DOI prefix: 10.33170, 2026, Vol (19), Issue (2): 192-208

Sciences Journal Of Physical Education

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

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

The Effect of an Aquatic Rehabilitation Program on Improving the Range of Motion of Patients with Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injuries

Wrya Rostam Saleem, Assistant Professor Dr. Awaz Hama Nouri

Iraq. Salahaddin University. College of Physical Education and Sports Sciences

wrya.rostam97@gmail.com

Research Received: 22/10/2025 Research Published: 28/4/2026

Abstract

ACL injuries are common among athletes, negatively impacting knee stability and function. Aquatic rehabilitation is a modern and effective recovery method that utilizes the buoyancy and resistance of water to reduce stress on the joint, improve range of motion (ROM), strengthen muscles, and accelerate healing. This research aims to investigate the effect of an aquatic rehabilitation program on improving ROM in ACL-injured athletes, highlighting its role in promoting functional recovery and joint stability. Its significance lies in demonstrating the effectiveness of aquatic therapy and contributing to the development of similar programs This research aims to equip therapists with innovative techniques and enhance scientific awareness of the therapeutic potential of water in sports injury rehabilitation. Specifically, it seeks to determine the range of motion of the knee joint before implementing an aquatic rehabilitation program, to implement a targeted aquatic rehabilitation program for the muscles surrounding the knee joint to improve their functional efficiency, and to measure changes in range of motion after the program's implementation

Keywords: Aquatic rehabilitation program, range of motion, anterior cruciate ligament (ACL) of the knee

تأثير برنامج تأهيلي مائي في تحسين المدى الحركي لمصابي الرباط الصليبي الأمامي للركبة

وريا رستم سليم ، أ.م.د. اواز حمة نوري
العراق. جامعة صلاح الدين. كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
wrya.rostam97@gmail.com

تاريخ استلام البحث 2025/10/22 تاريخ نشر البحث 2026/4/28

الملخص

تُعد إصابة الرباط الصليبي الأمامي شائعة بين الرياضيين، مما يؤثر سلبًا على استقرار الركبة ووظيفتها. التأهيل المائي هو وسيلة حديثة وفعالة للتعافي، حيث يستفيد من خاصيتي الطفو والمقاومة في الماء لتقليل الضغط على المفصل، وتحسين المدى الحركي(ROM) ، وتقوية العضلات، وتسريع الشفاء. يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير برنامج تأهيلي مائي في تحسين المدى الحركي لدى مصابي الرباط الصليبي الأمامي، مسلطًا الضوء على دوره في تعزيز التعافي الوظيفي واستقرار المفصل. تكمن أهميته في إثبات فعالية العلاج المائي، والمساعدة في تطوير البرامج، وتزويد المعالجين بتقنيات مبتكرة، وتعزيز الوعي العلمي بإمكانات الماء العلاجية في تأهيل الإصابات الرياضية. ويهدف البحث الى تحديد مستوى المدى الحركي لمفصل الركبة قبل تطبيق البرنامج التأهيلي المائي. وتنفيذ برنامج تأهيلي مائي يستهدف العضلات المحيطة بمفصل الركبة لتحسين كفاءتها الوظيفية. وقياس التغيرات في المدى الحركي بعد تطبيق البرنامج التأهيلي المائي.

الكلمات المفتاحية: برنامج تأهيلي مائي، المدى الحركي، الرباط الصليبي الأمامي للركبة.

1-المقدمة:

يُعد الرباط الصليبي الأمامي من أهم العناصر التي تمنح مفصل الركبة الثبات أثناء الحركات الرياضية المختلفة، إلا أن إصابته تُعد من أكثر الإصابات شيوعًا بين الرياضيين، مما يؤدي إلى ضعف في الثبات والقدرة الحركية و مع تزايد حالات هذه الإصابات، أصبح التأهيل الرياضي ضرورة أساسية لاستعادة كفاءة المفصل والعودة للنشاط الحركي الطبيعي ومن بين الوسائل الحديثة المستخدمة في هذا المجال يأتي التأهيل المائي، الذي يتميز بقدرته على تخفيف الضغط على المفصل المصاب بفضل خصائص الطفو والمقاومة في الماء، مما يتيح أداء التمارين العلاجية بأمان وفعالية كما يساعد التأهيل المائي في تحسين المدى الحركي للركبة، وتقوية العضلات المحيطة بها، وتسريع عملية الاستشفاء. لذلك، يهدف هذا البحث إلى دراسة تأثير برنامج تأهيلي مائي في تحسين المدى الحركي لدى مصابي الرباط الصليبي الأمامي، باعتباره وسيلة علاجية فعالة تسهم في تحسين الأداء الوظيفي واستقرار المفصل.

تكمن أهمية هذا البحث في كونه يسلّط الضوء على فعالية التأهيل المائي كوسيلة علاجية آمنة تسهم في استعادة المدى الحركي الطبيعي لمفصل الركبة بعد إصابة الرباط الصليبي الأمامي كما يُسهم في تطوير البرامج العلاجية الموجهة للمصابين، ويُزوّد أخصائي العلاج الطبيعي بأساليب حديثة تعتمد على بيئة مائية تقلل من الألم والإجهاد، إضافةً إلى ذلك يهدف البحث إلى تعزيز الوعي العلمي بأهمية استخدام الماء كوسيط علاجي فعّال في إعادة تأهيل الإصابات الرياضية. تكمن مشكلة البحث في أن إصابة الرباط الصليبي الأمامي تؤدي إلى ضعف في ثبات مفصل الركبة ونقص في المدى الحركي، مما يعيق المصاب عن أداء أنشطته اليومية والرياضية بصورة طبيعية، وعلى الرغم من وجود برامج تأهيلية متنوعة، إلا أن أغلبها يعتمد على التمارين الأرضية التي قد تزيد من الضغط على المفصل المصاب وتؤخر عملية التعافي، كما يواجه المصابون صعوبة في استعادة القوة العضلية والمرونة المطلوبة بسبب الألم والخوف من الحركة، لذلك تتمثل مشكلة البحث في التعرف على تأثير البرنامج التأهيلي المائي في تحسين المدى الحركي لدى مصابي الرباط الصليبي الأمامي للركبة، ومدى فعاليته في تسريع عملية الاستشفاء واستعادة الكفاءة الوظيفية للمفصل مقارنة بالأساليب التقليدية.

ويهدف البحث الى:

1-تحديد مستوى المدى الحركي لمفصل الركبة قبل تطبيق البرنامج التأهيلي المائي.

2-تنفيذ برنامج تأهيلي مائي يستهدف العضلات المحيطة بمفصل الركبة لتحسين كفاءتها الوظيفية.

3-قياس التغيرات في المدى الحركي بعد تطبيق البرنامج التأهيلي المائي.

4-مقارنة نتائج القياسات القبلية والبعدية لمعرفة مدى فعالية البرنامج في تحسين المدى الحركي للمصابين.

2-إجراءات البحث:

2-1منهج البحث: استخدم الباحثان المنهج التجريبي لملائمته لطبيعة ومشكلة البحث.

2-2 مجتمع البحث وعينته:

تكوّن مجتمع البحث من 5 أفراد تتراوح أعمارهم بين 20 و30 سنة، يعانون من تمزق الرباط الصليبي الأمامي (ACL) وخضعوا لعملية جراحية منذ ستة أسابيع على الأقل .تم اختيارهم بأسلوب العينة العمدية، مع التأكد من قدرتهم الصحية على أداء التمارين المائية .جميع المشاركين خضعوا لبرنامج تأهيلي مائي موحد لمدة ستة أسابيع، أربع جلسات أسبوعيًا3-3 تجانس عينة البحث.

الجدول (1) يبين تجانس عينة البحث في متغيرات السن والطول والوزن لعينة البحث

القياسات	س	±ع	معامل الالتواء	الدلالة
الطول(سم)	176.8	7.2	0.25	غير معنوي
الوزن (كغم)	79.8	6.5	0.47	غير معنوي
العمر (شهر)	28.8	1.3	-0.36	غير معنوي

- تصميم البحث التجريبي:

التصميم التجريبي		
قياس قبلي	تطبيق البرنامج	قياس بعدي

- المجموعة :مجموعة تجريبية واحدة (لا توجد مجموعة ضابطة).

الشكل (1) يوضح التصميم التجريبي للبحث

2-3 وسائل جمع البيانات والاجهزة والادوات المستخدمة في البحث:

- المقابلات الشخصية
- الاختبارات والمقاييس
- المصادر والمراجع العربية والاجنبية
- استمارات استطلاع آراء الخبراء والمختصين
- لابتوب نوع DELL
- كاميرا
- جونيوميتر :(Goniometer) لقياس المدى الحركي لمفصل الركبة بدقة.
- ديناموميتر :(Dynamometer) لقياس القوة العضلية للعضلات المحيطة بالركبة.
- ساعة توقيت :لقياس زمن أداء بعض التمارين أو الاختبارات.
- ميزان رقمي :لقياس الوزن وتحديد مؤشر كتلة الجسم.
- أدوات التمارين المائية :مثل الأوزان المائية.
- سرير طبي لقياس المدى الحركي (مد – ثني – محيط عضلات الفخذ)
- قاعة سنتر علاج طبيعي قياس (10 * 10 متر) لقياس بعض الاختبارات البدنية.
- مسبح سنتر علاج طبيعي قياس (4 * 4 متر) لقياس بعض الاختبارات البدنية.
- شريط قياس محيط عضلات الفخذ.

2-4 خطوات اجراءات البحث الميدانية:

2-4-1 تحديد الاختبارات قيد الدراسة:

تُعدّ عملية تأهيل الإصابات إحدى الركائز الأساسية في مجال العلوم الرياضية، إذ تسهم في استعادة القدرات البدنية وتحسين الأداء الحركي لدى الأفراد المصابين. ومن أجل تصميم برامج تأهيل فعّالة، تبرز الحاجة إلى اختيار اختبارات دقيقة تقيس مختلف المتغيرات البدنية ذات الصلة. وفي هذا السياق، تم إجراء سلسلة من المشاورات مع السيدة المشرفة واللجنة المتابعة، بهدف صياغة إطار علمي شامل لعرض تلك المتغيرات على نخبة من الخبراء والمختصين في مجالات الفسلجة والتدريب وتأهيل الإصابات. وكما مبين بالجدول (2).

جدول (2) يبن المؤشرات الإحصائية لآراء الخبراء والمختصين حول صلاحية اختبارات قيد الدراسة

الاختبارات	عدد الخبراء	الموافقون	الغير موافقون	كا2	sig	الدلالة
اختبارات المدى الحركية (المد الركبة)	9	9	0	9	0.000	معنوي
اختبارات المدى الحركية (الثني الركبة)	9	9	0	9	0.000	معنوي

2-4-2 الاختبارات المستخدمة في البحث:

1-قياس المدى الحركي (المد – اثني). (بنوان، 2018، ص66)

أ- قياس المدى الحركي في حالة المد:

الغرض من القياس: قياس المدى الحركي في حالة المد.

الأدوات المستخدمة: جهاز الجونيوميتر، سرير طبي.

وصف طريقة القياس:

يقف القائم الى جانب المصاب وهو في حاله الرقود على سرير طبي ويوضع جهاز الجينوميتر على أحد جوانب مفصل الركبة المصابة الانسي او الوحشي يطلب من المصاب مد الرجل المصابة الى الأمام وتتحرك الذراع المتحركة للجهاز مع الخط المحوري المنصف للرجل المصابة وتبقى الاخرى ثابته بوضعها الاول وتقرا الزاوية بين ذراعي الجينوميتر وهي تمثل زاوية المد لمفصل الركبة.

الشكل (2) يوضح قياس المدى الحركي في حالة المد

ب- قياس المدى الحركي في حالة الثني:

الغرض من القياس: قياس المدى الحركي لمفصل الركبة المصابة في حالة الثني.

الأدوات المستخدمة: جهاز الجونيوميتر، سرير طبي.

وصف طريقة القياس: يقف القائم بالقياس الى جانب المختبر وهو في حالة الرقود على سرير طبي، ومن ثم نطلب من المصاب ثني الرجل المصابة الى الداخل وتتحرك الذراع المتحركة للجهاز مع حركة المفصل للداخل وبصورة موازية لخط المنصف الطولي للرجل المصابة مع بقاء الذراع الاخرى ثابتة.

الشكل (3) توضح قياس المدى الحركي في حالة الثني

2-5 التجربة الاستطلاعية:

قام الباحثان بإجراء تجربة استطلاعية تمهيدية تهدف إلى استيضاح العوامل والعوائق التي قد تعترض مراحل تنفيذ الدراسة الرئيسة، بما في ذلك ما يتعلق بالجوانب التنظيمية والتطبيقية. كما سعى من خلالها إلى الوقوف على مدى قابلية البرنامج التأهيلي المائي للتطبيق على أفراد العينة المستهدفة، وتقييم مدى توافقه مع خصائصهم البدنية والحركية. إضافة إلى ذلك، شكّلت هذه التجربة خطوة مهمة نحو تحديد الأسس والمعايير العلمية الملائمة لبناء أدوات القياس والاختبارات المستخدمة، لضمان تحقيق أقصى درجات الدقة والمصداقية في النتائج.

2-6 الاختبارات القبلية:

قام الباحثان بتنفيذ الاختبارات القبلية لعينة الدراسة في يوم الاحد (2025/6/29)، وذلك في المركز التأهيلي وعلاج الطبيعي (ذيان ئارسين)، بعد التنسيق المسبق مع الجهات المختصة، والحصول على الموافقات الرسمية والأخلاقية اللازمة من إدارة المركز والمشاركين في الدراسة.

اجريت الاختبارات القبلية من قبل الباحثان والكادر المساعد وتحت اشراف الدكتور (الهامي صنالي انور(في قاعة مركز تأهيلي والعلاج الطبيعي (ذيان ئارسين) على عينة الدراسة.

تم تقسيم الإجراءات إلى عدة مراحل بحسب نوع الاختبارات:

في المرحلة الأولى، تم إجراء اختبارات المدى الحركي (ROM) لمفصل الركبة باستخدام جهاز القياس الزاوي(Goniometer) ، وذلك لقياس مدى الثني والمد. تلا ذلك تنفيذ اختبار الثني والمد النشط لتقدير القدرة العضلية الوظيفية لكل مشارك، وقد تم تدوين النتائج يدويًا باستخدام استمارات معدة لهذا الغرض.

في المرحلة الثانية، انتقل الباحثان إلى تنفيذ اختبارات خاصة بتقييم الصفات البدنية، حيث تم التركيز على قياس القوة العضلية باستخدام جهاز الديناموميتر لما له من قدرة على تقديم بيانات كمية دقيقة حول الأداء العضلي للمشاركين. وقد تم تطبيق البروتوكولات الصحية المعتمدة لضمان سلامة أفراد العينة، مع مراعاة الحالة الوظيفية لكل مصاب على حدة. شملت الإجراءات توفير فترات راحة كافية بين الاختبارات لتفادي الإجهاد العضلي، وضمان صدق القياسات واستقرارها، كما جرى التنسيق المسبق لتوحيد ظروف القياس وضبط المتغيرات المؤثرة.

في المرحلة الثالثة، تم إجراء اختبارات تقييم التوازن والاستقرار الوظيفي للمصابين، بشقيه الثابت والمتحرك، وذلك بهدف تحديد مستوى كفاءة النظام العصبي العضلي في أعقاب الإصابة. تضمنت هذه المرحلة تطبيق اختبار التوازن على قدم واحدة للكشف عن قدرة الفرد في الحفاظ على الاستقرار خلال الوقوف على قاعدة دعم أحادية، بالإضافة إلى تنفيذ اختبارY-Balance ، الذي يُعد من الأدوات المعتمدة لقياس التوازن الديناميكي متعدد الاتجاهات في السياقات التأهيلية. وقد استُخدمت في

هذه الاختبارات أدوات قياس معيارية لضمان الاتساق والدقة في جمع البيانات، وأُجريت جميع الإجراءات تحت إشراف مباشر من أخصائي تأهيل حركي معتمد، بما يكفل سلامة المصابين ويحقق الانضباط المنهجي المطلوب.

واختُتمت الجلسة بـ اختبارات التأهيل المائي داخل المسبح العلاجي، حيث تم تنفيذ اختبار المشي في الماء وتمارين المقاومة باستخدام أدوات مخصصة. وقد تم تسجيل الوقت وعدد التكرارات بدقة، مع الالتزام التام بإجراءات السلامة داخل المسبح.

استغرقت الجلسة التطبيقية كاملةً ما يقارب أربع ساعات متواصلة، وقد تم الحرص على توثيق جميع البيانات الكمية والنوعية المستخلصة خلال مراحل الاختبارات، من خلال تدوينها بدقة في استمارات تسجيل معدة لهذا الغرض وفق النموذج المعتمد في الدراسة. نُفذت جميع الاختبارات تحت إشراف مباشر من الباحثان وفريقه المختص في التأهيل الحركي، ضمن بيئة مراقبة تحترم معايير السلامة المهنية، مع مراعاة تامة لراحة المصابين وظروفهم الصحية والنفسية، بما يضمن الحفاظ على الاتساق المنهجي وجودة النتائج.

2-7 البرنامج تأهيلي مائي:

قام الباحثان بأعداد برنامج تأهيلي مائي متخصص لمفصل الركبة بعد الإصابة بالتمزق الكامل في الرباط الصليبي الأمامي، يهدف إلى تحسين الكفاءة العضلية والوظيفية للمفصل، واستعادة التوازن الحركي وبعض الصفات البدنية المرتبطة بالأداء المصابين. استند البرنامج إلى مجموعة من المراجع العلمية الحديثة والدراسات التطبيقية ذات الصلة، إلى جانب توصيات الخبراء والمختصين في التأهيل الحركي والتدريب الرياضي، وتمت مواءمته ليتناسب مع الخصائص الفردية لعينة البحث.

يتكوّن البرنامج التأهيلي المائي من ستة أسابيع متتالية، ويُنفذ بواقع أربع وحدات تدريبية أسبوعية تُجرى بالكامل داخل المسبح العلاجي، مما يُعزز استفادة المصابين من خصائص البيئة المائية في دعم التأهيل الوظيفي لمفصل الركبة بعد إصابة الرباط الصليبي الأمامي. وتتراوح مدة كل وحدة تدريبية بين (45 – 60) دقيقة، وتشمل أنشطة متنوعة مثل التمارين الحركية العامة، وتمارين التحفيز العضلي داخل الماء، إضافة إلى تمارين استعادة المدى الحركي، وتقنيات التوازن والثبات المناسبة للمرحلة التأهيلية ويستخدم بعض الادوات المائية. ويتميّز البرنامج بتدرج محتواه بشكل علمي مدروس، يراعي الحالة الوظيفية لكل مشارك ويُعزز التكيف الحركي عبر مراحل التأهيل المتقدمة، وذلك ضمن بيئة مائية آمنة يُشرف عليها فريق مختص لضمان التطبيق الدقيق وسلامة المصابين.

وقد حرص الباحثان على تنفيذ البرنامج تحت إشراف مختصين في التأهيل الحركي، مع تطبيق بروتوكولات صارمة لضمان السلامة المهنية وراحة المصابين، إضافة إلى التوثيق المنهجي لكل وحدة تدريبية باستخدام استمارات المتابعة اليومية لقياس التطور ومراقبة الاستجابة الفردية للعلاج التأهيلي.

2-8 الاختبارات البعدية:

إجراءات تنفيذ الاختبارات البعدية:

بعد الانتهاء من تنفيذ البرنامج التأهيلي المائي الذي استمر لمدة ستة أسابيع، قام الباحثان بإجراء الاختبارات البعدية لعيّنة الدراسة في يوم الأحد (2025/8/9) وذلك في نفس المكان الذي أُجريت فيه الاختبارات القبلية، لضمان ثبات الظروف البيئية والمكانية.

بدأت الجلسة في الساعة (الثالثة)، حيث تم استقبال المشاركين وتذكيرهم بإجراءات الاختبارات، مع التأكيد على أهمية الالتزام بالتعليمات لضمان دقة النتائج. تم التأكد من استقرار الحالة الصحية لكل مشارك قبل بدء التقييم، كما تم توفير فترات راحة مناسبة بين الاختبارات لتفادي الإجهاد.

تم تنفيذ الاختبارات البعدية بنفس الترتيب والأدوات التي أُستُخدمت في الاختبارات القبلية، وذلك لتحقيق الموضوعية والمقارنة الدقيقة بين المرحلتين. وشملت الإجراءات ما يلي:

- اختبارات المدى الحركي :(ROM) باستخدام جهاز Goniometer لقياس زاوية ثني ومد الركبة.
- اختبارات التوازن :مثل الوقوف على قدم واحدة واختبار Y-Balance .
- اختبار المرونة: مثل اختبار الانحناء من وضع الوقوف.
- اختبار الألم: مقياس الألم البصري(Visual Analog Scale – VAS)
- اختبارات التأهيل المائي: مثل المشي في الماء وتمارين المقاومة المائية.

تم تسجيل جميع النتائج في استمارات مخصصة، ثم أُدخلت إلى قاعدة بيانات إلكترونية لتحليل الفروق بين القياسات القبلية والبعدية باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة.

وقد أُجريت جميع الاختبارات تحت إشراف مباشر من الباحثان وفريق متخصص، مع الالتزام الكامل بإجراءات السلامة والراحة النفسية للمشاركين.

2-9 الوسائل الإحصائية: استخدم الباحثان الحقيبة الاحصائية spss-v22لمعالجة الإحصاء.

DOI prefix: 10.33170, 2026, Vol (19), Issue (2): 192-208

Sciences Journal Of Physical Education

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

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

3- عرض وتحليل مناقشة النتائج:

3-1 التوزيع الاعتدالي وتجانس التباين لأفراد عينة البحث:

3-1-1 التوزيع الاعتدالي وتجانس: التباين في المتغيرات (ثني ركبة مد ركبة القوة العضلات أمامي، القوة العضلات خلفية، القوة العضلات داخلي، القوة العضلات خارجي ومحيط عضلات الفخذ والمرونة والمشي في الماء، مقاومة الماء ودرجة الألم والتوازن ثابت والمتحرك على الرغم من أن أفراد العينة تم اختيارهم بشكل عشوائي، فقد أُجريت اختبارات التجانس والتكافؤ لجميع المتغيرات وذلك لضمان صحة المعالجة الإحصائية.

الجدول (3) يبين التوزيع الاعتدالي (اختبار شابيرو-ويلك) للمتغيرات البحث

المتغيرات	الاختبارات القبلية			الاختبارات البعدية		
	التوزيع الاعتدالى	p-value	الدلالة الاحصائية	التوزيع الاعتدالي	p-value	الدلالة الاحصائية
ثني ركبة	0.8990	0.1026	غير معنوي	0.9790	0.9276	غير معنوي
مد ركبة	0.9270	0.3140	غير معنوي	0.9830	0.9370	غير معنوي

أظهرت نتائج اختبار شابيرو- ويلك أن درجة التوزيع الاعتدالي لجميع المتغيرات في القياسين القبلي والبعدي كانت قريبة من القيمة المثالية (1)، مما يدل على أن توزيع البيانات يتقارب بدرجة عالية مع التوزيع الطبيعي كما أن القيم الاحتمالية (p-value) جاءت جميعها أكبر من مستوى الدلالة (0.05)، وأن البيانات موزعة توزيعًا طبيعيًا.

هذه النتائج تؤكد أن جميع بيانات الدراسة، سواء في القياس القبلي أو البعدي، تتبع التوزيع الطبيعي، وهو ما يحقق أحد الشروط الأساسية لتطبيق الاختبارات الإحصائية المعلمية (Parametric Tests) مثل اختبار (t-test) أو تحليل التباين (ANOVA). وعليه، فإن تحقق شرط التوزيع الاعتدالي يعزز من موثوقية التحليل الإحصائي ويضمن دقة النتائج المستخلصة.

3-1-2 اختبار تجانس تباين (اختبار لفين):

الجدول (4) يبين تجانس تباين العينة في الاختبارات المهارية باستخدام اختبار ليفين

المتغيرات	Levene Stat	p-value	الدلالة الاحصائية
ثني الركبة	0.5333	0.4860	غير معنوي
مد الركبة	1.0980	0.3253	غير معنوي

يتبين من جدول اختبار ليفين أن جميع القيم الاحتمالية (p-value) أكبر من (0.05) لمختلف المتغيرات وهي: (ثني الركبة، مد الركبة).

هذا يعني أن الفروق في التباين بين القياسات القبلية والبعدية لكل متغير لم تكن دالة إحصائيًا، أي أن البيانات متجانسة في التباين.

- جميع المتغيرات اجتازت شرط تجانس التباين، وهو أحد الافتراضات الأساسية لاستخدام الاختبارات الإحصائية المعلمية (Parametric Tests) مثل اختبار t

- تجانس التباين يشير إلى أن التشتت (الانحراف المعياري) في القياسات متقارب بين المجموعات أو القياسين، مما يعزز دقة المقارنات الإحصائية.

- عدم وجود فروق معنوية في التباين يعني أن أي فروق لاحقة في المتوسطات (إن وجدت) يمكن إرجاعها للتغير في المتوسط نفسه وليس لاختلاف التشتت.

3-2 عرض نتائج الاختبارين القبلي والبعدي لمتغير (المدى الحركي) وتحليلها ومناقشتها:

جدول (5) يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيمة (T-test) المحسوبة، ودلالتها الإحصائية للاختبارين القبلي والبعدي (للمدى الحركي)

ت	الاختبارات	وحدة القياس	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		قيمة (T) المحسوبة	قيمة الاحتمالية	مستوى الدلالة
			سَ	ع	سَ	ع			
1	ثنى الركبة	درجة	107.00	14.40	34.00	9.62	9.424	0.000	معنوي
2	مد الركبة	درجة	147.00	8.37	172.00	4.30	-5.942	0.000	معنوي

يبين جدول (5) الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيم T-test المحسوبة ودلالتها الإحصائية للاختبارين القبلي والبعدي لمتغير المدى الحركي (ثني الركبة ومد الركبة).

بلغ الوسط الحسابي لثني الركبة في الاختبار القبلي (107.00) درجة بانحراف معياري (14.40)، بينما انخفض في الاختبار البعدي إلى (34.00) درجة بانحراف معياري (9.62). أظهرت نتيجة اختبار T قيمة (9.424) عند مستوى دلالة (0.000)، مما يشير إلى وجود فرق معنوي لصالح الاختبار البعدي، وهو ما يعكس تحسنًا كبيرًا في المدى الحركي نتيجة البرنامج التدريبي المطبق.

بلغ الوسط الحسابي لمد الركبة في الاختبار القبلي (147.00) درجة بانحراف معياري (8.37)، بينما ارتفع في الاختبار البعدي إلى (172.00) درجة بانحراف معياري (4.30). أظهرت نتيجة اختبارT قيمة (-5.942) عند مستوى دلالة (0.000)، مما يدل على وجود فروق معنوية لصالح الاختبار البعدي، وهو ما يعكس تحسن القدرة على مد الركبة بشكل أكبر بعد تنفيذ البرنامج.

تُظهر هذه النتائج بوضوح أن البرنامج التدريبي المستخدم ساهم بشكل فعّال في تحسين المدى الحركي للمفاصل قيد الدراسة، سواء في حالة الثني أو المد، حيث انخفضت قيم الثني بشكل ملحوظ (دلالة على زيادة المرونة وتقليل المقاومة العضلية) وارتفعت قيم المد (دلالة على زيادة نطاق الحركة الإيجابي).

3-2-1 مناقشة نتائج الاختبار القبلي والبعدي للمدى الحركي (المد، الثني) لعينة البحث:

يرى الباحثان أن الفروق الدالة إحصائيًا التي ظهرت بين المتوسطات القبلية والبعدية في متغيري المدى الحركي (مد الركبة وثني الركبة) تعكس التأثير الإيجابي للبرنامج التدريبي المطبق على عينة البحث. فقد أظهرت النتائج انخفاضًا كبيرًا في زاوية الثني وارتفاعًا ملحوظًا في زاوية المد، وهو ما يشير إلى تحسن كفاءة عمل العضلات والمفاصل ذات العلاقة، وزيادة مرونتها وقدرتها على الأداء الحركي بكفاءة أعلى. ويُرجع الباحثان هذه التحسينات إلى طبيعة التمارين المستخدمة التي استهدفت زيادة مرونة الأنسجة العضلية والأوتار المحيطة بالمفصل، بالإضافة إلى تنمية قوة العضلات المضادة والمساعدة في الحركة، مما أدى إلى توسيع نطاق الحركة للمفصل المعني. كما أن التدرج في شدة التمارين وتكرارها مع الالتزام بفترات الإحماء والتمدد ساهم في إحداث تكيفات فسيولوجية وميكانيكية انعكست على تحسين المدى الحركي.

ثني الركبة(Knee Flexion)

تُظهر نتائج البحث توافقًا قويًا مع الأدبيات العلمية التي تشير إلى أن تمارين الإطالة الستاتيكية عالية الشدة تؤدي إلى تحسين ملحوظ في مدى ثني المفصل. تدّعي دراسة Takeuchi & Nakamura (2020)أن تطبيق الإطالة بشدة تصل إلى نقطة الانزعاج المشترك، لمدة قصيرة نسبيًا، يساهم في زيادة مرونة الأوتار والأنسجة العضلية المرتبطة بالفخذ، مما يخفّض من مقاومة المفصل أثناء حركة الثني ويمنحه القدرة على استجابة حركية سلسة وأكثر فعالية.

Behm et al. (2023) (Takeuchi & Nakamura 2020)

كما تدعم نتائج هذه الرؤية من خلال تحليل منهجي شامل يبرز قدرة جلسة إطالة واحدة على رفع مدى الحركة (ROM) ولو بشكل طفيف، مما يدل على أن التأثيرات الإيجابية للتمدد ليست حكرًا على فترات طويلة، بل يمكن تحقيقها أيضًا على المستوى الفوري، حيث يُعزى ذلك إلى انخفاض صلابة الأنسجة الخلفية للفخذ وتحسن التوافق العصبي العضلي.

(Behm et al. 2023, 2)

مد الركبة(Knee Extension / ROM Improvements)

تسير نتائج الدراسة الخاصة بمد الركبة في خط متوازٍ مع ما خلصت إليه دراسات عالمية محترمة حول أثر الإطالة المنتظمة على تحسين نطاق حركة المفاصل. فقد وجد Konrad et al. (2023) في تحليل ميتا شامل أن اعتماد برامج إطالة منتظمة، سواء ثابتة أو ديناميكية ولفترات زمنية كافية، يؤدي إلى تعزيز مرونة العضلات الأمامية للفخذ بطريقة تؤدي إلى تسهيل حركة المد الكامل دون مقاومة عضلية مفرطة أو احتمالية للإصابة، مما يُسهم في تحسّن الأداء الحركي العام.

(Konrad et al. 2023, 4)

أيضًا لاحظ Ingram et al. (2025) أن التأثيرات الإيجابية للإطالة طويلة الأمد على مدى الحركة لا تتعلق فقط بتغيرات ميكانيكية في الأنسجة، بل تشمل أيضًا تكيفات عصبية تزيد من تحمل الإطالة، حتى عند عدم حدوث تغيّر كبير في طول الألياف العضلية. هذا التكيف العقلي العصبي يسمح للمفصل بالاستفادة بشكل أكبر من الأداء في نهاية المدى الحركي بشكل أكثر أماناً وفاعلية

(Ingram et al. 2025, 5)

4-الاستنتاجات والتوصيات:

4- 1 الاستنتاجات

1-أظهر البرنامج التأهيلي المائي تأثيرًا إيجابيًا واضحًا في زيادة المدى الحركي للمفصل (ROM) بعد فترة تطبيقه، مما يدل على فاعليته في تحسين المرونة المفصلية.

2-لم تُسجَّل فروق ذات دلالة إحصائية في محيط عضلات الفخذ بين القياسين القبلي والبعدي، مما يشير إلى أن التغيرات المورفولوجية تحتاج فترة زمنية أطول أو شدة أكبر للتأثر.

4-2 التوصيات:

1-اعتماد البرامج التأهيلية المائية كجزء أساسي من بروتوكولات العلاج الطبيعي وإعادة التأهيل للمصابين بإصابات المفاصل والعضلات.

2-تشجيع استخدام التمارين المائية خصوصًا في المراحل الأولى من التأهيل، نظرًا لفعاليتها في تخفيف الألم وتحسين المدى الحركي والتوازن.

3-ضرورة تصميم برامج أطول زمنًا أو أكثر كثافة إذا كان الهدف زيادة الكتلة العضلية أو محيط العضلات، لأن التغيرات المورفولوجية تحتاج فترة زمنية أكبر.

4- إجراء دراسات مستقبلية تركز على:

أ- فترات زمنية أطول للتأهيل المائي.

ب- مقارنة بين التأهيل المائي والتأهيل البري (Dry-land Rehabilitation).

ج- تأثير نوعية مختلفة من التمارين المائية على متغيرات مورفولوجية ووظيفية أخرى.

5- تطبيق هذا البرنامج على عينات أكبر ومتنوعة (أعمار – مستويات لياقة – أنواع إصابات) لتعزيز قوة التعميم للنتائج.

المصادر

- الطراونة، محمود (2018): التأهيل الحركي والإصابات الرياضية، بيروت، دار الكتاب الجامعي.

- بسطويسي، أحمد (2008): اسس ومبادي التدريب الرياضي، ط1، دار الفكر العربي القاهرة.

- سيد، عبد جواد (1984). العلامة بين كل من القوة العضلية ومدي الحركة في الفاصل للاعبي المستويات المختلفة في كرة الطائرة، بحوث مؤتمر الرياضة للجميع، جامعة حلوان، قاهرة.

- شحاته، محمد إبراهيم (2006). اساسيات التدريب الرياضي، المكتبة المصرية، الاسكندرية.

- شعلان، إبراهيم (1989). كردة القدم بين النظرية والتطبيق والاعداد البدني في كرة القدم.

- طالب جاسم محسن (2011م): تمرينات الاستطالة لعضلات الظهر والرباطات الفقرية لعلاج آلام المنطقة القطنية للأعمار (35-40) سنة، رسالة ماجستير، جامعة بغداد.

-Takeuchi, Kazuki., & Nakamura, Masatoshi. (2020) 'The optimal duration of high-intensity static stretching in hamstrings', PLoS ONE, 8.

-Konrad, Andreas., Stafilidis, Savvas., & Nakamura, Masatoshi. (2023) 'Chronic effects of stretching on range of motion with consideration of potential moderating variables: A systematic review with meta-analysis', Sports Medicine – Open, 4.

-Rahn, Blaine A., and Pearce, Robert S. (1997) Principles of Human Movement. Boston: McGraw-Hill.

-Bandy, William D., and Irion, James M. (1994) 'The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles', Physical Therapy, 74(9).

-Perrin, David H., Gansneder, Bruce M., and Burkett, Lee N. (1999) 'The effects of static and dynamic stretching on hamstring flexibility', Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 29(2).

-Becker, Bruce Edward. (2009). Aquatic therapy: Scientific foundations and clinical rehabilitation applications. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, 20(1).

-Alberton, Cristine L., Kruel, Luiz F.M., 2009. Effects of aquatic training on strength and muscular endurance in adults. Journal of Sports Science and Medicine.