Journal of Studies and Researches of Sport Education
spo.uobasrah.edu.iq

Rehabilitation Program Supported by Virtual Reality Technology on Improving Certain Physical Variables in Young Basketball Players with Meniscal Tears

Author: Karrar Jamal Mohammed
University of Karbala/ Department of Physical Education and Sport Sciences

Article information

Article history:
Received 12/07/2026
Accepted 21/09/2026
Available online 15, Nov ,2026

Keywords:

Virtual Reality, Rehabilitation Program, Meniscal Injury, Knee Joint, Basketball Players.

DOI: https://doi.org/10.55998/jsrse.v36i6.1603

Journal of Studies and Researches of Sport Education
https://jsrse.edu.iq/index.php/home/index

Online ISSN: 2789-6560
Volume 36, Issue 6, 2026
Pages:188-207

Abstract

The study aimed to identify the effect of a rehabilitation program supported by virtual reality technology on the rehabilitation of meniscal tear injuries of the knee among young basketball players, as well as to determine its effect on improving knee joint range of motion, muscular strength, and balance. The researcher adopted the experimental method using a one-group pre-test and post-test design, due to its suitability to the nature and objectives of the study. The research sample consisted of six young basketball players diagnosed with meniscal tear injury of the knee joint.

They were intentionally selected after the injury was diagnosed and confirmed by a specialist physician. The researcher used a set of tests and measurements, including assessment of knee joint range of motion using a goniometer, muscular strength tests using a dynamometer, and the Modified Star Excursion Balance Test (MSEBT).

The rehabilitation program supported by virtual reality technology was implemented for six weeks, with three rehabilitation sessions per week, totaling eighteen rehabilitation sessions. The data were statistically analyzed using the arithmetic mean, standard deviation, and paired-samples t-test. The results showed statistically significant differences between the pre- and post-test measurements in favor of the post-test in the variables of range of motion, muscular strength, and balance.

©Authors, 2026. College of Physical Education and sport sciences, University of Basrah.
This is an open-access article under the CC By 4.0 license (creative commons licenses by 4.0)

مجلة دراسات وبحوث التربية الرياضية
spo.uobasrah.edu.iq



أثر برنامج تأهيلي مدعوم بتقنية الواقع الافتراضي في تحسين بعض المتغيرات البدنية لدى لاعبي كرة السلة الشباب المصابين بتمزق الغضروف الهلالي

كرار جمال محمد

جامعة كربلاء / كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة

معلومات البحث

تاريخ البحث:
الاستلام: 2026/07/12
القبول: 2026/10/21
التوفر على الانترنت: 15 تشرين الثاني ,2026

الكلمات المفتاحية:
الواقع الافتراضي، برنامج إعادة التأهيل، إصابة الغضروف المفصلي، مفصل الركبة، لاعبو كرة السلة.

مجلة دراسات وبحوث التربية الرياضية
https://jsrse.edu.iq/index.php/home

Online ISSN: 2789-6560

مجلد 36 – العدد 6 2026

الصفحات: 188-207

الملخص

هدف البحث إلى التعرف على أثر برنامج تأهيلي مدعوم بتقنية الواقع الافتراضي في تأهيل إصابة تمزق الغضروف الهلالي للركبة لدى لاعبي كرة السلة الشباب، والتعرف على تأثيره في تحسين المدى الحركي والقوة العضلية والتوازن. اعتمد الباحث المنهج التجريبي باستخدام تصميم المجموعة الواحدة ذات القياسين القبلي والبعدي لملاءمته طبيعة البحث وأهدافه.

تكونت عينة البحث من (6) لاعبين من لاعبي كرة السلة الشباب المصابين بإصابة تمزق الغضروف الهلالي لمفصل الركبة، تم اختيارهم بالطريقة العمدية بعد تشخيص الإصابة والتأكد منها من قبل الطبيب المختص. واستخدم الباحث مجموعة من الاختبارات والقياسات شملت قياس المدى الحركي لمفصل الركبة باستخدام جهاز الجونيوميتر، واختبارات القوة العضلية باستخدام جهاز الداينوميتر، واختبار التوازن النجمي المعدل (MSEBT)

تم تطبيق برنامج تأهيلي مدعوم بتقنية الواقع الافتراضي لمدة (6) أسابيع بواقع (3) وحدات تأهيلية أسبوعياً، وبمجموع (18) وحدة تأهيلية. وبعد معالجة البيانات إحصائياً باستخدام الوسط الحسابي والانحراف المعياري واختبار (T) للعينات المترابطة، أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي ولصالح القياس البعدي في متغيرات المدى الحركي والقوة العضلية والتوازن. واستنتج الباحث أن البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي أسهم بصورة فاعلة في تحسين المدى الحركي لمفصل الركبة، وتطوير القوة العضلية للعضلات العاملة على المفصل، وتحسين التوازن الديناميكي، لمفصل الركبة لدى أفراد عينة البحث. وأوصى الباحث باعتماد برامج التأهيل المدعومة بتقنيات الواقع الافتراضي في تأهيل إصابات تمزق الغضروف الهلالي لدى الرياضيين وإجراء دراسات مماثلة على عينات وإصابات رياضية أخرى.

©Authors, 2026. College of Physical Education and sport sciences, University of Basrah.
This is an open-access article under the CC By 4.0 license (creative commons licenses by 4.0)

التعريف بالبحث:

1-1 مقدمة البحث وأهميته:

تُعد كرة السلة من الألعاب الجماعية التي تتسم بدرجة عالية من الشدة البدنية والتعقيد الحركي، إذ تتطلب من اللاعب أداء حركات متكررة وسريعة تشمل القفز والهبوط والتوقف المفاجئ وتغيير الاتجاه، فضلًا عن الاحتكاك البدني المستمر. وتفرض هذه المتطلبات الحركية العالية أعباءً كبيرة على الجهاز العضلي الهيكلي، ولا سيما مفصل الركبة، مما يجعله عرضة للإصابات بمختلف أنواعها، خصوصاً لدى فئة الشباب. وتُعد إصابة الغضروف الهلالي من الإصابات الشائعة التي تصيب مفصل الركبة لدى لاعبي كرة السلة نتيجة الحركات الدورانية المفاجئة والتحميل المتكرر على المفصل، لما لهذه الإصابة من تأثير مباشر في الكفاءة الوظيفية للركبة وقدرة اللاعب على أداء المهارات الأساسية للعبة (Yaseen Khudhair & Kadhem Mohammed, 2025)(Mahmoud, 2016).

وتؤدي إصابة تمزق الغضروف الهلالي، في حال عدم التعامل معها بأسلوب تأهيلي علمي مناسب، إلى انخفاض مستوى الأداء البدني والمهاري وإطالة فترة العودة إلى النشاط الرياضي، فضلاً عن زيادة احتمالية تكرار الإصابة. ومن هنا برزت الحاجة إلى توظيف التقنيات الحديثة في مجال التأهيل الرياضي من أجل تحسين نتائج العملية التأهيلية ورفع كفاءتها. ويُعد الواقع الافتراضي من التقنيات الحديثة التي أخذت تحظى باهتمام متزايد في مجال التأهيل الرياضي، لما يوفره من بيئة تفاعلية تساعد المصاب على أداء التمرينات التأهيلية بصورة أكثر دقة وتشويقاً، فضلاً عن توفير التغذية الراجعة الفورية التي تسهم في تحسين السيطرة الحركية والتوازن والتوافق العصبي العضلي (Albusac et al., 2024; Khudair & Mohammed, 2025).

وقد أشارت المراجع الحديثة في التأهيل الرياضي إلى أن دمج التقنيات التفاعلية الحديثة مع البرامج التأهيلية يسهم في تحسين استجابة المصاب للبرنامج العلاجي وزيادة دافعيته للمشاركة الفعالة في عملية التأهيل، الأمر الذي ينعكس إيجابياً على استعادة الوظيفة الحركية للمفصل المصاب والعودة الآمنة إلى النشاط الرياضي (Muhammad Jassim & Mohammad, 2025). (Peterson et al., 2024)

وانطلاقاً مما تقدم، جاءت هذه الدراسة للتعرف على أثر برنامج تأهيلي مدعوم بتقنية الواقع الافتراضي في تأهيل إصابة الغضروف الهلالي للركبة لدى لاعبي كرة السلة الشباب، من خلال تصميم برنامج تأهيلي يعتمد على توظيف تقنية الواقع الافتراضي بما يسهم في تطوير أساليب التأهيل الرياضي والارتقاء بالمستوى العلمي والتطبيقي في هذا المجال.

2-1 مشكلة البحث:

تُعد إصابة تمزق الغضروف الهلالي للركبة من الإصابات الشائعة لدى لاعبي كرة السلة الشباب، نتيجة ما تتطلبه اللعبة من حركات سريعة ومتكررة تشمل القفز والهبوط والتغيرات المفاجئة في الاتجاه والدوران، مما يزيد من تعرض

مفصل الركبة للإجهاد والإصابات المختلفة. وتؤثر هذه الإصابة بصورة مباشرة في المدى الحركي للمفصل والقوة العضلية والتوازن الوظيفي، الأمر الذي ينعكس سلباً على قدرة اللاعب في أداء المهارات الأساسية والعودة إلى النشاط الرياضي بصورة طبيعية.

وعلى الرغم من اعتماد البرامج التأهيلية التقليدية في تأهيل إصابات تمزق الغضروف الهلالي، إلا أن التطور المتسارع في تقنيات التأهيل الرياضي أوجد وسائل حديثة يمكن أن تسهم في تحسين نتائج التأهيل، ومن أبرزها تقنية الواقع الافتراضي التي توفر بيئة تدريبية تفاعلية تساعد المصاب على أداء التمرينات التأهيلية بصورة أكثر دقة وتشويقاً، فضلاً عن دورها في تحسين التوافق العصبي العضلي والتوازن والسيطرة الحركية. وقد أشارت الأدبيات الحديثة في مجال التأهيل الرياضي إلى أن توظيف التقنيات التفاعلية الحديثة ضمن البرامج التأهيلية يسهم في تحسين الوظيفة الحركية للمفاصل المصابة وزيادة فاعلية التأهيل والعودة الآمنة إلى النشاط الرياضي.(Peterson et al., 2024)

ومن خلال اطلاع الباحث على الأدبيات العلمية ومتابعته الميدانية لحالات إصابات تمزق الغضروف الهلالي لدى لاعبي كرة السلة الشباب، تبيّن أن معظم البرامج التأهيلية المعتمدة ما زالت تعتمد الأساليب التقليدية في التأهيل، في حين أن توظيف التقنيات الحديثة، ومنها الواقع الافتراضي، لم يحظَ بالقدر الكافي من الدراسة والتطبيق في هذا المجال. لذا برزت الحاجة إلى التحقق من أثر استخدام تقنية الواقع الافتراضي ضمن برنامج تأهيلي في تحسين الحالة الوظيفية لمفصل الركبة لدى المصابين بالغضروف الهلالي، ومدى مساهمته في رفع كفاءة عملية التأهيل.

3-1 اهداف البحث:

1. التعرف على أثر البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي في تحسين المدى الحركي لمفصل الركبة لدى لاعبي كرة السلة الشباب المصابين بتمزق الغضروف الهلالي.
2. التعرف على أثر البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي في تطوير القوة العضلية للعضلات العاملة على مفصل الركبة.
3. التعرف على أثر البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي في تحسين التوازن لدى أفراد عينة البحث

4-1 فروض البحث:

1. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي في المدى الحركي لمفصل الركبة لدى أفراد العينة بعد تطبيق البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي ولصالح القياس البعدي.
2. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي في القوة العضلية للعضلات العاملة على مفصل الركبة لدى أفراد العينة بعد تطبيق البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي ولصالح القياس البعدي
3. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي في التوازن لدى أفراد العينة بعد تطبيق البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي، ولصالح القياس البعدي.

1-5 مجالات البحث:

1-5-1 المجال البشري: اللاعبون المصابون بإصابة تمزق الغضروف الهلالي لمفصل الركبة من لاعبي كرة السلة الشباب في نادي الروضتين بمحافظة كربلاء، بعد تشخيص الإصابة سريرياً والتأكد منها من قبل الطبيب المختص.

1-5-2 المجال المكاني: مستشفى الحُسيني التعليمي – قسم العلاج الطبيعي – ملعب كرة السلة في نادي الروضتين.

1-5-3 المجال الزماني: للفترة بين (10-1-2026) الى (26-2-2026).

منهجية البحث واجراءاته الميدانية:

2-1 منهج البحث

اعتمد الباحث المنهج التجريبي لملاءمته طبيعة البحث وأهدافه، وذلك باستخدام تصميم المجموعة الواحدة ذات القياسين القبلي والبعدي، لكونه من أكثر التصاميم ملاءمةً لدراسة تأثير البرامج التأهيلية في المتغيرات البدنية والحركية للمصابين. ويهدف هذا التصميم إلى التعرف على أثر برنامج تأهيلي مدعوم بتقنية الواقع الافتراضي في تأهيل إصابة الغضروف الهلالي للركبة لدى لاعبي كرة السلة الشباب، من خلال مقارنة نتائج القياسات القبلية والبعدية للمتغيرات قيد الدراسة، والمتمثلة بالمدى الحركي والقوة العضلية والتوازن للمفصل المصاب. ويتيح هذا التصميم مقارنة نتائج القياسين القبلي والبعدي للوقوف على مقدار التغير في المتغيرات قيد الدراسة.

جدول (1)

يبين التصميم التجريبي لمجموعة البحث

العينة	القياس القبلي	التجربة الرئيسية	القياس البعدي
لاعبي كرة السلة الشباب في نادي الروضتين في محافظة كربلاء	القياسات الاتية: 1. قياس المدى الحركي لمفصل الركبة 2. اختبارات القوة العضلية 3. قياس التوازن	تطبيق برنامج تأهيلي مدعوم بتقنية الواقع الافتراضي تضمن تمرينات المدى الحركي والقوة العضلية والتوازن	استخدام الباحث نفس قياسات القبلية وفي نفس الظروف المكانية والزمانية

2-2 مجتمع البحث وعينته:

تكونت عينة البحث من لاعبي كرة السلة الشباب في محافظة كربلاء المصابين بإصابة تمزق الغضروف الهلالي لمفصل الركبة، إذ تم اختيارهم بالطريقة العمدية بعد تشخيص الإصابة والتأكد منها من قبل الطبيب المختص بالاعتماد على الفحص السريري والفحوصات الطبية اللازمة. وقد بلغ عدد أفراد العينة (6) لاعبين مصابين بالركبة اليسرى، وتم

اختيارهم وفق شروط محددة تتناسب مع طبيعة البحث وأهدافه، تمثلت في إصابتهم بتمزق بالغضروف الهلالي لمفصل الركبة، وتمتعهم بالقدرة على المشاركة في البرنامج التأهيلي طوال مدة التجربة.

2-3 الوسائل والأدوات والأجهزة التي ستستخدم في البحث:

2-3-1 الادوات والأجهزة التي ستستخدم في البحث:

1. استمارة تسجيل البيانات الشخصية والطبية للاعبين.
2. اختبارات تقييم الحالة الوظيفية لمفصل الركبة.
3. الأجهزة والأدوات المساعدة المستخدمة في تنفيذ البرنامج التأهيلي.
4. شبكة الانترنت.
5. جهاز (لابتوب) نوع Lenovoعدد (1).
6. كاميرا هاتف عدد (1).
7. طابعة ملونة نوع (brother) عدد (1).
8. نظارة الواقع الافتراضيMeta Quest 2 .
9. منصة PhysiaX للواقع الافتراضي: وهي منصة جاهزة تحتوي على مجموعة من التمرينات الحركية والتأهيلية التفاعلية، استخدمها الباحث بوصفها أداة مساندة في تنفيذ الجزء المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي من البرنامج التأهيلي، إذ قام باختيار التمرينات المناسبة من التمرينات المتاحة في المنصة وتنظيمها وتوظيفها بما يتلاءم مع طبيعة إصابة الغضروف الهلالي ومراحل البرنامج التأهيلي.

2-4 إجراءات البحث الميدانية:

2-4-1 تشخيص الإصابة:

لضمان اختيار أفراد العينة بصورة دقيقة، استعان الباحث بالطبيب المختص لتشخيص إصابة تمزق الغضروف الهلالي لدى اللاعبين المرشحين للدخول في البحث، إذ تم إجراء الفحص السريري لمفصل الركبة من خلال تقييم الأعراض السريرية واختبار كفاءة المفصل ومدى تأثره بالإصابة، فضلاً عن الاستناد إلى نتائج الفحوصات الطبية المعتمدة لتأكيد التشخيص وتحديد أهلية اللاعبين للمشاركة في البرنامج التأهيلي.

2-4-1-1 التشخيص الأولي للإصابة (الفحص السريري):

هدف الاختبار – تحديد نوع الإصابة في المفصل المصاب

الأدوات المستخدمة – سرير فحص طبي لجلوس المصاب اثناء الفحص

كيفية الفحص – يقوم اللاعب المصاب بالجلوس على السرير المخصص للفحص، ثم يقوم الطبيب المختص باتخاذ الإجراءات الطبية الخاصة لفحص اللاعب المصاب بالمفصل، حيث يقوم بطرح بعض من الأسئلة على اللاعب حول حدوث الإصابة ومكان الشعور بالألم وتأريخ الاصابة، بعدها يقوم بفحص مفصل الركبة اللاعب المصاب.

2-4-1-2 التشخيص الدقيق لنوع الإصابة لدى اللاعبين:

الهدف الاختبار – تحديد نوع الإصابة في المفصل المصاب

الأدوات المستخدمة– جهاز الرنين المغناطيسي.

كيفية الفحص – يقوم اللاعب بالاستلقاء داخل جهاز (الرنين المغناطيسي) يقوم الطبيب المختص بأخذ صورة الرنين المغناطيسي لمفصل الركبة، وبعد ذلك يتم عرضها على الطبيب لتحديد نوع الإصابة لدى اللاعب.

2-4-2 القياسات والاختبارات المستخدمة في البحث:

2-4-2-1 قياس المدى الحركي لمفصل الركبة:

الهدف القياس – التعرف على مدى التحسن في حركة مفصل الركبة بعد تطبيق البرنامج التأهيلي.

الأدوات المستخدمة – جهاز الجونيومتر (Goniometer) .



شكل (1)

يوضح أداة Goniometer

1. قياس زاوية ثني الركبة(Flexion) :

- ❖ غرض الاختبار– قياس المدى الحركي لمفصل الركبة في حركة الثني.
- ❖ الأدوات المستخدمة – جهاز الجونيومتر (Goniometer) – سرير فحص أو مصطبة مستوية.
- ❖ وصف الأداء: يستلقي اللاعب على المصطبة في وضع الاستلقاء الظهري، مع مد الطرف السفلي بالكامل. يقوم الباحث بوضع محور جهاز الجونيومتر عند اللقمة الوحشية لعظم الفخذ (المحور الجانبي لمفصل الركبة)، بينما يوجه الذراع الثابت باتجاه المدور الكبير لعظم الفخذ، والذراع المتحرك باتجاه الكعب الوحشي لعظم الشظية. بعد

ذلك يُطلب من اللاعب ثني الركبة إلى أقصى مدى ممكن دون الشعور بألم شديد، ثم تُسجل الزاوية التي يشير إليها جهاز الجونيوميتر.

- التسجيل:

تُسجَّل أفضل قراءة من محاولتين أو ثلاث محاولات، وتُقاس بالدرجة (°). تُعدّ استقامة الركبة الكاملة (0°)نقطة بداية القياس، ويبلغ المدى الطبيعي لثني الركبة نحو 130–140° لدى الأفراد الأصحاء.

-

2. قياس زاوية مد الركبة(Extension) :

- غرض الاختبار: قياس المدى الحركي لمفصل الركبة في حركة المد والتأكد من قدرة اللاعب على فرد الركبة بشكل كامل بعد الإصابة والتأهيل.
- الأدوات المستخدمة: جهاز الجونيوميتر (Goniometer) – سرير فحص أو مصطبة مستوية.
- وصف الأداء: يستلقي اللاعب على المصطبة في وضع الاستلقاء الظهري مع استقامة الطرف السفلي المراد قياسه. يقوم الفاحص بوضع محور جهاز الجونيوميتر عند اللقمة الوحشية لعظم الفخذ (المحور الجانبي لمفصل الركبة)، ويُوجَّه الذراع الثابت بمحاذاة عظم الفخذ نحو المدور الكبير، بينما يُوجَّه الذراع المتحرك بمحاذاة عظم الشظية نحو الكعب الوحشي. يُطلب من اللاعب مد الركبة بالكامل إلى أقصى مدى ممكن مع المحافظة على استقامة الطرف السفلي، ثم تُسجل الزاوية التي يشير إليها جهاز الجونيوميتر.
- التسجيل: تُسجل القراءة بالدرجة (°)، ويؤخذ أفضل قياس من محاولتين أو ثلاث محاولات. القيمة الطبيعية: تبلغ زاوية مد الركبة الطبيعية (0) ° درجة (استقامة كاملة للركبة)، وقد يظهر لدى بعض الأفراد فرط مد بسيط يتراوح بين 5–10درجات.

2-2-4-2 اختبارات القوة العضلية:

غرض الاختبار– قياس قوة العضلات العاملة على مفصل الركبة.

الأداة المستخدمة–جهاز الداينوميتر.(Dynamometer)



شكل (2)

جهاز الداينوميتر

1. اختبار قوة العضلة الرباعية الرؤوس الفخذية(Quadriceps Strength Test)

- ❖ غرض الاختبار: قياس القوة العضلية للعضلة الرباعية الرؤوس الفخذية المسؤولة عن مد مفصل الركبة.
- ❖ الأدوات المستخدمة: جهاز الداينوميتر(Dynamometer) – كرسي جلوس ثابت، حزام تثبيت.
- ❖ وصف الأداء: يجلس اللاعب على كرسي ثابت بحيث يكون مفصل الركبة مثنيًا بزاوية (90°)، مع تثبيت الفخذ جيدًا لمنع الحركات التعويضية. يُثبت جهاز الداينوميتر عند الجزء الأمامي من الساق فوق مفصل الكاحل مباشرة بواسطة حزام مناسب. بعد إعطاء إشارة البدء، يقوم اللاعب بمحاولة مد الركبة بأقصى قوة ممكنة ضد مقاومة الجهاز مع المحافظة على وضع الجلوس الصحيح وعدم تحريك الجذع أو الفخذ، يستمر الانقباض العضلي لمدة (3–5) ثوانٍ، ثم تُسجل القيمة التي يظهرها الجهاز.
- ❖ التسجيل: تُسجل القوة القصوى التي يحققها اللاعب بالكيلوغرام (كغم) أو النيوتن (N) بحسب نوع الجهاز المستخدم، ويتم اعتماد أفضل محاولة من ثلاث محاولات مع إعطاء فترة راحة مناسبة بين المحاولات.

2. اختبار قوة العضلات الخلفية للفخذ (Hamstring Strength Test)

- ❖ غرض الاختبار: قياس القوة العضلية للعضلات الخلفية للفخذ المسؤولة عن ثني مفصل الركبة.
- ❖ الأدوات المستخدمة: جهاز الداينوميتر (Dynamometer) –كرسي جلوس ثابت–حزام تثبيت.
- ❖ وصف الأداء: يجلس اللاعب على كرسي ثابت بحيث تكون الركبة مثنية بزاوية (90°)، ويتم تثبيت الفخذ جيدًا لمنع الحركات التعويضية. يُثبت جهاز الداينوميتر في الجزء الخلفي من الساق فوق مفصل الكاحل مباشرة بواسطة حزام مناسب. بعد إعطاء إشارة البدء، يقوم اللاعب بثني الركبة بأقصى قوة ممكنة محاولًا سحب الساق إلى الخلف ضد مقاومة الجهاز مع المحافظة على وضع الجلوس الصحيح وعدم تحريك الجذع أو الفخذ. يستمر الانقباض العضلي لمدة (3–5) ثوانٍ ثم تُسجل القيمة التي يظهرها الجهاز.
- ❖ التسجيل: تُسجل أعلى قيمة قوة ينتجها اللاعب بالكيلوغرام (كغم) أو النيوتن (N) بحسب نوع جهاز القياس المستخدم، ويتم اعتماد أفضل محاولة من ثلاث محاولات مع إعطاء فترة راحة مناسبة بين المحاولات.

3-2-4-2 اختبار التوازن النجمي المعدل(MSEBT)

- ❖ غرض الاختبار: قياس التوازن الديناميكي والسيطرة العصبية العضلية لمفصل الركبة والطرف السفلي، والتعرف على مدى استعادة اللاعب لقدرته على المحافظة على الاتزان بعد الإصابة والتأهيل.
- ❖ الأدوات المستخدمة:
  - شريط قياس مرسوم على الأرض بشكل حرف .(Y)
  - شريط لاصق لتحديد خطوط الاختبار .
  - استمارة تسجيل النتائج .

❖ وصف الأداء: يقف اللاعب حافي القدمين على الساق المراد اختبارها في مركز شكل(Y) ، مع وضع اليدين على الخصر طوال مدة الأداء. ثم يقوم بمد الساق الأخرى إلى أبعد مسافة ممكنة في الاتجاه الأمامي أولًا مع المحافظة على التوازن وعدم رفع القدم الثابتة من مكانها، ثم يعود إلى وضع البداية. بعد ذلك يُكرر الأداء في الاتجاه الخلفي الإنسي، ثم الاتجاه الخلفي الوحشي بالطريقة نفسها. تُقاس المسافة التي استطاع اللاعب الوصول إليها في كل اتجاه مع المحافظة على التوازن والسيطرة الحركية.

❖ التسجيل: تُسجل المسافة القصوى التي يصل إليها اللاعب في كل اتجاه بالسنتيمتر، ويتم اعتماد أفضل محاولة من ثلاث محاولات لكل اتجاه. كما يمكن حساب المجموع الكلي للمسافات الثلاث للحصول على درجة التوازن الكلية.

ملاحظات:

- تُلغى المحاولة إذا فقد اللاعب توازنه أو رفع القدم الثابتة عن الأرض .
- يجب المحافظة على وضع اليدين على الخصر أثناء الأداء .
- يمنح اللاعب محاولات تجريبية قبل بدء الاختبار الفعلي .



شكل (3)

يوضح الاختبار النجمي المعدل (MSEBT)

2-4-3 التجربة الاستطلاعية:

أجرى الباحث التجربة الاستطلاعية يوم السبت بتاريخ (2026/1/10) على عدد من أفراد عينة البحث، والبالغ عددهم (2)، وذلك بهدف التحقق من سلامة استخدام تقنية الواقع الافتراضي ومدى ملاءمتها لطبيعة التمارين التأهيلية المستخدمة في البرنامج، فضلًا عن التعرف على المعوقات والمشكلات التي قد تظهر أثناء التطبيق الفعلي. وتضمنت التجربة تنفيذ مجموعة من التمارين التأهيلية باستخدام تقنية الواقع الافتراضي وفق الإجراءات المحددة في البرنامج، مع متابعة اللاعبين أثناء استخدام جهاز الواقع الافتراضي وتنفيذ التمارين. ولغرض التحقق من سلامة استخدام التقنية والكشف عن الأعراض المرتبطة بالواقع الافتراضي، استخدم الباحث استبيان أعراض دوار المحاكاة (Simulator Sickness Questionnaire – SSQ)، والذي يتضمن (16) عرضًا مرتبطًا باستخدام بيئات المحاكاة والواقع الافتراضي. وقد طُبق الاستبيان قبل استخدام تقنية الواقع الافتراضي وبعد الانتهاء من الجلسة، وفق مقياس يتكون من أربع درجات، هي: (0) لا يوجد، (1) خفيف، (2) متوسط، (3) شديد. كما قام الباحث بمراقبة اللاعبين أثناء تنفيذ التمارين وتسجيل أي أعراض أو حالات عدم ارتياح قد تظهر نتيجة استخدام تقنية الواقع الافتراضي، مثل الدوخة، والغثيان، والصداع، وإجهاد العينين، واضطراب الرؤية، أو فقدان التوازن، فضلًا عن ملاحظة قدرة اللاعبين على أداء التمارين بصورة صحيحة وسلسة. وقد أسهمت التجربة الاستطلاعية في التأكد من سلامة استخدام تقنية الواقع الافتراضي، وملاءمة التمارين التأهيلية للعينة، وتحديد الزمن المناسب لاستخدام الجهاز، والتأكد من وضوح التعليمات وسهولة تنفيذ التمارين، فضلًا عن الكشف عن المعوقات الفنية والتنظيمية ومعالجتها قبل البدء بالتطبيق الفعلي للبرنامج التأهيلي.

وكانت أهداف التجربة الاستطلاعية كما يأتي:

- ❖ التأكد من صلاحية الأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث.
- ❖ التأكد من ملاءمة الاختبارات والقياسات لعينة البحث.
- ❖ التعرف على الزمن اللازم لإجراء الاختبارات والقياسات.
- ❖ التأكد من كفاءة فريق العمل المساعد في تنفيذ إجراءات القياس.
- ❖ تحديد المعوقات والصعوبات التي قد تواجه الباحث أثناء تنفيذ التجربة الرئيسة.
- ❖ التأكد من وضوح تعليمات الاختبارات بالنسبة لأفراد العينة.

2-4-4 القياس القبلي:

أجرى الباحث القياس القبلي على أفراد عينة البحث يوم الاثنين بتاريخ (2026/1/12) في قاعة نادي الروضتين، وذلك قبل البدء بتطبيق البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي. وقد حرص الباحث على تهيئة الظروف المناسبة كافة لضمان دقة القياسات وتوحيد إجراءات الاختبار لجميع أفراد العينة.

وشملت القياسات القبلية المتغيرات الآتية:

1. قياس المدى الحركي لمفصل الركبة:

- ❖ زاوية ثني الركبة(Flexion) .
- ❖ زاوية مد الركبة.(Extension)

2. اختبارات القوة العضلية:

- ❖ اختبار قوة العضلة الرباعية الرؤوس الفخذية.
- ❖ اختبار قوة العضلات الخلفية للفخذ.

3. قياس التوازن:

- ❖ اختبار التوازن النجمي المعدل.(MSEBT)

وقد تم تسجيل جميع النتائج الخاصة بأفراد العينة في استمارات معدة مسبقاً لغرض اعتمادها أساساً للمقارنة مع نتائج القياس البعدي بعد الانتهاء من تنفيذ البرنامج التأهيلي.

2-4-5 أعداد التمرينات التأهيلية:

من أجل تحقيق أهداف البحث، وبعد الاطلاع على المصادر العلمية والدراسات السابقة ذات العلاقة بإصابات تمزق الغضروف الهلالي للركبة وبرامج التأهيل الرياضي، فضلاً عن الاستفادة من آراء الخبراء والمتخصصين في مجال الإصابات الرياضية والتأهيل الحركي، قام الباحث بإعداد برنامج تأهيلي مدعوم بتقنية الواقع الافتراضي لاعبي كرة السلة الشباب المصابين بإصابة الغضروف الهلالي لمفصل الركبة. استخدم الباحث نظارة واقع افتراضي مع منصة PhysiaX بوصفها منصة جاهزة تحتوي على مجموعة من التمرينات الحركية والتأهيلية التفاعلية، ولم يقم الباحث بتصميم أو برمجة المنصة، وإنما قام باختيار التمرينات المناسبة من التمرينات المتاحة فيها، وتنظيمها وتوظيفها ضمن البرنامج التأهيلي بما يتلاءم مع طبيعة إصابة الغضروف الهلالي وأهداف البحث ومراحل التأهيل المختلفة. وقد تم توظيف التمرينات المختارة ضمن بيئة الواقع الافتراضي بما يتيح أداء الحركات بصورة تدريجية، مع الاستفادة من طبيعة التفاعل والتغذية الراجعة التي توفرها البيئة الافتراضية أثناء أداء التمرينات، بما يسهم في تحسين السيطرة الحركية والتوافق العصبي العضلي وزيادة دافعية اللاعبين أثناء تنفيذ الوحدات التأهيلية. وقد روعي عند إعداد البرنامج التأهيلي أن يتناسب مع طبيعة الإصابة ومرحلة التأهيل التي يمر بها اللاعب، مع اعتماد التدرج في شدة وحجم التمرينات التأهيلية، وتوظيف بيئة الواقع الافتراضي بما يسهم في تحسين التفاعل الحركي وزيادة دافعية اللاعبين أثناء أداء التمرينات، بما يضمن تحقيق استجابة تأهيلية مناسبة خلال مراحل البرنامج المختلفة. واشتمل البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي على مجموعة من التمرينات الهادفة إلى:

1. تحسين المدى الحركي لمفصل الركبة المصاب.
2. تنمية القوة العضلية للعضلة الرباعية الرؤوس الفخذية والعضلات الخلفية للفخذ.
3. تحسين التوازن والسيطرة العصبية العضلية تهيئة اللاعب للعودة التدريجية إلى ممارسة النشاط الرياضي.

وقد تم تقسيم البرنامج التأهيلي إلى ثلاث مراحل رئيسة:

- المرحلة الأولى :تضمنت تمرينات المرونة والمدى الحركي والتمرينات الثابتة منخفضة الشدة، مع استخدام التمرينات المناسبة المتاحة في منصة الواقع الافتراضي بما يتلاءم مع المرحلة الأولى من التأهيل.
- المرحلة الثانية :تضمنت تمرينات القوة العضلية باستخدام مقاومات متدرجة وتمرينات التوازن، مع توظيف التمرينات التفاعلية المناسبة المتاحة في بيئة الواقع الافتراضي.
- المرحلة الثالثة :تضمنت التمرينات البدنية وتمرينات التوازن الديناميكي والأنشطة الحركية التفاعلية باستخدام الواقع الافتراضي، بهدف تحسين الأداء الحركي والتوازن والتهيئة التدريجية للعودة إلى النشاط الرياضي. وقد بلغ عدد الوحدات التأهيلية (18) وحدة تأهيلية، بواقع ثلاث وحدات أسبوعياً ولمدة ستة أسابيع، مع مراعاة التدرج في حجم وشدة التمرينات بما يتناسب مع استجابة اللاعب ومتطلبات كل مرحلة من مراحل التأهيل.

2-4-6 التجربة الرئيسية:

قام الباحث بتطبيق البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي على أفراد عينة البحث من لاعبي كرة السلة الشباب المصابين بإصابة تمزق الغضروف الهلالي لمفصل الركبة، وقد تضمنت التجربة الرئيسة ما يأتي:

1. تم تطبيق البرنامج التأهيلي على أفراد عينة البحث يوم السبت بتاريخ (2026/1/17) ولغاية يوم الأربعاء المصادف(25/2/2026) .
2. استمر البرنامج التأهيلي لمدة (6) أسابيع متتالية
3. تم تنفيذ (3) وحدات تأهيلية أسبوعياً في أيام (السبت، الاثنين، الأربعاء).
4. بلغ العدد الكلي للوحدات التأهيلية (18) وحدة تأهيلية.
5. تراوح زمن الوحدة التأهيلية بين (30–45) دقيقة وفقاً لمتطلبات كل مرحلة من مراحل البرنامج التأهيلي.
6. تضمنت المرحلة الأولى تمرينات استعادة المدى الحركي والمرونة والتمرينات منخفضة الشدة للمفصل المصاب، مع توظيف التمرينات المناسبة المتاحة في منصة الواقع الافتراضي بما يتلاءم مع المرحلة الأولى من التأهيل.
7. تضمنت المرحلة الثانية تمرينات تطوير القوة العضلية للعضلة الرباعية الرؤوس الفخذية والعضلات الخلفية للفخذ باستخدام مقاومات متدرجة، إلى جانب تمرينات التوازن والأنشطة التفاعلية المدعومة بالواقع الافتراضي
8. تضمنت المرحلة الثالثة تمرينات التوازن الديناميكي والتمرينات البدنية والأنشطة الحركية التفاعلية، بهدف تحسين الأداء الحركي والتوازن والتهيئة التدريجية للعودة إلى النشاط الرياضي
9. اعتمد الباحث مبدأ التدرج في الحمل التأهيلي من حيث حجم وشدة التمرينات، بما يتناسب مع مراحل التأهيل واستجابة أفراد العينة ومتطلبات كل مرحلة .
10. قام الباحث بمتابعة أفراد العينة بصورة مستمرة خلال مدة تطبيق البرنامج للتأكد من سلامة الأداء، وملاحظة أي أعراض أو صعوبات قد تظهر أثناء استخدام الواقع الافتراضي، فضلاً عن متابعة الاستجابة الوظيفية للمفصل المصاب.

11. حرص الباحث على توحيد الظروف المكانية والزمانية أثناء تنفيذ الوحدات التأهيلية قدر الإمكان، بما يضمن تطبيق البرنامج في ظروف متقاربة لجميع أفراد العينة.
12. تم تسجيل الملاحظات المتعلقة بتطور الحالة الوظيفية لأفراد العينة خلال مدة تطبيق البرنامج، ولا سيما فيما يتعلق بالمدى الحركي والقوة العضلية والتوازن، لغرض متابعة التغيرات الحاصلة نتيجة تطبيق البرنامج التأهيلي.

2-4-7 القياس البعدي:

بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي على أفراد عينة البحث، أجرى الباحث القياسات البعدية يوم الخميس الموافق (2026/2/26) في المكان نفسه الذي أُجريت فيه القياسات القبلية، مع الحرص على توفير الظروف والإجراءات ذاتها لضمان دقة النتائج وموضعيتها. وقد شملت القياسات البعدية المتغيرات البدنية قيد الدراسة، والمتمثلة بالمدى الحركي لمفصل الركبة والقوة العضلية والتوازن، وذلك بهدف التعرف على مقدار التحسن الذي تحقق نتيجة تطبيق البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي.

2-5 الوسائل الإحصائية:

استخدم الباحث الحقيبة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) لمعالجة البيانات واستخراج النتائج الخاصة بمتغيرات البحث، وتم الاستعانة بالوسائل الإحصائية الآتية:

1. الوسط الحسابي.(Mean)
2. الانحراف المعياري.(Standard Deviation)
3. اختبار (T) للعينات المترابطة.(Paired Samples T-Test)

الفصل الثالث

3- عرض وتحليل النتائج ومناقشتها:

يتضمن هذا الفصل عرض نتائج البحث وتحليلها ومناقشتها وفقاً للأهداف والفروض التي سعى الباحث إلى التحقق منها، وذلك من خلال عرض نتائج القياسات القبلية والبعدية للمتغيرات قيد الدراسة والمتمثلة بالمدى الحركي لمفصل الركبة، والقوة العضلية للعضلات العاملة على المفصل، والتوازن، لمفصل الركبة. وقد تمت معالجة البيانات إحصائياً باستخدام الوسائل الإحصائية المناسبة، ومن ثم عرضها في جداول وتحليلها ومناقشتها بالاستناد إلى المصادر العلمية والدراسات السابقة ذات العلاقة بموضوع البحث.

ولغرض تحقيق أهداف البحث والتحقق من فروضه، سيتم عرض النتائج ومناقشتها وفق المحاور الآتية:

3-1 عرض وتحليل ومناقشة نتائج المدى الحركي لمفصل الركبة:

- ❖ زاوية ثني الركبة (Flexion).
- ❖ زاوية مد الركبة (Extension).

3-2 عرض وتحليل ومناقشة نتائج القوة العضلية

- ❖ اختبار قوة العضلة الرباعية الرؤوس الفخذية.
- ❖ اختبار قوة العضلات الخلفية للفخذ.

3-3 عرض وتحليل ومناقشة نتائج التوازن

- ❖ اختبار التوازن النجمي المعدل (MSEBT).

1-3 عرض وتحليل ومناقشة نتائج المدى الحركي لمفصل الركبة (زاوية ثني الركبة (Flexion) وزاوية مد الركبة (Extension) الاختبارين القبلي والبعدي وتحليلها ومناقشتها:

جدول (1)

يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ومتوسط الفروق بين الاختبارين القبلي والبعدي والانحراف المعياري للفروق وقيمة (t) المحسوبة للاختبارين ونوع الدلالة لعينة البحث في ((زاوية ثني الركبة (Flexion) وزاوية مد الركبة (Extension)).

الاختبارات	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		فَ	ع ف	قيمة (t) المحسوبة	مستوى المعنوية	نوع الدلالة
		سَ	ع	سَ	ع					
زاوية ثني الركبة (Flexion)	درجة	108.33	6.34	132.17	4.79	23.84	4.12	14.17	0.001	معنوي
زاوية مد الركبة (Extension)	درجة	8.17	2.32	1.33	0.82	6.84	1.71	9.80	0.001	معنوي

تحت مستوى الدلالة (0.05) ودرجة حرية (5).

أظهرت نتائج جدول (1) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الاختبارين القبلي والبعدي في زاوية ثني الركبة وزاوية مد الركبة ولصالح الاختبار البعدي، إذ ارتفع الوسط الحسابي لزاوية ثني الركبة من (108.33) درجة إلى (132.17) درجة، في حين انخفض متوسط النقص في زاوية مد الركبة من (8.17) درجات إلى (1.33) درجة، مما يدل على تحسن المدى الحركي لمفصل الركبة بعد تطبيق البرنامج التأهيلي.

وأظهرت قيمة (t) المحسوبة أنها أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (0.05)، مما يشير إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية ولصالح الاختبار البعدي في كلا المتغيرين.

مناقشة النتائج

يعزو الباحث هذا التحسن إلى فاعلية البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي، إذ أسهمت البيئة التفاعلية والتغذية الراجعة الفورية في زيادة دافعية اللاعبين وتحسين التحكم الحركي أثناء أداء التمرينات التأهيلية.

وتتفق هذه النتائج مع المبادئ العلمية للتأهيل الحركي التي تؤكد أن التمارين العلاجية المنتظمة تؤدي إلى استعادة المدى الحركي الطبيعي وتحسين الوظيفة الحركية للمفصل المصاب، فضلاً عن تقليل التيبس وتحسين كفاءة العضلات العاملة حول المفصل، إذ تسهم تمرينات المرونة والمدى الحركي في زيادة قابلية الأنسجة الرخوة للحركة وتحسين الأداء الوظيفي للمفاصل المصابة.(Kisner & Colby, 2018)

2-3 عرض وتحليل ومناقشة نتائج القوة العضلية (اختبار قوة العضلة الرباعية الرؤوس الفخذية، اختبار قوة العضلات الخلفية للفخذ) الاختبارين القبلي والبعدي وتحليلها ومناقشتها:

جدول (2)

يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية ومتوسط الفرق بين الاختبارين القبلي والبعدي والانحراف المعياري للفروق وقيمة (t) المحسوبة للاختبارين ونوع الدلالة لعينة البحث في (اختبار قوة العضلة الرباعية الرؤوس الفخذية، اختبار قوة العضلات الخلفية للفخذ)

الاختبارات	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		فَ	ع ف	قيمة (t) المحسوبة	مستوى المعنوية	نوع الدلالة
		سَ	ع	سَ	ع					
اختبار قوة العضلة الرباعية الرؤوس الفخذية	كغم	21.50	2.43	31.67	2.16	10.17	2.14	11.64	0.001	معنوي
اختبار قوة العضلات الخلفية للفخذ	كغم	18.83	2.14	27.50	1.87	8.67	1.95	10.88	0.001	معنوي

أظهرت نتائج جدول (2) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الاختبارين القبلي والبعدي في اختبار قوة العضلة الرباعية الرؤوس الفخذية واختبار قوة العضلات الخلفية للفخذ ولصالح الاختبار البعدي. إذ ارتفع الوسط الحسابي لقوة العضلة الرباعية الرؤوس الفخذية من (21.50) كغم في الاختبار القبلي إلى (31.67) كغم في الاختبار البعدي، كما ارتفع

الوسط الحسابي لقوة العضلات الخلفية للفخذ من (18.83) كغم إلى (27.50) كغم. وتشير قيم (t) المحسوبة إلى وجود فروق معنوية عند مستوى دلالة (0.05)، مما يدل على فاعلية البرنامج التأهيلي في تطوير القوة العضلية للعضلات العاملة على مفصل الركبة.

ويعزو الباحث هذا التحسن إلى فاعلية البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي، إذ أسهمت التمرينات التأهيلية التفاعلية في زيادة دافعية اللاعبين وتحسين جودة الأداء الحركي أثناء تنفيذ التمرينات، فضلاً عن دورها في تقوية العضلة الرباعية الرؤوس الفخذية والعضلات الخلفية للفخذ بصورة تدريجية ومنظمة، مما أدى إلى زيادة كفاءة الوحدات الحركية وتحسين القدرة على إنتاج القوة العضلية واستعادة التوازن العضلي حول مفصل الركبة.

كما أن التحسن الحاصل في قوة العضلات الخلفية للفخذ يعد مؤشراً مهماً على نجاح البرنامج التأهيلي، نظراً لدورها في توفير الثبات الديناميكي للمفصل والمساهمة في أداء الحركات الوظيفية المختلفة. ويرى الباحث أن التدرج في شدة التمارين وعدد تكراراتها أسهم بشكل فعال في تحسين القوة العضلية وتقليل الآثار السلبية الناتجة عن الإصابة، مما انعكس إيجابياً على الحالة الوظيفية للمفصل.

وتتفق هذه النتائج مع الأدبيات والدراسات السابقة التي أكدت أن البرامج التأهيلية المبنية على أسس علمية تسهم في تحسين القوة العضلية واستعادة الكفاءة الوظيفية للمفاصل المصابة، وتساعد على العودة السريعة والآمنة إلى النشاط الرياضي، إذ إن التمرينات التأهيلية المتدرجة تسهم في تنمية القوة العضلية وتحسين كفاءة العضلات المحيطة بالمفصل المصاب واستعادة قدرته الوظيفية بصورة أفضل (Prentice, 2015)؛ (Bastawisi, 2021)

3-3 عرض وتحليل ومناقشة نتائج التوازن (اختبار التوازن النجمي المعدل (MSEBT)) للاختبار القبلي والبعدي وتحليلها ومناقشتها:

جدول (3)

يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (t) المحسوبة للاختبار القبلي والبعدي في اختبار التوازن النجمي المعدل (MSEBT)

الاختبارات	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		ف	ع ف	قيمة (t) المحسوبة	مستوى المعنوية	نوع الدلالة
		سَ	ع	سَ	ع					
اختبار التوازن النجمي المعدل (MSEBT)	سم	72.50	4.38	91.83	3.27	19.33	3.54	13.37	0.001	معنوي

أظهرت نتائج جدول (3) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الاختبارين القبلي والبعدي في اختبار التوازن النجمي المعدل (MSEBT) ولصالح الاختبار البعدي، إذ ارتفع الوسط الحسابي من (72.50) سم في الاختبار القبلي إلى (91.83) سم في الاختبار البعدي، مما يدل على تحسن مستوى التوازن الديناميكي لدى أفراد عينة البحث بعد تطبيق البرنامج التأهيلي. كما بلغت قيمة (t) المحسوبة (13.37) وهي أكبر من القيمة الجدولية عند مستوى دلالة (0.05)، مما يشير إلى فاعلية البرنامج التأهيلي في تحسين التوازن والسيطرة العصبية العضلية لمفصل الركبة.

كما بينت نتائج اختبار (t) للعينات المترابطة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي ولصالح الاختبار البعدي، الأمر الذي يشير إلى فاعلية البرنامج التأهيلي في تحسين التوازن والسيطرة العصبية العضلية لمفصل الركبة.

ويعزو الباحث هذا التحسن إلى فاعلية البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي، إذ أسهمت التمرينات التأهيلية التفاعلية في زيادة دافعية اللاعبين وتحسين جودة الأداء الحركي أثناء تنفيذ التمرينات، فضلاً عن دورها في تقوية العضلة الرباعية الرؤوس الفخذية والعضلات الخلفية للفخذ بصورة تدريجية ومنظمة، مما أدى إلى زيادة كفاءة الوحدات الحركية وتحسين القدرة على إنتاج القوة العضلية واستعادة التوازن العضلي حول مفصل الركبة.

وتتفق هذه النتائج مع ما أشارت إليه الأدبيات الحديثة في التأهيل الرياضي من أن البرامج التأهيلية التي تتضمن تمرينات التوازن والسيطرة العصبية العضلية تسهم في تحسين الاستقرار الوظيفي للمفاصل المصابة ورفع كفاءة التحكم الحركي، من خلال تعزيز عمل المستقبلات الحسية وتحسين التوافق بين الجهازين العصبي والعضلي، الأمر الذي ينعكس إيجابياً على الأداء الحركي ويقلل من احتمالية تكرار الإصابة.(Peterson et al., 2024)

4 – الاستنتاجات التوصيات

4-1 الاستنتاجات

1. أسهم البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي في تحسين المدى الحركي لمفصل الركبة لدى أفراد عينة البحث.
2. أدى البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي إلى تطوير القوة العضلية للعضلات العاملة على مفصل الركبة بصورة معنوية.
3. ساعد البرنامج التأهيلي المدعوم بتقنية الواقع الافتراضي في تحسين التوازن الديناميكي كما ظهر في نتائج اختبار التوازن.
4. أظهرت النتائج فاعلية استخدام تقنية الواقع الافتراضي في دعم العملية التأهيلية وتحسين استجابة اللاعبين للتمرينات التأهيلية.

5. يعد الواقع الافتراضي وسيلة مساندة فعالة يمكن توظيفها في برامج تأهيل إصابات الغضروف الهلالي لدى لاعبي كرة السلة الشباب.

2-4 التوصيات

1. اعتماد البرامج التأهيلية المدعومة بتقنية الواقع الافتراضي في تأهيل إصابات الغضروف الهلالي لمفصل الركبة لدى لاعبي كرة السلة الشباب.
2. ضرورة توظيف التقنيات الحديثة في مجال التأهيل الرياضي بما يسهم في رفع كفاءة البرامج التأهيلية وتحسين نتائجها.
3. إشراك المختصين في الإصابات الرياضية والعلاج الطبيعي عند تصميم وتنفيذ البرامج التأهيلية الخاصة بإصابات الركبة.
4. استخدام اختبارات وظيفية دقيقة لتحديد مستوى التحسن وجاهزية اللاعب للعودة إلى النشاط الرياضي.
5. إجراء دراسات مشابهة على فئات عمرية مختلفة وإصابات رياضية أخرى للتعرف على فاعلية الواقع الافتراضي في مجالات التأهيل الرياضي المختلفة.
6. إجراء بحوث مقارنة بين البرامج التأهيلية التقليدية والبرامج التأهيلية المعتمدة على الواقع الافتراضي لمعرفة أيها أكثر فاعلية في تأهيل الإصابات الرياضية.

الشكر والتقدير

يشكر الباحث عينة البحث وجميع الكادر المساعد وأيضا كل من ساهم بأنجاز هذا العمل

تضارب المصالح

يعلن المؤلف انه ليس هناك تضارب في المصالح

(كرار جمال محمد)

Thank you for your attention.

We gratefully acknowledge the research sample and all people help to done this work.

Conflict of Interest Statement:

The authors declare that they have no conflict of interest.

(Karrar Jamal Mohammed)

References

Albusac, J., Herrera, V., Dominguez-Ocaña, O., Angulo, E., Reyes-Guzmán, A. de los, & Vallejo, D. (2024). Virtual Reality-Based Adapted Handball Serious Game for Upper Limb Rehabilitation in Spinal Cord Injured Patients. International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS - Proceedings, 2, 337-347. https://doi.org/10.5220/0012554600003690

Ahmed, B. (2021). Sports injuries and functional physical rehabilitation for athletes. Al-Kitab Publishing Center.

Hammad, M. I. (2022). Modern sports training and motor rehabilitation for athletes. Dar Al-Fikr Al-Arabi.

Joyce, D., & Lewindon, D. (Eds.). (2014). High-performance training for sports. Human Kinetics.

Kisner, C., & Colby, L. A. (2018). Therapeutic exercise: Foundations and techniques (7th ed.). F. A. Davis Company.

Khudair, A. Y., & Mohammed, L. K. (2025). The effect of a rehabilitation approach for partial tear injury of the vastus medialis muscle On the range of motion of the knee and hip joints of football players. Journal of Studies and Researches of Sport Education, 35(1), 469-483. https://doi.org/10.55998/jsrse.v35i1.738

Muhammad Jassim, Z. T., & Mohammad, L. K. (2025). The effect of a rehabilitation approach using exercises and some physical therapy methods in rehabilitating players with partial rupture of the biceps brachii. Journal of Studies and Researches of Sport Education, 35(1), 438-449. https://doi.org/10.55998/jsrse.v35i1.763

Mahmoud, A. (2016). Sports injuries. From Ocean to Gulf Publishing and Distribution.

Peterson, L., Renström, P. A. F. H., & Lynch, S. A. (2024). Sports injuries: Prevention, treatment and rehabilitation (5th ed.). Routledge.

Prentice, W. E. (2015). Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Yaseen Khudhair, A., & Kadhem Mohammed, L. (2025). The effect of a rehabilitation approach for partial tear injury of the vastus medialis muscle On the range of motion of the knee and hip joints of football players. Journal of Studies and Researches of Sport Education, 35(1). https://doi.org/10.55998/jsrse.v35i1.738©Authors