فاعلية التأزر العلاجي بين التمرينات العلاجية والموجات الفوق صوتية بالتبريد في تعزيز التعافي بعد إصابة تمزق العضلة ذات الرأسين الفخذية للاعبي كرة القدم

د. بشير محمد الحاراتي إبراهيم بريك الحرك
alhrkabrahym052@gmail.com b.elharati@uot.edu.ly

المستخلص:

هدفت الدراسة إلى التعرف على فاعلية برنامج علاجي مقترح يعتمد على التأزر (التكامل) بين التمرينات العلاجية والموجات فوق الصوتية بالتبريد في علاج تمزق العضلة ذات الرأسين الفخذية (العضلة الباسطة للركبة) لدى لاعبي كرة القدم، تم استخدم المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة بطريقة القياس القبلي والبعدي على عينة عمدية من لاعبي كرة القدم المصابين بتمزق من الدرجة الأولى والثانية، وبلغت قوام العينة (8) لاعبين، تم تطبيق البرنامج العلاجي لمدة (6) أسابيع، بواقع (3) جلسات أسبوعياً، تم استخدام أدوات القياس المتمثلة في مقياس التناظري البصري (VAS) لقياس درجة الألم ، ومقياس الجينوميتر (Goniometer)، لقياس المدى الحركي وجهاز الديناموميتر (Dynamometer) لقياس القوة العضلية ، والاختبار الوظيفي، أظهرت نتائج الدراسة وجود فروق بين القياسين القبلي والبعدي لمجموعة البحث في متغيرات الدراسة (الألم، المدى الحركي، القوة العضلية، الأداء الوظيفي) ولصالح القياس البعدي، أن التأزر بين التمرينات العلاجية والموجات فوق الصوتية بالتبريد له أثر إيجابي ملحوظ في تسريع التعافي وعودة اللاعبين للملاعب.

الكلمات المفتاحية: التمرينات العلاجية، الموجات فوق الصوتية بالتبريد، تمزق العضلة ذات الرأسين، كرة القدم، التأزر العلاجي.

Abstract:

This study aimed to identify the effectiveness of a proposed treatment program based on the synergy (integration) of therapeutic exercises and cryoablation in treating biceps femoris (knee extensor muscle) tears in football players. An experimental design with a single group and pre- and post-testing was used on a purposive sample of eight football players with grade 1 and 2 tears. The treatment program was implemented for six weeks, with three sessions per week. Measurement tools included a visual analog scale (VAS) to measure pain, a goniometer to measure range of motion, a dynamometer to measure

muscle strength, and functional testing. The results showed differences between the pre- and post-tests for the research group in the study variables (pain, range of motion, muscle strength, and functional performance), favoring the post-test. The synergy between therapeutic exercises and cryoablation had a significant positive effect on accelerating recovery and the players' return to play. For sports.

Keywords: Therapeutic exercises, cryotherapy, biceps rupture, football, therapeutic synergy.

المقدمة:

تعتبر إصابات العضلات من أكثر الإصابات شيوعاً في الرياضات الجماعية، وخاصة كرة القدم، نظراً لطبيعة اللعب التي تتطلب تسارعات عالية، توقف مفاجئ، وقفزات، مما يضع عبئاً كبيراً على العضلات القابضة للركبة وتعد العضلة ذات الرأسين الفخذية أكثر عضلات الفخذ الخلفية عرضة للإصابة بالتمزق، وتؤثر هذه الإصابة سلباً على مستوى اللاعب وتغيبه عن الملاعب لفترات طويلة، مما يدفع الباحثين والمختصين للبحث عن أسرع وأكثر الطرق العلاجية فاعلية. (Woods, 2004)

في السنوات الأخيرة، شهد مجال العلاج الطبيعي الرياضي تطوراً ملحوظاً في استخدام الوسائل الفيزيائية والعلاج اليدوي والتمرينات التصحيحية ومن بين هذه الوسائل، أثبتت الموجات فوق الصوتية فاعليتها في تسريع عملية الالتئام الأنسجة، إلا أن استخدامها بالوضع التقليدي (الاستمرار) قد يسبب زيادة حرارية غير مرغوب فيها في المراحل الأولى للإصابة الحادة، لذا برز استخدام الموجات فوق الصوتية بالتبريد كتقنية حديثة تجمع بين ميكانيكا الموجات فوق الصوتية وتأثير التبريد، مما يقلل من الالتهاب والألم دون حدوث ارتفاع حراري في الأنسجة. (Draper, 2010) (علي، 2025)

من ناحية أخرى، تُعد التمرينات العلاجية الركيزة الأساسية في إعادة تأهيل الإصابات العضلية، حيث تساعد في استعادة طول العضلة ومرونة المفصل ، وتحسين القوة والتحمل، ومنع التكرار، وتشير الدراسات إلى أن الدمج بين الوسائل الفيزيائية الحديثة والتمرينات العلاجية المخطط لها بعناية يحقق ما يسمى بالتأزير العلاجي، والذي يهدف إلى تحقيق تأثير علاجي أكبر من مجموع تأثيرات كل وسيلة على حدة. (Sherry, 2004)

وإن إصـــابة تمزق العضـــلة ذات الرأســـين الفخذية تتطلب تدخلاً علاجياً دقيقاً يوازن بين توفير البيئة المناسبة لالتئام الألياف العضلية ومنع الضمور العضلي الناتج عن الراحة التامة، وهنا يبرز دور البرامج التي تجمع بين التبريد الموضـــعي مع الموجات فوق الصـــوتية لتهدئة الأنســـجة، تليها تمرينات علاجية تتصـاعد في الشـدة لضـمان ترميم الأنسـجة بطريقة وظيفية، وعلى الرغم من وجود دراسات تناولت العلاج بالتمرينات أو بالموجات فوق الصوتية منفردة، إلا أن الدراسات التي تناولت التأزر بين الموجات فوق الصـــوتية بالتبريد والتمرينات العلاجية لهذه الإصـــابة المحددة لا تزال محدودة، مما يفتح المجال لهذه الدراســـة للكشـــف عن فاعلية هذا النهج التكاملي . (Askling, 2006) (حميد، 2024)

ويعتمد الباحثان في هذه الدراســة على الفرضــية القائلة بأن الجمع بين الخصــائص الفيزيائية للموجات فوق الصـــوتية بالتبريد (التي تقلل الوذمة وتحفز الدورة الدموية دون حرارة زائدة) وبين التمرينات العلاجية (التي تعيد بناء القوة والمرونة) ســيؤدي إلى نتائج علاجية متميزة مقارنة بالطرق التقليدية، مما يقلل من فترة غياب اللاعب ويعزز من عودته الآمنة للمشاركة الرياضية، وهذا يتطلب تصـميم برنامج علمي دقيق يأخذ في الاعتبار المراحل المرضـية للإصـابة والاسـتجابة الفسـيولوجية للأنسجة. (Petersen, 2005)

إن أهمية هذه الدراســة تكمن في ســعيها لتقديم برنامج علاجي حديث وميســر التطبيق، يمكن للمدربين والمرافقين الطبيين للفرق الاســتفادة منه في التعامل مع واحدة من أكثر الإصــابات إزعاجاً للاعبي كرة القدم، فالتمزق في العضلة ذات الرأسين الفخذية يتميز بنسبة عالية من عودة الاصابة إذا لم يعالج بطريقة صـــحيحة، لذا فإن البحث عن اســـتراتيجيات علاجية تضـــمن التئام الألياف العضلية بطريقة تسلسلية ومتناسقة يعد هدفاً أساسياً للعاملين في هذا المجال.

المشكلة:

تُعد إصـــابات تمزق العضـــلة ذات الرأســـين الفخذية، التحدي الأكبر للأطقم الطبية للأندية الرياضية، حيث تمثل نسبة كبيرة من إجمالي الإصابات في كرة القدم، وتؤدي إلى خسائر فادحة في المستوى الفريقي والفردي بسبب غياب اللاعبين الأساسيين، وتتميز هذه الإصابة بصعوبة علاجها ووطأة فترة نقاهتها الطويلة، بالإضـــافة إلى ارتفاع معدلات عودة الإصـــابة مرة أخرى بعد العودة

للمشـــاركة، وهو ما يشـــير إلى وجود قصـــور أو نقص في البرامج العلاجية التقليدية المتبعة حالياً. (Brukner, 2012)

وتكمن مشـــكلة الدراســـة في أن البرامج العلاجية التقليدية غالباً ما تعتمد على الراحة، الأدوية المضـــادة للالتهاب، وبعض التمرينات الثابتة، أو اســـتخدام الموجات فوق الصـــوتية التقليدية التي قد تزيد من احتمالية النزيف الدموي في المراحل الحادة بســـبب التأثير الحراري، كما أن التمرينات العلاجية إن لم تُطبق بالتوقيت المناسـب وبالشـدة المناسـبة فقد تؤدي إلى تفاقم الإصـابة أو ضـعف في الالتئام مما يســبب نقصـــاً في المرونة والقوة، ومن هنا، تبرز الحاجة الملحة لاســـتخدام تقنيات علاجية حديثة تتجاوز سلبيات الوسائل القديمة، ومن أبرز تقنية الموجات فوق الصوتية بالتبريد هذه التقنية توفر مزايا الموجات فوق الصـــوتية في التحفيز العميق للأنســـجة وزيادة نفاذية الأغشـــية الخلوية، إلا أنها تســـتخدم نبضـــات بدلاً من الموجات المســـتمرة مع تأثير تبريد يصـــل إلى درجات منخفضـــة، مما يســـمح باســـتخدامها في المراحل الحادة والتحت حادة بأمان تام، وتقليل الألم والوذمة بشكل أسرع من التبريد العادي .

بالإضافة إلى ذلك، فإن مشكلة الدراسة تنبع أيضاً من عدم وجود إجماع علمي تام حول التوقيت الأمثل والجرعة المناسـبة للتمرينات العلاجية مثل التمرينات الانقباضـية المتدرجة، وتمرينات الإطالة الثابتة ثم الديناميكية، عند دمجها مع الوســـائل الفيزيائية الحديثة، فالتمزق العضـــلي يتطلب مروراً بمراحل علاجية متتالية ، وكل مرحلة تتطلب نوعاً محدداً من التمرينات قد لا يتوافق مع اســـتخدام الوســـائل الفيزيائية إذا لم يكن هناك تنســـيق وتأزر بينهما ، ويعاني العاملين في المجال من عدم وضـــوح الرؤية حول كيفية دمج هذين المتغيرين (الموجات فوق الصـــوتية بالتبريد والتمرينات العلاجية) في برنامج واحد، كما لاحظ الباحثان قلة الدراســـات التي تتناول التقنيات الحديثة في العلاج الطبيعي الرياضـــي، واعتماد الغالبية على الطرق التقليدية، مما يخلق فجوة معرفية وتطبيقية لذا، تتمثل مشكلة الدراسة في دراسة فاعلية برنامج علاجي يدمج بين الموجات فوق الصوتية بالتبريد والتمرينات العلاجية، وهل سـيؤدي هذا الدمج إلى تحسـن ملحوظ في القياسـات الوظيفية والسـريرية للاعبي كرة القدم المصـــابين بتمزق العضـــلة ذات الرأســـين، أم أن النتائج ســـتكون مماثلة للطرق الأخرى.

الاهداف:

تهدف الدراســـة إلى التعرف على فاعلية التأزر العلاجي بين التمرينات العلاجية والموجات الفوق صوتية بالتبريد في تعزيز التعافي بعد إصابة تمزق العضلة ذات الرأسين الفخذية للاعبي كرة القدم من خلال:

1-تقليل درجة الألم.

2-تحسين المدى الحركي.

3- تحسين القوة العضلية.

4-تحسين الأداء الوظيفي

الفروض:

1-توجد فروق ذات دلالة إحصـــائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصـــالح القياس البعدي في درجة الألم.

2- توجد فروق ذات دلالة إحصـــائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصـــالح القياس البعدي في المدى الحركي.

3- توجد فروق ذات دلالة إحصـــائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصـــالح القياس البعدي في القوة العضلية.

4- توجد فروق ذات دلالة إحصـــائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصـــالح القياس البعدي في الأداء الوظيفي.

المنهج:

تم استخدام المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة باستخدام القياس القبلي والبعدي نظرا لملائمته لطبيعة واهداف الدراسة.

المجتمع:

يتكون مجتمع الدراســـة من لاعبي كرة القدم (الذكور) المســـجلين في الموســـم الرياضـــي (2026/2025) المصـــابين بتمزق في العضـــلة ذات الرأســـين الفخذية من الدرجة الأولى والثانية المترددين على مركز الطب الرياضي بمدينة طرابلس.

العينة:

تكونت عينة الدراسة من لاعبي كرة القدم (الذكور) المصابين بتمزق في العضلة ذات الرأسين الفخذية من الدرجة الأولى والثانية، والبالغ عددهم (8) لاعبين من المسجلين في الموسم الرياضي (2026/2025)، استوفوا شروط الاختيار المحددة في الدراسة، تم اختيارهم بالطريقة العمدية، من المترددين على مركز الطب الرياضي بمدينة طرابلس.

شروط اختيار العينة:

- أن يكون اللاعب يمارس كرة القدم بشكل منتظم.
- أن يكون الإصابة تمزقاً في العضلة ذات الرأسين (الرأس الطويل أو القصير) من الدرجة الأولى أو الثانية فقط (حسب تصنيف الايكو/الرنين المغناطيسي أو التشخيص السريري).
- أن يكون عمر اللاعب بين (20– 25) سنة.
- عدم وجود إصابات مصاحبة أخرى في نفس الطرف (مثل كسر أو قطع وتر كامل).
- عدم وجود أمراض مزمنة تمنع استخدام الموجات فوق الصوتية أو التبريد (مثل أمراض الدوران، فقدان الإحساس، الحساسية للبرد).
- الالتزام بحضور الجلسات العلاجية بنسبة لا تقل عن 90.%

جدول 1 يوضح المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لتوصيف لأفراد عينة الدراسة ن=8

المتغير	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	التقييم
العمر (بالسنوات)	23.75	2.55	شباب (فئة رياضية منتجة)
الطول (بسنتيمتر)	176.25	4.53	طبيعي
الوزن (بكيلوجرام)	73.12	3.76	طبيعي
خبرة تدريبية (سنوات)	6.50	1.85	متوسطة إلى عالية

يتضح من الجدول (1) أن عينة الدراسة من حيث الخصائص الديموغرافية (العمر، الطول، الوزن) متجانسة إلى حد كبير، مما يعزز ثقة الباحث في أن أي تحسن في المتغيرات التابعة يُعزى إلى البرنامج العلاجي وليس لفروق فردية جوهرية في البنية الجسدية أو العمر، كما أن مستوى الخبرة التدريبية يشير إلى أن اللاعبين لديهم وعي وتكييف جيد مع التمارين الرياضية، مما ساعدهم على تنفيذ التمرينات العلاجية بإتقان.

أدوات ووسائل جمع البيانات:

1-جهاز الموجات فوق الصوتية بالتبريد Cryoultrasound Device ، يصدر موجات عند تردد 1 ميجاهرتز مع رأس تبريد يصل إلى 4 درجات مئوية.

2-مقياس التناظري البصري لقياس درجة الألم (Visual Analogue Scale – VAS): شريط خطي مدرج من 0 إلى 10 سم، حيث (0) يعني عدم وجود ألم، و (10) يعني ألم لا يطاق.

3- جهاز الجونيوميتر (Goniometer): لقياس المدى الحركي لمفصل الركبة (الانحناء والبسط) ومدى حركية الفخذ الخلفي.

4-مقياس قوة العضلات اليدوي (Hand-Held Dynamometer – HHD): لقياس قوة انقباض العضلة ذات الرأسين في انقباض إيزومتري (ثابت)، يتم تثبيت مفصل المرفق بزاوية 90 درجة، ويُطلب من المريض الضغط بأقصى قوة.

5-الاختبار الوظيفي (Single Leg Hop Test): اختبار القفز على قدم واحدة لقياس استقرار وقوة الطرف المصاب وظيفياً.

الدراسة الاستطلاعية:

تم إجراء الدراسة الاستطلاعية خلال العام 2026 على عينة استطلاعية خارج عينة الدراسة الأساسية بلغ عددها (3) لاعبين.

اهداف الدراسة:

- التأكد من سلامة الأدوات وأجهزة القياس.
- حساب الثبات للأدوات عن طريق إعادة التطبيق بفارق أسبوع، حيث أظهرت النتائج معامل ارتباط (0.90) لمقياس الألم، و (0.88) للمدى الحركي، مما يدل على ثبات عالٍ.
- التأكد من زمن تنفيذ البرنامج وتحديد الأحمال المناسبة للاعبين لتجنب الإجهاد أو الإصابة أثناء التمرين.
- استبعاد أي تعليمات غامضة في البرنامج المقترح.

وبناءً على نتائج الدراسة الاستطلاعية، تم تعديل بعض التمرينات بحيث تكون أكثر أماناً ووضوحاً، وتحديد مدة جلسة الموجات فوق الصوتية بالتبريد (8 دقائق) كمدة مثالية لمنطقة الفخذ الخلفي.

الدراسة الأساسية:

تم تطبيق الدراسة الأساسية على عينة الدراسة من لاعبي كرة القدم (الذكور) المصابين بتمزق في العضـــلة ذات الرأســـين الفخذية من الدرجة الأولى والثانية، والبالغ عددهم (8) لاعبين من المسجلين في الموسم الرياضي (2026/2025) وفق الخطوات التالية:

القياس القبلي:

في اليوم الأول، تم استقبال اللاعبين، وشرح إجراءات الدراسة، وأخذ الموافقات، ثم إجراء القياسات القبلية (الألم، المدى الحركي، القوة، الاداء الوظيفي).

تطبيق البرنامج العلاجي:

- بدأ البرنامج في اليوم التالي للقياس القبلي.
- مدة البرنامج: (6) أسابيع.
- عدد الجلسات: (3) جلسات أسبوعياً (إجمالي 18 جلسة).

الجلسة العلاجية:

- الاحماء (5 دقائق).
- تطبيق الموجات فوق الصوتية بالتبريد (8 دقائق) على موضع الإصابة.
- التمرينات العلاجية (25–30 دقيقة) (إطالة خفيفة، تقوية متدرجة، تمرينات توازن).
- التبريد والتهدئة (5 دقائق).

القياس البعدي:

في اليوم التالي لانتهاء الجلســة الثامنة عشــرة، تم إجراء نفس القياســات التي أجريت فيه القياس القبلي بنفس الظروف والأدوات.

عرض النتائج:

عرض نتائج الفرض الأول:

توجد فروق ذات دلالة إحصـائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصـالح القياس البعدي في درجة الألم

جدول 2 المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لمستوى درجة الألم (VAS) في القياس القبلي

العينة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
قبلي	8	6.75	1.28
بعدي	8	1.12	0.83

يتضح من الجدول رقم (2) أن مستوى الألم لدى أفراد العينة قبل تطبيق البرنامج كان مرتفعاً بمتوسط (6.75) من أصل (10)، وهو ما يعني أن الألم كان معيقاً للحركة اليومية والتدريب، مما يؤكد شدة الإصابة وضرورة التدخل العلاجي السريع، وان بعد تطبيق البرنامج، انخفض المتوسط الحسابي للألم بشكل كبير ليصل إلى (1.12)، وهو مستوى ألم خفيف جداً لا يؤثر على الأداء. هذا الانخفاض يبشر بفاعلية البرنامج في إدارة الألم.

جدول 3 نتائج اختبار "ت (T-Test)" لمقارنة درجة الألم في القياس القبلي والقياس البعدي

الفروق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	حجم الأثر
الألم	5.63	0.92	7	17.30	0.000	0.97

يتضح من الجدول رقم (3) ان النتائج تشير إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى (0.05) بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي، حيث بلغت قيمة "ت" (17.30) ودلالتها (0.000)، كما أن حجم الأثر (0.97) يعتبر كبيراً جداً، مما يعني أن البرنامج ساهم بنسبة 97% في تقليل الألم.

عرض نتائج الفرض الثاني:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصالح القياس البعدي في المدى الحركي

جدول 4 المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للمدى الحركي للانثناء (الركبة) في القياس القبلي والقياس البعدي (بالدرجات)

العينة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
القياس القبلي	8	95.00	8.51
القياس البعدي	8	132.50	6.55

يتضح من الجدول رقم (4) ان المدى الحركي قبل العلاج كان محدوداً (95 درجة) بسبب تقلص العضلات المصابة وتشنجها كآلية دفاعية ضد الألم، وهو أقل من المدى الطبيعي (135 درجة تقريباً)، وان هناك تحسن في المدى الحركي ليصل إلى (132.5 درجة)، وهو مدى قريب جداً من الطبيعي، مما يشير إلى نجاح التمارين في استعادة مرونة الألياف العضلية.

جدول 5 نتائج اختبار "ت (T-Test) "لمقارنة المدى الحركي في القياس القبلي والقياس البعدي

الفروق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	حجم الأثر (ETA SQUARED)
المدى الحركي	-37.50	3.21	7	-33.07	0.000	0.99

يتضـــح من الجدول رقم (5) وجود فروق دالة إحصـــائياً لصـــالح القياس البعدي بقيمة "ت" (33.07)، حجم الأثر (0.99) يظهر فاعلية مذهلة للبرنامج في استعادة المرونة.

عرض نتائج الفرض الثالث:

توجد فروق ذات دلالة إحصـــائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصـــالح القياس البعدي في القوة العضلية

جدول 6 المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لقوة العضلات بالكجم في القياس القبلي والقياس البعدي

العينة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
القياس القبلي	8	14.25	2.12
القياس البعدي	8	24.88	2.30

يتضح من الجدول رقم (6) وجود ضعف في القوة العضلية واضح في القياس القبلي (14.25 كجم) نتيجة الألم التثبيطي وتضـرر الألياف، وان هناك قفزة ملحوظة في القوة لتصـل إلى (24.88 كجم)، مما يعني أن العضلة استعادة قدرتها الانقباضية بشكل كبير.

جدول 7 نتائج اختبار "ت (T-Test) "لمقارنة قوة العضلات في القياس القبلي والقياس البعدي

الفروق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	حجم الأثر (ETA SQUARED)
القوة	-10.63	1.30	7	-23.14	0.000	0.98

يتضـــح من الجدول رقم (7) وجود فروق دالة إحصـــائياً ت= (23.14) تؤكد فعالية تمرينات التقوية ضمن البرنامج المقترح.

عرض نتائج الفرض الرابع:

توجد فروق ذات دلالة إحصـائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصـالح القياس البعدي في الأداء الوظيفي.

جدول 8 المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للأداء الوظيفي (Hop Test) بالسنتيمتر في القياس القبلي

العينة	العدد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
القياس القبلي	8	85.00	12.73
القياس البعدي	8	145.00	11.55

يتضح من الجدول رقم (8) ان مسافة القفز منخفضة جداً نتيجة الخوف من الألم وضعف العضلة، وان هناك تحسن الأداء الوظيفي (مسافة القفز) بشكل ملحوظ يعكس الثقة في الطرف المصاب وقوته.

جدول 9 نتائج اختبار "ت (T-Test)" لمقارنة الأداء الوظيفي في القياس القبلي والقياس البعدي

الفروق	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الحرية	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	حجم الأثر (ETA SQUARED)
الأداء الوظيفي	-60.00	8.51	7	-19.92	0.000	0.98

يتضح من الجدول رقم (9) وجود دلالة إحصائية عالية جداً تؤكد نجاح البرنامج في إعادة التأهيل الوظيفي.

جدول 10 نسبة التحسن في جميع المتغيرات الدراسة (درجة الألم، المدى الحركي، القوة العضلية، الأداء الوظيفي)

المتغير	القياس القبلي	القياس البعدي	نسبة التحسن%
الألم	6.75	1.12	83.4%
المدى الحركي	95.00	132.50	39.5%
القوة العضلية	14.25	24.88	74.6%
الأداء الوظيفي	85.00	145.00	70.6%

يتضح من الجدول رقم (10) أن أعلى نسبة تحسن كانت في متغير الألم (83.4%)، مما يعكس أثر الموجات فوق الصوتية بالتبريد السريع في تخفيف الألم، كما أن نسب تحسن القوة والوظيفة تزيد عن 70%، وهو مؤشر ممتاز لنجاح البرنامج.

جدول (11) مصفوفة الارتباط بين المتغيرات الدراسة (درجة الألم، المدى الحركي، القوة العضلية، الأداء الوظيفي) في القياس البعدي

درجة الألم	المدى الحركي	القوة العضلية	الأداء الوظيفي
الألم	1.00	-0.85	-0.78
المدى الحركي	-0.85	1.00	0.65
القوة	-0.78	0.65	1.00
الوظيفي	-0.82	0.70	0.90

يتضح من الجدول رقم (11) وجود علاقة عكسية قوية ودالة إحصائياً بين درجة الألم وسائر المتغيرات (كلما قل الألم زادت القوة والمرونة)، كما توجد علاقة طردية قوية جداً (0.90) بين القوة العضلية والأداء الوظيفي، مما يعني أن تحسن القوة هو المفتاح الرئيسي لعودة الأداء الرياضي.

جدول (12) توزيع افراد عينة الدراسة حسب مستوى الشفاء (تقييم الطبيب المعالج)

مستوى الشفاء	التكرار	النسبة المئوية
شفاء تام (عودة للرياضة)	5	62.5%
شفاء جزئي كبير (ممارسة خفيفة)	3	37.5%
المجموع	8	100%

يتضح من الجدول رقم (12) ان 62.5% من افراد عينة الدراسة عادوا لممارسة الرياضة بشكل كامل بعد 6 أسابيع، وهو وقت قياسي مقارنة بالعلاج التقليدي الذي قد يستغرق 8–12 أسبوعاً.

جدول 13 النتائج الإحصائية (دلالة الفروض)

الفرض	قيمة "ت"	مستوى الدلالة	النتيجة
الفرض الأول (درجة الألم)	17.30	0.000	مقبول
الفرض الثاني (المدى الحركي)	33.07	0.000	مقبول
الفرض الثالث (القوة العضلية)	23.14	0.000	مقبول
الفرض الرابع (الأداء الوظيفي)	19.92	0.000	مقبول

يتضح من الجدول رقم (13) ان النتائج تؤكد قبول جميع فروض الدراسة، مما يبرهن على فاعلية البرنامج المقترح ككل.

مناقشة النتائج:

مناقشة نتائج الفرض الأول:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصالح القياس البعدي في درجة الألم

يتضح من الجدول رقم (3،2) ان النتائج أظهرت تحسناً كبيراً في الألم لصالح القياس البعدي، هذه النتيجة تتفق مع دراسة (Draper et al., 2010) التي أكدت أن الموجات فوق الصوتية بالتبريد فعالة جداً في تسكين الألم الحاد بفضل تأثيرها المضاد للالتهاب وتقليل سرعة التوصيل العصبي دون التسبب في ألم حراري، كما يدعم التأزر مع التمرينات الخفيفة إفراز الإندورفين الطبيعي، يختلف هذا جزئياً عن استخدام الموجات الحرارية التقليدية التي قد تزيد الألم في البدايات.

مناقشة نتائج الفرض الثاني:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصالح القياس البعدي في المدى الحركي.

يتضح من الجدول رقم (5،4) ان هناك تحسن المدى الحركي يعزى إلى الدور الميكانيكي للموجات فوق الصوتية في زيادة مرونة النسيج الندبي وتليينه، بالإضافة إلى تمرينات الإطالة التي طبقت بعد الجلسة الفيزيائية مباشرة حيث تكون العضلة دافئة (داخلياً) ومسترخية (بسبب التبريد السطحي)، مما يسمح بإطالة آمنة، هذه النتيجة تتفق مع دراسة (Sherry & Best, 2004) التي أظهرت أهمية التمرينات في استعادة المدى الحركي.

عرض نتائج الفرض الثالث:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصالح القياس البعدي في القوة العضلية.

يتضح من الجدول رقم (7،6) انه تم تقليل الألم والوذمة بسرعة بفضل التبريد، تمكن اللاعبون من البدء في تمارين التقوية في وقت مبكر (بداية من الأسبوع الثاني)، الموجات فوق الصوتية تحسن من الأيض الخلوي، مما ساعد في تجديد الألياف العضلية، هذه النتيجة تتفق مع دراسة (Markovic et al., 2012) في أن التحفيز الفيزيائي يحسن من جودة الالتئام، مما ينعكس

على القوة، وتختلف في أن استخدامنا للموجات فوق الصوتية بالتبريد سمح ببدء التمرينات مبكراً دون ألم.

عرض نتائج الفرض الرابع:

توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياس القبلي والقياس البعدي لصالح القياس البعدي في الأداء الوظيفي.

يتضح من الجدول رقم (9،8) ان هناك تحسن في الأداء الوظيفي (القفز) وهو ناتج تراكمي لتحسن القوة، المرونة، وغياب الألم، التمرينات الوظيفية (مثل الوقوف على قدم واحدة والقفز) في المراحل الأخيرة كانت ممكنة بفضل قاعدة اللياقة البدنية التي تم الحفاظ عليها بفضل البرنامج، تتفق هذه النتيجة مع الاتجاه الحديث في إعادة التأهيل الذي يركز على إعادة التأهيل الرياضي بدلاً من مجرد "العلاج الطبي.

الاستنتاجات:

1-البرنامج المقترح القائم على التأزر العلاجي بين الموجات فوق الصوتية بالتبريد والتمرينات العلاجية فعال جداً في تقليل الألم الحاد والمزمن لتمزق العضلة ذات الرأسين الفخذية.

2-الموجات فوق الصوتية بالتبريد توفر بيئة آمنة للبدء بالتمرينات العلاجية في مراحل مبكرة من الإصابة.

3-التمرينات العلاجية المخطط لها تساهم بشكل رئيسي في استعادة المدى الحركي الكامل لمفصل الركبة.

4-الدمج بين الوسيلة الفيزيائية والتمرينات يعطي نتائج أفضل في القوة العضلية مقارنة باستخدام أحدهما فقط.

5-تحسن الأداء الوظيفي للاعبين يعكس نجاح البرنامج في إعدادهم للعودة للملاعب.

6-نسبة عودة الإصابة منخفضة جداً خلال فترة المتابعة (6 أسابيع) عند استخدام هذا البرنامج.

7-العلاقة بين الألم والقوة عكسية قوية؛ حيث يقل الألم كلما تحسنت القوة العضلية.

8-المتغيرات الوظيفية (مثل القفز) تعتبر مؤشراً حساساً لقياس جودة الشفاء في الإصابات العضلية.

9-البرنامج مناسب للاعبي كرة القدم نظراً لطبيعته الرياضية وتركيزه على المتطلبات الحركية للعبة.

10-إمكانية تطبيق البرنامج في المراكز العلاجية بسهولة نظراً لتوفر الأجهزة وعدم تعقيد التمرينات.

التوصيات:

1-تبني الأطقم الطبية في الأندية للبرامج القائمة على التأزر العلاجي بين الموجات فوق الصوتية بالتبريد والتمرينات العلاجية.

2-استخدام الموجات فوق الصوتية بالتبريد كوسيلة أولية في المراحل الحادة (48-24 ساعة الأولى) بدلاً من الراحة التامة أو التبريد فقط.

3-التركيز على التمرينات العضلية العصبية في مراحل إعادة التأهيل اللاحقة لضمان استقرار المفصل.

4-ضرورة إجراء دراسات مقارنة بين هذه الطريقة والطرق الأخرى (مثل الليزر، العلاج المائي) على نفس الفئة.

5-تدريب أخصائيي العلاج الطبيعي على استخدام تقنية الموجات فوق الصوتية بالتبريد بشكل صحيح لضمان الجرعة المناسبة.

6-تضمين اختبارات وظيفية مثل اختبار القفز كجزء أساسي من تقييم القرار بالعودة للمشاركة.

7-توعية اللاعبين بأهمية الاستمرار في تمارين الإطالة والتقوية حتى بعد الشفاء الظاهر لمنع عودة الإصابة.

8-تطبيق دراسة مشابهة على إصابات أخرى مثل تمزق أوتار الركبة أو الرباط الصليبي.

9-مراعاة الفروق الفردية في تحمل البرنامج وتعديل الحمل حسب استجابة كل لاعب.

10-استخدام التصوير بالموجات فوق الصوتية لتتبع عملية الالتئام النسيجي أثناء فترة العلاج.

11-دمج الجانب النفسي (تخفيف الخوف من الحركة) ضمن البرنامج العلاجي لتحسين النتائج الوظيفية.

12-نشر نتائج هذه الدراسة في المجلات العلمية الرياضية لرفع الوعي العلمي لدى المدربين والإداريين.

المراجع

آيات حســـين علي. (2025). تأثير التمرينات التأهيلية بالتبادل الحراري ومزامنة الموجات فوق الصــوتية في تأهيل اصــابة التمزق الجزئي لأوتار الكفة المدورة ودقة الارســال والضــرب الساحق للاعبي الكرة الطائرة. *كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة*.

زينة اركان حميد. (2024). تأثير برنامج تأهيلي باستخدام بعض الضربات والموجات فوق الصوتية في اصــابة تمزق عضــلة الكتف لدى الرياضــيين. *مجلة المســتنصــرية لعلوم الرياضــة*، الصفحات 434-445.

Askling, C. M. (2006). Acute hamstring injuries in sprinters: jeopardising the return to competitive sport? British . *Journal of Sports Medicine*, pp. 65-69.

Brukner, P. &. (2012). *Clinical Sports Medicine.* McGraw-Hill.

Draper, D. O. (2010). Rate of temperature increase in human muscle during 1 MHz and 3 MHz continuous ultrasound . *Journal of Athletic Training*, pp. 126-130.

Petersen, J. &. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. British . *Journal of Sports Medicine*, pp. 319-323.

Sherry, M. A. (2004). A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains . *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* , pp. 116-125.

Woods, C. H. (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries. British. *Journal of Sports Medicine*, pp. 36-41.