" تأثير برنامج تأهيلي باستخدام الوسط المائي مع كرة المقاومة على إعادة تأهيل مفصل رسغ اليد ما بعد إجراء جراحة إصلاح قطع الأوتار"

محمد علي إمام يوسف[١]

مقدمة ومشكلة البحث:

قد تؤدي إصابات الرسغ غير المعالجة إلى تفاقم الإصابة والأعراض، مما يؤدي غالبا إلى انخفاض جودة الأداء في العمل أو في الملاعب الرياضية، حيث تعتمد العديد من الرياضات على الأداء الأمثل للمعصمين لإكمال مهام معينة، مثل الرياضات الفردية، فقد أظهرت دراسة قام بها "ويست وغاردنر West, Diane J" أن إصابة المعصم منتشرة في بعض التخصصات الرياضية التي تحتاج إلى متطلبات بدنية أكبر من عمل اليد والمعصم أثناء الأداء الحركي التخصصي. (٢٨: ١٧٩)

وتظهر الأبحاث الحديثة أن الميكانيكا الحيوية والحركات المتكررة عبر مفصل الرسغ قد تؤدي إلى الألم والخلل في المعصم، قد يكون ألم المعصم أيضا نتيجة لأحداث مؤلمة أثناء الأداء الحركي، حيث يساهم ذلك في إحداث خلل في العضلات والأربطة والأوتار، مما قد يؤدي إلى إصابات مثل التهاب غمد الوتر tenosynovitis وانحباس العصب nerve entrapment والتهاب المفاصل arthritis. (٢١: ٣٤٩)

كما تعتمد أداة كرة المقاومة Powerball على مبادئ الجيرو سكوب، مع التركيز على ممارسة الانقباضات العضلية للأطراف العلوية، حيث أظهرت الأبحاث أن التمرين باستخدام Powerball يزيد من قدرة العضلات على التحمل بشكل كبير خلال فترة شهر بالإضافة إلى زيادة عدد تقلصات العضلات بشكل كبير، تعمل كرة المقاومة كأداة تمرين لا مركزي eccentric exercise لعضلات الساعد، وتولد قوى في اتجاهات مختلفة، وبالتالي تسبب تحفيز عضلات الساعد واليد والرسغ. (١٠: ٧٩)

تعتمد لعبة Powerball على مبادئ الجيرو سكوب، وفقاً لبستر وإرين (2014)، الجيرو سكوب الميكانيكي هو جهاز يتكون من كتلة دوارة، عادة ما تكون قرصاً أو عجلة، مثبتة على قاعدة بحيث يمكن لمحورها أن يدور بحرية في اتجاه واحد أو أكثر وبالتالي يحافظ على اتجاهه، بغض النظر عن ذلك، من أي حركة للقاعدة. (٦: ١٤ – ٣٥)

تم وصف Powerball في دراسة أجراها Balan and Garcia–Elias (2008)على أنها كرة مجوفة تحتوي في الداخل على دوار يبلغ وزنه 200 جرام مع كتلة لا مركزية تقع على

[١] مدرس بقسم علوم الصحة – كلية التربية الرياضية – جامعة سوهاج

بعد سنتيمترين من محورها وتدور هذه الأسطوانة الداخلية حول محور عمودي على المحور الرئيسي، كما يتم تسريع الجزء الدوار الداخلي بواسطة قوة الطرد المركزي مما يتسبب في تكوين قوة الالتواء .يؤدي تكوين قوة الالتواء هذه إلى دوران المحرك الداخلي، وقد تنتج هذه القوة الدورانية المولدة ما يصل إلى 10000دورة في الدقيقة تتسارع كرة Powerball عن طريق الدوران الإيقاعي للمعصم. (٧: ٧٩ – ٨٢)

و تتسبب قوة الطرد المركزي هذه في تكوين قوة التواء بالقصور الذاتي داخل أربطة مفصل الرسغ والعضلات التي تمر فوق مجمع مفصل الرسغ، وتحتوي كرة Powerball على عداد رقمي على اللوحة، والذي يسجل إجمالي الدورات التي ينتجها المستخدم ويتم تسجيل كل مئة دورة كوحدة واحدة على شاشة العداد الرقمي للكرة من الخارج.

(شكل ١)

تشير الدراسات الحديثة التي أجراها Balan and Garcia–Elias (2008) إلى أن Powerball تزيد من قدرة الساعد على التحمل خلال فترة شهر واحد، ولوحظ أيضاً زيادة في تقلصات عضلات الساعد بعد شهر واحد، وظلت التأثيرات الإيجابية لاستخدام Powerball لمدة شهر آخر بعد التوقف عن استخدام الجهاز (٧: ٧٩ – ٨٢)

أشارت دراسة أجراها هاجرت (2010) والتي ركزت على استقبال الحس العميق لمفصل الرسغ وإعادة تأهيله إلى أنه يمكن استخدام Powerball كجهاز إعادة تأهيل عصبي عضلي لا واعي محتمل لتحفيز تنشيط العضلات في الساعد، ركزت هذه الدراسات على المشاركين الأصحاء بدون أعراض وتشير إلى أن Powerball أو الجيرو سكوب قد يلعبان دوراً في بروتوكول العلاج المستقبلي لأمراض الساعد. (٨: ٢ – ٧)

وهناك بعض الخصائص الفيزيائية للمياه التي تؤثر على التأهيل الطبيعي المائي فهناك خواص فيزيائية مهمة للمياه مثل الطفو واللزوجة، وهي عناصر أساسية في تصميم تمارين فعالة لتأهيل الإصابات الرياضية، ميزة الطفو مباشرة: عندما يدخل الشخص الماء، يحدث انخفاض فوري في تأثيرات الجاذبية على الجسم وميزة لزوجة الماء غير مباشرة: فعندما يتحرك الإنسان في الماء يشعر بالمقاومة وتتحدد درجة الجهد بحجم الجسم أو الطرف المتحرك، بالإضافة إلى سرعة الحركة أو اتجاهها. (١٣: ٢٧٣)

تقوية العضلات باستخدام لزوجة الماء على الرغم من أن الأساليب التقليدية لتدريب القوة قد تم استخدامها بنجاح في التأهيل التقليدي، إلا أن هناك مزايا أساسية لاستخدام مقاومة الماء لتعزيز القوة حيث يعمل الماء كمقاومة استيعابية وتتمثل ميزة استيعاب المقاومة في أنها تتوافق مع القوة أو الجهد الذي يطبقه المصاب ونظرا لأن مقاومة الماء تساوي القوة المبذولة فإن احتمالية التفاقم أو الإصابة مرة أخرى تقل بشكل كبير. (٢٩: ٢٠٩)

كما يعمل الماء كمقاومة متغيرة حيث يشير مصطلح المتغير إلى القدرة على تغيير السرعة الانتقالية أو سرعة الحركة على عكس أجهزة تدريب القوة متساوية الحركة isokinetic strength–training، التي تقتصر التمارين فيها على سرعة محددة مسبقاً، من الممكن تغيير سرعات الأطراف أثناء كل تكرار في الماء، نظرا لأن معظم الحركات البشرية متغيرة بطبيعتها، فمن المرجح تحقيق مكاسب وظيفية. (٢٤: ٤٤٧)

وتمارين التقوية في الماء غير مقيدة في الاتجاه وغير محدودة بحركات من خلال حركة المفاصل المستخدمة فقط، أحد قيود أجهزة تدريب القوة التقليدية هو أن نشاط المفاصل معزول، تم تصميم العديد من آلات التمرين بقضبان صلبة توجه المقاومة؛ وهذا يحد من قدرة المستخدم على ممارسة الرياضة في مستويات حركة ثابتة، في المقابل يمكن تصميم تمارين التقوية المائية لتتناسب بشكل وثيق مع الحركات اليومية فضلاً عن تزامن استخدام كرة المقاومة، ونتيجة لذلك توفر تكيفات عصبية عضلية أكثر ملائمة لأنشطة الحياة اليومية. (٢٥: ١٥٤)

ونظراً لأهمية استخدام الأجهزة والطرق الحديثة للتأهيل للمصابين فقد أجريت العديد من الدراسات التي تناولت استخدام الطرق والوسائل الحديثة في التأهيل بالدراسة مثل دراسة كل من: (٩)(١٠)(١٨)(١٦)(١٧)(١٨)(١٩)(٢٣)(٢٥) وقد أظهرت نتائج هذه الدراسات التنوع في استخدام الطرق والأساليب والأجهزة الحديثة في التأهيل، كما

أوضحت نتائجها أن هذه الطرق أثرت بشكل إيجابي على نسب التحسن والشفاء من الإصابات.

من خلال عمل الباحث أخصائي إصابات الملاعب والتأهيل الحركي بالعديد من الأندية ومن خلال المترددين على مركز ماجيك فتنس للصحة واللياقة للتأهيل وإصابات الملاعب بسوهاج ومستشفيات جامعة سوهاج، لاحظ الباحث أن معظم البرامج المستخدمة في تأهيل المصابين بمفصل الرسغ تخضع لبرامج تقليدية رغم التطور العلمي والتقني في أجهزة ووسائل التأهيل الحركي مما دفع الباحث لاستخدام وسائل وأساليب حديثة لتأهيل مفصل الرسغ المصاب.

ومن هنا تظهر مشكلة البحث في استخدام أنماط مختلفة من التأهيل الحركي لمفصل الرسغ المصاب بالدمج بين كرة المقاومة Powerball والتأهيل في الوسط المائي لما لهما من تأثير وظيفي متغير على استعادة الحالة الوظيفية للمفصل والتي تشمل مرونة المفصل والقوة العضلية والسيطرة العصبية ، فكرة المقاومة تساعد في توليد قوى في اتجاهات مختلفة ، وبالتالي تسبب تحفيز عضلات الساعد واليد والرسغ ، والتأهيل في الوسط المائي له خواص فيزيائية هامة مثل الطفو واللزوجة والقدرة على استيعاب المقاومة بحيث تتوافق الحركة مع القوة أو الجهد الذي يطبقه المصاب ونظرا لأن مقاومة الماء تساوي القوة المبذولة فإن احتمالية التفاقم أو الإصابة مرة أخرى تقل بشكل كبير.

أهمية البحث:

التعرف على تأثير استخدام التأهيل الحركي بالدمج بين كرة المقاومة Powerball والتأهيل في الوسط المائي على الحالة الوظيفية لمفصل رسغ اليد المصاب بعد إجراء جراحة إصلاح أوتار، وإبراز أهمية هذه التدريبات في إمكانية العودة للحالة الوظيفية وممارسة الأعمال التخصصية بشكل آمن دون ارتداد في حدوث الإصابة أو تفاقمها.

أهداف البحث:

تصميم برنامج تأهيلي باستخدام الوسط المائي مع كرة المقاومة على إعادة تأهيل مفصل رسغ اليد المصاب بعد التدخل الجراحي لإصلاح قطع أوتار مفصل الرسغ وذلك من خلال التعرف علي:

١- قوة قبضة اليد المصابة.

٢- قوة العضلات العاملة على مفصل رسغ اليد المصابة من أوضاع (القبض، البسط، التقريب، التبعيد).

٣- المدى الحركي لمفصل رسغ اليد المصاب (القبض، البسط، التقريب، التبعيد).

فروض البحث:

في ضوء هدف البحث استخدم الباحث الفروض الآتية:

١. توجد فروق دالة إحصائياً بين القياسين القبلي والبعدي للمجموعتين التجريبيتين في قوة قبضة اليد المصابة لصالح القياسات البعدية للمجموعة التجريبية الأولي.

٢. توجد فروق دالة إحصائياً بين القياسين القبلي والبعدي للمجموعتين التجريبيتين في قوة عضلات مفصل رسغ اليد من أوضاع (القبض، البسط، التقريب، التبعيد) لصالح القياسات البعدية للمجموعة التجريبية الأولي.

٣. توجد فروق دالة إحصائياً بين القياسين القبلي والبعدي للمجموعتين التجريبيتين في المدى الحركي لمفصل رسغ اليد المصابة (القبض، البسط، التقريب، التبعيد) لصالح القياسات البعدية للمجموعة التجريبية الأولي.

بعض المصطلحات المستخدمة في البحث:

كرة المقاومة Powerball:

هي شكل من أشكال تدريب المقاومة لليد والمعصم لها تأثير على زيادة قوة القبضة ولتقوية عضلات الساعد واليد والمعصم وهما المسار المشترك الأخير لجميع حركات رسغ اليد. (٣٠: ١)

التأهيل المائي aquatic rehabilitation:

هي التمارين التي تؤدى في الوسط المائي للمصابين الذين ليس لديهم القدرة على تحمل تمارين المقاومة الأرضية وذلك وفقاً لدرجة وشدة الإصابة ومكانها. (١٩: ٧٠٣)

الدراسات السابقة:

أولاً الدراسات العربية

١- دراسة **بكر باسل غالب غنام" (٢٠٢١م) (٢)**، بعنوان " **فاعلية برنامج تأهيلي مقترح لرفع الكفاءة الوظيفية لدي الرياضيين المصابين بالالتهاب المزمن لمفصل رسغ اليد**" يهدف هذا البحث إلى التعرف على فاعلية برنامج تأهيلي مقترح لرفع الكفاءة الوظيفية لدى الرياضيين المصابين بالالتهاب المزمن لمفصل رسغ اليد، حيث استخدم الباحث المنهج التجريبيَّ ذو التصميم التجريبي لمجموعة واحدة، نظرا لملائمته

طبيعة البحث حيث تم اختيار العينة بالطريقة العمدية وقوامها (١٢) من ممارسي النشاط الرياضي ومصابين بالالتهاب المزمن لمفصل رسغ اليد، وأظهرت النتائج أن البرنامج التأهيلي المقترح أدى الى تقليل الألم واستعادة الحالة الوظيفية لمفصل رسغ اليد كما كانت عليه قبل الإصابة، والبرنامج التأهيلي المقترح أظهر فاعليته في تنمية مرونة مفصل رسغ اليد مما أدى إلى زيادة المدى الحركي للمفصل للطرف المصاب ووصوله الى المعدل الطبيعي للمدى الحركي لمفصل رسغ اليد، وقد أدت تمرينات القوة العضلية إلى زيادة مستوى القوة العضلية لعضلات الساعد وقوة القبضة في الطرف المصاب حتى وصلت الى مثيلتها في الطرف السليم، وكانت أهمُّ النتائج وجود فروق دا ليَّة إحصائيَّة بين القياس القبلي والقياس البعدي في درجة القوة العضلية للعضلات العاملة على رسغ اليد، والمدى الحركي لمفصل رسغ اليد، ودرجة شدَّة الإحساس بالألم، ممَّا يدلُّ على فاعلية البرنامج على استعادة الحالة الوظيفيَّة لمفصل رسغ اليد ورفع كفاءته ، وكانت أهمُّ التَّوصيات استخدام البرنامج التأهيلي المقترح في تأهيل إصابة الالتهاب المزمن لمفصل رسغ اليد.

٢- دراسة "**حسين صابر أبو الحسن، محمود مدحت محمود عارف، محمد أحمد إبراهيم بركات**"، (٢٠٢١م) (٣)، بعنوان **تأثير برنامج تمرينات تأهيلية خارج وداخل الوسط المائي على الكفاءة الوظيفية لمفصل رسغ اليد المصاب بالحروق للأطفال من (١٠:١٢) سنة**"، استهدفت الدراسة التعرف على تأثير برنامج تمرينات تأهيلية خارج وداخل الوسط المائي على الكفاءة الوظيفي لمفصل رسغ اليد المصاب بالحروق للأطفال من (١٠- ١٢) سنة من خلال تصميم برنامج تأهيلي خارج وداخل الوسط المائي لتحسين الكفاءة الوظيفية لمفصلي رسغ اليد المصابة بالحروق، تحسين القوة لعضلات الساعد ورسغ اليد المصابة، تحسين المدي الحركي لمفصلي رسغ اليد المصابة، استخدم الباحث المنهج التجريبي، وقد شملت العينة على (٨) أطفال، ومن أهم النتائج تم استعادة المدي الحركي لمفصلي رسغ اليد المصاب بالحرق، وكان ذلك واضحاً من خلال النتائج بين القياس القبلي والبعدي ولصالح القياس البعدي، تقليل درجة الألم وكان ذلك واضحاً من خلال النتائج بين القياس القبلي والبعدي ولصالح القياس البعدي.

٣- دراسة "**أحمد صلاح قراعة**" (٢٠٠٢م)(١)، بعنوان "**برنامج تأهيلي مقترح للتخلص من الإعاقة الحركية لليد المصابة بالحروق**"، استهدفت الدراسة التعرف على تأثير برنامج تأهيلي مقترح على المستوي الوظيفي لدى اليد المصابة بالحروق استخدم

الباحث المنهج التجريبي بتصميم القياس القبلي البعدي لمجموعة تجريبية واحدة واشتملت عينة البحث على (٨) مصابين بالحروق من المترددين على مستشفى الحروق بمحافظة أسيوط وكانت من أهم النتائج أن لاستخدام البرنامج التأهيلي المقترح باستخدام التدريبات الثابتة والمتحركة (محتوي البرنامج التأهيلي) تأثير إيجابي في تحسن الحالة الوظيفية لليد المصابة بالحروق لدى المصابين عينة البحث.

٤-دراسة "**محمود عبدالعزيز العطيفي، أحمد صلاح قراعه، عاصم حسين كامل**" (٢٠٠١م) (٥)، بعنوان "**برنامج تأهيلي مقترح لاستعادة كفاءة بعض المفاصل المصابة بالحروق**"، استهدفت الدراسة التعرف على تأثير برنامج تأهيلي مقترح لاستعادة كفاءة المدي الحركي لدى بعض المفاصل المصابة بالحروق واستخدم الباحثون المنهج التجريبي بتصميم القياس القبلي البعدي لمجموعة تجريبية واحدة واشتملت عينة البحث على (١٢) مصاب من المترددين على المستشفى الجامعي بمحافظة أسيوط وكانت من أهم النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مستوي المدى الحركي والأداء الوظيفي لدى المفاصل المصابة بالحروق عينة البحث.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

١-دراسة "**شينزيل، إيلين، وآخرون Schinzel, Eileen, et al** " **(٢٠٢٣) (٢٦)** بعنوان " تأثير التمارين المائية على كثافة المعادن في العظام لدى كبار السن" مراجعة منهجية والتحليل التلوي ، تهدف الدارسة إلى تقديم أدلة على تأثير التمارين المائية على كثافة المعادن في العظام (BMD) لدى البالغين ، حيث تم إجراء بحث منهجي في الأدبيات لخمس قواعد بيانات إلكترونية (PubMed/MEDLINE ومكتبة كوكرين و Scopus و Web of Science و CINAHL) ، كان من أهم النتائج أن التمارين المائية لها تأثير إيجابي على صحة العظام لدى البالغين نظرا لسلامتها وجاذبيتها، كما نوصي بشكل خاص بالتمارين المائية للأشخاص غير القادرين أو الخائفين أو غير المتحمسين لإجراء برامج تمرينات أرضية مكثفة كما أنها هامة جداً في فترات التأهيل الحركي تمهيداً للعودة للحالة الطبيعية وممارسة الرياضة.

٢-دراسة " **أوتامشانداني وشيفاني وبراتيك فانسوبكار Uttam Chandani, Shivani, and Pratik Phansopkar** " **(٢٠٢١) (٢٧)** بعنوان " فعالية كرة المقاومة مقابل حركات موليجان مع الحركة على الألم والوظيفة لدى المرضى الذين يعانون من التهاب اللقيمة الوحشي: تجربة مراقبة عشوائية " تركز هذه الدراسة على علاج الشخص المصاب بالمرض الذي يحدث في حركات متكررة للأطراف العلوية ، لا يوجد مثل هذا البحث ذي الصلة بتمارين جهاز Powerball حول آلام مرضى التهاب اللقيمة الجانبي ووظيفتهم ، يعتبر تمرين "جهاز

Powerball" بمثابة تدريب فعال على المقاومة، حيث يضع ضغطًا خارجيا وداخليا على عضلات الرسغ والكوع والكتف، وقد ثبت أنه يحسن القوة والوظيفة والمدى الحركي وآلام مرفق التنس ونوعية الحياة.

٣-دراسة " **لا ندمان، ديركي م.، جاك هـ. ماري، والمصاب يترسون Landman, Dirkie M., Jacques H. Maree, and Cynthia Peterson** " (٢٠٢٠) (٢٠) بعنوان " تأثير جيرو سكوب Powerball كجهاز علاج لألم المعصم غير المحدد ، كان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد تأثير استخدام جيرو سكوب Powerball كجهاز علاجي على الألم والتغير في التحمل في آلام المعصم غير المحددة ، على ٤٠ مشاركًا تتراوح أعمارهم بين ١٨ و٣٥ عاما مع نسبة متساوية من الذكور إلى الإناث ، استخدم المشاركون جيرو سكوب Powerball لمدة ٥ دقائق لكل جلسة تأهيل يتكون العلاج من ١٢ جلسة على مدى ٤ أسابيع ، تم استخدم جيرو سكوب Powerball في اليد مع المعصم المصاب ، كان من أهم النتائج انخفاض كبير في الألم طوال فترة الدراسة، ولكن التغييرات الأكثر أهمية حدثت بين جلسات العلاج السابعة والثانية عشرة كما لوحظت زيادة كبيرة في قوة القبضة طوال فترة الدراسة، مع حدوث زيادة أكبر في قوة القبضة خلال العلاجات السبعة الأولى الاستنتاج: أظهر جيرو سكوب Powerball تغيرا في النتيجة فيما يتعلق بألم المعصم غير المحدد وقوة القبضة.

٤-دراسة " **ايرافاني، ميلاد، وآخرون Iravani, Milad, et al** " (٢٠١٩) (١٧) بعنوان " تأثير كرة المقاومة على نشاط عضلات الكتف والقوة القصوى" ، هدفت الدراسة إلى معرفة تأثير لعبة Powerball (كطريقة جديدة نسبياً) على تمارين تقوية عضلات الكتف ، تم تقسيم خمسة وسبعين من الأشخاص الأصحاء بشكل عشوائي إلى مجموعات تجريبية (عدد = ٥٠) ومجموعات ضابطة (عدد = ٢٥) ، تم إجراء تقييم نشاط عضلات الكتف باستخدام تخطيط كهربية العضل للعضلة الدالية الوسطى، والعضلة شبه المنحرفة العلوية، والعضلة الظهرية العريضة، والعضلات تحت الشوكة في إبعاد الذراع بمقدار ٩٠ درجة باستخدام كرة المقاومة ، كان من أهم النتائج أن في المجموعة التجريبية، زاد النشاط العضلي بشكل ملحوظ في جميع العضلات الأربع أثناء استخدام Powerball مقارنة بوضع الراحة ومع ذلك، لم تكن هذه القيم كبيرة في المجموعة الضابطة ، في حالة العضلة الدالية وشبه المنحرفة العلوية، زاد نشاط العضلات بشكل ملحوظ بعد ١٢ يوما من التمرين في المجموعة التجريبية ولوحظ وجود زيادة في النشاط العضلي قبل وبعد ١٢ يوما من التمرين في المجموعة التجريبية مقارنة بالمجموعة الضابطة، في المجموعة الضابطة لم يكن نشاط العضلات ذا دلالة

إحصائية مقارنة بالتمرين المسبق، فيما يتعلق بالعضلة الظهرية العريضة، لم تكن هناك زيادة معنوية في النشاط العضلي في المجموعتين التجريبية والضابطة مقارنة مع ما قبل التمرين وأيضا بين المجموعتين التجريبية والضابطة، الاستنتاجات: أظهرت نتائج هذه الدراسة أن استخدام كرة المقاومة والتمرين بها بزاوية ٩٠ درجة تبعيد يمكن أن يزيد بشكل كبير من القوة القصوى والنشاط العضلي لنشاط العضلة الدالية وشبه المنحرفة العلوية.

٥-دراسة " **مارتا، غاندولا، وآخرون Marta, Gandolla, et al** " (٢٠١٩) (٢٢) بعنوان "بدلة الارتجاع البيولوجي القابلة للارتداء لتعزيز ومراقبة التمارين المائية: دراسة جدوى " تهدف هذه الدراسة إلى توفير الارتجاع البيولوجي التكيفي أثناء التمارين المائية من أجل تعزيز فعالية التدريب، تم تصميم وإنتاج واختبار بدلة الارتجاع البيولوجي القابلة للارتداء والمجهزة بعقد استشعار مقاومة تحت الماء يمكن ارتداؤها، تم تطوير خوارزمية مخصصة لاستخراج زوايا المفاصل كميا والتحقق من صحتها مقابل نظام التتبع البصري، يتم اقتراح طرائق الارتجاع البيولوجي المتعددة بناء على التعليقات المرئية: التحكم في السعة بزوايا مستهدفة محددة؛ التحكم في السرعة والسعة مع تحديد زوايا الهدف والسرعة الزاوية؛ ومعلم السرعة مع تحديد زوايا الهدف وقيمة التردد وفترة الراحة، تتم مقارنة الزوايا المشتركة المقدرة باستخدام شبكة الاستشعار مع تلك المقدرة باستخدام نظام التتبع البصري ، تثبت الاختبارات التجريبية أثناء التمارين المائية التي يتم تنفيذها في بيئة حرارية جدوى النظام الكامل وقابليته للاستخدام في بيئة العمل النهائية، يتم حساب الزوايا ذات الصلة بشكل صحيح ومراقبتها عبر الإنترنت أثناء التمارين، ويفهم الأشخاص الذين تم اختبارهم طرائق الارتجاع البيولوجي المطبقة بسهولة ويتابعونها جيدا حيث يساعد ذلك في اختيار التمارين المناسبة.

٦-دراسة " **باركر، آنا لوسيا، وآخرون Barker, Anna Lucia, et al** " (٢٠١٤) (١١) بعنوان "فعالية التمارين المائية لحالات العضلات والعظام: التحليل التلوي" ، هدفت الدراسة إلى التعرف على مدى فعالية التمارين المائية في إدارة الحالات العضلية الهيكلية ، ومن بين هذه الدراسات، تم استبعاد ١١٣٦ دراسة بناء على العنوان والملخص تم استبعاد ٣٦ دراسة أخرى بعد مراجعة النص الكامل، وأدرجت الدراسات الـ ٢٦ المتبقية في هذه المراجعة ، بالمقارنة مع عدم ممارسة التمارين الرياضية، حققت التمارين المائية تحسينات معتدلة في الألم والوظيفة البدنية ونوعية الحياة ، تشير الأدلة إلى أن التمارين المائية لها آثار مفيدة معتدلة على الألم، والوظيفة البدنية، ونوعية الحياة لدى البالغين الذين يعانون من أمراض العضلات والعظام ، تبدو هذه الفوائد قابلة للمقارنة عبر الظروف ومع تلك التي تم تحقيقها من خلال التمارين الأرضية.

إجراءات البحث:

منهج البحث:

وفقاً لطبيعة البحث وتحقيقاً لأهافه فقد استخدم الباحث المنهج التجريبي بتطبيق القياس القبلي البعدي لمجموعتين تجريبيتين لملائمته لطبيعة البحث.

مجتمع البحث:

تمثل مجتمع البحث في المصابين الخاضعين لجراحات رسغ اليد من المترددين على مستشفيات جامعة سوهاج ومراكز التأهيل بمحافظة سوهاج .

عينة البحث:

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من الخاضعين لجراحات رسغ اليد (قطع في أوتار اليد) من المترددين على مستشفيات جامعة سوهاج ومراكز التأهيل من المرحلة العمرية (١٨ – ٢٣) عام وبلغ عدد المجتمع الكلي للعينة المختارة ١٨ فرد، منهم ٨ أفراد للدراسة الاستطلاعية وعدد ١٠ أفراد للدراسة الاصلية، ٥ أفراد لكل مجموعة تجريبية.

شروط اختيار العينة:

- رغبة الأفراد واستعدادهم للمشاركة في تنفيذ تجربة البحث.
- ألا يقل عمر المصاب عن ١٨ ولا يزيد عن ٢٣ سنة.
- أن يكون لائق صحياً ولا يعاني من أمراض مزمنة بعد توقيع الكشف الطبي عليه من قبل الطبيب.
- ألا يكون قد مضى أكثر من ٣ شهور من انتهاء جراحات إصلاح أوتار رسغ اليد.
- أن يكون مصاب في أوتار رسغ اليد ولم يسبق له الإصابة في نفس اليد.

متغيرات البحث:

المتغير المستقل:

- البرنامج المقترح وهو عبارة عن تمرينات الوسط المائي مع المقاومة باستخدام كرة المقاومة ودمجها مع التمرينات التأهيلية في التي تعتمد على تنمية القوة والمرونة.

المتغير التابع:

- قوة قبضة اليد المصابة.
- عضلات مفصل الرسغ اليد المصابة (القبض، البسط، التقريب، التبعيد).

- المدى الحركي لمفصل رسغ اليد المصابة (القبض، البسط، التقريب، التبعيد).

تجانس عينة البحث:

قام الباحث بإجراء التجانس لأفراد عينة البحث في المتغيرات الوصفية قيد البحث ولتحقيق ذلك فقد قام الباحث بإيجاد معامل الالتواء والجدول التالي يوضح ذلك:

جدول (١)

تجانس أفراد العينة في المتغيرات الوصفية قيد البحث (ن=١٨)

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط	الوسيط	الانحراف المعياري	الالتواء
السن	السنة	٢١.٨٠	٢١.٠٠	١.٣٠	١.٨٥
الطول	سم	١٧١.٣٠	١٧١.٠٠	٤.٢٠	٠.٢١
الوزن	كجم	٧٥.٦٠	٧٥.٠٠	٣.٢٥	٠.٥٥
نسب الدهون	%	٢٩.٧٥	٢٩.٠٠	١.٩٠	١.١٨
كتلة العضلات	كجم	٢٤.٤٥	٢٤.٠٠	١.٦٠	٠.٨٤

ويتضح من جدول (١) أن قيم معاملات الالتواء انحصرت ما بين (٠.٢١، ١.٨٥) وهي تقع ما بين (±٣)، وهذا يدل على اعتدالية التوزيع في المتغيرات الوصفية قيد البحث.

تكافؤ مجموعتي البحث

جدول (٢)

دلالة الفروق بين القياسين القبليين للمجموعة التجريبية الأولى والثانية فى المتغيرات قيد البحث (ن١=ن٢ = ١٠)

المتغيرات		وحدة القياس	المعاملات الإحصائية					
			التجريبية الأولى		التجريبية الثانية		قيمة Z	مستوى الدلالة
			متوسط الرتب	مجموع الرتب	متوسط الرتب	مجموع الرتب		
قوة القبضة اليد المصابة		كجم	٨.٠٥	٨٠.٥٠	٨.٣٥	٨٣.٥٠	-٠.١١٥	٠.٧٨٤
قوة عضلات مفصل رسغ اليد المصابة	قبض	كجم	٩.٠٠	٩٠.٠٠	٩.٣٠	٩٣.٠٠	-٠.٠٦٤	٠.٨٢٧
	بسط	كجم	١٠.٥٥	١٠٥.٥٠	٦.٨٥	٦٨.٥٠	-١.٨٧٠	٠.٠٧٦
	تقريب	كجم	٧.٠٠	٧٧.٠٠	١١.٢٠	١١٢.٠٠	-١.٥٨٩	٠.١٦٩
	تبعيد	كجم	١٠.٩٥	١٠٩.٥٠	٦.٦٥	٦٦.٥٠	-١.١٨٤	٠.١٧٨
المدى الحركي لمفصل الرسغ	قبض	درجة	١١.٥٠	١١٥.٠٠	٧.٣٠	٧٣.٠٠	-١.٧٥٧	٠.١٢٦
	بسط	درجة	٦.٦٥	٦٦.٥٠	٥.٤٥	٥٤.٥٠	-١.٩٤٦	٠.٠٨٧
	تقريب	درجة	٧.٨٥	٧٨.٥٠	١٢.١٥	١٢١.٥٠	-١.٧١٥	٠.١٢٥
	تبعيد	درجة	٩.٣٥	٩٣.٥٠	١١.٨٥	١١٨.٥٠	-٠.٨٨٦	٠.٤٦٢

ويتضح من جدول (٢) ما يلي:

عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبليين لدى عينتا البحث التجريبية الأولى والثانية حيث إن قيمة احتمالية الخطأ أكبر من مستوى الدلالة ٠.٠٥، في جميع متغيرات البحث مما يدل على تكافؤ مجموعتي البحث في المتغيرات قيد البحث.

وسائل جمع البيانات:

تحقيقا لأهداف البحث تم استخدام أدوات جمع البيانات التالية:

١- المسح المرجعي وتحليل المحتوي

قام الباحث بالاطلاع على بعض المراجع العلمية والدراسات المرتبطة بموضوع البحث مثل (٢٥) (٢٦) (٢٧) (٢٨) (٢٩) بهدف:

- تحديد أنسب الطرق لقياس المتغيرات قيد البحث.
- تحديد أنسب الأجهزة لقياس نسب التحسن قيد البحث.
- بناء البرنامج التأهيلي المقترح.

٢- المقابلة الشخصية

٣- استمارات استطلاع أراء السادة الخبراء

أ- استمارة جمع البيانات الشخصية لأفراد عينة البحث

ب- استمارة جمع نتائج متغيرات البحث (قوة القبضة ، القوة العضلية ، المدي الحركي) **من إعداد الباحث**

ج- استمارة استطلاع رأي الخبراء حول البرنامج التأهيلي المقترح. مرفق (٤)

استخدم الباحث الأدوات والقياسات والأجهزة التالية:

تم تحديد الأدوات والأجهزة اللازمة للبحث بناء على استطلاع رأى السادة الخبراء ومسح بعض من المراجع والأبحاث والدراسات السابقة والتي تفيد فى قياس درجة الألم، المدى الحركي لمفصل رسغ اليد، وقياس قوة القبضة، والقوة العضلية العاملة على مفصل الرسغ بصفه خاصة كالتالي:

١- **المسح المرجعي:** من خلال الاطلاع على المراجع والدراسات السابقة وبعض الدوريات العلمية المتخصصة فى مجال البحث.

٢- **المقابلة الشخصية:** مع الخبراء المتخصصين . مرفق (٣) فى مجال الإصابات الرياضية والتأهيل وجراحة العظام والعلاج الطبيعي.

٣- الاستبيانات:

أ- استمارة جمع البيانات الشخصية لأفراد العينة قيد البحث، مرفق (١/٢).

ب- استمارة جمع البيانات الخاصة بكل مصاب تسجل بها القياسات القبلية والبعدية القياسات الخاصة بمتغيرات (درجة الألم، القوة العضلية، والمدى الحركي)، مرفق (٢/٢).

ج- استمارة استطلاع رأى السادة الخبراء حول برنامج التمرينات التأهيلية المقترح، مرفق (٢ /٣).

٤- الأجهزة المستخدمة فى جمع البيانات:

- جهاز الريستاميتر الإلكتروني لقياس الطول والوزن، مرفق (٨).
- جهاز الديناموميتر لقياس (قوة العضلات العاملة على المفصل وقوة القبضة) مقاسا بالكيلوجرام ، مرفق (٦).
- جهاز الجنيوميتر Goniometer لقياس المدى الحركي (ROM) لمفصل المرفق مقاسا (بالدرجة الزاوية)، مرفق (٧).
- جهاز كرة المقاومة. مرفق(١٠)
- جهاز In Body لقياس مكونات الجسم، مرفق (٩).

٥- الأدوات المستخدمة فى جمع البيانات:

- أقماع، شريط قياس، ساعة إيقاف
- حمام سباحة.
- البرنامج التأهيلي المقترح. مرفق (٥)

قام الباحث بالاطلاع على الدراسات السابقة والمراجع العلمية المتخصصة مثل (٣)(٦)(١٣)(١٦) واستطلاع رأي الخبراء حول تحديد أنسب العضلات العاملة على مفصل رسغ اليد تم حسب النسبة المئوية لهذه الآراء وهذا ما يوضحه جدول (٣).

جدول (٣)

أنسب العضلات العاملة على مفصل الرسغ حسب أراء السادة الخبراء ن = ٧

العضلات القابضة / الباسطة لمفصل الرسغ	وحدة القياس	التكرار	النسبة المئوية
المدورة الكابة	كجم	٨	%٩٠
ثانية الرسغ الكعبرية	كجم	٨	%٩٠
الراجية الطويلة	كجم	٨	%٦٠
ثانية الرسغ الزندية	كجم	٨	%٩٥
المربعة الكابة	كجم	٨	%٩٥
باسطة الرسغ الكعبرية الطويلة	كجم	٨	%٩٠

العضلات القابضة / الباسطة لمفصل الرسغ	وحدة القياس	التكرار	النسبة المئوية
باسطة الرسغ الكعبرية القصيرة	كجم	٨	%٧٠
باسطة الرسغ الزندية	كجم	٨	%٩٥
الطارحة	كجم	٨	%٨٠
باسطة الاصابع	كجم	٨	%٥٠

يتضح من جدول (٣) أن النسبة المئوية لآراء السادة الخبراء قد تراوحت ما بين (٥٠ – ٩٠%) وقد ارتضي الباحث اختيار العضلات التي حصلت على ٧٠% فأكثر.

إجراءات تطبيق البحث:

الجوانب الأساسية للبرنامج المستخدم:

تم استخدام التمرينات التأهيلية باستخدام كرة المقاومة ودمجها مع التمرينات التأهيلية في الوسط المائي بهدف تحسين الحالة الوظيفية لمفصل رسغ اليد بتحسين قوة القبضة وقوة العضلات العاملة على تحريك المفصل وتحسين المدى الحركي، حيث تم التنفيذ كالتالي:

- تم تطبيق البرنامج التأهيلي الثلاثاء الموافق ٢٠٢٣/١٠/٣م إلى الأحد الموافق ٢٠٢٣/١٢/٣م تم تنفيذ تجربة البحث.
  - عدد أسابيع البرنامج التأهيلي (٨) أسابيع مقسمة على ثلاث مراحل
  - المرحلة الأولي ٢ أسبوع، الثانية ٤ أسبوع، الثالثة ٢ أسبوع
  - عدد الوحدات التدريبية لكل أسبوع (٥) وحدات تدريبية.
  - زمن الجزء التمهيدي (١٠) دقيقة خارج زمن البرنامج.
  - متوسط زمن الجزء الرئيسي يختلف باختلاف الأسبوع داخل البرنامج التدريبي.
  - زمن الجزء الختامي (١٠) دقائق خارج زمن البرنامج.

تنفيذاً للجوانب الرئيسية التي تشكل محتوى البرنامج مع مراعاة مراقبة الحالة الصحية للمصابين أثناء تنفيذ تجربة البحث خلال أداء الوحدات التأهيلية على عينة البحث للاستفادة منها في تقدير مدى مناسبة البرنامج للتطبيق قام الباحث بتطبيق البرنامج التأهيلي.

جدول رقم (٤)

المرحلة	عدد الأسابيع	إجمالي عدد الوحدات خلال المرحلة	عدد الوحدات في الأسبوع
الأولي	٢ أسبوع	١٠وحدات	٥ وحدات
الثانية	٤ أسابيع	٢٠ وحدة	٥ وحدات
الثالثة	٢ أسبوع	١٠ وحدة	٥ وحدات
الإجمالي	٨ أسبوع	٤٠ وحدة	—

زمن الوحدات خلال مراحل البرنامج

مكونات البرنامج التأهيلي المقترح:

١- فترة الإحماء:

هي الفترة التمهيدية فى البرنامج المقترح وروعي فى البرنامج المقترح أن تكون مناسبة للمرحلة العمرية المستهدفة وكذلك النواحي الوظيفية لمفصل رسغ اليد والحالة الجسمية لأفراد العينة واستهدفت التهيئة للعمل التدريبي المتمثل فى الجزء الرئيسي من البرنامج.

٢- الجزء الأساسي:

يعد هذا الجزء من البرنامج هو أهم جزء من الجرعة التأهيلية في وحدة التأهيل لأنه يؤدي إلى تحقيق الهدف من البرنامج، وقد عمد الباحث إلى أن تكون التمرينات باستخدام كرة المقاومة بسرعات مختلفة على دار مدة البرنامج التأهيلي تبدأ (بتردد ١٠٠ هرتز إلى ٢٥٠ هرتز) مع التركيز على أن يكون العمل مناسب للمدى الحركي وقوة مفصل الرسغ مع مراعاة دمج هذه التمارين مع التأهيل الحركي في الوسط المائي لتحقيق الهدف من البرنامج التأهيلي.

٣- فترة الختام:

تلي مباشرة الجزء الرئيسي من البرنامج وصممت بحيث تشتمل على تمرينات بسيطة تعمل على تحقيق التهدئة البدنية والفسيولوجية للعضلات العاملة في التأهيل والوصول بالمصاب إلى مرحلة الاستشفاء مما يحقق أهداف البرنامج التأهيلي.

توصيف البرنامج

اشتمل البرنامج مرفق (٦) على (٤٠) وحدة تأهيلية، الزمن (متغير) تم تطبيق التمرينات التأهيلية وفقاً للبرنامج المقترح.

المعاملات العلمية للاختبارات المستخدمة في البحث:

قام الباحث بحساب المعاملات العلمية للاختبارات المستخدمة في البحث من صدق وثبات خلال الفترة من السبت الموافق ١٦ / ٩ / ٢٠٢٣م إلى الجمعة الموافق ٢٢ / ٩ / ٢٠٢٣م.

- **الصدق:**

تم حساب صدق الاختبارات المستخدمة في البحث عن طريق صدق المقارنة الطرفية وذلك على عينة استطلاعية قوامها ٨ أفراد من مجتمع البحث ومن خارج العينة الاصلية "غير مصابين" ولهم نفس مواصفات العينة الاصلية في القياسات الوصفية، وتم ترتيب درجاتهم تصاعدياً لتحديد الإرباعي الأعلى والأدنى للمتميزين والأقل تميزاً كما هو موضح في الجدول (٥).

جدول (٥)

دلالة الفروق بين الإرباعي الأعلى والإرباعي الأدنى في الاختبارات قيد البحث (ن=٨)

نوع المتغير	المتغيرات	وحدة القياس	المتميزين (ن=٢)				الأقل تميزاً (ن=٢)				قيمة Z	احتمالية الخطأ
			متوسط الرتب	مجموع الرتب	م	ع	متوسط الرتب	مجموع الرتب	م	ع		
قوة القبضة	اليد المهيمنة	كجم	٣.٥٠	٧.٠٠	١٢.٤٨	١.٢	١.٥٠	٣.٠٠	٣٢.٤٢	١.١٠	٢.٢٥	٠.٠٣٤
القوة القصوى لعضلات مفصل الرسغ	قبض	كجم	٢.٢٥	٤.٥٠	٢٤.٦٠	٠.٩٥	١.٠٠	٢.٠٠	٢١.٤٥	٠.٩٤	٢.٨٠	٠.٠٢٩
	بسط	كجم	٢.٢٥	٤.٥٠	١٨.٧٥	٠.٦٤	١.٠٠	٢.٠٠	١٥.٨٠	٠.٥٥	٢.٧٥	٠.٠٣٠
	تقريب	كجم	٢.٢٥	٤.٥٠	١٤.٤٤	٠.٣٤	١.٠٠	٢.٠٠	١١.٣٥	٠.٤٥	٢.٩٣	٠.٠٢٣
	تبعيد	كجم	٢.٢٥	٤.٥٠	١٢.٧٧	٠.٨٥	١.٠٠	٢.٠٠	١٠.١٢	٠.٧٨	٢.١٦	٠.٠٤٥
المدى الحركي لمفصل الرسغ	قبض	درجة	٣.٥٠	٧.٠٠	٧٩.٧٠	٠.٩٢	١.٥٠	٣.٠٠	٧٣.٩٣	٠.٦٦	٢.١٥	٠.٠٤٤
	بسط	درجة	٣.٥٠	٧.٠٠	٦٨.٣٠	٠.٦٧	١.٥٠	٣.٠٠	٦٣.١٠	٠.٥٤	٢.٤٥	٠.٠٢١
	تقريب	درجة	٣.٥٠	٧.٠٠	١٩.٦٠	٠.٨٢	١.٥٠	٣.٠٠	١٤.٦٦	٠.٩٧	٢.١٤	٠.٠٤٣
	تبعيد	درجة	٣.٥٠	٧.٠٠	٢٨.٤٥	٠.٨٢	١.٥٠	٣.٠٠	١٤.٦٦	٠.٩٧	٢.١٦	٠.٠٤٥

يتضح من جدول (٥) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعتي الإرباعي الأعلى والإرباعي الأدنى في الاختبارات قيد البحث وفي اتجاه مجموعة المتميزين، حيث إن قيمة احتمالية الخطأ أقل من ٠.٠٥ مما يشير إلى صدق الاختبارات المستخدمة في التمييز بين الافراد.

- **الثبات:**

لحساب ثبات الاختبارات المستخدمة في البحث استخدم الباحث طريقة تطبيق الاختبار وإعادة تطبيقه وذلك على عينة استطلاعية قوامها ٨ أفراد من مجتمع البحث ومن خارج العينة الاصلية "غير مصابين" ولهم نفس مواصفات العينة الاصلية في القياسات الوصفية، بفاصل زمني بين التطبيق وإعادة التطبيق ٣ أيام، كما هو موضح في الجدول (٤).

جدول (٦)

معامل الارتباط بين التطبيق وإعادة التطبيق للاختبارات المستخدمة في البحث (ن=٨)

نوع المتغير	المتغيرات	وحدة القياس	التطبيق		إعادة التطبيق		معامل الارتباط
			م	ع	م	ع	
قوة القبضة	اليد المهيمنة	كجم	٣٨.٥	١.٠٤	٣٨.٨	١.٠٩	٠.٩١١
القوة القصوى لعضلات مفصل الرسغ	قبض	كجم	٢٤.٧٥	٠.٥٨	٢٤.٩٠	٠.٦٥	٠.٩٥٤
	بسط	كجم	١٨.٢٠	٠.١٧	١٨.٤٥	٠.٢١	٠.٩٢٩
	تقريب	كجم	١٤.٤٠	٠.٠٩	١٤.٧٠	٠.٠٥	٠.٩١١
	تبعيد	كجم	١٢.٥٥	٠.٧٤	١٢.٨٢	٠.٤٣	٠.٩٢٣
المدى الحركي لمفصل الرسغ	قبض	درجة	٧٩.٢٠	٠.٩٠	٧٩.٥٥	٠.٩٢	٠.٩٠٢
	بسط	درجة	٦٨.١٠	٠.٧١	٦٨.٦١	٠.٧٥	٠.٨٩٨
	تقريب	درجة	١٩.١٤	٠.٣٥	١٩.٢٥	٠.٣٩	٠.٩٦٠
	تبعيد	درجة	٢٨.٥٠	٠.٨٤	٢٨.٨٣	٠.٨٨	٠.٩٠٩

قيمة (ر) الجدولية عند درجة حرية ٦ ومستوى دلالة ٠.٠٥ = ٠.٦٢٢

يتضح من جدول (٦) أن معامل الارتباط بين التطبيق وإعادة التطبيق في المتغيرات قيد البحث هو معامل ارتباط دال إحصائياً حيث إن قيمة (ر) المحسوبة أكبر من قيمة (ر) الجدولية عند مستوى دلالة ٠.٠٥ مما يشير إلى ثبات الاختبارات المستخدمة قيد البحث.

الدراسة الاستطلاعية:

في ضوء أهداف البحث وفروضه والمنهج المستخدم قام الباحث بعمل دراسة استطلاعية خلال الفترة من السبت ٢٠٢٣/٩/٢٣م إلى الأربعاء ٢٠٢٣/٩/٢٧م على عينة مكونة من (١٠) من المصابين بمفصل رسغ اليد، من غير أفراد عينة البحث وقد استهدفت الدراسة ما يلي:

- التأكد من صلاحية استمارات التسجيل وتدريب المساعدين على طريقة التسجيل.
- تحديد المكان المناسب لإجراء التجربة الأساسية.
- تحديد الصعوبات ومدى صلاحية الأدوات والأجهزة المستخدمة
- إجراء المعاملات العلمية للاختبارات المستخدمة في البحث
- التدريب على كيفية أخذ القياسات البدنية للمفصل المصاب بشكل سليم.
- معايرة الأدوات والأجهزة المستخدمة في البرنامج.
- تحديد مدى مناسبة الشدة والتكرار داخل البرنامج.
- التأكد من مدى مناسبة الأثقال وكرة التمرينات الطبية وأساليب تنفيذ التمرينات التأهيلية.
- التعرف على مدة تنفيذ قياسات البحث.
- تحديد الصعوبات التي قد تواجه الباحث أثناء الدراسة الأساسية ومحاولة التغلب عليها.

وقد أسفرت نتائج الدراسة الاستطلاعية إلي:

- مناسبة الاختبارات والقياسات المستخدمة.
- حذف التمرينات التي تتطلب أدائها استخدام مقاومات تسبب ضغطاً على المنطقة المصابة أو التمرينات التي يتفق المصابين عينة البحث على صعوبتها.
- التغلب على رفض بعض الحالات للتمرينات.

التجربة الأصلية:

قام الباحث عقب الانتهاء من إجراء الدراسة الاستطلاعية بتنفيذ التجربة الأساسية وذلك بإجراء القياسات والاختبارات قيد البحث على العينة الأصلية وذلك على النحو التالي:

- يوم السبت الموافق ٢٠٢٣/٩/٣٠م إلى الإثنين ٢٠٢٣/١٠/٢م تم إجراء القياسات والاختبارات القبلية قيد البحث على اللاعبين عينة البحث بعد التأكد من رغبتهم في المشاركة في تجربة البحث.
- يوم الثلاثاء الموافق ٢٠٢٣/١٠/٣م تم تنفيذ تجربة البحث على مدار ٨ أسابع متتابعة بواقع ٥ وحدات تدريب في الأسبوع.
- عقب انتهاء تنفيذ البرنامج التأهيلي المقترح تم إجراء القياس البعدي في المتغيرات قيد البحث خلال الفترة من الإثنين ٤/ ٢٠٢٣/١٢م إلى الأربعاء ٢٠٢٣/١٢/٦م.

الأسلوب الإحصائي المستخدم:

قام الباحث باستخدام المعالجات الإحصائية التالية (المتوسط الحسابي – الوسيط – الانحراف المعياري – معامل الالتواء – معامل الارتباط – اختبار ويلكوكسون اللاباروميتري – اختبار مان ويتني اللاباروميتري).

عرض النتائج ومناقشتها:

أولاً: عرض النتائج:

جدول (٧)

دلالة الفروق بين القياسين القبلي والبعدي فى المتغيرات قيد البحث لدى عينة البحث التجريبية الأولى (ن=٥)

المتغيرات		وحدة القياس	المعاملات الإحصائية									
			القياس القبلي		القياس البعدي		متوسط الرتب		مجموع الرتب		قيمة Z	احتمالية الخطأ
			س/	ع±	س/	ع±	(+)	(-)	(+)	(-)		
قوة القبضة اليد المصابة		كجم	١٦.٢٢	٠.٣٥	٣٥.٩٥	٠.٤٧	٣.٢٠	٠.٠٠	٦٢.٠٠	٠.٠٠	٣.٣٦٢-	٠.٠١١
القوة القصوى لعضلات مفصل الرسغ	قبض	كجم	٧.٢٣	٠.٦٥	٢١.٢٤	٠.٤٥	٣.٢٠	٠.٠٠	٦٢.٠٠	٠.٠٠	٣.٢٦٢-	٠.٠١١
	بسط	كجم	٤.٣٤	٠.٢٢	١٥.٤٢	٠.٦١	٣.٢٠	٠.٠٠	٦٢.٠٠	٠.٠٠	٣.٢٨٤-	٠.٠١٢
	تقريب	كجم	٣.٢٥	٠.٣١	١٣.٧٥	٠.٣٢	٣.٢٠	٠.٠٠	٦٢.٠٠	٠.٠٠	٣.٣٦٣-	٠.٠١٢
	تبعيد	كجم	٢.٩٤	٠.٦٨	١١.٩٦	٠.٥٣	٣.٢٠	٠.٠٠	٦٢.٠٠	٠.٠٠	٣.١٤٥-	٠.٠١٤
المدى الحركي لمفصل الرسغ	قبض	درجة	٣٩.٢١	٠.٦٧	٧٧.٦٥	٠.٧١	٣.٢٠	٠.٠٠	٦٢.٠٠	٠.٠٠	٣.١٦٠-	٠.٠١٣
	بسط	درجة	٢٧.٤٠	٠.٨٤	٦٧.٥٠	٠.٧٥	٣.٢٠	٠.٠٠	٦٢.٠٠	٠.٠٠	٣.٢٧٤-	٠.٠١٢
	تقريب	درجة	٧.٤٥	٠.٣٤	١٧.٣٣	٠.٤٤	٣.٢٠	٠.٠٠	٦٢.٠٠	٠.٠٠	٣.٣٢٣-	٠.٠١١
	تبعيد	درجة	١١.٥٥	٠.٧٤	٢٦.٦٦	٠.٦٣	٣.٢٠	٠.٠٠	٦٢.٠٠	٠.٠٠	٣.١٥٢-	٠.٠١٢

ويتضح من جدول (٧) ما يلي:

وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي لدى عينة البحث في جميع المتغيرات قيد البحث حيث إن قيمة احتمالية الخطأ أقل من مستوى الدلالة ٠.٠٥، مما يشير إلى فاعلية البرنامج التأهيلي المستخدم في التأثير على المتغيرات الخاصة بالتوازن العضلي والتماثل المورفولوجي والقدرات الوظيفية للركبة لدى عينة البحث.

جدول (٨)

دلالة الفروق بين القياسين القبلي والبعدي فى المتغيرات قيد البحث لدى عينة البحث التجريبية الثانية (ن=٥)

المتغيرات		وحدة القياس	المعاملات الإحصائية									
			القياس القبلي		القياس البعدي		متوسط الرتب		مجموع الرتب		قيمة Z	احتمالية الخطأ
			س/	ع±	س/	ع±	(+)	(-)	(+)	(-)		
قوة القبضة اليد المصابة		كجم	١٦.٠٩	٠.٤٤	١٩.٢٤	٠.٢٤	١.٧٥	٠.٠٠	٤٥.٠٠	٠.٠٠	١.٦٤١	٠.٠٨٥
القوة القصوى لعضلات مفصل الرسغ	قبض	كجم	٧.١٢	٠.٣٤	١٠.١٧	٠.٣١	١.٧٥	٠.٠٠	٤٥.٠٠	٠.٠٠	١.٥٤٢	٠.٠٩٥
	بسط	كجم	٤.٣٨	٠.٣٢	٧.٢٧	٠.٤٥	١.٧٥	٠.٠٠	٤٥.٠٠	٠.٠٠	١.٧٨٤	٠.٠٦٨
	تقريب	كجم	٣.٣٠	٠.٣٥	٦.٢١	٠.٣٢	١.٧٥	٠.٠٠	٤٥.٠٠	٠.٠٠	١.٣٦٥	٠.٢٢١
	تبعيد	كجم	٣.٠١	٠.٥٤	٥.٩٥	٠.٤١	١.٧٥	٠.٠٠	٤٥.٠٠	٠.٠٠	١.٥٥٧	٠.٠٩٢
المدى الحركي لمفصل الرسغ	قبض	درجة	٣٨.٨٠	٠.٥٦	٤٥.٢٣	٠.٧٥	١.٧٥	٠.٠٠	٤٥.٠٠	٠.٠٠	١.٦٤٥	٠.٠٨٦
	بسط	درجة	٢٧.١٠	٠.٦٣	٣٤.٤٠	٠.٦٢	١.٧٥	٠.٠٠	٤٥.٠٠	٠.٠٠	١.٧٤٢	٠.٠٦٥
	تقريب	درجة	٦.٠٢	٠.٥٢	١١.٢٠	٠.٤٧	١.٧٥	٠.٠٠	٤٥.٠٠	٠.٠٠	١.٦٣٦	٠.٠٨١
	تبعيد	درجة	١١.٠١	٠.٣٩	١٦.٣٠	٠.٦٧	١.٧٥	٠.٠٠	٤٥.٠٠	٠.٠٠	١.٣٥٥	٠.٢٣٠

ويتضح من جدول (٨) ما يلي:

عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي لدى عينة البحث التجريبية الثانية في جميع المتغيرات قيد البحث حيث أن قيمة احتمالية الخطأ أكبر من مستوى الدلالة ٠.٠٥، مما يشير إلى أن البرنامج التقليدي المستخدم غير فعال في التأثير على المتغيرات قيد البحث لدى عينة البحث.

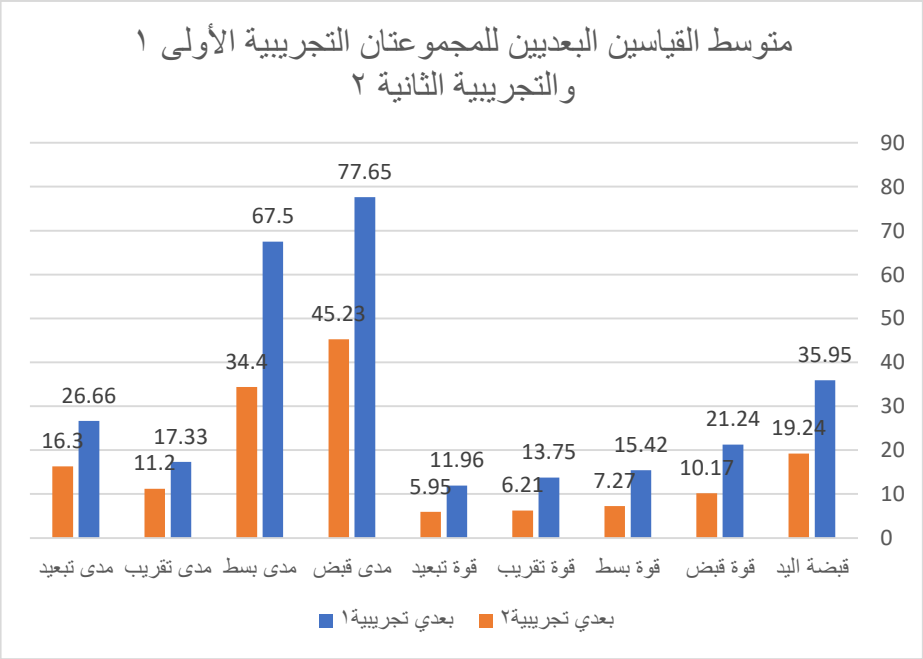
جدول (٩)

دلالة الفروق بين القياسين البعديين للمجموعة التجريبية الأولى والثانية فى المتغيرات قيد البحث (ن١=ن٢ = ١٠)

المتغيرات		وحدة القياس	المعاملات الإحصائية						قيمة Z	مستوى الدلالة
			التجريبية الأولى			التجريبية الثانية				
			متوسط الرتب	مجموع الرتب	المتوسط	متوسط الرتب	مجموع الرتب	المتوسط		
قوة القبضة اليد المصابة		كجم	٩.٥٦	٩٥.٦	٣٥.٩٥	٩.١٦	٩١.٦٣	١٩.٢٤	٣.٧٣٤-	٠.٠١٢
القوة القصوى لعضلات رسغ اليد	قبض	كجم	١٠.٢٥	١٠٢.٥	٢١.٢٤	٩.٩٥	٩٩.٥٧	١٠.١٧	٣.٤٧٥-	٠.٠١٦
	بسط	كجم	١٢.١٣	١٢١.٣	١٥.٤٢	١١.٥٥	١١٥.٥	٧.٢٧	٣.٧٦٣-	٠.٠١٢
	تقريب	كجم	٨.٧٦	٨٧.٦٣	١٣.٧٥	٧.٢٦	٧٢.٦٤	٦.٢١	٣.٥٤٧-	٠.٠١٥
	تبعيد	كجم	١٢.٥٥	١٢٥.٥	١١.٩٦	١١.٦٣	١١٦.٣	٥.٩٥	٣.٢٣٤-	٠.٠١٨
المدى الحركي لمفصل الرسغ	قبض	درجة	١٣.٢٢	١٣٢.٢	٧٧.٦٥	١١.٩٤	١١٩.٤	٤٥.٢٣	٣.١٧٨-	٠.٠١٨
	بسط	درجة	٨.٩٧	٨٩.٧٤	٦٧.٥٠	٦.٥٨	٦٥.٨	٣٤.٤٠	٣.٣٧٢-	٠.٠١٧
	تقريب	درجة	٩.٢٣	٩٢.٣	١٧.٣٣	٨.٦٧	٨٦.٧	١١.٢٠	٣.٥٧٤-	٠.٠١٥
	تبعيد	درجة	١٠.٨٥	١٠٨.٥	٢٦.٦٦	١٠.١٢	١٠١.٢	١٦.٣٠	٣.٣٥٤-	٠.٠١٧

ويتضح من جدول (٩) ما يلي:

وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين البعديين لدى عينتا البحث التجريبية الأولى والثانية حيث إن قيمة احتمالية الخطأ أقل من مستوى الدلالة ٠.٠٥، في جميع متغيرات البحث مما يدل على تأثير البرنامج المقترح عن البرنامج التقليدي في التأثير على المتغيرات قيد البحث.



شكل (٢)

متوسط القياسين البعديين للمجموعتين التجريبية الأولى ١ والتجريبية الثانية ٢

ثانياً: مناقشة النتائج:

يتضح من جدول (٧) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين البعديين لدى عينتا البحث التجريبية الأولى والثانية في جميع المتغيرات قيد البحث ، ويعزو الباحث التغير في القدرات الوظيفية للمفصل من حيث القوة والمرونة إلى استخدام التدريبات التأهيلية التي اعتمدت على أداء تمارين كرة المقاومة ودمجها مع التمرينات في الوسط المائي التي تعتمد على الأداء بشدات مختلفة أثناء الأداء الحركي خلال فترة التأهيل حيث يسمح ذلك بالحفاظ على المدى الحركي وقوة العضلات العاملة على مفصل رسغ اليد وقوة القبضة ، الأمر الذي انعكس على القدرات الوظيفية لمفصل الرسغ والذي ظهر بشكل واضح في نتائج الاختبارات المستخدمة، لذلك يعد استخدام التدريبات التأهيلية معاً باستخدام كرة المقاومة الوسط المائي هام في إعداد وتأهيل المصابين برسغ اليد وتجهيزهم للعودة للملاعب بشكل آمن دون تفاقم الإصابة وعودتها.

حيث يتفق ذلك مع دراسة " لاندمان، ديركي م.، جاك هـ. ماري، وسينثيا بيترسون Landman, Dirkie M., Jacques H. Maree, and Cynthia Peterson " (٢٠٢٠) (١٣) أن استخدام كرة المقاومة يعد جهاز هام في التأهيل الحركي لرسغ اليد وأنه يعمل على انخفاض كبير في الألم بشكل مطرد خلال فترة التأهيل، ولكن التغييرات الأكثر أهمية حدثت بين جلسات العلاج السابعة والثانية عشرة كما لوحظت زيادة كبيرة في قوة القبضة طوال فترة الدراسة، مع حدوث زيادة أكبر في قوة القبضة خلال الوحدات السبعة الأولى كما أظهرت كرة المقاومة Powerball تغيرا في النتيجة فيما يتعلق بألم المعصم غير المحدد وقوة القبضة.

كما تشير دراسة " ايرافاني، ميلاد، وآخرون Iravani, Milad, et al " (٢٠١٩) (١٠) أن استخدام كرة المقاومة تعمل على زيادة النشاط العضلي بشكل ملحوظ بعد ١٢ يوما من التمرين مع زيادة القوة القصوى وتحسين الحالة الوظيفية للمفصل.

كما تشير دراسة " أوتامشانداني وشيفاني وبراتيك فانسوبكار Uttam Chandani, Shivani, and Pratik Phansopkar " (٢٠٢١) (٢٠) أن جهاز "Power Ball" بمثابة تدريب فعال على المقاومة، حيث يضع ضغطاً خارجيا وداخليا على عضلات الرسغ والكوع والكتف، وقد ثبت أنه يحسن القوة والوظيفة والمدى الحركي وآلام مرفق التنس ونوعية الحياة.

كما تشير دراسة " مارتا، غاندولا، وآخرون Marta, Gandolla, et al " (٢٠١٩) (١٥) أن استخدام التدريب في الوسط المائي مع استخدام الوسائل التكنولوجية يساعد في التحكم في السعة بزوايا مستهدفة محددة؛ التحكم في السرعة والسعة مع تحديد زوايا الهدف والسرعة الزاوية؛ ومعلم السرعة مع تحديد زوايا الهدف وقيمة التردد وفترة الراحة حيث يساعد ذلك في اختيار التمارين المناسبة أثناء التأهيل الحركي داخل الوسط المائي.

كما تشير دراسة " باركر، آنا لوسيا، وآخرون Barker, Anna Lucia, et al " (٢٠١٤) (٤) أن استخدام التمارين المائية تعمل على تحسينات معتدلة في الألم والوظيفة البدنية ونوعية الحياة، تشير الأدلة إلى أن التمارين المائية لها آثار مفيدة معتدلة على الألم، والوظيفة البدنية، ونوعية الحياة لدى البالغين الذين يعانون من أمراض العضلات والعظام وأنها واحدة من أهم الطرق التأهيلية عندما لا يستطيع المصاب استخدام التمارين الأرضية أو بالدمج معها خلال فترة التأهيل.

كما تشير دراسة "شينزيل، إيلين، وآخرون Schinzel, Eileen, et al " (٢٠٢٣) (١٩) أن التمارين المائية لها تأثير إيجابي على صحة العظام لدى البالغين نظرا لسلامتها وجاذبيتها، كما نوصي بشكل خاص بالتمارين المائية للأشخاص غير القادرين أو الخائفين أو غير المتحمسين لإجراء برامج تمرينات أرضية مكثفة كما أنها مهمة جداً في فترات التأهيل الحركي تمهيداً للعودة للحالة الطبيعية وممارسة الرياضة.

حيث تعتبر قوة القبضة مهمة لجميع أنشطة الحياة اليومية والأهم من ذلك في المهن التي تستخدم أيديهم لعلاج المرضى، أو للقيام بالأعمال اليدوية مثل مقومين العظام وأخصائيي العلاج الطبيعي والنجارين، حيث تعتمد بعض الرياضات أيضا على قوة القبضة لتكون ناجحة، مثل رياضات المضرب (التنس والاسكواش)، والجولف، والبيسبول، وتسلق الجبال والرياضات الفردية، في إعادة تأهيل اليد يجب تقييم قوة القبضة والعضلات المحيطة بالمفصل وتحسينها لجعل المرضى مستقلين وظيفيا، وكذلك لمنع إصابات اليد والمعصم في المستقبل، إما بسبب الإجهاد المتكرر أو الحمل الزائد المفاجئ على عضلات اليد. (٢: ٣٥)

كما تعتبر قوة العضلات والتحمل ومدخلات التحفيز مهمة لاستقرار المعصم ولأداء حركات قوية ودقيقة لليد، تشتمل التمارين الشائعة لقبضة اليد والعضلات المحيطة بالمفصل على تدريب القوة والتنسيق باستخدام معدات مستقرة أو غير مستقرة لتحسين قوة القبضة واستقبال الحس العميق وأداء اليد، حيث تعد كرة المقاومة أداة تمرين غير مستقرة تساعد على زيادة قوة القبضة والعضلات المحيطة بمفصل رسغ اليد. (٨: ١)

كما أن استخدام كرة المقاومة له تأثير واضح على قوة القبضة والمحيط العضلي للعضلات العاملة على تحريك مفصل رسغ اليد وأنها من المعدات الحاصلة على براءة اختراع وأنها فعالة في تحسين القوة القصوى للعضلات العاملة على المفصل وزيادة قوة القبضة. (١٦: ١)

عندما تقوم بتقوية اليد وزيادة قوة القبضة، فإن العضلات التي تعمل على المفصل سيكون لديها المزيد من القوة والقدرة على التحمل للتعامل مع الضغط اليومي على الرسغ واليد وبالتالي تقليل احتمالية الإصابة ويعد هذا هام في الرياضات التي تعتمد على استخدام مفصل رسغ اليد كما أنها ضرورية في التأهيل البدني والحركي. (٩: ٢)

كما أن استخدام التمرينات في الوسط المائي له تأثير على الحالة الوظيفية لمفصل رسغ اليد وكذلك تحسين المتغيرات البدنية والمتغيرات الوظيفية للأطفال المصابين بالحروق بمفصل رسغ اليد ، التمرينات التأهيلية خارج وداخل الوسط المائي لهما نتائج ايجابيه علي الحالة الوظيفية للمفصل ، وأن التمرينات التأهيلية في الوسط المائي تتناسب مع الاعمار السنيه المختلفة للأفراد حسب مراحلهم السنية ، حيث تستخدم وتطبق علي نطاق واسع بمستشفيات وعيادات الحروق ، ولها دور فعال في سرعة العلاج والتأهيل بعد الاصابة وتحسن الحالة النفسية وادخال المرح والبهجة علي المصاب. (١: ٤٠)

يوفر التأهيل المائي القدرة على الطفو لتقليل وزن الجسم، مما يمكنه استعادة نشاط العضلات الفسيولوجية بفضل وسط داعم يخفف من القوى والتخوف من شدة التمارين خارج الوسط المائي، كما تسمح درجة حرارة الماء أيضا بالاسترخاء وتحسين الصحة، مما يؤدي في النهاية إلى إعادة تأهيل أفضل، وبالتالي يمكن للتمارين المائية أن تسمح بالبدء بالحركة النشطة في مرحلة مبكرة من التمارين التأهيلية دون المساس بسلامة عملية الالتئام. (٥: ٥٣) (٧: ٦١٠)

يعتبر التأهيل المائي مكونا إضافيا، بدلاً من كونه عنصرا إضافيا بديل للتأهيل الأرضي، أن التأهيل المائي يوفر تعافيا أسرع وأفضل كما يرتبط بأقل قدر من المخاطر ومنخفضة الضغط ويسمح بتنشيط العضلات والحركة النشطة المبكرة في فترة ما بعد الجراحة دون المساس بسلامة المرضى. (١١: ٢٠٤)

لذلك يعد الدمج بين استخدام كرة المقاومة والتأهيل في الوسط المائي هام في إعادة تأهيل مفصل الرسغ لما لهما من تأثير واضح على القوة القصوى للعضلات العاملة على المفصل وزيادة قوة القبضة كذلك تحسين المدى الحركي في الحركات التشريحية التي يقوم بها المفصل وهذا يعمل على تحسين الحالة الوظيفية بالقدرة على أداء الأعمال اليومية الاعتيادية فضلاً عن امكانية العودة لممارسة الأنشطة الرياضية التنافسية حسب طبيعة النشاط التخصصي.

الاستنتاجات:

- التدريبات التأهيلية باستخدام الوسط المائي مع كرة المقاومة تعمل على تحسين القوة القصوى (القبض، البسط، التقريب، التبعيد) لدى المصابين في أوتار رسغ اليد.
- التدريبات التأهيلية باستخدام الوسط المائي مع كرة المقاومة تعمل على تحسين المدى الحركي (القبض، البسط، التقريب، التبعيد) لدى المصابين في أوتار رسغ اليد.
- التدريبات التأهيلية باستخدام الوسط المائي مع كرة المقاومة تعمل على تحسين قوة القبضة لدى المصابين في أوتار رسغ اليد.
- التدريبات التأهيلية باستخدام الوسط المائي مع كرة المقاومة تسمح بعودة اللاعب للملعب بشكل آمن.

التوصيات:

- استخدام التدريبات التأهيلية باستخدام الوسط المائي مع كرة المقاومة في تأهيل المصابين برسغ اليد بعد إجراء جراحة إصلاح أوتار رسغ اليد.
- التدريبات التأهيلية باستخدام الوسط المائي مع كرة المقاومة تعد طريقة واعدة في التأهيل الحركي للمصابين في رسغ اليد بشكل عام وأوتار رسغ اليد بعد إصلاحها جراحياً بشكل خاص.
- استخدام القياسات الفسيولوجية المرتبطة بتحسين المستقبلات الحسية في رسغ اليد للتعرف على ارتباطها بالقوة والمدى الحركي لمفصل رسغ اليد المصاب.
- استخدام وسائل تأهيل حديثة مثل Shake Weight ودمجها مع التأهيل المائي للتعرف على دورها في تأهيل اصابات رسغ اليد المصاب بعد إجراء العمليات الجراحية الدقيقة.

(((المـــراجـــع)))

أولاً: المراجع العربية:

١. **أحمد صلاح قراعة (٢٠٠٢م):** برنامج تأهيلي مقترح للتخلص من الإعاقة الحركية لليد المصابة بالحروق، المؤتمر العلمي التاسع نحو إستراتيجية الرياضة المصرية في القرن الواحد والعشرين، كلية التربية الرياضية، جامعة المنيا.

٢. **بكر باسل غالب غنام (٢٠٢١م):** فاعلية برنامج تأهيلي مقترح لرفع الكفاءة الوظيفية لدي الرياضيين المصابين بالالتهاب المزمن لمفصل رسغ اليد المجلد (١)، العدد (٤١)، المجلة العلمية لعلوم التربية البدنية والرياضة، كلية التربية الرياضية، جامعة المنصورة.

٣. **حسين صابر أبو الحسن، محمود مدحت محمود عارف، محمد أحمد إبراهيم بركات(٢٠٢١م):** تأثير برنامج تمرينات تأهيلية خارج وداخل الوسط المائي على الكفاءة الوظيفية لمفصل رسغ اليد المصاب بالحروق للأطفال من (١٠:١٢) سنة، مجلة تطبيقات علوم الرياضة، العدد (١٠٩)، الجزء (١)، كلية التربية الرياضية، ابو قير، جامعة الإسكندرية،

٤. **محمود أبو الفضل إبراهيم:** تأثير برنامج تأهيلي مائي مصاحب للتدليك العلاجي على مستوي الكفاءة الوظيفية للعضلات العاملة للأطفال المصابين بالحروق، مجلة كلية رياض الأطفال، جامعة الفيوم للدراسات التربوية والنفسية، العدد (٣).

٥. **محمود عبد العزيز العطيفي، أحمد صلاح قراعة، عاصم حسين كامل (٢٠٠١م):** برنامج تأهيلي مقترح لاستعادة كفاءة بعض المفاصل المصابة بالحروق، مجلة علوم التربية الرياضية، جامعة أسيوط.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

6-Webster, J.G. Eren, H. (2014). Measurement, instrumentation, and sensors handbook – 2 Nd Edition. CRC Press. January 2014; 35:14.

7- Balan, S.A. Garcia-Elias, M. (2008). Utility of the Powerball® in the invigoration of the musculature of the

forearm. Hand Surgery Number October 2008; 13(2):79-82.

8-Hagert, E. (2010). Proprioception of the wrist Joint: A review of current concepts and possible implications on the rehabilitation of the wrist. Journal of Hand Therapy. January – March 2010; 23:2-17.

9- Adamczyk, Jakub Grzegorz, et al. "EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF HAND GRIP STRENGTH TRAINING USING A DEVICE POWERBALL® THE EFFECTIVENESS OF THE FORCE TRAINING WITH THE HELP OF POWERBALL®." Journal of Health Sciences 3.6 (2013): 035-044.

10- Balan, Sebastián Axel, and Marc Garcia-Elias. "Utility of the Powerball® in the invigoration of the musculature of the forearm." Hand Surgery 13.02 (2008): 79-83.

11- Barker, Anna Lucia, et al. "Effectiveness of aquatic exercise for musculoskeletal conditions: a meta-analysis." Archives of physical medicine and rehabilitation 95.9 (2014): 1776-1786.

12- Burmaster, Chris, Brian J. Eckenrode, and Matthew Stiebel. "Early incorporation of an evidence-based aquatic-assisted approach to arthroscopic rotator cuff repair rehabilitation: Prospective case

study." Physical therapy 96.1 (2016): 53-61.

13- Cole, Andrew J., et al. "Spine pain: aquatic rehabilitation strategies." Journal of back and musculoskeletal rehabilitation 4.4 (1994): 273-286.

14- Dufournet, Adrien, et al. "Aquatic therapy versus standard rehabilitation after surgical rotator cuff repair: a randomized prospective study." Biology 11.4 (2022): 610.

15- Gustafsson, Sara, and Karl Paulsson. "Kan Powerball® ouch power grip Pavelka handle dens proprioception ouch greppstyrka–En pilot Studie: A pilot study." (2016).

16- Heyboer, Nicholas, Christian Leathley, and Matthew VanZytveld. "The effect of 4 weeks of" Fat Gripz" on grip strength in male and female collegiate athletes." (2014).

17- Iravani, Milad, et al. "Effect of Powerball on shoulder muscle activity and maximum strength." The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine 8.2 (2019): 1-9.

18- Kelly, Bryan T., et al. "Shoulder muscle activation during aquatic and dry land exercises in nonimpaired subjects." Journal of Orthopedics & Sports Physical Therapy 30.4 (2000): 204-210.

19- Kim, Eun Kuk, et al. "Aquatic versus land-based exercises as early functional rehabilitation for elite athletes with acute lower extremity ligament injury: a pilot study." PM&R 2.8 (2010): 703-712.

20- Landman, Durkee M., Jacques H. Maree, and Cynthia Peterson. "The Effect of the Powerball Gyroscope as a Treatment Device for Nonspecific Wrist Pain." Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics 43.5 (2020): 483-489.

21- MacIver, Helen, Glyn Smyth, and Howard A. Bird. "Occupational disorders: non-specific forearm pain." Best Practice & Research Clinical Rheumatology 21.2 (2007): 349-365.

22- Marta, Gondola, et al. "Wearable biofeedback suit to promote and monitor aquatic exercises: A feasibility study." IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement 69.4 (2019): 1219-1231.

23- Pilianidis, Theophilos, et al. "Evaluation of Strength Training Protocols with the use of the Powerball® and Shake weight® in Moderate Trained Women." Biology of Exercise 12.1 (2016).

24- Prins, Jan, and Debra Cutner. "Aquatic therapy in the rehabilitation of athletic injuries." Clinics in sports medicine 18.2 (1999): 447-461.

25- Rivera, Jose E. "Open versus closed kinetic chain rehabilitation of the lower extremity: a functional and biomechanical analysis." Journal of Sport Rehabilitation 3.2 (1994): 154-167.

26- Schinzel, Eileen, et al. "The effect of aquatic exercise on bone mineral density in older adults. A systematic review and meta-analysis." Frontiers in Physiology 14 (2023): 404.

27- Uttam Chandani, Shivani, and Pratik Plainspoken. "Efficacy of Powerball versus mulligan mobilization with movement on pain and function in patients with lateral epicondylitis: a randomized control trial." (2021).

28- West, Diane J., and Dianne Gardner. "Occupational injuries of physiotherapists in North and Central Queensland." Australian Journal of physiotherapy 47.3 (2001): 179-186.

29- Woolfenden, J. T. "Aquatic physical therapy approaches for the extremities." Orthopedic physical therapy clinics of North America: aquatic therapy. Cirullo JA (Eds). Philadelphia: WB Saunders. p 209 (1994).

30- Yelverton, C. The Effect of Powerball™ on Grip Strength. Diss. University of Johannesburg, 2008.