



مختبر فسيولوجيا الجهد البدني
قسم التربية البدنية وعلوم الحركة
كلية التربية - جامعة الملك سعود
الرياض - المملكة العربية السعودية

حلقة تدريب

التكوين الجسمي للإنسان وتقدير نسبة الشحوم لدى الأطفال والشباب

إعداد وإشراف

الدكتور هزاع بن محمد الهزاع

زمالة الكلية الأمريكية للطب الرياضي

الأستاذ والمشرف على مختبر فسيولوجيا الجهد البدني
جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية

مادة تدريبية قدمت في

الدورة التدريبية في الطب الرياضي

صفر ١٤٢٤هـ / أبريل ٢٠٠٣م

منقحة في عام ١٤٢٦هـ / ٢٠٠٥م

التكوين الجسمي للإنسان:

يتكون جسم الإنسان من شحوم (Fat mass) وأجزاء غير شحمية (Fat-free mass)، وتتكون الأجزاء غير الشحمية من العضلات، والعظام، والأنسجة الرخوة من غير العضلية، وتنقسم الشحوم في الجسم إلى شحوم أساسية (Essential fats) وشحوم مخزنة (Stored fats)، وتوجد الشحوم الأساسية في نخاع العظام، وحول القلب والرئتين والكبد والطحال والكليتين والأمعاء، وفي الجهاز العصبي، بالإضافة إلى منطقة الحوض والتدبين في النساء. تعد الشحوم الأساسية ضرورية للعديد من الوظائف الفسيولوجية في الجسم، كما تبلغ نسبتها لدى الرجل البالغ حوالي ٣-٥% من كتلة الجسم، وترتفع هذه النسبة إلى ١٢% لدى المرأة. أما الشحوم المخزنة فتتراكم في الجسم وتخزن في الأنسجة الشحمية (Adipose tissues) في منطقتين رئيسيتين، هما تحت الجلد، وفي الأحشاء.

تتمثل وظائف الشحوم في الجسم في أنها توفر أكبر مخزون للطاقة داخل الجسم، خاصة أثناء الجهد البدني التحملي، حيث تستمد العضلات العاملة حوالي ٥٠% من طاقتها من الدهون أثناء الجهد البدني المنخفض إلى المعتدل الشدة (يمكن أن توفر الشحوم المخزنة في الجسم لدى شاب غير بدين طاقة لأكثر من ١٠٠ ساعة متواصلة من الجهد البدني). من وظائف الدهون، خاصة تلك التي تحت الجلد، أنها توفر عازل حراري، كما أن الشحوم الداخلية تسهم في حماية الأجهزة الحيوية في الجسم مثل الدماغ والقلب والكبد والكليتين والطحال من الارتجاجات والصدمات. أخيراً، تعمل الدهون كحامل للفيتامينات الذائبة في الدهون (فيتامينات A, D, E, K)، وتقوم بعض مشتقات الدهون بوظائف أخرى مثل بناء جدران الخلايا وتصنيع فيتامين د وتكوين الهرمونات.

أهمية تحديد نسبة الشحوم في الجسم:

تكمن أهمية معرفة نسبة الشحوم في الجسم في أنها تعطينا معلومات دقيقة عن وجود البدانة من عدمها لدى الفرد، والمعروف أن البدانة تعد مصدر خطورة للإصابة بالعديد من الأمراض المزمنة مثل: أمراض القلب، وارتفاع ضغط الدم،

وداء السكري من نوع ٢، وأمراض المفاصل، وغيرها. إن تحديد نسبة البدانة في المجتمع يعد أيضاً ضرورياً كأحد المؤشرات الصحية المطلوب رصدها ومتابعتها من حين لآخر. كما أن معرفة نسبة الشحوم تساعدنا في التعرف بدقة على التغيرات التي تحدث لتركييب الجسم من جراء الانخراط في برنامج نشاط بدني أو غذائي بغرض خفض الوزن، حيث المرغوب في الواقع هو تقليص كتلة الشحوم والإبقاء ما أمكن على كتلة العضلات، و المعروف أن وزن الجسم وحده أو مع حساب مؤشر كتلة الجسم (BMI) لا يعكس التغيرات الحادثة في تركيب الجسم. ينبغي لا ننسى أيضاً أن تحديد نسبة الشحوم ومعرفة كتلة العضلات يعدان أمرين مفيدين للأداء البدني، فالعديد من الرياضات يتطلب الوصول فيها إلى مستوى متميز امتلاك نسبة منخفضة من الشحوم أو كتلة عضلية كبيرة. كما أن بعض الحالات الصحية مثل أمراض الجهاز العصبي العضلي، قد يتطلب الأمر متابعة ورصد التغيرات التي تحدث لكتلة العضلات، الأمر الذي يتحتم علينا تحديد نسبة الشحوم في الجسم ثم حساب الكتلة العضلية فيما بعد.

النسب الاعتيادية للشحوم في الجسم لدى الإنسان:

بعد ولادة الطفل وحتى الشهور التسعة أو العشرة الأولى تحدث زيادة كبيرة في شحوم الجسم، لكن بمجرد أن يبدأ الطفل في الحركة والمشي، تنخفض نسبة الشحوم لتصل إلى أدنى مستوى لها بين عمري ٦-٨ سنوات. تبدأ نسبة الشحوم بعد ذلك في الزيادة التدريجية حتى مرحلة البلوغ، عندها تزداد بصورة كبيرة لدى الإناث، بينما تتوقف الزيادة (أو تنخفض قليلاً) لدى الذكور. وتقدر نسبة الشحوم لدى الفتيات في سن المراهقة (١٥-١٨ سنة) بحوالي ضعف ما لدى البنين، ويعتقد أن لهرمونات الأنوثة دور في ذلك. ولا شك في أن التدريب البدني والتغذية تسهمان كثيراً في التأثير على نسبة الشحوم لدى الذكور والإناث على السواء، لكن متوسط نسبة الشحوم عند سن الرشد لدى البنين يصل عموماً إلى حوالي ١٥% من كتلة الجسم، بينما تبلغ هذه النسبة لدى الفتيات في المتوسط حوالي ٢٥% من كتلة

الجسم، وتعد نسبة الشحوم عالية إذا تجاوزت ٢٥% من كتلة الجسم لدى الذكور أو ما نسبته ٣٢% من كتلة الجسم لدى الإناث.

الطرق المستخدمة في قياس نسبة الشحوم لدى الإنسان:

تتعدد طرق قياس نسبة الشحوم وتتنوع تبعاً للمسلمات التي بنيت عليها تلك الطرق، فالبعض منها يتم فيها تقدير نسبة الشحوم في الجسم ومن ثم حساب الأجزاء غير الشحمية فيه، والبعض الآخر يتم بواسطتها تقدير نسبة الأجزاء غير الشحمية في الجسم، ومن ثم حساب كتلة الشحوم، كما أن جميع طرق قياس تركيب الجسم مبنية على أنموذج نظري واحد أو أكثر، فبعضها يقسم الجسم إلى قسمين (شحوم وأجزاء غير شحمية)، وهذا الأنموذج هو الشائع منذ أن قدمه العالمان سيرى (Siri) وبروزيك (Brozek) في منتصف القرن الماضي، إلا أن هناك نماذج نظرية أخرى للتركيب الجسمي للإنسان، منها الأنموذج الرباعي، الذي يقسم الجسم إلى شحوم، وماء، وبروتينات (العضلات)، وعظام (معادن). ومنها أيضاً الأنموذج الخماسي الذي يقسم الجسم إلى شحوم، وسوائل داخل الخلايا، وسوائل خارج الخلايا، وأجسام صلبة داخل الخلايا، وأخرى خارج الخلايا، كما أن هناك أنموذج يسمى الأنموذج التشريحي، يقسم الجسم إلى أربعة أجزاء، هي: الشحوم، والعضلات، والعظام، والأنسجة الرخوة من غير العضلية.

وتتنوع طرق قياس نسبة الشحوم أو تقديرها، تبعاً للأنموذج المستخدم في تحديد التركيب الجسمي للإنسان، وطبقاً لتعقيدات استخدامها وتكلفتها، ومدى كونها ذات طبيعة عملية أو ميدانية، غير أن أهم الطرق المستخدمة وأكثرها شيوعاً هي:

١ - تحديد كثافة الجسم (Body density):

وذلك إما بواسطة الوزن تحت الماء، أو عن طريق إزاحة الهواء، ومن ثم حساب نسبة الشحوم في الجسم من خلال استخدام معادلات مخصصة لهذا الغرض، والتي من أشهرها معادلتى سيرى وبروزيك. لكن هذه الطريقة تعد عملية وتتطلب أجهزة وأدوات ذات كلفة وهي تستغرق وقتاً.

٢- بواسطة الطاقة الشعاعية المزدوجة (DEXA):

تعتمد هي الطريقة على إرسال كمية محددة من أشعة أكس إلى مناطق معينة في الجسم، ومن ثم قياس مقدار امتصاص الجسم لها، ويمكن من خلال معرفة كثافة الأجزاء المختلفة من أنسجة الجسم تقدير نسبة العضلات ونسبة الشحوم ونسبة المعادن في الجسم، إلا أن هذه الطريقة تعد أيضاً طريقة معملية وذات كلفة عالية ويتعرض الشخص من خلالها لقدر محدود من الأشعة السينية.

٣- أجهزة تحليل المقاومة الكهروحيوية (Bioelectrical impedance):

تعتمد فكرتها على تمرير تيار كهربائي منخفض الشدة خلال الجسم، ومن ثم قياس مقاومة هذا التيار. والجهاز في الحقيقة يقدر المحتوى المائي في الجسم وليس نسبة الشحوم، وبعد ذلك يتم تحديد نسبة العضلات، ومن ثم حساب نسبة الشحوم من خلال طرح كتلة العضلات من كتلة الجسم، والمعروف أن العضلات تحتوي على نسبة عالية من الماء مقارنة بالشحوم، ولهذا فالذين لديهم نسبة عالية من الشحوم تتخفض لديهم نسبياً درجة توصيل التيار في أجسامهم، أو بمعنى آخر تزداد مقاومة التيار الكهربائي المار في الجسم، وعلى الرغم من أن هذه الطريقة سهلة الاستخدام، وتكلفتها ليست عالية جداً، إلا أنها مبنية على مسلمات كثيرة، ويتأثر تحديد المحتوى المائي في الجسم بمقدار السوائل المتناولة.

٤- طرق أخرى لتحديد نسبة الشحوم في الجسم:

هناك طرق عديدة أخرى يمكن من خلالها تحديد نسبة الشحوم في الجسم، منها قياس محتوى البوتاسيوم (K^{40}) في الجسم، وتقدير الشحوم بواسطة الأشعة فوق الصوتية، وتقدير الشحوم بواسطة الأشعة تحت الحمراء، وتقدير نسبة الشحوم من خلال قياس سمك طية الجلد.

قياس سمك طية الجلد وتقدير نسبة الشحوم في الجسم للأطفال والشباب:

نظراً لأن معظم طرق تحديد نسبة الشحوم تتطلب أجهزة وأدوات ذات كلفة، وهي في الغالب ذات طبيعة معملية وتستغرق وقتاً ويصعب تطبيقها على نطاق واسع، فقد ظهرت الحاجة إلى طرق تقدير ميدانية، سهلة الإجراءات، وتتصف بدقة ملائمة. من هذه الطرق قياس سمك طية الجلد في مناطق محددة من الجسم، حيث

تمثل الشحوم الموجودة تحت الجلد أكثر من نصف الشحوم الكلية في الجسم، وتعكس إلى حد كبير معدل الشحوم في الجسم. ويمكن استخدام قياسات سمك طية الجلد بحد ذاتها كقياسات خام، أو تحويلها مباشرة إلى نسبة شحوم، من خلال استخدام معادلات تنبئية معدة لهذا الغرض. يتم بناء هذه المعادلات التنبئية من خلال مقارنة سمك طيات الجلد مع مقياس آخر لنسبة الشحوم في الجسم يسمى محكاً، والذي غالباً ما يكون الوزن تحت الماء. ويتوافر العديد من المعادلات التي يمكن بواسطتها تحويل سمك طيات الجلد إلى نسبة شحوم، إلا أن هذه المعادلات بنيت على عينات مأخوذة من مجتمعات غربية، وبالتالي قد لا تلائم في التطبيق على عينات أخرى تختلف في خصائصها عن العينة الأصلية التي اشتقت المعادلة منها. وتنقسم المعادلات التنبئية عموماً إلى نوعين، هما:

- ١ - **معادلات عامة** (Generalized equations)، تم بناءها من عينات متنوعة ومتعددة من الناس، تتفاوت في العمر، وفي نسبة الشحوم، وفي الخصائص العرقية، لكنها أقل دقة عند تطبيقها على عينات ذات طبيعة خاصة، مثل: الرياضيين، أو البدناء، الخ ...
- ٢ - **معادلات خاصة** (Specific equations)، تم بناءها من عينات محددة ذات طبيعة خاصة، كالرياضيين أو البدناء، أو الأطفال، أو كبار السن، أو الطلاب الجامعيين، وهكذا، ولذا فهي لا تصلح للتطبيق إلا على عينة مشابهة جداً للعينة الأصلية التي اشتقت منها.

المناطق الأكثر شيوعاً عند قياس سمك طية الجلد:

يوجد العديد من المناطق في الجسم التي تستخدم كمواقع لقياس سمك طية الجلد، لكن أكثرها شيوعاً في الاستعمال هي المناطق التالية:

- ١ - سمك طية الجلد في منطقة الصدر (Chest).
- ٢ - سمك طية الجلد في منطقة العضلة العضدية الثلاثية الرؤوس (Triceps).
- ٣ - سمك طية الجلد في منطقة ما تحت عظم لوح الكتف (Subscapular).
- ٤ - سمك طية الجلد في منطقة البطن (Abdominal).
- ٥ - سمك طية الجلد فوق العظم الحرقفي (Suprailiac).
- ٦ - سمك طية الجلد في منطقة الفخذ (Thigh).
- ٧ - سمك طية الجلد في المنطقة الإنسية للساق (Calf).

ولكل منطقة من المناطق المذكورة أعلاه مواقع تشريحية محددة، وطريقة متبعة في طية الجلد، إما أفقية أو رأسية أو مائلة. وعادة ما يتم قياس أكثر من منطقة من المناطق السبع، تبعاً للفئة المراد تحديد نسبة الشحوم لديها، وللمعادلة التنبؤية المستخدمة، ويستحسن أخذ مناطق ممثلة للجسم كله، كالجذع (الوسط)، الذي يمثل منطقة البطن أو ما تحت لوح الكتف، أو الصدر أو فوق الحرقفة، والطرف السفلي من الجسم الذي يمثل الفخذ أو الساق، والطرف العلوي من الجسم الذي يمثل العضلة العضدية الثلاثية الرؤوس. كما يتم غالباً جمع سمك طيات الجلد لتعطي مؤشراً عاماً للشحوم في الجسم، بالإضافة إلى ذلك، يتم نسبة سمك طيات الجلد في الوسط إلى الأطراف كمؤشر لتناسب الشحوم في وسط الجسم إلى الأطراف.

ونظراً لأن هدف الحلقة التدريبية هو تقدير نسبة الشحوم لدى الأطفال والشباب، فسيتم التطرق للمواقع التشريحية لسمك طيات الجلد الشائعة الاستخدام لدى الأطفال والشباب، والمتمثلة في منطقة العضلة العضدية الثلاثية الرؤوس، ومنطقة ما تحت لوح الكتف، والمنطقة الإنسية للساق، وذلك على النحو التالي:

منطقة العضلة العضدية ذات الرؤوس الثلاثة (Triceps):

ثنية رأسية (Vertical) في الجلد فوق العضلة العضدية ذات الرؤوس الثلاثة عند منتصف المسافة بين النتؤ الأخرومي (للكتف) والنتؤ المرفقي، ويكون مفصل المرفق ممتداً والعضلات مرتخية.

منطقة ما تحت عظم لوح الكتف (Subscapular):

ثنية مائلة (Diagonal) تحت الزاوية السفلى لعظم لوح الكتف بحوالي ١ - ٢ سم باتجاه العمود الفقري.

المنطقة الإنسية للساق (Calf):

ثنية رأسية (Vertical) في الجهة الإنسية عند أكبر محيط للساق، وبينما المفحوص جالساً على كرسي، وقدميه على الأرض وركبتيه مثنية بزاوية ٩٠ درجة.

كيفية قياس سمك طية الجلد :

يتم قياس سمك طية الجلد في المناطق التشريحية المشار إليها أعلاه، وفي الجهة اليمنى من الجسم. أما الطريقة المثلى لقياس سمك طية الجلد فهي على النحو التالي:

١ - يتم أولاً تحديد المنطقة التشريحية للموقع المراد قياس سمك طية الجلد عنده بوضوح تام.

٢ - يقوم الفاحص، مستخدماً إحدى يديه، بوضع السبابة والإبهام على جلد المفحوص، وتكون المسافة بينهما حوالي ٨ سم.

٣ - يتم بعد ذلك جذب الجلد، وذلك بتقريب السبابة والإبهام نحو بعضهما البعض، ثم ترفع ثنية الجلد بعيداً عن العضلات بحوالي ٢-٣ سم.

٤ - باليد الأخرى، يقوم المفحوص بوضع فكي الجهاز على ثنية الجلد (بعيداً عن الإبهام والسبابة بمسافة سنتيمتر واحد)، ثم يرخي الفكين.

٥ - تتم قراءة السمك مباشرة من الجهاز بعد مرور حوالي ٢-٣ ثوان من وضع الجهاز واستقرار المؤشر.

٦ - يتم تكرار القياس على المكان نفسه مرتين آخرين، ثم يؤخذ متوسط القراءات الثلاث.

٧ - في حالة استمرار المؤشر في الانخفاض بعد أي من المحاولات، يلزم التوقف ثم إعادة القياس مرة أخرى بعد عدة ثواني.

٨ - عند الانتهاء من القياس وأخذ القراءة يجب تجنب سحب فكي الجهاز مباشرة من فوق الجلد، بل يتم ضغط فكي الجهاز ثم إبعاده برفق حتى لا يخدش جلد المفحوص.

ملحوظة:

في أحيان كثيرة، يصعب قياس الشخص البدين جداً أو الرياضي ذو الجسم العضلي، وخاصة عند بعض المواقع، بسبب صعوبة فصل الجلد عن العضلات، مما يجعل قمة طية الجلد تكون أصغر من قاعدتها، وبالتالي عدم ثبات المقياس على الجلد.



أجهزة قياس سمك طية الجلد (Fat calipers):

تتنوع أجهزة قياس سمك طية الجلد وتتعدد تبعاً لتكلفتها ودقتها والمادة المصنوعة منها، فهناك المقياس الرخيص الثمن الذي لا يكلف أكثر من عشرة دولارات، والمصنوع من البلاستيك المقوى، وبالمقابل هناك المقياس العالي الدقة، المخصص للبحث العلمي، والذي غالباً ما يتجاوز ثمنه بضع مئات من الدولارات. لكن أكثر الأجهزة شهرة وأعلها دقة ثلاثة أنواع هي: جهاز من نوع هاربندين (Harpender)، وجهاز من نوع لانج (Lange)، وجهاز من نوع هولتين (Holtain). والمعروف أن ضغط فكي كل من جهازي هاربندين ولانج يبلغ ١٠ جم/مم^٢ على المدى الكامل لحركة فكي الجهاز. ولا بد من الإشارة إلى أن بعض الأجهزة الرخيصة الثمن قد تعطي قراءات غير دقيقة مع كثرة الاستخدام، نظراً لتأثر ضغط فكي الجهاز. ويختلف مقياس هاربندين عن لانج في القبضة وفي التدرج، حيث يحوي جهاز هاربندين تدرجات رئيسية مقدارها ملم واحد، وأخرى فرعية مقدارها جزء من ملم (٠,٢ ملم)، بينما يحوي مقياس لانج تدرجات رئيسية فقط (ملم)، إلا أن جهاز لانج يعد أسهل في القراءة مقارنة بجهاز هاربندين.

بعض المعادلات التنبئية الشائعة لتقدير نسبة الشحوم من قياس سمك طية الجلد:

يتوافر العديد من المعادلات التنبئية المستخدمة لتقدير نسبة الشحوم من خلال قياسات سمك طية الجلد في موضعين أو أكثر من الجسم، لكننا سنكتفي في هذه الحلقة التدريبية باستعراض معادلات شائعة الاستخدام للأطفال والشباب، والجدير بالتنويه هنا أن المعادلات المخصصة للكبار (الراشدين) مبنية على أساس أن متوسط كثافة الأجزاء الشحمية (بما في ذلك العظام) لديهم هي ٠,٩٠ جم/مليتر، وكثافة الأجزاء غير الشحمية لديهم هي ١,١٠ جم/مليتر، إلا أن كثافة العظام لدى الصغار دون سن الرشد تعد أقل من الكبار، وبالتالي فإن معادلات تقدير الشحوم من الكثافة المفترضة أصلاً للكبار (كما في معادلاتي سيرري أو بروزيك) لا تصلح للصغار، مما حدا لوهمان وزملاؤه إلى اقتراح معادلات خاصة بالأطفال تبعاً للفئة العمرية، تأخذ في الحسبان الاختلافات في كثافة العظام لديهم وفي المحتوى المائي.

معادلة لوهمان وزملاؤه (Lohman, 1992):

أ- حساب نسبة الشحوم من خلال مجموع سمك طيبي الجلد عند العضلة العضدية الثلاثية الرؤوس (T) وما تحت عظم لوح الكتف (S):

**** إذا كان مجموع سمك طيبي الجلد أكبر من ٣٥ ملم:**

$$\text{نسبة الشحوم للذئبين} = 0,783 \times (\text{مجموع سمك طيبي الجلد (T+S)}) + \text{رقم ثابت}$$

$$\text{نسبة الشحوم للإناث} = 0,546 \times (\text{مجموع سمك طيبي الجلد (T+S)}) + 9,7$$

**** إذا كان مجموع سمك طيبي الجلد أصغر من ٣٥ ملم:**

$$\text{نسبة الشحوم للذئبين} = 1,21 \times (\text{مجموع سمك طيبي الجلد (T+S)})$$

$$- 0,008 \times (\text{مجموع سمك طيبي الجلد (T+S)}) - \text{رقم ثابت}$$

$$\text{نسبة الشحوم للإناث} = 1,33 \times (\text{مجموع سمك طيبي الجلد (T+S)})$$

$$- 0,013 \times (\text{مجموع سمك طيبي الجلد (T+S)}) - 2,5$$

الرقم الثابت: - أقل من ١٣ سنة = ١,٧ للبيض، ٣,٢ للسود

- من ١٣-١٥ سنة = ٣,٤ للبيض، ٥,٢ للسود

- أكبر من ١٥ سنة = ٥,٥ للبيض، ٦,٨ للسود

ب- حساب نسبة الشحوم من خلال مجموع سمك طيبي الجلد عند العضلة العضدية الثلاثية الرؤوس (T) والساق (C):

$$\text{نسبة الشحوم للذئبين} = 0,735 \times (\text{مجموع سمك طيبي الجلد (T+C)}) + 1$$

$$\text{نسبة الشحوم للإناث} = 0,610 \times (\text{مجموع سمك طيبي الجلد (T+C)}) + 5$$

معادلة بويليو ولوهمان (Boileau & Lohman, 1985):

ذكور + إناث (٨-٢٩ سنة):

نسبة الشحوم في الجسم (%) =

$$1,35 \times (\text{مجموع سمك طيبي الجلد عند العضلة الثلاثية الرؤوس}) + \text{ما تحت لسوح}$$

$$\text{(الكتف)} - 0,012 \times (\text{مجموع سمك طيبي الجلد عند العضلة الثلاثية الرؤوس}) +$$

$$\text{ما تحت لوح الكتف} - \text{رقم ثابت}$$

الرقم الثابت: للذكور = ٤,٤ للإناث = ٢,٤

الخطأ الفني للقياس (TEM):

يتأثر دقة قياس سمك طية الجلد بمقدار الخبرة والتدريب الذي تلقاه الفاحص، فالفاحص غير المتدرب تشطح قياساته عن تلك التي للفاحص الخبير، كما تتفاوت قياسات الفاحص غير المتدرب بين بعضها البعض عند إجراء محاولات متكررة على الموقع نفسه، وجرت العادة أن يتم تدريب الفاحص تدريباً كافياً حتى يجيد عملية القياس، ويصبح التفاوت (أو التباين) بين محاولاته المتكررة (أو بينه والفاحص المتدرب) ضئيلة جداً. وكقاعدة عامة، نوصي دائماً بإجراء قياسات متكررة للمفحوص ذاته ثم مقارنة الفرق بينهما، فإذا كان الفرق يصل إلى أكثر من ١٠% بالزيادة أو النقصان، فلا بد للفاحص من إجراء مزيداً من التدريب. وللتأكد من الفاحص قد أمتلك الخبرة الكافية التي تجعل قياساته ثابتة ومعتمدة، نقوم بقياس مقدار التباين بين محاولتين يجريهما الفاحص لعدد من المفحوصين، ثم حساب الانحراف المعياري للفرق بين المحاولتين، وذلك ما يسمى أحياناً "بالخطأ الفني للقياس"، حيث يمكن إجراءه بين محاولات الفاحص الواحد، أو بين محاولات فاحصين اثنين، وذلك على النحو التالي:

$$\sqrt{\text{مجموع مربعات الفروق} \div (2 \times \text{عدد المفحوصين})} =$$

أما إذا كان التباين المراد فحصه لأكثر من قراءتين، أو لأكثر من فاحصين، فيمكن إجراء اختبار الثبات مستخدمين معامل الارتباط أحادي التباين المسمى (ICC)، أما إذا كان المطلوب هو معرفة اتجاه خطأ القياس، وما إذا كان منتظماً (Systematic error) أو عشوائياً (Random error)، فهناك عدة اختبارات إحصائية تستخدم لهذا الغرض، منها اختبار مدى الاتفاق لبلاند وألتمان (Bland & Altman)، وليس المجال هنا للتطرق لها.

مثال لكيفية حساب مقدار الخطأ الفني للقياس:

المفحوص	القراءة الأولى	القراءة الثانية	الفرق بينهما	مربع الفرق
١	١٢	١٠	٢	٤
٢	١٤	١٣	١	١
٣	١٨	١٩	١-	١
٤	٨	١٠	٢-	٤
٥	١٦	١٤	٢	٤
	متوسط = ١٣,٦	متوسط = ١٣,٤	٢+	المجموع = ١٤

$$\sqrt{\text{مجموع مربعات الفروق} \div (٢ \times \text{عدد المفحوصين})} = \text{الخطأ الفني للقياس}$$

$$\sqrt{(٥ \times ٢) \div ١٤} =$$

$$= ١,١٨ \text{ ملم}$$

$$\text{الخطأ الفني النسبي} = (١,١٨) \div (٢ \div (١٣,٤ + ١٣,٦)) \times ١٠٠$$

$$= ٨,٧ \%$$

استمارة تسجيل بيانات

حلقة تدريب

كيفية قياس سمك طية الجلد وتقدير نسبة الشحوم في الجسم لدى الأطفال والشباب

قراءة المحك			القراءة الثانية			القراءة الأولى			رقم	أسم الفاحص
C	S	T	C	S	T	C	S	T	المفحوص	
									١	
									٢	
									٣	
									٤	
									٥	
									٦	
									١	
									٢	
									٣	
									٤	
									٥	
									٦	
									١	
									٢	
									٣	
									٤	
									٥	
									٦	

المراجع

- ١- الهزاع، هزاع محمد. كتاب فسيولوجيا الجهد البدني لدى الأطفال والناشئين. الرياض: الإتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٤١٧هـ.
- ٢- الهزاع، هزاع محمد. معادلات التنبؤ بنسبة الشحوم في الجسم: تطبيقات على الشباب الجامعي. مجلة جامعة الملك سعود (العلوم التربوية)، ١٤١٥هـ، ٧ (١): ١٧-٣٢.
- ٣- الهزاع، هزاع محمد. تجارب معملية في وظائف أعضاء الجهد البدني. الرياض: جامعة الملك سعود، الفصل الرابع، ١٤١٣هـ.
- ٤- الهزاع، هزاع محمد. السمنة والنشاط البدني: مراجعة نقدية مختصرة مع تحليل لواقع ائزان الطاقة في المجتمع السعودي. الدورية السعودية للطب الرياضي، ١٤٢٢هـ، ٥ (٢): ٧-١٤.
- ٥- الهزاع، هزاع محمد، وخالد المزيني، وسعيد الرفاعي. تحديد نسبة الشحوم في الجسم لدى الطلاب الجامعيين من خلال قياس كل من حجم الجسم وكثافته بواسطة إزاحة الهواء والمقاومة الكهروحيوية وسمك طية الجلد. الرياض: مركز البحوث، كلية التربية، جامعة الملك سعود، ١٤٢٣هـ.
- 6- Al-Hazzaa H. Physical activity, fitness and fatness among Saudi children and adolescents: implications for cardiovascular health. *Saudi Med J* 2002, 23: 144-150.
- 7- Lohman, T. *Advances in Body Composition assessment*. Champaign (IL): Human Kinetics, 1992.
- 8- Lohman, T, Roche A, Martorell R. (Eds). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign (IL): Human Kinetics, 1988.
- 9- Lohman, T. Skinfold and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology* 1981, 53: 181-225.
- 10- Heyward, V, Stolarczyk L. *Applied Body Composition Assessment*. Champaign (IL): Human Kinetics, 1996.
- 11- Jackson, A, Pollock M. Practical assessment of body composition. *The Phys Sportsmed* 1985, 13 (5): 76-90.
- 12- Boileau, A, Lohman T, Slaughter M. Exercise and body composition of children and youth. *Scand J Sports Sci* 1985, 7 (1); 17-27.
- 13- Freedman, D, Perry G. Body composition and health status among children and adolescents. *Prev Med* 2000, 31: S34-S53.