

Communication brève

Aptitudes cardiorespiratoires à l'exercice et fonction musculaire périphérique chez des enfants infirmes moteurs d'origine cérébrale

Aerobic capacity and skeletal muscle function in child with cerebral palsy

A. Nsenga Leunkeu^a, M. Gayda^{a,c}, A. Merzouk^a, A. Temfemo^a, N. Lecoutre^b, S. Ahmaidi^{a,*}

^a Laboratoire EA 3300 "APS et conduites motrices : adaptations et réadaptations", faculté des sciences du sport d'Amiens, université de Picardie-Jules-Verne, allée P.-Grousset, 80025 Amiens cedex 01, France

^b Institut d'éducation motrice (IEM), 89, rue Sagebien, 80000 Amiens, France

^c Centres de prévention cardiovasculaire (ÉPIC) et de recherche de l'Institut de cardiologie de Montréal, 5055, rue Saint-Zotique-Est, Montréal, Québec, H1T 1N6, Canada

Reçu le 25 septembre 2004 ; accepté le 10 mars 2005

Disponible sur internet le 21 juillet 2005

Résumé

Introduction. – Cette étude a pour but d'évaluer l'aptitude aérobie à l'exercice et la fonction musculaire périphérique (force et endurance musculaire du quadriceps) des enfants infirmes moteurs d'origine cérébrale (IMOC) par rapport à des enfants sains.

Synthèse des faits. – Les enfants IMOC présentent une aptitude aérobie diminuée à l'exercice associée à une force maximale isométrique et une endurance musculaire du quadriceps déficiente par rapport à des enfants sains.

Conclusion. – Les enfants IMOC ont une aptitude physique à l'exercice et une fonction musculaire périphérique déficiente comparés à des enfants sains.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Introduction. – The aim of this study is to assess the aerobic capacity and the skeletal muscle function (force and muscular endurance of quadriceps muscle) in children with cerebral palsy (CP) compared with healthy children.

Synthesis of facts. – In children with CP, the aerobic capacity during exercise is lower compared with healthy children in association with an impaired maximal isometric force and endurance of the quadriceps muscle.

Conclusion. – Children with CP have a lower aerobic capacity and an impaired skeletal muscle function compared with healthy children.

© 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Enfants IMOC ; Capacité aérobie ; Fonction musculaire périphérique

Keywords: Children with cerebral palsy; Aerobic capacity; Skeletal muscle function

1. Introduction

L'infirmité motrice d'origine cérébrale provient de lésions cérébrales qui surviennent pendant la naissance, elle provoque des troubles de la posture et du mouvement chez les personnes atteintes de ce syndrome [5]. L'exercice physique fait

partie des moyens thérapeutiques, il joue un rôle important dans le maintien et l'amélioration de la capacité fonctionnelle et sur la qualité de vie chez les enfants IMOC [5]. C'est pourquoi, l'évaluation des aptitudes physiques à l'exercice des enfants IMOC est recommandée, elle peut être utilisée pour suivre l'évolution de leur capacité fonctionnelle et également pour prescrire un programme de réentraînement individualisé [5]. La mesure des échanges gazeux respiratoires durant une épreuve maximale à charge croissante est consi-

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : said.ahmaidi@ca.u-picardie.fr (S. Ahmaidi).

dérée comme la méthode de référence pour l'évaluation de la tolérance à l'effort chez les enfants sains [1], elle est aussi recommandée chez les enfants IMOC [5]. Quelques études sont disponibles dans la littérature sur la capacité aérobie maximale des enfants IMOC, mais cette capacité a été mesurée soit sur tapis roulant (deux études), ergomètre à bras (une étude) ou ergocycle (une étude) [5], ce qui rend la constitution de valeurs normatives difficile. À notre connaissance, les données sur l'aptitude cardiorespiratoire à différents niveaux d'exercice ne sont pas documentées chez les enfants IMOC. Il est aussi recommandé d'évaluer la fonction musculaire chez les enfants IMOC pour suivre les effets de la réhabilitation sur le système neuromusculaire et parce que cette fonction est grandement reliée à la capacité fonctionnelle [2]. Quelques études sur la force maximale isométrique du quadriceps sont également disponibles [2], mais nous n'avons pas de données disponibles sur l'endurance musculaire en contraction isométrique chez les enfants IMOC alors qu'un certain nombre d'activités quotidiennes requiert ce type d'effort. Cette étude a pour but d'évaluer l'aptitude cardiorespiratoire à l'exercice et la fonction musculaire périphérique (force et endurance musculaire du quadriceps) des enfants IMOC par rapport à des enfants sains.

2. Méthodes

Neuf enfants IMOC et dix enfants sains témoins indemnes de toute infirmité motrice d'origine cérébrale ont participé à cette étude (Tableau 1), tous les enfants IMOC présentaient des formes spastiques d'infirmité, aucun enfant n'était sur fauteuil roulant (Tableau 2). Un accord écrit et signé était obtenu des parents conformément aux standards éthiques de la déclaration d'Helsinki de 1975. Les mesures anthropométriques (poids, taille, masse maigre, masse grasse, et volume musculaire du membre inférieur) ont été réalisées avant le début des tests à l'aide de la mesure des plis cutanés et des circonférences du membre inférieur [1], le membre inférieur atteint ayant été choisi chez les enfants IMOC (Tableau 1). L'ensemble des sujets a réalisé selon un ordre randomisé une épreuve cardiorespiratoire sur ergocycle avec mesure des échanges gazeux et une évaluation de la fonction musculaire périphérique sur un appareil isocinétique (Cybex Norm II, Lumex Inc., N.Y, U.S.A), ces deux tests ont été séparés de

Tableau 1

Données anthropométriques des enfants IMOC et des enfants sains contrôles (* = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$), MG : masse grasse, MM : masse maigre, VMMI : volume musculaire du membre inférieur

	Enfants IMOC (n = 9)	Enfants sains (n = 10)
Âge (ans)	13 ± 1,9	14 ± 0,6
poids (kg)	44 ± 9,23	55 ± 11
taille (cm)	149 ± 12 **	165 ± 8
MG (%)	22,92 ± 5,07 *	13,65 ± 5,98
MM(kg)	34,23 ± 5,83 **	47,43 ± 9,67
VMMI (litres)	3,01 ± 1,70 **	7,91 ± 2,37

Tableau 2

Classification clinique, atteinte de la cage thoracique et angle articulaire du genou chez les enfants IMOC (Sd = Spastique diplégique, Sh = Spastique hémiplégique)

Sujets	Classification Clinique	Cage Thoracique	Angle articulaire du genou (°)
1	Sd (léger retard mental)	Distorsion	80
1	Sd (normal)	Pas de Distorsion	70
1	Sd (léger retard mental)	Distorsion	45
1	Sh (léger retard mental)	Distorsion	75
1	Sh (normal)	Distorsion	85
1	Sh (normal)	Pas de Distorsion	60
1	Sh (normal)	Pas de Distorsion	60
1	Sd (normal)	Pas de Distorsion	68
1	Sd (normal)	Pas de Distorsion	75

trois jours et ont eu lieu le matin. Pour l'épreuve cardiorespiratoire, nous avons utilisé un ergocycle (824 E Monark-Crescent, AB, Varberg, Suède) pour les deux groupes d'enfants. L'épreuve d'effort cardiorespiratoire a été réalisée selon un protocole progressif et maximal [1]. Des épreuves de familiarisation ont été effectuées pour les enfants IMOC telles que recommandée par la littérature [5]. La vitesse de pédalage était fixée pendant toute l'épreuve d'effort à 60 rpm pour les enfants sains. La puissance initiale était de 30 W et l'augmentation par palier était de 15 W après chaque minute pour les enfants sains [1]. En revanche, les enfants IMOC n'ont pas pu maintenir cette vitesse, la vitesse de pédalage (inférieure à 60 rpm) était propre à chaque enfant, nous avons ajouté la même charge (+ 0,5 kg/minute) sur le plateau de l'ergomètre. Pendant cette épreuve, la mesure des échanges gazeux respiratoires était réalisée en cycle à cycle à l'aide de l'analyseur de gaz portatif Cosmed K4 b2 (Cosmed, Rome, Italie). Chez les enfants sains, l'épreuve d'effort se poursuivait jusqu'à l'atteinte d'au moins trois critères d'atteintes de la VO_{2max} [1], pour les enfants IMOC, le test s'arrêtait lorsqu'ils ne pouvaient plus pédaler. Des encouragements verbaux ont été donnés lors des tests. Le pic de VO_2 a été considéré comme la valeur de consommation d'oxygène maximale atteinte lors de l'épreuve d'effort. La tolérance à l'effort a été appréciée par les données cardiorespiratoires (VO_2 , ventilation : VE, fréquence cardiaque : FC). À la fin de l'épreuve d'effort, les enfants bénéficiaient de deux minutes de récupération active et de trois minutes de récupération passive. La fonction musculaire périphérique était mesurée au niveau du quadriceps sur un appareil isocinétique chez les enfants IMOC et sains, selon un protocole déjà utilisé chez le coronarien [3]. Pour de meilleures conditions de sécurité, un léger échauffement de 5 minutes sur ergocycle avec charge à vide a été réalisé avant les tests isométriques. Par ailleurs, trois contractions volontaires isométriques sous-maximales étaient effectuées afin de vérifier l'alignement de l'articulation du genou avec l'axe du dynamomètre. L'angle du bras de levier était de 60 pour tous les enfants sains mais variait chez les enfants IMOC en fonction du degré de liberté de l'articulation du genou (Tableau 2). La fonction musculaire périphérique a été appréciée (sur le membre inférieur atteint) à l'aide de la

mesure de la force maximale isométrique volontaire (FMIV) et du temps de maintien (TM) à 50 % de la FMIV. Avant la mesure de la FMIV, l'enfant bénéficiait d'une période d'adaptation et de familiarisation à l'appareil et au mouvement [3]. L'enfant devait réaliser trois séries de cinq essais pour développer une force maximale. Chaque essai était séparé de 20 secondes de récupération. Une à deux minutes de repos étaient observées entre chaque série. Lors du développement de cette FMIV, le sujet pouvait visualiser la production de sa force musculaire sur un écran d'ordinateur. Des encouragements ont été donnés à chaque essai. Les meilleures valeurs de chaque série ont été conservées et moyennées. Cette valeur moyenne a été considérée comme la FMIV. Pour la mesure du TM, il a été demandé au sujet de maintenir une contraction isométrique à 50 % de la FMIV le plus longtemps possible. Le niveau de force (50 % de la FMIV) était matérialisé par l'échelle graphique sur l'écran de l'ordinateur grâce à l'interface du logiciel, le sujet pouvant ainsi contrôler le mieux possible son intensité de contraction. Il a été demandé au sujet de maintenir sa force musculaire le plus près de ce repère durant la durée de la contraction. Dès que la force produite atteignait ce repère, un chronomètre était déclenché pour mesurer le TM. Le sujet était encouragé pendant la durée de la contraction musculaire et le temps écoulé était régulièrement donné toutes les 15 secondes. Les aptitudes cardiorespiratoires des enfants IMOC et sains ont été comparées à l'aide d'une analyse de variance à mesures répétées et les données de la fonction musculaire à l'aide d'un test non paramétrique de Mann-Whitney (logiciel Statview, SAS institute, USA).

3. Résultats

Les données anthropométriques des enfants sont présentées dans le [Tableau 1](#). Les enfants IMOC présentent une taille significativement plus faible ($p < 0,01$) et un pourcentage de masse grasse plus important ($p < 0,05$) que les enfants sains. En revanche, les enfants IMOC ont une masse maigre (MM), et un volume musculaire de membre inférieur (VMMI) significativement plus faible ($p < 0,01$) comparativement aux enfants sains. Les cinétiques des données cardiorespiratoires lors de l'effort sur ergocycle sont représentées à la [Fig. 1](#). Les valeurs pics de VO_2 , VE et FC sont significativement plus faibles chez les enfants IMOC comparés aux enfants sains ($p < 0,01$, $p < 0,01$ et $p < 0,05$ respectivement). Les valeurs de la FMIV et du TM sont présentées en valeur brute et la FMIV a été normalisée par rapport au volume musculaire des membres inférieurs (FMIV/VMMI). Les enfants IMOC ont une FMIV du quadriceps plus faible que les enfants sains (50 ± 37 vs 90 ± 22 Nm⁻¹, $p < 0,05$). Aucune différence significative n'a été obtenue au niveau de l'endurance isométrique avec un TM qui ne diffère pas entre les enfants IMOC et sains (TM : 91 ± 51 vs 96 ± 36 secondes). Aucune différence significative entre les enfants IMOC et les enfants sains n'a été obtenue concernant la FMIV normalisée (FMIV/VMMI : $17,1 \pm 6,5$ vs $11,9 \pm 2,8$ Nm.l⁻¹).

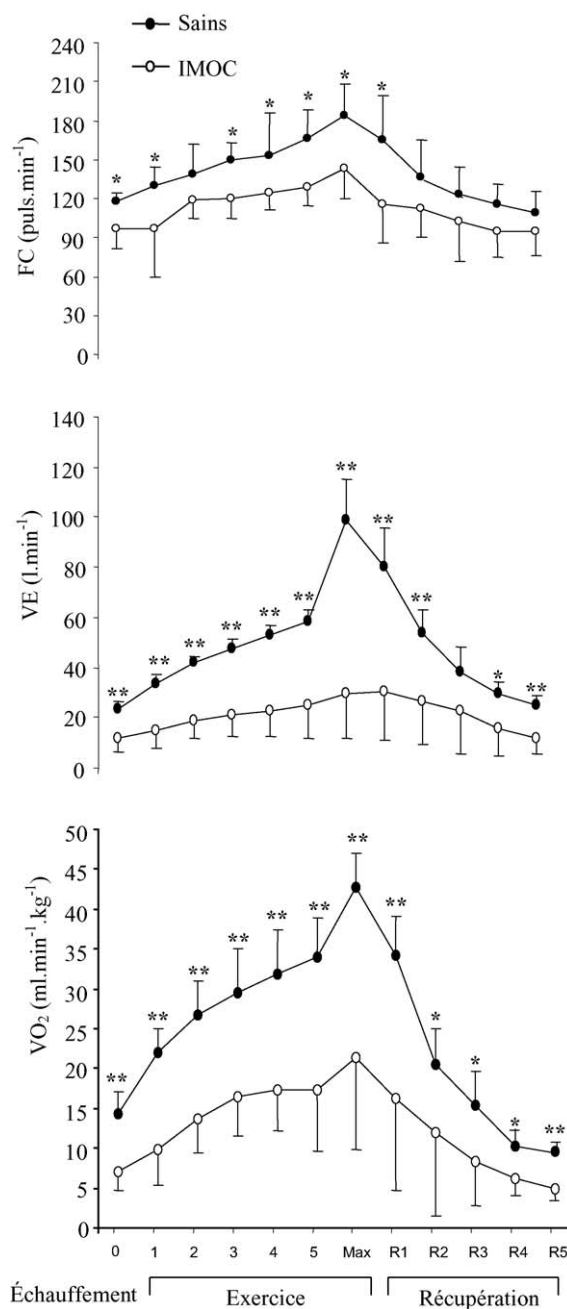


Fig. 1. Évolution des variables cardiorespiratoires pour les enfants IMOC et sains lors du test d'effort sur ergocycle. 0 : valeurs à l'échauffement, 1 à 5 : paliers communs à l'exercice, Max : valeurs maximales, R1 à R5 : valeurs à la récupération. (valeurs moyennes \pm DS, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$).

4. Discussion

Les principaux résultats de ce travail sont que les enfants IMOC présentent des aptitudes cardiorespiratoires diminuées à l'exercice associées à une force maximale isométrique et une endurance musculaire du quadriceps déficiente par rapport aux enfants sains. Quatre études ont mesuré la capacité aérobie maximale des enfants IMOC, cependant les protocoles divergent (une étude a utilisé l'ergocycle) [5]. Nos données de pic VO_2 sont légèrement inférieures à l'étude citée sur ergocycle (20,6 vs. 28 ml/kg par minute.), la classifica-

tion clinique et l'âge moyen des enfants IMOC pouvant notamment faire varier ces valeurs [5]. Les données sous maximales concernant les aptitudes cardiorespiratoires (VO_2 , VE et FC) chez les enfants IMOC restent très peu documentées, elles sont inférieures aux valeurs des sujets sains. Ces valeurs cardiorespiratoires diminuées proviendraient d'une plus faible efficacité ventilatoire mise en évidence par valeurs d'équivalent en O_2 plus faible et par la distorsion de la cage thoracique due à la spasticité des muscles respiratoires (quatre enfants dans notre étude) [5]. De plus, le tonus musculaire et le niveau de cocontraction (contraction simultanée des muscles agonistes et antagonistes) très important chez les enfants IMOC, réduiraient le retour veineux et par conséquent la clairance du lactate, aboutissant à une fatigue musculaire précoce [5] durant l'épreuve sur ergocycle. Les valeurs diminuées de force musculaire isométrique du quadriceps chez les enfants IMOC sont conformes aux études antérieures [2,4] bien que nos valeurs de force maximale normalisée ne diffèrent pas. Cette diminution proviendrait de la coactivation importante des muscles antagonistes associée à une activation neuromusculaire incomplète durant l'effort mais également à un volume musculaire plus faible [2] chez les enfants IMOC, ce qui est le cas pour notre étude (Tableau 1). L'endurance musculaire isométrique diminuée des enfants IMOC proviendrait aussi du niveau de cocontraction important qui peut limiter le retour veineux aboutissant à une fatigue musculaire précoce [2,5] surtout en mode isométrique, mais également à un recrutement plus important d'unités motrices pendant la contraction musculaire [2].

5. Conclusion

Notre étude montre que les enfants IMOC présentent des aptitudes cardiorespiratoires diminuées à l'exercice asso-

ciées à une force maximale isométrique et une endurance musculaire du quadriceps déficiente par rapport aux enfants sains.

Remerciements

Les auteurs remercient le personnel de l'Institut d'éducation motrice et du service d'exploration fonctionnelle de l'appareil locomoteur du CHU d'Amiens-Nord pour leur aide. Nous tenons à remercier très chaleureusement tous les enfants et leurs parents pour leur implication dans cette étude.

Références

- [1] Council FP, Varray A, Matecki S, Beurey A, Marchal P, Voisin M, et al. Training of aerobic and anaerobic fitness in children with asthma. *J Pediatr* 2003;142(2):179–84.
- [2] Elder GC, Kirk J, Stewart G, Cook K, Weir D, Marshall A, et al. Contributing factors to muscle weakness in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003;45(8):542–50.
- [3] Gayda M, Merzouk A, Choquet D, Doutrelot PL, Ahmaidi S. Aerobic capacity and peripheral skeletal muscle function in coronary artery disease male patients. *Int J Sports Med* 2003;24(4):258–63.
- [4] Ross SA, Engsborg JR. Relation between spasticity and strength in individuals with spastic diplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2002;44(3):148–57.
- [5] Unnithan VB, Clifford C, Bar-Or O. Evaluation by exercise testing of child with cerebral palsy. *Sport Med* 1998;26(4):239–51.