مجلة الثقافة الرياضية
SPORT CULTURE
Vol.17, Spec. Issue, (2026): 649-666.
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة - جامعة تكريت
Tikrit University
IRAQI
Iraqi Academic Journals
DOI : https://doi.org/10.25130/sc.2026.17.33
ISSN: 2073 – 9494/ E - ISSN: 2664 - 0988

The Effect of Using a CPM Device in Early Rehabilitation Following Anterior Cruciate Ligament (ACL) Reconstruction for Injured Individuals

*Mustafa Rasheed Amara [1] Muthanna Ahmed Khalaf [2]
Tikrit University - College of Physical Education and Sports Sciences

ARTICLE

Received: 21/ 6 / 2026
Revised: 28/ 7 / 2026
Accepted: 30 /7 / 2026
Available online: 1/ 8/ 2026

Keywords

- CPM Device
- Early Rehabilitation ACL
- Reconstruction Range of Motion
- Pain

ABSTRACT

The current study aimed to identify the effect of using a continuous passive motion device (CPM) within an early rehabilitation program to improve the functional performance of the knee joint (range of motion and pain degree) after anterior cruciate ligament reconstruction surgery (ACL). The researchers used the experimental method with a single-group experimental design featuring pre- and post-measurements. The research sample included (7) injured adult athletes aged between (22-28) years old, who were clients at the Khatawat Al-Hayat Specialized Center in Kirkuk Governorate. The experiment lasted from December 2025 until April 2026. The study tools included measuring the range of motion (flexion and extension) using a goniometer, and a standardized scale for pain degree linked to functional flexion angles. The data were statistically processed using the "Wilcoxon" test for comparisons and to determine the effect size (r).

The results showed statistically significant differences (Sig<0.05) between the pre- and post-measurements in favor of the post-measurement in all investigated variables; as the arithmetic mean of the pain degree decreased from (7.857) to (0.892) degrees, with a strong effect size reaching (0.78). Additionally, the arithmetic mean of the knee flexion angle increased from (〖37.00〗 ^∘) to (〖135.00〗 ^∘), with an effect size of (0.77), and the deficit in full extension decreased from (〖34.20〗 ^∘) to reach (〖0.800〗 ^∘), with an effect size of (0.78). The study concluded that integrating the (CPM) device contributes decisively and effectively to accelerating the recovery of the range of motion and pain control as a helper factor that prepares the joint for an optimal response to the rehabilitation program. The study recommended the necessity of including the (CPM) device as a core pillar in early rehabilitation protocols during the first weeks following surgery.

Corresponding Author; Muthanna Ahmed
Tikrit University - College of Physical Education and Sports Sciences
Email: Mustafarasheed02@gmail.com

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

تأثير استخدام جهاز CPM في التأهيل المبكر بعد إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي للمصابين

مصطفى رشيد عمارة[1] مثنى أحمد خلف[2]

جامعة تكريت _ كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

تفاصيل المقال

تاريخ الاستلام: 2026 / 6 /21

النسخة المعدلة : 2026 /7/28

تاريخ القبول: 2026/7/30

متوفر على الانترنت : 2026/ 8/1

الكلمات المفتاحية

- جهاز CPM
- التأهيل المبكر
- الرباط الصليبي الأمامي
- المدى الحركي
- درجة الألم

الخلاصة

هدفت الدراسة الحالية إلى التعرف على تأثير استخدام جهاز الحركة السلبية المستمرة (CPM) ضمن برنامج للتأهيل المبكر في تحسين الأداء الوظيفي لمفصل الركبة (المدى الحركي ودرجة الألم) بعد جراحة إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي (ACL). استخدم الباحثان المنهج التجريبي بتصميم المجموعة التجريبية الواحدة ذات القياسين القبلي والبعدي. اشتملت عينة البحث على (7) مصابين من الرياضيين البالغين بأعمار تتراوح بين (22–28) سنة، من المراجعين لمركز خطوات الحياة التخصصي في محافظة كركوك. واستمرت التجربة للمدة من ديسمبر 2025 ولغاية أبريل 2026. تضمنت أدوات الدراسة قياس المدى الحركي (الثني والمد) باستخدام جهاز الجنيوميتر، ومقياساً مقنناً لدرجة الألم مرتبطاً بزوايا الانثناء الحركي. وعولجت البيانات إحصائياً باستخدام اختبار "ويلكوكسون" للمقارنات وتعيين حجم الأثر (r).

أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية ($Sig < 0.05$) بين القياسين القبلي والبعدي ولصالح القياس البعدي في جميع المتغيرات المبحوثة؛ حيث انخفض الوسط الحسابي لدرجة الألم من (7.857) إلى (0.892) درجة، بحجم أثر قوي بلغ (0.78). كما ارتفع الوسط الحسابي لزاوية ثني الركبة من (37.00°)إلى(135.00°) ، بحجم أثر(0.77) ، وانخفض العجز عن المد الكامل من (34.20°) ليصل إلى(0.800°) ، بحجم أثر (0.78). واستنتجت الدراسة أن دمج جهاز (CPM) يساهم بفاعلية حاسمة في تسريع استعادة المدى الحركي والسيطرة على الألم كعامل مساعد يمهد المفصل للاستجابة المثلى للبرنامج التأهيلي. وأوصت الدراسة بضرورة إدراج جهاز (CPM) كركيزة أساسية في بروتوكولات التأهيل المبكر في الأسابيع الأولى بعد الجراحة.

© This is an open access article under the CC By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

1 – التعريف بالبحث

1-1 مقدمة البحث وأهميته

يُعد مفصل الركبة من أكثر مفاصل الجسم تعقيداً وعرضة للإصابات الرياضية؛ نظراً لطبيعته التشريحية والوظيفية التي تجعله يتحمل العبء الأكبر خلال الحركات المختلفة، حيث تشير الإحصاءات الطبية إلى أن إصابات الركبة تشكل نحو 70% من إجمالي إصابات الملاعب (العوادلي، 2004). وتأتي إصابة الرباط الصليبي الأمامي في مقدمة هذه الإصابات وأكثرها انتشاراً عالمياً بمعدل يصل إلى(250.000) حالة سنوياً، لاسيما بين ممارسي الأنشطة الرياضية التي تتطلب قفزاً وهبوطاً وتغييراً مفاجئاً في الاتجاهات (حسن وآخرون، 2022). ورغم أن جراحة إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي أصبحت الخيار السريري الأكثر شيوعاً لاستعادة الاستقرار الميكانيكي للمفصل، إلا أن المخرجات النهائية والنجاح الوظيفي لهذه الجراحة يرتبط ارتباطاً وثيقاً بمدى فاعلية وتكامل البرنامج التأهيلي المطبق بعدها

(,.Wright et al2020)؛ حيث تؤدي الإصابة والتدخل الجراحي الفوري إلى فقدان الثبات المفصلي، وضيق المدى الحركي، وتراجع الكفاءة الحركية، مما يعيق المصاب عن أداء أنشطته اليومية والرياضية بصورة طبيعية (Adams et al., 2012, p.601).

وقد شهدت بروتوكولات التأهيل الحديثة تحولاً جذرياً؛ حيث انتقل التركيز من التثبيت والتوقف التام عن الحركة إلى استراتيجيات التأهيل والتحريك المبكر لاستعادة القوة والمدى الحركي وتنشيط المنظومة العضلية؛ تلافياً لضمور وضعف عضلات الفخذ الرباعية الذي يعاني منه أغلب المرضى في الأسابيع الأولى بعد الجراحة ويمتد لفترات طويلة، الأمر الذي دفع المختصين للبحث عن وسائل تكنولوجية وأدوات تأهيلية بديلة ومساعدة (Norte GE et al., 2018, p.201).ومن الأجهزة التقنية المساندة في هذه المرحلة جهاز الحركة السلبية المستمرة، الذي يعمل على تحريك المفصل ميكانيكياً وبشكل منتظم دون إجهاد عضلي من المريض، مما يساعد في تنشيط الدورة الدموية، وتصريف التورم والارتشاح، والحد من تكون الالتصاقات الليفية الضارة داخل تجويف المفصل(Harari & Richmond, 2018, p.353).

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

1-2 مشكلة البحث

تعد إصابة الرباط الصليبي الأمامي من أكثر إصابات مفصل الركبة شيوعاً، خاصة بين الأفراد الذين يمارسون الأنشطة الرياضية، لما يترتب عليها من فقدان الاستقرار الميكانيكي للمفصل وتراجع القدرة الوظيفية والحركية. وعلى الرغم من التقدم الملحوظ في تقنيات الجراحة الخاصة بإعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي، فإن نجاح العملية الجراحية لا يعتمد على التدخل الجراحي فقط، بل يرتبط بدرجة كبيرة بفاعلية البرامج التأهيلية المطبقة خلال مرحلة ما بعد الجراحة، والتي تهدف إلى استعادة المدى الحركي الطبيعي للمفصل، وتحسين القوة العضلية، واستعادة الكفاءة الوظيفية اللازمة للعودة إلى النشاط الطبيعي والرياضي. وفي ضوء التوجهات الحديثة في التأهيل الحركي، ظهر استخدام جهاز الحركة السلبية المستمرة (CPM) كإحدى الوسائل العلاجية المساندة التي يمكن أن تساعد في تحسين حركة مفصل الركبة وتقليل المضاعفات المصاحبة لفترة ما بعد الجراحة. لكن الأدبيات العلمية المتعلقة باستخدام هذا الجهاز أظهرت تبايناً في نتائج الدراسات بشأن كمية تأثيره وفاعليته عند دمجه مع البرامج التأهيلية، كما أن طبيعة هذا التأثير ما تزال غير مؤكدة بصورة قاطعة، خاصة في ظل قلة الدراسات التطبيقية التي تناولت هذا الموضوع.

تكمن مشكلة البحث الحالي في محاولة كشف هذا التباين العلمي من خلال التحقق التطبيقي من الأثر الفعلي لدمج جهاز الحركة السلبية المستمرة مع البرنامج التأهيلي المقترح، لبيان مدى انعكاس هذا الدمج في تحسين المؤشرات والأداء الوظيفي العام لمفصل الركبة بعد جراحة إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي لدى هذه الفئة العمرية المحددة.

1-3 هدف البحث

يهدف البحث الحالي إلى التعرف على تأثير استخدام جهاز الحركة السلبية المستمرة في التأهيل المبكر بعد إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي في تحسين الأداء الوظيفي لمفصل الركبة لدى المصابين بأعمار (22 إلى 28 سنة).

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

1– 4 فرض البحث

توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين الاختبارين القبلي والبعدي ولصالح الاختبار البعدي في تحسين الأداء الوظيفي لمفصل الركبة بعد إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي للمصابين بأعمار (22 إلى 28 سنة).

1– 5 مجالات البحث

1–5–1 المجال البشري: عينة من المصابين البالغين الممارسين للنشاط الرياضي بأعمار (22 إلى 28 سنة) والبالغ عددهم (7) مصابين.

1–5–2 المجال الزماني: للمدة من 3 / 12 / 2025 ولغاية 27 / 4 / 2026

1–5–3 المجال المكاني: مركز خطوات الحياة التخصصي للعلاج الطبيعي والتأهيل / محافظة كركوك

2– منهج البحث وإجراءاته الميدانية.

2–1منهج البحث

استخدم الباحثان المنهج التجريبي وبتصميم المجموعة التجريبية الواحدة ذات الاختبارين القبلي والبعدي لملاءَمَتِهِ طبيعة ومشكلة البحث.

2–2 مجتمع وعينة البحث

تمثل مجتمع البحث بالمصابين البالغين من الممارسين للنشاط الرياضي بأعمار(22 إلى 28 سنة) والذين خضعوا لعملية جراحية بإعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي في مستشفيات طبية معتمدة داخل محافظة كركوك ومن المراجعين لمركز خطوات الحياة التخصصي للعلاج الطبيعي والتأهيل في محافظة كركوك. مع استبعاد من سبق لهم اجراء عملية جراحية مماثلة. ونظراً لاختلاف مواعيد العمليات الجراحية وصعوبة جمع المصابين في توقيت واحد، استخدم الباحثان العينة العمدية، حيث تم اختيار جميع الأفراد الذين ينطبق عليهم شرط الإصابة الكاملة بالرباط الصليبي الأمامي، بعد اجرائهم العملية الجراحية بـ(10) أيام وبلغ عددهم (7) مصابين من الذكور، تتراوح أعمارهم بين(22–28) سنة، ويمارسون نشاطاً رياضياً منظماً قبل الإصابة. ونظراً لخصوصية العينة وصعوبة

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

الحصول على أعداد إضافية تنطبق عليها كافة الشروط المذكورة، لم يتم استبعاد أفراد عينة التجربة الاستطلاعية، بل تم الإبقاء عليهم ودمجهم ضمن العينة الأساسية للتجربة الرئيسية.

2-3 الوسائل والأجهزة والأدوات المستعملة في البحث

2-3-1 وسائل جمع المعلومات

- ❖ المصادر والمراجع العربية والاجنبية.
- ❖ القياسات والاختبارات.
- ❖ شبكة المعلومات الدولية (الأنترنيت).
- ❖ مقياس درجة الألم (Pain scale).

2-3-2 الاجهزة المستخدمة في البحث

- ❖ جهاز الحركة السلبية المستمرة (CPM) وزنه 17 كغم، طوله(2) متر يعمل بمصدر طاقة(100-240) فولت، مدى الحركة (في حالة المد (0° الى -10° في حالة فرط المد البسيط) اما في حالة الثني فيكون مدى الحركة لغاية 120° درجة، فرنسي الصنع (شركة Kinetec) عدد 2.
- ❖ جهاز الديناموميتر (Dynamometer) لقياس القوة العضلية (كغم) للاطراف السفلى، منشأ صيني.
- ❖ جهاز الرستاميتر (Restmeter) لقياس كتلة الجسم (كغم) والطول الكلي للجسم (سم)، منشأ صيني..
- ❖ جهاز الجنيوميتر (Goniometer) لقياس المدى الحركي للمفصل (درجة) منشأ صيني.
- ❖ كاميرا تصوير رقمية نوع (Sony) يابانية الصنع عدد (1).
- ❖ جهاز التحفيز العضلي (Muscle Stimulate)، هندي الصنع، برنامج فرادك.
- ❖ جهاز الاشعة تحت الحمراء، من تصنيع الشركة الهولندية (Enraf –Nonius)، عدد 2.
- ❖ جهاز الامواج فوق الصوتية، من تصنيع شركة (BTL Industries) في المملكة المتحدة، عدد 2.

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

- جهاز الدراجة الثابتة (الاوربتراك)، نوع Life Fitness، قدرة تحمل تصل لغاية 150 كغم، صيني الصنع، عدد 4.
- ساعة توقيت(Stop Watch)، عدد (2).
- حاسبة يدوية علمية نوع (Casio).
- جهاز لابتوب نوع (ASUS) الجيل CORE i7 عدد (1).

3- القياسات والاختبارات المستخدمة في البحث

3-1 القياسات الجسمية (الأنثروبومترية).

أ- قياس الطول الكلي للجسم.

تم استخدام جهاز الرستاميتر لقياس الطول الكلي للجسم، حيث يقف الشخص على الجهاز حافي القدمين، القدمين مضمومتين مع شد الجسم والنظر للمام ثم يتم تسجيل القراءة الموازية لأعلى نقطة من راس الشخص بالسنتمتر حيث تعبر تلك القراءة عن طول الشخص.

ب- قياس كتلة الجسم.

تم استخدام جهاز الرستاميتر لقياس كتلة الجسم حيث يقف الشخص بكلتا قدميه على قاعدة الجهاز والنظر موجه للأمام ثم يتم تسجيل القراءة بالكيلوغرام.

3-2 قياس المدى الحركي لمفصل الركبة. (حسن، بشار بنوان واخران ،2022، ص.41-42)

أ- قياس المدى الحركي (ثني) لمفصل الركبة في القبض (الثني).

اسم الاختبار: ثني مفصل الركبة الى الخلف بأقصى مدى حركي من وضع الانبطاح.

الغرض من الاختبار: قياس اقصى ثني المفصل الركبة.

الوضع الابتدائي: يأخذ المصاب وضع الانبطاح على البطن ويثبت جهاز الجنيوميتر(Goniometer) على الجانب الخارجي لمفصل الركبة بامتداد عظم الفخذ.

وصف الاداء: يثني مفصل الركبة الى اقصى مدى يصل اليه وتؤخذ فرق قراءة الجهاز ما بين زاوية صفر درجة وزاوية اقصى ثني لمفصل الركبة.

التسجيل: ثلاث محاولات وتؤخذ أفضل قراءة.

ب- قياس المدى الحركي لمفصل الركبة في البسط (المد).

اسم الاختبار: مد مفصل الركبة الى الامام بأقصى مدى حركي من وضع الاستلقاء.

الغرض من الاختبار: قياس أقصى مدى حركي لمفصل الركبة.

© This is an open access article under the CC By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

الوضـــع الابتـــدائي: يأخـذ المصـاب وضـع الاسـتلقاء علـى الظهـر ويثبـت جهـاز الجنيـوميتر(Goniometer) على الجانب الخارجي لمفصل الركبة بامتداد عظم الفخذ.

وصف الاداء: يستلقي المصاب على ظهرة ويقوم بمد مفصل الركبة الى اقصى مدى يصل اليه وتؤخذ قراءة الجهاز لأقصى من المفصل الركبة.

التسجيل: ثلاث محاولات وتؤخذ أفضل قراءة.

3-3 قياس درجة الالم

قام الباحثان بتصميم استمارة استبيان مع الاستاذ المشرف لتحديد درجة الألم عند المصابين بمفصل الركبة، وبعد عرضها على مجموعة من الخبراء والمختصين [*] ، تم تأكيد السادة الخبراء والمختصين صلاحية مفردات هذه الاستمارة.

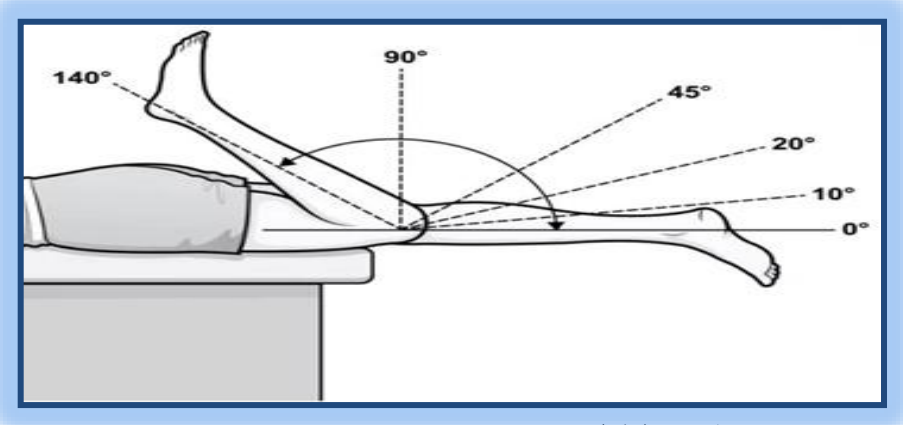
تضمنت الاستمارة تقسيم المدى الحركي إلى خمسة زوايا (10° ، 20° ، 45° ، 90° ، 140 °) وموزعة على خمسة مستويات ، يتم قياس الألم من المستوى الأول (الزاوية 10°) فاذا ظهر الألم يتم تسجيل درجة الألم (10) في المربع الأول ويتم اعطاء (0) للمربعات الاخرى لنفس الاختبار ، وإذا لم يظهر لدى المصاب ألم في هذا المستوى يتم التسجيل (0) في المربع الخاص بالمستوى الاول ويتم الانتقال الى المستوى الثاني (الزاوية 20°) فاذا ظهر الألم يتم تسجيل درجة الألم (8) ويتم اعطاء (0) للمربعات الاخرى لنفس الاختبار ، وإذا لم تظهر علامة الألم في المستوى الاول والثاني يتم الانتقال للمستوى الثالث (الزاوية 45°) فاذا ظهر الألم تعطى الدرجة (6) وإذا لم يظهر الألم في المستوى الاول والثاني والثالث يتم الانتقال للمستوى الرابع (الزاوية 90°) فاذا ظهر الألم تعطى الدرجة (4) وإذا لم يظهر لدى المصاب ألم في هذا المستوى يتم اعطاء (0) للمربعات الاخرى لنفس الاختبار . ويتم الانتقال الى المستوى الخامس (الزاوية 140°) والتي تدل على ان الالم درجته (0) والمدى الحركي طبيعي، إذ تم تطبيق هذه التفاصيل في الاستمارة المخصصة وكالاتي:

قياس زاوية الانثناء لمفصل الركبة.

- ألم عند الانثناء **الانثناء لمفصل الركبة** بزاوية (^{10} درجة) تعطى10 درجة.
- ألم عند الانثناء **الانثناء لمفصل الركبة** بزاوية (^{20} درجة) تعطى8 درجة.

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

- ألم عند الانثناء **الانثناء لمفصل الركبة** بزاوية (^{45} درجة) تعطى6 درجة.
- ألم عند الانثناء **الانثناء لمفصل الركبة** بزاوية (^{90} درجة) تعطى4 درجة.
- ألم عند الانثناء **الانثناء لمفصل الركبة** بزاوية (^{140} درجة) تعطى0 درجة.



الشكل رقم (1) يوضح الزوايا التي تم اعتمادها في تحديد درجة الالم

3-4 الاختبارات الوظيفية

- اختبار قياس درجة الألم عند زوايا انثناء مفصل الركبة: اعتمد الباحثان بروتوكولاً مقنناً لتقدير درجة الألم وربطها بمدى زاوية انثناء الركبة؛ حيث يتم منح المصاب درجات تقييمية محددة تعكس شدة الألم وحرية الحركة عند زوايا الانثناء المختلفة كالتالي:

1. منح (10) درجات في حال ظهور الألم مبكراً عند زاوية انثناء (10 درجات).
2. منح (8) درجات في حال ظهور الألم عند زاوية انثناء (20 درجة).
3. منح (6) درجات في حال ظهور الألم عند زاوية انثناء (45 درجة).
4. منح (4) درجات في حال ظهور الألم عند زاوية انثناء (90 درجة).
5. منح (صفر) درجة في حال عدم ظهور ألم والوصول إلى الانثناء الكامل عند زاوية (140درجة).

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

4. التجربة الاستطلاعية

بهدف تلافي العقبات والمعوقات الميدانية التي قد تواجه سير العمل في التجربة الرئيسة، والتحقق من ملاءمة الاختبارات والأدوات المختارة لأهداف الدراسة وفرضها، أجرى الباحثان التجربة الاستطلاعية بتاريخ 31 / 12 / 2025 على عينة قوامها ثلاثة مصابين تم اختيارهم من عينة البحث الرئيسة. وقد تمحورت أهداف التجربة الاستطلاعية حول النقاط الآتية:

1. ضبط وتوحيد طريقة القياس الخاصة بالاختبارات والقياسات المعتمدة.
2. التحقق من كفاءة وصلاحية الأجهزة والأدوات المستخدمة في القياس، والتأكد من دقتها الميكانيكية.
3. معاينة وتجهيز البيئة والمكان المخصص لتطبيق البرنامج التأهيلي المقترح لضمان سلامة

5.التجربة الرئيسية

من أجل تحقيق أهداف البحث وبعد الاطلاع على أغلب المصادر العلمية المتوافرة والدراسات السابقة ذات العلاقة بموضوع البحث، قام الباحثان باستخدام جهاز (CPM) مع برنامج تأهيلي في تحسين الاداء الوظيفي لمفصل الركبة بعد اعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي مع استخدام بعض الوسائل العلاجية (جهاز التحفيز الكهربائي، العلاج الحراري السطحي (الأشعة تحت الحمراء)، العلاج الحراري العميق (الأمواج فوق الصوتية)) التي تضمن عودة المصابين الى حالتهم الطبيعية بأقصر وقت ممكن.

هناك مجموعة من الاسس والشروط التي اعتمدها الباحثان عند اعداد وتنفيذ البرنامج التأهيلي الذي تم تنفيذه لمدة (شهران) بدءً من يوم الثلاثاء 2026/1/6 على المصابين المتواجدين في المركز التخصصي ولغاية 2026/3/8 كمرحلة اولى ثم تم تطبيق البرنامج بالمدة نفسها على المصابين الاخرين الذين انضموا الى البرنامج من يوم الخميس 2026/2/26 ولغاية يوم الاثنين 2026/4/27 وكما يلي:

1. مدة البرنامج = شهران (8 أسابيع) .
2. (3) وحدات تأهيلية أسبوعياً (الأحد – الثلاثاء – الخميس) .
3. زمن الوحدة التأهيلية كاملة = 60–65 دقيقة .

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

4. إدراج جهاز الحركة السلبية المستمرة (CPM) ضمن البرنامج التاهيلي بهدف تسريع استعادة المدى الحركي وتقليل تيبس المفصل.
5. التدرج بمستوى التمارين التأهيلية وبما يتلاءم مع درجة الألم وتحسن الوظائف الحركية وزيادة القوة العضلية والمدى الحركي لمفصل الركبة بعد إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي.
6. التركيز على تمارين خاصة بتحريك مفصل الركبة والعضلات القريبة من مكان الإصابة، مع تهيئتها تدريجيا البالغة (20) تمرين
7. البدء بالتمارين السهلة والبسيطة، ثم التقدم تدريجياً نحو الأصعب والمركب.
8. تجنب الوصول إلى مرحلة التعب الشديد، مع التوقف فوراً عند الشعور بإرهاق ملحوظ.
9. الحرص على تطوير طرفي الجسم (المصابة وغير المصابة) وبشكل متوازن، وتجنب التركيز المفرط على الركبة المصابة فقط.
10. استخدام جهاز (CPM) كان من بداية البرنامج لغاية الاسبوع (الخامس) لوصول الجهاز الى المدى الحركي الكامل الذي يعمل به والبالغ (120°) .
11. قام الباحثان بأعداد التمرينات التأهيلية الخاصة وتم توزيعها على (اربعة مراحل) ولمدة شهرين من اجل تأهيل المصابين بعد جراحة إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي من المصابين بأعمار (22 إلى 28 سنة)

6- الوسائل الإحصائية

لمعالجة النتائج أعتمد الباحثان الحقيبة الاحصائية (Spss) الاصدار (25).

7-عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

نظراً لصغر حجم عينة البحث الحالي (7N =)، وللتحقق من مدى صلاحية الاعتماد على الاختبارات الإحصائية المعلمية، قام الباحثان بإجراء اختبار شابيرو- ويلك لتبين مدى اعتدالية توزيع البيانات الناتجة عن القياسات.

أولاً: عرض نتائج اختبار ويلكوكسون ومناقشتها لمتغير درجة الألم

الجدول (2): نتائج اختبار ويلكوكسون بين القياسين القبلي والبعدي وقيمة (Z) وحجم الأثر لمتغير درجة الألم

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

الجدول (2)

المتغير	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		قيمة Z	الرتب الايجابية	الرتب السلبية	Sig.	حجم الأثر (r)
		س-	±ع	س-	±ع					
درجة الألم	درجة	7.857	0.377	0.892	0.102	2.070	7	0	(*) 0.038	0.78

(*) معنوية اذا كانت قيمة Sig < 0.05

تحليل ومناقشة جدول (2):

يتبين من القراءات الإحصائية المدرجة في الجدول (2) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي في متغير درجة الألم ولصالح القياس البعدي؛ حيث انخفض الوسط الحسابي لدرجة الألم من (7.857) في الاختبار القبلي إلى (0.892) في الاختبار البعدي، وبانحراف معياري ضئيل يبرر تجانس المخرجات العلاجية. وقد بلغت قيمة (Z) المحسوبة (2.070) وهي دالة إحصائياً عند مستوى (0.038)، في حين سجلت جميع الرتب اتجاهاً إيجابياً (7) دون وجود أي رتب سلبية (0)، مما يؤكد تحسن جميع أفراد العينة دون استثناء في القياس البعدي مقارنة بالقياس القبلي.

كما سجل حجم الأثر قيمة حاسمة وقوية بلغت (0.78)، وبالاستناد إلى القيم المعيارية التي وضعها جاكوب كوهين (Cohen, 1988) والتي تشير إلى أن القيمة المساوية أو الأكبر من (0.50) تمثل أثراً كبيراً، فإن هذا يؤكد وجود تأثير قوي للبرنامج التأهيلي في تقليل درجة الألم بين القياسين القبلي والبعدي.

ويعزو الباحثان هذا الانخفاض الجوهري والدال إحصائياً في مستويات الألم إلى التأثير الفسيولوجي المباشر لدمج جهاز الحركة السلبية المستمرة (CPM) مع البرنامج التأهيلي المقترح طوال الأسابيع الثمانية؛ إذ تساهم الحركة ميكانيكياً بانتظام في تحسين الدورة الدموية الموضعية، وتصريف الارتشاحات النسيجية والتورم الخلوي داخل تجويف الركبة، مما يقلل الضغط الهيدروليكي الداخلي على مستقبلات الألم الميكانيكية داخل المفصل المستزرع فيه الرباط الصليبي الجديد (Wright et

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

2020al.,)، وهو ما سمح للمصابين بأعمار (22 إلى 28 سنة) من أداء التمرينات اللاحقة بكفاءة أعلى وبأقل قدر من المخاوف الحركية المرتبطة بالألم.

ثانيا: عرض نتائج اختبار ويلكوكسون ومناقشتها لمتغير ثني مفصل الركبة

الجدول (3): نتائج اختبار ويلكوكسون بين القياسين القبلي والبعدي وقيمة (Z) وحجم الأثر لمتغير ثني

المتغير	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		قيمة Z	الرتب الايجابية	الرتب السلبية	Sig.	حجم الأثر (r)
		س-	±ع	س-	±ع					
ثني مفصل الركبة	درجة	**37.00**	2.738	**135.00**	3.535	**2.030**	**7**	**0**	0.041 (*)	**0.77**

(*) معنوية إذا كانت قيمة **Sig** < 0.05

تحليل ومناقشة جدول (3):

تظهر القراءات الإحصائية الواردة في الجدول (3) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي في مدى زاوية ثني مفصل الركبة ولصالح القياس البعدي؛ حيث ارتفع الوسط الحسابي لزاوية الثني من (37.00 درجة) في الاختبار القبلي ليصل إلى (135.00 درجة) في الاختبار البعدي، وبانحراف معياري قدره (3.535). وقد بلغت قيمة (Z) المحسوبة (2.030)، وهي دالة معنوياً عند مستوى (0.041). وتشير هذه النتائج إلى تحسن زاوية الثني لدى جميع أفراد العينة بنسبة مئة بالمئة، حيث استقرت الرتب الإيجابية عند (7) مع انعدام الرتب السلبية. كما سجل حجم الأثر قيمة حاسمة بلغت (0.77)، وهو ما يُصنف كأثر كبير وفقاً لمعايير كوهين (Cohen, 1988)، مما يدل على وجود تأثير قوي للبرنامج التأهيلي في زيادة زاوية الثني لمفصل الركبة.

ويعزو الباحثان هذا التطور الملحوظ في زيادة زاوية ثني مفصل الركبة واقترابها من المدى الطبيعي إلى الدور الحيوي الميكانيكي والفيزيولوجي لجهاز الحركة السلبية المستمرة (CPM) خلال الأسابيع الخمسة الأولى من بروتوكول التأهيل المبكر؛ حيث يعمل الجهاز على تحريك المفصل بصورة دورية

© This is an open access article under the CC By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

مبرمجة ومتدرجة الزوايا دون تحميل أو إجهاد نشط على الرباط الصليبي المستزرع حديثاً (Norte et al., 2018). هذا التحريك الآلي المبكر يمنع بشكل أساسي تنظيم وتراكم ألياف الكولاجين العشوائية التي تؤدي إلى تليف محفظة المفصل وتكون الالتصاقات النسيجية الضارة، وهي المسبب الأول لتيبس الركبة بعد العمليات الجراحية (Richmond, & Harari, 2018).

ثالثا: عرض نتائج اختبار ويلكوكسون ومناقشتها لمتغير مد مفصل الركبة:

الجدول (4): نتائج اختبار ويلكوكسون بين القياسين القبلي والبعدي وقيمة (Z) وحجم الأثر لمتغير مد مفصل الركبة

المتغير	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		قيمة Z	الرتب الايجابية	الرتب السلبية	Sig.	حجم الأثر (r)
		س-	±ع	س-	±ع					
مد مفصل الركبة	**درجة**	**34.20**	**1.095**	**0.800**	**0.447**	2.060	**7**	0	0.039	0.78

معنوية اذا كانت قيمة **Sig**< 0.05

تحليل ومناقشة جدول (4):

تظهر المؤشرات الإحصائية المدرجة في الجدول (4) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي في نقص زاوية العجز عن المد لمفصل الركبة ولصالح القياس البعدي؛ حيث انخفض الوسط الحسابي لدرجة العجز عن المد من (34.20 درجة) في الاختبار القبلي ليصل إلى (0.800 درجة) في الاختبار البعدي، وهو ما يقترب من المد الكامل (الزاوية صفر)، وبانحراف معياري ضئيل بلغ (0.447). وقد بلغت قيمة (Z) المحسوبة (2.060)، وهي دالة معنوياً عند مستوى (0.039). وتدل هذه النتائج على تحسن القدرة على المد الكامل لدى جميع أفراد العينة بنسبة مئة بالمئة، حيث استقرت الرتب الإيجابية عند (7) مع انعدام الرتب السلبية. كما سجل حجم الأثر قيمة حاسمة وقوية بلغت (0.78)، وهو ما يُصنف كأثر كبير جداً بناءً على القيم المعيارية

© This is an open access article under the CC By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

لكوهين (Cohen, 1988)، مما يثبت فاعلية البرنامج التأهيلي المقترح في تحسين وزيادة مد مفصل الركبة.

ويعزو الباحثان هذا النجاح الجوهري في استعادة المدى الحركي الكامل لمد الركبة والتخلص من العجز الحركي إلى التطبيق المبكر والمنتظم لجهاز الحركة السلبية المستمرة (CPM) جنباً إلى جنب مع البرنامج التأهيلي المقترح؛ حيث يمثل قصور المد أحد أخطر التحديات السريرية التي تلي الجراحة نتيجة لتشنج العضلات المأبضية الخلفية وتورم المحفظة الخلفية للمفصل (Adams et al., 2012). إن حركة الجهاز الآلية اللطيفة والمستمرة ساهمت في عمل استطالة ميكانيكية متدرجة وآمنة للأنسجة الليفية الرخوة دون التسبب في إجهاد الرباط المستزرع، مما منع تكثف الألياف العشوائية في الجدار الخلفي للركبة (Norte et al., 2018).

8. مناقشة النتائج العامة وتفسيرها

أظهرت المخرجات الإحصائية الإجمالية للدراسة الحالية تحسناً طردياً وجوهرياً في جميع المؤشرات السريرية والوظيفية المبحوثة لمفصل الركبة بين القياسين القبلي والبعدي؛ حيث أدى الى تسريع استعادة المدى الحركي للمفصل (في زاويتي الثني والمد)، وخفض شدة الألم بشكل حاسم، بالتزامن مع طفرة واضحة في كفاءة القوة العضلية للطرفين المصاب والسليم لدى عينة البحث من الفئة العمرية (22 إلى 28 سنة).

وتتفق هذه النتائج التطبيقية التي توصل إليها الباحثان مع ما استقرت عليه الأدبيات الطبية والرياضية الحديثة بشأن الدور المحوري لجهاز (CPM)؛ إذ تؤكد دراسة داماتو وآخرون (D'Amore et al., 2021) أن استخدام جهاز التحريك السلبي يكون في أعلى درجات فاعليته السريرية خلال المرحلة المبكرة والحادة من إعادة التأهيل التي تلي جراحات الرباط الصليبي الأمامي مباشرة. كما تتسق هذه المخرجات مع ما أشار إليه كروز وآخرون (Kruse et al., 2012) من أن تقنية (CPM) تساعد بشكل جوهري على استعادة الحركة المبكرة للمفصل وضبط زواياها بأمان. وفي السياق ذاته، يدعم هذا التفسير ما بيّنه الهمالي (2026) من أن المقاربات التأهيلية المبكرة بعد جراحات الركبة تسهم بفاعلية في تصريف التورم النسيجي، ومنع تيبس المحفظة المفصلية، كما أن

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

التحريك الفوري للمفصل يحد من احتمالية حدوث التليف والالتصاقات الليفية، مما يعزز الاستجابة الوظيفية العامة للمصاب ويختصر زمن التعافي.

ويعزو الباحثان هذا التطور الشامل والنجاح العلاجي إلى أن جهاز الحركة السلبية المستمرة (CPM) قد أدى دوراً تمهيدياً ومساعداً فائق الأهمية في تجهيز مفصل الركبة ميكانيكياً للحركة الفورية دون تحميل جهد عضلي، مما ساعد في السيطرة على الألم والحد من الارتشاحات والتورم في الأسابيع الأولى بعد الجراحة (Norte et al., 2018). هذا التهيئة البيولوجية والوظيفية المبكرة داخل بيئة المفصل سمحت للمصابين بتنفيذ التمارين العشرين المقترحة في البرنامج التأهيلي بكفاءة إنتاجية أعلى، وبأقل قدر من المقاومة النسيجية أو المخاوف النفسية من الحركة، مما انعكس في النهاية على جودة واستدامة المخرجات الحركية واستعادة الكفاءة الوظيفية المتكاملة للركبة طوال الأسابيع الثمانية للبرنامج (Richmond, & Harari, 2018).

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

في ضوء نتائج الدراسة الحالية تم التوصل الى الاستنتاجات التالية:

1. أظهر استخدام جهاز الحركة السلبية المستمرة (CPM) مع البرنامج التأهيلي تأثيراً إيجابياً في تحسين مدى حركة مفصل الركبة، خصوصاً في مرحلتي الثني والمد، مما يدل على كفاءته في تسريع استعادة الحركة الوظيفية المبكرة بعد الجراحة .

2- تبين أن جهاز (CPM) لا يعمل كوسيلة علاجية مستقلة بقدر ما يكون كعامل مساعد يهيئ المفصل للاستجابة الأفضل للبرنامج التأهيلي .

3- أظهرت النتائج وجود علاقة واضحة بين المتغيرات المدروسة، حيث إن تقليل الألم ساعد في تعزيز القوة العضلية، وزيادة مدى الحركة مما انعكس إيجاباً على الأداء الوظيفي العام .

التوصيات

في ضوء الاستنتاجات التي تم التوصل إليها، يضع الباحثان التوصيات الآتية:

1. ضرورة استخدام جهاز الحركة السلبية المستمرة(CPM) كجزء مكمل ضمن برامج التأهيل المبكر بعد إجراء عملية إعادة بناء الرباط الصليبي الأمامي، خصوصاً في الأسابيع الأولى بعد الجراحة.

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

2. التأكيد على أهمية بدء التمارين العلاجية مبكراً بعد الجراحة لما لها من دور في تحسين المدى الحركي وتقليل المضاعفات مثل تصلب المفاصل.

3. توجيه العاملين في مجال العلاج الطبيعي والطب الرياضي إلى استخدام برامج تأهيل شاملة تجمع بين الوسائل المساعدة مثل (CPM) والتمارين التأهيلية لتحقيق أفضل النتائج الوظيفية.

4. إجراء دراسات على عيّنات أكبر ولمدد زمنية أطول، وبحث أثر جهاز (CPM) في تحسين الحالة النفسية وتطوير الثقة بالنفس لدى المصابين.

References

1. Adams, D., Logerstedt, D. S., Hunter-Giordano, A., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2012). Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: A criterion-based rehabilitation progression. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(7). https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3871
2. Al-Awadly, A. (2004). *What is new in physical therapy*. Cairo: Dar Al-Fikr Al-Arabi.
3. D'Amore, T., Rao, S., Corvi, J., Jack, R. A., Tjoumakaris, F. P., Ciccotti, M. G., & Freedman, K. B. (2021). Continuous passive motion after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(6). https://doi.org/10.1177/23259671211013841
4. Harari, Y., & Richmond, J. C. (2018). Continuous passive motion after ACL reconstruction: Review of literature and recommendations. *Orthopedic Clinics of North America*, 49(3). https://doi.org/10.1016/j.ocl.2018.03.005
5. Hassan, B. B., Al-Thawadi, H. A., & Shalaan, Al-Hussein H. (2022). Special exercises in the rehabilitation of the anterior cruciate ligament after surgery in the acute phase for football players. *Wasit Journal for Sports Sciences*, 12(4).
6. Kruse, L. M., Gray, B., & Wright, R. W. (2012). Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 94(21). https://doi.org/10.2106/JBJS.K.01246
7. Norte, G. E., Knaus, K. R., Kuenze, C., et al. (2018). MRI-based assessment of lower-extremity muscle volumes in patients before and after ACL reconstruction. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(3). https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0141
8. Wright, R. W., Preston, E., & Fleming, B. C. (2020). Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 102(10). https://doi.org/10.2106/JBJS.19.00953

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

ملحق (1)

أهداف الوحدات التأهيلية (1 ، 2 ، 3)/ الاسبوع الاول.

- تقليل الألم والتورم وحماية الرباط الجديد (الطُعم) .
- البدء بمدى حركة محدود وأمن.
- تنشيط العضلات المحيطة بالركبة

توزيع مكونات الوحدة التاهيلية :

- تحفيز كهربائي 10 دقائق .
- جهاز (CPM) 15 دقيقة، العمل بمدى حركي **(0-30 °)**
- تمارين 31.20 دقيقة .
- تدليك 5 دقائق .
- الزمن الكلي للوحدة التاهيلية = 61.2 دقيقة

التمارين	زمن الأداء (ثا)	التكرار	الراحة بين التكرارات (ثا)	المجاميع	الراحة بين المجاميع (ثا)	الراحة بين التمارين (ثا)	الزمن الكلي للتمرين(دقيقة)
1	10	6	10	2	60	90	6:10
2	15	6	10	2	60	90	7:10
3	15	6	10	2	60	90	7:10
4	10	6	10	2	60	90	6:10
5	10	6	10	2	60	0	4:40
الزمن الكلي							31:20

© This is an open access article under the CC
By licenses http://creativecommons.org/licenses/by/4.0