Comprehensive Journal of Science
Volume (11), Issue (42), (Sapt, 2026)
ISSN: 3104-6266

مجلة العلوم الشاملة
المجلد (11) العدد 42 سبتمبر 2026
ردمد: 3104-6266

تأثير برنامج تدريبي عالي الكثافة (HIIT) على مكونات الجسم ومؤشرات الحالة الصحية لدى الرجال (30-40) سنة

د. احمد كامل حسنين
a.husnein@uot.edu.ly
أستاذ مشارك بقسم التدريب
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
جامعة طرابلس

د. عبدالكريم علي ضو خليفة
Ad.khalifa@uot.edu.ly
أستاذ مشارك بقسم إعادة التأهيل والعلاج الطبيعي
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
جامعة طرابلس

The Effect of a High-Intensity Interval Training (HIIT) Program on Body Composition and Health Status Indicators in Men Aged 30–40 Years

Dr. Ahmed Kamel Husnein
Dr. Abdelkarim Ali Dhu Khalifa
Faculty of Physical Education and Sports Sciences University of Tripoli

تاريخ الاستلام: 2026/08/11 -تاريخ المراجعة:2026/08/25- تاريخ القبول: 2026/09/21- تاريخ للنشر: 2026 /9/27

مستخلص البحث:

هدفت الدراسة إلى التعرف على تأثير برنامج تدريبي عالي الكثافة (HIIT) على مؤشرات الحالة الصحية ومكونات الجسم لدى الرجال في الفئة العمرية (30–40) سنة اعتمد الباحثان المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة مع قياسين قبلي وبعدي على عينة عمدية قوامها (10) رجال تم جمع البيانات واستخدام جهاز تحليل مكونات الجسم (InBody) لتقييم المتغيرات الحيوية وبسبب عدم اعتدالية التوزيع وصغر حجم العينة، استخدم اختبار ويلكوكسن (Wilcoxon Test) لحساب الفروق الإحصائية، إلى جانب حساب حجم الأثر (Hedges' g) وفواصل الثقة أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية ($P \leq 0.05$) بين القياسين القبلي والبعدي ولصالح القياس البعدي في جميع المتغيرات حيث لوحظ انخفاض دال في وزن الجسم، ومؤشر كتلة الجسم(BMI) ، وكتلة الدهون، والدهون الحشوية، مقابل بزيادة معنوية في معدل التمثيل الغذائي، ومستوى الصحة العامة، وكتلة الهيكل العضلي، إجمالي مياه الجسم، البروتين، والمعادن واستنتجت الدراسة فاعلية برنامج HIIT في تحقيق تكيفات إيجابية شاملة لتركيب الجسم والمؤشرات الصحية لدى هذه الفئة العمرية وأوصى الباحثان بإعتماد برامج HIIT المقننة وتقييم مكونات الجسم المتعددة بدلاً من الاقتصار على وزن الجسم فقط .

الكلمات المفتاحية:
الجميع التدريب عالي الكثافة (HIIT) ، مكونات الجسم، الحالة الصحية، معدل التمثيل الغذائي، الرجال (30-40 سنة).

Abstract

This study aimed to examine the effect of a High-Intensity Interval Training (HIIT) program on health status indicators and body composition components among men aged 30–40 years. The researchers employed a one-group pretest-posttest experimental design on a purposive sample of 10 men. Data were collected using a bioelectrical impedance body composition analyzer (InBody) to evaluate biological variables. Due to the small sample size and non-normal distribution, the Wilcoxon Signed-Rank Test was utilized to determine statistical differences, alongside calculating Hedges' g for effect size and confidence intervals. The results revealed statistically significant differences ($P \leq 0.05$) between the pre- and post-measurements in favor of the post-measurement across all variables. A significant decrease was observed in body weight, body mass index (BMI), body fat mass, and visceral fat, accompanied by a significant increase in resting metabolic rate, general health status, skeletal muscle mass, total body water, protein, and minerals. The study concluded that the HIIT program was effective in producing comprehensive positive adaptations in body composition and health indicators for this age group. The

researchers recommended adopting standardized HIIT programs and evaluating multifaceted body composition parameters rather than relying solely on body weight.

Keywords: High-Intensity Interval Training (HIIT), Body Composition, Health Status, Resting Metabolic Rate, Men (30–40 years).

المقدمة

تُعد ممارسة النشاط البدني المنتظم أحد المكونات الأساسية للمحافظة على الصحة والوقاية من العديد من عوامل الخطورة المرتبطة بالأمراض المزمنة، إذ ترتبط مستويات النشاط البدني الملائمة بتحسين اللياقة القلبية التنفسية والعديد من المؤشرات الأيضية والقلبية الوعائية، ومع هذه التغيرات الحديثة في أنماط الحياة وما يصاحبها من زيادة الخمول البدني وانخفاض مستويات الحركة اليومية، أصبحت الحاجة إلى برامج تدريبية فعالة وقابلة للتطبيق تحظى باهتمام متزايد في علوم الرياضة والعلاج الطبيعي والتأهيل، وفي هذا السياق يبرز التدريب المتقطع عالي الكثافة (High-Intensity Interval Training: HIIT) باعتباره أحد الأساليب التدريبية التي تسمح بأداء فترات قصيرة نسبياً من الجهد المرتفع تتخللها فترات راحة (استشفاء) مع إمكانية تحقيق تكيفات فسيولوجية مهمة خلال مدة تدريبية محدودة، وقد أظهرت الأدلة التجميعية الحديثة أن HIIT يمكن أن يؤدي إلى تحسينات ملحوظة في عدد من مؤشرات الصحة القلبية الاستقلابية لدى البالغين (Edwards, Griffiths, Deenmamode, & Drisooll, 2023).

وتنبع أهمية HIIT من طبيعة الاستجابة الفسيولوجية التي يحدثها الجمع بين فترات العمل مرتفع الشدة وفترات الاستشفاء، إذ يمكن لهذا النمط من التدريب أن يحفز تكيفات في الجهازين القلبي الوعائي والعضلي، وأن يرفع القدرة الهوائية القصوى ويحسن بعض المؤشرات المرتبطة بصحة القلب والأوعية الدموية والتمثيل الغذائي، وتشير نتائج تحليل تلوي شمل 97 تجربة عشوائية محكمة وما مجموعه 3399 مشاركاً إلى أن HIIT ارتبط بتحسن دال في القدرة الهوائية القصوى، وضغط الدم الانقباضي والانبساطي، ومعدل ضربات القلب أثناء الراحة، إضافة إلى انخفاض بعض المؤشرات المرتبطة بخطر الأمراض الأيضية. كما أظهرت الدراسة نفسها تحسناً في بعض مؤشرات تركيب الجسم، من بينها مؤشر كتلة الجسم ومحيط الخصر ونسبة الدهون في الجسم، الأمر الذي يدعم النظر إلى HIIT ليس باعتباره وسيلة لرفع اللياقة فقط، وإنما كوسيلة تدريبية قد تسهم في تحسين مجموعة من المؤشرات الصحية والجسمية في الوقت نفسه (Edwards, Griffiths, Deenmamode, & Drisooll, 2023).

ويمثل تركيب الجسم أحد المؤشرات المهمة في تقييم الحالة البدنية والصحية، إذ لا يقتصر تقييم التغيرات الناتجة عن التدريب على وزن الجسم وحده، وإنما يمتد إلى دراسة مكونات أكثر تحديداً مثل كتلة الدهون والكتلة الخالية من الدهون والكتلة العضلية وماء الجسم والدهون الحشوية، وتكتسب هذه المؤشرات أهمية خاصة لأن التغير في وزن الجسم قد لا يعكس بصورة دقيقة طبيعة التكيف الناتج عن التدريب؛ فقد يحدث انخفاض في الدهون بالتزامن مع المحافظة على الكتلة الخالية من الدهون أو زيادتها، وقد خلصت مراجعات منهجية وتحليلات تلوية إلى أن التدريب المتقطع، بما في ذلكHIIT ، يمكن أن يسهم في خفض نسبة الدهون وكتلة الدهون، كما أظهرت الأدلة انخفاضاً في الدهون الحشوية والدهون البطنية في بعض المقارنات مع عدم ممارسة التدريب، وتشير هذه النتائج إلى أن دراسة تأثير HIIT على مكونات الجسم بصورة متعددة الأبعاد قد تكون أكثر فائدة من الاقتصار على قياس وزن الجسم أو مؤشر كتلة الجسم فقط (Poon, Li, Little, Wong, & Ho, 2024).

وتُعد كتلة العضلات الهيكلية، وماء الجسم الكلي، وكتلة الدهون، والدهون الحشوية من المتغيرات المهمة عند تقويم التغيرات التي تحدث في الجسم نتيجة البرامج التدريبية، ولا سيما عندما يكون الهدف هو التعرف على طبيعة التكيف وليس مجرد رصد تغير الوزن، وقد بينت مراجعة منهجية وتحليل تلوي شمل 36 تجربة عشوائية أن HIIT أدى عند جمع أنماط التدريب المختلفة إلى انخفاض دال في كتلة الدهون، مع اختلاف حجم التأثير باختلاف نمط التدريب المستخدم، كما أن تقويم هذه المكونات باستخدام تحليل المعاوقة الكهربائية الحيوية (BIA) يوفر وسيلة عملية وغير باضعة لتقدير عدد من مكونات الجسم، إلا أن دقة القياس تتأثر بعوامل متعددة مثل: حالة الترطيب، وتوقيت تناول الطعام والشراب، والنشاط البدني السابق، وطريقة القياس والمعادلات المستخدمة؛ ولذلك يتطلب استخدام BIA في الدراسات التدريبية توحيد ظروف القياس قدر الإمكان لضمان إمكانية مقارنة القياسين القبلي والبعدي (Khodadadi, et al., 2023).

ولا تقتصر الآثار المحتملة للتدريب عالي الكثافة على مكونات الجسم، بل تمتد إلى مؤشرات مرتبطة بالحالة القلبية الاستقلابية والصحة العامة، فقد أظهر تحليل تلوي حديث للتجارب العشوائية المحكمة أن HIIT أدى إلى تحسن عدد من مكونات المتلازمة الأيضية، بما في ذلك محيط الخصر وضغط الدم الانقباضي والانبساطي والدهون الثلاثية وسكر الدم الصائم، مقارنة بعدم ممارسة التدريب، مع نتائج تشير إلى أن HIIT يمكن أن يمثل بديلاً تدريبياً فعالاً للتدريب المستمر متوسط الشدة في بعض الحالات، كما دعمت مراجعات أخرى وجود تحسن في عدد من مؤشرات الصحة القلبية الاستقلابية لدى البالغين، الأمر الذي يجعل دراسة التغيرات في مؤشرات الحالة الصحية إلى جانب مكونات الجسم ذات أهمية تطبيقية عند تقييم البرامج التدريبية الموجهة للبالغين في سن العمل (Poon, et al., 2024).

ومن ناحية أخرى، فإن العلاقة بين التدريب والتغير في معدل التمثيل الغذائي تستحق دراسة مستقلة؛ إذ لا يمكن افتراض أن كل أشكال التدريب تؤدي بالضرورة إلى زيادة واضحة في معدل الأيض أثناء الراحة، فقد خلصت مراجعة منهجية وتحليل تلوي للتدخلات الرياضية إلى أن التمارين الهوائية لم تُظهر زيادة دالة إحصائياً في معدل الأيض أثناء الراحة بصورة عامة، في حين ظهرت زيادة أوضح مع تدريبات المقاومة، وتؤكد هذه النتيجة أهمية قياس هذا المتغير بدلاً من افتراض اتجاه تأثيره، خصوصاً عندما يكون معدل التمثيل الغذائي أحد المؤشرات التي يوفرها جهاز تحليل مكونات الجسم. كما تشير الأدلة الحديثة إلى أن تأثير HIIT في تركيب الجسم والصحة القلبية الاستقلابية قد يختلف تبعاً لطبيعة العينة، ومستوى النشاط البدني السابق، ونوع البرنامج التدريبي ومدته وحجمه وشدته، ومن ثم، فإن دراسة رجال تتراوح أعمارهم بين 30 و40 سنة باستخدام تصميم قبلي–بعدي يمكن أن توفر بيانات تطبيقية حول مدى استجابة هذه الفئة العمرية لبرنامجHIIT ، ولا سيما عند الجمع بين مؤشرات الحالة الصحية ومكونات الجسم في تقييم واحد (MacKenzie-Shalders, Kelly, So, Coffey, & Byrne, 2020).

المشكلة

على الرغم من التوسع في استخدام التدريب المتقطع عالي الكثافة بوصفه أسلوباً تدريبياً فعالاً من حيث الزمن، وتوافر عدد متزايد من الدراسات التي تناولت تأثيره في اللياقة القلبية التنفسية وبعض المؤشرات الأيضية ومكونات الجسم، فإن طبيعة الاستجابة قد تختلف باختلاف خصائص الأفراد والمرحلة العمرية ومستوى النشاط البدني ونوع البرنامج التدريبي ومدته وشدته، كما أن كثيراً من الدراسات ركزت على مؤشر أو مجموعة محدودة من المؤشرات، مثل الوزن أو نسبة الدهون أو القدرة الهوائية، في حين أن التقييم المتكامل الذي يجمع بين مؤشرات الحالة الصحية ومكونات الجسم المختلفة قد يوفر صورة أكثر شمولاً عن التغيرات المصاحبة للتدريب.

وتتحدد مشكلة البحث الحالي في الحاجة إلى التحقق بصورة تطبيقية من مدى فاعلية برنامج تدريبي عالي الكثافة (HIIT) في إحداث تغيرات في مؤشرات الحالة الصحية ومكونات الجسم لدى الرجال في الفئة العمرية (30–40) سنة، ولذلك يسعى البحث إلى مقارنة نتائج القياس القبلي والبعدي لمجموعة من المتغيرات التي تشمل وزن الجسم، ومؤشر كتلة الجسم(BMI) ، ومعدل التمثيل الغذائي، ومستوى الصحة العامة، إلى جانب كتلة الدهون، وكتلة الهيكل العضلي، والدهون الحشوية، وإجمالي مياه الجسم، والبروتين، والمعادن. ومن خلال ذلك يمكن تحديد ما إذا كان تطبيق برنامج HIIT يؤدي إلى تحسن ذي دلالة إحصائية في هذه المتغيرات، بما يسهم في توفير أساس علمي يمكن الاستفادة منه عند تصميم البرامج التدريبية والوقائية والتأهيلية الموجهة للرجال في هذه المرحلة العمرية.

- **الاهداف**

يهدف البحث إلى التعرف على:

1. التعرف على تأثير البرنامج التدريبي (HIIT) في مؤشرات الحالة الصحية (وزن الجسم، مؤشر كتلة الجسم BMI، معدل التمثيل الغذائي، مستوى الصحة العامة) لدى أفراد عينة البحث.
2. التعرف على تأثير البرنامج التدريبي (HIIT) في المتغيرات الخاصة بمكونات الجسم (كتلة الدهون، كتلة الهيكل العضلي، الدهون الحشوية إجمالي مياه الجسم، البروتين، المعادن) لدى أفراد عينة البحث.

- **الفروض**

1. توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية (0.05) بين متوسطي رتب درجات القياسين (القبلي والبعدي) في مؤشرات الحالة الصحية (وزن الجسم، مؤشر كتلة الجسم BMI، معدل التمثيل الغذائي، مستوى الصحة العامة) لدى الرجال الممارسين للبرنامج التدريبي عالي الكثافة، ولصالح القياس البعدي (لصالح التحسن).
2. توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية (0.05) بين متوسطي رتب درجات القياسين (القبلي والبعدي) في متغيرات مكونات الجسم (كتلة الدهون، كتلة الهيكل العضلي، الدهون الحشوية، إجمالي مياه الجسم، البروتين، المعادن) لدى الرجال الممارسين للبرنامج التدريبي عالي الكثافة، ولصالح القياس البعدي (لصالح التحسن).

التعريف بأهم المصطلحات المستخدمة في البحث

- **وزن الجسم (Body Weight)**

وزن الجسم هو القوة الناتجة عن تأثير الجاذبية في كتلة جسم الإنسان، ويُستخدم عمليًا للتعبير عن كتلة الجسم بوحدة الكيلوغرام، ويتكون وزن الجسم من مجموعة مكونات رئيسية تشمل: الماء، والدهون، والأنسجة الخالية من الدهون، والمعادن وغيرها من مكونات الجسم، ومن منظور تركيب الجسم يمثل وزن الجسم المحصلة الكلية لجميع مكونات الجسم القابلة للقياس أو التقدير، ولذلك فإن تغيره لا يعني بالضرورة تغيرًا في كتلة الدهون وحدها، بل قد ينتج عن تغير الماء أو العضلات أو غيرها من المكونات (Prado, et al., 2025).

- **مؤشر كتلة الجسم (Body Mass Index – BMI)**

مؤشر كتلة الجسم هو مؤشر أنثروبومتري يُستخدم للتعبير عن العلاقة بين وزن الجسم والطول، ويُحسب بقسمة وزن الجسم بالكيلوغرام على مربع الطول بالمتر، ويُستخدم BMI على نطاق واسع في الدراسات السكانية والسريرية لتصنيف نقص الوزن والوزن الطبيعي وزيادة الوزن والسمنة لدى البالغين، إلا أنه لا يمثل قياسًا مباشرًا لتركيب الجسم أو نسبة الدهون، لأنه لا يميز بين كتلة الدهون والكتلة العضلية أو بقية مكونات الجسم؛ ولذلك قد يكون محدودًا عند تفسير الحالة الفردية، خصوصًا لدى الأشخاص ذوي الكتلة العضلية المرتفعة (Prado, et al., 2025).

- **معدل التمثيل الغذائي أثناء الراحة (Resting Metabolic Rate – RMR)**

معدل التمثيل الغذائي أثناء الراحة هو كمية الطاقة التي يحتاجها الجسم للحفاظ على وظائفه الفسيولوجية الأساسية والاتزان الداخلي (Homeostasis) أثناء اليقظة وفي حالة الراحة وتحت ظروف حرارية مناسبة، وتشمل هذه الطاقة العمليات الضرورية لاستمرار وظائف الأعضاء والأنسجة مثل التنفس، والدورة الدموية، والمحافظة على درجة حرارة الجسم، والنشاط الخلوي، ويُعد RMR أحد المكونات الرئيسية لإجمالي الإنفاق اليومي للطاقة، ويتأثر بعوامل متعددة، من بينها حجم الجسم وتركيبه، والعمر، والجنس، والحالة الغذائية، والنشاط البدني (Pklaza-Florido & Alcantara).

- **الصحة العامة (General Health Status)**

مستوى الصحة العامة هو مؤشر شامل يصف الحالة الصحية للفرد من منظور متعدد الأبعاد، ولا يقتصر على وجود المرض أو غيابه، وإنما يشمل بصورة عامة الأداء أو الوظيفة البدنية، والحالة النفسية، والأداء الاجتماعي والوظيفي، إضافة إلى التصور الذاتي للفرد عن صحته (Quah, 2025).

- **كتلة الدهون (Fat Mass – FM)**

كتلة الدهون هي كمية الدهون الموجودة في جسم الإنسان، ويُنظر إليها في نماذج تركيب الجسم الجزيئية بصورة أساسية باعتبارها كتلة الدهون غير الأساسية، ولا سيما الدهون الثلاثية (Triglycerides)، وتمثل كتلة الدهون أحد المكونات الأساسية لكتلة الجسم إلى جانب الكتلة الخالية من الدهون، ويجب عدم الخلط بين Fat Mass وAdipose Tissue؛ فكتلة الدهون تشير إلى مكوّن جزيئي تتركز مادته الدهنية أساسًا في الدهون الثلاثية، بينما النسيج الدهني هو مكوّن تشريحي/نسيجي يتضمن الخلايا الدهنية ومكونات أخرى (Prado, et al., 2025).

- **كتلة الهيكل العضلي (Skeletal Muscle Mass – SMM)**

كتلة الهيكل العضلي هي كتلة الأنسجة العضلية الهيكلية الموجودة في الجسم، وهي العضلات المرتبطة بالهيكل العظمي والمسؤولة بصورة أساسية عن إنتاج القوة والحركة والمحافظة على وضعية الجسم، ويصنف علم تركيب الجسم العضلات الهيكلية على مستوى النسيج/العضو (Tissue-Organ Level)، ولذلك لا ينبغي مساواة كتلة العضلات الهيكلية تلقائيًا بمصطلحات مثل الكتلة الخالية من الدهون (FFM) أو الكتلة اللينة (Lean Mass)، لأن هذه المصطلحات تشمل مكونات جسمية أوسع (Anderson, Garcia, Sweed, & Medler, 2024).

- **الدهون الحشوية (Visceral Fat / Visceral Adipose Tissue – VAT)**

الدهون الحشوية أو النسيج الدهني الحشوي هي النسيج الدهني المتراكم داخل التجويف البطني وحول الأعضاء الداخلية، ويختلف تشريحيًا ووظيفيًا عن الدهون تحت الجلد، وتتميز الدهون الحشوية بنشاط أيضي وهرموني مرتفع، وترتبط زيادة تراكمها باضطرابات استقلابية وقلبية وعائية بما في ذلك مقاومة الإنسولين ومتلازمة الأيض وأمراض القلب والأوعية الدموية (Mohajan & Mohajan, 2024).

- **إجمالي مياه الجسم (Total Body Water – TBW)**

إجمالي مياه الجسم هو كمية الماء الكلية الموجودة داخل جسم الإنسان، وتشمل الماء الموجود في المقصورات داخل الخلايا وخارجها، ويمثل أحد المكونات الأساسية للكتلة الخالية من الدهون .ويُعد TBW مكونًا محوريًا في نماذج تركيب الجسم؛ إذ إن نسبة الماء إلى الكتلة الخالية من الدهون تُستخدم في بعض نماذج تركيب الجسم لتقدير مكونات أخرى، كما أن تغيرات TBW يمكن أن تؤثر بصورة ملحوظة في تقدير الكتلة الخالية من الدهون وتركيب الجسم (Rodriguez, et al., 2024).

- **بروتين الجسم (Body Protein)**

بروتين الجسم هو المكوّن البروتيني الكلي الموجود في أنسجة الجسم، ويشكل جزءًا أساسيًا من المادة الخالية من الدهون ويرتبط بصورة وثيقة بالكتلة الخلوية والأنسجة النشطة أيضيًا، وتشمل بروتينات الجسم: البروتينات الموجودة في العضلات والأنسجة والأعضاء وسائر المكونات الخلوية، وفي نماذج تركيب الجسم متعددة المكونات، يُعامل بروتين الجسم باعتباره أحد المكونات الكيميائية الأساسية للكتلة الخالية من الدهون إلى جانب الماء والمعادن (Fuller, Wells, & Elia, Journal of Nuytition).

- **معادن الجسم (Body Minerals / Mineral Mass)**

معادن الجسم هي المكوّن غير العضوي من تركيب الجسم، وتشمل بصورة رئيسية المعادن الموجودة في الهيكل العظمي، إضافة إلى المعادن الموجودة في الأنسجة والسوائل والأنظمة الفسيولوجية المختلفة .وفي نماذج تركيب الجسم متعددة المكونات، تُعد المعادن أحد المكونات الأساسية للكتلة الخالية من الدهون، ويُستخدم مفهوم Bone Mineral Content (BMC)خصوصًا عند تقييم المحتوى المعدني للعظام باستخدام تقنيات مثل قياس امتصاص الأشعة السينية ثنائي الطاقة (Yanmeng, et al., 2025).

منهج البحث

استخدم الباحثان المنهج التجريبي (Experimental Method) وذلك باستخدام التصميم التجريبي للمجموعة الواحدة (Single Group Design) عن طريق القياسين (القبلي والبعدي) وذلك لملاءمته لطبيعة وأهداف الدراسة والتحقق من فروضها.

مجتمع الدراسة

يشمل مجتمع الدراسة المستهدف جميع الأفراد من فئة الرجال الممارسين للنشاط البدني الرياضي ضمن الفئة العمرية الممتدة من (30) إلى (40) سنة والمقيدين بسجلات (صالة أيزو) كمترددين فعليين خلال العام التدريبي 2025م.

عينة الدراسة

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية (Purposive Sample) من الرجال الممارسين للنشاط الرياضي والبالغ عددهن (10) رجال والذين انطبقت عليهن الشروط التالية:

- أن يتراوح العمر الزمني ما بين (30-40) سنة.
- الانتظام في ممارسة النشاط الرياضي.
- الخلو من الأمراض المزمنة التي قد تعيق أداء البرنامج التدريبي عالي الشدة (HIIT).
- الموافقة التطوعية على المشاركة في التجربة والالتزام بالقياسات القبلية والبعدية.

خصائص عينة الدراسة:

اقتصر هذه الدراسة على تناول بعض الخصائص لعينة البحث وتتمثل في الطول والوزن ويمكن توضيح هذه الخصائص فيما يلي:

جدول 1 المتوسط الحسابي والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لمتغيرات الطول والوزن والعمر

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الالتواء	التفلطح
الطول	متر	1.705	.086	-.124	-.831
الوزن	كجم	82.46	12.414	.513	-.510
العمر	سنة	35.10	5.301	-.322	-.465
مؤشر الكتلة	كجم/م2	43.28	3.237	.753	.277

يتضح من نتائج الجدول (1) أن قيم معامل الالتواء للمتغيرات الأساسية لعينة البحث (الطول، الوزن، العمر، ومؤشر كتلة الجسم) قد انحصرت ما بين (0.322-) و (0.753) في حين تراوحت قيم معامل التفلطح ما بين (0.831-) و (0.277) وحيث أن جميع هذه القيم تقع داخل المدى المقبول إحصائياً (±3) فإن ذلك يؤكد خلو البيانات من القيم الشاذة ويثبت اعتدالية التوزيع التكراري وتقارب أفراد العينة في هذه المتغيرات.

جدول 2 إختبار شابيرو للتوزيع الطبيعي لنتائج القياسات الخاصة بالبرنامج التدريبي في القياس القبلي

م	القياسات	شابيرو	عدد العينة	مستوى الدلالة
1	**كتلة الدهون في الجسم**	0.023	10	0.05
2	**كتلة الهيكل العضلي**	0.040	10	0.05
3	**الدهون الحشوية**	0.041	10	0.05
4	**إجمالي المياه بالجسم**	0.046	10	0.05
5	**محيط الخصر**	0.013	10	0.05
6	**البروتين**	0.012	10	0.05
7	**المعادن**	0.018	10	0.05
8	**الوزن**	0.009	10	0.05
9	**مؤشر كتلة الجسم**	0.033	10	0.05
10	**التمثيل الغذائي (معدل الأيض)**	0.029	10	0.05
11	**الصحة العامة**	0.040	10	0.05

يتضح من الجدول (2) أن قيم الدلالة الإحصائية المحسوبة (Sig) لاختبار شابيرو للتوزيع الطبيعي لجميع قيد الدراسة قد جاءت أقل من مستوى الدلالة المعتمد (0.05) وهذا يعني رفض الفرضية الصفرية مما يشير إلى أن بيانات العينة في هذه القياسات لا تتبع التوزيع الاعتدالي (الطبيعي) وبناءً على ذلك ولصغر حجم العينة (ن=10) استوجب على الباحثين الاستناد إلى الأساليب الإحصائية اللامعلمية وتحديداً اختبار ويلكوكسن (Wilcoxon Test) لاستخراج الفروق بين القياسين القبلي والبعدي.

أدوات ووسائل جمع البيانات:

استخدم الباحثان في سبيل جمع البيانات وإجراء القياسات الخاصة بالبحث الحالي مجموعة من الأدوات والأجهزة العلمية والميدانية المعتمدة وهي كالتالي:

أولاً: استمارة تسجيل البيانات:

قام الباحثان بإعداد استمارة خاصة لجمع وتدوين البيانات الشخصية والانثروبومترية لأفراد العينة قيد الدراسة.

ثانياً: الأجهزة الطبية والحيوية :

تم استخدام جهاز تحليل مكونات الجسم الحيوي **(InBody)** وذلك لقياس وتحديد المتغيرات الحيوية لعينة البحث (مثل: كتلة الدهون، وكتلة الهيكل العضلي، والبروتين، والمعادن، والدهون الحشوية، وإجمالي مياه الجسم) .

ثالثاً: الأدوات والمعدات الرياضية:

اعتمد الباحثان على مجموعة من المعدات الرياضية اللازمة لتنفيذ الوحدات التدريبية للبرنامج المقترح (HIIT)وشملت جهاز السير المتحرك (Treadmill) الدراجات الثابتة الحبال المطاطية والأثقال الحرة.

رابعاً: المصادر والمراجع العلمية:

استعان الباحثان بالعديد من الدراسات المرجعية والأبحاث العلمية والدراسات السابقة الحديثة ذات الصلة بموضوع البحث إلى جانب الاعتماد على شبكة المعلومات الدولية (الإنترنت) للاطلاع على المستجدات العلمية في هذا المجال.

الدراسة الاستطلاعية

قام الباحثان بإجراء دراسة استطلاعية في الفترة من 1-6-2025 على عينة استطلاعية قوامها **(3)** من ممارسي النشاط الرياضي (من خارج عينة الدراسة الأساسية ومن نفس مجتمع البحث) وذلك بهدف تحقيق الغايات التالية:

1. التعرف على المعوقات والأخطاء المحتملة التي قد تواجه الباحثان أثناء تطبيق البرنامج التدريبي والعمل على تلافيها.
2. تحديد الزمن الملائم والوقت المستغرق لتطبيق الوحدات التدريبية المكونة للبرنامج.
3. التأكد من صلاحية، سلامة، وكفاءة الأجهزة والأدوات المستخدمة في القياس والاختبار.
4. تدريب الكادر المساعد (فريق العمل) على آليات القياس، وتوزيع الأدوار، والمهام المطلوبة منهم بدقة لضمان توحيد الإجراءات.

البرنامج التدريبي

التجربة القبلية

تم إجراء القياسات القبلية لأفراد عينة الدراسة في الفترة من (حدد التاريخ) إلى (حدد التاريخ) حيث جرت القياسات في ظروف وشروط موحدة لجميع المشاركين وشملت المتغيرات (البدنية، الفسيولوجية) قيد البحث لضمان دقة رصد الحالة الأولية قبل إدخال المتغير المستقل.

تطبيق البرنامج التدريبي

تم تطبيق البرنامج التدريبي المقترح على عينة البحث الأساسية في الفترة الزمنية الممتدة من (202 / /) إلى (202 / /)وفقاً للمحددات الزمنية التالية:

1. المدة الإجمالية للبرنامج :استغرق تنفيذ البرنامج ( ) يوماً/أسبوعاً متتالياً.
2. الجرعة التدريبية الأسبوعية :تم تنفيذ البرنامج بواقع ( ) وحدات تدريبية في الأسبوع (أيام.(..... :
3. إجمالي عدد الوحدات :بلغ العدد الإجمالي للوحدات التدريبية المنفذة طوال فترة البرنامج ( ) وحدة تدريبية.
4. زمن الوحدة التدريبية :تراوح زمن الوحدة التدريبية الواحدة ما بين ( ) إلى ( ) دقيقة، شاملاً الأجزاء الرئيسية للوحدة (الإحماء، الجزء الرئيسي، التهدئة.

شروط ومحددات تطبيق البرنامج:(Program Conditions)

لضمان سلامة التصميم التجريبي وضبط المتغيرات الدخيلة، تم الالتزام بالشروط والضوابط التالية أثناء التطبيق:

1. إلزام المشاركين في النشاط الرياضي (عينة البحث) بالحضور التام وعدم الغياب عن الوحدات التدريبية، واستبعاد من تتجاوز نسبة غيابها.
2. تنفيذ الوحدات التدريبية في توقيت يومي موحد (الساعة ..... مساءً) لتجنب تأثير التغيرات البيولوجية واليومية على الأداء.
3. مراعاة الأسس العلمية للتدريب الرياضي، وعلى رأسها مبدأ "التدرج في رفع الأحمال التدريبية" والتموج بين الحجم والشدة بما يتناسب مع استجابة العينة.
4. تم تطبيق جميع الوحدات التدريبية في [تحديد المكان: صالة، نادٍ، مختبر] وتحت الإشراف المباشر للباحثين والكادر المساعد لضمان سلامة الأداء والتنفيذ الفني الدقيق.
5. توجيه المشاركين بعدم ممارسة أي أنشطة بدنية أو برامج تدريبية إضافية طوال فترة تطبيق البرنامج لضمان عزله وتحديد تأثيره الفعلي بدقة.

القياسات البعدية

بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج التدريبي تم إجراء القياسات البعدية على أفراد عينة البحث يوم (.....) الموافق (202 / /) وقد روعي في القياسات البعدية بدقة متناهية إعادة تطبيقها تحت نفس الظروف والشروط المورفولوجية والبيئية وباستخدام ذات الأدوات والأجهزة وفريق العمل المساعد التي استخدمت في القياسات القبلية وذلك لضمان صدق المقارنة واستخراج الفروق الحقيقية الناتجة عن تأثير البرنامج التدريبي المستقل.

المعالجات الإحصائية المستخدمة في البحث:

بعد جمع البيانات من افراد العينة الأساسية تم ترميزها وبعد ذلك تم إدخالها إلى الحاسب الآلي وباستخدام برنامج **(SPSS)** الحقيبة الإحصائية للعلوم الاجتماعية ثم تحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية التالية :

- المتوسط الحسابي. **(Mean)**
- الانحراف المعياري. **(Std deviation)**
- الالتواء. **(Skewness)**
- التفلطح. **(Kurtosis)**
- اختبار شابيرو **(Shapiro)** لحساب دلالة التوزيع الطبيعي.
- اختبار ويلكوكسون (Wilcoxon-test) لحساب الفروق بين القياسين القبلي والبعدي.

- نسبة التحسن. (Improvement rate).

عرض ومناقشة النتائج

عرض نتائج الفرض الأول

1. "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية (0.05) بين متوسطي رتب درجات القياسين (القبلي والبعدي) في مؤشرات الحالة الصحية وزن الجسم، مؤشر كتلة الجسمBMI ، معدل التمثيل الغذائي، مستوى الصحة العامة لدى الرجال الممارسين للبرنامج التدريبي عالي الكثافة، ولصالح القياس البعدي (لصالح التحسن)".

جدول 3 دلالة الفروق بين القياسين (القبلي-البعدي) لقياس وزن الجسم باستخدام اختبار ويلكوكسن

م	المتغير	وحدة القياس	الفروق		متوسط الرتب	مجموع الرتب	ويلكوكسن Z	مستوى الدلالة
			الاتجاه	العدد				
1	وزن الجسم	كجم	سالب	10	5.50	55.00	-2.803	0.005
			موجب	0	0.00	0.00		
			تساوي	0				

يتضح من جدول **3** أن قيمة إختبار ولكوكسن في وزن الجسم للرجال الممارسين للبرنامج التدريبي كانت (-2.803) بمستوى دلالة (Sig) (0.005) وهي أقل من (0.05) مما يبين وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى معنوية (0.05) بين القياسين (القبلي – البعدي) ولصالح القياس البعدي في قياس وزن الجسم للرجال الممارسين للبرنامج التدريبي عالي الشدة.

جدول 4 وحدة القياس وفاصل الثقة وحجم التأثير وفاعلية البرنامج ن=10

م	المتغير	وحدة القياس	فاصل الثقة		حجم التأثير	معامل التصحيح	فاعلية البرنامج
			الحد الأدنى	الحد الأعلى			
1	وزن الجسم	كجم	0.293	1.892	1.110	1.063	كبير جداً

يتضح من الجدول (4) أن قيمة معامل حجم الأثر لكوهين (Cohen's d) بلغت (1.110) ونظراً لصغر حجم العينة (ن=10) تم تطبيق معامل تصحيح هيدجيز (Hedges' g) لضبط التحيز في التقدير والذي بلغت قيمته (1.063) وتشير كلتا القيمتين إلى حجم تأثير (كبير جداً) يتجاوز بمراحل الحد الأدنى لمعيار التأثير القوي البالغ (0.8) مما يعكس الفاعلية العالية للبرنامج التدريبي كما يؤكد فاصل الثقة (Confidence Interval) هذا التأثير الجوهري حيث تراوحت قيمته بين الحد الأدنى (0.293) والحد الأعلى (1.892) وبما أن القيمة الصفرية لا تقع ضمن هذه الحدود، فإن ذلك يشير بشكل قاطع إلى أن التغير الملاحظ في متغير وزن الجسم هو تغير حقيقي وأصيل ناتج عن البرنامج التدريبي وليس وليد الصدفة الإحصائية.

جدول 5 دلالة الفروق بين القياسين (القبلي-البعدي) لقياس مؤشر كتلة الجسم باستخدام اختبار ويلكوكسن

م	المتغير	وحدة القياس	الفروق		متوسط الرتب	مجموع الرتب	ويلكوكسن Z	مستوى الدلالة
			الاتجاه	العدد				
2	مؤشر الكتلة	كجم/م²	سالب	10	5.50	55.00	-2.708	0.005
			موجب	0	.00	.00		
			تساوي	0				

يتضح من الجدول (5) أن قيمة اختبار ويلكوكسن (Z) للفروق بين القياسين (القبلي والبعدي) في متغير مؤشر كتلة الجسم بلغت (-2.708) بمستوى دلالة إحصائية (Sig) يبلغ (0.005) وبما أن هذه القيمة أقل من مستوى المعنوية (0.05) فهذا يؤكد وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين وبالنظر إلى اتجاه هذه الفروق ونلاحظ أن جميع أفراد العينة البالغ عددهم (10) قد سجلوا رتباً سالبة في حين انعدمت الرتب الموجبة والمتساوية (صفراً) وهذا يعني أن مؤشر كتلة الجسم قد انخفض لدى جميع المشاركين في القياس البعدي مقارنة بالقياس القبلي ونظراً لأن انخفاض مؤشر الكتلة يعكس التحسن الإيجابي فإن هذه الفروق تعزى لصالح القياس البعدي مما يثبت فاعلية البرنامج التدريبي عالي الشدة المطبق على العينة في تحسين مؤشر كتلة الجسم.

جدول 6 وحدة القياس وفاصل الثقة وحجم التأثير وفاعلية البرنامج لمتغير مؤشر الكتلة (ن=10)

م	المتغير	وحدة القياس	فاصل الثقة		حجم التأثير	معامل التصحيح	فاعلية البرنامج
			الحد الأدنى	الحد الأعلى			
2	مؤشر الكتلة	كجم/م^2	1.490	4.478	2.996	2.869	كبير جداً

يتضح من الجدول (6) أن قيمة معامل حجم الأثر لكوهين (Cohen's d) بلغت (2.996) ونظراً لصغر حجم العينة (ن=10) تم تطبيق معامل تصحيح هيدجيز (Hedges' g) لضبط التحيز في التقدير والذي بلغت قيمته (2.869) وتشير كلتا القيمتين إلى حجم تأثير (كبير جداً) يتجاوز بمراحل الحد الأدنى لمعيار التأثير القوي البالغ (0.8) مما يعكس الفاعلية العالية للبرنامج التدريبي كما يؤكد فاصل الثقة (Confidence Interval) هذا التأثير الجوهري حيث تراوحت قيمته بين الحد الأدنى (1.490) والحد الأعلى (4.478) وبما أن القيمة الصفرية لا تقع ضمن هذه الحدود فإن ذلك يشير بشكل قاطع إلى أن التغير الملاحظ في متغير مؤشر كتلة الجسم هو تغير حقيقي وأصيل ناتج عن البرنامج التدريبي، وليس وليد الصدفة الإحصائية.

جدول 7 دلالة الفروق بين القياسين (القبلي-البعدي) لقياس التمثيل الغذائي باستخدام اختبار ويلكوكسن

م	المتغير	وحدة القياس	الفروق		متوسط الرتب	مجموع الرتب	ويلكوكسن Z	مستوى الدلالة
			الاتجاه	العدد				
3	التمثيل الغذائي	سعرة اليوم	سالب	1	1.00	1.00	-2.701	0.007
			موجب	9	6.00	34.00		
			تساوي	0				

يتضح من الجدول (7) أن قيمة اختبار ويلكوكسن (Z) للفروق بين القياسين (القبلي والبعدي) في متغير معدل التمثيل الغذائي بلغت (2.701-) بمستوى دلالة إحصائية (Sig) يبلغ (0.007) وبما أن هذه القيمة أقل من مستوى المعنوية (0.05) فهذا يؤكد وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين وبالنظر إلى اتجاه هذه الفروق يلاحظ أن الأغلبية العظمى من أفراد العينة البالغ عددهم (9) مشاركين قد سجلوا رتباً موجبة في حين سجل مشارك واحد فقط رتبة سالبة وانعدمت الرتب المتساوية (صفراً) وهذا يعني أن معدل التمثيل الغذائي قد ارتفع لدى أغلب المشاركين في القياس البعدي مقارنة بالقياس القبلي ونظراً لأن ارتفاع معدل التمثيل الغذائي يعكس التحسن الإيجابي (نتيجة لزيادة كفاءة الأيض والكتلة العضلية) فإن هذه الفروق تُعزى لصالح القياس البعدي، مما يثبت فاعلية البرنامج التدريبي عالي الكثافة (HIIT) المطبق على العينة في تحسين معدل التمثيل الغذائي.

جدول 8 وحدة القياس وفاصل الثقة وحجم التأثير وفاعلية البرنامج لمتغير مؤشر الكتلة (ن=10)

م	المتغير	وحدة القياس	فاصل الثقة		حجم التأثير	معامل التصحيح	فاعلية البرنامج
			الحد الأدنى	الحد الأعلى			
3	التمثيل الغذائي	سعرة اليوم	0.104	2.525	1.542	1.477	كبير جداً

يتضح من الجدول (8) أن قيمة معامل حجم الأثر لكوهين (Cohen's d) لمتغير معدل التمثيل الغذائي بلغت (1.542) ونظراً لصغر حجم العينة (ن=10) تم تطبيق معامل تصحيح هيدجيز (Hedges' g) لضبط التحيز في التقدير والذي بلغت قيمته (1.477) وتشير كلتا القيمتين إلى حجم تأثير (كبير جداً) يتجاوز بمراحل الحد الأدنى لمعيار التأثير القوي البالغ (0.8) مما يعكس الفاعلية العالية للبرنامج التدريبي كما يؤكد فاصل الثقة (Confidence Interval) هذا التأثير الجوهري حيث تراوحت قيمته بين الحد الأدنى (0.104) والحد الأعلى (2.525) وبما أن القيمة الصفرية لا تقع ضمن هذه الحدود فإن ذلك يشير بشكل قاطع إلى أن التغير الملاحظ في متغير معدل التمثيل الغذائي هو تغير حقيقي وأصيل ناتج عن البرنامج التدريبي عالي الكثافة وليس وليد الصدفة الإحصائية.

جدول 9 دلالة الفروق بين القياسين (القبلي-البعدي) لقياس الصحة العامة باستخدام اختبار ويلكوكسن

م	المتغير	وحدة القياس	الفروق		متوسط الرتب	مجموع الرتب	ويلكوكسن Z	مستوى الدلالة
			الاتجاه	العدد				
4	الصحة العامة	نقطة	سالب	0	12.50	.00	-2.809	0.005
			موجب	10	.00	55.00		
			تساوي	0				

يتضح من الجدول (9) أن قيمة اختبار ويلكوكسن (Z) للفروق بين القياسين (القبلي والبعدي) في متغير مستوى الصحة العامة بلغت (2.809-) بمستوى دلالة إحصائية (Sig) يبلغ (0.005) وبما أن هذه القيمة أقل من مستوى المعنوية (0.05) فهذا يؤكد وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين وبالنظر إلى اتجاه هذه الفروق يلاحظ أن جميع أفراد العينة البالغ عددهم (10) مشاركين قد سجلوا رتباً موجبة في حين انعدمت الرتب السالبة والمتساوية (صفراً) وهذا يعني أن درجات (نقاط) مستوى الصحة العامة قد ارتفعت لدى جميع المشاركين في القياس البعدي مقارنة بالقياس القبلي ونظراً لأن ارتفاع درجات الصحة العامة يعكس التحسن الإيجابي فإن هذه الفروق تُعزى لصالح القياس البعدي مما يثبت فاعلية البرنامج التدريبي عالي الكثافة (HIIT) المطبق على العينة في الارتقاء بمستوى الصحة العامة.

جدول 10 وحدة القياس وفاصل الثقة وحجم التأثير وفاعلية البرنامج لمتغير الصحة العامة (ن=10)

م	المتغير	وحدة القياس	فاصل الثقة		حجم التأثير	معامل التصحيح	فاعلية البرنامج
			الحد الأدنى	الحد الأعلى			
4	الصحة العامة	نقطة	4.999	14.255	1.488	1.425	كبير جداً

يتضح من الجدول (10) أن قيمة معامل حجم الأثر لكوهين (Cohen's d) لمتغير مستوى الصحة العامة بلغت (1.488) ونظراً لصغر حجم العينة (ن=10) تم تطبيق معامل تصحيح هيدجيز (Hedges' g) لضبط التحيز في التقدير والذي بلغت قيمته (1.425) وتشير كلتا القيمتين إلى حجم تأثير (كبير جداً) يتجاوز بمراحل الحد الأدنى لمعيار التأثير القوي البالغ (0.8) مما يعكس الفاعلية العالية للبرنامج التدريبي كما يؤكد فاصل الثقة (Confidence Interval) هذا التأثير الجوهري حيث تراوحت قيمته بين الحد الأدنى (4.999) والحد الأعلى (14.255) وبما أن القيمة الصفرية لا تقع ضمن هذه الحدود فإن ذلك يشير بشكل قاطع إلى أن التغير الملاحظ في متغير مستوى الصحة العامة هو تغير حقيقي وأصيل ناتج عن البرنامج التدريبي عالي الكثافة وليس وليد الصدفة الإحصائية.

- **مناقشة نتائج الفرض الأول**

تشير نتائج الفرضية إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي في مؤشرات الحالة الصحية لدى الرجال الممارسين للبرنامج التدريبي عالي الكثافة، وذلك لصالح القياس البعدي، ويمكن تفسير هذه النتيجة بأن التدريب عالي الكثافة يمثل محفزًا فسيولوجيًا قويًا يؤدي، عند تطبيقه بصورة منتظمة ومناسبة، إلى مجموعة من التكيفات المرتبطة بتحسين تركيب الجسم والكفاءة الأيضية والوظيفية، الأمر الذي ينعكس إيجابًا على المؤشرات الصحية العامة للممارسين. وتتفق هذه النتيجة بصورة عامة مع نتائج المراجعات المنهجية الحديثة التي أظهرت أن التدريب عالي الكثافة يمكن أن يحسن عددًا من مكونات اللياقة المرتبطة بالصحة، بما في ذلك تركيب الجسم واللياقة القلبية التنفسية والعوامل الأيضية.

أولا: وزن الجسم:

يمكن تفسير الانخفاض الدال في وزن الجسم بعد تطبيق البرنامج التدريبي عالي الكثافة بزيادة الإنفاق الطاقي الناتج عن طبيعة التدريب إضافة إلى استمرار ارتفاع الطلب الأيضي بعد انتهاء جلسة التدريب، فضلًا عن التحسينات التي قد تحدث في استخدام ركائز الطاقة وتنظيم تركيب الجسم، وتدعم هذه النتيجة نتائج دراسة حديثة أجراها Song et al (2024) على طلاب جامعيين يعانون من السمنة، حيث خضع المشاركون لبرنامج HIIT لمدة ثمانية أسابيع، ثلاث مرات أسبوعيًا، وأظهرت النتائج لدى الذكور انخفاضًا معنويًا في وزن الجسم بمقدار **6.92 ±1.08 كغ**، مع انخفاض معنوي في مؤشر كتلة الجسم أيضًا. كما كان اتجاه الانخفاض في مجموعة HIIT أكثر وضوحًا من مجموعة التدريب المستمر متوسط الشدة (Song, Cui, & Su, 2024).

ثانيًا: مؤشر كتلة الجسم(Body Mass Index)

أما التحسن الذي ظهر في مؤشر كتلة الجسم فيمكن تفسيره بصورة مباشرة بالتغير الذي طرأ على وزن الجسم مع ثبات الطول نسبيًا، إذ إن BMI يُحسب من خلال نسبة وزن الجسم إلى مربع الطول. وبالتالي فإن انخفاض وزن الجسم الناتج عن التدريب يؤدي عادةً إلى انخفاض قيمةBMI ، خصوصًا لدى الأشخاص الذين يبدأون البرنامج بزيادة في الوزن أو السمنة.

وتتوافق نتائج الدراسة الحالية مع الدراسة التي أجراها **Song et al. (2024)**، والتي وجدت لدى الرجال المشاركين في برنامج HIIT انخفاضًا معنويًا في BMI بلغ **0.36 ± 2.30كغ/م²** بعد ثمانية أسابيع، وكانت قيمة الدلالة الإحصائية أقل من 0.001. وتشير هذه النتيجة إلى أن التدريب عالي الكثافة يمكن أن يسهم بصورة فعالة في تحسين أحد المؤشرات الأنثروبومترية الشائعة المستخدمة في تقييم حالة الجسم (Song, Cui, & Su, 2024).

ثالثًا: معدل التمثيل الغذائي

تُعد نتيجة تحسن معدل التمثيل الغذائي من النتائج المهمة فسيولوجيًا؛ لأن التدريب عالي الكثافة لا يقتصر تأثيره على أثناء أداء النشاط البدني، بل يمكن أن يؤدي إلى تغيرات في الوظيفة الأيضية واستخدام الطاقة. ويمكن أن يرتبط ذلك بزيادة متطلبات العضلات للطاقة وتحسن النشاط الأيضي للأنسجة وزيادة كفاءة استخدام الركائز الأيضية.

وتدعم هذه النتيجة بصورة مباشرة دراسة Kim et al. (2022) التي تناولت تأثير ثمانية أسابيع من التدريب المتقطع عالي الكثافة منخفض الحجم لدى الرجال المصابين بالسمنة. فقد شملت الدراسة 20 رجلًا، وتم توزيعهم عشوائيًا إلى مجموعة التدريب المستمر متوسط الشدة ومجموعة التدريب المتقطع عالي الشدة منخفض الحجم. وأظهرت النتائج أن معدل الأيض في الراحة (Resting Metabolic Rate) ارتفع بصورة معنوية في القياس البعدي مقارنة بالقبلي في مجموعة التدريب عالي الكثافة، إلى جانب انخفاض وزن الجسم وكتلة الدهون ونسبة الدهون و .BMI، وتُعد هذه الدراسة ذات أهمية خاصة في تفسير النتيجة الحالية لأنها لا تتناول مؤشرًا أيضيًا بعيدًا عن متغير البحث، بل قامت بقياس Resting Metabolic Rateمباشرة قبل وبعد برنامج HIIT لدى الرجال، وهو ما يجعلها من أكثر الدراسات ملاءمة لمناقشة النتيجة الخاصة بمعدل التمثيل الغذائي في الدراسة الحالية (Kim, et al., 2022).

رابعًا: مستوى الصحة العامة

التحسن في مستوى الصحة العامة فيفسر بأن التدريب عالي الكثافة يؤدي إلى مجموعة متكاملة من التكيفات البدنية والنفسية والوظيفية، وليس فقط إلى تغيرات في الوزن أو المؤشرات الأيضية. ومن ثم فإن تحسن الصحة العامة قد يكون نتيجة تراكمية لتحسن اللياقة القلبية التنفسية، والقدرة الوظيفية، والإحساس بالصحة البدنية والنفسية، إضافة إلى التغيرات الإيجابية في تركيب الجسم.

وتتفق هذه النتيجة مع المراجعة المنهجية والتحليل التلوي الذي أجراه Griffiths et al. (2024)حول تأثير HIITفي جودة الحياة. وشملت المراجعة 22 دراسة، وأظهرت أن التدريب عالي الكثافة أدى إلى تحسن معنوي في جودة الحياة العامة بحجم تأثير متوسط، كما أدى إلى تحسن معنوي في الجوانب البدنية والنفسية، وتكتسب هذه النتيجة أهمية خاصة عند تفسير متغير "مستوى الصحة العامة"؛ إذ إن مفهوم الصحة العامة أو الإدراك العام للصحة لا يقتصر على مؤشر جسدي منفرد، وإنما يعكس حصيلة مجموعة من التغيرات البدنية والنفسية والوظيفية. لذلك فإن التحسن الذي سجلته الدراسة الحالية بعد البرنامج يمكن أن يكون انعكاسًا للتأثير المتعدد الأبعاد للتدريب عالي الكثافة (Griffiths, Edwards, & McNamara, 2025).

عرض نتائج الفرض الثاني

2. "توجد فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية (0.05) بين متوسطي رتب درجات القياسين (القبلي والبعدي) في متغيرات مكونات الجسم (كتلة الدهون، كتلة الهيكل العضلي، الدهون الحشوية، إجمالي مياه الجسم، البروتين، المعادن) لدى الرجال الممارسين للبرنامج التدريبي عالي الكثافة، ولصالح القياس البعدي (لصالح التحسن)".

جدول 11 دلالة الفروق بين القياسين (القبلي-البعدي) لقياس مكونات الجسم باستخدام اختبار ويلكوكسن

م	المتغير	وحدة القياس	الفروق		متوسط الرتب	مجموع الرتب	ويلكوكسن Z	مستوى الدلالة
			الاتجاه	العدد				
1	**كتلة الدهون في الجسم**	**كجم**	**سالب**	10	5.50	55.00	-2.803	0.005
			موجب	0	.00	.00		
			تساوي	0				
2	**كتلة الهيكل العضلي**	**كجم**	**سالب**	0	.00	.00	-2.670	0.008
			موجب	9	5.00	45.00		
			تساوي	1				
3	**الدهون الحشوية**	**كجم**	**سالب**	8	4.50	36.00	-2.539	0.011
			موجب	0	.00	.00		
			تساوي	2				
4	**إجمالي المياه بالجسم**	**لتر**	**سالب**	8	.00	.00	-2.760	0.008
			موجب	0	5.00	45.00		
			تساوي	2				
5	**البروتين**	**كجم**	**سالب**	1	1.50	1.50	-2.669	0.008
			موجب	9	5.94	53.50		
			تساوي	0				
6	**المعادن**	**كجم**	**سالب**	0	.00	.00	-2.668	0.008
			موجب	9	5.00	45.00		
			تساوي	1				

يتضح من الجدول (11) نتائج اختبار ويلكوكسن (Wilcoxon) لدلالة الفروق بين القياسين القبلي والبعدي لمتغيرات مكونات الجسم حيث أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية (0.05) في جميع المتغيرات قيد الدراسة وقد تباينت قيم (Z) ومستويات الدلالة (Sig) لتؤكد هذا الأثر الجوهري إذ بلغت في متغير كتلة الدهون (2.803-) بمستوى دلالة (0.005) وفي كتلة الهيكل العضلي (2.670-) بدلالة (0.008) وفي الدهون الحشوية (2.539-) بدلالة (0.011) بينما سجل إجمالي المياه بالجسم (2.760-) بدلالة (0.008) والبروتين (2.669-) بدلالة (0.008) والمعادن (2.668-) بدلالة (0.008) وبالنظر إلى اتجاه هذه الفروق ونلاحظ انسجامها التام مع التغيرات الفسيولوجية والصحية المستهدفة حيث تركزت الرتب السالبة في متغيري كتلة الدهون والدهون الحشوية بما يعكس انخفاضهما الإيجابي في حين تركزت الرتب الموجبة في متغيرات كتلة الهيكل العضلي والبروتين والمعادن دلالةً على نموها وزيادتها وبناءً على ذلك تعزى جميع هذه الفروق لصالح القياس البعدي مما يبرهن بشكل قاطع علمياً وإحصائياً على فاعلية البرنامج التدريبي عالي الكثافة (HIIT) في إحداث تحسن إيجابي وشامل في مكونات الجسم لدى أفراد العينة.

جدول 12 وحدة القياس وفاصل الثقة وحجم التأثير وفاعلية البرنامج لمتغير مكونات الجسم (ن=10)

م	المتغير	وحدة القياس	فاصل الثقة		حجم التأثير	معامل التصحيح	فاعلية البرنامج
			الحد الأدنى	الحد الأعلى			
1	كتلة الدهون في الجسم	كجم	0.913	11.026	0.845	0.809	كبير
2	كتلة الهيكل العضلي	كجم	2.661	5.998	1.856	1.778	كبير جداً
3	الدهون الحشوية	كجم	1.121	4.525	1.723	1.715	كبير جداً
4	إجمالي المياه بالجسم	لتر	4.454	10.545	1.761	1.687	كبير جداً
5	البروتين	كجم	0.103	2.320	0.777	0.744	متوسط
6	المعادن	كجم	0.1287	0.709	0.776	0.743	متوسط

يتضح من الجدول (12) أن البرنامج التدريبي أحدث تأثيرات إيجابية تباينت مستوياتها في المتغيرات الفرعية لمكونات الجسم ونظراً لصغر حجم العينة (ن=10) تم الاعتماد إحصائياً على معامل تصحيح هيدجيز ('Hedges g) لضبط التحيز في تقدير حجم الأثر الأساسي لكوهين (Cohen's d) وقد أظهرت النتائج فاعلية (كبيرة جداً) للبرنامج في متغيرات كتلة الهيكل العضلي، والدهون الحشوية، والتمثيل الغذائي، وإجمالي المياه بالجسم، والصحة العامة حيث تراوحت قيم معامل هيدجيز لها بين (1.425) و(1.778) متجاوزة بذلك معيار التأثير القوي البالغ (0.8) في حين ظهر تأثير (كبير) في متغير كتلة الدهون في الجسم بقيمة بلغت (0.809) بينما كان التأثير (متوسطاً) في

متغيري البروتين والمعادن بقيمتي (0.744) و(0.743) على التوالي وعلاوة على ذلك تؤكد مخرجات فاصل الثقة (Confidence Interval) لجميع المتغيرات قيد الدراسة هذه النتائج الجوهرية إذ يتبين أن القيمة الصفرية لا تقع ضمن حدود الفاصل (بين الحدين الأدنى والأعلى) لأي من المتغيرات الثمانية مما يبرهن بشكل قاطع على أن التحسن الملاحظ في كافة مكونات الجسم هو تحسن حقيقي وأصيل يعزى علمياً إلى فاعلية البرنامج التدريبي المطبق وليس وليد الصدفة الإحصائية.

مناقشة نتائج الفرض الثاني:

تشير نتائج الفرضية إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى معنوية (0.05) بين متوسطي رتب درجات القياسين القبلي والبعدي في متغيرات مكونات الجسم لدى الرجال الممارسين للبرنامج التدريبي عالي الكثافة، ولصالح القياس البعدي. وتشمل هذه المتغيرات كتلة الدهون، وكتلة الهيكل العضلي، والدهون الحشوية، وإجمالي مياه الجسم، والبروتين، والمعادن. ويمكن تفسير هذه النتيجة في ضوء طبيعة التدريب عالي الكثافة، الذي يجمع بين فترات من العمل البدني المرتفع الشدة وفترات استشفاء قصيرة، بما يؤدي إلى استثارة كبيرة للأجهزة العضلية والطاقية والأيضية، ومن ثم إحداث تكيفات تدريجية في تركيب الجسم. وتدعم الأدلة الحديثة بصورة عامة قدرة HIIT على إحداث تغيرات إيجابية في مكونات الجسم.

أولًا: كتلة الدهون

يمكن تفسير الانخفاض الدال إحصائياً **كتلة الدهون** بعد تطبيق البرنامج التدريبي عالي الكثافة بزيادة الطلب على الطاقة أثناء فترات العمل مرتفعة الشدة، إلى جانب التكيفات التي تحدث في القدرة التأكسدية واستخدام الأحماض الدهنية والإنفاق الطاقي الكلي، ومع تكرار الجلسات التدريبية على مدى أسابيع يمكن أن يؤدي عدم التوازن بين إنفاق الطاقة ومدخلاتها، عندما لا يتم تعويض الطاقة المصروفة غذائيًا يؤدي ذلك إلى انخفاض مخزون الدهون في الجسم، وتتفق نتيجة الدراسة الحالية بصورة واضحة مع نتائج Khodadadi et al. (2023)، الذين أجروا مراجعة منهجية وتحليلًا تلويًا شمل 36 تجربة عشوائية محكومة، ووجدوا أن HIIT أدى، عند جمع أنماط التدريب المختلفة، إلى انخفاض معنوي في كتلة الدهون (Khodadadi, et al., 2023).

وبذلك فإن انخفاض كتلة الدهون في القياس البعدي في الدراسة الحالية يمكن اعتباره استجابة متوقعة للتدريب عالي الكثافة، خاصة إذا كان البرنامج قد استمر مدة كافية وبحجم تدريبي منتظم.

ثانيًا: كتلة الهيكل العضلي

الزيادة التي ظهرت في كتلة الهيكل العضلي بعد البرنامج، يمكن تفسيرها بأن التدريبات عالية الكثافة، وخصوصًا عندما تتضمن تمارين متعددة المفاصل أو تمارين مقاومة بوزن الجسم أو مقاومات خارجية، تفرض حملًا ميكانيكيًا وأيضيًا مرتفعًا على العضلات، ويؤدي تكرار هذا الحمل إلى تحفيز التكيفات العصبية والعضلية، وتحسين القدرة على تجنيد الوحدات الحركية، وقد يصاحبه تحسن في الكتلة العضلية أو الكتلة الخالية من الدهون.

وتدعم ذلك نتائج Scoubeau et al. (2022)، الذين أجروا مراجعة منهجية وتحليلًا تلويًا لتأثير التدريب عالي الكثافة لكامل الجسم، وشملت المراجعة 22 دراسة. وأظهرت النتائج أن التدريب أدى مقارنة بعدم ممارسة الرياضة إلى تحسن معنوي في الكتلة الخالية من الدهون، إلى جانب تحسن كتلة الدهون واللياقة العضلية الهيكلية (Scoubeau, Bonnechere, Cnop, Faoro, & Klass, 2022).

وتشير هذه النتيجة إلى أن HIIT لا يؤدي بالضرورة إلى فقدان الكتلة العضلية مع انخفاض الدهون، بل يمكن، عند تصميمه بصورة مناسبة، أن يحافظ على الكتلة الخالية من الدهون أو يحسنها، وهذا ينسجم مع النتيجة الحالية التي أظهرت تحسنًا في كتلة الهيكل العضلي إلى جانب انخفاض كتلة الدهون، وهو ما يمثل تغيرًا إيجابيًا في تركيب الجسم وليس مجرد انخفاض في وزن الجسم.

ثالثًا: الدهون الحشوية

يُعد انخفاض الدهون الحشوية من النتائج المهمة من الناحية الصحية؛ لأن الدهون المتراكمة حول الأعضاء الداخلية ترتبط بصورة أكبر بالمخاطر الأيضية والقلبية الوعائية مقارنة بالدهون تحت الجلد، ويمكن تفسير التحسن في هذا المتغير بأن التدريب عالي الكثافة يرفع الطلب الأيضي ويحفز مجموعة من التكيفات المرتبطة باستعمال الدهون وتنظيم حساسية الأنسولين والوظيفة الأيضية، وهي عوامل يمكن أن تسهم تدريجيًا في تقليل النسيج الدهني الحشوي، وتتفق النتيجة الحالية مع نتائج Chen et al. (2024)، الذين أجروا مراجعة منهجية وتحليلًا شبكيًا شمل 84تجربة عشوائية و4836 مشاركًا، ووجدوا أن التدريب عالي الكثافة كان من أنماط التدريب الفعالة في خفض الدهون الحشوية، إلى جانب تحسن عدد من مؤشرات تركيب الجسم (Chen, He, Xie, Zhang, & Cao, 2024).

ومن ثم، فإن الانخفاض في مستوى الدهون الحشوية لدى أفراد الدراسة الحالية يمكن أن يعكس استجابة تكيفية للتدريب المنتظم، خصوصًا إذا تزامن مع انخفاض كتلة الدهون الكلية وتحسن المؤشرات الأيضية.

رابعًا: إجمالي مياه الجسم

يمكن تفسير التحسن في إجمالي مياه الجسم (Total Body Water) باعتباره مرتبطًا بصورة وثيقة بالتغيرات في الكتلة الخالية من الدهون والكتلة العضلية؛ إذ تمثل المياه مكونًا رئيسيًا من الأنسجة الخالية من الدهون، كما ترتبط

كمية الماء داخل الجسم بكتلة الخلايا والعضلات وتوزيع السوائل داخل وخارج الخلايا، ولذلك فإن أي تغير إيجابي في المكونات الخالية من الدهون يمكن أن يصاحبه تغير في إجمالي مياه الجسم.

وتكتسب هذه النتيجة أهمية خاصة لأن الدراسة الحالية استخدمت جهاز تحليل مكونات الجسم InBodyأ، إذ إن هذا الجهاز يقدم إجمالي مياه الجسم باعتباره أحد مكونات تركيب الجسم إلى جانب كتلة البروتين والمعادن والكتلة العضلية، وتوضح دراسة حديثة منشورة في BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation استخدام جهاز InBody 770 لتحديد وزن الجسم وكتلة الهيكل العضلي وكتلة الدهون والكتلة الخالية من الدهون وإجمالي مياه الجسم والبروتين والمعادن ومعدل الأيض الأساسي لدى الرجال الرياضيين (Fritz, Fritz, & Mayer, 2022).

وبناءً عليه، يمكن تفسير التحسن في إجمالي مياه الجسم في الدراسة الحالية باعتباره جزءًا من التغير المتكامل في الكتلة الخالية من الدهون والكتلة العضلية، وليس بالضرورة باعتباره زيادة في "الماء الحر" بصورة منفصلة عن بقية مكونات الجسم.

خامسًا: البروتين

يمكن تفسير التحسن في كتلة البروتين في الجسم باعتباره مرتبطًا بزيادة أو المحافظة على الأنسجة الخالية من الدهون، وبخاصة النسيج العضلي. فالبروتين يمثل أحد المكونات الأساسية للكتلة الخالية من الدهون، ولذلك فإن تحسن الكتلة العضلية الناتج عن التدريب قد يصاحبه تغير في تقدير كتلة البروتين.

وتدعم هذه العلاقة بيانات دراسة Iglay et al (2007) حول مكونات الجسم المقاسة بأجهزة تحليل تركيب الجسم، إذ تُظهر دراسات تحليل تركيب الجسم أن Protein Mass يرتبط بالكتلة العضلية والمكونات الخالية من الدهون، كما أن التغيرات في هذه المكونات تكون حساسة للتدريب البدني والتكيف العضلي (Iglay, Thyfault, & Apolzan).

ومن الناحية الفسيولوجية، فإن التدريب عالي الشدة يوفر محفزًا متكررًا للعضلات، ومع توافر التغذية البروتينية والطاقة الكافية يمكن أن يؤدي إلى زيادة تصنيع البروتين العضلي والمحافظة على الأنسجة العضلية. ولهذا فإن اتجاه الزيادة في كتلة البروتين الذي ظهر في الدراسة الحالية يتوافق مع اتجاه التحسن في كتلة الهيكل العضلي.

سادسًا: المعادن

يمكن تفسير الزيادة في كتلة المعادن باعتبارها مرتبطة بالمكونات المعدنية للكتلة الخالية من الدهون، ولا سيما المحتوى المعدني للعظام والأنسجة الخالية من الدهون. وقد تعكس التغيرات في هذا المؤشر التكيفات الهيكلية التي تحدث مع التدريب البدني المنتظم، خصوصًا عندما يتضمن البرنامج أحمالًا ميكانيكية متكررة.

وتشير الأدلة الحديثة في مجال التدريب عالي الكثافة الوظيفي إلى وجود علاقة بين حجم التدريب ومكونات الجسم الخالية من الدهون والمكونات المعدنية. فقد وجد Cunha et al. في دراسة عن التدريب عالي الكثافة الوظيفي أن المشاركين الذين مارسوا حجمًا تدريبيًا أعلى كانت لديهم كتلة نسيجية خالية من الدهون أعلى وكثافة معدنية عظمية أعلى مقارنة بالمجموعات ذات الحجم التدريبي الأقل، وهو ما يدعم العلاقة بين التعرض التدريبي المنتظم وبعض مكونات البنية العضلية والهيكلية (Cavedon, Milanese, Marchi, & Zancanaro, 2020).

وعليه، يمكن أن يكون التحسن في كتلة المعادن في الدراسة الحالية جزءًا من التكيف العام للجسم مع البرنامج التدريبي، ولا سيما إذا كانت تدريبات HIIT المستخدمة تتضمن القفز أو الجري أو الحركات التي تحمل وزن الجسم.

الاستنتاجات

من خلال النتائج التي توصلت اليها الدراسة يمكن حصر الاستنتاجات في النقاط التالية:

- انخفاض وزن الجسم بعد تطبيق البرنامج التدريبي عالي الكثافة.
- انخفاض مؤشر كتلة الجسم (BMI) لصالح القياس البعدي.
- تحسن معدل التمثيل الغذائي بعد البرنامج.
- تحسن مستوى الصحة العامة لدى المشاركين.
- انخفاض كتلة الدهون نتيجة البرنامج التدريبي.
- انخفاض الدهون الحشوية، بما يعكس تحسنًا في تركيب الجسم.
- زيادة كتلة الهيكل العضلي لصالح القياس البعدي.
- تحسن إجمالي مياه الجسم بعد البرنامج.
- زيادة كتلة البروتين، بما يتوافق مع تحسن المكونات الخالية من الدهون.
- تحسن كتلة المعادن ضمن مكونات الجسم.

بصورة عامة، تشير النتائج إلى أن البرنامج التدريبي عالي الكثافة أسهم في تحسين الحالة الصحية وتركيب الجسم لدى الرجال، من خلال خفض المكونات الدهنية وتحسين المكونات العضلية والخالية من الدهون .

التوصيات

استنادًا إلى الاستنتاجات التي أظهرت فاعلية البرنامج التدريبي عالي الكثافة في تحسين مؤشرات الحالة الصحية ومكونات الجسم لدى الرجال، يمكن تقديم التوصيات الآتية:

1. اعتماد برامج التدريب عالي الكثافة ضمن البرامج التدريبية الموجهة للرجال الراغبين في تحسين الحالة الصحية وتركيب الجسم، مع مراعاة الفروق الفردية في المستوى البدني.
2. تطبيق برامج HIIT بصورة تدريجية ومنظمة من حيث شدة الحمل وحجمه وفترات العمل والاستشفاء، لتجنب الإجهاد البدني وضمان تحقيق التكيفات التدريبية المطلوبة.
3. الاستفادة من التدريب عالي الكثافة في خفض كتلة الدهون والدهون الحشوية وتحسين مؤشرات زيادة الوزن، مع دمجه ضمن برامج شاملة للوقاية من عوامل الخطورة المرتبطة بالسمنة.
4. الاهتمام بالمكون العضلي للبرنامج التدريبي، من خلال تضمين تمارين تستهدف المجموعات العضلية الرئيسة؛ للمساعدة في المحافظة على كتلة الهيكل العضلي وتحسينها بالتزامن مع خفض الدهون.
5. إجراء قياسات دورية لتركيب الجسم قبل البرنامج وبعده وخلال مراحل تطبيقه، باستخدام وسائل قياس موثوقة، لمتابعة التغيرات في كتلة الدهون، والكتلة العضلية، والدهون الحشوية، ومكونات الجسم الأخرى.
6. عدم الاعتماد على وزن الجسم أو مؤشر كتلة الجسم وحدهما في تقييم نتائج البرامج التدريبية، وإنما الاستعانة بمؤشرات تركيب الجسم؛ لأنها توفر صورة أكثر دقة عن التغير في الدهون والكتلة العضلية.
7. مراعاة الحالة البدنية والصحية للممارسين قبل البدء بالتدريب عالي الكثافة، مع إجراء التقييم الأولي المناسب وتحديد شدة التدريب وفق قدراتهم الفردية.
8. الاهتمام بالتغذية والاستشفاء إلى جانب التدريب، ولا سيما توفير الاحتياجات المناسبة من الطاقة والبروتين والسوائل؛ لدعم التكيف العضلي وتحسين تركيب الجسم.
9. تشجيع المؤسسات الرياضية والصحية على إدراج برامج HIIT المقننة ضمن برامج اللياقة البدنية والصحة الوقائية، بعد تكييفها وفق خصائص الفئة المستهدفة.
10. إجراء دراسات مستقبلية تقارن بين HIIT وأنماط التدريب الأخرى، مع فترات متابعة أطول، وباستخدام عينات أكبر، للتحقق من استمرارية التحسن في مؤشرات الحالة الصحية وتركيب الجسم.

المراجع

Anderson, G., Garcia, C. J., Sweed, T., & Medler, S. (2024). Measuring Body Composition and Functional Strength: Implications for the Clinical Assessment of Skeletal Muscle. *Physiology*. doi:https://doi.org/10.1152/physiol.2024.39.s1.385

Cavedon, V., Milanese, C., Marchi, A., & Zancanaro, C. (2020). Different amount of training affects body composition and performance in High-Intensity Functional Training participants. *Plos one, 15*(8), p. e0237887. doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237887

Chen, X., He, H., Xie, K., Zhang, L., & Cao, C. (2024). Effects of various exercise types on visceral adipose tissue in individuals with overweight and obesity: A systematic review and network meta-analysis of 84 randomized controlled trials. *Obesity Reviews, 25*(3), p. e13666. doi:https://doi.org/10.1111/obr.13666

Edwards, J. J., Griffiths, M., Deenmamode, A. P., & Drisooll, J. M. (2023). High-Intensity Interval Training and Cardiometabolic Health in the General Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Sports Medicine (Auckland, N. Z), 53*(9), pp. 1753-1763. doi:https://doi.org/10.1007/s40279-023-01863-8

Fritz, P., Fritz, R., & Mayer, L. (2022). Hungarian male water polo players' body composition can predict specific playing positions and highlight different nutritional needs for optimal sports performance. *BMC Sports Sci Med Rehabil, 14*(165). doi:https://doi.org/10.1186/s13102-022-00560-9

Fuller, N., Wells, J. K., & Elia, M. (Journal of Nuytition). Evaluation of a model for total body protein mass based on dual-energy X-ray absorptiometry: comparison with a reference four-component model. *British, 86*(1), pp. 45-52. doi:https://doi.org/10.1079/BJN2001387

Griffiths, M., Edwards, J. J., & McNamara, J. (2025). The effects of high intensity interval training on quality of life: a systematic review and meta-analysis. *J Public Health (Berl), 33*, pp. 2175-2185. doi: https://doi.org/10.1007/s10389-024-02192-4

Iglay, H., Thyfault, J., & Apolzan, J. (n.d.). Resistance training and dietary protein: effects on glucose tolerance and contents of skeletal muscle insulin signaling proteins in older persons. *The American Journal of Clinical Nutrition, 85*, pp. 1005-1013.

Khodadadi, F., Bagheri, R., Negaresh, R., Moradi, S., Nordvall, M., Camera, D. M., . . . Suzuki, K. (2023).). The Effect of High-Intensity Interval Training Type on Body Fat Percentage, Fat and Fat-Free Mass: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of Clinical Medicine, 12*(6), p. 2291. doi:https://doi.org/10.3390/jcm12062291

Khodadadi, F., Bagheri, R., Negaresh, R., Moradi, S., Nordvall, M., Camera, D. M., . . . Suzuki, K. (2023). The Effect of High-Intensity Interval Training Type on Body Fat Percentage, Fat and Fat-Free Mass: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of clinical medicine, 12*(6), p. 2291. doi:https://doi.org/10.3390/jcm12062291

Kim, E. S., Kim, D. H., Kim, D. A., Kim, J. W., Choi, J. Y., & Yoon, S. J. (2022).). The Effects of 8-week Low-Volume High Intensity Interval Exercise on Leptin, Blood Lipid and Resting Metabolic Rate in Obese Men. *The Korean Journal of Physical Educayion, 61*(5), pp. 135-147.

MacKenzie-Shalders, K., Kelly, J. T., So, D., Coffey, V. G., & Byrne, N. M. (2020). The effect of exercise interventions on resting metabolic rate: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences, 38*(14), pp. 1635-1649. doi:https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1754716

Mohajan, D., & Mohajan, H. K. (2024). Visceral Fat Increases Cardiometabolic Risk Factors Among Type 2 Diabetes Patients. *Innovation in Science and Technology, 3*(5), pp. 26-30. doi:https://doi.org/10.56397/ist.2024.09.03

Pklaza-Florido, A., & Alcantara, J. M. (n.d.). Resting Metabolic Rate of Individuals. *Mwtabolites, 13*(8), p. 926. doi:https://doi.org/10.3390/metabo13080926

Poon, E. T., Wongpipit, W., Li, H. Y., Wong, S. H., Siu, P. M., Kong, A. P., & Johnson, N. A. (2024). High-intensity interval training for cardiometabolic health in adults with metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Sports medicine, 58*(21), pp. 1267-1284. doi:https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108481

Poon, L. T., Li, H. Y., Little, J. P., Wong, S. H., & Ho, R. S. (2024). Efficacy of Interval Training in Improving Body Composition and Adiposity in Apparently Healthy Adults: An Umbrella Review with Meta-Analysis. *Aports Medicine (Auckland, N. Z,), 54*(11), pp. 2817-2840. doi:https://doi.org/10.1007/s40279-024-02070-9

Prado, C. M., Conzalez, M. C., Norman, K., Barazzoni, R., Cederholm, T., Compher, C., . . . Bosy-Westphal, A. (2025). Methodological standards for body composition-an expert-endorsed guide for research and clinical applications:

levels, models, and terminology. *The American journal of clinical nutrition, 122*(2), pp. 384-391. doi:https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2025.05.022

Quah, S. R. (2025). Public Health and Epidemiology in a Perilous World, International Encyclopedia of Public Health. *Academic Press, Third Edtion*, pp. 2-10. doi:https://doi.org/10.1016/b978-0-323-99967-0.00171-x

Rodriguez, J. B., Rodriguez de Vera, G., Belmonte, L. S., Mesa Diaz, A. M., Caballero, M. I., Galan, I., & Martinez-Brocca, M. A. (2024). Transforming body composition with semaglutide in adults with obesity and type 2 diabetes mellitus. *Frontiers in Endocrinology, 1386542*, p. 15.

Scoubeau, C., Bonnechere, B., Cnop, M., Faoro, V., & Klass, M. (2022). Effectiveness of Whole-Body High-Intensity Interval Training on Health-Related Fitness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Inviromental research and public health, 19*(5), p. 9559. doi:https://doi.org/10.3390/ijerph19159559

Song, X., Cui, X., & Su, W. (2024). Comparative effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on weight and metabolic health in college students with obesity. *Sci Rep, 14*(16558). doi: https://doi.org/10.1038/s41598-024-67331-z

Yanmeng, Q., Han, Y., Dandan, L., Xiao, W., Xitong, J., & Xuesong, S. (2025). Association between body composition components and bone mineral density in older adults. *Scientific Report, 15*(1), p. 26190. doi:https://www.nature.com/articles/s41598-025-11642-2