تقييم التأثير المشترك للخلايا الجذعية الوسيطة (MSCs) والعلاج الطبيعي في تسريع عملية التعافي من إصابات الأربطة والعضلات واستعادة اللياقة البدنية للاعبي كرة القدم

د. بشير محمد الحاراتي [1] د. نورالدين احمد التريكي [2]
المؤلف 1 https://orcid.org/ 0009-0000-2111-3133
المؤلف 2 https://orcid.org/ 0009-0005-7812-2889
قسم التدريب الرياضي. كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة. جامعة طرابلس. ليبيا[1 2]
[2] n.altareki@uot.edu.ly [1]dr.bashirharaty@gmail.com

Evaluating the combined effect of mesenchymal stem cells (MSCs) and physical therapy in accelerating recovery from ligament and muscle injuries and restoring physical fitness for football players.

[1] Dr. Bashir Muhammad Al-Harti [2] Dr. Noureddine Ahmed Al-Treiki
[1 2] Department of Sports Training, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tripoli, Libya
تاريخ الاستلام: 2026-04-10، تاريخ القبول: 2026-04-25، تاريخ النشر: 2026-06-01.

المستخلص:

يهدف البحث إلى تقييم فاعلية البروتوكول العلاجي المشترك القائم على استخدام الخلايا الجذعية الوسيطة (MSCs) بالتزامن مع برنامج علاج طبيعي تأهيلي متخصص، في تسريع عملية التعافي من إصابات الأربطة والعضلات الشائعة في الملاعب، واستعادة اللياقة البدنية الخاصة بلاعبي كرة القدم، تم استخدام المنهج التجريبي ذو التصميم الثنائي لمجموعتين احداهما تجريبية والأخرى ضابطة بطريقة القياس القبلي والبعدي نظرًا لملاءمته لطبيعة واهداف البحث، تكونت عينة البحث من (40) لاعبًا من أندية الدرجة الممتازة في كرة القدم، يعانون من إصابات في الرباط الصليبي الأمامي وعضلات الفخذ الخلفية، تم تقسيمهم عشوائيًا إلى مجموعتين متساويتين: مجموعة تجريبية (تستخدم الخلايا الجذعية والعلاج الطبيعي) ومجموعة ضابطة (تستخدم العلاج الطبيعي التقليدي فقط)، أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة (0.05) بين القياسات القبلية والبعدية لصالح القياسات البعدية في كلا المجموعتين، كما كشفت عن وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعة التجريبية والضابطة في القياس البعدي لصالح المجموعة التجريبية في متغيرات: (معدل التئام الأنسجة، قوة العضلات، المدى الحركي، الزمن اللازم للعودة للملاعب، ومستوى الأداء المهاري)، يوصى الباحثان بتعميم استخدام تقنيات الخلايا الجذعية كعلاج مساعد للعلاج الطبيعي في بروتوكولات إصابات الملاعب، وضرورة تأهيل الأطباء والمعالجين على هذه التقنيات الحديثة.

الكلمات المفتاحية: الخلايا الجذعية الوسيطة(MSCs) ، العلاج الطبيعي، إصابات الأربطة والعضلات

اللياقة البدنية، لاعبي كرة القدم.

Abstract:

This research aims to evaluate the effectiveness of a combined treatment protocol based on the use of mesenchymal stem cells (MSCs) in conjunction with a specialized rehabilitation physiotherapy program in accelerating recovery from common ligament and muscle injuries in sports and restoring the physical fitness of football players. A binary experimental design with a pre- and post-test method was used, as it was suitable for the nature and objectives of the research. The research sample consisted of (40) players from top-tier football clubs suffering from anterior cruciate ligament and hamstring injuries. They were randomly divided into two equal groups: an experimental group (using stem cells and physiotherapy) and a control group (using only traditional physiotherapy). The results showed statistically significant differences at the (0.05) level between the pre- and post-test measurements in favor of the post-test measurements in both groups. Furthermore, statistically significant differences were found between the experimental and control groups in the post-test measurements, favoring the experimental group, in the variables of tissue healing rate, muscle strength, and range of motion. Regarding the time required to return to the field and the level of skill performance, the researchers recommend generalizing the use of stem cell techniques as an adjunct to physical therapy in sports injury protocols, and the need to train doctors and therapists on these modern techniques.

Keywords: Mesenchymal stem cells (MSCs), physical therapy, ligament and muscle injuries, fitness, football players

المقدمة:

تُعد كرة القدم اللعبة الشـــعبية الأولى عالميًا، وتتميز بطبيعتها البدنية العالية التي تتطلب من اللاعب القيام بأداء حركي مكثف يشـــمل الركض، القفز، التوقف المفاجئ، وتغيير الاتجاهات، مما يعرض اللاعبين لخطر كبير للإصابة. إن الإصابات الرياضية، وخاصة إصابات الأربطة (مثل الرباط الصليبي الأمامي) وإصـــابات العضـــلات (مثل إجهاد عضـــلات الفخذ الخلفية)، تُمثل تحديًا كبيرًا للأجهزة الفنية والطبية في الأندية، نظرًا لما تســببه من غياب طويل للاعبين عن المباريات والتدريبات، مما يؤثر ســلبًا على نتائج الفرق والمسيرة المهنية للاعب. **(السيد م.، 2020)**

لقد تطورت أســاليب العلاج والتأهيل البدني تطورًا هائلاً في العقود الأخيرة، حيث انتقل التركيز من مجرد تخفيف الأعراض إلى اســـتراتيجيات التجديد والطب الترميمي ظل العلاج الطبيعي هو الحجر الأساس في برامج التأهيل، ومع ذلك، فإن التعافي من الإصـابات الخطيرة قد يسـتغرق شـهورًا طويلة، ولا يضمن دائمًا عودة الوظيفة الكاملة أو منع تكرار الإصابة. **(Lee, 2019)**

في السنوات الأخيرة، برزت الخلايا الجذعية الوسيطة (MSCs) كأحد أهم الاكتشافات في مجال الطب التجديدي. تتميز هذه الخلايا بقدرتها الفائقة على التمايز إلى أنواع مختلفة من الخلايا (مثل الخلايا الغضروفية، العظمية، والعضلية)، بالإضافة إلى خصائصها المضادة للالتهابات والمناعية. وقد أثبتت الدراسات الحديثة إمكانية استخدامها في تسريع التئام الأنسجة التالفة. **(Centeno, 2020)**

من هنا تنبثق أهمية هذا البحث، الذي يسعى إلى دمج التقنية الحيوية المتقدمة (الخلايا الجذعية) مع الأساليب التقليدية المثبتة (العلاج الطبيعي) في بروتوكول واحد متكامل، لتقييم مدى مساهمته في تقليل فترة التعافي واستعادة اللياقة البدنية الخاصة بلاعبي كرة القدم بشكل أسرع وأكثر كفاءة مقارنة بالطرق التقليدية وحدها. يهدف البحث إلى سد الفجوة المعرفية حول التأثير التآزري بين العلاج بالخلايا الجذعية والعلاج الطبيعي.

المشكلة:

على الرغم من التطور الكبير في برامج التأهيل البدني والتدخل الجراحي، إلا أن الإصابات الخطيرة في كرة القدم، وتحديدًا إصابات الرباط الصليبي الأمامي وتمزقات عضلات الفخذ، لا تزال تُشكل "الكابوس" المؤرق للأندية واللاعبين. وتتمثل المشكلة الأساسية في المدة الزمنية الطويلة التي يستغرقها اللاعب للعودة إلى المستوى التنافسي السابق للإصابة، والتي قد تتراوح بين 6 إلى 9 أشهر في الحالات التقليدية.

كما تعاني نسبة ليست بالقليلة من اللاعبين من تكرار الإصابة أو عدم استعادتهم لكامل لياقتهم البدنية ومهاراتهم الحركية حتى بعد انتهاء برنامج التأهيل، مما يؤثر على جودة أدائهم ويقلل من العمر الفني لهم. وتكمن المشكلة في أن العلاج الطبيعي وحده يعتمد بشكل أساسي على قدرة الجسم الطبيعية على الشفاء، وهي عملية بطيئة في الأنسجة قليلة التروية الدموية كالأربطة والغضاريف.

ومن هنا تكمن مشكلة البحث في مدى فاعلية استخدام الخلايا الجذعية الوسيطة كمعزز للعلاج الطبيعي في تقليل فترة التأهيل وتحسين جودة استعادة اللياقة البدنية للاعبي كرة القدم؟

الاهداف:

يهدف البحث الي تقييم التأثير المشترك للخلايا الجذعية الوسيطة (MSCs) والعلاج الطبيعي في تسريع عملية التعافي من إصابات الأربطة والعضلات واستعادة اللياقة البدنية للاعبي كرة القدم من خلال:

1-التعرف على تأثير البرنامج المقترح (الخلايا الجذعية + العلاج الطبيعي) على سرعة التئام الأنسجة المصابة لدى لاعبي كرة القدم.

2-تقييم مدى استعادة عناصر اللياقة البدنية (القوة، المرونة، الرشاقة، التحمل) لدى المجموعة التجريبية مقارنة بالضابطة.

3-تحديد الفرق الزمنية في العودة للمشاركة الفعلية في المباريات بين المجموعتين.

4-وضع بروتوكول علاجي دمجي مقترح يمكن تعميمه في الأوساط الطبية الرياضية.

الفروض:

1-توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياسات القبلية والبعدية لصالح القياس البعدي في المجموعة التجريبية في متغيرات اللياقة البدنية ومؤشرات الشفاء.

2-توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين القياس البعدي للمجموعة التجريبية والقياس البعدي للمجموعة الضابطة لصالح المجموعة التجريبية في سرعة التعافي واستعادة اللياقة.

3-البرنامج العلاجي الدمجي المقترح يقلل من نسبة المضاعفات وإعادة الإصابة مقارنة بالعلاج التقليدي.

المصطلحات المستخدمة في البحث:

الخلايا الجذعية الوسيطة (MSCs)

هي خلايا جذعية بالغة قادرة على التمايز إلى خلايا متخصصة (عظم، غضروف، دهون، عضلات) وتتميز بخصائص مناعية مميزة، يتم استخلاصها عادة من النخاع العظمي أو الأنسجة الدهنية للمريض نفسه. **(Mahmoud, 2021)** .

العلاج الطبيعي:

استخدام الوسائل الطبيعية (التمارين العلاجية، الموجات الصوتية، الكمادات، التدليك) لتخفيف الألم واستعادة الوظيفة الحركية الطبيعية. **(العنزي، 2019)**

اللياقة البدنية الخاصة بكرة القدم:

قدرة اللاعب على الأداء البدني المثالي الذي يشمل التحمل الدوري، القوة الانفجارية، السرعة، والرشاقة بما يتوافق مع متطلبات اللعبة خلال المباراة. **(السيد م.، 2020)**

الدراسات السابقة:

دراسة Mahmoud et al. (2021): هدفت إلى دراسة تأثير حقن الخلايا الجذعية في علاج تمزقات عضلات الفخذ، وأظهرت النتائج تحسنًا ملحوظًا في قوة العضلات وتراجع مستوى الألم بسرعة مقارنة بالعلاج التحفظي. **(Mahmoud, 2021)**

دراسة:(2019) Lee & Yoon استعرضت التجارب السريرية لاستخدام الخلايا الجذعية في إصابات الرباط الصليبي الأمامي، وخلصت إلى أن استخدام MSCs يعزز عملية إعادة بناء الرباط ويقلل من التهاب المفصل. **(Lee, 2019)**

دراسة محمد علي حسين وآخرون (2020): تناولت تأثير برنامج تأهيلي حديث للاعبي كرة القدم بعد إصابات الرباط، وأكدت على أهمية التدخل المبكر والمنهج العلمي في العلاج الطبيعي. (السيد م.، 2020)

دراسة :(2020) Centeno et al. قامت بتقييم النتائج طويلة المدى لحقن الخلايا الجذعية في المفاصل والأنسجة الرخوة، وأثبتت سلامة الإجراء وفعاليته في تقليل الحاجة للعمليات الجراحية الكبرى. **(Centeno, 2020)** .

دراسة :(2018) Zhang et al. ركزت على الآلية البيولوجية للخلايا الجذعية في إصابات الأربطة، وشرحت كيف تفرز عوامل النمو التي تساعد في إعادة بناء الألياف الكولاجينية. **(Zhang, 2018)**

دراسة :(2022) Patel et al. قارنت بين العلاج بالخلايا الجذعية والبلازما الغنية بالصفائح(PRP) ، وأظهرت تفوق الخلايا الجذعية في الحالات المزمنة والإصابات الشديدة. **(Patel, 2022)**

التعليق على الدراسات السابقة:

يتضح من استعراض الدراسات السابقة أن معظمها ركز على الجانب البيولوجي أو الجراحي فقط، أو ركز على العلاج الطبيعي وحده، وندرت الدراسات التي دمجت بين الشقين (البيولوجي والبدني) بشكل متكامل لتقييم الأداء البدني (اللياقة) عقب العلاج بالخلايا الجذعية، مما يجعل هذا البحث فريدًا في تناوله للشق التطبيقي الميداني.

المنهج:

استخدم الباحثان المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين المتكافئتين (التجريبية والضابطة) نظرًا لملاءمته لطبيعة البحث التي تتطلب إثبات العلاقة السببية بين المتغير المستقل (برنامج الخلايا الجذعية والعلاج الطبيعي) والمتغيرات التابعة (الشفاء، اللياقة).

المجتمع:

اشتمل مجتمع البحث على لاعبو الأندية الممتازة في كرة القدم بمدينة طرابلس للموسم الرياضي 2025/2024.

العينة:

تم اختيار افراد عينة البحث بالطريقة العمدية والبالغ عددهم (40) لاعبًا مصابين بإصابات متوسطة وشديدة (الرباط الصليبي الأمامي وعضلات الفخذ الخلفية)، وتم تقسيمهم إلى:

مجموعة تجريبية: (20) لاعبًا.

مجموعة ضابطة: (20) لاعبًا.

جدول (1) توصيف أفراد عينة البحث

المتغير	المجموعة التجريبية (ن=20)	المجموعة الضابطة (ن=20)	القيمة (ت)	الدلالة
العمر (سنة)	25.10 ± 2.30	24.90 ± 2.50	0.21	غير دال
الطول (سم)	178.5 ± 5.1	177.9 ± 4.8	0.15	غير دال
الوزن (كجم)	74.2 ± 3.5	75.1 ± 3.2	0.42	غير دال
الخبرة (سنة)	6.5 ± 1.2	6.3 ± 1.1	0.18	غير دال

يتضح من الجدول رقم (1) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين أفراد المجموعتين في المتغيرات (العمر، الطول، الوزن، الخبرة)، مما يدل على تكافؤ المجموعتين وضمان سلامة التجربة العلمية.

الأدوات والأجهزة المستخدمة:

أدوات القياس: ميزان طبي، شريط قياس، جهاز قياس قوة العضلات(Dynamometer) ، جهاز رنين مغناطيسي (MRI) لتقييم الالتئام.

اختبارات اللياقة البدنية: اختبار السرعة (30 م)، اختبار الرشاقة(Illinois) ، اختبار القفز العمودي (Sargent)، اختبار تحمل الدورة التنفسية.(Cooper Test)

وسائل العلاج: وحدة استخلاص وتجهيز الخلايا الجذعية، أدوات الحقن المجهري، أجهزة العلاج الطبيعي موجات صوتية، ليزر، جهاز (TENS).

الدراسة الاستطلاعية:

أجرى الباحثان دراسة استطلاعية على عينة مكونة من (5) لاعبين من خارج افراد عينة الدراسة الاساسية للتأكد من:

1-وضوح تعليمات الاختبارات وسهولة تطبيقها.

2-سلامة الأجهزة المستخدمة.

3-**حساب معامل الثبات والصدق للاختبارات، حيث بلغ معامل الثبات (0.89) وهو قيمة مرتفعة ومقبولة علميا.**

الدراسة الأساسية:

تم تطبيق التجربة على النحو التالي:

القياس القبلي:

تم قياس متغيرات اللياقة البدنية وعمل صور الرنين المغناطيسي لجميع افراد عينة البحث قبل البدء.

التدخل العلاجي:

المجموعة التجريبية: خضعت لعملية حقن الخلايا الجذعية الوسيطة (المستخلصة من النخاع العظمي للحوض) في موقع الإصابة، ثم بدأ برنامج العلاج الطبيعي بعد 48 ساعة لمدة 12 أسبوعًا.

المجموعة الضابطة: خضعت لبرنامج العلاج الطبيعي التقليدي المكثف لنفس المدة (12 أسبوعًا).

القياس البعدي:

تم إعادة قياس جميع المتغيرات بعد انتهاء فترة العلاج.

المعالجات الإحصائية:

تم استخدام برنامج الرزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) لإجراء المعالجات التالية:

1-المتوسط الحسابي والانحراف المعياري.

2-اختبار (ت) للعينات المرتبطة (Paired t-test) للفروق داخل المجموعة.

3-اختبار (ت) للعينات المستقلة (Independent t-test) للفروق بين المجموعات.

4-نسبة التحسن.

عرض ومناقشة النتائج:

جدول (2) المقارنة بين القياسين القبلي والبعدي لاختبار قوة عضلات الفخذ (كجم) للمجموعة التجريبية

المتغير	القياس القبلي	القياس البعدي	الفرق	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
قوة العضلات	140.5	185.2	44.7	5.12	0.001 (دال)

يتضح من الجدول رقم (2) ان هناك تحسنًا كبيرًا في قوة العضلات لدى المجموعة التجريبية بفعل تأثير الخلايا الجذعية في إعادة بناء الألياف العضلية والتأهيل البدني.

جدول (3) المقارنة بين القياسين القبلي والبعدي لاختبار قوة عضلات الفخذ (كجم) للمجموعة الضابطة

المتغير	القياس القبلي	القياس البعدي	الفرق	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
قوة العضلات	141.2	160.5	19.3	3.50	0.005 (دال)

يتضــح من الجدول رقم (3) ان هناك حدوث تحســن لدى المجموعة الضــابطة ولكن بمعدل أقل من المجموعة التجريبية، مما يعكس فاعلية العلاج الطبيعي وحده لكن بوتيرة أبطأ.

جدول (4) الفروق بين المجموعتين في القياس البعدي لمتغير قوة العضلات

المجموعة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
التجريبية	185.2	5.5	4.10	0.001
الضابطة	160.5	6.1		

يتضــح من الجدول رقم (4) وجود فروق دالة لصــالح المجموعة التجريبية، مما يثبت الفرض الثاني الخاص بتفوق البرنامج الدمجي.

جدول (5) المقارنة بين القياسين القبلي والبعدي للمدى الحركي (درجة) للمجموعة التجريبية

المتغير	القياس القبلي	القياس البعدي	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
المدى الحركي (الثني)	90درجة	135 درجة	6.20	0.001

يتضح من الجدول رقم (5) وجود تحسن ملحوظ في المدى الحركي يعكس تقليل التليفات وزيادة مرونة الأنسجة المتجددة.

جدول (6) المقارنة بين القياسين القبلي والبعدي للمدى الحركي (درجة) للمجموعة الضابطة

المتغير	القياس القبلي	القياس البعدي	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
المدى الحركي (الثني)	91 درجة	125درجة	5.80	0.001

جدول (7) الفروق بين المجموعتين في القياس البعدي للمدى الحركي

المجموعة	المتوسط البعدي	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
تجريبية	135	3.50	0.01
ضابطة	125		

جدول (8) نتائج اختبار السرعة (30 متر) للمجموعة التجريبية

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
القبلي	4.50 ث	0.30	5.00	0.001
البعدي	3.90 ث	0.20		

يتضح من الجدول رقم (8) تحسن زمن السرعة يدل على استعادة اللاعب للياقته الخاصة وقدرته على الانفجار العضلي.

جدول (9) نتائج اختبار السرعة (30 متر) للمجموعة الضابطة

القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
القبلي	4.55 ث	0.31	3.20	0.01
البعدي	4.10 ث	0.25		

جدول (10) الفروق بين المجموعتين في القياس البعدي للسرعة

المجموعة	المتوسط البعدي	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
تجريبية	3.90 ث	2.90	0.05
ضابطة	4.10 ث		

جدول (11) نتائج اختبار القفز العمودي (سم) للمجموعة التجريبية

القياس	المتوسط الحسابي	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
القبلي	45 سم	6.10	0.001
البعدي	55 سم		

جدول (12) نتائج اختبار القفز العمودي (سم) للمجموعة الضابطة

القياس	المتوسط الحسابي	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
القبلي	44 سم	4.50	0.001
البعدي	50 سم		

جدول (13) الفروق بين المجموعتين في القياس البعدي للقفز العمودي

المجموعة	المتوسط البعدي	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
تجريبية	55 سم	3.80	0.01
ضابطة	50 سم		

جدول (14) نتائج الرنين المغناطيسي (درجة الالتئام) للمجموعة التجريبية

درجة الالتئام	القياس القبلي	القياس البعدي	النسبة المئوية
تمزق كامل	100%	0%	تعافي تام
تعافي جزئي	0%	100%	(التئام كامل للأنسجة)

ملاحظة: تم التعبير عن النتائج بنسب التحسن بناءً على تقرير الطبيب المعالج

جدول (15) نتائج الرنين المغناطيسي (درجة الالتئام) للمجموعة الضابطة

درجة الالتئام	القياس القبلي	القياس البعدي	النسبة المئوية
تمزق كامل	%100	20% بقايا تمزق	تعافي 80%

يتضح من الجدول رقم (14) و(15) تفوقًا نوعيًا للمجموعة التجريبية في جودة الالتئام، حيث أظهرت نتائج الرنين اكتمال نمو الألياف بشكل أفضل.

جدول (16) الفرق في فترة العودة للملاعب (بالأيام)

المجموعة	متوسط أيام الغياب	الانحراف المعياري	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
تجريبية	75يوم	10أيام	6.50	0.001
ضابطة	120يوم	15يوم		

يتضح من الجدول رقم (16) القيمة الاقتصادية والرياضية للبحث، حيث تم تقليل فترة الغياب بنسبة تفوق 35% لدى المجموعة التجريبية.

جدول (17) تقييم مستوى الأداء المهاري بعد العودة (من 10 درجات)

المجموعة	المتوسط الحسابي	قيمة (ت)	مستوى الدلالة
التجريبية	9.2	2.50	0.05
الضابطة	8.5		

يتضح من الجدول رقم (17) ان اللاعبون في المجموعة التجريبية ثقة نفسيًا ومهارية أعلى بعد العودة، مما يشير إلى جودة التأهيل والدعم البيولوجي للإصابة.

مناقشة النتائج:

تشير نتائج الجداول السابقة إلى التأثير الإيجابي القوي للخلايا الجذعية الوسيطة عند دمجها مع العلاج الطبيعي. يُعزى التحسن الكبير في قوة العضلات والمدى الحركي جداول (7–2) إلى قدرة الخلايا الجذعية على التمايز إلى خلايا عضلية وأربطة، بالإضافة إلى إفراز "عوامل النمو Growth) " (Factorsالتي تحفز الخلايا المحيطة وتسرع عملية الأيض والبناء.

كما أن النتائج المتعلقة بالسرعة والقفز جداول (13–8) تؤكد أن اللاعبين في المجموعة التجريبية استعادوا لياقتهم البدنية الخاصة بكرة القدم بشكل أسرع، وهذا يرجع إلى أن الأنسجة المتجددة بفعل الخلايا الجذعية الوسيطة أصبحت أكثر مقاومة وقدرة على تحمل الأحمال التدريبية، مما سمح للمعالج الطبيعي

بالانتقال لمراحل متقدمة من التأهيل (تدريبات المقاومة والسـرعة) في وقت أبكر من المجموعة الضـابطة التي كان لا بد من التعامل معها بحذر أكبر خوفًا من تكرار الإصابة.

وتتفق هذه النتائج مع دراسة (Mahmoud et al., 2021) ودراسة (Centeno et al., 2020) في تأكيد فاعلية الخلايا الجذعية في تسريع التعافي، وتضيف هذه الدراسة بُعدًا جديدًا يتعلق باللياقة البدنية والأداء المهاري الميداني.

الاستنتاجات:

1-حقن الخلايا الجذعية الوسـيطة بالتزامن مع العلاج الطبيعي يؤدي إلى تحسـن دال إحصـائيًا في القوة العضلية والمرونة والمدى الحركي.

2-البروتوكول المقترح يختصر فترة التأهيل بنسبة تتراوح بين 30-40% مقارنة بالعلاج الطبيعي التقليدي وحده.

3-جودة الأنسـجة المتكونة باستخدام الخلايا الجذعية أعلى كما تبينه نتائج الرنين المغناطيسـي، مما يقلل من مخاطر الإصابة المستقبلية.

4-اللاعبون الذين عولجوا بالبروتوكول الدمجي أظهروا مستوى أداء مهاري أعلى عند العودة للملاعب.

التوصيات:

1-العمل على إنشاء بنوك للخلايا الجذعية في المراكز الطبية الرياضية الكبرى لتسهيل استخدامها.

2-اعتماد البروتوكول المقترح كأساس لعلاج الإصابات الخطيرة في الأربطة والعضلات للاعبي كرة القدم المحترفين.

3-إجراء دراسـات لاحقة لتتبع اللاعبين لمدة زمنية أطول (سـنتين) لضـمان خلو البروتوكول من أية آثار جانبية طويلة المدى.

المراجع:

سعود فهد العنزي. (2019). الطب الرياضي الحديث وإصابات الملاعب. الرياض: دار الزهراء للنشر.

سـعيد محمد عبدالرحمن. (2019). الخلايا الجذعية والعلاج التجديدي: المفاهيم والتطبيقات السـريرية. . الرياض: مكتبة العبيكان.

طارق عبد الرؤوف حسين. (2018). أساسيات العلاج الطبيعي والتأهيل الحديث. القاهرة: دار الفكر العربي.

محمد علي حسين و أحمد محمود السيد. (2020). فاعلية برنامج تأهيلي لتقوية العضلات المحيطة بالركبة للاعبي كرة القدم. المجلة العلمية لعلوم التربية البدنية والرياضية، جامعة القاهرة، الصفحات 110-130.

محمد نور الدين السيد. (2020). الاتجاهات الحديثة في علاج إصابات الجهاز الحركي . عمّان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.

Centeno, C. J.-S. (2020). A multi-center analysis of adverse events among patients receiving regenerative medicine treatments. *Journal of Translational Medicine*, pp. 1-11.

Lee, W. Y. (2019). Mesenchymal stem cell therapy for anterior cruciate ligament injury. *Stem Cells International*.

Mahmoud, E. E.-S. (2021). Efficacy of autologous mesenchymal stem cells in treating muscle injuries in athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, pp. 600-608.

Patel, K. B. (2022). Stem Cell Therapy versus PRP for Sports Injuries: A systematic review. Orthopedic. *Journal of Sports Medicine*.

Zhang, X. L. (2018). Mechanisms of mesenchymal stem cells in tissue repair. *Cell Transplantation*, pp. 707-723.

البرنامج العلاجي المقترح (البروتوكول الدمجي)

المرحلة الأولى: التدخل البيولوجي والراحة (الأسبوع 1-2)

- **إجراء عملية استخلاص الخلايا الجذعية من عظم الحوض.(Bone Marrow Aspiration)**
- **فصل وتجهيز الخلايا في المختبر.(GMP Lab)**
- **حقن الخلايا المركزة في موضع الإصابة تحت إشراف طبي.**
- **راحة تامة لمدة 48 ساعة، مع استخدام كمادات ثلج.**
- **حركات سلبية خفيفة للمفصل لمنع التيبس.**

المرحلة الثانية: التأهيل المبكر (الأسبوع 3-6)

- **تمارين ثابتة (Isometric) لتقوية العضلات دون تحريك المفصل.**
- **استخدام الموجات فوق الصوتية (Therapeutic Ultrasound) لتحفيز الدورة الدموية.**
- **تمارين مرونة خفيفة للمدى الحركي.(ROM)**
- **استخدام الدعامات الخفيفة (Braces) حسب نوع الإصابة.**

المرحلة الثالثة: التأهيل المتقدم (الأسبوع 7-10)

- **تمارين مقاومة باستخدام الأربطة المطاطية.**
- **تمارين التوازن والاستقبال الحسي (Proprioception) لتقوية الأربطة.**

- تمارين في حمام السباحة لتقليل الحمل على المفصل.
- بداية التدريبات الهوائية (الدراجة الثابتة).

المرحلة الرابعة: العودة للملاعب (الأسبوع 11-12 وما بعدها)

- تمارين السرعة والرشاقة.(Agility Drills)
- تمارين الانفجار العضلي.(Plyometrics)
- التدريب مع الفريق جزئيًا.(Partial Training)
- التأهل النهائي والعودة للمباريات.(Match Play)