau protocole sous-maximal adapté aux jeunes obèses (protocole HALO: protocole de groupe de recherche Healthy Active Living and Obesity) qu'ils ont comparé à un test maximal progressif réalisé jusqu'à épuisement chez 21 adolescents obèses³⁴. Ce protocole repose sur un test de marche composé de paliers consécutifs de 4 minutes réalisés à vitesse constante (rapide mais confortable) afin de s'assurer que l'état d'équilibre de la VO_2 et de la FC est atteint. Après un échauffement de 4 minutes, l'inclinaison du tapis roulant est augmentée de 3% à chaque palier. Le test se termine lorsque le participant: i) atteint 85% de sa FC maximale estimée; ii) a accompli 20 minutes d'exercice; iii) indique qu'il ne peut plus continuer. La VO_{2peak} est alors prédite en extrapolant la relation linéaire FC- VO_2 à la FC_{max} prédite par l'âge. Alors que seul 29% de l'échantillon atteint un plateau de VO_2 pendant le test maximal, tous les participants ont terminé le protocole HALO et ont jugé l'effort moins difficile. Le protocole sous-maximal HALO propose donc une méthode précise et validée pour estimer VO_{2peak} par rapport à un test maximal classique. En outre, ce test estime mieux le VO_{2peak} que les méthodes sous-maximales validées jusqu'à présent chez les jeunes obèses³⁴.

Un protocole sous-maximal plus court a également été validé chez les adolescents obèses par rapport à une mesure de VO_{2max} en laboratoire. Nemeth et al. ont demandé à 113 garçons et filles obèses, de 12 ans, de réaliser un exercice de 4 minutes sur tapis roulant³³. Après un échauffement de 4 minutes à une vitesse de marche de confort choisie par l'adolescent (inclinaison du tapis roulant = 0%); les participants ont été invités à maintenir cette vitesse pendant 4 minutes alors que l'inclinaison du tapis roulant augmentait à 5%. La fréquence cardiaque a été enregistrée au repos et à la fin des 4 minutes et la vitesse de marche notée. S'appuyant sur ces deux variables, les auteurs proposent une équation d'estimation de VO_{2max} incluant le sexe, le poids (kg) et la taille (cm).

Ces méthodes simples qui ne requièrent que la mesure des FC, prédisent avec précision VO_{2max} chez les enfants et les adolescents obèses et en surpoids³³ et offrent aux praticiens des méthodes réalisables d'évaluation de la condition cardiorespiratoire. Plusieurs méthodes de terrain peu coûteuses, faciles à mettre en œuvre et reproductibles, initialement validées chez les enfants de poids normaux sont communément utilisées chez les jeunes obèses^{17, 35-37}. Les deux principaux tests de terrain utilisés sont le test de marche de six minutes (TM6) et le test navette. Le test de marche de 6 minutes est une méthode précise et pratique pour évaluer la capacité cardiorespiratoire à une intensité sous-maximale chez les enfants³⁸. Il est démontré qu'il reflète mieux les activités de la vie quotidienne que tout autre test de marche fonctionnel³⁹. Les valeurs de référence établies récemment facilitent l'utilisation du TM6 et permettent de déterminer la qualité de la capacité cardiorespiratoire d'un enfant⁴⁰⁻⁴⁴.

Plusieurs études rapportent de façon prévisible des distances parcourues inférieures chez les enfants obèses par rapport aux enfants et adolescents minces lors d'un TM6^{45, 46}. Elloumi et al. ont confirmé la validité du TM6 chez les adolescents obèses par comparaison avec un protocole sous-maximal incrémental validé avec des mesures d'échange gazeux⁴⁷. Le TM6 s'avère sensible aux changements de condition physique des adolescents obèses liés à un programme d'activité physique de 2 mois^{47, 48}. Le TM6 a également été utilisé pour estimer le point maximal d'oxydation des graisses (Fatmax ou Lipoxmax), lorsque la mesure des échanges gazeux et l'utilisation de la VO₂ et VCO₂ pour calculer le taux d'oxydation des graisses n'est pas disponible (en utilisant la distance effectuée pendant le test comme valeur centrale dans une équation prédictive)⁴⁹.

Le test navette développé par Leger et al. est l'un des tests de terrain les plus utilisés pour évaluer la condition cardiorespiratoire chez les jeunes⁵⁰. Au cours de ce test, les enfants sont invités à courir le plus longtemps possible, entre deux lignes espacées de 20 mètres, à une vitesse croissante imposée par un enregistrement sonore émettant des tonalités à des intervalles donnés. Le test commence à 8 km/h et augmente de 0,5 km / h toutes les minutes. Le test se termine lorsque le participant n'est plus en mesure de terminer un palier. Castro-Pineiro et al. ont montré que les enfants en surpoids et obèses ont des performances plus faibles que les enfants minces à ce test⁵¹, en raison en particulier d'une vitesse de course trop élevée dès le premier palier (8 km/h). Ceci a conduit au développement d'une version adaptée du test navette : 15 paliers allant de 1,8 à 10,3 km/h sur une distance de 10 mètres³⁶. Plus récemment, une autre version adaptée du test navette a été développée pour les enfants et adolescents obèses⁵². Dix paliers ont été ajoutés au début du test navette d'origine afin de réduire la vitesse de départ et la vitesse sur la durée du test⁵². Ensuite, on demande aux participants de débiter l'épreuve à 4 km/h (vitesse de marche) avec un incrément de 0,5 km/h toutes les minutes. La vitesse initiale de 8 km/h est atteinte après 10 minutes. Les auteurs ont montré une forte corrélation entre la vitesse maximale obtenue et la VO₂ maximale évaluée en laboratoire ($r = 0,81$), ce qui suggère la validité de cette version adaptée du test chez les jeunes obèses⁵².

Conclusions et recommandations

La capacité cardiorespiratoire réduite des enfants et adolescents obèses, constitue l'une des principales raisons de leur pratique réduite des activités physiques. L'évaluation correcte de la capacité cardiorespiratoire dans cette population a un double intérêt. Tout d'abord, elle constitue un paramètre clinique important pour le diagnostic et le suivi de la santé fonctionnelle et métabolique, de ces sujets. Une évaluation directe et maximale devrait donc être encouragée. D'un point de vue plus pratique, la capacité cardiorespiratoire est une information nécessaire à la mise en œuvre de programmes de prise en charge de l'obésité, reposant sur l'activité physique. Disposer des indicateurs de la capacité cardiorespiratoire aidera les praticiens et / ou les éducateurs à prescrire correctement les activités physiques en déterminant les intensités d'exercices appropriées et en contrôlant leur progression durant ces interventions. Lorsque la mesure directe de la VO_{2max} n'est pas disponible, les tests sous-maximaux et de terrain sont des alternatives fiables. Grâce à leur faisabilité, ces tests peuvent être répétés plusieurs fois pendant le programme et permettre une éventuelle adaptation de la prescription d'exercices.

Références

- 1 Dupuis JM, Vivant JF, Daudet G, Bouvet A, Clement M, Dazord A, *et al.* [Personal sports training in the management of obese boys aged 12 to 16 years]. *Arch Pediatr.* 2000; 7: 1185-93.

- 2 Fung KP, Lau SP, Chow OK, Lee J, Wong TW. Effects of overweight on lung function. *Arch Dis Child*. 1990; 65: 512-15.
- 3 Ferretti A, Giampiccolo P, Cavalli A, Milic-Emili J, Tantucci C. Expiratory flow limitation and orthopnea in massively obese subjects. *Chest*. 2001; 119: 1401-8.
- 4 Zerah F, Harf A, Perlemuter L, Lorino H, Lorino AM, Atlan G. Effects of obesity on respiratory resistance. *Chest*. 1993; 103: 1470-6.
- 5 Ray CS, Sue DY, Bray G, Hansen JE, Wasserman K. Effects of obesity on respiratory function. *Am Rev Respir Dis*. 1983; 128: 501-6.
- 6 He QQ, Wong TW, Du L, Jiang ZQ, Qiu H, Gao Y, *et al*. Respiratory health in overweight and obese Chinese children. *Pediatr Pulmonol*. 2009; 44: 997-1002.
- 7 Watanabe K, Nakadomo F, Maeda K. Relationship between body composition and cardiorespiratory fitness in Japanese junior high school boys and girls. *Ann Physiol Anthropol*. 1994; 13: 167-74.
- 8 Goran MI. Energy metabolism and obesity. *Med Clin North Am*. 2000; 84: 347-62.
- 9 Lazzer S, Boirie Y, Bitar A, Petit I, Meyer M, Vermorel M. Relationship between percentage of VO₂max and type of physical activity in obese and non-obese adolescents. *J Sports Med Phys Fitness*. 2005; 45: 13-9.
- 10 Chatterjee S, Chatterjee P, Bandyopadhyay A. Validity of Queen's College Step Test for estimation of maximum oxygen uptake in female students. *Indian J Med Res*. 2005; 121: 32-5.
- 11 Mota J, Flores L, Ribeiro JC, Santos MP. Relationship of single measures of cardiorespiratory fitness and obesity in young schoolchildren. *Am J Hum Biol*. 2006; 18: 335-41.
- 12 Kim J, Must A, Fitzmaurice GM, Gillman MW, Chomitz V, Kramer E, *et al*. Relationship of physical fitness to prevalence and incidence of overweight among schoolchildren. *Obes Res*. 2005; 13: 1246-54.
- 13 Quinart S, Mougin-Guillaume F, Simon-Rigaud ML, Bertrand AM, Negre V. [Sports counseling for overweight children]. *Arch Pediatr*. 2010; 17: 894-5.
- 14 Balke B, Ware R. An experimental study of Air Force personnel. *US Armed Forces Med Journal*. 1959; 10: 675-88.
- 15 Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J*. 1973; 85: 546-62.
- 16 Patterson JA, Naughton J, Pietras RJ, Gunnar RM. Treadmill exercise in assessment of the functional capacity of patients with cardiac disease. *Am J Cardiol*. 1972; 30: 757-62.
- 17 Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Phys Ther*. 2000; 80: 782-807.
- 18 Rowland TW. Developmental Exercise physiology. . Human Kinetics ed edn. Champaign, IL 1996.
- 19 Marinov B, Kostianev S, Turnovska T. Ventilatory efficiency and rate of perceived exertion in obese and non-obese children performing standardized exercise. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2002; 22: 254-60.
- 20 Wagner PD. New ideas on limitations to VO₂max. *Exerc Sport Sci Rev*. 2000; 28: 10-4.
- 21 Breithaupt PG, Colley RC, Adamo KB. Using the oxygen uptake efficiency slope as an indicator of cardiorespiratory fitness in the obese pediatric population. *Pediatr Exerc Sci*. 2012; 24: 357-68.
- 22 Washington RL, van Gundy JC, Cohen C, Sondheimer HM, Wolfe RR. Normal aerobic and anaerobic exercise data for North American school-age children. *J Pediatr*. 1988; 112: 223-33.
- 23 Owens S, Gutin B. Exercise testing of the child with obesity. *Pediatr Cardiol*. 1999; 20: 79-83; discussion 84.
- 24 Lazzer S, Lafortuna C, Busti C, Galli R, Tinozzi T, Agosti F, *et al*. Fat oxidation rate during and after a low- or high-intensity exercise in severely obese Caucasian adolescents. *Eur J Appl Physiol*. 2010; 108: 383-91.

- 25 Tjonna AE, Stolen TO, Bye A, Volden M, Slordahl SA, Odegard R, *et al.* Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci (Lond)*. 2009; 116: 317-26.
- 26 Thivel D, Isacco L, Montaurier C, Boirie Y, Duche P, Morio B. The 24-h energy intake of obese adolescents is spontaneously reduced after intensive exercise: a randomized controlled trial in calorimetric chambers. *PLoS One*. 2012; 7: e29840.
- 27 Cottin F, Lepretre PM, Lopes P, Papelier Y, Medigue C, Billat V. Assessment of ventilatory thresholds from heart rate variability in well-trained subjects during cycling. *Int J Sports Med*. 2006; 27: 959-67.
- 28 Astrand I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiol Scand Suppl*. 1960; 49: 1-92.
- 29 Weller IM, Thomas SG, Corey PN, Cox MH. Selection of a maximal test protocol to validate the Canadian Aerobic Fitness Test. *Can J Sport Sci*. 1992; 17: 114-9.
- 30 Weller IM, Thomas SG, Cox MH, Corey PN. A study to validate the Canadian Aerobic Fitness Test. *Can J Public Health*. 1992; 83: 120-4.
- 31 Dolgener FA, Hensley LD, Marsh JJ, Fjelstul JK. Validation of the Rockport Fitness Walking Test in college males and females. *Res Q Exerc Sport*. 1994; 65: 152-8.
- 32 Ebbeling CB, Ward A, Puleo EM, Widrick J, Rippe JM. Development of a single-stage submaximal treadmill walking test. *Med Sci Sports Exerc*. 1991; 23: 966-73.
- 33 Nemeth BA, Carrel AL, Eickhoff J, Clark RR, Peterson SE, Allen DB. Submaximal treadmill test predicts VO₂max in overweight children. *J Pediatr*. 2009; 154: 677-81.
- 34 Breithaupt P, Adamo KB, Colley RC. The HALO submaximal treadmill protocol to measure cardiorespiratory fitness in obese children and youth: a proof of principle study. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012; 37: 308-14.
- 35 Drinkard B, McDuffie J, McCann S, Uwaifo GI, Nicholson J, Yanovski JA. Relationships between walk/run performance and cardiorespiratory fitness in adolescents who are overweight. *Phys Ther*. 2001; 81: 1889-96.
- 36 Klijn PH, van der Baan-Slootweg OH, van Stel HF. Aerobic exercise in adolescents with obesity: preliminary evaluation of a modular training program and the modified shuttle test. *BMC Pediatr*. 2007; 7: 19.
- 37 Wallman KE, Campbell L. Test-retest reliability of the Aerobic Power Index submaximal exercise test in an obese population. *J Sci Med Sport*. 2007; 10: 141-6.
- 38 Nixon PA, Joswiak ML, Fricker FJ. A six-minute walk test for assessing exercise tolerance in severely ill children. *J Pediatr*. 1996; 129: 362-6.
- 39 Solway S, Brooks D, Lacasse Y, Thomas S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest*. 2001; 119: 256-70.
- 40 Li AM, Yin J, Au JT, So HK, Tsang T, Wong E, *et al.* Standard reference for the six-minute-walk test in healthy children aged 7 to 16 years. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007; 176: 174-80.
- 41 Geiger R, Strasak A, Treml B, Gasser K, Kleinsasser A, Fischer V, *et al.* Six-minute walk test in children and adolescents. *J Pediatr*. 2007; 150: 395-9, 99 e1-2.
- 42 Gulmans VA, van Veldhoven NH, de Meer K, Helders PJ. The six-minute walking test in children with cystic fibrosis: reliability and validity. *Pediatr Pulmonol*. 1996; 22: 85-9.
- 43 Larsson UE, Reynisdottir S. The six-minute walk test in outpatients with obesity: reproducibility and known group validity. *Physiother Res Int*. 2008; 13: 84-93.
- 44 Li AM, Yin J, Yu CC, Tsang T, So HK, Wong E, *et al.* The six-minute walk test in healthy children: reliability and validity. *Eur Respir J*. 2005; 25: 1057-60.
- 45 Calders P, Deforche B, Verschelde S, Bouckaert J, Chevalier F, Bassle E, *et al.* Predictors of 6-minute walk test and 12-minute walk/run test in obese children and adolescents. *Eur J Pediatr*. 2008; 167: 563-8.

- 46 Morinder G, Mattsson E, Sollander C, Marcus C, Larsson UE. Six-minute walk test in obese children and adolescents: reproducibility and validity. *Physiother Res Int*. 2009; 14: 91-104.
- 47 Elloumi M, Makni E, Ounis OB, Moalla W, Zbidi A, Zaoueli M, *et al*. Six-minute walking test and the assessment of cardiorespiratory responses during weight-loss programmes in obese children. *Physiother Res Int*. 2011; 16: 32-42.
- 48 Geiger R, Willeit J, Rummel M, Hogler W, Stubing K, Strasak A, *et al*. Six-minute walk distance in overweight children and adolescents: effects of a weight-reducing program. *J Pediatr*. 2011; 158: 447-51.
- 49 Makni E, Moalla W, Trabelsi Y, Lac G, Brun JF, Tabka Z, *et al*. Six-minute walking test predicts maximal fat oxidation in obese children. *Int J Obes (Lond)*. 2012; 36: 908-13.
- 50 Leger L, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Science*. 1988; 6: 93-101.
- 51 Castro-Pinero J, Padilla-Moledo C, Ortega FB, Moliner-Urdiales D, Keating X, Ruiz JR. Cardiorespiratory fitness and fatness are associated with health complaints and health risk behaviors in youth. *J Phys Act Health*. 2011; 9: 642-9.
- 52 Quinart S, Mougin F, Simon-Rigaud ML, Nicolet-Guenat M, Negre V, Regnard J. Evaluation of cardiorespiratory fitness using three field tests in obese adolescents: Validity, sensitivity and prediction of peak V O₂. *J Sci Med Sport*. 2013; 17: 521-5.
- 53 Health GW. Behavioral approaches to physical activity promotion. In: Ehrman JK, Gordon PM, Visich PS, Keteyian SJ (eds.). *Clinical Exercise Physiology*. Human Kinetics: Champaign IL 2008; 18-19.
- 54 Visich PS, Ehrman JK. Graded exercise testing and exercise prescription. In: Ehrman JK, Gordon PM, Visich PS, Keteyian SJ (eds.). *Clinical Exercise Physiology*. Human Kinetics: Champaign IL 2008; 95.
- 55 Tsiros MD, Buckley JD, Howe PR, Walkley J, Hills AP, Coates AM. Musculoskeletal pain in obese compared with healthy-weight children. *Clin J Pain*. 2014; 30: 583-8.
- 56 Smith SM, Sumar B, Dixon KA. Musculoskeletal pain in overweight and obese children. *Int J Obes (Lond)*. 2014; 38: 11-5.
- 57 Krul M, van der Wouden JC, Schellevis FG, van Suijlekom-Smit LW, Koes BW. Musculoskeletal problems in overweight and obese children. *Ann Fam Med*. 2009; 7: 352-6.
- 58 Parameswaran K, Todd DC, Soth M. Altered respiratory physiology in obesity. *Can Respir J*. 2006; 13: 203-10.
- 59 Schiel R, Beltschikow W, Kramer G, Stein G. Overweight, obesity and elevated blood pressure in children and adolescents. *Eur J Med Res*. 2006; 11: 97-101.
- 60 Sinha R, Fisch G, Teague B, Tamborlane WV, Banyas B, Allen K, *et al*. Prevalence of impaired glucose tolerance among children and adolescents with marked obesity. *N Engl J Med*. 2002; 346: 802-10.
- 61 Wang LY, Cerny FJ. Ventilatory response to exercise in simulated obesity by chest loading. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36: 780-6.
- 62 Chlif M, Keochkerian D, Feki Y, Vaidie A, Choquet D, Ahmaidi S. Inspiratory muscle activity during incremental exercise in obese men. *Int J Obes (Lond)*. 2007; 31: 1456-63.
- 63 Cooper DM, Kaplan MR, Baumgarten L, Weiler-Ravell D, Whipp BJ, Wasserman K. Coupling of ventilation and CO₂ production during exercise in children. *Pediatr Res*. 1987; 21: 568-72.
- 64 Rowland TW, Cunningham LN. Development of ventilatory responses to exercise in normal white children. A longitudinal study. *Chest*. 1997; 111: 327-32.
- 65 Mead J. Dyanapsis in normal lungs assessed by the relationship between maximal flow, static recoil, and vital capacity. *Am Rev Respir Dis*. 1980; 121: 339-42.
- 66 Gibson N, Johnston K, Bear N, Stick S, Logie K, Hall GL. Expiratory flow limitation and breathing strategies in overweight adolescents during submaximal exercise. *Int J Obes (Lond)*. 2014; 38: 22-6.

- 67 Belanger K, Breithaupt P, Ferraro ZM, Barrowman N, Rutherford J, Hadjiyannakis S, *et al.* Do obese children perceive submaximal and maximal exertion differently? *Clin Med Insights Pediatr.* 2013; 7: 35-40.
- 68 Ward DS, Bar-Or O. Usefulness of Borg scale in exercise prescription for overweight youth. . *Canadian Journal of Sport Science.* 1990; 15: 120-25.

ENCADRE 1

L'aptitude cardio-respiratoire, ou capacité aérobie, décrit la capacité du corps à réaliser des activités d'intensités élevées ou sur une période prolongée sans stress physique ou fatigue excessive. Une aptitude cardiorespiratoire élevée permet de supporter les activités de la vie quotidienne et les activités de loisir plus facilement et avec une efficacité supérieure⁵³.

L'**endurance cardio-respiratoire** est la capacité du système cardiorespiratoire à fournir de l'oxygène aux muscles actifs lors d'efforts prolongés sous-maximaux⁵⁴.

ENCADRE 2

Facteurs limitant l'évaluation des capacités cardio-respiratoires chez le jeune obèse.

Douleur. L'excès de poids inhérent au surpoids et à l'obésité est responsable d'une augmentation des douleurs musculaires, limitant l'engagement dans des activités physiques⁵⁵. Dans une récente revue de la littérature, Smith et al. ont souligné le rôle joué par l'obésité chez les plus jeunes sur l'accroissement des dysfonctions et douleurs musculo-squelettiques et ostéo-articulaires⁵⁶. Les enfants et adolescents en surpoids et obèses ont davantage de problèmes articulaires au niveau des genoux, poignets ou encore chevilles par rapport à leur homologues minces⁵⁷. Tout ceci constitue une limite importante à la réalisation de tests physiques et favorise un arrêt prématuré des épreuves, qu'elles soient maximales ou sous-maximales.

Limitations respiratoires. L'obésité s'accompagne de nombreuses complications métaboliques qui limitent l'adhésion des jeunes en surpoids et obèses à des tests physiques ou programmes d'activité physique. La réduction de la compliance thoracique, ou encore l'augmentation de la résistance respiratoire à de faibles volumes respiratoires ont été entre autres identifiées⁵⁸⁻⁶⁰ et contribuent à la contrainte ventilatoire⁶¹, à l'augmentation de la fatigue des muscles respiratoires⁶², puis à une dyspnée. Cette réponse ventilatoire à l'exercice excessive chez les plus jeunes par rapport à la demande métabolique, favorise la contrainte ventilatoire chez les enfants et adolescents obèses^{63, 64}. Une taille de poumons inférieure⁶⁵ chez les jeunes obèses serait à l'origine d'une réduction du débit expiratoire défavorable à la compliance à des épreuves maximales et sous-maximales⁶⁶.

Perception de l'effort (RPE). Bien que peu de données soient disponibles sur la perception de l'effort lors d'une épreuve incrémentale chez l'enfant obèse, il semble que sa perception de la difficulté lors d'un test d'évaluation des aptitudes cardio-respiratoires soit exacerbée par rapport à celle des enfants minces¹⁹. Belanger et al. ont également mis en exergue une perception de l'effort plus élevée chez des adolescents obèses lors d'une épreuve maximale par rapport à une épreuve sous-maximale⁶⁷. D'après Ward & Bar-Or, l'excès de poids et la capacité physique moindre induits par l'obésité, augmentent la perception des difficultés induites par l'exercice, et s'avère l'une des principales limitations à ces activités⁶⁸. Cette perception exacerbée de la difficulté à l'effort favorise très certainement l'arrêt prématuré des tests physiques et peut donc générer une sous-estimation des aptitudes aérobies.

~ Les auteurs ~

David Thivel



Université Clermont Auvergne, EA 3533, Laboratoire des adaptations métaboliques à l'exercice en conditions physiologiques et pathologiques (AME2P), BP 80026, F-63171 Aubière cedex, France

Alicia Fillon

Université Clermont Auvergne, EA 3533, Laboratoire des adaptations métaboliques à l'exercice en conditions physiologiques et pathologiques (AME2P), BP 80026, F-63171 Aubière cedex, France

SSR Nutrition Obésité UGECAM, Clermont-Ferrand, France

Julie Masurier

SSR Nutrition Obésité UGECAM, Clermont-Ferrand, France

Julien Aucouturier



Université Droit et Santé Lille 2, EA 4488 "Activité Physique, Muscle, Santé", Faculté des Sciences du Sport et de l'Éducation Physique, 59790 Ronchin, France

~ Comment utiliser cet article ~

Vous êtes autorisé(e) à utiliser, partager et copier cet article en le citant comme suit :

David Thivel, Fillon A, Masurier J, Aucouturier J (2017). Évaluation des aptitudes cardiorespiratoires en obésité pédiatrique. Dans M.L. Frelut (Ed.), Le livre électronique (eBook) de l'ECOG sur l'obésité des enfants et des adolescents. Téléchargé sur ebook.ecog-obesity.eu.

Assurez-vous également de donner de créditer de façon appropriée ce contenu lors de son utilisation. Visitez ebook.ecog-obesity.eu/fr/conditions-utilisation/sommaire/ pour plus d'informations.

~ Mot final ~

Merci pour votre intérêt dans cet article. Si vous pensez que cela que quelqu'un d'autre peut être intéressé n'hésitez pas à le partager ! Enfin rendez-vous sur ebook.ecog-obesity.eu pour découvrir d'autres articles.