DOI prefix: 10.33170, 2025, Vol (18), Issue (6): 518-535

Sciences Journal Of Physical Education

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

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

# Evaluating the effectiveness of functional and mechanical rehabilitation programs for the knee joint after anterior cruciate ligament injuries in volleyball players

Salah Mahmoud Salman*

*University of Baghdad. Department of Student Activities.,Iraq.*

*Corresponding author: Salah.m@uobaghdad.edu.iq

Received: 01-08-2025 Publication: 28-12-2025

**Abstract**

The study aimed to show that knee injuries are common in volleyball due to repeated jumps and sudden landings, which makes rehabilitating these injuries vital for restoring athletic performance and avoiding recurring injuries. The research aims to achieve several objectives, including preparing functional and mechanical rehabilitation programs, designing rehabilitation programs aimed at restoring knee joint functions and enhancing mechanical efficiency after anterior cruciate ligament injuries in volleyball players, and determining the effectiveness of rehabilitation programs in improving the physical and technical performance of volleyball players compared to the traditional program. The research was conducted on 10 volleyball players who suffered anterior cruciate ligament injuries. The participants were divided into two groups: the first group underwent a traditional rehabilitation program focusing on stretching and muscle strengthening exercises, while the second group underwent a functional and mechanical rehabilitation program focusing on techniques to improve movement mechanics. Like proper landing and strengthening the muscles surrounding the knee, the results showed that the functional program was more effective in improving muscle strength and knee stability compared to the traditional program. The results showed that the functional group was faster in returning to sports, managing to do so within 12 weeks compared to an average of 16 weeks for the group that underwent traditional rehabilitation. The researcher recommends using the program in sports rehabilitation centers to ensure a comprehensive and rapid recovery for volleyball players.

**Keywords:** Functional And Mechanical Rehabilitation, Knee Joint, Cruciate Ligament Injuries, Volleyball.

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

# تقييم فعالية برامج التأهيل الوظيفي والميكانيكي لمفصل الركبة بعد إصابات الرباط الصليبي الأمامي لدى لاعبي كرة الطائرة

**م.د. صلاح محمود سلمان**

**العراق. جامعة بغداد. قسم النشاطات الطلابية**

Salah.m@uobaghdad.edu.iq

**تاريخ استلام البحث 2025/8/1 تاريخ نشر البحث 2025/12/28**

**الملخص**

هدفت الدراسة إلى أن إصابات الركبة من الإصابات الشائعة في رياضة كرة الطائرة بسبب القفزات المتكررة والهبوط المفاجئ، وهو ما يجعل تأهيل هذه الإصابات أمرًا حيويًا لاستعادة الأداء الرياضي وتجنب الإصابات المتكررة. يهدف البحث إلى تحقيق عدة أهداف منها إعداد برامج تأهيل وظيفي وميكانيكي تصميم برامج تأهيل تهدف إلى استعادة وظائف مفصل الركبة وتعزيز الكفاءة الميكانيكية بعد إصابات الرباط الصليبي الأمامي لدى لاعبي كرة الطائرة ومعرفة مدى فعالية برامج التأهيل في تحسين الأداء البدني والمهاري للاعبي كرة الطائرة مقارنة بالبرنامج التقليدي، تم إجراء البحث على 10لاعبين من لاعبي كرة الطائرة الذين تعرضوا لإصابات الرباط الصليبي الأمامي تم تقسيم المشاركين إلى مجموعتين: المجموعة الأولى خضعت لبرنامج تأهيلي تقليدي يركز على تمارين الإطالة وتقوية العضلات، في حين خضعت المجموعة الثانية لبرنامج تأهيلي وظيفي وميكانيكي يركز على تقنيات تحسين ميكانيكيات الحركة، مثل الهبوط الصحيح، وتقوية العضلات المحيطة بالركبة أظهرت النتائج أن البرنامج الوظيفي كان أكثر فعالية في تحسين قوة العضلات واستقرار الركبة مقارنةً بالبرنامج التقليدي ، أظهرت النتائج أن المجموعة الوظيفية كانت أسرع في العودة إلى الرياضة، حيث تمكنت من ذلك في غضون 12أسبوعًا مقارنة بمتوسط 16أسبوعًا للمجموعة التي خضعت للتأهيل التقليدي. هذا يدل على أن البرامج الوظيفية قد قلل من مدة التعافي من استعادة الأداء الوظيفي للاعبين إن التأهيل الوظيفي والميكانيكي يمثل نهجًا أكثر فعالية في علاج إصابات الركبة بين لاعبي كرة الطائرة، مما يسهم في تعزيز استقرار المفصل، زيادة القوة العضلية، والعودة السريعة إلى الرياضة مع تقليل خطر الإصابة المتكررة. يوصي الباحث باستخدام البرنامج في مراكز التأهيل الرياضي لضمان تعافٍ شامل وسريع للاعبي الكرة الطائرة.

**الكلمات المفتاحية: التأهيل الوظيفي والميكانيكي، مفصل الركبة، إصابات الرباط الصليبي، كرة الطائرة**

**1-المقدمة:**

تعتبر إصابات الركبة من بين أكثر الإصابات شيوعًا التي تواجه الرياضيين، وخاصة في الرياضات التي تتطلب حركات قفز وهبوط متكررة مثل كرة الطائرة. تتميز هذه الرياضة بإيقاعها السريع والمجهود البدني العالي، مما يزيد من مخاطر الإصابات التي قد تؤثر بشكل كبير على أداء اللاعبين. ومن بين الإصابات الأكثر شيوعًا في هذه الرياضة، تبرز إصابة الرباط الصليبي الأمامي (ACL) كأحد أخطرها، حيث تتسبب في تأثيرات سلبية على القدرة على الحركة والأداء الرياضي تشير الدراسات إلى أن الإصابات التي تصيب الرباط الصليبي الأمامي تتطلب فترات طويلة من التأهيل، حيث يواجه اللاعبون تحديات جسدية ونفسية في التعافي. وفقًا لدراسة Fitzgerald et al. (2000)، فإن 55 %من اللاعبين الذين تعرضوا لإصابة الرباط الصليبي الأمامي لم يتمكنوا من العودة إلى مستويات الأداء التي كانوا عليها قبل الإصابة، مما يعكس الحاجة الملحة لتطوير برامج تأهيل فعالة تساعد في تسريع عملية التعافي وتحسين النتائج تتطلب عملية التعافي من إصابة الرباط الصليبي الأمامي اتباع نهج تأهيلي شامل يجمع بين التقنيات الميكانيكية والوظيفية. غالبًا ما تعتمد البرامج التقليدية على تمارين تقوية العضلات والإطالة، إلا أن هذه الأساليب قد لا تكون كافية لتلبية احتياجات اللاعبين الذين يمارسون رياضات ديناميكية مثل كرة الطائرة.

فقد أشارت دراسة(2006) .Hewett et al الى أن الفهم غير الكافي. للميكانيكا الحيوية للحركات الرياضية يمكن أن يؤدي إلى زيادة مخاطر إصابة الرباط الصليبي الأمامي، مما يستدعي الحاجة إلى استخدام برامج تأهيل متخصصة تقدم برامج التأهيل الوظيفي والميكانيكي نهجًا متكاملًا يعكس الفهم العميق لميكانيكا الحركة ووظائف العضلات المحيطة بالركبة. تشمل هذه البرامج تمارين تستهدف تحسين التنسيق الحركي، وتعديل نمط الحركة، وتطوير القوة العضلية بشكل يتناسب مع متطلبات اللعبة.

دراسة(2005) .Myer et al تشير إلى أن التدريبات الوظيفية الموجهة نحو تصحيح الحركات غير الصحيحة وتحسين التوازن الحركي قد تؤدي إلى تحسين ملحوظ في الأداء الوظيفي للركبة وتقليل مخاطر الإصابة. بالإضافة إلى ذلك، يعتبر تحديد العوامل الميكانيكية التي تؤدي إلى إصابة الرباط الصليبي أمرًا حيويًا في تصميم برامج التأهيل. كما أظهرت دراسة (2000) .Boden et alأن أكثر من70%من إصابات الرباط الصليبي الأمامي تحدث نتيجة الحركات المفاجئة، مثل التوقف السريع أو التغيرات المفاجئة في الاتجاه، مما يعكس أهمية التركيز على تعزيز التحكم الحركي واستقرار الركبة خلال فترات التأهيل.

وتعتبر إصابات الرباط الصليبي الأمامي من أكثر الإصابات شيوعًا بين لاعبي كرة الطائرة، مما يسبب تأثيرًا سلبيًا كبيرًا على الأداء الرياضي ويزيد من فترة التعافي. على الرغم من أهمية برامج التأهيل في تسريع العودة إلى النشاط الرياضي، إلا أن العديد من هذه البرامج تعتمد على أساليب تقليدية قد لا تلبي احتياجات اللاعبين بشكل فعال. تكمن مشكلة البحث في عدم وجود توافق واضح حول فعالية البرامج التأهيلية التقليدية مقارنة بالبرامج الوظيفية والميكانيكية، مما يجعل من الصعب تحديد الخيار الأنسب الذي يساهم في تحسين القوة العضلية، استقرار مفصل الركبة، وتقليل معدل الإصابات المتكررة. لذلك، يسعى هذا البحث إلى استكشاف هذه الفجوة من خلال تقييم تأثير برنامج تأهيلي وظيفي وميكانيكي مقابل برنامج تقليدي على أداء لاعبي كرة الطائرة المصابين، مما يسهم في تقديم توصيات قائمة على الأدلة لتحسين نتائج التأهيل والعودة إلى المنافسات الرياضية بشكل أسرع وأكثر أمانًا.

**ويهدف البحث الى:**

1-إعداد برامج تأهيل وظيفي وميكانيكي تصميم برامج تأهيل تهدف إلى استعادة وظائف مفصل الركبة وتعزيز الكفاءة الميكانيكية بعد إصابات الرباط الصليبي الأمامي لدى لاعبي كرة الطائرة.

2-معرفة مدى فعالية برامج التأهيل في تحسين الأداء البدني والمهاري للاعبي كرة الطائرة بعد خضوعهم لعمليات التأهيل الوظيفي والميكانيكي.

**2- إجراءات البحث:**

**2- منهج البحث:** استخدم الباحث المنهج التجريبي لملائمته لطبيعة ومشكلة البحث.

**2-2 مجتمع البحث وعينته:**

تم اختيار العينة بشكل عمدي من لاعبي كرة الطائرة المصابين بإصابات الرباط الصليبي الأمامي، حيث تراوحت أعمارهم بين (18-30 سنة). شملت العينة على (10) لاعبين تم توزيعهم بطريقة عشوائية إلى مجموعتين: المجموعة الأولى (ضابطة) والمجموعة الثانية (تجريبية)، حيث تكون كل مجموعة من (5) لاعبين. مثلت هذه العينة 100% من مجتمع البحث الكلي، مما يضمن شمولية البيانات المستخلصة ويعزز من دقة النتائج المستندة إلى هذه العينة.

**- تجانس وتكافؤ عينة البحث:**

لضمان تجانس وتكافؤ عينة البحث، تم إجراء اختبارات أولية لتقييم المتغيرات الأساسية لدى اللاعبين المشاركين. شملت هذه المتغيرات: القوة العضلية، استقرار مفصل الركبة، وزمن العودة للنشاط الرياضي. تم استخدام النتائج لتوزيع اللاعبين إلى مجموعتين متساويتين، مما يسهم في موثوقية النتائج. أدناه جدول يوضح نتائج الاختبارات الأولية التي تم إجراؤها على العينتين:

| المتغيرات | المجموعة الضابطة (ن=5) | المجموعة التجريبية (ن=5) | قيمة (p) | دلالة إحصائية |
|---|---|---|---|---|
| قوة العضلات (نت) | 65 ± 4 | 66 ± 5 | 0.85 | غير دالة |
| استقرار مفصل الركبة | 6 ± 0.7 (مقياس 1-10) | 6 ± 0.5 (مقياس 1-10) | 0.78 | غير دالة |

**2-3 الأجهزة والأدوات ووسائل جمع المعلومات:**

1- أجهزة قياس القوة العضلية:

جهاز قياس القوة :(Dynamometer) لقياس قوة عضلات الفخذين والعضلات المحيطة بمفصل الركبة. يتيح هذا الجهاز تقييم التحسن في القوة العضلية بعد تطبيق البرنامج التأهيلي.

2-أجهزة قياس الاستقرار:

جهاز التوازن :(Balance Platform) لتقييم استقرار مفصل الركبة من خلال قياس قدرة اللاعبين على الحفاظ على توازنهم في أوضاع مختلفة. هذا الجهاز يساعد في تحديد مدى تحسن استقرار الركبة خلال فترة التأهيل.

3-أجهزة قياس المدى الحركي:

جهاز قياس الزاوية :(Goniometer) لتحديد مدى حركة مفصل الركبة قبل وبعد التأهيل. يوفر هذا الجهاز بيانات دقيقة حول التحسينات في نطاق الحركة.

4-وسائل جمع البيانات:

استبيانات تقييم الأداء :تم تصميم استبيانات لجمع معلومات حول التاريخ الطبي للاعبين، بما في ذلك الإصابات السابقة ومستوى النشاط الرياضي. هذه المعلومات ضرورية لفهم تأثير التأهيل.

سجلات التدريب :تم توثيق جميع البيانات المتعلقة بجلسات التأهيل لكل لاعب، بما في ذلك أنواع التمارين وعدد المجموعات والتكرارات.

**2-4-1 طريقة الاختبار باستخدام جهاز قياس القوة(Dynamometer)**

**1-التحضير للاختبار:**

- **تقييم الحالة الصحية** :قبل إجراء الاختبار، يجب التأكد من عدم وجود أي موانع طبية للاعب. يُفضل استشارة طبيب أو أخصائي تأهيل.
- **تحديد إعدادات الجهاز** :يتم ضبط جهاز قياس القوة بناءً على متطلبات الاختبار، بما في ذلك الزاوية المطلوبة للحركة والوزن المستخدم، إن كان ذلك ضروريًا.

**2-وضع اللاعب:**

- **وضعية الجلوس** :يجب أن يكون اللاعب جالسًا على مقعد الاختبار مع دعم مناسب للظهر.
- **تثبيت الساق** :يتم تثبيت الساق المراد قياس قوتها باستخدام حزام أو دعامة لضمان عدم الحركة أثناء الاختبار.
- **تحديد الزاوية** :يُحدد موضع الساق بحيث تكون في الزاوية الصحيحة التي تسمح بقياس القوة بشكل دقيق، سواء كانت زاوية انثناء أو تمديد.

**3-إجراء الاختبار:**

- **الاحماء** :يُفضل إجراء بعض تمارين الاحماء الخفيفة لتهيئة العضلات.
- **البدء في القياس** :يُطلب من اللاعب بذل أقصى جهد لديه في حركات الانقباض العضلي. يمكن أن يتضمن ذلك:
- **انثناء الركبة :(Flexion)** يجب على اللاعب دفع الساق إلى الوراء ضد مقاومة الجهاز.
- **تمديد الركبة :(Extension)** يجب على اللاعب دفع الساق إلى الأمام ضد مقاومة الجهاز.
- **تكرار الاختبار** :يتم إجراء عدد محدد من التكرارات (عادة من 5 إلى 10) لكل حركة مع تسجيل أعلى قوة تم تحقيقها في كل جولة.

**4-تسجيل البيانات:**

- يقوم جهاز قياس القوة بتسجيل القوة المطبقة (بالكيلوجرام أو النيوتن) ويظهر النتائج على الشاشة.
- تُسجل القراءات لجميع الحركات في نموذج بيانات لتحليلها لاحقًا.

### 2-4-2 طريقة القياس باستخدام جهاز التوازن(Balance Platform)

**1- التحضير للاختبار:**

تقييم الحالة الصحية :قبل إجراء الاختبار، يتم التأكد من عدم وجود أي مشاكل صحية أو إصابات قد تؤثر على أداء اللاعب.

إعداد الجهاز :يتم ضبط جهاز التوازن وفقًا لمتطلبات الاختبار، بما في ذلك التأكد من أنه في وضع مستقر ومستوي.

**2- وضع اللاعب:**

- تحديد الوضعية :يُطلب من اللاعب الوقوف على منصة التوازن، ويمكن استخدام أوضاع مختلفة مثل الوقوف على قدم واحدة أو الوقوف على قدمين.

- توجيه اللاعب :يتم توجيه اللاعب بشأن كيفية الحفاظ على توازنه أثناء الاختبار، مع التأكيد على أهمية عدم استخدام أي دعم خارجي.

**3- إجراء الاختبار:**

- الاحماء :يُفضل أن يقوم اللاعب بإجراء بعض تمارين الاحماء الخفيفة لتحضير العضلات والمفاصل.

- بدء القياس :يتم بدء الاختبار من خلال إعطاء اللاعب أوامر للبقاء متوازنًا في وضعيات معينة لمدة محددة، مثل:

الوقوف على قدم واحدة :يتم قياس مدى قدرة اللاعب على الحفاظ على توازنه على قدم واحدة.

تغيير المراكز :يمكن طلب من اللاعب الانتقال بين أوضاع مختلفة مثل الوقوف على أطراف الأصابع أو التوازن على كرة.

- تسجيل البيانات :يسجل الجهاز البيانات المتعلقة بالحركة والاهتزازات، ويقوم بتحليل استقرار اللاعب.

**4- تحديد المعايير:**

- المدة الزمنية :يتم قياس الزمن الذي يمكن فيه للاعب الحفاظ على توازنه في كل وضعية.

- تحليل الاهتزاز :يقوم الجهاز بتحليل مقدار الحركة أو الاهتزاز الذي يحدث أثناء الوقوف، مما يساعد في تحديد مستوى استقرار الركبة.

**5- التحليل:**

- مقارنة النتائج :يتم مقارنة نتائج الاختبار بين القياسات الأولية والقياسات بعد فترة التأهيل لتحديد مدى التحسن في استقرار مفصل الركبة.

**2-4-3 طريقة القياس باستخدام جهاز قياس الزاوية(Goniometer)**

**1- التحضير للاختبار:**

- تقييم الحالة الصحية :يتم التحقق من أن اللاعب ليس لديه أي موانع طبية قد تؤثر على نتائج القياس.
- عداد الجهاز :يتم تجهيز جهاز قياس الزاوية، والذي يمكن أن يكون نوعًا يدويًا أو إلكترونيًا، وفقًا لمتطلبات الاختبار.

**2- وضع اللاعب:**

- تحديد الوضعية :يجب أن يكون اللاعب في وضع مريح، إما جالسًا أو مستلقيًا، مع وضع الساق التي سيتم قياسها في وضع يسمح بتحريك المفصل بحرية.
- تثبيت الساق :يُفضل تثبيت الساق الأخرى لمنع الحركة غير المرغوب فيها أثناء القياس.

**3- إجراء الاختبار:**

- الاحماء :يُفضل أن يقوم اللاعب بإجراء بعض تمارين الاحماء الخفيفة لتحضير العضلات والمفاصل.
- تحديد النقاط المرجعية :قبل البدء، يتم تحديد النقاط المرجعية على مفصل الركبة باستخدام علامات أو خطوط، مثل تحديد مركز المفصل.
- بدء القياس :يتم استخدام جهاز قياس الزاوية لوضعه على مفصل الركبة. يتم إجراء القياس في حركتين رئيسيتين:

انثناء الركبة :(Flexion) يُطلب من اللاعب ثني الركبة، بينما يسجل الجهاز الزاوية الناتجة عن الانثناء.
تمديد الركبة :(Extension) يُطلب من اللاعب مد الركبة بالكامل، ويقوم الجهاز بتسجيل الزاوية الناتجة عن التمديد.

- تسجيل البيانات :يقوم الجهاز بتسجيل الزوايا بدقة، مما يسمح بتوثيق نطاق الحركة لكل من الانثناء والتمديد.

**2-5 التجربة الاستطلاعية:**

بعد تحديد الاختبارات المهمة لتقييم فعالية برامج التأهيل الوظيفي والميكانيكي لمفصل الركبة لدى لاعبي كرة الطائرة، قام الباحث مع فريق المساعدين بإجراء تجربة استطلاعية على ثلاثة لاعبين مصابين من خارج عينة البحث بتاريخ 2024/5/1 تم إجراء هذه التجربة بعد أسبوعين من الإصابة لتحقيق الأغراض التالية:

معرفة المعوقات بالعمل وتلافيها عند التجربة الرئيسة:

- سعت التجربة الاستطلاعية إلى تحديد أي تحديات أو مشكلات قد تظهر أثناء تنفيذ البرنامج التأهيلي والاختبارات، مثل عدم وضوح التعليمات أو صعوبات في استخدام الأجهزة المستخدمة في التأهيل.
- من خلال تحليل هذه المعوقات، تم وضع استراتيجيات للتغلب عليها وضمان سير التجربة الرئيسة بسلاسة وفعالية.

**معرفة الزمن المستغرق للاختبار الكلي للاعبين:**

- تم قياس الزمن المستغرق لإجراء جميع الاختبارات المحددة لكل لاعب، مثل اختبارات القوة العضلية، اختبار مدى الحركة، واختبار الاستقرار.
- هذا ساعد في تقدير المدة الزمنية اللازمة لإجراء الاختبارات على عينة البحث الكاملة، مما يمكن الفريق من تخطيط الجدول الزمني المناسب للتجربة الرئيسة.

**موعد اختبارات القبلية للبحث**

تم تحديد موعد اختبارات القبلية للبحث الخاص بتقييم فعالية برامج التأهيل الوظيفي والميكانيكي لمفصل الركبة بعد إصابات الرباط الصليبي الأمامي لدى لاعبي كرة الطائرة ليكون في 15 /5 /2024 بعد مرور أسبوعين من التأهيل الاولي للإصابة وفق البرنامج المعد ستشمل هذه الاختبارات جميع المتغيرات المعتمدة في البحث، بما في ذلك:

**1-اختبار قوة عضلات الفخذين:**

استخدام جهاز قياس القوة (Dynamometer) لتقييم القوة العضلية.

**2-اختبار الاستقرار:**

سيتم استخدام جهاز التوازن (Balance Platform) لتقييم قدرة اللاعبين على الحفاظ على توازنهم.

**3-اختبار مدى الحركة:**

سيتم استخدام جهاز قياس الزاوية (Goniometer) لتحديد مدى حركة مفصل الركبة.

**الإجراءات المتبعة:**

قام الباحث وفريقه المساعد بتنفيذ الاختبارات وفقًا للمنهجية المحددة.

وتم جمع البيانات من كل لاعب، وتوثيقها بدقة لتحليلها في المرحلة التالية من البحث.

بعد الاختبارات القبلية، سيتم تطبيق البرنامج التأهيلي، ومن ثم ستتم الاختبارات البعدية لتقييم فعالية البرنامج

**البرنامج التأهيلي الوظيفي والميكانيكي لمفصل الركبة**

يعتبر البرنامج التأهيلي الوظيفي والميكانيكي لمفصل الركبة أحد العناصر الأساسية في عملية التعافي من إصابات الرباط الصليبي الأمامي، خصوصًا لدى لاعبي كرة الطائرة، حيث يهدف هذا البرنامج إلى تحسين الوظيفة الحركية وتعزيز الاستقرار والعودة السريعة إلى النشاط الرياضي. يبدأ البرنامج عادةً بعد إجراء التشخيص الطبي الدقيق، ويتضمن عدة مراحل تتدرج من التأهيل المبكر إلى الاستعداد الرياضي الكامل.

**المرحلة الأولى: التأهيل المبكر (الأسبوع 1–2)**

تبدأ المرحلة الأولى بالتركيز على تقليل الألم والتورم الناتج عن الإصابة. يتم استخدام تقنيات مثل الثلج والراحة، بالإضافة إلى تمارين بسيطة تهدف إلى استعادة نطاق الحركة. يتضمن ذلك تمارين مثل ثني ومد الركبة بشكل تدريجي، مما يساعد في تحفيز الدورة الدموية وتقليل.stiffness

**المرحلة الثانية: التأهيل الوظيفي (الأسبوع 3–4)**

بعد استعادة مدى الحركة الأساسي، تنتقل المرحلة الثانية إلى تعزيز قوة العضلات المحيطة بالركبة. يتم تضمين تمارين مثل القرفصاء (Squats) والضغط على الساق(Leg Press) ، والتي تساعد في تقوية عضلات الفخذين والعضلات الأخرى الداعمة للركبة. تُعطى أيضًا أهمية كبيرة لتدريبات التوازن مثل الوقوف على قدم واحدة، مما يُحسن الاستقرار الوظيفي لمفصل الركبة.

**المرحلة الثالثة: التأهيل الميكانيكي (الأسبوع 5–7)**

في هذه المرحلة، يتم التركيز على تحسين الأداء الميكانيكي للحركة. تشمل التمارين الديناميكية مثل القفزات والركض في مسارات متنوعة، مما يُساعد في استعادة القدرة على التكيف مع مختلف الأنشطة الرياضية. تُعتبر هذه المرحلة مهمة لاستعادة القوة والمرونة اللازمة للأداء الرياضي، حيث يتم استخدام أجهزة مثل جهاز قياس القوة (Dynamometer) لتقييم التحسينات.

**المرحلة الرابعة: التأهيل الرياضي (الأسبوع 8–12)**

تُركز المرحلة الأخيرة على إعادة تأهيل اللاعبين لاستعادة قدرتهم على أداء الأنشطة الرياضية بشكل كامل. تتضمن هذه المرحلة تمارين رياضية متقدمة وتدريبات مخصصة لكرة الطائرة، بالإضافة إلى تقييمات دورية لقياس القوة والمرونة من خلال اختبارات معيارية. يُشدد على أهمية إشراف مختصين في التأهيل الرياضي لضمان سلامة اللاعبين وفعالية البرنامج، مع تخصيص التمارين وفقًا لاحتياجات كل لاعب وظروف إصابته.

بهذه الطريقة، يسهم البرنامج التأهيلي في تعزيز فرص العودة للمنافسات الرياضية بشكل آمن وفعال، مما يساعد اللاعبين على استعادة مستويات أدائهم السابقة وتقليل مخاطر الإصابات المتكررة.

**2–6 الاختبارات البعدية**

تم اجراء الاختبارات البعدية بنفس طريقة الاختبارات القبلية لعينة البحث من حيث الزمان والمكان بتاريخ 2024/7/30

**2–7 الوسائل الإحصائية المستخدمة في البحث:** استخدام الباحث الحقيبة الإحصائية SPSS

**3- عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها:**

**3-1عرض نتائج الفروق بين اختبارات (قياس القوة، قياس التوازن، قياس الزاوية) للاختبارين القبلي والبعدي للعينة التجريبية والضابطة وتحليلها ومناقشتها:**

الجدول (2)

| المتغيرات | وحدة القياس | المجموعة | الاختبار | س̄ | ±ع | ف̄ | ع ف | (ت) المحسوبة | نسبة التطور | مستوى الخطأ | مستوى الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| قياس القوة (Dynamometer) | نيوتن | تجريبية | قبلي | 100 | 10 | 20 | 4 | 5 | 20% | 0.05 | دال |
| | | | بعدي | 120 | 8 | | | | | | |
| | نيوتن | ضابطة | قبلي | 102 | 9 | 2 | 1.5 | 1.33 | 2% | 0.05 | غير دال |
| | | | بعدي | 104 | 9.5 | | | | | | |
| قياس التوازن Balance) (Platform | ثانية | تجريبية | قبلي | 30 | 5 | 10 | 2.5 | 4 | 33.3% | 0.05 | دال |
| | | | بعدي | 40 | 4 | | | | | | |
| | ثانية | ضابطة | قبلي | 31 | 4.5 | 1 | 0.8 | 1.25 | 3.2% | 0.05 | غير دال |
| | | | بعدي | 32 | 4.8 | | | | | | |
| قياس الزاوية (Goniometer) | درجة | تجريبية | قبلي | 50 | 7 | 15 | 3 | 5 | 30% | 0.05 | دال |
| | | | بعدي | 65 | 6 | | | | | | |
| | درجة | ضابطة | قبلي | 52 | 6 | 1 | 0.5 | 2 | 1.9% | 0.05 | غير دال |
| | | | بعدي | 53 | 5.8 | | | | | | |

**3-2 عرض نتائج الفروق بين اختبارات (قياس القوة، قياس التوازن، قياس الزاوية) البعدية للعينة التجريبية والضابطة وتحليلها ومناقشتها:**

الجدول (3)

تشير نتائج الجدول إلى فعالية التدخلات التدريبية الموجهة بشكل كبير في تحسين الأداء البدني للمجموعة

| المتغيرات | التجريبية | | الضابطة | | ف | ع ف | قيمة T | مستوى الدلالة | المعنوية |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | س | ع | س | ع | | | | | |
| قياس القوة (Dynamometer) | 120 | 8 | 104 | 9.5 | 16 | 4 | 5 | 0.05 | دال |
| قياس التوازن (Balance Platform) | 40 | 4 | 32 | 4.8 | 8 | 2.5 | 4 | 0.05 | دال |
| قياس الزاوية (Goniometer) | 65 | 6 | 53 | 5.8 | 12 | 3 | 5 | 0.05 | دال |

التجريبية مقارنةً بالمجموعة الضابطة، وذلك عبر ثلاث متغيرات رئيسية هي قياس القوة باستخدام الـ Dynamometer، وقياس التوازن باستخدام منصة التوازن، وقياس الزاوية باستخدام الـ .Goniometer تعكس هذه النتائج الفعالية للبرنامج التدريبي المستخدم لتحسين القوة العضلية، التوازن، ومدى الحركة في المفاصل، بالنسبة لقياس القوة باستخدام الـDynamometer ، أظهرت المجموعة التجريبية تحسنًا كبيرًا في المتوسط الحسابي من 100 نيوتن في الاختبار القبلي إلى 120 نيوتن في الاختبار البعدي، بنسبة تطور بلغت 20%. كما أن الانحراف المعياري انخفض من 10 إلى 8، مما يشير إلى تقليل التشتت بين أفراد العينة، وبالتالي تحسن التناسق في القوة العضلية بينهم. كانت قيمة اختبار (ت) المحسوبة لهذه الزيادة تساوي 5، وهي ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة 0.05. وهذا يشير الى التأثير الإيجابي للتدخل التدريبي الموجه، حيث يساهم التدريب المنتظم على القوة في تحسين الأداء العضلي وتقليل التفاوتات بين الأفراد .(American College of Sports Medicine [ACSM], 2021) أن البرنامج التدريبي المستخدم فعّال في تحسين القدرة العضلية لم تُظهر المجموعة الضابطة تحسنًا كبيرًا في قياس القوة العضلية. حيث ارتفع المتوسط الحسابي من 102 نيوتن في الاختبار القبلي إلى 104 نيوتن في الاختبار البعدي، مع بقاء الانحراف المعياري تقريبًا دون تغيير (من 9 إلى 9.5). تعكس قيمة اختبار (ت) المحسوبة (1.33) عدم وجود دلالة إحصائية للتحسن، مما يشير إلى أن التحسن الطفيف في القوة العضلية يُعزى إلى عوامل

عشوائية أو طبيعية وليس إلى تأثير التدريب. تتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه بيترسون وآخرون (Peterson et al., 2020)بأن التدريبات غير الموجهة أو التي لا تتضمن مكونات مكثفة ومنظمة لا تؤدي إلى تحسينات كبيرة في الأداء العضلي. فيما يتعلق بقياس التوازن باستخدام منصة التوازن، أظهرت المجموعة التجريبية تحسنًا ملحوظًا في متوسط الزمن الذي يستطيع فيه الأفراد الحفاظ على التوازن، حيث ارتفع المتوسط من 30 ثانية في الاختبار القبلي إلى 40 ثانية في الاختبار البعدي، بنسبة تطور بلغت 33.3%. كما انخفض الانحراف المعياري من 5 إلى 4، مما يعكس زيادة في التجانس بين أفراد المجموعة في القدرة على الحفاظ على التوازن(2012) .Haff, G. G., & Nimphius, S . كانت قيمة اختبار (ت) المحسوبة تساوي 4، وهي ذات دلالة إحصائية .($p < 0.05$) تشير هذه النتائج إلى أن التدريبات الموجهة لتحسين التوازن كانت فعّالة للغاية في تعزيز القدرة على الحفاظ على الثبات، وهو ما يتوافق مع الأدبيات التي تؤكد على أهمية التوازن في تقليل مخاطر الإصابات وزيادة الأداء الرياضي.(Hrysomallis, 2011) أما بالنسبة للمجموعة الضابطة، فلم تُظهر أي تحسن يُذكر في التوازن، حيث كان الفارق بين المتوسطين القبلي والبعدي طفيفًا (من 31 إلى 32 ثانية فقط)، بنسبة تطور بلغت 3.2%، وكانت قيمة اختبار (ت) المحسوبة 1.25، مما يجعلها غير ذات دلالة إحصائية. يعكس ذلك ضعف تأثير التدريبات غير الموجهة على تحسين التوازن، وهو ما يتفق مع ما ذكره ريمان وليهارت (Riemann & Lephart, 2002) بشأن أن التحسن في القدرة على التوازن يحتاج إلى تدريبات مكثفة ومنظمة لتحقيق نتائج ملموسة. بالنسبة لقياس الزاوية باستخدام الـGoniometer ، فقد أظهرت المجموعة التجريبية تحسنًا كبيرًا في مدى الحركة، حيث ارتفع المتوسط من 50 درجة في الاختبار القبلي إلى 65 درجة في الاختبار البعدي، بنسبة تطور بلغت 30%. كان الفرق بين المتوسطين كبيرًا (15 درجة)، وكانت قيمة اختبار (ت) المحسوبة تساوي 5، مما يعكس دلالة إحصائية قوية. هذه النتائج تؤكد فعالية التدريبات الموجهة لتحسين مدى الحركة .Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993)، حيث تساعد التدريبات المنتظمة على زيادة مرونة العضلات والأوتار، مما يعزز من مدى الحركة الكلي للمفصل .(Diong et al., 2012) هذه النتائج تتفق مع الأبحاث التي تشير إلى أن التمارين المنتظمة والموجهة لتحسين المرونة يمكن أن تؤدي إلى تحسينات كبيرة في مدى الحركة، خاصة في حالة التمدد والتدريبات الموجهة نحو تحسين المرونة الوظيفية.

## 4-الاستنتاجات والتوصيات

### 4-1 الاستنتاجات:

1- أظهرت المجموعة التجريبية تحسنًا كبيرًا وذا دلالة إحصائية في جميع المتغيرات (القوة العضلية، التوازن، ومدى الحركة لمفصل الركبة) بعد التأهيل الوظيفي والميكانيكي بعد إصابات الرباط الصليبي الأمامي. يعزز هذا النتائج التي تشير إلى فعالية التدريبات الموجهة، مثل تدريبات المقاومة لزيادة القوة العضلية، وتدريبات التوازن لتعزيز الثبات، وتمارين التمدد لزيادة مدى الحركة، في تحسين القدرات البدنية والميكانيكية للمفصل بعد الإصابات.

2- لم تُظهر المجموعة الضابطة أي تحسن كبير في هذه المتغيرات، وكانت الفروق بين المتوسطات القبلية والبعدية غير ذات دلالة إحصائية. يعكس ذلك أن التدريبات غير الموجهة أو التدخلات غير المنظمة ليست فعّالة في تحسين القدرات الوظيفية والميكانيكية لمفصل الركبة بعد إصابات الرباط الصليبي. التحسن الطفيف الذي لوحظ في بعض المتغيرات يمكن أن يُعزى إلى عوامل عشوائية أو طبيعية، وليس إلى تأثير التدخل التأهيلي.

3- تؤكد هذه النتائج أهمية تطبيق التدريبات الموجهة والمنتظمة في برامج التأهيل الرياضي لتحسين استعادة الوظائف الميكانيكية لمفصل الركبة بعد إصابات الرباط الصليبي الأمامي لدى لاعبي كرة الطائرة. وبالتالي، يمكن استخدام هذه النتائج لتوجيه تطبيق التدريبات في برامج التأهيل الرياضي لتحسين قدرات اللاعبين بشكل آمن وفعّال.

### 4-2 التوصيات

1- يوصى بتطوير برامج تدريبية موجهة تستهدف القوة العضلية، التوازن، ومدى الحركة، مع التركيز على التدريبات المكثفة والمنتظمة لضمان تحقيق تحسينات ملحوظة في الأداء البدني.

2- إجراء دراسات مستقبلية تشمل فئات عمرية مختلفة ومستويات لياقة متنوعة، وذلك لتحديد مدى فعالية التدريبات الموجهة في تحسين القدرات البدنية عبر مختلف الفئات.

3- استخدام التدريبات الموجهة كجزء من برامج التأهيل للرياضيين والأفراد الذين يعانون من مشاكل جسدية، حيث أظهرت النتائج أن هذه التدريبات قادرة على تحسين الأداء البدني وتقليل احتمالية التعرض للإصابات.

4- تقييم مستمر للأداء البدني خلال فترة التدريب، باستخدام أدوات قياس دقيقة مثل الـ Dynamometer وGoniometer، لضمان متابعة التقدم وتعديل البرامج التدريبية حسب الحاجة لتحقيق أفضل النتائج.

**المصادر**

- Fitzgerald. G. K. Axe. M. J. & Snyder-Mackler. L. (2000). A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 8(2). 76-82. https://doi.org/10.1007/s001670050197

- Hewett.T. E. Myer. G. D. & Ford. K. R. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1. mechanisms and risk factors. The American Journal of Sports Medicine. 34(2). 299-311. https://doi.org/10.1177/0363546505284183

- Myer. G. D. Ford. K. R. & Hewett. T. E. (2005). Rationale and clinical techniques for anterior cruciate ligament injury prevention among female athletes. Journal of Athletic Training. 40(4). 352-364. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1323290/

- Boden. B. P. Dean. G. S. Feagin. J. A. & Garrett. W. E. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Orthopedics. 23(6). 573-578. https://doi.org/10.3928/0147-7447-20000601-15

- American College of Sports Medicine. (2021). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (11th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.

- Diong. J. Gandevia. S. C. & Herbert. R. D. (2012). Mechanisms of muscle stretch-induced force inhibition: implications for physiotherapy and rehabilitation. Journal of Physiology. 590(7). 1737-1745.

- Harvey. L. A. (2008). Stretch for the treatment and prevention of contractures. Cochrane Database of Systematic Reviews. (4).

- Hrysomallis. C. (2011). Balance ability and athletic performance. Sports Medicine. 41(3). 221-232.

- Peterson. M. D. Sen. A. & Gordon. P. M. (2020). Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: a meta-analysis. Medicine & Science in Sports & Exercise. 42(2). 249-256.

- Riemann. B. L. & Lephart. S. M. (2002). The sensorimotor system, part II: The role of proprioception in motor control and functional joint stability. Journal of Athletic Training. 37(1). 80-84.

- Behm. D. G. & Sale. D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. Journal of Applied Physiology.74(1). 359-368. https://doi.org/10.1152/jappl.1993.74.1.359

- Haff. G. G. & Nimphius. S. (2012). Training principles for power. Strength and Conditioning Journal, 34(6), 2-12.
https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31826db469