https://uaspesj.uoanbar.edu.iq/ UASPESJ مجلة جامعة الأنبار للعلوم البدنية والرياضية
Print ISSN: 2074-9465 Online ISSN: 2706-7718
31 December, 2025, Volume 16 – Issue 3 31 كانون الاول/ 2025 , المجلد 16 – العدد 3

Research Paper

فاعلية برنامج تأهيلي باستخدام التحفيز الكهربائي (EMS) في تسريع استعادة كفاءة عضلات الذراعين والرجلين لدى الرياضيين المصابين

علي مسير ياسين [1] , لبيب زويان مصيخ [2]
1 كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة/ جامعة بغداد , ali.mseer2025@cope.uobaghdad.edu.iq
2 كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة/ جامعة الانبار, pe.dr.la.su@uoanbar.edu.iq

This open-access article is available under the Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) International License, which allows for unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original work is properly cited

DOI: https://doi.org/10.37655/uaspesj.2025.167693.1337
Submission Date 2025-11-07
Accept Date 2025-12-14

المستخلص

يهدف هذا البحث إلى التعرف على فاعلية برنامج تاهيلي يعتمد على التحفيز الكهربائي (Electrical Muscle Stimulation – EMS) في تسريع عملية إعادة تأهيل العضلات المصابة لدى الرياضيين. استخدم الباحثان المنهج التجريبي على عينة مكوّنة من (5) رياضيين يعانون من إصابات عضلية متوسطة الشدة في الذراعين و(5) رياضيين يعانون من إصابات عضلية متوسطة الشدة في الرجلين. تم تطبيق برنامج تأهيلي استمر لمدة (8) أسابيع بواقع ثلاث جلسات أسبوعياً، تضمن تمارين علاجية مدعومة بالتحفيز الكهربائي، إضافة إلى متابعة أسبوعية لقياس مدى التحسن.

تم استخدام مجموعة من الاختبارات لقياس القوة العضلية ودرجة الألم قبل وبعد تطبيق البرنامج، وشملت اختبار قوة القبضة لعضلات الذراعين، واختبار الجلوس–الوقوف لعضلات الرجلين، إضافة إلى قياس عتبة الألم باستخدام جهاز (Algometer). أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسين القبلي والبعدي ولصالح الاختبار البعدي في جميع المتغيرات، مما يشير إلى تحسن واضح في القوة العضلية وتقليل مستوى الألم بعد تطبيق البرنامج التأهيلي.

وتُعزى هذه التحسينات إلى تأثير التحفيز الكهربائي في زيادة تجنيد الألياف العضلية، وتحسين التروية الدموية، وتقليل التثبيط العضلي الناتج عن الألم، بالإضافة إلى فاعلية الدمج بين التمارين العلاجية والتحفيز الكهربائي. وعليه، يوصي البحث باعتماد التحفيز الكهربائي كوسيلة مساعدة فعّالة ضمن برامج إعادة التأهيل للرياضيين المصابين، مع ضرورة مراقبة الاستجابة العلاجية لضبط شدة التحفيز بما يتناسب مع حالة المفحوص.

الكلمات المفتاحية: برنامج تاهيلي؛ التحفيز الكهربائي؛ عضلات الرياضيين المصابين

The Effectiveness of a Rehabilitation Program Using Electrical Stimulation to Accelerate Muscle Recovery in Injured Athletes

Ali Musair Yassin[1], Labib Zoyan Musaykh [2]
1 College of Physical Education and Sports Sciences/University of Baghdad
2 College of Physical Education and Sports Sciences/University of Anbar

Abstract

This study aims to identify the effectiveness of a rehabilitation program that relies on Electrical Muscle Stimulation (EMS) in accelerating the recovery of injured muscles among athletes. The researchers employed the experimental method on a sample of (5) athletes suffering from moderate muscle injuries in the upper and lower limbs. A rehabilitation program was applied for eight weeks, with three sessions per week, incorporating therapeutic exercises supported by electrical stimulation, in addition to weekly assessments to monitor progress.

A set of tests was used to measure muscle strength and pain levels before and after the program, including the handgrip dynamometer test for arm muscles, the sit-to-stand test for leg muscles, and the pressure pain threshold test using an algometer. The results showed statistically significant differences between the pre- and post-tests in favor of the post-test across all variables, indicating clear improvement in muscle strength and reduction in pain after the application of the rehabilitation program.

These improvements are attributed to the effect of electrical stimulation in increasing motor unit recruitment, enhancing blood circulation, and reducing pain-induced muscle inhibition, in addition to the effectiveness of integrating therapeutic exercises with EMS. Accordingly, the study recommends adopting electrical stimulation as an effective supportive tool within rehabilitation programs for injured athletes, while emphasizing the importance of monitoring individual responses to adjust stimulation intensity appropriately.

Keywords: Rehabilitation program ؛electrical stimulation ؛injured athletes' muscles

1- التعريف بالبحث

1-1 مقدمة البحث وأهميته

تعدّ إصابات العضلات من أكثر الإصابات شيوعًا بين الرياضيين بمختلف تخصصاتهم، لما تتطلبه الأنشطة الرياضية من جهد عضلي عالٍ قد يؤدي إلى تمزقات أو شدّ عضلي أو ضعف في الكفاءة الوظيفية. وتؤثر بشكل مباشر على الأداء البدني والاستمرارية في عملية التدريب ومع تطور التكنولوجيا في مجال التأهيل الرياضي ظهرت وسائل علاجية حديثة تهدف إلى تسريع عملية الشفاء من الإصابة ومن أبرزها العلاج بالتحفيز الكهربائي (EMS) الذي يعمل على حث وتنشيط الألياف العضلية والدورة الدموية مما يساهم في عملية استعادة الوظائف الحيوية للعضلات. حيث أن أكثر الإصابات شيوعا بين الرياضيين هي إصابة عضلات الذراعين والرجلين، ومع تزايد المنافسة وارتفاع متطلبات الأداء أصبح من الضروري البحث عن وسائل أكثر فاعلية تسرّع عملية التعافي وتمنح الرياضي القدرة على العودة للمنافسات في أقصر وقت ممكن دون التأثير على جودة الأداء أو زيادة احتمالية تكرار الإصابة.

وفي هذا السياق، يعد التحفيز الكهربائي للعضلات كأحد الأساليب الحديثة المستخدمة في برامج إعادة التأهيل وخاصة لعضلات الذراعين والرجلين حيث تعتمد هذه التقنية على إرسال نبضات كهربائية لتحفيز الألياف العضلية بهدف تحسين القوة وتقليل الضمور والحفاظ على التروية الدموية للعضلة المصابة. وعلى الرغم من انتشار استخدام هذه التقنية في المراكز العلاجية، إلا أن الحاجة ما تزال قائمة لتقييم فعاليتها ضمن برامج تأهيلية متكاملة موجهة خصيصًا للرياضيين. لذلك يهدف هذا البحث إلى دراسة أثر برنامج تأهيلي يستخدم التحفيز الكهربائي(EMS) على سرعة استعادة الوظيفة العضلية لدى الرياضيين المصابين، والتحقق من مدى مساهمته في تحسين القوة والمرونة وتقليل فترة العودة للنشاط الرياضي بشكل آمن وفعّال.

من هنا تكمن أهمية البحث الخوض في التجربة من خلال استخدام التحفيز الكهربائي لتسريع استعادة كفاءة عضلات الذراعين والرجلين للرياضيين الصابين وإرجاعها إلى الوضع الطبيعي أو القريب منه والعودة إلى مزاولة الأنشطة الرياضية.

2-1 مشكلة البحث

تؤدي الإصابات الرياضية إلى ضعف الكفاءة الوظيفية والقوة العضلية لعضلات الذراعين والرجلين لدى الرياضيين، مما يطيل فترة التأهيل ويؤخر العودة إلى النشاط الرياضي. ورغم استخدام البرامج التأهيلية التقليدية، إلا أنها قد لا تحقق الاستعادة السريعة والكاملة للكفاءة العضلية. ومع ظهور التحفيز الكهربائي للعضلات (EMS) كوسيلة حديثة في التأهيل الرياضي، تبرز الحاجة إلى التحقق من مدى فاعلية برنامج تأهيلي باستخدام (EMS) في تسريع استعادة كفاءة عضلات الذراعين والرجلين لدى الرياضيين المصابين.

3-1 أهداف البحث

1- استخدام برنامج تأهيلي باستخدام التحفيز الكهربائي (EMS) مع تمرينات تأهيلية.
1- التعرف على تأثير استخدام التحفيز الكهربائي في سرعة إعادة التأهيل العضلي.
2- التعرف على مدى تحسن القوة العضلية باستخدام التحفيز الكهربائي.

4-1 فروض البحث

1- توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين نتائج الاختبارات القبلية والبعدية لعينة البحث. ولصالح البعدي.
2- توجد فروق ذات دلالة إحصائية في قياس درجة الألم لعضلات ولصالح القياس البعدي.
2- يُسهم التحفيز الكهربائي في تقليل مدة إعادة التأهيل نسبة إلى الطرق التقليدية.

5-1 مجالات البحث

1-5-1 المجال البشري: الرياضيون المصابون مراجعي مركز العلاج الطبيعي في الرمادي.
2-5-1 المجال المكاني: مركز العلاج والتأهيل الرياضي في مركز الرمادي.
3-5-1 المجال الزماني: 2025/8/22 -2025/11/27.

6-1 تحديد المصطلحات

- **التحفيز الكهربائي:** استخدام تيارات كهربائية منخفضة الشدة لتحفيز انقباض العضلات المصابة بهدف تسريع الشفاء. الشفاء .[1]

([1])Rushton D N :Functional electrical stimulation, Physiological Measurement, vol 18, no 4, 1997, pp 241–275.

- **إعادة التأهيل:** العمليات العلاجية والتدريبية التي تهدف إلى استعادة الوظيفة الطبيعية للعضلة بعد الإصابة.

2- منهج البحث وإجراءاته الميدانية.

2-1 المنهج البحث. استخدم الباحثان المنهج التجريبي كونه يتلاءم مع إجراءات البحث.

2-2 عينة البحث. تكونت عينة البحث من الرياضيين المصابين بإصابات عضلية متوسطة الشدة، إذ تم تشخيصهم من قبل طبيب أخصائي بالعلاج الطبيعي إذ تم تحديد الإصابات المتوسطة التي سوف تستخدم في البحث حيث بلغ عددهم (5) مصابين بعضلات الذراعين، و(5) مصابين بعضلات الرجلين ممن تعرضوا للإصابة المتوسطة أثناء الأداء للعام (2025-2026) وهم يمثلون عينة البحث التجريبية. إذ تم تطبيق عليهم التجربة الاستطلاعية أيضا ومن ثم يتم تطبيق التجربة على العينة بعد إجراء الاختبار القبلي.

2-3 الوسائل والأجهزة والأدوات المستخدمة في البحث.

أدوات البحث والوسائل أساسية لا بد لأي باحث ان يعتمدها من أجل التوصل إلى النتائج المطلوبة لتحقيق أهداف البحث.[2]

1. جهاز التحفيز الكهربائي العضلي (EMS).
2. اختبارات القوة العضلية.
3. المصادر والمراجع العربية والأجنبية.
4. كادر من الزملاء المساعدين.
5. سجل ملاحظات.
6. مرهم خاص قبل استخدام الجهاز
7. جهاز قياس الطول والوزن.
8. سدية طبية

2-4 الاختبارات المستخدمة في البحث

أولاً: قياس قوة عضلات الذراعين:

اسم الاختبار: اختبار القوة العضلية باستخدام الديناموميتر لقياس قوة القبضة.[3]

الهدف من الاختبار: يهدف اختبار قوة القبضة إلى تقييم القوة العضلية لعضلات الساعد واليد، كما يستخدم في تقييم التقدم العلاجي وإعادة التأهيل بعد الإصابات.

الأدوات المستخدمة: جهاز الديناموميتر اليدوي (Hand Grip Dynamometer)، ويُفضّل أن يكون معايرًا مسبقًا لضمان دقة القياس.

إجراءات الاختبار:

1- وضعية المفحوص:

- يقف أو يجلس المفحوص بوضعية مريحة وظهر مستقيم.
- تبقى الذراع المختبرة إلى جانب الجسم دون أي تماس مع الجذع.
- تثنى الكوع بزاوية 90 درجة، أو تُترك الذراع مستقيمة، بحسب البروتوكول المعتمد.

2- إعداد الجهاز: يتم ضبط مقبض الديناموميتر ليتناسب مع حجم يد المفحوص بحيث يسمح بأفضل إطباق ممكن.

طريقة القياس:

- يطلب من المفحوص أن يقبض على الجهاز بأقصى قوة ممكنة لمدة تتراوح بين 3–5 ثوانٍ.
- يُسجل أعلى رقم يظهر على شاشة الجهاز.
- يُعاد الاختبار (3) مرات مع أخذ أفضل قيمة أو متوسط القيم وفق الهدف البحثي.
- يجب إعطاء المفحوص راحة قصيرة بين المحاولات (30–60 ثانية) لتجنب التعب العضلي.

([2]) نوري ابراهيم الشوك ؛رافع صالح فتحي الكبيسي: دليل الباحث لكتابة الابحاث في التربية الرياضية, بغداد ،2004،ص75.

([3])محمد حسن سالم: القياس والتقويم في التربية البدنية والرياضية، دار الفكر العربي، القاهرة، 2010، ص53.

ثانياً: قياس قوة عضلات الرجلين:

اسم الاختبار: اختبار الجلوس والنهوض لقياس قوة الرجلين (Sit-to-Stand Test).[4]

الهدف من الاختبار: يهدف هذا الاختبار إلى تقييم قوة عضلات الرجلين—وخاصة العضلات الأمامية للفخذ—(Quadriceps) إضافة إلى القدرة الوظيفية على الانتقال من وضع الجلوس إلى الوقوف. ويعد من الاختبارات الشائعة في مراكز إعادة التأهيل واللياقة البدنية لما يتميز به من سهولة وأمان وواقعية في تمثيل الأنشطة اليومية.

الأدوات المستخدمة:

- كرسي ثابت بدون مساند للذراعين، يكون ارتفاعه عادة بين 40–45 سم.
- ساعة توقيت .(Stopwatch).
- مساحة آمنة تسمح بأداء الحركة دون عوائق.

طريقة الأداء:

- يعطى للمختبر (30 ثانية).
- يجلس الشخص مستقيمًا، الذراعان متقاطعتان على الصدر.
- عند إعطاء الإشارة، يبدأ بالوقوف ثم الجلوس بقدر ما يستطيع خلال 30 ثانية.

- **التسجيل:** يُسجل عدد مرات الوقوف الكامل خلال 30 ثانية.

ثالثاً: قياس درجة الألم:

- **اختبار الضغط على نقطة الألم(Pressure Pain Threshold – PPT) :**[5]

يستخدم لتحديد حساسية الألم في العضلات في الذراعين أو الرجلين.

- الأداة: جهاز صغير يُسمّى ضغط قياس العتبة.(Algometer)

طريقة القياس:

- يضغط الجهاز تدريجيًا على منطقة عضلية (مثل العضلة الباسطة في الساعد أو عضلة الربلة في الساق).
- يُسأل الشخص متى يبدأ الألم.
- يتم تسجيل الضغط (بوحدة نيوتن/سم²).

2-5 إجراءات البحث الميدانية.

1-5-2 التجربة الاستطلاعية

تم إجراء التجربة الاستطلاعية بتاريخ (2025/9/2)على عينة قوامها (2) مصابين من الرياضيين وهم من افراد العينة الرئيسة، وذلك لمعرفة مدى صلاحية الاختبار والأجهزة المستخدمة وفهم العينة لها وادراك الوقت للاختبار والقياس، والتجربة الاستطلاعية أنها تكون للباحثين تدريبا علميا للوقوف بنفسه على السلبيات والإيجابيات التي تقابله أثناء إجراء الاختبار لتفاديها مستقبلاً.[6]

2-5-2 الاختبار القبلي

بعد إجراء التجربة الاستطلاعية قام الباحثان وفريق العمل المساعد بإجراء الاختبارات المعدة على أفراد العينة بتاريخ (2025/9/4) ومن ثم الحصول على البيانات والنتائج المطلوبة في البحث لإجراء المعالجات عليها.

3-5-2 التجربة الرئيسية.

بعد إجراء الاختبار القبلي على أفراد العينة قام فريق العمل المساعد* بتطبيق المنهاج بتاريخ(2025/9/5)، ولمدة (8) أسابيع من خلال التمرينات التأهيلية باستخدام جهاز (EMS) في مركز التخصصي في الرمادي، لغرض تحفيز العضلات المصابة بالتمزق المتوسط وكان فريق العمل المساعد يعمل اختبارات بينية في نهاية كل اسبوع للتعرف على مدى استفادة افراد العينة من عملية التأهيل وكانت هنالك بعض التمارين المرافقة لعملية التحفيز الكهربائي وضمن حدود الألم وكذلك تم التدرج بشدة التحفيز

([4]) علي حسام الدين: اختبارات ومقاييس اللياقة البدنية، دار الفكر العربي، القاهرة، 2012، ص58.

([5])محمود الشمري: القياس في التربية البدنية والرياضية، عمّان،دار المسيرة، 2019، ص72.

([6]) قاسم المندلاوي واخرون: الاختبارات والقياس والتقويم في التربية الرياضية، بغداد، بيت الحكمة، 1989، ص107.

* ا.م.د حميد حماد خلف ، ا.م.د. علي خالد مخلف، ا.م.د. صلاح هادي حماد، م.د. محمد صادق الكبيسي

والتمارين المستخدمة ضمن البرنامج بواقع ثلاث جلسات أسبوعيا كما في الملحق (1)، وأدناه بعض النقاط لضبط المتغيرات أثناء القياس:

- يتم إجراء القياسات للطرف المصاب أولًا، ثم السليم (للمقارنة).
- تثبيت الجسم لتقليل الحركة الزائدة.
- إعطاء تشجيع لفظي موحد لجميع المشاركين.
- تسجيل القياسات مباشرة في استمارة البيانات.

وبعد الانتهاء من تطبيق المنهج تم إجراء الاختبار البعدي على عينة البحث .

2-5-4 الاختبار البعدي.

بعد تطبيق المنهاج والتمرينات الخاصة والتوصل إلى التأهيل الكامل قام الباحثان وفريق العمل المساعد بإجراء الاختبار البعدي بتاريخ (2025/11/6) على أفراد العينة وعلى نفس الظروف التي أجري فيها الاختبار القبلي، ومن ثم أخذت بيانات الاختبارين القبلي والبعدي وتحليلها إحصائياً لتحقق النتائج.

2-6 الوسائل الإحصائية.

لقد استخدم الباحثان الوسائل الإحصائية الآتية : [7]

- الوسط الحسابي:
- الانحراف المعياري:
- قيمة (T) للعينات المرتبطة:

3 عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها

3-1 عرض وتحليل نتائج الاختبارات القبلية والبعدية لعينة البحث ومناقشتها.

جدول (1) يبين الأوساط والانحرافات للقياسات القبلية والبعدية للعينة البحث

ت	المتغيرات	وحدة القياس	القياس القبلي		القياس البعدي		س-ف	ع ف	قيمة (ت) المحسوبة	الدلالة
			س	ع	س	ع				
1	قياس قوة عضلات الرجلين	درجة	11	2.5	16	1.8	5	2.67	4.2	معنوي
2	قياس قوة عضلات الذراعين	درجة	3.7	3.6	4.9	2.2	1.2	0.98	2.79	معنوي
3	قياس درجة الالم لعضلات الرجلين	نيوتن	12.3	1.5	14.4	1.8	2.1	1.66	2.83	معنوي
4	قياس درجة الالم لعضلات الذراعين	نيوتن	11.9	2.1	14.7	2.4	2.8	1.93	3.14	معنوي

قيمة (ت)الجدولية (2.13) عند درجة الحرية (4) ومستوى الدلالة= (0.05)

يبين الجدول (1) نتائج اختبار قوة عضلات الرجلين والذراعين وكذلك درجة نسبة الألم للرجلين والذراعين إذ كانت جميع النتائج معنوية لصالح الاختبارات البعدية حيث تشير النتائج إلى وجود تحسّن معنوي في القوة العضلية للرجلين والذراعين، وكذلك في قدرة تحمل الألم العضلي عند مقارنة قيم (ت) المحسوبة بالقيمة الجدولية. يعزو الباحثان هذا التطور بشكل مباشر إلى فاعلية البرنامج التأهيلي المعتمد على التحفيز الكهربائي للعضلات، والذي يعدّ من الأساليب الحديثة المدعومة بالأدلة العلمية في مجالات التأهيل الحركي وإعادة بناء القوة العضلية بعد الإصابة أو الإجهاد.

يؤكد(حسن محمد, 1994)" أن التحفيز الكهربائي يعد وسيلة فعّالة لإحداث انقباضات عضلية قوية ومنتظمة، تُسهم في زيادة كفاءة العضلة ورفع مستوى التكيف العصبي–العضلي، خصوصاً لدى الأفراد الذين يعانون من ضعف أو قصور عضلي يمنعهم من أداء الانقباضات الإرادية الكاملة. وتوضح الأدبيات أنّ التحفيز الكهربائي يعمل على زيادة تجنيد الوحدات الحركية بنسبة أكبر مما يحدث عبر الانقباض الإرادي وحده، وهو ما يدعم الارتفاع الملحوظ في القوة العضلية الذي أظهرتْه نتائج البحث."[8]

كما يشير (خميس حسنين, 2002) "إلى أن استخدام التحفيز الكهربائي في برامج التأهيل البدني يؤدي إلى تحسين القوة العضلية في فترة زمنية أقل، نتيجة قدرته على الوصول إلى الألياف العضلية العميقة التي يصعب تنشيطها عبر التمارين التقليدية. وهذا يتوافق مع النتائج التي أظهرت تطوراً واضحاً في قوة عضلات الرجلين والذراعين بعد البرنامج التأهيلي"[9].

كما عمل التحفيز الكهربائي على زيادة تدفق الدم في العضلات المصابة مما أدى إلى التخلص من تجمع حامض اللاكتيك فيها للتخلص من الألم المصاحب لها. وهذا ما أكدته دراسات تأهيلية عربية عدة-

---

([7]) محمد صبحي أبو صالح : الطرق الإحصائية ,ط1, عمان ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ،2000،ص427.

([8]) حسن محمد علاوي: التدريب الرياضي, الأسس الفسيولوجية، القاهرة، دار الفكر العربي، 1994، ص121.

([9]) خميس حسنين: التدريب الرياضي الحديث، الإسكندرية، دار المعرفة، 2002، ص87.

منها ما ورد لدى(فؤاد أبو العل، 2011) إلى أن التحفيز الكهربائي يسهم في زيادة التروية الدموية للأنسجة العضلية، وتحسين التخلص من الفضلات الأيضية، وتقليل الالتهابات الناتجة عن الإجهاد العضلي، مما يساعد على رفع عتبة الألم وزيادة القدرة على تحمّل التدريبات العلاجية. وهذا ينسجم تماما مع الارتفاع المسجّل في درجات تحمل الألم لكل من عضلات الرجلين والذراعين في القياس البعدي"[10].

وكذلك فان التمارين العلاجية التي طبقت مع التحفيز الكهربائي كانت لها دور في تحسن المتغيرات قيد البحث إذ يمكن القول ان التكامل بين الأنشطة التأهيلية اليدوية والتحفيز الكهربائي كان له دور مركزي في تسريع عملية التكيف العضلي ورفع مستويات القوة والتحمل. إذ يؤكد (عبد الرحمن زاهر، 2008) أن برامج التأهيل التي تدمج التحفيز الكهربائي مع التمارين العلاجية التقليدية تحقق نتائج أسرع وأكثر ثباتاً، نظراً لارتفاع مستوى الاستجابة العضلية وزيادة المقاومة للتعب، وقدرة الجهاز العصبي على التعامل مع الأحمال المتدرجة[11]. وهذا يتطابق مع ما كشفته المعالجات الإحصائية في هذا البحث من فروق معنوية بين القياس قبل وبعد تنفيذ البرنامج.

4- الاستنتاجات والتوصيات

4-1 الاستنتاجات

1- هناك فروق معنوية في اختبار القوة العضلية للرجلين ولصالح الاختبار البعدي.
2- هناك فروق معنوية في اختبار قوة عضلات الذراعين ولصالح الاختبار البعدي مما يدل على أن التحفيز الكهربائي كان فعّالاً في الوصول إلى الألياف العضلية العميقة وتنشيطها.
3- هناك ارتفاعاً واضحاً في قدرة تحمل الألم لكل من عضلات الرجلين والذراعين ولصالح القياس البعدي، مما يدل على تحسن في التروية الدموية وتقليل الشد العضلي.

4-2 التوصيات

1- اعتماد التحفيز الكهربائي كجزء أساسي من البرامج التأهيلية للعضلات، خصوصاً في الحالات التي تعاني من ضعف في القوة أو صعوبة في أداء الانقباضات الإرادية.
2- ضرورة مراقبة استجابة العضلات بشكل دوري أثناء تطبيق البرنامج التأهيلي لتحديد مستوى التقدم وإجراء التعديلات المناسبة في شدة التحفيز.
3- تشجيع المؤسسات العلاجية والرياضية على استخدام الأجهزة الحديثة للتحفيز الكهربائي لكونها أثبتت فعاليتها وسلامتها عند تطبيقها وفق ضوابط مهنية.

المراجع

- حسن محمد علاوي: التدريب الرياضي, الأسس الفسيولوجية، القاهرة، دار الفكر العربي، 1994.
- خميس حسنين: التدريب الرياضي الحديث، الإسكندرية، دار المعرفة، 2002.
- عبد الرحمن زاهر: فسيولوجيا النشاط البدني، الرياض، المكتبة الأكاديمية، 2008.
- علي حسام الدين: اختبارات ومقاييس اللياقة البدنية، دار الفكر العربي، القاهرة، 2012.
- فؤاد أبو العلا: التأهيل الرياضي والعلاج الحركي، القاهرة، منشأة المعارف، 2011.
- قاسم المندلاوي واخرون: الاختبارات والقياس والتقويم في التربية الرياضية، بغداد، بيت الحكمة، 1989.
- محمد حسن سالم: القياس والتقويم في التربية البدنية والرياضية، دار الفكر العربي، القاهرة، 2010.
- محمد صبحي أبو صالح : الطرق الإحصائية ,ط1, عمان ، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع ،2000..
- محمود الشمري: القياس في التربية البدنية والرياضية، عمّان،دار المسيرة، 2019.
- نوري ابراهيم الشوك ؛رافع صالح فتحي الكبيسي: دليل الباحث لكتابة الابحاث في التربية الرياضية, بغداد ،2004.
- Rushton D N :Functional electrical stimulation, Physiological Measurement, vol 18, no 4, 1997.

([10]) فؤاد أبو العلا: التأهيل الرياضي والعلاج الحركي، القاهرة، منشأة المعارف، 2011، ص84.

([11]) عبد الرحمن زاهر: فسيولوجيا النشاط البدني، الرياض، المكتبة الأكاديمية، 2008، ص140.

الملاحق

ملحق رقم (1) يبين نموذج للوحدات ضمن البرنامج التأهيلي

مكونات الوحدة التأهيلية باستخدام التحفيز الكهربائي MES (45–50 دقيقة)

ملاحظة: التحفيز الكهربائي يُذكر كـ طريقة علاجية مرافقة دون تفاصيل تشغيلية حفاظًا على السلامة.

أهداف الوحدة

1. رفع قوة عضلات الذراعين.
2. رفع قوة عضلات الرجلين.
3. تخفيض شدة الألم في الذراعين والرجلين.
4. دمج التمرين مع التحفيز الكهربائي كعامل مساعد يعتمد عليه اختصاصيون في التأهيل.

أولا: **الإحماء**:

يكون الإحماء (10 دقائق) عام وخاص من أجل تجهيز العضلة قبل إدخال التحفيز الكهربائي في الجزء العلاجي.

- حركات مفصلية للذراعين والرجلين.
- مشي خفيف أو دراجة ثابتة.

ثانيا: الجزء الرئيسي

تمارين تقوية + التحفيز الكهربائي (25 دقيقة)

العضلات المستهدفة (الذراعين)

A التمارين العلاجية

- ثني ومدّ الذراعين باستخدام رباط مقاومة.
- تمرين القبضة باستخدام كرة مطاطية.

B دور التحفيز الكهربائي (MES)

يتم تطبيق التحفيز الكهربائي العصبي العضلي (MES) من قبل مختص التأهيل بهدف تعزيز انقباضات العضلة ودعم برامج تقوية عضلات الذراعين، دون الاعتماد على الجهاز كوسيلة علاج منفردة.

العضلات المستهدفة (الرجلين)

A التمارين العلاجية

- جلوس–وقوف Sit to Stand
- شدّ رباط مقاومة لعضلات الفخذ الأمامية والخلفية.
- رفع الساق الجانبي.

B دور التحفيز الكهربائي (MES)

ملاحظة : يستخدم التحفيز الكهربائي MES كعامل مساعد لزيادة فعالية التمرين في تنشيط عضلات الفخذين وتقليل التثبيط العضلي الناجم عن الألم.

جزء خفض الألم باستخدام TENS بشكل آمن ومن خلال مختص (10 دقائق)

العلاج للألم باستخدام التحفيز الكهربائي

يُطبّق التحفيز الكهربائي للعصب عبر الجلد من قِبل مختص التأهيل لتحسين السيطرة على الألم في عضلات الذراعين والرجلين، وذلك عبر آلياته العصبية المعروفة في تثبيط إشارات الألم.

تمرينات داعمة بلا أجهزة

- إطالات هادئة للذراعين والرجلين
- تنفس عميق
- استرخاء عضلي بسيط

القسم الختامي

التهدئة وإعادة القياس (5–8 دقائق)