

Intervention en activité physique chez les enfants et les adolescents en surpoids/obèses : entraînement en endurance et/ou en résistance ?

ebook.ecog-obesity.eu/fr/depense-energetique-activite-physique/intervention-en-activite-physique-chez-les-enfants-et-les-adolescents-en-surpoids-obeses-entrainement-en-endurance-et-ou-en-resistance



Julien Aucouturier

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

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

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

Introduction

L'obésité infantile et ses complications métaboliques sont associées à une activité physique insuffisante, à une sédentarité excessive ainsi qu'à de mauvaises habitudes alimentaires, tous ces facteurs constituant un mode de vie délétère^{1, 2}. Les programmes de prévention primaire promeuvent les bienfaits de l'activité physique régulière et de saines habitudes alimentaires. Des interventions éducatives en milieu scolaire plébiscitent un mode de vie sain, la plupart du temps associé à des séances d'activité physique (au moins deux fois par semaine)^{3, 4}. Ces interventions ciblant la population générale constituent une prévention efficace de l'accumulation excessive de graisse corporelle et améliorent la condition physique chez les enfants et les adolescents^{3, 4}.

Cependant, les jeunes souffrant d'obésité ont souvent besoin de programmes plus structurés. La plupart des études ont jusqu'à présent suggéré que l'augmentation du niveau d'activité physique combinée à une diminution de l'apport énergétique pouvait améliorer la composition corporelle et la santé en général chez les enfants et les adolescents en surpoids ou obèses⁵. Les interventions en activité physique reposaient principalement et jusqu'à une période récente sur des exercices d'endurance, combinés ou non à des interventions alimentaires. L'entraînement en résistance n'a gagné en intérêt que récemment.

L'exercice en endurance ou exercice aérobie, correspond à un effort prolongé, réalisé à une intensité faible à modérée et s'appuyant principalement sur le métabolisme aérobie⁶.

L'exercice en résistance implique la force musculaire et se compose principalement d'exercices isométriques, isotoniques ou isocinétiques. L'entraînement en résistance est conçu pour permettre une plus grande opposition afin de développer la force musculaire et l'endurance anaérobie. L'exercice en résistance a longtemps été proscrit chez les enfants et les adolescents, en raison d'un risque supposé accru de blessures musculo-squelettiques ou d'effets négatifs sur le processus de maturation de par les contraintes mécaniques induites. Dans le cas de l'obésité, l'entraînement en résistance n'était pas conseillé compte tenu de la faible dépense énergétique qui en résulte et donc du peu d'effet sur l'adiposité⁷.

De nombreuses études récentes ont montré que l'entraînement en résistance pouvait être réalisé en toute sécurité et de façon bénéfique pour les jeunes obèses lorsqu'ils sont encadrés correctement et avec prudence par des professionnels, selon les directives établies⁸⁻¹⁰. Puisqu'il est particulièrement difficile pour les jeunes obèses d'effectuer une activité physique¹¹, il est nécessaire de mettre au point une prescription d'exercice favorisant leur adhésion, l'entraînement en résistance pouvant alors prouver son efficacité. Le but de ce chapitre est de fournir un aperçu des connaissances actuelles sur l'efficacité de l'endurance et / ou des exercices en résistance dans le but de perdre du poids chez les enfants et les adolescents en surpoids et obèses.

Des interventions en endurance ou en résistance ?

L'Organisation Mondiale de la Santé recommande actuellement au moins 60 minutes d'activité physique modérée à vigoureuse, avec des exercices qui renforcent les muscles et les os au moins 3 jours par semaine, de nombreuses études utilisent ce type de programmes avec des volumes d'exercice similaires. Les programmes d'exercices aérobies structurés avec des séances de 3 à 5 fois par semaine, d'intensité modérée jusqu'à 60 minutes, sont les interventions de perte de poids les plus couramment mises en œuvre chez les enfants et les adolescents^{12, 13}. Elles se sont révélées efficaces pour améliorer à court terme l'indice de masse corporelle (IMC), la masse grasse (MG), la pression artérielle (PA) ou encore la concentration plasmatique en triglycérides¹⁴.

L'entraînement aérobie est habituellement proposé aux jeunes obèses mais leur faible compliance à ce type d'exercice demeure une limitation importante¹⁵. La pénibilité moins importante de l'exercice en résistance peut offrir une forme mieux acceptée d'activité physique chez ces enfants et adolescents¹⁶. En

effet, les exercices d'endurance ne sont souvent pas bien tolérés dans cette population en raison de la masse corporelle supplémentaire à mobiliser par rapport à leurs pairs de poids normal¹⁷. Comme décrit par McGuigan et al., les programmes d'exercices aérobies peuvent ne pas être bien tolérés par les personnes obèses / en surpoids en raison de leur poids corporel important qui augmente l'intensité des activités à poids porté, exacerbe la perception de la difficulté et ainsi favorise l'abandon de l'effort¹⁸. De plus, le faible niveau de condition physique aérobique des jeunes obèses¹⁹ limite l'intensité de l'exercice d'endurance, contrairement aux exercices de résistance pour lesquels leur masse musculaire élevée constitue un avantage plutôt qu'un inconvénient²⁰. L'entraînement en résistance peut donc représenter une bonne option pour améliorer leur adhésion à l'activité physique¹⁶. Cet entraînement à longterm a été évité chez les enfants et les adolescents par crainte de blessures musculo-squelettiques²¹. Il est maintenant clair qu'ils peuvent le réaliser en toute sécurité^{22, 24}, d'où un intérêt croissant pour ce type d'exercice chez les jeunes obèses^{16, 25-28}.

Les enfants et adolescents obèses sont fréquemment présentés comme ayant une masse musculaire plus élevée que leurs homologues de poids normaux, et par conséquent, comme capables de meilleures performances lors d'exercices impliquant force et puissance. Ils peuvent ainsi adhérer davantage aux programmes d'exercices en résistance, avec pour conséquence des effets favorables sur la confiance et l'estime de soi¹⁶. Les avantages de ce type d'exercice, un programme d'intensité modérée et de résistance progressive de 10 semaines (avec un suivi d'un an) chez les enfants obèses âgés de 7 à 12 ans se sont révélés comparables à ceux observés chez des adultes²⁶. Bien que l'entraînement en résistance puisse offrir une excellente alternative pour augmenter le taux d'adhérence aux programmes d'exercices, ses effets exacts sur la composition corporelle, la condition physique et l'état métabolique des enfants et des adolescents obèses restent à clarifier et à comparer à ceux induits par l'entraînement en endurance.

Effets sur la composition corporelle

De nombreux travaux attestent que l'entraînement en endurance permet une réduction du poids corporel, de l'IMC, du tour de taille et de la MG chez les enfants et adolescents obèses²⁹⁻³⁴. Les intensités favorisant l'oxydation des graisses sont mises en exergue pour diminuer le stockage des lipides et augmenter la perte de MG. Fondée sur le modèle du Fatmax ou du Lipox max (voir encadré 2) proposé par Brooks et Mercier³⁵, l'efficacité de l'entraînement au Lipox max a été testée chez les jeunes obèses²⁹. Des résultats favorables ont été observés sur le poids corporel et la composition corporelle : un entraînement aérobique de 2 mois (45 minutes par jour) au Lipox max (individuellement calibré) combiné à un régime hypocalorique de -300 kcal s'est montré efficace pour améliorer l'intensité du Lipox max de 12,5% et le cross-over de 17% (voir encadré 2)²⁹.

Ces résultats mettent en évidence la pertinence de telles interventions pour améliorer la capacité d'oxydation des graisses pendant l'exercice chez les jeunes obèses. Ben Ounis et al. ont également souligné une capacité accrue à oxyder les graisses lors de l'exercice chez les enfants obèses, après une intervention de 2 mois fixée au Lipox max avec 90 minutes d'exercice par jour, 4 jours par semaine³⁴. Dernièrement, Lee et al. ont comparé l'effet sur l'adiposité d'un programme d'activité physique de 3 mois composé d'exercices aérobies ou d'exercices de résistance, 180 minutes par semaine, chez des filles de 12 à 18 ans. Ces auteurs ont montré que malgré l'absence de perte de masse corporelle dans les deux groupes, le programme d'endurance a induit en soi une diminution significative du tissu adipeux viscéral ($-15,68 \pm 7,64 \text{ cm}^2$) et des lipides intra-hépatiques ($-1,70 \pm 0,74\%$)³⁶.

En revanche, la MG, le tissu adipeux intramusculaire et viscéral ainsi que les lipides intrahépatiques n'ont diminué que de façon non significative avec l'entraînement en résistance³⁶. Après un programme en résistance de 12 semaines (2 séances d'une heure par semaine), Van der Heijden et al. ont rapporté une augmentation du poids corporel chez des adolescentes en surpoids/obèses de 15 ans mais 80% de cette augmentation était due à une augmentation de la masse maigre (MM) (de 55,7 à 57,9 kg)³⁷, confirmant

ainsi les résultats précédents qui montraient une augmentation de la MM après un entraînement en résistance de 6 semaines chez les enfants obèses²⁸. Van der Heijden et al. n'ont pas observé de diminution de la graisse viscérale, hépatique ni intramyocellulaire³⁸.

En revanche, avec le même volume d'activité physique, mais avec un seul exercice aérobie, les MG totales, viscérales et hépatiques ont diminué de façon significative et la sensibilité à l'insuline périphérique et hépatique a augmenté^{37,39}. Sur la base de programmes de durée similaire, Van der Heijden et ses collègues ont montré qu'une séance aérobie par semaine n'affecte pas la teneur en lipides intramusculaires alors que la quantité de lipides hépatiques a diminué de $8,9 \pm 3,2$ à $5,6 \pm 1,8\%$ et la graisse viscérale de $54,7 \pm 6,0$ à $49,6 \pm 5,5 \text{ cm}^2$ ³⁷.

Sgro et al. ont exploré l'effet de la durée de l'entraînement en résistance sur la composition corporelle chez des enfants de 7 à 12 ans, s'entraînant 3 fois par semaine, pendant 8, 16 ou 24 semaines. Leur composition corporelle après 8 semaines de programme est améliorée avec une réduction de 5 à 7% de la graisse corporelle et de 8,1% après 16 semaines d'intervention¹⁷. Les résultats précédents montrant une amélioration significative de la composition corporelle par 8 semaines de programme en résistance (3 séances par semaine) sont ainsi confirmés¹⁸. De même, 8 semaines d'entraînement en résistance (3 jours par semaine) montrent une réduction de la MG chez les enfants en surpoids et obèses^{18, 25}. D'autres auteurs rapportent des résultats légèrement différents chez les enfants prépubères après 12 semaines d'entraînement en résistance à intensité modérée (2 séances de 75 min / semaine) : le poids corporel, la MM et l'IMC ont augmenté, sans modification du pourcentage de MG⁴⁰.

Sur la base d'une analyse systématique, Dietz et al. soulignent que l'entraînement en résistance chez les jeunes obèses est associé à une augmentation de l'IMC et du poids corporel, sans aucune modification de la MG totale²⁰. Treuth et al. ont même observé une augmentation de la MG après une intervention en résistance mais c'est à notre connaissance le seul travail ayant observé de tels résultats²⁷. Au regard des données disponibles, l'entraînement en résistance ne favorise une diminution de la MG qu'en association à une restriction énergétique^{7,16,28}. Alors que les restrictions alimentaires font partie des stratégies de perte de poids chez les enfants et les adolescents en surpoids et obèses, les programmes axés sur la résistance offrent une excellente possibilité de contrecarrer la réduction du métabolisme de base et de la MM, associées à la perte de poids ainsi induite⁵. En plus de ses effets sur la MG et la MM, l'exercice de résistance a également des effets bénéfiques sur l'os^{41,42}. Une augmentation du contenu minéral osseux a été observée après un entraînement en résistance de 6 semaines avec des exercices effectués à 70-85% de la Répétition Maximale (RM) des individus, alors que le pourcentage de MG restait inchangé⁴³.

Plusieurs études récentes ont comparé l'effet de l'entraînement aérobie seul à des programmes combinant des exercices d'endurance et de résistance. Campos et al. ont demandé à 42 adolescents obèses de suivre un programme de perte de poids avec suivi psychologique, restriction alimentaire et soit des exercices d'endurance, soit une combinaison d'exercices de résistance et d'endurance. Bien que les deux programmes aient entraîné une diminution de l'IMC, de la graisse viscérale et sous-cutanée, de la concentration d'insuline à jeun et de l'indice de résistance à l'insuline (indice HOMA), seule la combinaison d'exercices aérobies et de résistance a permis d'améliorer le contenu minéral osseux, la concentration en adiponectine et la MM⁴⁴. Selon ces auteurs, la combinaison des deux modalités (endurance et résistance) joue un rôle protecteur pour l'os, combiné à l'amélioration des productions d'adipokines, réduisant l'état inflammatoire induit par l'excès d'adiposité⁴⁴.

Bien que l'entraînement en résistance contribue à l'augmentation de la masse musculaire, les preuves des effets sur la graisse corporelle restent encore limitées^{25, 45}, alors que la diminution des MG totale et surtout MG centrale sont déterminantes dans l'amélioration de la condition physique et du profil métabolique des jeunes obèses (tableau 1).

Tableau 1. Résumé des effets de programmes d'endurance vs. résistance sur la composition corporelle des enfants et adolescents obèses.

	Poids	IMC	MG	MM	MG viscérale	Graisse intramusculaire	Lipides hépatiques	Intra-
Endurance	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
Résistance	↑	↑	↔	↑	↔	↔	↔	

IMC : Indice de Masse Corporelle ; MG : Masse Grasse ; MM : Masse Maigre

Effets sur les aptitudes cardiorespiratoires et musculo-squelettiques

L'aptitude cardiorespiratoire, également appelée aptitude ou capacité aérobie, décrit la capacité des systèmes respiratoires et circulatoires à fonctionner ensemble pour fournir une quantité suffisante d'oxygène afin d'apporter au corps l'énergie nécessaire pour maintenir un exercice dynamique ⁴⁶. L'entraînement en endurance est considéré comme le plus bénéfique pour le maintien et développement cardio-respiratoire. La condition musculo-squelettique décrit la capacité des systèmes musculaires et squelettiques à soutenir le travail physique sans fatigue excessive ⁴⁶. L'entraînement en résistance est la forme la plus efficace d'exercice pour améliorer le système musculo-squelettique grâce à l'amélioration de la force musculaire et de la puissance chez les jeunes obèses ⁴⁷. En bref, l'entraînement en résistance améliore la force et l'hypertrophie musculaire chez les adolescents ^{48, 49}, y compris chez les adolescents obèses ^{17, 18, 50}.

Mc Guigan et al. ont observé une augmentation de la puissance musculaire et de la force musculaire après un entraînement en résistance de 8 semaines composé de 3 séances par semaine chez les jeunes obèses ¹⁸. Alberga et al. ont montré qu'un programme de résistance de 12 semaines, avec un nombre élevé de répétitions effectuées à une intensité modérée, à raison de 2 séances de 75 minutes par semaine, a conduit à une amélioration de la force des membres inférieurs et supérieurs ⁴⁰. Bien que Sgro et al. n'aient pas observé d'amélioration de la condition physique après 8 semaines d'entraînement en résistance (3 fois par semaine), leurs résultats ont montré que 16 ou 24 semaines d'intervention ont pu induire une amélioration significative des capacités anaérobies des enfants (+10,5% minimum, en utilisant un test de saut statique) ¹⁷. Selon Van der Heijden et al., un entraînement en résistance de 12 semaines (2x1h / semaine chez les adolescents obèses de 15 ans) favorise un gain de force significatif dans les groupes musculaires inférieurs et supérieurs ³⁷. Cette équipe a rapporté dans une autre étude qu'un entraînement en aérobie de 12 semaines (4x30min / semaine au moins à 70% VO₂peak) a permis d'augmenter de 13 ± 2% la condition physique aérobie d'enfants obèses pré-pubères ³⁷.

Alors que Sung et al. ont décrit l'entraînement en résistance comme une alternative sûre et efficace pour induire une perte de poids chez les jeunes afin de réduire la gravité des facteurs de risques cardiorespiratoires associés à l'obésité ⁷, leur capacité à améliorer les aptitudes cardio-respiratoires est peu documentée. ^{5, 43, 51, 52}. Dans une revue de la littérature, Alberga et al. ont conclu que, pour améliorer la condition cardiorespiratoire des jeunes obèses, les programmes d'exercices doivent inclure l'entraînement aérobie ⁵⁰.

Quid du profil métabolique?

Bien que la perte de MG soit un des objectifs principaux des programmes de prise en charge de l'obésité infantile, il semble aujourd'hui nécessaire de cibler avant tout les complications métaboliques associées à l'excès de poids, variante pédiatrique du syndrome métabolique ^{1, 2}. La littérature actuelle présente surtout des résultats sur l'impact de l'entraînement en endurance sur le profil métabolique des enfants obèses et en surpoids.

Dans une récente revue systématique des effets de l'entraînement sur le profil lipidique chez les jeunes obèses et en surpoids ⁵³ seuls les programmes basés sur un entraînement aérobie montraient une

amélioration du profil lipidique, avec des effets modérés sur les lipoprotéines de faible densité transportant le cholestérol (LDL-C) et des effets importants sur les triglycérides (TG), pour une quantité d'exercice moyenne de 3 séances de 60 min par semaine et une intensité maximale de 75% de la fréquence cardiaque maximale. Dans une série d'études basées sur la prescription de l'exercice à l'intensité correspondante au Fatmax (ou Lipoxmax), Ben Ounis et al. ont montré l'effet positif des interventions aérobies sur le HOMA-IR, les TG, les LDL-C et le cholestérol total, sur la concentration en adiponectine, les marqueurs de l'inflammation, le facteur de croissance IGF-1 et sa protéine de liaison IGFBP-3³⁰⁻³². L'entraînement aérobie a aussi des effets bénéfiques sur le métabolisme du glucose. Nassis et al. ont montré que 12 semaines d'entraînement aérobie, à raison de 3 séances par semaine, ont permis d'améliorer la sensibilité à l'insuline de filles en surpoids ou obèses âgées de 13.1 ± 1.8 ans⁵⁴, malgré l'absence de modification significative de la masse corporelle, de la MG totale, des concentrations d'adipokines ou des marqueurs de l'inflammation⁵⁴.

Une méta-analyse récente souligne que l'exercice aérobie (pendant au moins 60 minutes trois fois par semaine) est capable de réduire les concentrations de LDL-C et de TG, et que la combinaison d'entraînements aérobies et en résistance offre des avantages supplémentaires, telle l'augmentation du HDL-C⁵³. Lorsque les exercices en résistance et aérobies sont combinés, les programmes peuvent avoir un effet positif sur le HDL-C si la session dure au moins 60 minutes pour une intensité minimale de 75% des capacités aérobies maximales⁵³. Suh et al. ont montré que l'entraînement en endurance ou en résistance améliore de la même manière qu'une restriction alimentaire seule, l'indice de sensibilité à l'insuline chez des adolescents asiatiques en surpoids^{53, 55}. Cependant, chez les adultes, l'entraînement en aérobie améliorerait davantage la sensibilité à l'insuline que l'entraînement en résistance^{56, 57}. La comparaison d'un entraînement en endurance combiné à un entraînement en résistance, associant des séances de résistance et des séances aérobies pendant 1 an, par rapport à un entraînement en endurance seul, a été effectuée par De Piano et al. Chez les adolescents obèses atteints d'une stéatose hépatique non alcoolique (NAFLD), ce programme améliorerait davantage l'indice HOMA, l'adiponectine et de la leptine et favorisait une diminution plus prononcée de la concentration de mélanine (MCH) que l'endurance seule⁵⁸.

L'entraînement en résistance seul s'avère efficace pour réduire la résistance à l'insuline et pour améliorer le contrôle glycémique chez les jeunes obèses⁵⁹ indépendamment des changements de poids corporel⁵⁹. D'autres auteurs ont rapporté des effets bénéfiques de l'entraînement en résistance, comme la diminution du rythme cardiaque au repos, de la pression artérielle systolique, des concentrations de TG et d'insuline et l'augmentation de celle de HDL-C après un programme en résistance de 6 semaines chez les enfants obèses (3 fois par semaine fixé à 70 à 85% des capacités maximales des enfants)⁴³. Comme dans le cas de l'entraînement aérobie, l'amélioration de la sensibilité à l'insuline, de la sensibilité hépatique à l'insuline (+ $24 \pm 9\%$) et du contrôle métabolique de la glyco-génolyse ne sont pas liées au changement de l'adiposité ou de la quantité de graisse viscérale, hépatique et de lipides intramyocellulaires après un programme en résistance de 12 semaines chez les jeunes obèses³⁸. Le Tableau 2 résume les effets de deux modalités d'entraînements sur le profil métabolique de jeunes obèses.

Tableau 2. Impact des programmes d'endurance versus résistance sur le profil métabolique chez les jeunes obèses

	Sensibilité à l'insuline	LDL-C	HDL-C	Triglycérides	Cholestérol Total	Pression artérielle
Endurance	↑	↓	↔	↓	↓	↓
Resistance	↑	-	↑	↓	-	↓

Discussion et recommandations

Il est maintenant établi que l'exercice en résistance peut être inclus dans les programmes de prise en charge de l'obésité chez les enfants et les adolescents. L'Organisation Mondiale de la Santé et de nombreuses organisations nationales et internationales se concentrant sur la condition physique, comme l'Association Nationale Américaine de Renforcement et de Remise en Condition (NSCA)⁶⁰ ou les recommandations américaines en activité physique pour les enfants⁶¹, recommandent l'utilisation de l'entraînement en résistance chez les enfants et les adolescents. Ce type d'exercice devrait impliquer une activité du corps entier et être exécuté à des intensités modérées à sous-maximales de 2 à 3 séries répétées de 8 à 20 fois sur une période d'au moins 8 semaines^{10, 20, 21, 62}. Avec ce type d'exercice, le niveau de compliance est élevé (environ 84%) et un faible taux de blessures chez les enfants et les adolescents est à déplorer²⁰. Il convient toutefois de noter qu'un taux de compliance similaire de 80 à 100% peut être atteint par les entraînements aérobies¹³.

Les entraînements en endurance et en résistance offrent des effets bénéfiques sur la santé des enfants et des adolescents obèses et en surpoids. En regardant leurs avantages respectifs, nous recommandons une combinaison d'exercices en résistance et aérobie, pour optimiser les effets bénéfiques combinés, plutôt que le travail en résistance ou l'exercice aérobie seul⁶³. Les praticiens sont encouragés à suivre les recommandations générales classiques pour les exercices prescrits chez les enfants et les adolescents, soit 60 minutes ou plus d'activité physique tous les jours pour l'essentiel à une intensité modérée à vigoureuse, complétées par des séances de travail musculo-squelettique environ 3 fois par semaine.

Références

- 1 Aguilar-Salinas CA, Rojas R, Gomez-Perez FJ, Franco A, Olaiz G, Rull JA, *et al.* [The metabolic syndrome: a concept in evolution]. *Gac Med Mex.* 2004; 140 Suppl 2: S41-8.
- 2 Thivel D, Malina RM, Isacco L, Aucouturier J, Meyer M, Duche P. Metabolic syndrome in obese children and adolescents: dichotomous or continuous? *Metab Syndr Relat Disord.* 2009; 7: 549-55.
- 3 Lazaar N, Aucouturier J, Ratel S, Rance M, Meyer M, Duche P. Effect of physical activity intervention on body composition in young children: influence of body mass index status and gender. *Acta Paediatr.* 2007; 96: 1315-20.
- 4 Thivel D, Isacco L, Lazaar N, Aucouturier J, Ratel S, Dore E, *et al.* Effect of a 6-month school-based physical activity program on body composition and physical fitness in lean and obese schoolchildren. *Eur J Pediatr.* 2011; 170: 1435-43.
- 5 Watts K, Jones TW, Davis EA, Green D. Exercise training in obese children and adolescents: current concepts. *Sports Med.* 2005; 35: 375-92.
- 6 Plowman SA, Smith DL. *Exercise Physiology for Health, Fitness, and Performance 2007.*
- 7 Sung RY, Yu CW, Chang SK, Mo SW, Woo KS, Lam CW. Effects of dietary intervention and strength training on blood lipid level in obese children. *Arch Dis Child.* 2002; 86: 407-10.
- 8 Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, *et al.* Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res* 1996; 23: 60-79.
- 9 Falk B, Tenenbaum G. The effectiveness of resistance training in children. A meta-analysis. *Sports Med.* 1996; 22: 176-86.
- 10 American Academy of Pediatrics COMmittee on Sports Medicine and Fitness. Strength training by children and adolescents. *Pediatrics.* 2001; 107: 1470-2.
- 11 Faith MS, Leone MA, Ayers TS, Heo M, Pietrobelli A. Weight criticism during physical activity, coping skills, and reported physical activity in children. *Pediatrics.* 2002; 110: e23.
- 12 Daniels SR, Arnett DK, Eckel RH, Gidding SS, Hayman LL, Kumanyika S, *et al.* Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation.* 2005; 111: 1999-2012.

- 13 Kelley GA, Kelley KS. Effects of aerobic exercise on non-high-density lipoprotein cholesterol in children and adolescents: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Prog Cardiovasc Nurs*. 2008; 23: 128-32.
- 14 Balas-Nakash M, Benitez-Arciniega A, Perichart-Perera O, Valdes-Ramos R, Vadillo-Ortega F. The effect of exercise on cardiovascular risk markers in Mexican school-aged children: comparison between two structured group routines. *Salud Publica Mex*. 2010; 52: 398-405.
- 15 Martin JE, Dubbert PM, Katell AD, Thompson JK, Raczynski JR, Lake M, *et al*. Behavioral control of exercise in sedentary adults: studies 1 through 6. *J Consult Clin Psychol*. 1984; 52: 795-811.
- 16 Sothorn MS, Loftin JM, Udall JN, Suskind RM, Ewing TL, Tang SC, *et al*. Safety, feasibility, and efficacy of a resistance training program in preadolescent obese children. *Am J Med Sci*. 2000; 319: 370-5.
- 17 Sgro M, McGuigan MR, Pettigrew S, Newton RU. The effect of duration of resistance training interventions in children who are overweight or obese. *J Strength Cond Res*. 2009; 23: 1263-70.
- 18 McGuigan MR, Tataschiere M, Newton RU, Pettigrew S. Eight weeks of resistance training can significantly alter body composition in children who are overweight or obese. *J Strength Cond Res*. 2009; 23: 80-5.
- 19 Owen CG, Nightingale CM, Rudnicka AR, Sattar N, Cook DG, Ekelund U, *et al*. Physical activity, obesity and cardiometabolic risk factors in 9- to 10-year-old UK children of white European, South Asian and black African-Caribbean origin: the Child Heart And health Study in England (CHASE). *Diabetologia*. 2010; 53: 1620-30.
- 20 Dietz P, Hoffmann S, Lachtermann E, Simon P. Influence of exclusive resistance training on body composition and cardiovascular risk factors in overweight or obese children: a systematic review. *Obes Facts*. 2012; 5: 546-60.
- 21 Faigenbaum AD. Strength training for children and adolescents. *Clin Sports Med*. 2000; 19: 593-619.
- 22 Faigenbaum AD, Loud RL, O'Connell J, Glover S, Westcott WL. Effects of different resistance training protocols on upper-body strength and endurance development in children. *J Strength Cond Res*. 2001; 15: 459-65.
- 23 Faigenbaum AD, Milliken LA, Westcott WL. Maximal strength testing in healthy children. *J Strength Cond Res*. 2003; 17: 162-6.
- 24 Faigenbaum AD, Westcott WL, Loud RL, Long C. The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics*. 1999; 104: e5.
- 25 Benson AC, Torode ME, Fiatarone Singh MA. The effect of high-intensity progressive resistance training on adiposity in children: a randomized controlled trial. *Int J Obes (Lond)*. 2008; 32: 1016-27.
- 26 Sothorn MS, Loftin JM, Udall JN, Suskind RM, Ewing TL, Tang SC, *et al*. Inclusion of resistance exercise in a multidisciplinary outpatient treatment program for preadolescent obese children. *South Med J*. 1999; 92: 585-92.
- 27 Treuth MS, Hunter GR, Figueroa-Colon R, Goran MI. Effects of strength training on intra-abdominal adipose tissue in obese prepubertal girls. *Med Sci Sports Exerc*. 1998; 30: 1738-43.
- 28 Yu CC, Sung RY, So RC, Lui KC, Lau W, Lam PK, *et al*. Effects of strength training on body composition and bone mineral content in children who are obese. *J Strength Cond Res*. 2005; 19: 667-72.
- 29 Brandou F, Dumortier M, Garandeu P, Mercier J, Brun JF. Effects of a two-month rehabilitation program on substrate utilization during exercise in obese adolescents. *Diabetes Metab*. 2003; 29: 20-7.
- 30 Ben Ounis O, Elloumi M, Amri M, Zbidi A, Tabka Z, Lac G. Impact of diet, exercise and diet combined with exercise programs on plasma lipoprotein and adiponectin levels in obese girls. *J Sports Sci Med*. 2008; 7: 437-45.
- 31 Ben Ounis O, Elloumi M, Ben Chiekh I, Zbidi A, Amri M, Lac G, *et al*. Effects of two-month physical-endurance and diet-restriction programmes on lipid profiles and insulin resistance in obese adolescent boys. *Diabetes Metab*. 2008; 34: 595-600.

- 32 Ben Ounis O, Elloumi M, Lac G, Makni E, Van Praagh E, Zouhal H, *et al.* Two-month effects of individualized exercise training with or without caloric restriction on plasma adipocytokine levels in obese female adolescents. *Ann Endocrinol (Paris)*. 2009; 70: 235-41.
- 33 Ben Ounis O, Elloumi M, Zouhal H, Makni E, Denguezli M, Amri M, *et al.* Effect of individualized exercise training combined with diet restriction on inflammatory markers and IGF-1/IGFBP-3 in obese children. *Ann Nutr Metab*. 2010; 56: 260-6.
- 34 Ben Ounis O, Elloumi M, Zouhal H, Makni E, Lac G, Tabka Z, *et al.* Effect of an individualized physical training program on resting cortisol and growth hormone levels and fat oxidation during exercise in obese children. *Ann Endocrinol (Paris)*. 2011; 72: 34-41.
- 35 Brooks GA, Mercier J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *J Appl Physiol (1985)*. 1994; 76: 2253-61.
- 36 Lee S, Deldin AR, White D, Kim Y, Libman I, Rivera-Vega M, *et al.* Aerobic exercise but not resistance exercise reduces intrahepatic lipid content and visceral fat and improves insulin sensitivity in obese adolescent girls: a randomized controlled trial. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2013; 305: E1222-9.
- 37 van der Heijden GJ, Wang ZJ, Chu ZD, Sauer PJ, Haymond MW, Rodriguez LM, *et al.* A 12-week aerobic exercise program reduces hepatic fat accumulation and insulin resistance in obese, Hispanic adolescents. *Obesity (Silver Spring)*. 2010; 18: 384-90.
- 38 Van Der Heijden GJ, Wang ZJ, Chu Z, Toffolo G, Manesso E, Sauer PJ, *et al.* Strength exercise improves muscle mass and hepatic insulin sensitivity in obese youth. *Med Sci Sports Exerc*. 2010; 42: 1973-80.
- 39 van der Heijden GJ, Toffolo G, Manesso E, Sauer PJ, Sunehag AL. Aerobic exercise increases peripheral and hepatic insulin sensitivity in sedentary adolescents. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009; 94: 4292-9.
- 40 Alberga AS, Farnesi BC, Lafleche A, Legault L, Komorowski J. The effects of resistance exercise training on body composition and strength in obese prepubertal children. *Phys Sportsmed*. 2013; 41: 103-9.
- 41 Heinonen A, Sievanen H, Kannus P, Oja P, Pasanen M, Vuori I. High-impact exercise and bones of growing girls: a 9-month controlled trial. *Osteoporos Int*. 2000; 11: 1010-7.
- 42 Morris FL, Naughton GA, Gibbs JL, Carlson JS, Wark JD. Prospective ten-month exercise intervention in premenarcheal girls: positive effects on bone and lean mass. *J Bone Miner Res*. 1997; 12: 1453-62.
- 43 Lau P, YU C, Lee A, Sung R. The physiological and psychological effects of resistance training on chinese obese adolescents. *Journal of Exercise Science and Fitness*. 2004; 2: 115-20.
- 44 Campos RM, de Mello MT, Tock L, da Silva PL, Corgosinho FC, Carnier J, *et al.* Interaction of bone mineral density, adipokines and hormones in obese adolescents girls submitted in an interdisciplinary therapy. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2013; 26: 663-8.
- 45 Falk B, Eliakim A. Resistance training, skeletal muscle and growth. *Pediatr Endocrinol Rev*. 2003; 1: 120-7.
- 46 Heyward VH. Advanced fitness assessment and exercise prescription. 4th edn. Champaign, IL 2002.
- 47 Maffiuletti NA, Ratel S, Sartorio A, Martin V. The impact of obesity on in vivo human skeletal muscle function. *Curr Obes Rep*. 2013; 2: 251-60.
- 48 Kraemer WJ, Fry AC, Frykman PM, Conroy B, Hoffman J. Resistance training and youth. *Ped Exe Science*. 1989: 336-50.
- 49 Webb DR. Strength training in children and adolescents. *Pediatr Clin North Am*. 1990; 37: 1187-210.
- 50 Alberga AS, Sigal RJ, Kenny GP. A review of resistance exercise training in obese adolescents. *Phys Sportsmed*. 2011; 39: 50-63.
- 51 Maziekas MT, LeMura LM, Stoddard NM, Kaercher S, Martucci T. Follow up exercise studies in paediatric obesity: implications for long term effectiveness. *Br J Sports Med*. 2003; 37: 425-9.

- 52 Davis JN, Tung A, Chak SS, Ventura EE, Byrd-Williams CE, Alexander KE, *et al.* Aerobic and strength training reduces adiposity in overweight Latina adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41: 1494-503.
- 53 Escalante Y, Saavedra JM, Garcia-Hermoso A, Dominguez AM. Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: a systematic review. *Prev Med.* 2012; 54: 293-301.
- 54 Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, *et al.* Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism.* 2005; 54: 1472-9.
- 55 Suh S, Jeong I, Kim MY, Kim YS, Shin S, Kim SS, *et al.* Effects of Resistance Training and Aerobic Exercise on Insulin Sensitivity in Overweight Korean Adolescents: A Controlled Randomized Trial. *Diabetes Metab J.* 2011; 35: 418-26.
- 56 Poehlman ET, Dvorak RV, DeNino WF, Brochu M, Ades PA. Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: a controlled randomized trial. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000; 85: 2463-8.
- 57 Davidson LE, Hudson R, Kilpatrick K, Kuk JL, McMillan K, Janiszewski PM, *et al.* Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 2009; 169: 122-31.
- 58 de Piano A, de Mello MT, Sanches Pde L, da Silva PL, Campos RM, Carnier J, *et al.* Long-term effects of aerobic plus resistance training on the adipokines and neuropeptides in nonalcoholic fatty liver disease obese adolescents. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2012; 24: 1313-24.
- 59 Shaibi GQ, Cruz ML, Ball GD, Weigensberg MJ, Salem GJ, Crespo NC, *et al.* Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38: 1208-15.
- 60 Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, *et al.* Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res.* 2009; 23: S60-79.
- 61 Neumark-Sztainer D, Story M, Hannan PJ, Rex J. New Moves: a school-based obesity prevention program for adolescent girls. *Prev Med.* 2003; 37: 41-51.
- 62 Stratton G, Jones M, Fox KR, Tolfrey K, Harris J, Maffulli N, *et al.* BASES position statement on guidelines for resistance exercise in young people. *J Sports Sci.* 2004; 22: 383-90.
- 63 LeMura LM, Maziakas MT. Factors that alter body fat, body mass, and fat-free mass in pediatric obesity. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34: 487-96.
- 64 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.
- 65 Aucouturier J, Rance M, Meyer M, Isacco L, Thivel D, Fellmann N, *et al.* Determination of the maximal fat oxidation point in obese children and adolescents: validity of methods to assess maximal aerobic power. *Eur J Appl Physiol.* 2009; 105: 325-31.
- 66 Perez-Martin A, Dumortier M, Raynaud E, Brun JF, Fedou C, Bringer J, *et al.* Balance of substrate oxidation during submaximal exercise in lean and obese people. *Diabetes Metab.* 2001; 27: 466-74.

ENCADRE 1

Entraînement en endurance

L'entraînement en endurance (aussi appelé aérobie ou cardio-training) repose sur des programmes d'exercices d'intensité faible à modérée recourant principalement au le métabolisme aérobie. Le terme aérobie signifiant littéralement « vivre dans l'air », on comprend aisément que le travail aérobie repose sur l'utilisation de l'oxygène pour assurer la production nécessaire d'énergie lors de la réalisation d'un exercice, grâce au métabolisme aérobie ⁶⁴.

Entraînement en résistance

Aussi appelé renforcement musculaire ou musculation, l'entraînement en résistance implique l'utilisation de la force musculaire pour travailler contre une force de résistance ou pour déplacer du poids. Il consiste principalement en des exercices isométriques, isotoniques ou isocinétiques élaborés pour progressivement développer une meilleure résistance ou force, endurance aérobie ainsi que le capital musculaire.

ENCADRE 2

Lipox max (ou Fat max)

Le Fatmax ou Lipoxmax représente l'intensité d'exercice à laquelle l'utilisation des lipides est maximale. Chez les enfants et adolescents obèses, il se situe habituellement vers $53.3 \pm 12.2\%$ du $VO_2\text{max}$ ⁶⁵.

Le "Cross-over point"

Lors d'un exercice incrémental, l'oxydation des hydrates de carbone augmente progressivement alors que celle des lipides décline jusqu'à arriver à un point de croisement où l'oxydation des glucides représente 70% de la fourniture d'énergie alors que celle des lipides couvre les 30% restant. Ce point de croisement est appelé le « cross-over point ». Des études conduites chez des adultes obèses ont montré que le point de cross-over se situe à des intensités plus faibles chez eux que des adultes minces, soulignant une moindre capacité du muscle à utiliser les graisses ⁶⁶. De nombreuses études ont montré que le point de cross-over peut être déplacé à des intensités supérieures par un entraînement sous-maximal chez de jeunes obèses, témoignant ainsi d'une amélioration de la capacité des muscles à oxyder les lipides ²⁹.

~ Les Auteurs ~

Julien Aucouturier



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

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

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

~ Comment utiliser cet article ~

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

Julien Aucouturier J, Fillon A, Masurier J, Thivel D (2017). Intervention en activité physique chez les enfants et les adolescents en surpoids/obèses : entraînement en endurance et/ou en résistance ? 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 content 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.