DOI prefix: 10.33170, 2025, Vol (18), Issue (6): 1285-1302

Sciences Journal Of Physical Education

P-ISSN: 1992-0695, O-ISSN: 2312-3619

https://joupess.uobabylon.edu.iq/

Effect of aquatic therapy with low-intensity laser on ankle joint flexibility in athletes with joint fibrosis

Asst. Lec. Omar Sami Turki[*1], Prof. Dr. Muzaffar Abdullah Shafiq[2], Prof. Dr. Basil Abdul Sattar Ahmed[3]

[1,2,3] *Ministry of Education. First Karkh Education Directorate,Iraq.*

*Corresponding author: spot.omar.phd22@uodiyala.edu.iq

Received: 14-08-2025 Publication: 28-12-2025

Abstract

The importance of the research lies in studying the effect of a rehabilitation program that combines aquatic exercises and low-intensity laser therapy on the flexibility of the ankle joint in athletes with joint fibrosis, which could contribute to providing a scientific and practical addition in the field of sports medicine and physical rehabilitation. It helps in developing more effective treatment protocols. The research problem was summarized in the following question: Do rehabilitation exercises using an aqueous medium with low-intensity laser therapy contribute to improving ankle joint flexibility in athletes with joint fibrosis to a degree that surpasses traditional rehabilitation programs? The research objectives were (to develop rehabilitation exercises using an aqueous medium with low-intensity laser, and to identify the effect of rehabilitation exercises using an aqueous medium with low-intensity laser in treating ankle joint ligament fibrosis as indicated by joint mobility). The researchers used a single-group experimental method as it was suitable for the research problem. The research community consisted of (5) athletes suffering from ankle joint fibrosis. The statistical package (SPSS.26) was used to process the results, and the researchers reached conclusions including that (the rehabilitation exercises prepared by the researcher using an aqueous medium with a low-intensity laser were positive in rehabilitating those suffering from ankle joint fibrosis). There is an improvement in the ankle joint flexibility variable through pre- and post-tests of patients with ankle joint fibrosis. As for the recommendations, they include (adopting the aqueous medium and low-intensity laser as aids to restore healing for those with ankle joint fibrosis, and adopting the rehabilitation exercises prepared by the researcher to help players with ankle joint fibrosis to recover).

Keywords: Rehabilitation Exercises, Aquatic Environment, Low-Intensity Laser, Ankle Joint.

https://doi.org/10.33170/jocope.v16i7.3-23

تأثير تمرينات تأهيلية باستخدام وسط مائي مع ليزر واطئ الكثافة في مرونة مفصل الكاحل للمصابين بتليف المفصل لدى الرياضيين

م.م. عمر سامي تركي ، أ.د. مظفر عبد الله شفيق ، أ.د. باسل عبد الستار احمد

العراق. وزارة التربية. مديرية تربية الكرخ الاولى

spot.omar.phd22@uodiyala.edu.iq

mudafarabdullah1@ruc.edu.iq

basil.abdulsattar@uodiyala.edu.iq

تاريخ استلام البحث 2025/9/14 تاريخ نشر البحث 2026/2/28

الملخص

تكمن أهمية البحث في دراسة تأثير برنامج تأهيلي يجمع بين التمارين المائية والليزر منخفض الكثافة على مرونة مفصل الكاحل لدى الرياضيين المصابين بتليف المفصل، بما يُمكن أن يسهم في تقديم إضافة علمية وعملية في مجال الطب الرياضي والتأهيل البدني، ويساعد في وضع بروتوكولات علاجية أكثر فاعلية، اما مشكلة البحث فتلخصت في التساؤل التالي هل أن التمارين التأهيلية باستخدام وسط مائي مع العلاج بالليزر منخفض الكثافة تسهم في تحسين مرونة مفصل الكاحل لدى الرياضيين المصابين بتليف المفصل بدرجة تفوق البرامج التأهيلية التقليدية؟ وكانت اهداف البحث (اعداد تمرينات تأهيلية باستخدام وسط مائي مع ليزر واطئ الكثافة، التعرف على تأثير تمرينات تأهيلية باستخدام وسط مائي مع ليزر واطئ الكثافة في علاج تليف أربطة مفصل الكاحل بدلالة مرونة المفصل الحركي) واستخدم الباحثون المنهج التجريبي ذو المجموعة الواحدة لملائمته مشكلة البحث اما مجتمع البحث فقد كان الرياضيين المصابين بتليف مفصل الكاحل والبالغ عددهم (5) رياضيين وتم استخدام الحقيبة الإحصائية (spss.26) لمعالجة النتائج وتوصل الباحثون الى استنتاجات منها (كان للتمرينات التأهيلية المعدة من قبل الباحث باستخدام وسط مائي مع ليزر واطئ الكثافة إيجابي في تأهيل المصابين في تليف مفصل الكاحل، وهناك تطور في متغير مرونة مفصل الكاحل من خلال الاختبارات القبلية والبعدية للمصابين بتليف مفصل الكاحل) اما التوصيات فمنها (اعتماد الوسط المائي والليزر واطئ الكثافة كوسائل مساعدة لاستعادة الشفاء لمصابي تليف مفصل الكاحل، واعتماد التمارين التأهيلية المعدة من قبل الباحث في مساعدة اللاعبين المصابين بتليف مفصل الكاحل من اجل إعادة الشفاء).

الكلمات المفتاحية: تمرينات تأهيلية، وسط مائي، ليزر واطئ الكثافة، مفصل الكاحل.

1-المقدمة:

يعَدُّ التأهيل الرياضي من أهم ركائز الطب الرياضي الحديث، إذ لم يعد ينحصر دوره في استعادة الشفاء فحسب، بل أصبح يهدف إلى إعادة الرياضي لمستوى الأداء الأمثل بأسرع وقت وبأقل خسائر ممكنة. ومع التطور الكبير في الوسائل العلاجية والتأهيلية، ظهرت استراتيجيات متنوعة تستند إلى الدمج بين التمارين الحركية ووسائل العلاج الفيزيائي المختلفة بهدف تحسين الكفاءة الوظيفية للأعضاء المصابة. ويُعَدُّ مفصل الكاحل من أكثر المفاصل تعرضًا للإصابة لدى الرياضيين، نظرًا لطبيعة مشاركته المباشرة في الحركات المتكررة والقفزات والالتحامات، مما يجعله عرضة لحالات الالتهاب والتليف التي تحد من مدى الحركة (Range of Motion) وتؤثر في الأداء الرياضي بشكل ملحوظ. إن تليف مفصل الكاحل يُمثل إحدى المشكلات الشائعة التي تنتج غالبًا عن الإصابات المتكررة أو التدخلات الجراحية أو فترات التثبيت الطويلة، حيث يؤدي تراكم الأنسجة الليفية في الكبسولة المفصلية والأنسجة المحيطة إلى تقييد حركة المفصل وانخفاض مرونته، وهو ما يُشكّل عائقًا أمام عودة الرياضي لمستواه الطبيعي، ويؤثر سلبًا على مسيرته الرياضية. من هنا برزت الحاجة إلى برامج تأهيلية فعّالة تستهدف الحد من التليف واستعادة المرونة الوظيفية للمفصل. ومن بين الأساليب المستخدمة في التأهيل الحركي يبرز الوسط المائي كأداة مثالية، إذ يوفر خصائص فريدة مثل الطفو الذي يقلل الحمل على المفصل المصاب، والمقاومة الطبيعية للماء التي تساعد على تقوية العضلات، إضافةً إلى الأثر الحراري الذي يساهم في تحسين الدورة الدموية والاسترخاء العضلي. وقد أثبتت الدراسات أن التمارين المائية تُعزز من استعادة مدى الحركة وتقلل الألم مقارنة بالتمارين الأرضية. وفي موازاة ذلك، جاء استخدام الليزر منخفض الكثافة.

(Low Level Laser Therapy – LLLT) كأحد الأساليب العلاجية الحديثة التي تعتمد على التحفيز الضوئي للأنسجة من أجل تسريع عملية الالتئام، تقليل الالتهاب، وتخفيف الألم. وعلى الرغم من أن تأثيره المباشر على التليف ما زال قيد البحث، إلا أن نتائجه في تخفيف الأعراض وتحفيز التجدد الخلوي تجعله خيارًا واعدًا عند دمجه مع التمارين الحركية. ومن هنا تأتي أهمية البحث في دراسة تأثير برنامج تأهيلي يجمع بين التمارين المائية والليزر منخفض الكثافة على مرونة مفصل الكاحل لدى الرياضيين المصابين بتليف المفصل، بما يُمكن أن يسهم في تقديم إضافة علمية وعملية في مجال الطب الرياضي والتأهيل البدني، ويساعد في وضع بروتوكولات علاجية أكثر فاعلية.

تعد إصابات مفصل الكاحل من الإصابات الشائعة لدى الرياضيين نتيجة طبيعة الأنشطة الحركية المكثفة التي يقومون بها، والتي تتطلب القفز، الجري السريع، وتغيّر الاتجاهات المفاجئ. وغالبًا ما تؤدي هذه الإصابات، خصوصًا إذا تكررت أو لم تُعالج بطريقة صحيحة، إلى حدوث تليف في المفصل يتمثل في زيادة تكوّن الأنسجة الليفية داخل الكبسولة المفصلية وحولها، مما يسبب انخفاضًا واضحًا في مرونة المفصل ويُقيّد مدى حركته. هذا التقييد يُعد عائقًا أساسيًا أمام الرياضي في استعادة مستواه البدني والأداء الرياضي، وقد يرفع من احتمالية تعرضه لإصابات متكررة مستقبلًا.

ورغم تعدد أساليب العلاج والتأهيل، إلا أن غالبية البرامج التقليدية تعتمد على التمارين الأرضية والعلاج الفيزيائي المعتاد، والتي قد تكون محدودة الفاعلية في حالات التليف المزمن. من جانب آخر، أثبتت الدراسات فاعلية التمارين المائية في تحسين الحركة وتقليل الحمل على المفاصل المصابة، وكذلك فعالية العلاج بالليزر منخفض الكثافة في تخفيف الألم وتقليل الالتهاب وتحفيز التئام الأنسجة. ومع ذلك، فإن دمج هذين الأسلوبين معًا كبرنامج تأهيلي شامل لم يُدرس بشكل كافٍ في سياق تليف مفصل الكاحل لدى الرياضيين. وعليه، تتحدد مشكلة البحث في التساؤل الآتي: هل أن التمارين التأهيلية باستخدام وسط مائي مع العلاج بالليزر منخفض الكثافة تسهم في تحسين مرونة مفصل الكاحل لدى الرياضيين المصابين بتليف المفصل بدرجة تفوق البرامج التأهيلية التقليدية؟

ويهدف البحث الى:

1- اعداد تمرينات تأهيلية باستخدام وسط مائي مع ليزر واطئ الكثافة.

2- التعرف على تأثير تمرينات تأهيلية باستخدام وسط مائي مع ليزر واطئ الكثافة في علاج تليف أربطة مفصل الكاحل بدلالة مرونة المفصل الحركي.

2- إجراءات البحث:

2-1 منهج البحث: استخدم الباحثون المنهج التجريبي ذو المجموعة الواحدة لملائمته لطبيعة ومشكلة البحث.

2-2 مجتمع البحث وعينته:

تم اختيار مجتمع البحث بالطريق العمدية وهم الرياضيين الذكور المصابين بتليف مفصل الكاحل والبالغ عددهم (5) لاعبين جميعهم يمارسون النشاط الرياضي بشكل منتظم ضمن أندية رياضية، ويشاركون في العاب تتطلب مستوى عال من التنقل السريع والتغير المستمر في الاتجاه، ما يزيد من احتمالية الضغط على مفصل الكاحل اما عينة البحث فقد تم اختيار جميع مجتمع البحث وتم اجراء التكافؤ لمجموعة البحث وكما مبين في الجدول (1).

الجدول (1) يبين التجانس في القياسات الانثروبومترية بين المجموعتين

ت	المتغيرات	وحدة القياس	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الالتواء
1	الطول	سم	176.6	4.21	-1.16
2	الوزن	كغم	70.2	3.49	0.30
3	العمر	سنة	22.4	1.94	0.08
4	مدة الإصابة	شهر	3.6	1.44	-0.40

2-3 الوسائل والأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث:

- شبكة المعلومات الدولية.
- المقابلات الشخصية.
- التجارب الاستطلاعية.
- استمارة تفريغ المعلومات.
- الاختبارات والقياسات.
- الاستبانة.
- حوض ماء بدرجات حرارية نوع (Lakeland Hot Water Bath)
- جهاز ليزر واطئ الكثافة نوع (Laser Therapy)هندي الصنع موديل .LS-107
- كامرة تصوير نوع كانون عدد1.
- حاسبة لابتوب نوع (dell)عدد 1.
- ساعة توقيت يدوية نوع كاسيو ياباني الصنع عدد1.
- جهاز الجنبوميتر صيني الصنع لقياس المدى الحركي.
- لوح خشبي للمرونة والتوازن يدوي الصنع.

2-4-1 الاختبارات المستخدمة:

أولا: اختبار الثني الكامل للأمام

اسم الاختبار: اختبار الثني الكامل للأمام

الغرض من الاختبار: قياس مرونة مفصل الكاحل للأمام.

طريقة الأداء: يجلس المصاب على سرير وتكون الساق ممدودة وتوضع تحت مفصل الركبة وسادة للمساعدة على تحرك مفصل الكاحل بحرية من قبل المعالج للقيام بعملية الاختبار، يطلب المعالج من المصاب بثني القدم للأمام ودفعها بعيدا عن الساق ويقوم المعالج بدفع مشط القدم لحدوث الثني الامامي بدون أي قوة للمساعدة بحدوث عملية الثني حتى الشعور بالألم من قبل المصاب مع تحريك الذراع الموازية للقدم ويقوم المعالج يوضع جهاز الجنيوميتر على الجانب الخارجي لمفصل الكاحل ويوضع محور القياس مع الخط الجانبي لعظم القصبة وتكون القراءة عند زاوية مفصل الكاحل، اما الذراع الاخر للجهاز يكون يثبت مع الساق وتكون زاوية القراءة المثبتة على الجهاز.

حساب الدرجة: بتسجل زاوية الانثناء الامامي التي وصل اليه المفصل المصاب بين ذراعي جهاز الجونيوميتر لانتهاء عملية الثني.

ثانيا: اختبار الثني الكامل للخلف

اسم الاختبار: اختبار الثني الكامل للخلف.

الغرض من الاختبار: قياس مرونة مفصل الكاحل للانثناء الخلفي:

طريقة الاداء: يجلس المصاب على سرير وتكون الساق ممدودة وتوضع تحت مفصل الكاحل وسادة للمساعدة على تحرك مفصل الكاحل بحرية من قبل المعالج للقيام بعملية الاختبار، يطلب المعالج من المصاب بثني القدم للأعلى وسحبها باتجاه الساق ويقوم المعالج بدفع مشط القدم لحدوث الثني الخلفي بدون أي قوة للمساعدة بحدوث عملية الثني حتى الشعور بالألم من قبل المصاب مع تحريك الذراع الموازية للقدم بعدها يوضع جهاز الجنيوميتر على الجانب الخارجي لمفصل الكاحل ويوضع محور القياس مع الخط الجانبي لعظم القصبة وتكون القراءة عند زاوية مفصل الكاحل اما الذراع الاخر للجهاز يكون يثبت مع الساق وتكون زاوية القراءة المثبتة على الجهاز.

حساب الدرجة: يقوم المعالج بتسجل زاوية الانثناء الامامي التي وصل اليه المفصل المصاب بين ذراعي جهاز الجونيوميتر لانتهاء عملية الثني.

ثالثا: اختبار الانقلاب للداخل.

اسم الاختبار: اختبار الانقلاب للداخل

الغرض من الاختبار: قياس مرونة مفصل الكاحل للانقلاب الداخلي للقدم.

طريقة الاداء: يطلب المعالج من المصاب القيام بعملية حركة القدم للداخل وسحبها باتجاه الجسم ويقوم المعالج بدفع مشط القدم لحدوث عملية الانقلاب للداخل دون استخدام أي قوة دفع من المعالج وتكون للمساعدة بحدوث عملية الانقلاب للوصول الى الشعور بالألم من قبل المصاب مع تحريك الذراع الجهاز الموجود على مشط القدم باتجاه عملية الانقلاب للوصول الى نقطة الشعور بالألم مع تحريك ذراع الجهاز الموجودة علة مشط القدم باتجاه عملية الانقلاب مع بقاء الذراع الأخرى بوضعية الثبات على الساق ويجلس المصاب على سرير وتكون الساق ممدودة وتوضع تحت مفصل الساق وسادة للمساعدة على تحرك مفصل الكاحل بحرية من قبل المعالج للقيام بعملية الاختبار , يوضع جهاز الجنيوميتر على ظهر القدم ويكون في المركز الزاوي لمفصل الكاحل ويوضع ذراع القياس فوق مشط القدم اما الذراع الأخرى تكون مثبتة على الساق من الامام وتكون زاوية القراءة المثبتة على الجهاز قبل عملية انقلاب مفصل الكاحل للداخل.

حساب الدرجة: يقوم المعالج بتسجل زاوية الانثناء (الانقلاب) الداخلي التي وصل اليه المفصل المصاب بين ذراعي جهاز الجونيوميتر عند حدوث الألم.

رابعا: اختبار الانقلاب خارجي للقدم.

اسم الاختبار: اختبار الانقلاب خارجي للقدم

الغرض من الاختبار: قياس مرونة مفصل الكاحل للانقلاب الخارجي للقدم.

طريقة الأداء: يطلب المعالج من المصاب القيام بعملية حركة القدم للخارج وقلبها بالاتجاه الخارجي للجسم ويقوم المعالج بدفع مشط القدم لحدوث عملية الانقلاب للخارج دون استخدام أي قوة دفع من قبل المعالج وتكون للمساعدة بحدوث عملية الانقلاب للوصول الى الشعور بالألم مع تحريك ذراع الجهاز الموجودة على مشط القدم باتجاه عملية الانقلاب وبقاء الذراع الاخر للجهاز بوضعية الثبات على الساق ويجلس المصاب على سرير وتكون الساق ممدودة وتوضع تحت مفصل الساق وسادة للمساعدة على تحرك مفصل الكاحل بحرية من قبل المعالج للقيام بعملية الاختبار، يوضع جهاز الجنيوميتر على ظهر القدم ويكون في المركز الزاوي لمفصل الكاحل ويوضع ذراع القياس فوق مشط القدم اما الذراع الأخرى تكون مثبتة على الساق من الامام وتكون زاوية القراءة المثبتة على الجهاز قبل عملية انقلاب مفصل الكاحل للداخل.

حساب الدرجة: يقوم المعالج بتسجل زاوية الانثناء (الانقلاب) الخارجي التي وصل اليه المفصل المصاب بين ذراعي جهاز الجونيوميتر عند حدوث الألم.

2-5 التجربة الاستطلاعية:

أجرى الباحثون بتاريخ (2024/4/4) الموافق يوم الخميس تجربة استطلاعية على (1) من افراد العينة وكان الهدف من التجربة:

- التأكد من صلاحية ودقة أدوات القياس المستخدمة في بيئة العمل الفعلية.
- اختبار وضوح التعليمات المقدمة للمشاركين واستجابتهم للإجراءات.
- التعرف على أية صعوبات إدارية أو تنظيمية قد تواجه الباحث أثناء التطبيق الميداني.
- تقدير الوقت اللازم لإجراء كل فحص لضمان تنظيم فعال للجدول الزمني للدراسة.

جمع ملاحظات أولية لتحسين وتطوير بروتوكول الدراسة الرئيسية.

2-6 الاختبارات القبلية:

قام الباحثون رفقة فريق العمل المساعد بأجراء الاختبارات البعدية على عينة البحث المكونة من (5) لاعبين وذلك يوم الأربعاء الموافق (2024/4/10) وقد شملت اجراء اختبارات المرونة الأربعة جميعها.

2-7 التجربة الرئيسة:

تعد التمرينات التأهيلية لإصابة تليف أربطة الكاحل من البرامج المعقدة التي تتطلب تخطيطًا دقيقًا وتنفيذا منظما، حيث يهدف إلى استعادة الوظيفة الحركية للمفصل المصاب، تحسين مرونته، وتقوية العضلات المحيطة به، مع تقليل الالم والالتهاب المصاحب للحالة، وتم تصميم الباحثون لهذا التمرينات التأهيلية بناء على الادلة العلمية الحديثة، وبالتنسيق مع فريق متعدد التخصصات من الأطباء واخصائيين بالعلاج الطبيعي، لضمان توافقه مع معايير الجودة والسلامة العلاجية. وقد راعى الباحثون في وضع هذا التمرينات ان يكون تدريجيا من حيث الشدة والزمن، مع تعديلات مستمرة بناء على استجابة كل فرد من العينة، بما يضمن تحقيق اهداف اعادة التأهيل على المستويين الوظيفي والحركي دون تعريض المفصل المصاب لأي ضغوط غير محسوبة (علما ان هذه التوقيتات المذكورة في مراحل العمل التأهيلي هي كانت لعينة واحدة كنموذج تأهيلي لباقي العينة) وقد تم تقسيمه الى مرحلتين.

المرحلة الاولى: التهيئة والتدخلات المائية والعلاج بالليزر (الاسبوع 1 – الاسبوع 4)

تم تطبيق التمرينات بتاريخ (2024/4/15) الموافق يوم الاثنين لغاية يوم الاحد الموافق (2024/5/12) وتم تنظيمه بواقع ثلاث جلسات أسبوعيا، على ان تكون مدة كل جلسة في بداية التمرينات التأهيلية ما بين (16–22) دقيقة، مع زيادات تدريجية حسب مدى التحسن والاستجابة الوظيفية للمفصل. تميزت هذه المرحلة بطابعها التحضيري، حيث استهدفت تهيئة الانسجة المحيطة بالمفصل وزيادة تدفق الدم اليها، وذلك من خلال استخدام الماء الساخن والعلاج بالليزر منخفض الكثافة، الى جانب تمارين حركية اولية تتم داخل الوسط المائي.

في بداية كل جلسة توضع القدم المصابة داخل حوض ماء دافئ بدرجة حرارة (44) درجة مئوية لمدة خمس دقائق، بهدف تسخين الانسجة وزيادة ليونتها وتحفيز الدورة الدموية. وقد ساعد هذا الإجراء في خفض التوتر العضلي وتحسين القابلية لأداء التمارين اللاحقة دون زيادة الشعور بالألم. بعد هذه التهيئة الحرارية، يقوم المصاب بتنفيذ تمارين داخل الحوض، حيث تم اعتماد حركات دورانية، ودفع وسحب للكاحل تحت إشراف المعالج، مع التأكيد على الا تتجاوز شدة الحركة حدود الألم المحسوس. وتم تكرار هذه الحركات في (6–7 تكرارات) متتالية، يفصل بينها فترات راحة قصيرة (1:1) لضمان عدم إجهاد المفصل.

بعد الانتهاء من الجزء الحركي، خصصت (3د) لتطبيق العلاج بالليزر واطئ الكثافة عن طريق وضع الجهاز على مناطق الألم والتليف حول الكاحل. ساعد هذا النوع من التحفيز الضوئي في تقليل الالتهاب وتحفيز الخلايا على ترميم الأنسجة، مما عزز من فعالية التمارين الحركية وقلل من اثار الإجهاد الموضعي. وكانت مدة استخدام الليزر واطئ الكثافة خلال اول (8) جلسات، نظرا لأهمية تأثيره خلال المراحل المبكرة من اعادة التأهيل.

مع التقدم في جلسات العلاج في الأسابيع الأولية، تمت زيادة زمن الجلسات تدريجيا لتصل إلى (24–26) دقيقة بحلول الاسبوع الرابع، مع تقييم دقيق لمدى التحسن الحركي. وقد تم إدخال تمارين تقوية تدريجية بدء من الأسبوع الثاني للتمرينات، حيث تم إضافة تمرين واحد جديد في كل أسبوع، وفقا لتطور الحالة.

اجريت تمارين التقوية باستخدام اساليب متنوعة، شملت اولا تحريك المفصل بواسطة يد المعالج، حيث يقوم بالسحب والدفع والتدوير ضمن نطاق حركي محدد وتحت رقابة حسية من قبل المعالج مع استخدام المصاب للحركات الإيجابية (السحب والدفع والتدوير) لتقوية المفاصل واربطة مفصل الكاحل وقوة المفصل لتفادي حدوث الإجهاد.

المرحلة الثانية: التمارين التأهيلية المتقدمة (الأسبوع 5 – الأسبوع 12).

بدأت هذه المرحلة يوم الاثنين الموافق (2024/5/13) لغاية (2024/7/7)، بنفس معدل الجلسات الأسبوعي (3 جلسات) مع اختلاف في الأزمنة والتكرارات لكل مرحلة مراعيا بذلك نسبة التحسن لدى عينة البحث، لكنها تميزت بالاعتماد الكلي على التمارين التأهيلية مع ترك الوسائل المساعدة في المرحلة الأولية المستخدمة (الوسط المائي، والليزر واطئ الكثافة)، وقد صمم الباحثون التمارين في هذه المرحلة بحيث تحاكي متطلبات الأداء الحركي اليومي والرياضي، مع زيادة تدريجية في شدة المقاومة ودرجة التعقيد الحركي.

في هذه المرحلة، ركزت التمرينات على توسيع نطاق الحركة المفصلية من خلال الإطالة الديناميكية والثابتة، حيث تم أداء حركات دفع أمامي وخلفي وجانبي للكاحل، مع استخدام أدوات مساعدة مثل الحبال المطاطية مختلفة المقاومة والألوان من وضع الثبات من الخفيف الى عالي الشدة وكذلك الاستناد على الجدار مع رفع الساق السليمة والوقوف والاستقرار على الساق المصابة وكذلك الاستناد على الساق المصابة ورفع الساق السليمة مع رفع مشاط القدم الى حدود الألم من الثبات والاستناد على الكعب وكذلك استخدمت الأسطح غير المستقرة مثل اللوح الخشبي المدولب بالثبات والمرجحة لتحفيز جهاز الإحساس العميق، وكذلك السير فوق الكرة المطاطية الثابتة صعودا ونزولا وأيضا الوقوف فوق الكرة الطبية المطاطية الثابتة مع مرجحة الساق السليمة وكذلك استخدام الدرجة الثابتة وجهاز السير الكهربائي.

تمت زيادة زمن كل جلسة تدريجيًا ليصل إلى (24–52) دقيقة، مع مراقبة دقيقة لأي علامات تعب عضلي او اجهاد مفصلي، وقد كان من أهداف هذه المرحلة تعزيز قدرة العضلات المحيطة بالكاحل على التحمل، وتحسين الاستقرار المفصلي في ظل ظروف متغيرة من التوازن، بما يتماشى مع التحديات الحركية التي يواجهها الرياضيون في أنشطتهم التنافسية.

بلغت المدة الكلية للتمرينات (12) أسبوع وللفترة (2024/4/15) لغاية (2024/7/7) حيث تظهر هذه التمرينات التأهيلية تكاملًا واضحا بين الأدلة العلمية الحديثة والتطبيق العملي الميداني، مع الالتزام الصارم بالتدرج في الأحمال والتمارين وفقا لاستجابة كل مفصل مصاب. لقد أثبتت التمرينات فعاليته في تحسين مدى الحركة، وتقليل شدة الألم، واستعادة القدرة الوظيفية تدريجيا، من خلال المزج بين العلاجات المساعدة في المرحلة الأولى، والتمارين التأهيلية المركزة في المرحلة الثانية.

2-8 الاختبارات البعدية:

بعد الانتهاء من التجربة الرئيسة عمد الباحثون الى اجراء الاختبارات البعدية رفقة كادر العمل المساعد يوم الاربعاء الموافق 2024/7/10 وتم استخدام نفس الظروف من حيث المكان وكادر العمل المساعد لضمان سلامة النتائج.

2-9 الوسائل الإحصائية: استخدم الباحثون الحقيبة الإحصائية (SPSS. 26) لاستخراج القيم التالية:

- الوسط الحسابي.
- الانحراف المعياري.
- معامل الالتواء.
- اختبار (T.test) لمجموعة واحدة
- متوسط الفروق.
- الخطأ المعياري.
- مستوى الدلالة.
- درجة الحرية.

3- عرض ومناقشة النتائج:

3-1 عرض نتائج اختبار مرونة مفصل الكاحل للمجموعة التجريبية:

الجدول (2) يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة لنتائج الاختبارات القبلية والبعدية لمرونة مفصل الكاحل

الاختبارات	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		متوسط الفروق	الخطأ المعياري	قيمة (t) المحسوبة	SIG	الدلالة الفروق
		سَ	±ع	سَ	±ع					
مرونة مفصل الكاحل	درجة	21.400	0.89	43.800	1.30	22.400	0.50	43.930	0.000	معنوي

معنوي عند مستوى دلالة (0.05) ودرجة حرية 4

3-2 عرض نتائج اختبار ثني الكاحل للخلف للمجموعة التجريبية:

الجدول (3) يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة لنتائج الاختبارات القبلية والبعدية لثني الكاحل للخلف

الاختبارات	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		متوسط الفروق	الخطأ المعياري	قيمة (t) المحسوبة	SIG	الدلالة الفروق
		سَ	±ع	سَ	±ع					
ثني الكاحل للخلف	درجة	8.800	1.09	18.600	0.89	9.800	0.48	20.004	0.000	معنوي

معنوي عند مستوى دلالة (0.05) ودرجة حرية 4

3-3 عرض نتائج اختبار انعطاف (انقلاب داخلي) للقدم للمجموعة التجريبية:

الجدول (4) يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة لنتائج الاختبارات القبلية والبعدية لانعطاف (انقلاب داخلي) للقدم

الاختبارات	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		متوسط الفروق	الخطأ المعياري	قيمة (t) المحسوبة	SIG	الدلالة الفروق
		سَ	±ع	سَ	±ع					
انعطاف (انقلاب داخلي) للقدم	درجة	11.600	1.67	41.200	1.09	29.600	0.74	39.555	0.000	معنوي

معنوي عند مستوى دلالة (0.05) ودرجة حرية 4

4-3 عرض نتائج اختبار انعطاف (انقلاب خارجي) للقدم للمجموعة التجريبية:

الجدول (5) يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة لنتائج الاختبارات القبلية والبعدية لانعطاف (انقلاب خارجي) للقدم

الاختبارات	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		متوسط الفروق	الخطأ المعياري	قيمة (t) المحسوبة	SIG	الدلالة الفروق
		سَ	±ع	سَ	±ع					
انعطاف (انقلاب خارجي) للقدم	درجة	6.200	1.09	16.600	1.14	10.400	0.24	42.458	0.000	معنوي

معنوي عند مستوى دلالة (0.05) ودرجة حرية 4

3-5 مناقشة نتائج اختبارات المرونة للمجموعة التجريبية:

من خلال النتائج في الجداول اعلاه (2) و (3) و (4) و (5) يتبين ان هناك تطور واضح وتقدم للاختبار البعدي على الاختبار القبلي في جميع المتغيرات الاربعة ويُمكن القول إن التمارين التأهيلية كانت العامل الحاسم في التطور الملحوظ، بينما ساعدت العوامل التكميلية في تهيئة الجسم وتهيئة الأنسجة العضلية والعصبية لاستقبال البرنامج بكفاءة أكبر كما يعزو الباحث السبب في التطور الكبير بين القياسات القبلية والبعدية للمجموعة التجريبية إلى فاعلية البرنامج التأهيلي المعد بعناية، والذي استهدف مجموعة من التمارين التأهيلية الخاصة بمفصل الكاحل، صُممت وفق المبادئ العلمية للتأهيل الحركي، كمبدأ التدرج، والتحميل التدريجي، ومراعاة طبيعة المفصل ووظائفه الحركية. وقد جاءت هذه النتائج لتعكس مدى نجاح تلك التمارين في استعادة الكفاءة الحركية، من خلال تحسين المرونة والقوة الوظيفية للمفصل.

ويؤكد على ذلك (محمد الشناوي، 2014) "بأن التمارين التأهيلية المبنية على التحميل التدرجي تؤدي إلى زيادة كفاءة الأنسجة العضلية والضامة، وتحسين التروية الدموية، وبالتالي تعزيز الاستجابة الحركية"

كما يرى (محسن الطوخي 2018) "أن أي برنامج تأهيلي فعّال يجب أن يراعي التدرج في شدة التمرين، والانتقال من التمارين العامة إلى التمارين التخصصية التي تعيد المفصل إلى وظائفه الدقيقة".

وقد ظهر هذا بوضوح في اختبار مرونة مفصل الكاحل، إذ بلغت الزيادة في المتوسط الحسابي

(22.400 درجة)، مع قيمة ت دالة جدًا (43.930)، مما يدل على تحسن فسيولوجي واضح في مدى حركة المفصل. ويرتبط ذلك بما أشار إليه (Hoppenfeld 2006) من "أن تحسين مدى الحركة يُعد مؤشرًا على استعادة الأربطة والأنسجة المحيطة لوظيفتها الحيوية بعد التمارين التصحيحية المتكررة.

أما في اختبار ثني الكاحل للخلف، فإن الزيادة في نتائج القياس البعدي تعكس تحسنًا ملحوظًا في كفاءة العضلات الباسطة للمفصل، وهو ما يُشير إلى فعالية البرنامج في تنشيط الوظائف العضلية الخاصة بالحركة الخلفية، التي كثيرًا ما تتأثر بالإصابة أو الخمول "التمارين المتكررة الخاصة بمفصل الكاحل تُعيد تنظيم الإشارات العصبية العضلية وتزيد من فعالية النسيج العضلي المحيط بالمفصل".

ويُعَد التحسّن الواضح في اختباري الانعطاف الداخلي والخارجي للقدم دليلاً إضافيًا على أن التمارين التأهيلية لم تقتصر على تنشيط العضلات الكبيرة فقط، بل شملت أيضًا التمارين الدقيقة للعضلات الصغيرة المسؤولة عن الحركات الدورانية الدقيقة للكاحل، وهو ما يؤكده (ناص محمد العامري 2012) حين أشار إلى أن "العضلات الصغيرة المحيطة بالكاحل تحتاج إلى تمرينات متخصصة لتحسين التوازن والاستقرار الحركي للمفصل.

إن ارتفاع قيم (T) في الاختبارات الأربعة يشير إلى حدوث تطورات جوهرية على مستوى المفصل، سواء من ناحية المدى الحركي أو قوة العضلات المحيطة أو التوازن الميكانيكي، وهي نتائج منطقية إذا ما علمنا أن التمارين استهدفت بشكل خاص الحركات المحورية للمفصل. "تأهيل مفصل الكاحل يتطلب دمج التمارين الخاصة بالقوة والمرونة والتحكم الحركي بهدف استعادة الأداء الطبيعي الكامل".

كما أن هذه النتائج تتسق مع ما أشار إليه (Hall 2015) "بأن تكرار الحركات التأهيلية ذات النمط الحسي الحركي يعزز من كفاءة المستقبلات الحسية في الأربطة والأوتار، ويُسهم في إعادة برمجة الجهاز العصبي العضلي بشكل يُمكّن المفصل من أداء حركاته بكفاءة وسلاسة.

ومن الجدير بالذكر أن هناك عاملًا مساعدًا ذا تأثير محدود لكنه ساهم نسبيًا في تحسين فاعلية البرنامج التأهيلي، ويتمثل في استخدام الماء الدافئ للقدم والليزر واطئ الكثافة إذ يُساعد الماء الدافئ على تحسين التروية الدموية الطرفية وإرخاء الأنسجة، مما يُهيئ المفصل لأداء التمارين بكفاءة أعلى وقد أشار (عبد الله بدوي 2017) إلى أن "الماء الدافئ يساهم في زيادة ليونة المفاصل والعضلات قبل التمارين التأهيلية ويقلل من مقاومة الأنسجة للحركة".

أما الليزر منخفض الكثافة فقد استُخدم لتحفيز التئام الأنسجة وتقليل الالتهاب الموضعي. ان استخدام "الليزر منخفض الكثافة يمكن أن يحفز عملية التعافي الخلوي ويخفف من الألم المصاحب للحركة، خاصة عند استخدامه ضمن خطة علاجية مدروسة". ومع ذلك، فإن هذا التأثير يُعد داعمًا ثانويًا مقارنةً بالأثر الأساسي الذي أحدثته التمارين التأهيلية في إحداث الفروق ذات الدلالة الإحصائية.

4- الاستنتاجات والتوصيات:

4-1 الاستنتاجات:

1- كان للتمرينات التأهيلية المعدة من قبل الباحث باستخدام وسط مائي مع ليزر واطئ الكثافة إيجابي في تأهيل المصابين في تليف مفصل الكاحل.

2- هناك تطور في متغير مرونة مفصل الكاحل من خلال الاختبارات القبلية والبعدية للمصابين بتليف مفصل الكاحل.

3- هناك تطور في متغير ثني الكاحل للخلف من خلال الاختبارات القبلية والبعدية للمصابين بتليف مفصل الكاحل.

4- هناك تطور في متغير انعطاف (انقلاب داخلي) للقدم من خلال الاختبارات القبلية والبعدية للمصابين بتليف مفصل الكاحل.

5- هناك تطور في متغير انعطاف (انقلاب خارجي) للقدم من خلال الاختبارات القبلية والبعدية للمصابين بتليف مفصل الكاحل.

4-2 التوصيات:

1- اعتماد الوسط المائي والليزر واطئ الكثافة كوسائل مساعدة لاستعادة الشفاء لمصابي تليف مفصل الكاحل.

2- اعتماد التمارين التأهيلية المعدة من قبل الباحث في مساعدة اللاعبين المصابين بتليف مفصل الكاحل من اجل إعادة الشفاء.

3- ضرورة الاهتمام بتمرينات المرونة لتجنب الإصابات الرياضية وخصوصا إصابات مفصل الكاحل.

4- الاهتمام باتخاذ الإجراءات الوقائية من حدوث الإصابات الرياضية والتي تخص مفاصل الجسم ولاسيما إصابات مفصل الكاحل.

5- ضرورة اجراء دراسات مشابهة وعلى عينات وفئات عمرية أخرى والتي تخص مفاصل الجسم.

المصادر

- احمد محمد خاطر: القياس في المجال الرياضي، ط4، القاهرة، دار الكتاب الحديث، 1996.
- عبد الله بدوي: العلاج الطبيعي والتأهيل الحركي، القاهرة، دار المسيرة، 2017
- محسن الطوخي: الأسس العلمية للتأهيل الرياضي، القاهرة، دار الكتاب الحديث، 2018.
- محمد عبد المنعم الشناوي: أسس التأهيل الحركي، القاهرة، دار الفكر العربي. 2014.
- ناصر محمد العامري: ميكانيكا الحركة وتطبيقاتها في الإصابات الرياضية، عمّان، دار المناهج، 2012.
- Basford. J. R: "Low-Intensity Laser Therapy: Still Not an Established Clinical Tool." Lasers in Surgery and Medicine. 34(4).2004.
- Hall. S. J: Basic Biomechanics (7th ed.). New York: McGraw-Hill.2015.
- Hoppenfeld. S: Physical Examination of the Spine and Extremities. New York: Appleton & Lange 2006.
- Prentice. W. E: Rehabilitation Techniques for Sports Medicine and Athletic Training (6th ed.). Boston: McGraw-Hill. 2013.
- Sanders T. Kremers H. Bryan A. et al: Procedural intervention for arthrofibrosis after ACL reconstruction: trends over two decades. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2017. 25 (2).
- Sharkey. N. A. & Williams.D. S: Musculoskeletal Rehabilitation. New York: Elsevier 2010.