أثر المجهود البدني على كينماتيكية المشي لدى الأطفال البدناء مقارنة بغير البدناء

مشعل خلف خليف الشمري*

عبدالرحمن بن سعد العنقري**

المقدمة ومشكلة الدراسة

ألقى السباق الحضاري الذي يشهده العالم كافة والمملكة العربية السعودية على وجه الخصوص بضلاله على بعض العادات والممارسات على مستوى الأشخاص من حيث مواكبة التطورات الذي أحدثت تغيرات ملحوظة على مستوى المعيشة وأسلوب الحياة المتبع من قبل الأفراد، بما في ذلك انخفاض مستوى النشاط البدني لدى الأفراد.

ونتيجة لهذا الانخفاض وتوافر الأغذية ذات القيمة الغذائية المنخفضة والمليئة بكمية من السعرات الحرارية العالية انتشرت العديد من الأمراض المزمنة المرتبطة بنقص الحركة، بما في ذلك البدانة سواء لدى الكبار (Al-Numain AR 1997; Elhazmi M, and Warrsy A, 1997) أو الصغار (الهزاع وآخرون، ١٤١٤، AL-Hazzaa H, et al, 1993) (٤,٣). وطبقا لدراستين وطنيتين نشرتا قبل عقد من الزمان (Numain AR 1997; Elhazmi M, and Warrsy A, 1997)، فإن نسبة الذين لديهم زيادة في الوزن (مؤشر كتلة الجسم ٢٥ كجم/ م٢ فأكثر) تتراوح من ٤٠% إلى ٥٦% من سكان المملكة، وهي نسبة مرتفعة بكل المقاييس، مما يعني أن نسبة كبيرة من السكان معرضون لمخاطر السمنة ومضاعفاتها الصحية، مع ما يترتب على ذلك من زيادة المصاريف المادية والضغط على المستشفيات في

* وزارة التعليم- المملكة العربية السعودية.

** أستاذ مشارك-كلية علوم الرياضة والنشاط البدني- جامعة الملك سعود- المملكة العربية السعودية

المملكة (الهزاع ١٤٢٢). حيث تشير التوصيات الصحية الصادرة من الهيئات العلمية المتخصصة إلى أهمية المحافظة على نسبة مثلى من الشحوم في الجسم، نظراً لأن ارتفاع نسبة الشحوم يرتبط بالعديد من الأمراض والمشكلات الصحية (NIH 1998, WHO, 1998) .كما أن نسبة الشحوم ترتبط ارتباطاً عكسياً بالأداء التحملي، خاصة في الأنشطة البدنية التي يتم فيها حمل الجسم، سواء لدى الكبار (McArdle, w and Katch F, Katch V, 1991) أو الصغار (الهزاع وآخرون، ١٤١٤، AL-Hazzaa H, et al, 199).

لذلك نجد أن جميع المختصين ينصحون بممارسة النشاط البدني للحد من انتشار البدانة بين الأفراد إضافة إلى وصفات النشاط البدني التي توصف للبدناء كعلاج للتقليل من أوزانهم، حيث تعد التمرينات وبعض الأنشطة البدنية كالسباحة وركوب الدراجات والمشي هي العلاج الأساسي للبدانة لدى الأطفال. (Hassink s et al, 2008)

وبما أن المشي هو الوسيلة الأساسية للانتقال وكونها أكثر الممارسات اليومية التي يمارسها البدناء إلا أنه لا يعرف سوى القليل من التأثيرات التي تسببها البدانة على الجهاز الحركي (Wearing S et al, 2006)، لذلك فأن هناك حاجة لمعرفة الأضرار التي قد تسببها البدانة كنتيجة لإحداث صعوبة في الحركة وما قد يتبع ذلك من تغيرات على ميكانيكية المشي السليم. ولأن المشي يعتبر من الأنشطة البدنية التي يتم فيها حمل الجسم فقد اهتم العلماء الأوائل بدراسته من منطلق معرفة التغيرات الميكانيكية المؤثرة عليه وتعريف ما هو اعتيادي وما هو غير اعتيادي (العنقري، ٢٠٠٥) وتم التعرف على ما يسمى بمحددات المشي الست. فقدان واحد من هذه المحددات يمكن تعويضه من خلال المحددات الأخرى ولكن فقدان أكثر من محدد يخرج المشي عن طبيعته الاعتيادية مما يزيد من مصروف الطاقة وسرعة التعب (العنقري، ٢٠٠٥).

وكون المشي أحد الأنشطة البدنية التي توصف كوصفة نشاط بدني للبدناء بغرض صرف أكبر قدر من الطاقة من أجل تحقيق الهدف من هذا النشاط وهو إذابة الشحوم المتراكمة في الجسم ونظراً لكون وصفة النشاط البدني تعتمد على مقدار الجهد الذي يبذله الشخص أثناء الممارسة فقد أشارت العديد من الدراسات إلى حدوث تغيرات في الوظائف العضوية نتيجة لأداء مجهود بدني (الهزاع ١٤٣٠، الغامدي ٢٠٠٣).

وكون هذه التغيرات الفسيولوجية تحدث نتيجة لأداء مجهود بدني فمن المتوقع أن هنالك تغيرات تحدث في أسلوب المشي لدى البدناء أيضا، إلا أن هذه التغيرات التي قد تحصل لا نعلم مدى انحرافها عن المتوسط الطبيعي للمشي الاعتيادي. التعرف على هذه المتغيرات التي تصاحب فترة التدريب من الأهمية بمكان لما لها من تأثيرات على سلامة قوام الشخص والاقتصاد في حركة المشي وما قد يصاحب هذا الاختلاف في كينماتيكية المشي من تحميل بعض أجزاء الجسم لأعباء ميكانيكية تتجاوز حدوده الفسيولوجية أو في توقيت حدود هذه الأحمال نتيجة للأسلوب الخاطئ في المشي. أشارت إحدى الدراسات إلى أن الأطفال البدناء قد يميلون لاتخاذ استراتيجية مشي تقود لتقليل العبء الفسيولوجي والميكانيكي لتحريك الكتلة الشحمية الزائدة. (Liang H. et al, 2013)

القليل جداً من الدراسات تطرقت للمشكلات الخاصة التي ربما يتعرض لها الأفراد البدناء عند ممارسة فعل بدني بسيط كالمشي، فقد ذكر باحثان أن الأفراد البدناء يميلون إلى الالتفاف عندما يمشون للتخفيف من مقدار الالتفاف فإنهم يتصلبون ويأخذون خطوات أقصر، كما أنهم يميلون للخلف بعض الشيء وذلك بسبب المنطقة البطنية الكبيرة (Adrian M, and Cooper J, 1989).

كما ذكر أحد الباحثين أن الأفراد البدناء يميلون إلى أن يكونوا أقل كفاءة أثناء المشي، ويحتاجون إلى طاقة أكثر من الأفراد غير البدناء (Cavanagh

R, 1985). وأشارت أحد الدراسات أثناء مقارنتها لميكانيكية المشي لدى البدناء مقارنة بغير البدناء إلى وجود فروق معنوية في متغير الاستناد المزدوج حيث كانت فترة الاستناد المزدوج أطول لدى البدناء، كما بينت النتائج أيضاً أن مرحلة المرجحة لدى البدناء تأخذ وقت أقل من غير البدناء خلال فترة المشي (Abdulrahman S, Zebas, C. 1994).

وأشارت دراسة أخرى في دراسة لوصف ميكانيكية المشي لعينة من الإناث البدينات مقارنة بالعاديات، تأثير السمنة المفرطة على قيم زاوية التلامس، والانحراف الخارجي الكلي لمدى الحركة، والسرعة القصوى للانحراف الخارجي لحركة مؤخرة القدم، حيث أشار إلى وجود ارتباط قوي بين السمنة وحركة مؤخرة القدم غير الاعتيادية (Messier S et al, 1994). وأكدت دراسة حديثة أن عزوم الدوران حول مفاصل الطرف السفلي تزداد مع الوصول للتعب الفسيولوجي مما يزيد معه الضغط على المفاصل ويمكن أن يقود إلى مضاعفات غير مرغوبة (Bhupinder S. et al., 2016)

ومن خلال ما سبق فإنه عند أداء جهد بدني فإن هناك عدة تغيرات قد تطر على بعض وظائف الجسم الحيوية، حيث يختلف مقدار هذا التغير تبعاً لشدة الجهد البدني ونوعه، فأصبح من المناسب دراسة ما قد يحدث من تغيرات من ناحية ميكانيكية ومعرفة مدى تأثيرها على الأداء البدني بصورة خاصة وعلى سلامة الجسم بصورة عامة من أجل تمكين البدناء من ممارسة النشاط البدني دون تعرضهم لأي أضرار سواء أثناء وصفة النشاط البدني أو أثناء ممارسة النشاط البدني في حصة التربية البدنية. لذا هدفت هذه الدراسة إلى ما يلي:

- التعرف على الفروق في كينماتيكية المشية (طول المشية، طول الخطوة، عرض المشية، عرض الخطوة، الاستناد المفرد، الاستناد المزدوج، زمن

المرجحة، سرعة الخطوة، سرعة المشية) لدى الأطفال البدناء مقارنة بغير البدناء بعد تعرضهم لمجهود بدني.

- التعرف على الفروق في المدى الحركي لمركز الثقل مقاساً عن طريق نقطة الورك لدى الأطفال البدناء مقارنة بغير البدناء بعد تعرضهم لمجهود بدني.
- التعرف على الفروق في مقدار الانحراف في زاوية خلف العقب لدى الأطفال البدناء مقارنة بغير البدناء بعد تعرضهم لمجهود بدني.

إجراءات الدراسة

عينة البحث:

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية حيث تم زيارة المدارس وانتقاء الأطفال الذين تنطبق عليهم مواصفات الدراسة (مؤشر كتلة الجسم)، وتكونت عينة البحث من (٢٠ مفحوص) موزعين على مجموعتين ١٠ أطفال المجموعة التجريبية (الأطفال البدناء) و١٠ أطفال المجموعة الضابطة (الأطفال غير البدناء)، والفئة العمرية للمفحوصين من (٩_١٣ سنة) من طلاب المرحلة الابتدائية والمتوسطة في مدينة الرياض كما تم الحصول على موافقة ولي أمر المفحوص الخطية، بعد شرح أهداف البحث وإجراءاته له.

جدول رقم (١)

تصنيف السمنة تبعاً لنسبة الشحوم في الجسم لدى الأطفال*

نسبة الشحوم في الجسم (مؤشر كتلة الجسم)	تصنيف السمنة
٢٠ – ٢٥%	بدين إلى حد ما
٢٥ – ٣٠%	بدين
أكثر من ٣٠%	بدين جداً

*Lohman T 1987 and Lohman T, 1996.

إجراءات القياس:

تم إجراء قياس الطول والوزن في مختبر الميكانيكا الحيوية بجامعة الملك سعود. وتم جمع القياسات على المفحوصين في فترة زمنية واحدة، وشملت إجراءات القياس ما يلي:

تحديد العمر وقياس الطول وكتلة الجسم:

تم تحديد عمر المفحوص لأقرب سنة، وقياس الطول بواسطة جهاز الطول المدرج لأقرب ٠,٥ سم، كما تم قياس كتلة الجسم لأقرب ٠.١ كجم بواسطة ميزان رقمي معاير، والمفحوص يرتدي أقل قدر ممكن من الملابس على جسمه وبدون حذاء جدول رقم (٢).

تم استخدام المعادلة التالية لتحديد مؤشر كتلة الجسم (الهزاع ١٤١٤)

مؤشر كتلة الجسم = الوزن (كجم) / الطول^{٢} (م)

جدول رقم (٢)
الخصائص الجسمية لأفراد العينة

	العمر (سنة)		الطول (م)		الوزن (كجم)		مؤشر كتلة الجسم (%)	
	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري	المتوسط	الانحراف المعياري
البدناء	١٢.٥	±٠.٥	١.٥٢٩	±٠.٠٥٥	٦٩.٦٨	±٩.٦١٨	٢٩.٦٨٧	±٢.٦٥
العاديين	١٢.٤	±٠.٤٨٩	١.٤٣٦	±٠.٠٦٩	٣٣.١٥٥	±٢.٨٤٦	١٦.٢٥	±٠.٦٨

إجراءات جمع البيانات:

ارتدى المفحوص لباس ضاغط قدر الإمكان يغطي منطقة الفخذ مع التركيز على المفحوص بالنظر للأمام حيث قام كل مفحوص بالمشي بدون حذاء على المنصة الموضوعة للاختبار قبل تعرضه لمجهود بدني حيث يسير بخطوات اعتيادية دون التغيير في سرعة أو طول الخطوة بحيث يمارس طريقته المعتادة للمشي أثناء الأنشطة الحياتية المعتادة وتم تصويره كقياس قبلي، قام المفحوص بعمل خمسة محاولات وتم حساب أفضل ثلاث محاولات صحيحة وأخذ المتوسط الحسابي لها، ثم نقل المفحوص للمشي على جهاز السير المتحرك المعد للدراسة والموجود في (مختبر الميكانيكا الحيوية/جامعة الملك سعود)، عند زاوية ميل تبلغ ١٠% وبسرعة تبدأ من ٣ كلم/ ساعة وتم التدرج

في الزيادة بالسرعة بمقدار ٠,٥ كلم/ ساعة كل دقيقتين حتى وصل المفحوص إلى مرحلة الإجهاد عند احتياطي ضربات القلب القصوى، وتم متابعة نبضات القلب عن طريق استخدام ساعة بولار لقياس نبضات القلب، بعد ذلك قام المفحوص بالمشي على المنصة المعدة للاختبار وتم تصويره مرة أخرى.

تم استخدام نظام ثنائي الأبعاد (Motus 6) وذلك بوضع كاميرا فيديو سريعة على يمين المفحوص بزاوية تبلغ ٩٠° مع المسار الأفقي الذي يسير فيه المفحوص في الجانب الأيمن والكاميرا الثانية خلف المفحوص ومركزة على الساقين، كما تم وضع نقاط مضيئة للمساهمة في عملية إيجاد الإحداثيات من قبل برنامج الحاسب الآلي لمفاصل الجانب الأيمن من الجسم التالية: الورك (المدور الكبير)، الركبة، الكاحل (الكعب الوحشي)، رأس عظم المشط الخامس، وكذلك نقاط خلف الساق الأربع نقطتان فوق العقب ونقطتان أسفل العقب لقياس زاوية خلف العقب.

الجهد البدني:

تم الاعتماد في تحديد الجهد ومقدار التعب لكل مفحوص من خلال متابعة احتياطي ضربات القلب القصوى، حيث تم أولاً حساب ضربات القلب القصوى وفق المعادلات الموضحة بالجدول رقم (٣):

جدول رقم (٣)

المعادلات المستخدمة في تقدير ضربات القلب القصوى من خلال العمر

رقم المعادلة	صيغة المعادلة
* المعادلة الأولى (للبدناء)	ضربات القلب القصوى = ٢٠٠ – (٠.٥ × العمر بالسنوات)
** المعادلة الثانية (للعاديين)	ضربات القلب القصوى = ١٩٤,٨ – (٠,٥٠٤ × العمر بالسنوات)

* (Miller W and Wallace J. 1993) ** (Al-Howaikan A, 2002)

بعد معرفة ضربات القلب القصوى تم تحديد احتياطي ضربات القلب وفق المعادلة التالية (الهزاع ١٤٣٠):

احتياطي ضربات القلب=ضربات القلب القصوى –ضربات القلب عند الراحة

إجراءات تحليل البيانات:

بعد التصوير تم نقل شريط الفيديو إلى جهاز فيديو آخر متصل بجهاز حاسب آلي حيث تم من خلاله إيجاد الإحداثيات الثنائية الأبعاد لكل علامة عاكسة على الجسم، ومن ثم استخدام برنامج حاسب آلي (Motus 6) لإيجاد الإحداثيات ومن ثم حساب المتغيرات.

التحليل الإحصائي:

- بعد إجراء تحليل البيانات تم نقلها إلى برنامج SPSS17 حيث تم إيجاد المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لمتغيرات الدراسة.
- تم استخدام اختبار (ت) لعينتين مترابطتين قياس قبلي وبعدي لكل عينة بين متغيرات الدراسة داخل العينة.
- تم استخدام اختبار (ت) لعينتين مستقلتين لمقارنة القياس القبلي للبدناء مع العاديين، وكذلك القياس البعدي للبدناء مع العاديين.

النتائج والمناقشة :

هدفت هذه الدراسة لزيادة المعرفة بخصائص المشي عند الأطفال الذين يعانون من زيادة الوزن. ومثل هذه المعلومات قد توفر فهماً أوضح للصعوبات المرتبطة بالحركة، لمثل هؤلاء الأفراد، وتعطي فكرة عن الفروق التي يظهرها هؤلاء الأطفال الذين يعانون من زيادة الوزن مقارنة بالأطفال ذو الوزن العادي. بالإضافة إلى أن تقييم المشي، يوفر أيضاً مؤشراً للمشاكل المحتمل حدوثها مع استمرار وجود السمنة. وقد افترضت هذه الدراسة أن زيادة الوزن لدى الأطفال، سوف يؤدي بهم إلى الانحراف عن أنماط المشي الاعتيادية.

شارك في الدراسة الحالية (١٠) أطفال من البدناء، و(١٠) أطفال من الأطفال غير البدناء (٩-١٣ عاما)، وتُظهر قيم مؤشر كتلة الجسم لكل من الأطفال البدناء والأطفال غير البدناء الفروق بين المجموعتين (الجدول رقم ٢).

في الدراسة الحالية، ومن خلال مقارنة نتائج العينتين في القياس القبلي لم تشر النتائج إلى فروق معنوية بين المجموعتين في معظم المتغيرات عدا ثلاثة من الفروق ذات الدلالة الإحصائية من المتغيرات الكينماتيكية وبالتحديد في طول المشية والمدى الحركي لمركز الثقل ونقاط خلف العقب (جدول رقم ٤). حيث كان طول المشية لدى البدناء أطول من غير البدناء وقد يعزى السبب في ذلك إلى كون عينة البدناء يملكون متوسط قامة أطول من الأطفال غير البدناء حيث بلغ متوسط الطول للبدناء(١,٥٢٩م) ومتوسط الطول لغير البدناء (١,٤٣٦م). تختلف نتيجة هذه الدراسة مع نتائج الدراسات السابقة حيث أشارت بعض الدراسات إلى عدم وجود فروق في طول المشية وطول الخطوة للبدناء مقارنة مع غير البدناء (Abdulrahman and Zebas, 1994; Natel et, 2006)، كما أشارت دراسات أخرى إلى وجود طول خطوة وطول مشية أقل لدى البدناء مقارنة مع غير البدناء (Hills and Parker, 1991; Gouws P, 2010; and Spyropoulous. P et al, 1991).

جدول رقم (٤)

اختبار دلالة الفروق للعينات المستقلة بين عينة الدراسة البدناء والعاديين قبل الجهد البدني

أبعاد الدراسة	عينة الدراسة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
طول المشية (م)	البدناء قبل	10	1.2820	.08522	٣.٤٢٩	١٨	٠.٠٠٤** دالة
	العاديين قبل	10	1.1710	.06641			
طول الخطوة (م)	البدناء قبل	10	.6300	.07888	١.٠٩١	١٨	٠.٢٨٩ غير دالة
	العاديين قبل	10	.6000	.03651			

تابع جدول رقم (٤)

اختبار دلالة الفروق للعينات المستقلة بين عينة الدراسة البدناء والعاديين قبل الجهد البدني

أبعاد	عينة	العدد	المتوسط	الانحراف	قيمة	درجات	مستوى

الدراسة	الدراسة			المعياري	(ت)	الحرية	الدلالة
زمن المشية (ث)	البدناء قبل	10	1.1960	.10658	٠.٢٣٩	١٨	٠.٨١٤ غير دالة
	العاديين قبل	10	1.2090	.13519			
زمن الخطوة (ث)	البدناء قبل	10	.6330	.06183	١.٢٨٦	١٨	٠.٢١٥ غير دالة
	العاديين قبل	10	.6010	.04864			
سرعة المشية (متر/ثانية)	البدناء قبل	10	1.0780	.09543	١.٩٨٨	١٨	٠.٠٦٢ غير دالة
	العاديين قبل	10	.9810	.12124			
سرعة الخطوة (متر/ثانية)	البدناء قبل	10	1.0040	.13401	٠.٢٠٠	١٨	٠.٩٨٤ غير دالة
	العاديين قبل	10	1.0030	.08314			
عرض الخطوة (سم)	البدناء قبل	10	16.5600	5.63189	٠.٣٤٥	١٨	٠.٧٣٤ غير دالة
	العاديين قبل	10	15.8800	2.65615			
الاستناد المفرد (%)	البدناء قبل	10	65.8000	9.90847	١.٦٣٣	١٨	٠.١٢٠ غير دالة
	العاديين قبل	10	60.1000	4.86370			
الاستناد المزدوج (%)	البدناء قبل	10	15.8000	2.74064	١.١٣٨	١٨	٠.٢٧٠ غير دالة
	العاديين قبل	10	14.6000	1.89737			
زمن المرجحة (ث)	البدناء قبل	10	.4180	.08351	٠.٤١٢	١٨	٠.٦٨٥ غير دالة
	العاديين قبل	10	.4060	.03893			
المدى الحركي لمركز الثقل (سم)	البدناء قبل	10	4.1600	1.40016	٢.٣٤٨	١٨	٠.٠٣١* دالة
	العاديين قبل	10	2.9100	.93506			
زاوية خلف العقب (درجة°)	البدناء قبل	10	11.7570	3.29803	٣.٥٢٢	١٨	٠.٠٠٢** دالة
	العاديين قبل	10	7.2440	2.35327			

كما اختلفت نتائج هذه الدراسة في متغير المدى الحركي لمركز الثقل باستخدام نقطة الورك كمؤشر على ذلك حيث أشارت أحد الدراسات (De Souza, S et al, 2005) إلى وجود انخفاض في مدى مركز الثقل لدى البدناء مقارنة مع غير البدناء بينما في هذه الدراسة كان متوسط المدى الحركي لارتفاع مركز الثقل للبدناء أعلى من أقرانهم العاديين وقد يعزى السبب في ذلك إلى عدم وجود فروق في متوسط عرض الخطوة الذي يقوم بدورة على تخفيض مركز الثقل من أجل الحصول على استقرار في عملية المشي.

أما بالنسبة للمتغير الثالث الذي أشار إلى وجود دلالة إحصائية وهو زاوية خلف العقب فإن نتائج الدراسة الحالية تتفق مع الدراسات التي تشير إلى زيادة انحراف عقب القدم للداخل (Abdulrahman and Zebas, 1994; Messier, S et al, 1990; Shultz SP, et al, 2009) وقد يعزى السبب في ذلك إلى معدل الرخاوة المرتفع في المفاصل لدى البدناء.

أما بالنسبة للمتغيرات الكينماتيكية في الجدول رقم (٥) فقد أشارت إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند معظم المتغيرات بعد تعرض البدناء وغير البدناء للجهد البدني، فقد وجد في الدراسة الحالية دلالة إحصائية في زمن المشية والخطوة، وسرعة المشية والخطوة، وعرض الخطوة، وزمن الاستناد المفرد والمزدوج، إضافة إلى زمن المرجحة. في الدراسة الحالية، استغرق البدناء زمن أطول في المشية والخطوة وهذا يختلف مع ما ذكرته أحد الدراسات إلى عدم وجود فروق دالة بين البدناء وغير البدناء في زمن الخطوة وزمن المشية (Abdulrahman abd Zebas, 1994)، كما أن البدناء في هذه الدراسة كان لديهم بطء في المشية حيث كان غير البدناء يستغرقون فترة أقصر منهم في المشية وهذا يخالف ما ذكرته بعض الدراسات بعدم وجود فروق دالة في زمن الخطوة والمشية لدى البدناء مقارنة بغير البدناء (Abdulrahman and Zebas, 1994)

أشارت النتائج أيضاً إلى وجود فروق دالة إحصائيا في سرعة المشية وسرعة الخطوة فقد أشارت بعض الدراسات إلى عدم وجود فروق بين البدناء وغير البدناء في سرعة المشي وسرعة الخطوة (Abdulrahman abd Zebas, 1994; Natel, J et al, 2006) وهذا يختلف مع نتائج هذه الدراسة، بينما اتفقت نتائج هذه الدراسة مع مجموعة من الدراسات السابقة على وجود فروق بين البدناء والعاديين حيث السرعة أبطأ للبدناء (Hills, P and Parker, 1991; Gouws, P. 2010; and Spyropoulos, P et al. 1991).

جدول رقم (٥)
اختبار دلالة الفروق للعينات المستقلة بين عينة الدراسة البدناء والعاديين بعد الجهد البدني

أبعاد الدراسة	عينة الدراسة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
طول المشية (م)	البدناء بعد	10	1.2210	.08634	0.200	١٨	٠.٨٤٤ غير دالة
	العاديين بعد	10	1.2290	.09243			
طول الخطوة (م)	البدناء بعد	10	.5960	.07501	٠.٧٢٨	١٨	٠.٤٧٦ غير دالة
	العاديين بعد	10	.6150	.03440			
زمن المشية (ث)	البدناء بعد	10	1.3160	.09228	٤.٤٩٨	١٨	٠.٠٠٠** دالة
	العاديين بعد	10	1.1320	.09065			
زمن الخطوة (ث)	البدناء بعد	10	.6610	.06691	٤.٢٨٢	١٨	٠.٠٠٠** دالة
	العاديين بعد	10	.5570	.03773			
سرعة المشية (متر/ثانية)	البدناء بعد	10	.9310	.06935	٣.٧٨٨	١٨	٠.٠٠٠١** دالة
	العاديين بعد	10	1.0910	.11416			
سرعة الخطوة (متر/ثانية)	البدناء بعد	10	.9080	.12550	٤.٣٣٨	١٨	٠.٠٠٠** دالة
	العاديين بعد	10	1.1070	.07273			
عرض الخطوة (سم)	البدناء بعد	10	20.7700	5.70284	٣.٤٩٢	١٨	٠.٠٠٣** دالة
	العاديين بعد	10	13.3900	3.48535			
الاستناد المفرد (%)	البدناء بعد	10	63.6000	5.79655	٣.٢٧١	١٨	٠.٠٠٤** دالة
	العاديين بعد	10	56.1000	4.35762			
الاستناد المزدوج (%)	البدناء بعد	10	19.0000	2.16025	٥.١٥٠	١٨	٠.٠٠٠** دالة
	العاديين بعد	10	13.4000	2.67499			

تابع جدول رقم (٥)
اختبار دلالة الفروق للعينات المستقلة بين عينة الدراسة البدناء والعاديين بعد الجهد البدني

أبعاد	عينة	العدد	المتوسط	الانحراف	قيمة	درجات	مستوى

الدراسة	الدراسة			المعياري	(ت)	الحرية	الدلالة
زمن المرجحة (ث)	البدناء بعد	10	.4660	.07891	٢.٧٣٧	١٨	*٠.٠١٤ دالة
	العاديين بعد	10	.3920	.03293			
المدى الحركي لمركز الثقل (سم)	البدناء بعد	10	3.0300	1.01986	٠.٤٣١	١٨	٠.٦٧٢ غير دالة
	العاديين بعد	10	2.8300	1.05730			
زاوية خلف العقب (درجة°)	البدناء بعد	10	7.6310	2.87175	١.٣٠٥	١٨	٠.٢٠٨ غير دالة
	العاديين بعد	10	6.2880	1.53164			

إضافة لذلك أشارت النتائج إلى وجود فروق دالة إحصائيا في كلِ من زمن الاستناد الفردي وزمن الاستناد المزدوج، ففي زمن الاستناد الفردي أشارت بعض الدراسات إلى وجود انخفاض في زمن الاستناد المفرد للأفراد غير البدناء مقارنة مع البدناء (Natel, J et al, 2006; Hills, P. and Parker. 1991; and McGraw, B et al. 2000) وهذا يتفق مع نتائج الدراسة الحالية.

أما في زمن الاستناد المزدوج، فقد أشارت إحدى الدراسات إلى عدم وجود فروق في زمن الاستناد المزدوج بين البدناء مقارنة بغير البدناء (Abdulrahman and Zebas, 1994) وهذا يخالف نتائج الدراسة الحالية، بينما اتفقت مع الدراسات الأخرى على أن الأفراد البدناء يقضون وقت أطول في زمن الاستناد المزدوج (Hills and Parker, 1991; Gouws, P. 2010; and McGraw, B et al, 2000). وقد يعزى السبب في ذلك إلى أن فترات الاستناد الطويلة التي تظهر لدى الأطفال البدناء مؤشر على رغبة البدناء في زيادة الثبات والاستقرار.

في متغير عرض الخطوة، أشارت إحدى الدراسات إلى عدم وجود فروق في عرض الخطوة لدى البدناء مقارنة مع غير البدناء (Abdulrahman abd Zebas, 1994) وهذا يختلف مع نتائج هذه الدراسة، بينما اتفقت دراستين مع الدراسة الحالية على وجود زيادة في عرض الخطوة لدى البدناء عند مقارنتهم بغير البدناء (Gouws, P., and

McGraw B, 2000). أما في متغير زمن المرجحة، أشارت الدراسة الحالية إلى قضاء البدناء زمن أطول في مرحلة المرجحة وهذا يخالف ما أشارت إليه بعض الدراسات حيث ذكرت أن البدناء يستغرقون وقت أقل في زمن المرجحة (Gouws, P. 2010; Spyropoulos, P et al, 1991; and McGraw et al, 2000) وعند مقارنة الزمن كنسبة من الزمن الكلي للمشية فنلاحظ أن البدناء يزيدون في الوقت بنسبة تقارب ١% وبالتالي فإن البدناء وغير البدناء يستغرقون زمن مرجحة متقارب كنسبة كلية من زمن المشية ولكن الاختلاف والزيادة في زمن المرجحة ناتج عن الزيادة الكلية في زمن المشية بالنسبة للبدناء.

ومن خلال عرض نتائج الجدول رقم (٥) والجدول رقم (٦) يتضح أن هنالك تأثير واضح للجهد البدني على المتغيرات الكينماتيكية للمشي حيث نلاحظ أن المتغيرات ذات الدلالة الإحصائية بين العينتين في الاختبار القبلي قد زالت وأصبحت بدون دلالة في الاختبار البعدي. لم يوضح جدول رقم (٦) فروق بين البدناء وغير البدناء في المتغيرات التالية (طول المشية، المدى الحركي لمركز الثقل، ونقاط خلف العقب) ولكن بالنظر إلى الجدول رقم (٥) يتبين أن هناك فروق في متوسط التغير لطول المشية، والمدى الحركي لمركز الثقل، وزاوية خلف العقب لصالح البدناء مما يعني أن زوال هذه الدلالات بعد الجهد البدني يشير إلى تأثر البدناء بالجهد البدني وتأثير الجهد البدني على كلاً من طول المشية والمدى الحركي لمركز الثقل وزاوية خلف العقب كان دال إحصائيا، فانعدام الفروق في متغير طول المشية قد يعزى السبب في عدم ظهوره بعد الجهد البدني إلى الزيادة في سرعة الخطوة والمشية لدى الأطفال غير البدناء وبطئها لدى البدناء. ولوحظ أن الوقت الزائد في الاستناد المزدوج في دورة المشية لدى الأولاد الذين يعانون من السمنة المفرطة في هذه الدراسة يعود إلى الاستقرار الوسطي الطرفي الناجم عن الكتلة الزائدة كما أن اتساع عرض الخطوة يعمل على خفض مركز الثقل إلى ادنى نقطة (Mizrahi, J., and Susak Z. 1989)،

جدول رقم (٦)
اختبار دلالة الفروق للعينات المترابطة بين عينة الدراسة البدناء قبل وبعد إجراء التجربة

أبعاد الدراسة	عينة الدراسة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
طول المشية (م)	البدناء قبل	10	1.2800	.08524	2.393	٩	*٠.٠٤٠ دالة
	البدناء بعد	10	1.2210	.08634			
طول الخطوة (م)	البدناء قبل	10	.6390	.06951	3.422	٩	**٠.٠٠٨ دالة
	البدناء بعد	10	.5960	.07501			
زمن المشية (ث)	البدناء قبل	10	1.1710	.07187	9.966	٩	**٠.٠٠ دالة
	البدناء بعد	10	1.3160	.09228			
زمن الخطوة (ث)	البدناء قبل	10	.6190	.05547	3.772	٩	**٠.٠٠٤ دالة
	البدناء بعد	10	.6610	.06691			
سرعة المشية (متر/ثانية)	البدناء قبل	10	1.0960	.07501	7.171	٩	**٠.٠٠ دالة
	البدناء بعد	10	.9310	.06935			
سرعة الخطوة (متر/ثانية)	البدناء قبل	10	1.0370	.08957	4.739	٩	**٠.٠٠١ دالة
	البدناء بعد	10	.9080	.12550			
عرض الخطوة (سم)	البدناء قبل	10	16.6000	5.72208	3.435	٩	**٠.٠٠٧ دالة
	البدناء بعد	10	20.7700	5.70284			
الاستناد المفرد (%)	البدناء قبل	10	64.3000	10.00056	.293	٩	٠.٧٧٦ غير دالة
	البدناء بعد	10	63.6000	5.79655			
الاستناد المزدوج (%)	البدناء قبل	10	15.2000	2.34758	5.019	٩	**٠.٠٠١ دالة
	البدناء بعد	10	19.0000	2.16025			
زمن المرجحة (ث)	البدناء قبل	10	.3940	.04427	3.907	٩	**٠.٠٠٤ دالة
	البدناء بعد	10	.4660	.07891			
المدى الحركي لمركز الثقل (سم)	البدناء قبل	10	4.0400	1.36154	3.285	٩	**٠.٠٠٩ دالة
	البدناء بعد	10	3.0300	1.01986			
زاوية خلف العقب (درجة°)	البدناء قبل	10	11.6000	3.26686	10.752	٩	**٠.٠٠ دالة
	البدناء بعد	10	7.6310	2.87175			

أما في الجدول رقم (٦) وهو الجدول المتعلق بمقارنة المتغيرات الكينماتيكية لدى البدناء قبل وبعد أداء الجهد البدني نلاحظ وجود دلالة إحصائية في جميع المتغيرات الميكانيكية باستثناء متغير واحد وهو متغير الاستناد المفرد. ففي متغير طول الخطوة ومتغير طول المشية نلاحظ أن هناك فروق دالة إحصائياً لصالح القياس القبلي مما يعني حدوث نقص في مقدار طول الخطوة والمشية معاً وقد يعزى السبب في ذلك إلى الزيادة التي حدثت بدورها في متغير عرض الخطوة وكان مقدار التغير في عرض الخطوة أيضاً دالاً إحصائياً فنتيجةً للتباعد الذي حدث بين القدمين في عرض الخطوة أحدث تأثيرا بدورة على متغيري طول الخطوة والمشية وهذا يعطي إشارة إلى تأثر طول المشية وطول الخطوة وعرض الخطوة بالجهد البدني.

كما نلاحظ أن هذا التغير في متغير عرض الخطوة أيضا قد يكون سبباً في التغير الحاصل بمتغير نقاط خلف العقب وهو تغير دال إحصائيا، فنجد أن بعد المجهود البدني حدث هنالك انخفاض في مقدار الانحراف الداخلي للعقب والذي بدورة يكون باتجاه خارجي (انحراف العقب للخارج) حيث تشير هذه النتيجة إلى أنه أثناء الوقوف الديناميكي يتم استخدام استراتيجية مختلفة، دوران الكاحل مقابل تحول الوزن الطرفي، للحفاظ على الاستقرار الأمامي الخلفي مقابل الاستقرار الطرفي الوسطي. ولذلك، فإن إضافة الكتلة غير المساهمة للنظام لها تأثير أكبر على القدرة على تحول الوزن جانبيا، وبالتالي، تحافظ على الاستقرار الوسطي–الطرفي. كما أن دورة المشية نفسها تجبر على تضييق عرض الخطوة (Mizrahi, J., and Susak Z. 1989).

يمكن للتغييرات في المفصل الذي يحمل الفخذ والركبة أن تسبب الحركات التعويضية والمرتبطة في الكاحل، مثل الكب المفرط للمفصل تحت الكاحل. زيادة نشاط العضلة الباسطة للكاحل هي نتيجة لهذه الحركة المترابطة والضرورية للسيطرة على القوة خلال الكب. وتهدف زيادة فترة الدوران الخارجي

إلى التصدي لدوران العقب الداخلي الذي يزداد لدى الأطفال الذين يعانون من زيادة في الوزن (Shults SP, et al., 2009).

يمكن أن يزيد نشاط العضلة الباسطة الأكبر من ضغوط القوى الديناميكية تحت أوسط القدم، وأمام القدم، ومشط القدم لدى الأطفال الذين يعانون من زيادة الوزن. وينتج عن زيادة القوى خطر أكبر لحدوث الكسور وآلام القدم والكاحل. وبعد تعديل البيانات الحركية للوزن، كانت نشاط قوة العضلة الباسطة للكاحل أكبر بكثير لدى مجموعة الوزن الزائد مقارنة بما كانت عليه لدى المجموعة ذات الوزن الطبيعي، وهذا يشير إلى ضرورة وجود تغيير في قوة العضلات اللازمة لتحريك الكتلة الإضافية خلال المشي، وتشير اللحظة الأكبر للكاحل أثناء المشي إلى أنه عند تحمل الكتلة الزائدة، فإن الشخص يحتاج إلى قدر أكبر من آلية الكبح للبقاء في وضع مستقيم (Shults SP, et al., 2009). وأشارت دراسة أخرى إلى أن الأطفال البدناء بحاجة لقوة عضلية إضافية للمحافظة على مشي اعتيادي مما يؤدي على تقوية عضلية عرضية. هذه الحاجة الملحة للقوة العضلية الإضافية قد تقود لإصابات عضلية (Sarah P, et al., 2014)

وقد اعتبر نشاط العضلات الباسطة للكاحل حاسمة في المراحل المبكرة من مرحلة الوقوف وبالتالي يحدث زيادة في انحراف العقب للخارج كرد فعل مقاوم للثقل الواقع على المفصل نتيجة الزيادة في الوزن (Shults SP, et al., 2009). كما نلاحظ أن هذا التغير أيضاً في متغير عرض الخطوة قد أثر على متغير المدى الحركي لمركز الثقل حيث تعمل الزيادة في عرض الخطوة على خفض مركز الثقل إلى أدنى نقطة (McGraw B., et al. 2000).

كما يشير الجدول رقم (٦) أيضاً إلى وجود دلالة إحصائية في متغير سرعة المشية ومتغير سرعة الخطوة لدى البدناء حيث حدث هناك بطء في الحركة لدى البدناء بعد أداء مجهود بدني وهذا مؤشر على تأثر السرعة بالجهد

البدني، وهذا البطء أدى بدورة إلى حدوث دلالة إحصائية في متغير زمن المشية وزمن الخطوة فنلاحظ أن هذا البطء في الحركة عمل على وجود زيادة في الفترة الزمنية التي يقضيها البدناء في المشي وهذه الزيادة في الزمن كانت دالة إحصائياً.

كما يشير الجدول أيضاً إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في متغير زمن الاستناد المزدوج وقد يعزى السبب في ذلك إلى اتساع قاعدة الارتكاز ومحاولة البدناء الحصول على الثبات والاستقرار والاتزان لتفادي السقوط. أما بالنسبة لمتغير زمن المرجحة فيشير الجدول إلى وجود فروق دالة إحصائياً رغم أن طول الخطوة قد انخفض إلا أن زمن المرجحة كان أطول بعد الجهد البدني مما يعني أن زمن المرجحة تأثر بالجهد البدني وهذا التأثر كان دالاً إحصائياً.

أما في الجدول رقم (٧) وهو الجدول المتعلق بمقارنة المتغيرات الكينماتيكية لدى العاديين قبل وبعد أداء الجهد البدني نلاحظ وجود دلالة إحصائية في معظم المتغيرات الميكانيكية.

جدول رقم (٧)

اختبار دلالة الفروق للعينات المترابطة بين عينة الدراسة العاديين قبل وبعد الجهد البدني

أبعاد الدراسة	عينة الدراسة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
طول المشية (م)	العاديين قبل	10	1.1660	.06753	2.946	٩	٠.٠١٩* دالة
	العاديين بعد	10	1.2290	.09243			
طول الخطوة (م)	العاديين قبل	10	.6100	.03496	0.610	٩	٠.٥٥٧ غير دالة
	العاديين بعد	10	.6150	.03440			
زمن المشية (ث)	العاديين قبل	10	1.2320	.11793	4.234	٩	٠.٠٠٢** دالة
	العاديين بعد	10	1.1320	.09065			

تابع جدول رقم (٧)

اختبار دلالة الفروق للعينات المترابطة بين عينة الدراسة العاديين قبل وبعد الجهد البدني

أبعاد الدراسة	عينة الدراسة	العدد	المتوسط	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	درجات الحرية	مستوى الدلالة
زمن الخطوة (ث)	العاديين قبل	10	.6200	.04137	4.846	٩	٠.٠٠١** دالة
	العاديين بعد	10	.5570	.03773			
سرعة المشية (متر/ثانية)	العاديين قبل	10	.9550	.10544	5.222	٩	٠.٠٠١** دالة
	العاديين بعد	10	1.0910	.11416			
سرعة الخطوة (متر/ثانية)	العاديين قبل	10	.9870	.07761	4.260	٩	٠.٠٠٢** دالة
	العاديين بعد	10	1.1070	.07273			
عرض الخطوة (سم)	العاديين قبل	10	15.8700	2.66460	5.184	٩	٠.٠٠١** دالة
	العاديين بعد	10	13.3900	3.48535			
الاستناد المفرد (%)	العاديين قبل	10	62.0000	4.13656	4.030	٩	٠.٠٠٣** دالة
	العاديين بعد	10	56.1000	4.35762			
الاستناد المزدوج (%)	العاديين قبل	10	15.0000	2.16025	1.500	٩	٠.١٦٨ غير دالة
	العاديين بعد	10	13.4000	2.67499			
زمن الارجحة (ث)	العاديين قبل	10	.4120	.03910	1.186	٩	٠.٢٦٦ غير دالة
	العاديين بعد	10	.3920	.03293			
المدى الحركي لمركز الثقل (سم)	العاديين قبل	10	3.0000	.77028	0.781	٩	٠.٤٥٥ غير دالة
	العاديين بعد	10	2.8300	1.05730			
زاوية خلف العقب (درجة°)	العاديين قبل	10	7.7540	2.20432	2.300	٩	٠.٠٤٧* دالة
	العاديين بعد	10	6.2880	1.53164			

ففي متغير طول المشية يشير الجدول إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية لصالح القياس البعدي، فقد أصبح هنالك زيادة في مسافة الخطوة التي يقطعها العاديين بعد أداء الجهد البدني وقد يعزى السبب في ذلك إلى الزيادة الحاصلة في متغير زمن المشية ومتغير سرعة المشية.

كما يشير الجدول أيضاً إلى وجود دلالة إحصائية في متغير زمن المشية ومتغير زمن الخطوة ومتغير سرعة المشية ومتغير سرعة الخطوة وقدي يعزى السبب في ذلك إلى تحسن كفاءة الجهاز الحركي نتيجة ممارسة نشاط بدني. كما نلاحظ في الجدول أيضاً وجود دلالة إحصائية في متغير عرض الخطوة وذلك يعزى إلى كون المشية نفسها تجبر على تضييق عرض الخطوة (Mizrahi and Susak, 1989).

كما يشير الجدول إلى وجود دلالة إحصائية في متغير الاستناد المفرد حيث أصبحت فترة الاستناد بعد الجهد البدني اقل من فترة الاستناد قبل الجهد البدني. كما يشير الجدول أيضاً إلى وجود دلالة إحصائية في متغير نقاط خلف العقب ولكن بالنظر إلى الجدول رقم ٧ يتبين أن هناك فروق في متوسط التغير لنقاط خلف العقب للبدناء يقارب ٤ درجات مما يعني زيادة الانحراف للخارج ولكن مقارنة مع العاديين نجد أن الفرق لم يتجاوز درجة واحدة فقط، مما يشير إلى تأثر البدناء بالجهد البدني أكثر وتأثير الجهد البدني على زاوية خلف العقب كان دال إحصائياً.

كشفت هذه الدراسة عددا من الاختلافات في المتغيرات الكينماتيكية للمشي بين الأطفال البدناء وغير البدناء أثر تعرضهم لجهد بدني والتي من شأنها أن تعيق من يعانون من السمنة المفرطة في مهام الحركة. وترتبط كل من عدم موثوقية نمطية المشية التي لوحظت في الأطفال البدناء (سرعات أبطأ في المشي، ونقص في طول المشية والخطوة، وزيادة في عرض الخطوة، وزيادة في زمن المرجحة، ونسب مئوية أطول للاستناد المزدوج، وانخفاض في المدى الحركي لمركز الثقل، وانحراف خارجي لنقاط خلف العقب) بتكوين الجسم كما أنها تتأثر بسرعة المشي. وبالإضافة إلى ذلك، فان الوقت الذي قد قضاه الأفراد في الاستناد المزدوج كان مؤشرا رئيسيا لمؤشر كتلة الجسم "BMI" في الأطفال ممن تتراوح أعمارهم ما بين ٩-١٣ سنة. ومن خلال مناقشة النتائج يمكن التوصل للتوصيات التالية:

١- توجيه البدناء عند ممارسة الجهد البدني إلى توزيع الفترة المقررة كجرعة تدريبية على فترات مختلفة في اليوم الواحد لتجنب الوصول إلى مرحلة التعب قدر الإمكان.

٢- التوقف عن مزاولة رياضة المشي عند الوصول إلى مرحلة التعب بالنسبة للبدناء.

٣- تحويل نوع النشاط الممارس إلى أحد الرياضات التي لا يتم فيها حمل الجسم كالسباحة وركوب الدراجة.

٤- إجراء نفس الدراسة للتعرف على الفروق الكيناتيكية للمشي بين الأطفال البدناء وغير البدناء.

٥- إجراء نفس الدراسة مع عينات أخرى (أطفال- مراهقين)، (ذكور-إناث).

((المراجـــــــــــــــع))

أولاً: المراجع العربية

١- **العنقري، عبدالرحمن (٢٠٠٥):** "القيم الاعتيادية لميكانيكية المشي لدى عينة من السعوديين الرجال بمدينة الرياض". الدورية السعودية للطب الرياضي ٨ : ٣٩ – ٥١.

٢- **الغامدي، عبدالله، هزاع الهزاع:** استهلاك الأكسجين والطاقة المصروفة لدى الأطفال البدناء وغير البدناء أثناء المشي على السير المتحرك مع حمل أثقال. المجلة العربية للغذاء والتغذية، ٢٠٣، ٤(٨):٢٤٧-٢٦٧.

٣- **الهزاع، هزاع (١٤٣٠):** "الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية". النشر العلمي والمطابع. جامعة الملك سعود.

٤- **الهزاع، هزاع (١٤٢٢):** "السمنة والنشاط البدني مراجعة نقدية مختصرة مع تحليل لواقع اتزان الطاقة في المجتمع السعودي". الدورية السعودية للطب الرياضي، ٥. ٩-١٦.

٥- **الهزاع، هزاع وآخرون (١٤١٤):** "اللياقة القلبية التنفسية ومستوى النشاط البدني وارتباطهما بمؤشرات النمو الهيكلي والتطور العضلي لدى الأطفال السعوديين". مركز البحوث التربوية، كلية التربية، جامعة الملك سعود.١-٥٨.

ثانياً: المراجع الأجنبية

6- Abdulrahman, A and zebas, C. (1994): "Kinematic and kinetic comparison of lean and obese individuals during walking" Foot & ankle/vol. 15. No.1/January.29-34.

7- Adrian,M. and Cooper,J.M.(1989): "Biomechanics of Human Movement". Indianapolis, Indiana: Benchmark Press, Inc. pp.277-291.

8- Al-Hazzaa H, Sulaiman M, Al-Mobaireek K, Al-Attass O (1993): "Prevalence of coronary artery disease risk factors in Saudi children". J Saudi Heart Assoc; 5: 126-133.

9- Al-Howaikan A, Al-Hazzaa H, Al-Mobaireek A, Al-Majed S, (2002): "Peak cardiopulmonary data in healthy Saudi males". Proceeding of the 13th Scientific Meeting of the Saudi Heart Association, Riyadh, Jan 22-24, , p. 61.

10- Al-Nuaim AR. (1997): "Effect of overweight and obesity on glucose intolerance and dyslipidemia in Saudi Arabia, epidemiological study". Diabetes Res Clin Pract; 36: 181-191.

11- Bhupinder S., Megan, G., Shelby L., Kathleen F., and John Y. (2016): "Do fitness and fatigue affect gait biomechanics in overweight and

obese children?" Gait and Posture. 50. 190-195.

12- Cavanagh, P.R.(1985): "The efficiency of human movement: A statement of the problem". Med Sci Sports Exer 17:304-308.

13- De Souza, S.A.P., Faintuch, J., Valezi, A.C., Sant'Anna, A.F., Rodriques, J.J.G., De Batista Fonseca, I.C., Souza, R.B., & Senhorini, R.C. (2005): "Gait cinematics analysis in morbidly obese patients". *Obesity Surgery;* 15, 1238-1242.

14- Elhazmi M, Warsy A.(1997): "Prevalence of obesity in the Saudi population". Ann Saudi Med 306-302: ١٧.

15- Gouws, Philana-Lee, (2010): "Effects of obesity on the biomechanics of children's gait at different speeds.*UNLVTheses/*http://digitalcommons.library.unlv.edu/thesesdissertations/365

16- Hassink, S.G. et al. (2008): "Exercise and the obese child". Progress in Pediatric Cardiology, 25, 153-157

17- Hills, P. A., and Parker. W. A. (1991): "Gait characteristics of obese children". Archives

of physical medicine and rehabilitation.72, may, (pp. 480-483).

18- Huang, L; Chen, P; Zhang, J; Zhang, Y and Walt S. (Dec 2013): "Metabolic Cost, Mechanical work, and Efficiency during normal walking in obese and normal-weight children". Research Quarterly for exercise and sport; 84, 72-79.

19- Liang H., Peijie C., Jie Z., Yanxin Z., and Sharon, W. (2013): "Metabolic cost, mechanical work, and Efficiency during normal walking in obese and normal-weight children". Research Quarterly for exercise and sport, 84, s72-s79.

20- Lohman, T, (1996): "Advances in Body Composition". Champaign (IL) Human Kinetics Publishers.

21- Lohman, T, (1987): "The use of skinfold to estimate body fatness on children and youth". JOPERD, 58(9) 98-102.

22- McArdle. W, Katch F, Katch V. (1991): "Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Performance". Philadelphia: Lea and Fibiger's, Chapter 11.

23- McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. (2000): "Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys". Arch Phys Med Rehabil. Apr;81(4):484-9.

24- Messier, S. P., avies, A. B., Moore, D. T., Davies, R. J., Pack, R. J., Kazmar, J. B., and Snow, J. B. (1990): "Effect of severe obesity on rear foot dynamics during walking". Foot and ankle.15 (1), P.183-184.

25- Messier,s,p. davies,a.b. moore,d,t. . davies,s,e. pack, r,j. kazmar,s. snow,j,b. (1994): "Severe obesity: effects on foot mechanics during walking". Foot Ankle Int.;15:29 –34

26- Miller w, Wallace j, eggert k. (1993): "Predicting maximal hr and the hr-vo2 relationship for exercise prescription in obesity". med sci sports exerc, 25:1077-1081.

27- Mizrahi J, Susak Z. (1989): "Bi-lateral reactive force patterns in postural sway activity of normal subjects". Biol Cybern; 60:297-305.

28- Nantel, J.,et al. (2006): "Locomotor Strategies in Obese and Non-obese Children". Obesity, 14, 1789-1794.

29- National Institutes of Health, National Heart Lung, and Blood Institutes. (1998): "Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults". Rockville, MD: NHLBI.

30- Sarah P., Eva D'Hondt, Mattjieu L, Philip W, and Andrew P. (2014): "The role of excess mass in adaptation of children's gait". Human Movement science. 36, 12-19.

31- Shultz SP, Sitler MR, Tierney RT, Hillstrom HJ, Song J. (2009): "Effects of pediatric obesity on joint kinematics and kinetics during 2 walking cadences". Arch Phys Med Rehabil. 2146-2154.

32- Shultz, S; D'Hondt, E; Lenoir, M; Fink. P; and Hills A. (2014): "The role of excess mass in the adaptation of children's walking". Human Movement Science. 36 12-19.

33- Singh, B; Negatu M; Francis, S; Janz, F; and Yack H. (2016): "Do fitness and fatigue affect biomechanics in overweight and obese children?" Gait and Posture. 50, 190-195.

34- Spyropoulos, P., Pisciotta, JC., Pavlou, K.N., Cairns, M.A., & Simon, S.R. (1991): "Biome-

chanical gait analysis in obese men". Archives of Physical Medicine Rehabilitation. 1065-1070..

35- Wearing, S.C., et al. (2006): "The biomechanics of restricted movement in adult obesity". Obesity Reviews, 7, 13-24

36- World Health Organization (WHO). (1997): "Obesity: preventing and managing the global epidemic". Report of a WHO consultation, Geneva, 3-5 Jun. Geneva: WHO; 1998.