

أثر التدريب المتقاطع في تركيب الجسم ومحتوى معادن العظام والقوة العضلية القصوى لدى

الرياضيين

**Effect of Cross-Fit Training on Body Composition, Bone Mineral
Content and Maximum Muscle Strength in Athletes**

إعداد

د. بشار صالح

ORCID 0009-0005-2678-643x

جامعة النجاح الوطنية/ فلسطين

bashar.saleh@najah.edu

2024

الملخص

هدفت الدراسة للتعرف إلى أثر التدريب المتقاطع في تركيب الجسم ومحتوى المعادن في العظام والقوة العضلية العضلية القصوى لدى الرياضيين، حيث تم تطبيق برنامج تدريبي لمدة (8) أسابيع، علي عينة تكونت من الدراسة على عينة مكونة من (15) رياضي، واستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة والقياس المتكرر، وقد أظهرت نتائج التحليل لإحصائي باستخدام الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \geq 0.05$) بين القياسات المتكررة، وذلك على متغيرات (مؤشر كتلة الجسم (BMI)، وكتلة الشحوم (FM)، والقوة العضلية القصوى للرجلين)، في حين لم تظهر النتائج فروقا ذات دلالة إحصائية في محتوى المعادن في العظام، بينما أظهرت النتائج تحسناً في محتوى المعادن في العظام (BMC) وكان تحسناً غير دالاً إحصائياً بحيث وصل معدل التحسن إلى (2.85%). وقد أوصى الباحث بضرورة استخدام التدريب المتقاطع خصوصاً في مراحل اعداد اللاعبين، لما له من أثر على تركيب الجسم والقوة العضلية.

الكلمات المفتاحية:

مؤشر كتلة الجسم، كتلة الشحوم، التدريب المتقاطع، محتوى المعادن في العظام

Abstract

The study aimed to identify the effect of cross-training on body composition, bone mineral content, and maximum muscular strength among athletes. (15) Athletes carried out Cross-Fit training for (8) weeks, and the researcher used the experimental method. With a single-group design and repeated measurement, the results of statistical analysis using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) showed that there were statistically significant differences at the level of significance ($\alpha \geq 0.05$) between the repeated measurements, on the variables (body mass index (BMI) and fat mass (FM), and the maximum muscular strength of the legs), while the results did not show statistically significant differences in bone mineral content, the results showed an improvement in bone mineral content (BMC), amounting to (2.85%). The researcher recommended the necessity of using cross-training, especially during the player preparation stages, because of its impact on body composition and muscle strength.

key words

Body Mass Index, Fat Mass, Cross-Fit Training, Bone Mineral Content

مقدمة الدراسة:

تعد تمارين المقاومة بأشكالها المتنوعة أحد أهم التمرينات المستخدمة في إعداد الرياضيين في مختلف الألعاب الرياضية، حيث تساهم في زيادة وتحسين القوة العضلية، وزيادة كثافة المعادن في العظام، حيث يؤكد Steve et al (2022) على دور برامج التدريب بالمقاومات المتنوعة التي لا تقل عن ثلاثة أيام أسبوعياً في زيادة قوة الأطراف السفلية وزيادة كثافة المعادن في عظام الفخذ والورك، كما يشيرون إلى أن رافعي الأثقال لديهم محتوى معدني في العظام مرتفع جداً. كما أن كثافة العظام (Bone Mineral Density) أعلى عند الرياضيين الممارسين للنشاط الرياضي بشكل عام، ويتفوق رياضي القوة عن غيرهم من الرياضيين بشكل خاص، والسبب في ذلك يعود لزيادة القوة العضلية.

وفي هذا السياق يشير Gomarsca et al (2020) إلى إن العضلات ترتبط بالهيكل العظمي بشكل وثيق عبر الوظائف الميكانيكية، ووظائف الغدد الصماء التي تعتبر غاية في الحساسية للنشاط البدني، ويؤكد Grgic et al (2020) على أن الأحمال الميكانيكية الخارجية التي يتعرض لها الجسم أثناء أداء تمرينات القوة (الجاذبية الأرضية، القصور الذاتي) والتي تقود للأحمال الداخلية (تقلص العضلات الهيكلية) تؤدي إلى زيادة تحفيز العظام، وزيادة المعادن فيها. حيث أن العضلات الهيكلية أثناء تمارين المقاومة، تطلق عوامل نمو مختلفة معروفة بتأثيرها على تخليق البروتين في العضلات وتدوير العظام (إعادة تكوين العظم بواسطة خلايا العظم الإصلاحية البنائية)، وعلى سبيل المثال (عامل النمو الشبيه بالأنسولين، انتر لوكين-6). وقد أشارت العديد من الدراسات السابقة، مثل دراسة Guizeline et al (2018)، ودراسة Jones, et al (2021) إلى الدور البارز لتمرينات المقاومة في زيادة قوة العضلات وكتلتها، وقدرتها الوظيفية، بالإضافة لبعض الدراسات التي أشارت إلى أن تمارين المقاومة تؤدي إلى زيادة محتوى المعادن في العظام، مثل دراسة Kemmler et al (2020)، ودراسة Rahimi et al (2020).

ويعد التدريب المتقاطع (Cross-Fit Training) واحد من الأساليب التدريبية الحديثة والمتطورة التي ظهرت على الساحة التدريبية، حيث لاقت استحسان وإقبال المتدربين في مراكز اللياقة البدنية، حيث تم افتتاح أول صالة رياضية للكروس فيت في ولاية كاليفورنيا الأمريكية في العام (2000)،

ومن ذلك الحين تم افتتاح أكثر من (13000) صالة رياضية في ما لا يقل عن (142) دولة في العالم (Claudino., et al. 2018)، وقد أصبح التدريب المتقاطع أحد الأشكال الحديثة في التدريب، والتي تستخدم تمارين متنوعة ووسائل غير تقليدية متعددة وأدوات مختلفة، بغرض إحداث تغييرات شاملة في القدرات البدنية والفسولوجية تسهم في الإرتقاء بمستوى النشاط الرياضي التخصصي، حيث كما أشار Mehmet & Idris (2020) إلى أن تمارينات الكروس فيت تعتبر من أساليب التدريبية الوظيفية عالية الشدة، التي تطورت بشكل كبير في السنوات الأخيرة، وهي عبارة عم أسلوب بديل للأساليب التقليدية التي تستخدم تمارين المقاومة بالأجهزة والأدوات التقليدية، حيث تتضمن تمارين القوة واللياقة البدنية بشكل عام، وعادة ما تكون شدة تلك التمارين عالية، ويتم أدائها بشكل سريع ومتكرر مع فترات راحة بينية قليلة جدا، أو معدومة.

وفي هذا السياق يؤكد Oguzhan et al (2019) على ارتفاع شدة تمارين الكروس فيت وسرعة تكرارها، وانخفاض فترات الراحة البينية أو انعدامها، كما ويؤكدوا على دور وأهمية تلك التمارين في التأثير على تركيب الجسم، والقوة العضلية، والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (Vo2Max)، كما تؤثر في أداء القلب والأوعية الدموية، وتؤدي إلي تحسين القدرات اللاهوائية، والقدرة على إنتاج قوة عالية، والقدرة على إنتاج الطاقة من خلال تحسين عمليات التمثيل الغذائي. كما تؤكد Elina & Olga (2019)، على الدور النفسي لتمارين الكروس فيت، حيث تؤدي إلى تأثيرات نفسية إيجابية على الرياضيين، كالاستمتاع بالتمارين، والتحدي، والرضا، مما يساهم في تحقيق الأهداف البدنية والفسولوجية مثل (التحمل القلبي الوعائي، والتأثيرات الإيجابية على الجهاز التنفسي، القوة العضلية، المرونة، والتوازن).

وبالحديث عن العظام فقد ذكر Dutton (2019) أن قوة العظام مرتبطة بشكل مباشر بمحتوى المعادن فيها وكثافتها، وأن صحة العظام تتأثر بشكل أساسي بكثافة المعادن فيها، حيث أن كثافة المعادن في العظام يمكن أن تقلل من تعرض العظم للكسر إذ تعد العظام أصلب الأنسجة الضامة في الجسم. إضافة الى ذلك فان الضغط الخارجي الواقع على الهيكل العظمي يشكل أحد العوامل الرئيسية التي تؤثر على قوى العظام حيث يتأثر حجم وبنية العظام باتجاه ومقدار القوة الواقعة عليها

عن طريق خاصية إعادة التشكيل (Bone-remodeling) والتي تنص على أن العظام تقوم بإعادة تشكيل نفسها طوال الحياة بناء على أن العظام تعتبر نشطة الايض، ومن أهم ما ذكر ضمن خاصية إعادة تشكيل العظام هو قانون وولف وهي نظرية وضعها العالم الألماني (Julius Wolff) عام 1902 وتنص تلك النظرية على أن العظام في الأفراد الأصحاء سوف تتكيف لمواجهة الأحمال الواقعة عليها، فعندما تكون عظمة معرضة لأحمال زائدة فإنها ستعيد تشكيل نفسها مع الوقت لتصبح أكثر قوة لمواجهة نوع الحمل الزائد، وكنتيجة لهذا التكيف فإن القشرة الخارجية للعظام تصبح أكثر صلابة (Floyd, 2015)، كما يعد النشاط البدني عامل رئيسي يساهم في زيادة محتوى المعادن في العظام من خلال الضغط الواقع على العظام بفعل العضلات، حيث أن الأنشطة التي تفرض أحمالا أكبر على بنية العظام تؤدي الى مكاسب أكبر في محتوى معادن العظام.

مشكلة الدراسة وأسئلتها:

لوحظ في الآونة الأخيرة الانتشار الكبير لاستخدام التدريب المتقاطع (Cross-Fit Training) كأحد الأساليب التدريبية الحديثة والمتطورة، كما لوحظ تفاوت أغراض استخدام هذا التدريب من قبل المدربين، كأسلوب لتطوير القدرات البدنية والفسولوجية، وتركيب الجسم، والحالة النفسية، والبعض الآخر درس أثر تلك التمرينات في تطوير عناصر اللياقة البدنية المرتبطة بالصحة، وفي ظل تنامي دراسة تأثير التدريبات الرياضية بشكل عام، وتمارين الماومة بشكل خاص، على القوة العضلية، وعلاقة ذلك بمحتوى معادن العظام، جاءت مشكلة الدراسة من خلال رغبة الباحث في معرفة أثر تمارين الكروست فيت في محتوى معادن العظام لدى الرياضيين، بالإضافة لمعرفة أثر تلك التمرينات في القوة العضلية القصوى لعضلات الرجلين.

أسئلة الدراسة:

سعت الدراسة للإجابة عن السؤال الآتي:

هل يوجد أثر للتدريب المتقاطع في منحنى التغير للمتغيرات قيد الدراسة (مؤشر كتلة الجسم، كتلة الشحوم، محتوى المعادن في العظام، والقوة العضلية القصوى لعضلات الرجلين)؟

أهداف الدراسة وأهميتها:

سعت الدراسة للتعرف إلى:

هل يوجد أثر للتدريب المتقاطع في منحنى التغير للمتغيرات قيد الدراسة (مؤشر كتلة الجسم، كتلة الشحوم، محتوى المعادن في العظام، والقوة العضلية القصوى لعضلات الرجلين)؟"

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة بكونها من الدراسات القليلة التي تناولت موضوع التدريب المتقاطع كأحد الأساليب المتبعة في التدريب، كما أنها تسلط الضوء على أثر التدريب المتقاطع في تركيب الجسم ومحتوى المعادن في العظام لدي شريحة هامة وهي الرياضيين، كما أنها تسلط الضوء على أسلوب تدريبي قد يحقق فوائد تزيد من محتوى معادن العظام لدى الرياضيين مما يساعد في الارتقاء بمستوى الأداء البدني لدى الرياضيين، بالإضافة لتحسن القدرات الفسيولوجية لديهم.

مصطلحات الدراسة:

مؤشر كتلة الجسم (BMI) Body Max Index

هي قيمة مشتقة من الكتلة (الوزن) والطول للشخص، وهي عبارة عن كتلة الجسم مقسومة على مربع طول الجسم، ويتم التعبير عنه بوحدة كجم / م²، الناتجة عن الكتلة بالكيلوجرام (كجم) والطول بالأمتار (م) (Eknoyan, 2008).

محتوى المعادن في العظام (BMC) Bone mineral content

هو عبارة عن كمية أو محتوى المعادن في موقع محدد في الهيكل العظمي (مثل عنق الفخذ أو المنطقة القطنية في الهيكل لعظمي) أو في كامل الجسم (Legros et al., 1987).

حدود الدراسة:

1. الحد الزمني:

تم إجراء هذه الدراسة في الفترة الواقعة بين (2024/2/25 الى 2024/5/16) بحيث

تم إجراء القياسات والفحوصات الطبية لجميع أفراد عينة الدراسة في هذه الفترة.

2. الحد البشري: اقتصرت هذه الدراسة على بعض اللاعبين في نادي ترائي فيتنس للياقة

البدنية.

3. الحد المكاني: أجرى الباحث البرنامج التدريبي في نادي ترائي فيتنس في رام الله، كما تم

عمل القياسات والفحوصات الطبية جميعها في مركز طبي في مدينة رام الله.

الطريقة والإجراءات

منهج الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة استخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة، والقياسات المتكررة، وذلك لملائمته لطبيعة هذه الدراسة وأهدافها.

مجتمع الدراسة:

تكون مجتمع الدراسة من مشتركلي اللياقة البدنية في نادي ترائي فيتنس البالغ عددهم (300) مشترك تقريباً، حسب المسجلات الرسمية للنادي.

عينة الدراسة:

تكونت عينة الدراسة من (15) مشتركاً تم اختيارهم بالطريقة العمدية، بلغ متوسط طول العينة (175.6) سنتيمتر عند انحراف معياري (2.24)، وبلغ متوسط كتلة الجسم للعينة (83.3) كيلوغرام عند انحراف معياري (5.13)، في حين بلغ متوسط العمر للعينة (28.5) عام عند انحراف

معياري (3.41)، كما أن قيم معامل الإلتواء تراوحت بين (-0.73) و (2.03) وهي تنحصر ما بين (+3 ، -3) وهذا يدل على تجانس أفراد العينة قيد الدراسة.

أدوات قياس متغيرات الدراسة:

- قام الباحث بتصميم إستمارة لتسجيل المعلومات الشخصية ونتائج الإختبارات والقياسات للمشاركين.
- من أجل قياس متغير محتوى المعادن في عظام الفخذ قام الباحث باستخدام جهاز (DEXA)، حيث أنه جهاز أشعة مزدوج الطاقة يعطي البيانات المطلوبة بناء على نسب وجودها في الجسم.
- من أجل قياس متغير القوة العضلية القصى للرجلين قام الباحث بإجراء إختبار القوة العضلية (Deadlift).
- من أجل قياس متغير مؤشر كتلة الجسم (BMI) وكتلة الشحوم في الجسم (FM) استخدم الباحث جهاز (INBODY).

البرنامج التدريبي:

محتوى البرنامج والتوزيع الزمني:

بالرجوع للعديد من الدراسات في المجال مثل Mehmet & Idris (2020)، Elina & Olga (2019) قام الباحث بتصميم البرنامج التدريبي، حيث تكون من (24) وحدة تدريبية، بواقع (3) وحدات تدريبية أسبوعياً، ولمدة (8) أسابيع، وقد تم تحديد فترة زمنية للوحدة التدريبية من (40-50) دقيقة، بحيث تتكون الوحدة التدريبية من ثلاثة أجزاء رئيسية، وفيما يأتي توضيح لأجزاء الوحدة التدريبية والتوزيع الزمني لها ومحتوى كل جزء.

أولاً: الجزء التمهيدي

المدة الزمنية للجزء التمهيدي (10) دقائق طويلة فترة البرنامج التدريبي، وتحتوي على ما يلي:

1. تمرين الجري في المكان والوثب عالياً مع الإيعاز.

2. تمرين Fly: (وقوف) وضع القدمين متباعدتين مع رفع الذراعين عاليا.
3. تمرين Burpees: (جلوس على أربع) قذف القدمين خلفا ووضعهما أماما ومد الركبتين عاليا فالوثب عاليا بالقدمين مع رفع الذراعين عاليا.
4. تمرين Free squat: (وقوف. فتحا) ثني الركبتين كاملا أسفلا مع رفع الذراعين أماما.
5. تمارين مرونة وإطالة.

ثانيا: الجزء الرئيسي

مدة هذا الجزء (20-30) دقيقة طويلة فترة البرنامج التدريبي، حيث تكون شدة التمارين في الأسبوع الأول والثاني (70%)، في حين ترتفع الشدة في الأسبوع الثالث والرابع والخامس والسادس لتصبح (80-85%)، وتصل في الأسبوع السابع والثامن الى (90%)، وفيما يلي التمارين المستخدمة:

1. Front Squat

(وقوف فتحا. العضدان أماما. الساعدان عاليا. سند البار على الكتفين أمام الجسم) ثني الركبتين أسفلا.

2. Kettle Bell Swiang

(وقوف نصف القرفصاء. الذراعان أماما لمسك الثقل باليدين. انحناء) مرجحة الثقل أسفل بين القدمين وعاليا أمام الجسم مع مد الركبتين والجذع عاليا.

3. Sumo Deadlift High Pull

(وقوف القرفصاء. الذراعان مائلتان أماما أسفلا. مسك الثقل بين القدمين) مد الركبتين عاليا مع مد الجذع عاليا ثم ثني المرفقين عاليا لرفع الثقل لمستوى الكتفين.

4. Deadlift

(وقوف القرفصاء. الذراعان مائلتان أماما أسفلا. مسك البار باليدين) مد الركبتين عاليا مع مد الجذع عاليا ورفع الوزن عن الأرض.

5. Jumping Pull Up

(وقوف. أسفل عقلة) ثني الركبتين أسفلا ومدهما عاليا للوثب على العقلة ثم ثني المرفقين عاليا للصعود على العقلة.

6. Box Jump

(وقوف فتحا. مواجه صندوق خشبي) ثني الركبتين أسفلا ومدهما عاليا للوثب فوق الصندوق.

7. Thrusters

(وقوف القرفصاء. العضدان أماما. الساعدان عاليا. سند البار على الكتفين أمام الجسم) مد الركبتين عاليا ثم مد الذراعين عاليا ورفع البار عاليا.

8. Medicine Ball Clean

(رقدود القرفصاء. مسك الكرة باليدين أمام الجسم على الأرض) مد الركبتين عاليا وثنى الركبتين كاملا أسفل مع ثني المرفقين عاليا لحمل الكرة عند الصدر فمد الركبتين عاليا.

9. Wall Ball

(وقوف. فتحا. مواجه الجدار. الساعدان أسفل. العضدان عاليا لمسك الكرة الطبية) ثني الركبتين أسفل ومدهما عاليا مع مد المرفقين عاليا لرمي الكرة على الجدار ولقفها.

ثالثا: الجزء الختامي

مدة هذا الجزء (5-10) دقائق طويلة فترة البرنامج التدريبي، ويحتوي بشكل أساسي على تمارين المرونة والإطالة.

المعالجات الإحصائية المستخدمة:

من أجل تحقيق هدف الدراسة والإجابة على تساؤلاتها استخدم الباحث برنامج الرزم الإحصائية للعلوم الإنسانية (SPSS) وذلك باستخدام المعالجات الإحصائية التالية:

- 1- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ونسب التحسن.
- 2- استخدم الباحث تحليل التباين للقياسات التابعة المتكررة (Repeated Measures).
- 3- استخراج قيم وليكس لامبدا لتحديد الفروق بين القياسات المتكررة للمتغيرات قيد الدراسة.
- 4- إختبار سيداك (Sidak) للمقارنة البعدية الثنائية بين المتوسطات الحسابية لكافة المتغيرات قيد الدراسة.

نتائج الدراسة

يتم عرض النتائج من خلال الاجابة عن سؤالها الرئيسي والذي نصه:

"هل يوجد أثر للتدريب المتقاطع في منحنى التغير للمتغيرات قيد الدراسة (مؤشر كتلة الجسم، كتلة الشحوم، محتوى المعادن في العظام، والقوة العضلية القصوى)؟"

وللإجابة عن السؤال تم استخدام تحليل التباين للقياسات التابعة المتكررة (Repeated Measures) واستخراج قيم وليكس لامبدا لتحديد الفروق بين القياسات المتكررة لمتغيرات تركيب الجسم ومحتوى المعادن في العظام والقوة العضلية القصوى، ونتائج الجدول رقم (1) تبين ذلك. الجدول رقم (1): نتائج تحليل التباين للقياسات المتكررة وقيم وليكس لامبدا لدلالة الفروق بين القياسات المتكررة لمتغيرات تركيب الجسم وكتلة الشحوم ومحتوى المعادن في العظام والقوة العضلية القصوى (ن = 15).

المتغيرات	وحدة القياس	وليكس لامبدا	قيمة (ف)	درجات الحرية للبسط	درجات حرية الخطأ	مستوى الدلالة *
مؤشر كتلة الجسم (BMI)	كغم/م ²	0.42	6.26	3	12	*0.013

*0.001	12	3	11.05	0.21	كغم	كتلة الشحوم (FM)
0.653	12	3	0.57	0.79	غم	محتوى المعادن في العظام (BMC)
*0.000	12	3	71.11	0.05	كغم	القوة العضلية القصوى

*دال إحصائيا عند مستوى الدلالة $(0.05 \geq \alpha)$.

تشير نتائج الجدول رقم (1) إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة $(\alpha \geq 0.05)$ بين القياسات المتكررة في جميع متغيرات تركيب الجسم (مؤشر كتلة الجسم (BMI)، كتلة الشحوم (FM)، والقوة العضلية القصوى، بينما لم تكن هناك فروق دالة إحصائية بين القياسات المتكررة لمتغير محتوى المعادن في عظام الفخذ (BMC)، حيث بلغ متوسط متغير محتوى المعادن في عظام الفخذ (BMC) للقياس الأول (4.91) غرام، و (4.97) غرام للقياس الثاني، و (5.01) للقياس الثالث، و (5.05) للقياس الرابع، وكانت نسبة الإجمالية للتغير بين القياس الأول والرابع (2.85%)، ولتحديد الفروق بين القياسات لمتغيرات مؤشر كتلة الجسم، وكتلة الشحوم، والقوة العضلية القصوى تم استخدام اختبار سيداك (Sidak) للمقارنات البعدية بين المتوسطات الحسابية، ونتائج الجداول (2،3،4) تبين ذلك.

الجدول رقم (2): نتائج اختبار سيداك (Sidak) للمقارنة البعدية الثنائية بين المتوسطات الحسابية لقياسات مؤشر كتلة الجسم (BMI) (ن = 15).

القياسات	المتوسط	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
الأول	19.23		0.20	*0.68	*1.17
الثاني	19.03			*0.52	*0.96
الثالث	18.55				0.48
الرابع	18.07				

*دال إحصائيا عند مستوى الدلالة $(0.05 \geq \alpha)$.

تشير نتائج الجدول رقم (2) أنه توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($0.05 \geq \alpha$) في متغير مؤشر كتلة الجسم (BMI) بين القياس (الأول) والقياسين (الثالث، الرابع) ولصالح القياس (الثالث، والرابع)، وكذلك توجد فروق دالة إحصائية بين القياس (الثاني) والقياسين (الثالث، الرابع) ولصالح القياس (الثالث والرابع)، بينما لم تكن هناك فروق دالة إحصائية بين القياسين (الأول والثاني)، وكذلك بين القياسين (الثالث والرابع).

الجدول رقم (3): نتائج اختبار سيداك (Sidak) للمقارنة البعدية الثنائية بين المتوسطات الحسابية لقياسات كتلة الشحوم (FM) (ن = 15).

القياسات	المتوسط	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
الأول	18.44		*0.78	*1.53	*2.89
الثاني	17.66			*0.75	*2.11
الثالث	16.91				*1.36
الرابع	15.55				

*دال إحصائية عند مستوى الدلالة ($0.05 \geq \alpha$).

تشير نتائج الجدول رقم (3) أنه توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($0.05 \geq \alpha$) في متغير كتلة الشحوم (FM) بين القياس (الأول) والقياسين (الثاني، الثالث، الرابع) ولصالح القياس (الثاني، الثالث، والرابع)، وكذلك توجد فروق دالة إحصائية بين القياس (الثاني) والقياسين (الثالث، الرابع)، ولصالح القياس (الثالث، والرابع)، وأخيرا توجد فروق دالة إحصائية بين القياسين (الثالث والرابع) ولصالح القياس (الرابع).

الجدول رقم (4): نتائج اختبار سيداك (Sidak) للمقارنة البعدية الثنائية بين المتوسطات الحسابية لقياسات القوة العضلية القصوى (ن = 15).

القياسات	المتوسط	الأول	الثاني	الثالث	الرابع
الأول	76.63		*5.51-	*11.44-	- *17.69
الثاني	82.14			*6.07-	- *12.18
الثالث	88.07				*6.25-
الرابع	94.32				

*دال إحصائيا عند مستوى الدلالة ($0.05 \geq \alpha$).

تشير نتائج الجدول رقم (4) أنه توجد فروق دالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($0.05 \geq \alpha$) في متغير القوة العضلية القصوى بين القياس (الرابع) والقياسات (الأول، الثاني، الثالث) ولصالح القياس (الرابع)، وكذلك توجد فروق دالة إحصائية بين القياس (الثالث) والقياسين (الثاني، الأول) ولصالح القياس (الثالث)، وأخيرا توجد فروق دالة إحصائية بين القياسين (الثاني) و(الأول) ولصالح القياس (الثاني).

مناقشة النتائج

أظهرت نتائج الجدول (1) وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \geq 0.05$) بين القياسات المتكررة في متغيرات تركيب الجسم (مؤشر كتلة الجسم (BMI)، كتلة الشحوم (FM)، والقوة العضلية القصوى، بينما لم تكن هناك فروق دالة إحصائية بين القياسات المتكررة لمتغير محتوى المعادن في العظام (BMC)).

وفيما يلي مناقشة النتائج حسب تسلسل المتغيرات قيد الدراسة:

مؤشر كتلة الجسم (BMI) و كتلة الشحوم (FM):

أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسات المتكررة في متغير مؤشر كتلة الجسم (BMI) بين القياس (الأول) والقياسين (الثالث، الرابع) ولصالح القياس (الثالث، والرابع)، وكذلك توجد فروق دالة إحصائية بين القياس (الثاني) والقياسين (الثالث، الرابع) ولصالح القياس (الثالث والرابع)، بينما لم تكن هناك فروق دالة إحصائية بين القياسين (الأول والثاني)، وكذلك بين القياسين (الثالث والرابع). حيث وصل مؤشر كتلة الجسم في نهاية البرنامج التدريبي إلى (18.07 كغم/م²)، وكانت نسبة الانخفاض في مؤشر كتلة الجسم (1.17%)، ويعزو الباحث السبب المباشر في هذا التحسن في مؤشر كتلة الجسم لانخفاض كتلة الجسم، الناتجة عن انخفاض كتلة الشحوم في الجسم، حيث وصلت كتلة الشحوم في نهاية البرنامج التدريبي إلى (15.55%)، وبما أن مؤشر كتلة الجسم هو نتاج للعلاقة بين الكتلة والطول، ويتأثر بهما، فإن انخفاض الكتلة بالتأكيد سيؤدي لانخفاض مؤشر كتلة الجسم، ويعتقد الباحث أن السبب المباشر في انخفاض كتلة الشحوم طبيعة تمارين الكروس ذات الشدة المرتفعة، التي تزيد من عمليات تمثيل الدهون أثناء الجهد البدني، كونها تدمج ما بين العمل الأكسجيني واللاأكسجيني.

وفي هذا السياق أكد Adele & Daphne (2019) أن ممارسة تمارين المقاومة المدمجة مع التمارين الأكسجينية، يؤدي إلى زيادة في معدل الأيض في الجسم، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض في كتلة شحوم الجسم، علاوة على ذلك فإن طبيعة التمارين المستخدمة تزيد من نشاط الأنزيمات المسؤولة عن عمليات إنتاج الطاقة التي تعتمد على الشحوم كمصدر أساسي. كما يؤكد Eather et al (2016) على فعالية تمارين الكروس في تحسين اللياقة البدنية المرتبطة بالصحة، وتحسين مؤشر كتلة الجسم، كما تؤكد كل من Elina & Olga (2019) على أن تمارين الكروس في ذات الشدة المرتفعة تؤدي إلى التقليل من مؤشر كتلة الجسم ما بين (2-2.5%)، ويتفق ذلك مع Mehmet & Idris (2020) حيث أشارا إلي تمارين الكروس في ذات الشدة العالية لمدة (12) أسبوع أدت إلى انخفاض في مؤشر كتلة الجسم لدى الأشخاص من ذوي السمنة بنسبة (23.9)

(%)، حيث كان مؤشر كتلة الجسم لديهم قبل بداية البرنامج التدريبي (28.76%)، ووصل بعد البرنامج التدريبي إلى (21.86%).

القوة العضلية القصوى:

أظهرت نتائج الجدول رقم (4) وجود فروق دالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($0.05 \geq \alpha$) في متغير القوة العضلية القصوى بين القياس (الرابع) والقياسات (الأول، الثاني، الثالث) ولصالح القياس (الرابع)، وكذلك توجد فروق دالة إحصائية بين القياس (الثالث) والقياسين (الثاني، الأول) ولصالح القياس (الثالث)، وأخيرا توجد فروق دالة إحصائية بين القياسين (الثاني) و(الأول) ولصالح القياس (الثاني). حيث وصلت نسب التحسن في القوة العضلية في نهاية برنامج التدريب إلى (23.1%)، ويعزو الباحث هذا التغير في القوة العضلية القصوى لطبيعة تمارين المقاومة ذات الشدة المرتفعة المستخدمة في برنامج التدريب المتقاطع حيث أن تدريبات المقاومة تؤدي إلى زيادة كتلة العضلات، وزيادة البروتين العضلي، مما يؤدي إلى زيادة القوة العضلية، ويأتي ذلك عن طريق تحسينات في التغذية العصبية للعضلات، إضافة لكون التدريب الرياضي يؤدي لزيادة تجنيد عدد أكبر من الوحدات الحركية، كما تؤكد كل من Elina & Olga (2019) على أن تمارين الكروس فيت ذات الشدة المرتفعة تؤدي إلى زيادة القوة العضلية الناتجة عن زيادة كتلة العضلات. علاوة على أن التدريبات ذات الشد المرتفعة قصيرة الزمن المستخدمة في البرنامج تؤدي إلى زيادة مخزون أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) في العضلات، وزيادة مخزون فوسفات الكرياتين (PC)، بالإضافة إلى زيادة نشاط الأنزيمات المساعدة، وهذا ما أكد عليه ماني (Mannei, 2004) أن التمارين ذات الشدة المرتفعة تؤدي إلى سرعة وفاعلية عمليات إنتاج الطاقة، ويأتي ذلك بسبب زيادة مخزون أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) ومخزون فوسفات الكرياتين (CP) إضافة إلى زيادة نشاط الأنزيمات المساعدة في التفاعلات الكيميائية وإنتاج الطاقة مثل إنزيم (ATP ASE)، حيث تؤدي الزيادة في نشاط الأنزيمات مع الزيادة في مخزون الطاقة في العضلات إلى زيادة القدرة على الأداء بفاعلية.

ويتفق ذلك مع ما أشار إليه كل من Hagtsorm et al (2020) و Yuksel et al (2019) بأن تدريبات المقاومة المستخدمة في برامج التدريب المتقاطع من شأنها زيادة القوة العضلية القسوى مع إختلاف نسبة الزيادة، ويتفق ذلك مع Steven et al (2022) و Osipov et al (2019) حيث يؤكدوا على أهمية تمارين المقاومة في تطوير القوة العضلية.

محتوى وكثافة المعادن في العظام:

أظهرت النتائج عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسات المتكررة في متغير محتوى المعادن في عظام الفخذ (BMC)، حيث بلغ متوسط متغير محتوى المعادن في عظام الفخذ (BMC) للقياس الأول (4.91) غرام، و (4.97) غرام للقياس الثاني، و (5.01) للقياس الثالث، و (5.05) للقياس الرابع، وكانت نسبة الإجمالية للتغير بين القياس الأول والرابع (2.85%)، لمتغير محتوى المعادن في عظام الفخذ، مما يعني أن التدريبات المستخدمة في برنامج التدريب المتقاطع أدت إلى إحداث هذا التحسن، ويعزو الباحث تلك النتائج إلى طبيعة تمارين الكروسست وما تحدثه من ضغط ميكانيكي على الطرف السفلي من الجسم، الأمر الذي يؤدي الى استجابة تلك العظام من خلال زيادة كثافتها ومحتواها من المعادن، حيث يؤكد Arazi (2017) أن تمارين المقاومة تؤدي إلى زيادة كثافة وحوى المعادن في العظام بشكل موضعي أي حسب العضو الذي يتعرض للضغط الميكانيكي، حيث أظهرت بعض الدراسات زيادة ملحوظة في كثافة العظام الموضعية في عنق الفخذ لدى ممارسي رياضة الجري لأكثر من 4 ساعات أسبوعيا.

كما يؤكد Steven et al (2022) على أن تمارين المقاومة بأشكالها المختلفة قد لا تؤدي إلى إحداث تأثيرا كبيرا في محتوى المعادن في العظام، ولكنها تؤدي إلى تحسن محتوى المعادن في العظام، خصوصا في منطقة الفخذ والورك، وخصوصا إذا كانت فترات التدريب طويلة نسبيا ومناسبة. فالعظام تحتاج لفترة زمنية طويلة لتتكيف مع الضغط الخارجي الواقع عليها مقارنة بباقي مكونات تركيب الجسم كونها تعتبر أصلب الأنسجة في جسم الإنسان.

الاستنتاجات

في ضوء البحث استنتج الباحث الآتي:

- 1- يؤدي أسلوب التدريب المتقاطع إلى الارتقاء بالقوة العضلية القصوى لعضلات الرجلين.
- 2- يسهم التدريب المتقاطع في التقليل من مؤشر كتلة الجسم.
- 3- للتدريب المتقاطع أثر واضح في التقليل من كتلة الشحوم في الجسم.
- 4- إن التدريب المتقاطع يحدث تحسن في محتوى المعادن في العظام (BMC).

التوصيات

- 1- ضرورة توعية المدربين بأهمية استخدام برامج التدريب المتقاطع في مراكز اللياقة لما له من فوائد تعلق بتركيب الجسم.
- 2- الحث على استخدام التدريب المتقاطع، خصوصا في مراحل اعداد اللاعبين، لما له من أثر جيد في القوة العضلية القصوى.
- 3- ضرورة حث العاملين في المجال الرياضي على إجراء المزيد من الأبحاث العلمية التي تتناول موضوع التدريب المتقاطع.

المراجع:

- Arazi, Hamid. (2017). "Effects of Different Types of Physical Training on Bone Mineral Density in Men and Women". *Journal of Osteoporosis and Physical Activity*, 5(3). 23-29, Doi: 10.4172/2329-9509.1000207.
- Adele, Diamond & Daphne, Ling. (2019). **Aerobic-Exercise and resistance-training interventions have been among the least**

effective ways to improve executive functions of any method tried thus far. *Developmental Cognitive Neuroscience Journal*, 37(5) ,1–14
Doi: 10.1016/j.dcn.05.01.

- Claudino, Joao., Gabbett, Tim., Bourgeois, Frank., Souza, Helton., Miranda, Rafael., Mezencio, Bruno., Soncin, Rafael., Filho, Carlos., Bottaro, Martim., Hernandez, Arnaldo., Amadio, Alberto & Serrao, Julio. (2018). **CrossFit overview: systematic review and meta-analysis.** *Sport Medicine Journal*. 4(1),14–28 Doi: 10.1186/s40798-018-0124-5.
- Dutton, Mark. (2019). **Orthopaedics For the Physical Therapist Assistant.** Second Edition. Jones & Bartlett. Burlington. USA.
- Eknayan, Garabed. (2008). "**Adolphe Quetelet (1796–1874) – the average man and indices of obesity**". *Nephrology, Dialysis, Transplantation*. **23** (1): 47–51. doi:10.1093/ndt/gfm517.
- Eather, Narellr., Morgan Philip & Lubans David. (2016) **Improving health-related fitness in adolescents: The CrossFit Teens randomised controlled trial.** *J Sports Sci*, 34(3),209–223, Doi: 10.1080/02640414.1045925.
- Elina, Giagina & Olga, Kassotaki. (2019). **The benefits and risks of the high-intensity CrossFit training.** *Sport Sciences for Health*, 15(7), 21–33, Doi: 10.1007/s11332-018-0521-7.
- Floyd, Robert. (2015). **Manual of Structural Kinesiology.** 19th ED, McGraw–Hill. New York. USA.

- Gomasasca Mrarta., Banfi, Giuseppe & Lombardi Giovanni. (2020). **Myokines: the endo– crine coupling of skeletal muscle and bone.** *Advances in Clinical Chemistry*,94:155–218, Doi: 10.1016/bs.acc.07.010.
- Grgic, Jozo., Garofolini, Alessandro., Orazem, Johan., Sabol, Filip., Schoenfeld, Brad & Pedisic, Zeljko. (2020). **Effects of resistance train– Ing on muscle size and strength in very elderly adults: a system– atic review and meta–analysis of randomized controlled trials.** *Sports Med Journal*,50(11):1983–99. Doi: 10.1007/s40279–020–01331–7
- Guizelini, Pedrode., De Aguiar, Rafael., Denadai, Benedito., Caputo, Fabrizio & Greco, Camila. (2018). **Effect of resist– ance training on muscle strength and rate of force development in healthy older adults: a systematic review and meta–analysis.** *Expermental Gerontol.* 102:51–58, Doi: 10.1016/j.exger.11.020.
- Hagstorm, Amanda., Marshal, Paul., Halaki, Mark & Hackett, Daniel. (2020). **The Effect of Resistance Training in Women on Dynamic Strength and muscular Hypertrophy.** *Sports Medicine Journal*, 50(6): 1075–1093. Doi: 10.1007/s40279–019–01247.
- Jones, Matthew., Wewege, Michael., Hackett, Daniel., Keogh, Hustin & Hagstrom, Amanda (2021). **Sex differences in adaptations in muscle strength and size following resistance training in older adults: a**

- systematic review and meta-analysis.** *Sports Med.*51(3):503–517, Doi: 10.1007/s40279-020-01388-4.
- Kemmler, Wolf., Shojaa, Mahdieh, Kohl, Matthias & Stengel, Simon. (2020). **Effects of different types of exercise on bone mineral density in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis.** *Calcified Tissue International.* (2020). 107(5):409–439. Doi: 10.1007/s00223-020-00744-w.
 - Legros, Robert., Balmain, Bryce & Bonel, Gilbert .(1987). "**Age-related changes in mineral of rat and bovine cortical bone**". *Calcified Tissue International.* **41** (3): 137–44. doi:10.1007/bf02563793.
 - Mannei, Ken. (2004). **Michigan State Football Conditioning Program.** Hypemuscle, Canads Largest Online BodyBuilding and Fitness Community, 05–08. Canada.
 - Mehmet, Soyler & Idris, Kayantas. (2020). **Effects of Cross-Fit Trainings on Body Composition and Some Physical Parameters in Sedentary Men.** *International Journal of Sport Culture and Science.* *8(4), 263–274, Doi: 10.14486/IntJSCS.2020.615.*
 - Oguzhan, Yuksel., Bola, Gunduz & Mert, Kayhan. (2019). **Effect of Crossfit Training on Jump and Strength.** *Journal of Education and Training Studies,* 7(1), 121–124. Doi:10.11114/jets. v7i1.3896.
 - Osipov, Aleksander., Nagovitsyn, Roman., Zekrin, Fanavy., Vladimirovna, Fendel., Zubkov, Dmitry & Zhavner, Tatyana. (2019)."**CrossFit Training Impact on the Level of Special physical**

- Fitness of Young Athletes Practicing Judo". *Journal of Sport Mont.* 17(3): 9–12. Doi:10.26773/smj.191014.**
- Rahimi, Gholam., Smart, Neil., Liang, Michael., Bijeh, Nahid., Albanaqi, Alsaeedi., Fahi, Mehrdad., Niyazi, Arghavan & Rahimi, Nasser. (2020). **The impact of different modes of exercise training on bone mineral density in older postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis research.** *Calcified Tissue International.* 106(6):577–590. Doi: 10.1007/s00223-020-00671-w.
 - Steven, O'Bryan., Catherine, Giuliano., Gustavo, Duque & Itamar, Levinger. (2022). **Progressive Resistance Training for Concomitant Increases in Muscle Strength and Bone Mineral Density in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis.** *Sports Medicine Journal*, 52(2), 1939–1960. Doi: 10.1007/s40279-022-01675-2.
 - Yuksel, Oguzhan., Gunduz, Bolat & Kayhan, Mert. (2019). **Effect of Crossfit Training on Jump and Strength.** *Journal of Education and Training Studies.* 7(1): 121–124.