

# الاستهلاك الأقصى للأكسجين والعتبة اللاهوائية لدى الأطفال البدناء مقارنةً بغير البدناء

أ. عبدالله بن أحمد الغامدي د. هزاع بن محمد الهزاع د. سعيد بن أحمد الرفاعي

بريد إلكتروني : alhazzaa@ksu.edu.sa

مختبر فسيولوجيا الجهد البدني - قسم التربية البدنية وعلوم الحركة

كلية التربية - جامعة الملك سعود - الرياض

## ملخص :

هدفت هذه الدراسة إلى استعراض نتائج الاستهلاك الأقصى للأكسجين وعتبة التهوية الرئوية لدى مجموعتين من الأطفال السعوديين البدناء (ن = 15، والعمر =  $10.6 \pm 0.14$  سنة، ونسبة الشحوم = 37.2%) وغير البدناء (ن = 15، والعمر =  $10.6 \pm 0.18$  سنة، ونسبة الشحوم = 14.3%). تم تعريف المخصوصين إلى جهد بدني متدرج حتى التعب باستخدام السير المتحرك، مع قياس الوظائف القلبية التنفسية بشكل مستمر، مستخدمين أجهزة قياس غازات التنفس وجهاز تخطيط القلب. أظهرت نتائج البحث أن الأطفال غير البدناء تمكنوا من الاستمرار في الجري على السر المتحرك لمدة زمنية أكبر من البدناء ( $13.2 \pm 3.3$  مقابل  $9.3 \pm 2.1$  دقيقة). أظهرت نتائج الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الأطفال البدناء تميزاً مقارنة بالأطفال غير البدناء عندما تم حسابها بشكل مطلق (لتر/ق)، لكنها كانت أدنى من غير البدناء (مستوى الدلالة أقل من 0.05) عندما تم حسابها بشكل نسبي، سواء إلى كتلة الجسم (مل/كجم. ق) أو إلى كتلة الجسم مرفوعة إلى ثلاثة أرباع (0.75) أو إلى ثلثي (0.67) كتلة الجسم. غير أن نتائج الاستهلاك الأقصى للأكسجين محسوبة نسبة من كتلة الجسم غير الشحمية، أو نسبة من مساحة سطح الجسم بدت متقاربة جداً بين الأطفال البدناء وغير البدناء. وقد أظهر النبض الأكسجيني الأقصى (استهلاك الأكسجين الأقصى مقسوماً على ضربات القلب القصوى) لدى الأطفال البدناء ارتفاعاً ملحوظاً (دال عند مستوى 0.00) مقارنة بغير البدناء، لكن هذه الفروق اختفت عندما نسبتا النبض الأكسجيني الأقصى لمساحة سطح الجسم (مؤشر النبض الأكسجيني الأقصى). أما عتبة التهوية الرئوية فقد حدثت بشكل مبكر عند الأطفال البدناء مقارنة بغير البدناء عند حسابها نسبة إلى كتلة الجسم، غير أن نسبتها إلى الاستهلاك الأقصى للأكسجين جعلت الفروق بين البدناء وغير البدناء تختفي (4.6% لدى البدناء مقابل 6.6% لدى غير البدناء). نستخلص من نتائج هذا البحث أن أداء الأطفال البدناء أدنى من غير البدناء أثناء الجهد البدني الذي يتم فيه حمل الجسم، إلا أن الكفاءة الوظيفية للجهاز القلبي التنفسي لدى الأطفال البدناء لا تختلف عن غير البدناء عند الأخذ بالحسابان كتلة الجسم غير الشحمية أو مساحة سطح الجسم.

**كلمات دالة:** الاستهلاك الأقصى للأكسجين، العتبة اللاهوائية، النبض الأكسجيني، الأطفال البدناء، الأطفال السعوديين.

## Maximal Oxygen Uptake and Anaerobic Threshold in Obese and Lean Boys.

Abdullah A. Al-Ghamidi, Hazzaa M. Al-Hazzaa and Saeed A. Al-Refaei

Exercise physiology laboratory, King Saud University.

### ABSTRACT:

This study presents results of maximal oxygen uptake ( $VO_2$  max) and ventilatory anaerobic threshold (VAT) for obese ( $n = 15$ , age =  $10.6 \pm 0.14$  yr, fat % =  $37.2 \pm 3.9$ ) and lean ( $n = 15$ , age =  $10.6 \pm 0.18$  yr, fat % =  $14.3 \pm 8.8$ ) Saudi boys.  $VO_2$  max was measured via an open circuit spirometry during graded treadmill running. VAT was assessed using V-slope method. The finding of the study indicated that obese boys had superior absolute  $VO_2$  max values compared to lean boys. However when  $VO_2$  max values were expressed relative to boys mass or scaled to body mass raised to the power of 0.75 or 0.67, lean boys become superior ( $p < 0.000$ ). In addition, there were no significant differences in  $VO_2$  max values between lean and obese boys when expressed relative to lean body mass or to body surface area. VAT relative to body mass showed higher values in lean boys compared with obese boys. However, when expressed relative to  $VO_2$  max, VAT was not significantly different in obese compared to lean boys (64.4% Vs 66.2%). It was concluded that running performance in obese boys appeared inferior to lean boys. However, cardiorespiratory capacity of obese boys does not seem to be significantly different from lean boys when expressed relative to lean boys mass or to body surface area.

**Key words:** Maximal oxygen uptake, Anaerobic threshold, Obese boys, Oxygen pulse, Exercise testing, Saudi boys.

## □ مقدمة :

يعد مصطلح القدرة الهوائية القصوى أو ما يسمى أيضاً بالاستهلاك الأقصى للأكسجين (الذي يرمز له بالرمز  $VO_2 \max$ ) من أكثر المصطلحات الفسيولوجية استخداماً في مجال فسيولوجيا الجهد البدني<sup>(١)</sup> (٣١٨:٣١٤، ١٩٣:٢٥٠). ونظراً لتعدد استخدامات قياس القدرة الهوائية، لذا فهو ضمن أهم الاختبارات والمقاييس التي تجرى في البحوث الفسيولوجية وخصوصاً تلك التي تهدف إلى تعرف كفاءة الجهاز القلبي التنفسي وقدرته الوظيفية<sup>(٢)</sup>. والاستهلاك الأقصى للأكسجين يساوي حاصل ضرب أقصى نتائج للقلب في أقصى فرق شرياني وريدي للأكسجين<sup>(٣)</sup> ويعتمد مقداره على عدة عوامل منها: حجم الدم، وتركيز الهيموجلوبين في الدم، وحجم القلب، ونتاج القلب، وعوامل أخرى متعلقة بقدرة العضلات على استخلاص الأكسجين، وبنشاط الأنزيمات الهوائية فيها<sup>(٤)</sup> (١٩٧:٢).

وقد أوضحت الدراسات السابقة<sup>(٥-٧)</sup> في هذا المجال أن الأطفال ليسوا أقل استهلاكاً أقصى للأكسجين من الكبار عندما ينسب الاستهلاك إلى كتلة الجسم (مل/كجم.ق)، حيث بلغ مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين في إحدى الدراسات<sup>(٨)</sup> لدى عينة من الأطفال النشيطين بديناً الذين تراوحت أعمارهم بين ٩ و ١٤ سنة حوالي ٦١,٣ مل/كجم.ق، وهذا يؤكد أن الأطفال ليسوا أقل مستوى من الكبار في القدرة الهوائية القصوى. وعند الحديث عن الأطفال البدناء فإن الأمر ربما يختلف قليلاً، فعند قسمة الاستهلاك الأقصى للأكسجين على وزن الجسم يظهر انخفاض واضح في مستوى القدرة الهوائية القصوى للأطفال البدناء مقارنة بغير البدناء<sup>(٩)</sup>. والمعروف أن للاستهلاك الأقصى للأكسجين النسبي ( لكل كجم من كتلة الجسم ) دلالة واضحة على مستوى الأداء البدني في الرياضات التي يتم فيها حمل الجسم كالجري<sup>(٩)</sup>، مما يعني أن زيادة نسبة الشحوم في الجسم تؤثر سلباً على الأداء البدني في الرياضات التي يتم فيها حمل الجسم، وتقود إلى انخفاض مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين منسوباً لكتلة الجسم. وقد أوضحت نتائج دراسة رولاند<sup>(١٠)</sup> على عينة من البنات البدنيات وغير البدنيات اللواتي أجري لهن اختبار تدريجي للجهد البدني، أن هناك فروقاً واضحة ودالة إحصائياً (عند مستوى الدلالة ٠,٠٥) في القدرة الهوائية القصوى، حيث بلغت الفروق تقريباً (٤,٠ مل/كجم.ق) لصالح غير البدنيات. ويؤكد ما سبق دراسة أخرى قام بها كوبر وآخرون<sup>(١١)</sup> شملت أطفال بدناء وغير بدناء من ٩ إلى ١٧ سنة أظهرت نتائجها انخفاض القدرة الهوائية لدى البدناء مقارنة بغير البدناء عندما تم حساب القدرة الهوائية القصوى نسبة إلى وزن الجسم.

ويظل الفارق في القدرة الهوائية القصوى بين البدناء وغير البدناء موجوداً حتى في ظل تشابه الفئتين في مستويات النشاط

البدني. ففي دراسة على ٣١ طفلاً بديناً ومثلهم من غير البدناء تم فيها استخدام استبانة لقياس مستوى النشاط البدني اليومي، أشارت نتائجها إلى عدم وجود فروق في مستويات النشاط البدني بين البدناء وغير البدناء، إلا أن مستويات الاستهلاك الأقصى للأكسجين كانت أعلى لدى غير البدناء، سواء نسبت إلى كتلة الجسم أو إلى كتلة الأجزاء غير الشحمية<sup>(١٢)</sup>، إلا أن دراسات أخرى<sup>(١٣,٨)</sup> وجدت فروقاً بين البدناء وغير البدناء في الاستهلاك الأقصى للأكسجين نسبة إلى وزن الجسم فقط، وأن هذه الفروق اختفت عند نسبة الاستهلاك الأقصى للأكسجين إلى وزن الأجزاء غير الشحمية. وهذا ما يقود العديد من الدراسات<sup>(١٤,١٥)</sup> إلى أن تشذيب (Scaling) مقادير الاستهلاك الأقصى للأكسجين هو الإجراء الأنسب عند التعامل مع كتل جسمية متفاوتة. بالإضافة إلى ما سبق تشير نتائج عدد من الدراسات<sup>(١٦,١٧)</sup> إلى أن العتبة اللاهوائية منسوبة إلى كتلة الجسم تحدث لدى الأطفال البدناء بصورة مبكرة مقارنة بغير البدناء، أما عند نسبة مقادير العتبة اللاهوائية إلى الاستهلاك الأقصى للأكسجين فإن هذه الفروق إما أن تبقى، وإما أن تضمحل<sup>(١٨)</sup> أو تضمحل<sup>(١٩)</sup>. في هذه الدراسة نستعرض نتائج الاستهلاك الأقصى للأكسجين والعتبة اللاهوائية التي أجريت على مجموعة من الأطفال السعوديين البدناء ومقارنتهم بعينة ماثلة من غير البدناء.

## الطريقة والإجراءات :

### أولاً - عينة الدراسة:

تكونت عينة الدراسة من ٣٠ مفحوصاً من الذكور الاصحاء، منهم ١٥ طفلاً بديناً (ممن لا تقل نسبة الشحوم لديهم عن ٣٠% من كتلة الجسم) و ١٥ طفلاً غير بدين (ممن لم تتجاوز نسبة الشحوم لديهم ٢٠% من كتلة الجسم)، وقد تراوحت أعمار العينة بين ١٠ سنوات و ١١ سنة، تم اختيارهم من القسم الابتدائي من مجمع الملك سعود الواقع بحسي جامعة الملك سعود بالرياض، من غير الرياضيين أو المشاركين بصورة منتظمة في النشاط الرياضي، وممن لا يعانون من أي مشكلات صحية تمنعهم من أداء جهد بدني أقصى. وتم الحصول على الموافقة الخطية على المشاركة في البحث من إدارة المدرسة ومن أولياء أمور الأطفال.

### ثانياً - القياسات الجسمية والتركيب الجسمي:

#### ١- العمر:

حدّد العمر بالسنة الهجرية وأجزائها إلى أقرب شهر، وذلك بالرجوع إلى سجل ميلاد الطالب الموجود في المدرسة.

#### ٢- كتلة الجسم وطوله:

تم قياس كتلة الجسم بواسطة ميزان طبي معايير من نوع سيكا (Seca) إلى أقرب ٠,١ كجم. أما الطول فتم قياسه باستخدام مقياس الطول المدرج إلى أقرب سنتيمتر.

## النتائج والمناقشة:

### ٣- نسبة الشحوم في الجسم:

قَدِّرت نسبة الشحوم في الجسم عن طريق قياس سمك طية الجلد عند العضلة العضدية الثلاثية الرؤوس، وتحت عظم لوح الكتف، والمنطقة الداخلية لسمانة الساق حسب الإجراءات المعروفة<sup>(٢٧)</sup> باستخدام جهاز قياس سمك طية الجلد من نوع "هاربندن" (Harpenden). وقَدِّرت نسبة الشحوم بواسطة معادلة تنبؤية مخصصة للأطفال<sup>(١٦)</sup>، ثم بعد ذلك تم حساب كتلة الأجزاء غير الشحمية (LBM) لكل مفحوص من خلال طرح كتلة الأجزاء الشحمية من كتلة الجسم.

### ثالثاً - القياسات الفسيولوجية:

#### ١- قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين (VO2 max):

تم قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين لكل مفحوص بواسطة طريقة الدائرة المفتوحة في مختبر فسيولوجيا الجهد البدني بقسم التربية البدنية وعلوم الحركة بجامعة الملك سعود تبعاً للإجراءات المعروفة<sup>(١٧)</sup> باستخدام جهاز قياس غازات التنفس (من شركة Jaeger - ألمانيا) أثناء جهد بدني متدرج على جهاز السير المتحرك. شمل الإجراء فترة إحماء وتعود على الجهاز مدتها ٥ - ١٠ دقائق، بعدها زادت سرعة الجهاز بالتدرج حتى الوصول إلى سرعة ١٠ كم في الساعة، ثم ثبتت السرعة عندها لمدة دقيقتين، ثم رفع الميل بعد ذلك بمقدار ٢,٥% كل دقيقتين وحتى أقصى جهد ممكن للمفحوص. وتم تشجيع المفحوصين وحثهم على بلوغ أقصى جهد بدني ممكن، كما أن جميع الاختبارات أجريت في جو ملائم في المختبر عند درجة حرارة مقدارها ٢٢ - ٢٣ درجة مئوية، وبعد حوالي ساعتين من تناول وجبة غذائية خفيفة. وللحكم على مدى وصول المفحوص إلى استهلاكه الأقصى للأكسجين لابد من تجاوز معامل التبادل التنفسي مقدار ١,٠، وكذلك تجاوز ضربات القلب أثناء الاختبار ٩٠% من ضربات القلب القصوى المتوقعة. كما تم قياس ضربات القلب أثناء الاختبار بواسطة جهاز قياس ضربات القلب ذي القناة الواحدة من نوع (Hellegi).

#### ٢- قياس العتبة اللاهوائية:

حددت العتبة اللاهوائية من خلال قياس عتبة التهوية الرئوية بواسطة الانحراف غير الخطي لمنحنى كل من استهلاك الأكسجين وإنتاج ثاني أكسيد الكربون، وهو ما يسمى (V-slope)<sup>(١٩)</sup>، كما تم التحقق منها من خلال الزيادة غير الخطية في حجم التهوية الرئوية، والتغيرات الحاصلة في مكافئ التهوية الرئوية للأكسجين (VE/VO2) بدون تغيير في مكافئ التهوية الرئوية لثاني أكسيد الكربون (VE/VCO2)<sup>(٢٠)</sup>.

### أولاً: القياسات الجسمية

يوضح الجدول رقم (١) المواصفات الجسمية لعينة الدراسة من الأطفال البدناء وغير البدناء، ويظهر بوضوح اختلاف الأطفال البدناء عن غير البدناء في الطول وفي كتلة الجسم وفي سمك طيات الجلد ونسبة الشحوم بالجسم، وفي بقية المؤشرات الجسمية الأخرى. وجميع تلك الفروق بين البدناء وغير البدناء ذات دلالة معنوية عند مستوى ٠,٠١. أو أقل. ويبدو أن كتلة الجسم ونسبة الشحوم لدى الأطفال غير البدناء في هذه الدراسة دون مثيلاتها لدى عينة كبيرة من الأطفال السعوديين في الفئة العمرية ١٠-١١ سنة (متوسط  $10,5 \pm 0,3$ ) تم نشرها قبل عدة سنوات<sup>(٢١)</sup>، وما مرد ذلك إلا لأن عينة الأطفال غير البدناء في هذه الدراسة قد اختيرت تحت معايير محددة من نسب الشحوم (دون ٢٠%)، مما يؤكد أنهم عينة تتخفف لديها نسبة الشحوم مقارنة بالأطفال الاعتياديين. أما الأطفال البدناء في هذه الدراسة فقد بلغت كتلة الجسم لديهم ما يعادل المئين ٩٥ وتجاوز طول الجسم لديهم المئين ٩٥ للأطفال السعوديين في مدينة الرياض<sup>(٢٢)</sup>، كما بلغ سمك طية الجلد في منطقتي العضلة العضدية الثلاثية الرؤوس وتحت لوح الكتف لدى الأطفال البدناء ٢٢,٩ مم، و٢٤,٦ مم، على التوالي، وهذه الأرقام تضعهم دون المئين ٥ لسمك طية الجلد لدى الأطفال السعوديين في مدينة الرياض<sup>(٢٢)</sup> ونظراً لأن الأطفال البدناء عادة ما يتميزون بطول الجسم بالإضافة إلى الزيادة في كتلة الجسم، فقد قيس الطرف السفلي من الجسم لتحديد عدد مرات الخطى عند حساب مصروف الطاقة. وهذا ما أظهرته هذه الدراسة أيضاً، حيث تميز الأطفال البدناء بزيادة ذات دلالة (٠,١) لطول الرجل مقارنة بالأطفال غير البدناء.

### ثانياً: القياسات الفسيولوجية القصوى

أشارت متوسطات ضربات القلب القصوى التي وصل إليها المفحوصون من البدناء (٢٠١ ضربة / ق) وغير البدناء (٢٠٣ ضربة / ق) إلى أنها تجاوزت ما يعادل ٩٦% من ضربات القلب القصوى المتوقعة لهم (بناءً على معادلة التقدير: ٢٢٠ - العمر). أما نتائج الوظائف التنفسية القلبية الأخرى الموضحة في جدول رقم (٢) وفي الشكل رقم (١)، فتبين لنا أن الأطفال البدناء اختلفوا عن غير البدناء (عند مستوى دلالة أقل من ٠,٠١) في جميع القياسات الفسيولوجية القصوى المطلقة، كالاستهلاك الأقصى للأكسجين (لتر/ق) والتهوية الرئوية القصوى (لتر/ق) والنبيض الأكسجيني الأقصى (مل/ضربة.ق).

جدول رقم (١): المواصفات الجسمية لعينة الدراسة (متوسطات  $\pm$  انحرافات معيارية).

المتغير	البدناء ن = ١٥	غير البدناء ن = ١٥	مستوى الدلالة*
العمر (سنة)	١٠,٥٩ ٠,١٤ $\pm$	١٠,٦٢ ٠,١٨ $\pm$	٠,٦٦٠
كتلة الجسم (كجم)	٤٧,٧ ٥,٤٤ $\pm$	٢٨,٥٥ ٣,٤٥ $\pm$	٠,٠٠٠
طول الجسم (سم)	١٤١,٦ ٤,٧ $\pm$	١٣٥,٥ ٥,٤ $\pm$	٠,٠٠٣
مؤشر كتلة الجسم (م) BMI	٢٣,٧ ٠,١٤ $\pm$	١٥,٥ ٠,١٤ $\pm$	٠,٠٠٠
مساحة سطح الجسم (م) BSA	١,٣٨ ٠,٠٠٩ $\pm$	١,٠٥ ٠,٠٠٨ $\pm$	٠,٠٠٠
سمك طية الجلد في منطقة العضلة العضدية الثلاثية الرؤوس (مم)	٢٢,٨٥ ٣,٤٦ $\pm$	٩,٠٩ ٢,٨ $\pm$	٠,٠٠٠
سمك طية الجلد في منطقة ما تحت لوح الكتف (مم)	٢٤,٦ ٦,٢ $\pm$	٥,٦ ٠,٨٦ $\pm$	٠,٠٠٠
سمك طية الجلد في منطقة سمانة الساق (مم)	٢١,١ ٢,٩ $\pm$	٨,٣ ٢,٣ $\pm$	٠,٠٠٠
نسبة الشحوم (%)	٣٧,٢ ٣,٩٥ $\pm$	١٤,٣ ٢,٨ $\pm$	٠,٠٠٠
كتلة الاجزاء غير الشحمية (كجم)	٢٩,٨ ٣,٠ $\pm$	٢٤,٤ ٢,٧ $\pm$	٠,٠٠٠

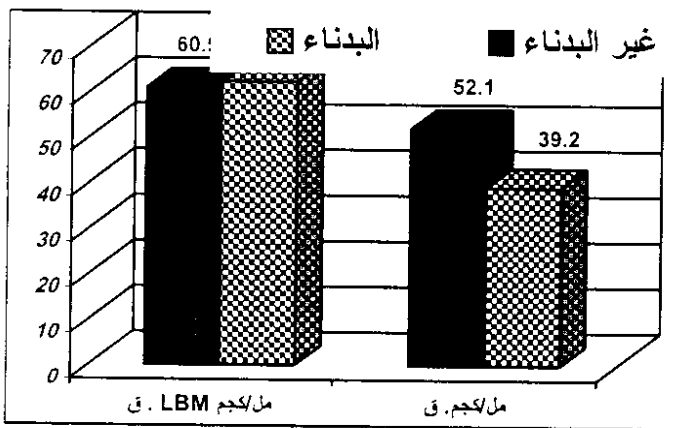
\* مستوى دلالة الفروق بين البدناء وغير البدناء في متغيرات الدراسة.

وعند مقارنة نتائج الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى عينة الأطفال غير البدناء في هذه الدراسة بنتائج دراسة موسعة أجريت على الأطفال السعوديين (١٥)، نجد أن مقادير الاستهلاك الأقصى للأكسجين المطلق تبدو مقاربة جداً لتلك المدونة لفئة الأطفال السعوديين فيما بين ٩ و ١١ سنة، إلى أن حجم الاستهلاك الأقصى للأكسجين منسوباً إلى كتلة الجسم (مل / كجم. ق) أعلى قليلاً مما هو لدى الأطفال السعوديين في الفئة العمرية نفسها، وقد يكون مرد ذلك إلى أن متوسط نسبة الشحوم لدى عينة الدراسة الحالية (١٤,٣%) أقل مما هو لدى عينة الدراسة الموسعة (١٧,٣%) التي أجريت على الأطفال السعوديين (١٥). ويظهر من مقارنة نتائج الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى عينة الدراسة الحالية بدراسات خارجية أجريت على عينات من الأطفال البدناء وغير البدناء (١٣,٢٢,٢٣) أن هناك اتفاقاً في النتائج مع تلك الدراسات. ونظراً لأن اختبار الجهد البدني الأقصى كان من خلال الجري على السير المتحرك، فإن الأطفال البدناء، بما يحملونه من كتلة شحمية كبيرة مقارنة بغير البدناء، أظهرت انخفاضاً في الأداء البدني، حيث استغرقوا في المتوسط ٩,٣ دقائق أثناء الاختبار مقابل ١٣,٢ دقيقة

وهذا ناتج عن أن كتلة الجسم، وخاصة كتلة الأجزاء غير الشحمية لدى البدناء، أكبر مما هي لدى غير البدناء. وعلى عكس ذلك، فإن الأطفال غير البدناء اظهروا تميزاً (عند مستوى دلالة أقل من ٠,٠١) في القياسات الفسيولوجية القصوى النسبية، كالأستهلاك الأقصى للأكسجين (مل/كجم.ق) والعتبة اللاهوائية نسبة إلى كتلة الجسم (مل/كجم.ق). وما مرد ذلك إلا للكتلة الشحمية المرتفعة لدى البدناء مقارنة بغير البدناء. وعلى الرغم من محاولة تخفيف تأثير كتلة الجسم على الاستهلاك الأقصى للأكسجين النسبي، وذلك من خلال ما يسمى بتشذيب الوزن (scaling)، أي نسبة الاستهلاك إلى كتلة الجسم مرفوعاً إلى أس ٠,٧٥ أو إلى أس ٠,٦٧، لكن ظلت الفروق بين المجموعتين دالة (عند مستوى دلالة أقل من ٠,٠١)، أما عند قسمة الاستهلاك الأقصى للأكسجين على كتلة الأجزاء غير الشحمية (كما هو موضح في الجدول رقم ٢ والشكل البياني رقم ١) أو على مساحة سطح الجسم (كما هو موضح في الجدول رقم ٢)، فلم يظهر أي فرق دال (عند مستوى ٠,٠٥ أو أقل) بين البدناء وغير البدناء.

جدول رقم (٢): نتائج اختبار الجهد البدني الأقصى لدى الأطفال البدناء وغير البدناء (متوسطات  $\pm$  انحرافات معيارية)، ومستوى دلالة الفروق بينهما.

مستوى الدلالة	الأطفال غير البدناء	الأطفال البدناء	التغيير
٠.٠٠٠٠	١.٤٩ ٠.٢٥١ $\pm$	١.٨٦ ٠.٢٤٨ $\pm$	الاستهلاك الأقصى للأكسجين (لتر / ق)
٠.٠٠٠٠	٥٢.١ ٦.١ $\pm$	٣٩.٢ ٤.٥ $\pm$	الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل. كجم. ق)
٠.٥٣٨	٦٠.٩ ٧.٠ $\pm$	٦٢.٣ ٥.٩ $\pm$	الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل. ق/ كجم من لكتلة غير الشحمية)
٠.٤٣٧	١٤١٣.٣ ١٨١.٦ $\pm$	١٣٥٧.٦ ٢٠٤.٦ $\pm$	الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل/م <sup>٢</sup> . ق)
٠.٠٠٠٠	١٢٠.٣ ١٤.٥ $\pm$	١٠٢.٦ ١١.٢ $\pm$	الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل. ق. ٧٥% كجم)
٠.٠٠٠٠	١٥٧.١ ١٩.٤ $\pm$	١٣٩.٨ ١٥.٣١ $\pm$	الاستهلاك الأقصى للأكسجين (مل. ق/ ٦٧% كجم)
٠.٠٠٠٩	٥٣.٥ ٨.٣٤ $\pm$	٦٢.٠ ٨.٢٢ $\pm$	التهوئة الرئوية القصوى (لتر. ق)
٠.٠٠٨٩	٣٦.١ ٤.٣ $\pm$	٣٣.٨ ٢.٧٧ $\pm$	التهوئة الرئوية مقسومة على الاستهلاك الأقصى للأكسجين (لتر. ق)
٠.٣٩٨	٢٠.٣ ٧ $\pm$	٢٠.١ ٨ $\pm$	ضربات القلب القصوى (ضربة / ق)
٠.٠٠٠٠	٧.٣ ١.٣ $\pm$	٩.٣ ١.٣ $\pm$	النض الأكسجيني الأقصى (مل / ضربة. ق)
٠.٦١٧	٦.٩ ٠.٨٤ $\pm$	٦.٨ ١.١ $\pm$	مؤشر النض الأكسجيني (مل . ٢م / ضربة. ق)
٠.٠٠٠٠	٣٤.٠ ٤.٣ $\pm$	٢٥.٤ ١.٩ $\pm$	العبء اللاهوائية (مل. كجم/ ق)
٠.٤٨٩	٥٦٦.٢ ٥.٥٥ $\pm$	٥٦٤.٦ ٦.١ $\pm$	العبء اللاهوائية نسبة إلى الاستهلاك الأقصى للأكسجين
٠.٣٥٠	١٥٢ ١٠ $\pm$	١٥٥ ٩ $\pm$	ضربات القلب عند العبء اللاهوائية
٠.١٠٥	٥٧٤.٨ ٤.٣ $\pm$	٥٧٧.٤ ٣.٧ $\pm$	ضربات القلب عند العبء اللاهوائية نسبة إلى ضربات القلب القصوى
٠.٠٠٠١	١٣.٢ ٣.٨ $\pm$	٩.٣٣ ٢.١ $\pm$	الزمن المستغرق في اختبار الجهد البدني الأقصى (دقيقة وأجزائها)



شكل رقم (١): الاستهلاك الأقصى للأكسجين نسبة إلى كتلة الجسم (مل / كجم. ق)، ونسبة إلى كتلة الجسم غير الشحمية (مل / كجم. ق) لدى الأطفال البدناء وغير البدناء. (\*\* فروق دالة عند مستوى ٠.٠١ بين البدناء وغير البدناء).

الجرري والهرولة. وتتفق نتائج عينة التهوية الرئوية في الدراسة الحالية مع نتائج العديد من الدراسات السابقة التي أجريت على الأطفال البدناء مقارنة بغير البدناء عندما نسبت إلى كل كجم من كتلة الجسم (١٠، ١٣، ٢٥). لكن عندما نسبنا مقادير العتبة اللاهوائية إلى الاستهلاك الأقصى للأكسجين، ظهر أنها حدثت لدى الأطفال البدناء عند ٦٤,٦ % مقابل ٦٦,٢% لدى غير البدناء، بدون وجود فروق دالة إحصائية (مستوى الدلالة = ٠,٤٩). وتبدو هذه النسب لدى الأطفال البدناء وغير البدناء مقارنة جداً لتلك المسجلة سابقاً لمجموعة من الأطفال السعوديين (٦٥%) المشابهين في العمر لعينة الدراسة الحالية (١٥، ١٧). وتؤكد النتائج التي تم التوصل إليها في الدراسة الحالية ما أشارت إليه دراسات سابقة في أن الفروق بين البدناء وغير البدناء تختفي عندما تُنسب مقادير عتبة التهوية الرئوية إلى الاستهلاك الأقصى للأكسجين (١٣)، إلا أن دراسة أخرى وجدت أن هذه الفروق في عينة التهوية الرئوية، تظل موجودة، حتى عند نسبتها إلى الاستهلاك الأقصى للأكسجين (١٠). ويعتقد أن من الأسباب التي تجعل العتبة اللاهوائية منخفضة لدى الأطفال البدناء مقارنة بغير البدناء تكمن في أن رفع مستوى العتبة اللاهوائية يتطلب المشاركة في أنشطة بدنية مرتفعة الشدة، الأمر الذي يتجنبه معظم الأطفال البدناء، نظراً لعدم قدرتهم على الاستمرار في هذا النوع من النشاط (٢٦).

### شكر وعرفان:

يشكر الباحثون كلاً من الطبيب محمد عبد السلام سليمان والأستاذ معد دفتردار من مختبر فسيولوجيا الجهد البدني على الجهود التي قدموها أثناء جمع بيانات هذا البحث.

للأطفال غير البدناء (مستوى الدلالة = ٠,٠٠١) وهذا متوقع لأن في هذا النوع من الاختبار يحمل المفحوص كتلة الجسم بما في ذلك كتلة الشحوم.

ويعكس النبض الأكسجيني الأقصى مقدار الأكسجين المستخلص في دورة قلبية واحدة (٢٤)، وهو يساوي إجرائياً محصلة حجم الدفعة (stroke volume) مضروباً في الفرق الشرياني الوريدي للأكسجين (a-v-o2 diff). وبعد النبض الأكسجيني الأقصى لدى الكبار مؤشراً للياقة البدنية، خاصة عندما يكون المطلوب قدرة هوائية مطلقة (١). والمعروف أيضاً أن النبض الأكسجيني الأقصى يرتبط ارتباطاً وثيقاً مع حجم الجسم لدى الأطفال (١٥، ٢٤)، وتؤكد نتائج الدراسة الحالية ذلك، حيث كان الفرق واضحاً في النبض الأكسجيني الأقصى بين البدناء وغير البدناء، ويعكس هذا الفرق مقدار الاختلاف في حجم القلب (وبالتالي حجم الدفعة) بين البدناء وغير البدناء تبعاً للاختلاف الواضح في حجم الجسم، لكن عندما قسمنا النبض الأكسجيني الأقصى على مساحة الجسم لدى عينة الدراسة الحالية، وبالتالي حصلنا على ما يسمى بمؤشر النبض الأكسجيني الأقصى (Maximal O2 pulse index)، نجد أن الفروق بين البدناء وغير البدناء قد اضمحلت كما هو موضح في الجدول رقم (٢). أما مكافئ التهوية الرئوية للأكسجين (VE/VO2) فلم يظهر فروقاً دالة عند مستوى ٠,٠٥ أو أقل بين الأطفال البدناء (٣٣,٨ لتر/لتر O2) وغير البدناء (٣٦,١ لتر/لتر O2).

نتائج عتبة التهوية الموضحة في الجدول رقم (٢) تشير إلى أنها حدثت مبكراً عند مستوى من الاستهلاك النسبي للأكسجين لدى الأطفال البدناء (٢٥,٤ مل / كجم.ق) مقارنة بغير البدناء (٣٤,٠ مل / كجم.ق)، وهذا يعني أن الأطفال البدناء أقل قدرة من غير البدناء على تحمل شدة مرتفعة من الجهد البدني الذي يتم فيه حمل الجسم مثل

### المراجع:

1. Astrand P, Rodahl K. *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill, 1996: pp. 336-338.
- ٢ - الهزاع، هزاع، فسيولوجيا الجهد البدني لدى الأطفال والناشئين، الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٤١٧هـ.
- ٣ - عبد الفتاح، أبو العلا. بيولوجيا الرياضة وصحة الرياضي. القاهرة: دار الفكر العربي، ١٩٩٨م.
- ٤ - الهزاع، هزاع. التقويم الفسيولوجي - ضرورة أم ترف؟! كتاب وقائع الدورة التدريبية السادسة في الطب الرياضي. الاتحاد السعودي للطب الرياضي، الرياض، ١٩٩٢، ص ص: ١٠١-١١٨.
5. Rowland T, Auchinachie J, Keenan T, Green G. Physiologic responses to treadmill running in adult and prepubertal males. *Int J Sports Med* 1987; 4: 292-297.
6. Rowland T, Auchinachie J, Keenan T, Green G. Submaximal aerobic running economy and treadmill performance in prepubertal boys. *Int J Sports Med* 1988; 9: 201-204.
7. Krahenbul G, Skinner J, Khort W. Developmental aspects and maximal aerobic power in children. *Exerc Sport Sci Reviews* 1985; 13: 503-538.
8. Maffei C, Schena F, Zaffanello M, Zocante L, Schutz Y, Pinelli L. Maximal aerobic power during running and cycling in obese and non-obese children. *Acta Paediatr* 1994; 83: 113-116.
9. Rowland T. *Developmental Exercise Physiology*. Champaign (IL): Human Kinetics, 1996: 17-25.
10. Rowland T. Effects of obesity on aerobic fitness in adolescent females. *Amer J Dis Child* 1991; 145: 764-768.

11. Cooper D, Poage J, Barstow T, Springer C. Are obese children truly unfit? Minimizing the confounding effect of body size on the exercise response. *J Pediatr* 1990; 116: 223-30.
12. Huttunen N, Knip M, Paavilainen T. Physical activity and fitness in obese children. *Int J Obesity* 1986; 10: 519-525.
13. Zanconato S, Baraldi E, Santuz P, et al. Gas exchanges during exercise in obese children. *Eur J Pediatr* 1989; 148: 614-617.
14. Winter E. Scaling : Partitioning out differences in size. *Pediatr Exerc Sci* 1992; 4: 296-301.
15. Al-Hazzaa H. Development of maximal cardiorespiratory function in Saudi boys : A cross-sectional analysis. *Saudi Med J* 2001; 22: 875-881.
16. Lohman T. *Advances in Body Composition Assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1992.
17. Al-Hazzaa H, Sulaiman M. Maximal oxygen uptake and daily physical activity in 7-to 12-year-old boys. *Pediatr Exerc Sci* 1993; 5: 357-366.
18. Al-Hazzaa H, Al-Refae S, Sulaiman M, Dafterdar M, Al- Herbish A, Chukwuemaka A. Cardio respiratory responses of trained boys to treadmill and arm ergometry: effect of training specificity. *Pediatr Exerc Sci* 1998; 10: 264-276.
19. Beaver V., K. Wasserman & B Whipp: A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986; 60: 2020-2027.
20. Power S, Dodds, Garner R. Precision of ventilatory and gas exchange alteration as predictor of anaerobic threshold. *Eur J Appl Physiol* 1984; 52: 173-177.
- ٢١- الهزاع ، هزاع ، وآخرون . اللياقة القلبية التنفسية ومستوى النشاط البدني وارتباطهما بمؤشرات النمو الهيكلي والتطور العضلي لدى الأطفال السعوديين . مركز البحوث التربوية، كلية التربية - جامعة الملك سعود، الرياض، ١٤١٤هـ.
22. Rowland T. *Developmental Exercise Physiology*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1996: 173-191.
23. Treuth M, Figueroa - Colon R, Hunter G, Weinsier, Butte, Goran. Energy expenditure and physical fitness in overweight vs non-overweight prepubertal girls, *Int J Obesity* 1998; 22: 440-447.
24. Washington R, Vangundy J, Cohen C, Sondheimer H, Wolfe R. Normal aerobic and anaerobic exercise data for North American school-age children. *J Pediatrics* 1988; 112: 223-233.
25. Reybrouck T, Mertens L, Schepers D, Vincky J, Gewillig M. Assessment of cardio respiratory exercise function in obese children and adolescents by body mass-independent parameters. *Eur J Appl Physiol* 1997; 75: 478-483.
26. Reybrouck T, Weymans M, Vincky J, Vanderschueren M. Cardiorespiratory Function during exercise in obese children. *Acta Paediatr Scand* 1987; 76: 342-348.

### عنوان المراسلة :

د. / هزاع بن محمد الهزاع

الأستاذ والمُشرف على مختبر فسيولوجيا الجهد البدني

قسم التربية البدنية وعلوم الحركة

كلية التربية - جامعة الملك سعود

ص. ب. ٢٤٥٨ الرياض ١١٤٥١

فاكس : ٤٦٧٤٨٥٢

بريد إلكتروني : alhazzaa@ksu.edu.sa