



HAL
open science

Évaluation indirecte de la capacité aérobie d'adolescents obèses : intérêt d'un test de course à pied intermittent court, progressif et maximal

O. Rey, D. Rossi, C. Nicol, C.-S Mercier, Jean-Marc Vallier, C. Maïano

► To cite this version:

O. Rey, D. Rossi, C. Nicol, C.-S Mercier, Jean-Marc Vallier, et al.. Évaluation indirecte de la capacité aérobie d'adolescents obèses : intérêt d'un test de course à pied intermittent court, progressif et maximal. *Science & Sports*, 2013, 28 (5), pp.e133-e139. 10.1016/j.scispo.2013.02.006 . hal-01649472

HAL Id: hal-01649472

<https://amu.hal.science/hal-01649472v1>

Submitted on 28 Nov 2017

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

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



Disponible en ligne sur
SciVerse ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



ARTICLE ORIGINAL

Évaluation indirecte de la capacité aérobie d'adolescents obèses : intérêt d'un test de course à pied intermittent court, progressif et maximal

Indirect assessment of aerobic capacity of obese adolescents: Interest of a short intermittent, progressive and maximal running test

O. Rey^{a,b,c,*}, D. Rossi^d, C. Nicol^a, C.-S. Mercier^e, J.-M. Vallier^{b,c}, C. Maïano^f

^a UMR 7287 « Institut des sciences du mouvement, Étienne-Jules-Marey », Aix-Marseille université et CNRS, 13009 Marseille cedex 09, France

^b EA 6309, LAMHESS, université de Nice Sophia Antipolis, 06205 Nice, France

^c EA 6309, LAMHESS, université de Toulon, 83957 Toulon, France

^d Lycée Raynouard, 83170 Brignoles, France

^e « AJO® Les oiseaux » SSR pédiatrique obésité, centre médical nutritionnel infantile, 83110 Sanary-sur-Mer, France

^f Laboratoire de cyberpsychologie, département de psychoéducation et de psychologie, université du Québec en Outaouais (UQO), Gatineau, Canada

Reçu le 5 décembre 2012 ; accepté le 13 février 2013

Disponible sur Internet le 10 juin 2013

MOTS CLÉS

Adolescents ;
Obésité ;
Test de course ;
Intermittent ;
Continu ;
Soin de suite et de réadaptation

Résumé

Objectifs. – Déterminer l'intérêt du test intermittent progressif de type 15-15 appelé Spartacus pour mesurer indirectement le niveau global de capacité aérobie d'adolescents obèses en le comparant au test continu Navette.

Patients et méthodes. – Quarante-trois adolescents obèses (33 filles et 10 garçons) ont réalisé les deux tests. L'influence du « type de test », du « sexe » et de leur interaction a été évaluée sur la fréquence cardiaque maximale (FC_{max}), la vitesse de fin de test, les durées totale de test et nette de course, et la difficulté perçue.

Résultats. – Les résultats ne montrent pas de différence significative inter-tests pour la FC_{max} et la difficulté perçue. Comparé au test Navette, le Spartacus permet d'obtenir une vitesse finale 20% supérieure (11,5 vs. 9,4 km/h) et une durée totale de test 3,3 fois plus longue (17,3 vs. 5,3 min) pour une durée nette de course 1,7 fois supérieure (8,7 vs. 5,3 min) ($p < 0,001$). Il n'y a pas d'effets significatifs du « sexe » ni de l'interaction « type de test × sexe ».

Conclusion. – Le test Spartacus permet d'atteindre un même état psychophysologique maximal en produisant une vitesse de course et une durée totale de test supérieures.

© 2013 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant. EA 6309, laboratoire motricité humaine, éducation, sport, santé (LAMHESS), USTV, BP 20132, avenue de l'Université, 83957 Toulon, France.

Adresse e-mail : olivier.rey@univ-amu.fr (O. Rey).

KEYWORDS

Adolescents;
Obesity;
Running test;
Intermittent;
Continuous;
Rehabilitation

Summary

Aim. – Examine the interest of progressive intermittent running test (15-15) entitled Spartacus to assess indirectly the global level of aerobic capacity of obese adolescents in comparison with the continuous Shuttle run test.

Methods. – Forty-three obese adolescents (33 girls and 10 boys) performed the two tests. Differences according to the “test”, “sex” and the interaction “test × sex” have been assessed for the maximum heart rate (HR_{max}), the final running speed, the total and net running durations and the perceived effort.

Results and discussion. – The results did not reveal any significant inter-test differences for FC_{max} and the perceived effort. As compared to the Shuttle run test, the Spartacus led to a 20% increased final running speed (11.5 vs. 9.4 km/h) and a 3.3 times longer total running duration (17.3 vs. 5.3 min) for a 1.7 times longer net exercise duration (8.7 vs. 5.3 min, $P < 0.001$). The results were neither significantly influenced by the “sex” nor by the “test × sex” interaction.

Conclusion. – The Spartacus intermittent test allowed obese adolescents to reach a similar psychophysiological state effort at the end of the run while producing an increased performance in both speed and duration.

© 2013 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

1. Introduction

Les jeunes obèses se caractérisent par une désadaptation motrice à l'effort et par une forte inéconomie dans les activités de type course [1,2]. Dans le cadre des établissements de type soin de suite et de réadaptation (SSR) pour jeunes obèses, l'évaluation du niveau global de capacité aérobie est généralement réalisée au moyen de tests indirects (c'est-à-dire, réalisables au sein des établissements et permettant de tester simultanément plusieurs enfants). Ces évaluations visent à mieux individualiser la prise en charge par les activités d'endurance et à en quantifier les effets tant au cours de cette prise en charge qu'à l'issue de celle-ci. Généralement, l'évaluation indirecte de la capacité aérobie est réalisée à partir de protocoles continus, progressifs et maximaux dont l'un des plus utilisés est le test Navette [3,4]. Comme le souligne une méta-analyse de Tomkinson et al. [5], ce test est mondialement utilisé au regard des nombreux avantages qu'il offre tels que le fait de pouvoir tester en même temps un grand nombre d'enfants et/ou d'adolescents dans un espace restreint, d'être validé et reproductible chez ces populations, et de faire partie de la batterie de tests Eurofit [6]. Composé d'allers-retours d'intensité croissante entre deux lignes séparées de 20 m, ce test comporte toutefois d'inévitables phases de freinage-relance, dont l'inéconomie engendre un arrêt plus précoce que lors de tests qui en sont exempts. Le test Navette est fourni avec un tableau d'extrapolation des valeurs de vitesse maximale aérobie (VMA) à partir de la performance réalisée exprimée en vitesse atteinte au dernier palier complété. À ce jour, l'utilisation de ce test avec de jeunes obèses se heurte toujours à l'absence d'abaques qui leur soient spécifiques. Il est pourtant clairement établi que la vitesse de fin de test Navette est négativement corrélée au surpoids [7]. L'utilité de ce test est dès lors limitée par le fait que la performance du sujet en surpoids se limite au seul palier atteint [2]. Au niveau psychologique, il est à regretter que la performance reste limitée à quelques minutes d'effort voire à l'incapacité pour certains jeunes obèses d'atteindre le premier palier, ce qui pourrait avoir un effet négatif sur le sentiment d'auto-efficacité et les compétences physiques perçues de ces adolescents.

Au regard des limites évoquées pour les tests continus, progressifs et maximaux, il semblerait que l'utilisation de tests s'inspirant d'exercices de type intermittent (p. ex., type 15-15) – comportant une succession de phases de course et de repos, sans enchaînement de freinage-relances – puisse être plus appropriée à cette population, tant du point de vue cardiovasculaire [1] que du point de vue neuromusculaire [8]. Les tests nécessitant une propulsion du poids du corps sont en effet connus pour désavantager les personnes en surpoids ou obèses du fait de la charge corporelle additionnelle à mobiliser lors de ces exercices [9]. Or, bien que les tests intermittents aient tendance à surestimer la VMA [10], ils se rapprochent davantage des formes d'exercices physiques actuellement préconisées pour la prise en charge de jeunes obèses [11].

Récemment, Rossi et al. [12] ont développé, pour le milieu scolaire, un test progressif et maximal de type intermittent, appelé : Spartacus. Il se caractérise globalement par l'absence de phases de freinage-relance et par un caractère intermittent. Ce test s'effectue par paliers successifs de trois minutes comportant trois allers-retours, réalisés par phase de 15 secondes de course et 15 secondes de repos et répétés jusqu'à épuisement. Le premier palier est réalisé à 7 km/h et l'incrémentation est de 1 km/h par palier. L'épreuve s'arrête lorsque le sujet ne parvient pas à atteindre la distance requise deux fois de suite avec une tolérance de ± 1 m. La vitesse maximale retenue correspond à celle du dernier palier complet réalisé. Ce test est régulièrement utilisé auprès d'élèves d'établissement scolaire, toutefois il n'a jamais été testé auprès d'une population de jeunes obèses [12]. Réalisé sous forme de 15-15 et évitant toute phase de freinage-relance, le protocole du test Spartacus devrait atténuer les causes de fatigue précoce rencontrées lors du test Navette, permettant ainsi à de jeunes obèses d'exploiter davantage leur potentiel énergétique.

Cette étude vise à mesurer l'intérêt du test Spartacus et de le comparer au test Navette en tant que test d'évaluation indirecte du niveau global de capacité aérobie d'adolescents obèses au travers des valeurs maximales de performance (c'est-à-dire, vitesse, durée de course et de fréquence cardiaque [FC] atteintes) et de perception

de l'effort. Nous émettons l'hypothèse selon laquelle le test intermittent Spartacus devrait favoriser une meilleure performance (c'est-à-dire, des valeurs supérieures) des adolescents obèses par rapport au test Navette aux niveaux des mesures de durée d'effort (c'est-à-dire, nette et totale de test), de vitesse maximale et de FC.

2. Méthode

2.1. Sujets

Un échantillon de 43 adolescents obèses (33 filles et 10 garçons), scolarisés dans un établissement de type SSR (depuis $3,8 \pm 1,5$ mois), a participé à cette étude. Leurs caractéristiques démographiques et anthropométriques sont présentées dans le [Tableau 1](#). La catégorie de poids « obèse » a été déterminée à partir de l'indice de masse corporelle (IMC) de chaque jeune et selon les seuils proposés par « l'International Obesity Task Force » en fonction de leur âge et de leur sexe (p. ex., seuils d'obésité de respectivement 28,6 et 27,6 kg/m², pour des filles et des garçons de 14 ans) [13].

2.2. Mesures et procédures

Les évaluations ont été réalisées à ± 15 semaines après l'admission des jeunes au centre. Elles ont eu lieu le matin (c'est-à-dire, entre 9 h 00 et 12 h 00) ou l'après-midi (c'est-à-dire, entre 14 h 00 et 17 h 00), et dans des conditions climatiques similaires en température et en humidité. Les deux tests ont été effectués à un intervalle d'une à trois semaines et l'ordre de passation des tests a été aléatoirement contrebalancé entre les adolescents. Chacun d'entre eux était déjà familiarisé à la passation du test Navette, celui-ci étant systématiquement organisé en tout début de séjour. Le protocole de passation du test Spartacus débute par un palier de trois minutes à la vitesse lente de 7 km/h, pour permettre aux enfants d'ajuster rapidement leur effort aux phases successives de 15 s de course et de 15 s de repos. Tout comme dans la phase d'échauffement du test Navette, ces trois premières minutes ont permis de prodiguer quelques conseils individualisés de gestion de course aux adolescents. Par la suite, la passation du test Navette s'est déroulée selon les recommandations de Léger et al. [4] et pour le test Spartacus selon les recommandations de Rossi et al. [12] présentées en [annexes](#). Pour chacun de ces tests, les paramètres évalués sont : la vitesse atteinte en fin de

test (exprimée en km/h), la durée nette et totale de l'effort (en minutes), et la fréquence cardiaque maximale (FC_{max}, exprimée en battements/min) enregistrée en fin d'effort (Polar RS 400, Polar Electro Oy, Kempele, Finlande). Les valeurs d'effort perçu ont été renseignées par les adolescents obèses immédiatement après l'arrêt de l'exercice. Elles ont été mesurées à l'aide de l'échelle « Rating Scale of Perceived Exertion » (RPE) de Borg allant de 6 à 20 [14]. Celle-ci a été retenue puisqu'elle a été validée auprès d'adolescents [15].

2.3. Analyse statistique des données

Les valeurs sont décrites selon la moyenne \pm l'écart-type. Les différences entre les garçons et les filles au niveau de l'âge, de la taille, du poids et de l'IMC ont été évaluées à partir d'un test-t de Student pour échantillons indépendants. Les différences entre les adolescents obèses selon le « type de test », selon le « sexe » et selon le « type de test \times sexe » ont été évaluées pour la FC_{max}, la vitesse en fin de test, la durée totale d'exercice, la durée nette de course et l'effort perçu, à partir d'une d'analyse de variance multivariée (Manova). Lorsque la Manova était significative, une Anova à deux voies a été menée pour chacune des variables. En cas d'effet significatif de l'Anova, un test post-hoc de « Student-Newman-Keuls » (SNK) a été utilisé ($p < 0,05$). Les relations entre les valeurs de vitesse maximale et de FC_{max} atteintes lors des deux tests ont été analysées à l'aide du test de « Bravais-Pearson ».

3. Résultats

Les résultats du *t* de Student ne présentent aucune différence significative entre filles et garçons pour les valeurs d'âge [$t(41) = 1,89$; $p = 0,07$] et d'IMC [$t(41) = 0,39$; $p = 0,70$]. Toutefois, les garçons sont de taille [$t(41) = 4,28$; $p < 0,001$] et de poids [$t(41) = 2,46$; $p = 0,01$] supérieurs. La Manova montre une relation significative (λ de Wilks = 0,09; $F[5,78] = 158,27$; $p < 0,001$) entre l'effet principal « type de test » et les variables étudiées (FC_{max}, vitesse en fin de test, durées totale et nette de course et effort perçu). Les différentes Anovas soulignent une différence significative entre les deux tests au niveau de la vitesse en fin de test ($F[1,82] = 22,56$; $p < 0,001$), de la durée totale de test ($F[1,82] = 155,88$; $p < 0,001$) et de la durée nette de course ($F[1,82] = 34,53$; $p < 0,001$) ([Tableau 2](#)). Les tests post-hoc de SNK effectués sur ces trois paramètres montrent une vitesse en fin de test significativement plus élevée ([Tableau 2](#)) et des durées totale et nette de course ([Tableau 2](#)) respectivement 3,3 et 1,67 fois plus longues au test Spartacus par rapport au test Navette ($p < 0,001$). En revanche, aucune différence significative n'est constatée entre les deux tests au niveau de la FC_{max} ($F[1,82] = 0,60$; $p = 0,44$) et de l'effort perçu ($F[1,82] = 0,07$; $p = 0,80$) ([Tableau 2](#)). Par ailleurs, la Manova montre qu'il n'existe pas de relation significative entre les variables étudiées (c'est-à-dire, vitesse de fin de test, durées totale et nette de course, FC_{max} et effort perçu) et l'effet principal « sexe » (λ de Wilks = 0,94; $F[5,78] = 0,06$; $p = 0,39$) ou l'effet d'interaction « type de test \times sexe » (λ de Wilks = 0,94; $F[5,78] = 1,06$; $p = 0,39$).

Tableau 1 Caractéristiques anthropométriques et démographiques des participants.

	Total (n = 43)	Filles (n = 33)	Garçons (n = 10)
Taille (cm)	160 \pm 10	160 \pm 10	170 \pm 10 ^a
Poids (kg)	80,0 \pm 16,3	76,8 \pm 14,8	90,5 \pm 17,4 ^a
Âge (ans)	13,7 \pm 1,4	13,5 \pm 1,6	14,5 \pm 0,5
IMC	31,0 \pm 4,6	30,8 \pm 4,6	31,5 \pm 5,0

IMC : indice de masse corporelle.

^a Différence significative observée entre filles et garçons à $p < 0,05$.

Tableau 2 Résultats obtenus aux tests Navette et Spartacus par l'ensemble du groupe.

Tests	Vitesse (km/h)	Durée totale (min)	Durée nette (min)	Effort perçu (Borg 6–20)	FC _{max} (batt/min)
Navette	9,4 ± 1,7	5,3 ± 1,6	5,3 ± 1,6	16,0 ± 2,0	193,4 ± 9,0
Spartacus	11,5 ± 1,7 ^a	17,3 ± 5,0 ^a	8,6 ± 2,5 ^a	16,0 ± 2,0	196,4 ± 9,4

^a Différence significative observée entre les deux tests à $p < 0,05$.

Enfin, les tests de corrélation de « Bravais-Pearson » effectués entre les deux tests montrent une relation modérément significative pour les valeurs de vitesse de fin d'exercice ($r = 0,57$, $p < 0,05$) et de FC_{max} ($r = 0,76$, $p < 0,05$).

4. Discussion

L'objectif de cette étude était de mesurer l'intérêt du protocole Spartacus, en tant que test intermittent progressif et maximal d'évaluation indirecte du niveau global aérobie d'adolescents obèses. À cet effet, le test intermittent de type 15-15, dit Spartacus, récemment développé en milieu scolaire [12] a été comparé au test Navette [4]. Ce dernier a été sélectionné comme test de référence car il est valide internationalement [16] et communément utilisé auprès de ce type de population, notamment au sein de la SSR accueillant les jeunes sujets obèses.

Les adolescents obèses ont des capacités aérobies réduites en marche et en course s'illustrant par une atteinte plus rapide de l'état d'épuisement par rapport au sujet sain [1]. Cette situation s'explique par un seuil anaérobie plus bas, une FC plus élevée en effort submaximal, un plus fort pourcentage de VO₂max et un effort perçu plus haut que pour une population en bonne santé lors de la réalisation d'un exercice relatif identique [17,18]. La revue de Ratel et al. [1] considère ainsi l'efficacité motrice plus que les paramètres cardiovasculaires comme le principal facteur limitant des activités de type aérobie chez le jeune obèse. La mondialisation de l'utilisation du test Navette nous permet de comparer nos données à celles issues de la méta-analyse de Olds et al. [16]. Cette étude regroupe les résultats obtenus à ce test par des jeunes garçons et filles (de différentes catégories de poids) issus de 37 pays. Les résultats de la présente étude montrent que les adolescents obèses ont des performances proches des valeurs les plus basses rapportées par Olds et al. [16], pour les filles comme pour les garçons de leur classe d'âge ($9,2 \pm 1,8$ vs. $11,4 \pm 1,6$ km/h et $9,9 \pm 1,1$ vs. $11,8 \pm 1,9$ km/h, respectivement), mais sans différence de performance entre les sexes. Ces résultats sont originaux, car ils diffèrent de cette méta-analyse qui révélait des performances significativement différentes entre garçons et filles du même âge. Cependant, ils méritent d'être tempérés au regard du faible nombre de garçons qui composent l'échantillon de la présente étude.

Les données moyennes de FC_{max} atteintes à la fin des tests Navette et Spartacus (193 ± 9 battements/min, respectivement) suggèrent que les adolescents obèses ont eu un niveau d'investissement élevé lors de l'exécution des deux tests. Bien que ces données soient inférieures aux

valeurs théoriques attendues pour cette tranche d'âge, elles correspondent à la valeur (196 battements/min) rapportée par Voss et Sandercock [19] comme étant associées chez des jeunes non obèses (âges de 11 à 16 ans) à la production d'une performance maximale au test Navette. Cela s'appliquerait dès lors aux valeurs atteintes lors du présent test Spartacus. Lors d'un effort impliquant les capacités aérobies, il est par ailleurs admis dans la littérature [20–22] que le niveau d'effort cardiovasculaire de jeunes obèses puisse ne pas être perçu comme maximal. Les scores de 16 ± 2 restitués, sur l'échelle de Borg RPE 6-20, par les adolescents semblent indiquer un décalage entre les moyennes de FC_{max} et de perception de l'effort, puisque ces adolescents indiquent n'avoir perçu les deux exercices que seulement « durs » à « très durs » alors que leurs valeurs de FC indiqueraient plutôt des efforts « maximaux ». En effet, on admet que la FC corresponde à dix fois le score de RPE 6-20 du fait de la relation linéaire FC–Score RPE 6-20 [23]. Nous pouvons penser que ces adolescents n'ont pas perçu leur effort physique comme maximal ou épuisant (score de plus de 18 « très-très dur ») pour des raisons de découplage entre les variables physiologiques ici exprimées en valeurs de FC et la perception de l'effort. Un tel découplage FC-RPE 6-20 est classiquement rapporté chez les jeunes adolescents (c'est-à-dire, ± 12 ans) et il tend à se réduire avec l'âge [20]. Néanmoins, ces résultats rejoignent les recommandations communément admises en milieu hospitalier pour arrêter l'exercice lors d'un test d'effort progressif et maximal lorsque le score donné par le sujet atteint 17 (RPE 6-20) [24]. Toutefois, deux hypothèses peuvent expliquer ce découplage FC-RPE 6-20. Premièrement, ces deux tests ont été réalisés après que ces adolescents aient bénéficié d'une prise en charge de six heures hebdomadaire d'activités physiques adaptées, depuis $3,8 \pm 1,5$ mois. Il est donc possible de penser que ces adolescents n'ont pas perçu cet exercice comme maximal au regard des apprentissages et de l'entraînement régulièrement intense dont ils ont bénéficié dans leur SSR. Deuxièmement, il pourrait s'expliquer par le fait que lorsque ces adolescents ont renseigné l'échelle de Borg RPE 6-20, ils ont davantage utilisé des sources d'informations cardiaques (c'est-à-dire, battements) et/ou ventilatoires (c'est-à-dire, essoufflement, fréquence ventilatoire), que musculotendineuses et articulaires (c'est-à-dire, tension, douleur) pour évaluer leur effort physique. Or, chez cette population, l'arrêt précoce de l'exercice est davantage relié à une mauvaise efficacité motrice et une glycolyse extramusculaire accrue et précoce, qu'à une origine cardiovasculaire [1]. Il est donc également possible que ces adolescents n'aient pas perçu leur effort maximal du point de vue cardiaque ou ventilatoire. Cette situation questionne donc l'influence respective des

différentes sources d'informations – cardiaques (c'est-à-dire, battements), ventilatoires (c'est-à-dire, essoufflement, fréquence ventilatoire), musculotendineuses et articulaires (c'est-à-dire, tension, douleur) – dans l'évaluation par les adolescents obèses de leur perception de l'effort physique sur l'échelle de Borg RPE 6-20. Par conséquent, l'utilisation de cette échelle auprès d'adolescents obèses, lors d'un test intermittent progressif et maximal d'évaluation indirecte du niveau global aérobie, reste questionnable [20,21,25]. Il serait intéressant dans de futures recherches d'utiliser une échelle de perception d'effort qui ne soit pas exclusivement associée à des sensations cardiovasculaires, mais également neuromusculaires [1]. De plus, il serait également intéressant de questionner ces adolescents, en fin d'effort, sur le/les paramètres pris en compte comme source d'évaluation de leur effort physique.

Sans remettre en cause la pertinence du test Navette pour l'évaluation d'adolescents obèses, Cairney et al. [2] caractérisent ces derniers par une moindre performance à ce test. Cette inéconomie associée aux phases de freinage-relance a été récemment examinée par Dellal et al. [26] chez des footballeurs élites en courses navettes. Ces auteurs ont démontré qu'un exercice intermittent en courses navettes (en aller-retour) avait un impact physiologique significativement plus coûteux (observable par la FC, la lactatémie et la perception de l'effort) par rapport au même exercice réalisé en ligne droite. Les données issues de la présente étude soulignent la rapidité de l'atteinte de l'épuisement ($5,3 \pm 1,6$ min) ainsi que la faiblesse de la performance de course atteinte (vitesse de $9,4 \pm 1,7$ km/h au troisième palier du test). Le choix d'une forme intermittente de test progressif et maximal vise donc principalement à éliminer la répétition de phases de freinage-relance sans se traduire pour autant par un effort continu plus long et peu motivant pour ce type de public. Par ailleurs, dans la perspective d'une évaluation prévue pour être répétée au cours d'un séjour de prise en charge en SSR, la perception de l'effort semble importante à prendre en compte du fait de l'appréciation possible par le jeune obèse de l'évolution de ses capacités physiologiques. Dans ce cadre, l'utilisation de l'échelle de Borg RPE 6-20 peut s'envisager à chaque fin de palier pendant les phases de récupération de 15 s.

Confortant notre hypothèse d'une meilleure performance globale des sujets dans le test Spartacus, les résultats révèlent que les adolescents obèses y atteignent en moyenne des vitesses maximales de course 20 % plus élevées et des durées nette et totale d'exercice 1,7 et 3,3 fois supérieures à celles mesurées lors du test Navette pour une perception et une FC de fin d'effort identiques. Les perspectives associées à un test intermittent d'évaluation des capacités physiques reposent sur le réinvestissement des vitesses mesurées au sein d'un programme d'activités physiques de type intermittent. En effet, dans une récente recension des écrits, Gibala et al. [27] montrent les bénéfices cardiovasculaires et métaboliques procurés par un programme intermittent et l'alternative qu'il représente aux exercices de faible intensité et de volume accru pour une population à pathologie chronique. De plus, une récente étude [28] montre qu'un exercice intermittent de forte intensité et de faible volume réduit la concentration sanguine postprandiale en triglycérides chez de jeunes garçons. Ces résultats sont encourageants, car ils indiquent que ce

type d'exercice peut avoir des effets bénéfiques dans le cadre de la prévention des risques cardiovasculaires associés à l'obésité chez les jeunes. Par conséquent, l'usage d'un test intermittent court-court tel que le Spartacus semble pertinent car il permettrait, dans un premier temps, de faire une évaluation diagnostique de leurs capacités aérobie et, dans un second temps, de concevoir et planifier un programme d'exercices intermittents individualisés et adaptés aux jeunes obèses. Le niveau global de capacités aérobie ainsi augmenté par l'exercice intermittent permettrait une lipolyse post-exercice [29] en plus d'une prévention des risques cardiovasculaires par une réduction de la pression artérielle sanguine [30]. Les présentes valeurs de FC_{max} et de perception de l'effort montrent que l'effort maintenu dans le test Spartacus est bien maximal, comme l'atteste l'absence de différence significative entre les deux tests pour ces paramètres, alors que la durée nette et la vitesse de fin d'épreuve sont plus élevées que dans le test Navette. Tout en autorisant la production d'une intensité élevée et l'atteinte de FC proches du maximum théorique, ce type d'effort est connu pour engendrer une acidose limitée reflétée par une faible accumulation de lactates [31,32]. Enfin, ce type de test se rapproche des formes intermittentes d'entraînement de plus en plus utilisées [33,34] avec ce type de population [29].

En conclusion, bien que cette étude souligne l'intérêt du test Spartacus, elle doit être envisagée comme préliminaire et à approfondir. En effet, ces résultats doivent maintenant être répliqués auprès d'un échantillon plus important d'adolescents obèses, et ils devraient être comparés à une observation directe de la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}). Les mesures de VO_{2max} à l'étage pulmonaire peuvent être utiles à une meilleure connaissance et validation du test «Spartacus» comparé, par exemple, au test «Navette». Elles permettraient ainsi d'évaluer la validité des vitesses de fin d'exercice du Spartacus comme une valeur maximale aérobie de type intermittent. Enfin, d'autres auteurs soulignent que les adolescents obèses témoignent d'un niveau élevé d'anxiété d'état et d'une faible estime globale de soi lors de la réalisation de test d'intensité maximale [35], et qu'ils perçoivent les exercices continus comme peu motivants [2]. Il est donc possible de penser que ces paramètres psychologiques puissent être corrélés négativement avec les performances réalisées à un test continu et positivement avec celles d'un test intermittent. Toutefois, jusqu'à présent, cette hypothèse n'a pas été examinée dans la littérature. Par conséquent, il semblerait pertinent de pouvoir approfondir les répercussions psychosociales (p. ex., motivation, estime globale de soi, concept de soi physique, anxiété d'état) de ce type de tests (p. ex., continus vs. intermittents) chez les adolescents obèses.

Annexe 1. Dispositif du test Spartacus

Comme le montre le Fig. 1, un espace en ligne droite de 75 m de long (permettant d'atteindre la vitesse 18 km/h) sur une dizaine de mètres de large suffit pour la passation du test. Une ligne de départ unique est matérialisée. Un étalonnage de la ligne droite est réalisé en disposant des plots de couleurs différentes et numérotés de 7 à 18 selon les distances définies (Tableau 3). Ces repères matérialisent les

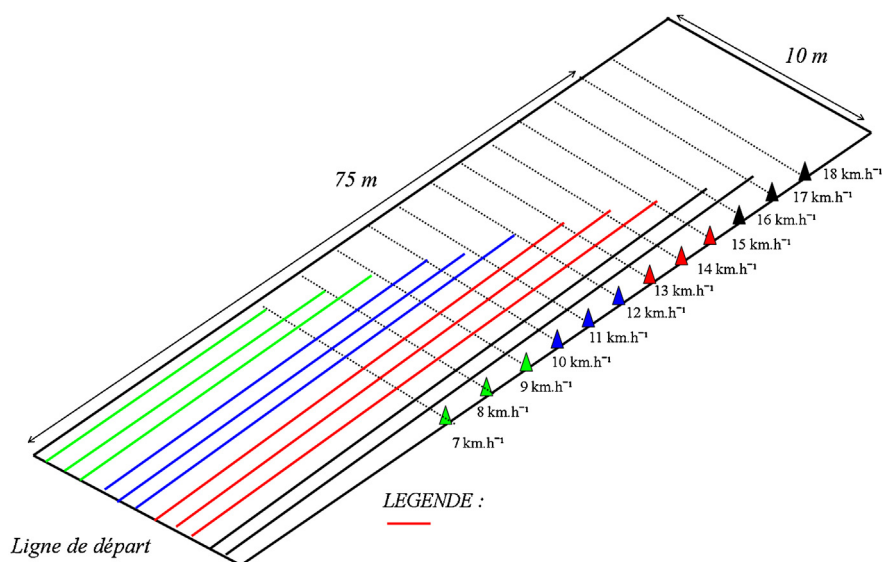


Figure 1 Dispositions matérielles du test « Spartacus ».

Tableau 3 Distances des paliers.

Vitesse (km/h)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Distance (m)	29,2	33,3	37,5	41,7	45,8	50,0	54,2	58,3	62,5	66,7	70,8	75,0

paliers. L'étalonnage commence en référence à une vitesse de 7 km/h pour les filles et garçons et s'échelonne jusqu'à 18 km/h.

Deux opérateurs se placent, l'un à la ligne de départ, l'autre au plot correspondant à la vitesse du palier. L'un de ces deux opérateurs dispose d'un chronomètre et délivre un repère sonore toutes les 15 s.

Annexe 2. Organisation de l'épreuve

L'effectif des coureurs dépend de la largeur de l'espace de travail. Ils doivent réaliser 15 s de course en ligne droite pour atteindre le plot correspondant à la vitesse du palier en cours (trajet aller). La récupération se fait de manière passive au niveau du plot atteint pendant 15 s. Au signal, ils repartent à la même allure pendant 15 s vers la ligne de départ. Chaque palier comporte trois allers-retours. La durée du palier est donc de trois minutes, dont 1 min 30 de course et 1 min 30 de récupération passive. Toutes les trois minutes la vitesse de course augmente de 1 km/h. L'épreuve s'arrête lorsque le sujet ne parvient pas à atteindre la distance requise deux fois de suite avec une tolérance de ± 1 m. La vitesse maximale atteinte correspond au dernier palier complet réalisé. Pour être validé, le palier doit être totalement achevé.

Pour plus de détails, voir Rossi et al. [12].

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Remerciements

Nous tenons à remercier l'établissement, le personnel et les jeunes de l'AJO® Les Oiseaux, SSR Pédiatrique Obésité, du groupe « Le Noble Âge » pour leur soutien et leur participation à l'étude.

Références

- [1] Ratel S, Duché P, Williams CA. Muscle fatigue during high-intensity exercise in children. *Sports Med* 2006;36(12):1031–65.
- [2] Cairney J, Hay JA, Faught BE, Léger L, Mathers B. Generalized self-efficacy and performance on the 20-metre shuttle run in children. *Am J Hum Biol* 2008;20(2):132–8.
- [3] Léger L, Lambert J. A maximal multistage 20-m Shuttle Run test to predict V02 max. *Eur J Appl Physiol* 1982;49:1–12.
- [4] Léger L, Lambert J, Goulet A, Rowan C, Dinelle Y. Capacité aérobie des Québécois de 6 à 17 ans - Test navette de 20 mètres avec paliers de 1 minute. *Can J Appl Sport Sci* 1984;9(2):64–9.
- [5] Tomkinson GR, Leger LA, Olds TS, Cazorla G. Secular trends in the performance of children and adolescents (1980–2000). *Sports Med* 2003;33(4):285–300.
- [6] Council of Europe. Eurofit: handbook for the Eurofit tests of physical fitness. Rome: Council of Europe; 1988.
- [7] Bovet P, Auguste R, Burdette H. Strong inverse association between physical fitness and overweight in adolescents: a large school-based survey. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2007;4:–24.
- [8] Murphy MH, Blair SN, Murtagh EM. Accumulated versus continuous exercise for health benefit. *Sports Med* 2009;39(1):29–43.
- [9] Nantel J, Mathieu ME, Prince F. Physical activity and obesity: biomechanical and physiological key concepts. *J Obes* 2011.

- [10] Cazorla G. Test de terrain pour évaluer la capacité aérobie et la vitesse aérobie maximale. In: Actes du colloque international de la Guadeloupe. Eds: ACTSCHNG & AREAPS; 1990. p. 151–73.
- [11] Mendelson M, Michallet AS, Tonini J, Guinot M, Bricout VA, Flore P. Activité physique dans la prise en charge de l'obésité : effets bénéfiques et modalités pratiques. *Obesité* 2012;7(3): 160–8.
- [12] Rossi D, Mauffrey D, Nicol C. Présentation d'un protocole de test d'aptitude à l'effort aérobie. *Revue Hyper* 2009;244:4–9.
- [13] Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000;320:1240.
- [14] Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med* 1970;2:92–8.
- [15] Eston RG, Williams JG. Exercise intensity and perceived exertion in adolescent boys. *Br J Sports Med* 1986;20(1):27–30.
- [16] Olds T, Tomkinson G, Leger L, Cazorla G. Worldwide variation in the performance of children and adolescents: an analysis of 109 studies of the 20-m shuttle run test in 37 countries. *J Sports Sci* 2006;24(10):1025–38.
- [17] Goran M, Fields DA, Hunter GR, et al. Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:841–8.
- [18] 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.
- [19] Voss C, Sandercock G. Does the twenty-meter shuttle-run test elicit maximal effort in 11- to 16-year-olds? *Pediatr Exerc Sci* 2009;21(1):55–62.
- [20] Gros Lambert A, Mahon AD. Perceived exertion, influence of age and cognitive development. *Sports Med* 2006;36(11):911–28.
- [21] Faulkner J, Eston RG. Perceived exertion research in the 21st century: developments reflections and questions for the future. *J Exerc Sci Fitness* 2006;6:26–32.
- [22] McGuigan MR, Al Dayel A, Tod D, Foster C, Newton RU, Pettigrew S. Use of session rating of perceived exertion for monitoring resistance exercise in children who are overweight or obese. *Pediatr Exerc Sci* 2008;20:333–41.
- [23] Borg G. Psychological base of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14(5):377–81.
- [24] Borg G. Perceived exertion in working capacity tests. In: Borg G, editor. *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign, USA: Human Kinetics; 1998. p. 54–62.
- [25] Coquart JBJ, Lensele G, Garcin M. Perception de l'effort chez l'enfant et l'adolescent : mesure et intérêts. *Sci Sports* 2009;24:137–45.
- [26] Dellal A, Keller D, Carling C, Chaouachi A, Wong del P, Chamari K. Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *J Strength Cond Res* 2010;24(12):3219–26.
- [27] Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol* 2012;590(5): 1077–84.
- [28] Thackray AE, Barrett LA, Tolfrey K. Acute high-intensity interval running reduces postprandial lipemia in boys. *Med Sci Sports Exerc*, <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0b013e31828452c1>, [publish ahead of print].
- [29] Brandou F, Savy-Pacaux AM, Marie J, Brun JF, Mercier J. Comparison of the type of substrate oxidation during exercise between pre- and post-pubertal markedly obese boys. *Int J Sports Med* 2006;27(5):407–14.
- [30] Ogunleye AA, Sandercock GR, Voss C, Eisenmann JC, Reed K. Prevalence of elevated mean arterial pressure and how fitness moderates its association with BMI in youth. *Public Health Nutr* 2012;1(1):1–9, <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980012004466> [publish ahead of print].
- [31] Åstrand I, Astrand PO, Christensen EH, Hedman R. Intermittent muscular work. *Acta Physiol Scand* 1960;48:448–53.
- [32] Christensen EH, Hedman R, Saltin B. Intermittent and continuous running (A further contribution to the physiology of intermittent work). *Acta Physiol Scand* 1960;50: 269–86.
- [33] McKay BR, Paterson DH, Kowalchuk JM. Effect of short-term high-intensity interval training vs. continuous training on O₂ uptake kinetics, muscle deoxygenation, and exercise performance. *J Appl Physiol* 2009;107:128–38.
- [34] Talanian JL, Galloway SD, Heigenhauser GJ, Bonen A, Spriet LL. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *J Appl Physiol* 2007;102:1439–47.
- [35] Mercier CS, Maïano C, Nicol C, Sepulcre J, Brisswalter J. Étude des relations entre les valeurs d'anxiété, d'estime globale de soi et la perception de l'effort lors de l'exercice physique chez des adolescentes obèses et non obèses. *Sci Sports* 2010;25:323–6.