" التتبع الرقمي لمستويات بروتين MG٥٣ كأحد معايير استعادة الشفاء من التمزق العضلي للاعبي كرة القدم "

أ.م.د / جمال عبد الناصر يونس محمود
م.د / أيمن كيلانى عبد القادر عطا

المقدمة ومشكلة البحث :

جنبًا إلى جنب مع البيئة والخبرة والسلوكيات والنظام الغذائي والتدريبي يلعب التكوين البيولوجي والجيني للرياضي دورًا رئيسيًا في فسيولوجيا الأصابة.(١٠: ٢٠١) (٢٥: ٢١٥)

و لقد ظهر تخصص فائق في الجينوم يسمى الجينوم الرياضي وفي الواقع أن بعض أشكال تعدد النوكليوتيدات المفردة يمكن أن ترتبط بوضع الرياضيين وأدائهم ومستواهم مثل حالة الرياضيين الهواة مقابل النخبة أصحاب المستوى الرياضي العالمي. ولها تأثير على مجموعة واسعة من السلوكيات والنتائج المتعلقة بالنشاط البدني بما في ذلك التحمل والقوة والسرعة والمرونة ونظم انتاج الطاقة والتنسيق العصبي العضلي واللياقة الأيضية والقلب والجهاز التنفسي وكذلك الخصائص العقلية والسمات النفسية.(٦: ٤١. ٥٤)

كما يمكن أن يستطيع الجينوم الرياضي من تحديد المواهب وتحسين نتائج الأداء البدني وتعظيمها فضلاً عن توقع مخاطر الإصابات المرتبطة بالرياضة وتوقيت العودة إلى الرياضة.(١٦:٢٩)

وتم العثور على العديد من أشكال النيوكلوتايد المرتبطة بخصائص الرياضيين. على سبيل المثال يبدو أن تعدد أشكال مستقبلات فيتامين(VDR) مرتبط بالقوة البدنية. ويبدو أن مستقبل البراديكينين مرتبط بالقوة والكفاءة في التقلص العضلي . و ألفا أكتينين٣ (ACTN٣) مرتبط بتقلص العضلات و السرعة والقوة ومستقبلات (alpha-٢B) للأستقطاب ATPase Na-K مع السعة الهوائية.(٥: ٢٤٧)

تعتبر إصابات العضلات الهيكلية هي أكثر الإصابات شيوعًا وتشكل تحديًا في الأسعافات الأولية الرياضي وتحدث إصابات العضلات من خلال مجموعة متنوعة من الصور

بما في ذلك الصدمات المباشرة مثل التمزقات والكدمات والإجهاد والأسباب غير المباشرة مثل نقص الأمداد الدموي والخلل الوظيفي العصبي.(٨: ١٢) (١٩: ٣٢)

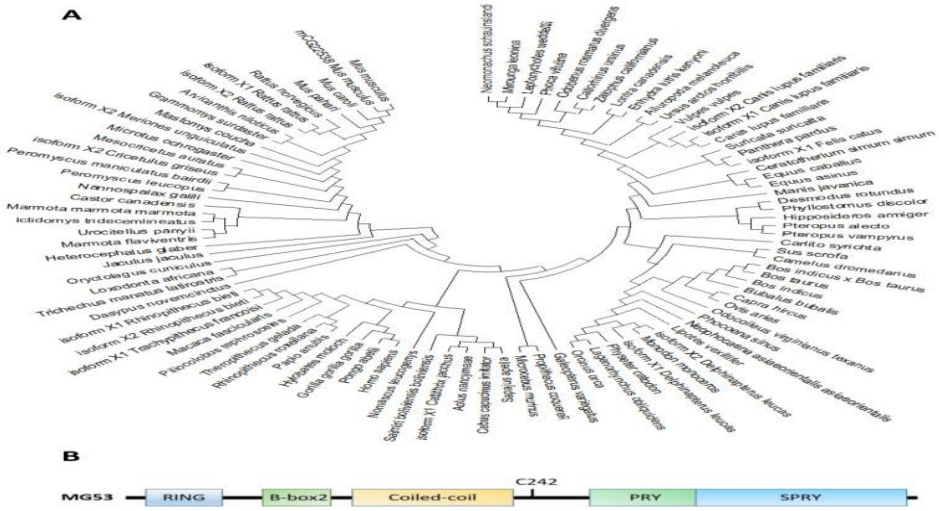
وتتشابه آلية الإصلاح والإصابة في معظم أنواع إصابات العضلات. حيث يتم تمييز ثلاث مراحل هي مرحلة التدمير والالتهاب من ١ إلى ٣ أيام . ومرحلة الإصلاح من ٣ إلى ٤ أسابيع . ومرحلة إعادة البناء من ٣ إلى ٦ أشهر. وتميل المرحلتان الأخيرتان إلى التداخل. (٣٠: ٢٨٨)

عند إصابة العضلة تتمزق الألياف العضلية. ويتكون ورم دموي في نفس الوقت وأثناء هذه المرحلة الأولى يمكن للخلايا الالتهابية أن تغزو مكان الإصابة بحرية بسبب تمزق الأوعية الدموية. أكثر الخلايا الالتهابية وفرة هي الكريات البيضاء متعددة الأشكال. يتم استبدالها بعد ساعات قليلة من الإصابة. تتحول هذه الخلايا في النهاية إلى الخلايا البلعمية الضامة ولها وظيفتان.الأولي تقوم بإزالة الألياف العضلية النخرية عن طريق البلعمة والثانية الأنتاج مع الخلايا الليفية اشارات كيميائية مثل عوامل النمو التي تخص تجديد النسيج.(٢٧: ١٤٤)

يسمح غشاء الخلية بالاتصال والتبادل المعقد بين داخل الخلية وبيئتها خارج الخلية. خلال فترة الحياة، قد تصاب الخلايا بعوامل مختلفة بما في ذلك الإجهاد الميكانيكي، والإشعاع مثل الأشعة فوق البنفسجية، والأدوية البيوكيميائية. إذا لم يتم إصلاح إصابة الغشاء في الوقت المناسب، فسوف تتطور الإصابة إلى موت الخلايا وتلف الأنسجة الدائم. من الأهمية بمكان الحفاظ على السلامة الخلوية لضمان بقاء الخلية وتجديد الأنسجة، حيث ترتبط العيوب في إصلاح غشاء الخلية بالفيزيولوجيا المرضية للعديد من الأمراض البشرية بما في ذلك ضمور العضلات، وفشل القلب، وإصابة الرئة، وأمراض الكلى. باعتباره مجالًا سريع التطور، يهدف الطب التجديدي إلى إصلاح أو استبدال الخلايا والأنسجة والأعضاء التالفة.(٢٢: ٣٦٩)

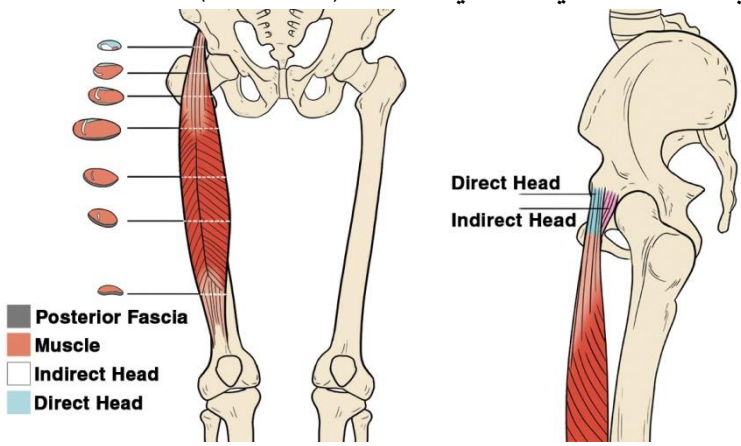
هناك نهج علاجي جديد داخل علوم الطب التجديدي يستهدف إصلاح غشاء الخلية وهو الذي تم اكتشافه مؤخرًا. ويطلق عليها ميستوجين ٥٣ او MG٥٣ هو بروتين عائلي ثلاثي الأطراف يحتوي على بروتنات الحافز الثلاثية وهي عائلة بروتينية مضادة للفيروسات. وتلعب دورًا رئيسيًا في إصلاح تلف غشاء الخلية وتسهيل تجديد الأنسجة. وتم التعرف على MG٥٣ لأول مرة من العضلات الهيكلية باستخدام نهج بروتيني مناعي جديد وصفه ويزليدر وتاكيشيما في عام ٢٠٠٩(٣١ : ٤٣)

يبدأ بروتين MG٥٣ في تكوين رقعة الإصلاح من خلال تسهيل حركة الحويصلات داخل الخلايا إلى موقع إصابة الغشاء. ويوجد بروتين MG٥٣ في العضلات المخططة. وتشير الدراسات إلى وجود مستويات منخفضة من MG٥٣ في خلايا الرئة، والقشرة الداخلية للكلية، بالإضافة إلى خلايا الأنسجة العضلية المتمزقة (٣٢: ٩١)(٧:١٢) (٥٦ :١٤)



شكل(١) مصفوفة الأرتباط الجيني لبروتين MG٥٣

تحتوي العضلة الفخذية المستقيمة على رأسين، مباشر ومنعكس (غير مباشر)، تنشأ من العمود الفقري الحرقفي والحُق الأمامي الوحشي للفخذ،. (١٠ : ٣١)



شكل(٢) منظر تشريحي للعضلة المستقيمة الفخذية

ترتبط إصابة العضلة المستقيمة الفخذية بشكل كبير بالنشاط الرياضي. إنه أمر شائع بشكل خاص عندما يقوم الرياضي بركلة. كما يلعب الشكل المغزلي الطويل للعضلة الفخذية

المستقيمة، وغلبة الألياف من النوع الثاني ، والميل إلى تقلص العضلات اللامركزية، والتشريح الذي يمتد لمفصلين (الورك والركبة) كلها تزيد من قابليتها للإصابة.(١٨ : ٤٠)(٢٠ : ٤٩٣)

مشكلة البحث:

هناك نسبة عالية من إصابات العضلات في كرة القدم.وتحدث معظم هذه الإصابات في الأطراف السفلية بنسبة تصل من ٦٨-٨٨٪. و٢٥٪ منها عبارة عن اجهاد غير مباشر في عضلات الفخذ ويقدر إجمالي الوقت الضائع من النشاط بسبب إصابة العضلات لدى لاعبي كرة القدم بحوالي ٢٠-٣٧٪ على المستوى الاحترافي، و٢٣٪ على مستوى المحلي وبالتالي تشكل مصدر قلق كبير للفرق واللاعبين .

وتمثل اصابات عضلات الفخذ ثاني أكثر إصابات العضلات انتشارًا بين لاعبي كرة القدم بعد إصابات أوتار الركبة، وتحاول كافة فروع الطب الرياضي والتأهيل من عدم حدوث تكرار الإصابة مرة أخري وذلك من خلال اتباع برامج التأهيل المناسبة وتطبيق أفضل وسائل الأستشفاء والألتزام التام بتطبيق البرامج الوقائية علي الرغم من كل ذلك قد تحدث الإصابة مرة أخري في نفس المكان وقد يصل الأمر الي نفس الشكل الحركي والأسباب المؤدية لحدوثها. خلال الإصابة العضلية هناك عملية شفاء تدريجية، لاستعادة قوة العضلات إلى مستوى ما قبل الإصابة قد تحدث إصابة شديدة مرة أخرى بعد العودة إلى الرياضة دون الاستعادة المثالية لقوة الشد أعلى خطر هو أول أسبوعين بعد العودة من الإصابة. يعتمد أغلب العاملين في مجال الإصابة الرياضية علي اجراء بعض الفحوصات الحركية المتمثلة لبعض الصفات البدنية العضلية مثل معدل انتاجية القوة العضلية ودرجة المدي الحركي للمفاصل العاملة عليها مجموعة العضلات المصابة, وقد يطبق البعض التصوير الطبي مثل التصوير بالرنين المغناطيسي أو الأشعة فوق الصوتية التي تعتبر بمثابة وسيلة تشخصية اكثر دقة من الفحص الحركي لكن لم يتطرق أحد في مجال الإصابة الرياضية الي السعي في تطبيق الفحص الجيني لعمل جينات وبروتينات التئأم النسيج العضلي المصاب حيث يعتبر عمل الجينات وانزيمات عملية الشفاء من أصدق المؤشرات العملية التي تعبر عن القدرة الوظيفية لجسم المصاب علي التفاعل مع الإصابة وكذلك دور الجهاز المناعي في رؤية الفيروسات ومراقبة عملية الألتئام حتي اكتمال الشفاء للنسيج العضلي المتمزق. لذلك لجأ الباحثين الي وضع نهج علمي جديد يعتمد علي القيم الرقمية التي تعبر عن منظومة تفاعل جينات وانزيمات الألتئام مع الإصابة في محاولة للوقاية من خلال اتخاذ قرار قائم علي أدلة علمية أكثر

ثباتا لعودة اللاعب المصاب الي التدريبات والمشاركة الأساسية مع الفريق وعدم حدوث الإصابة مرة اخري.

أهداف البحث:

يهدف البحث الي التتبع الرقمي لمستويات بروتين MG٥٣ كأحد معايير استعادة الشفاء من التمزق العضلي للاعبي كرة القدم ووصولا لذلك الهدف تم تحديد الواجبات الفرعية التالية:

- التعرف علي مستويات بروتين MG٥٣ خلال الأسابيع(الأول- الثاني- الثالث- الرابع) بعد الإصابة لدي عينة البحث.
- التعرف علي مستوي بعض الصفات البدنية(القوة العضلية-) بعد الإصابة لدي عينة البحث خلال الأسابيع من الأول حتي الرابع
- التعرف علي العلاقة بين التغير في مستوي بروتين MG٥٣ ونسبة التحسن في بعض الصفات البدنية(القوة العضلية) من الأسبوع الأولي حتي الأسبوع الرابع.

فروض البحث:

- توجد فروق ذات دلالة احصائية لمستويات بروتين MG٥٣ خلال الأسابيع (الأول- الثاني- الثالث- الرابع) لدي عينة البحث.
- توجد فروق ذات دلالة احصائية في معدل بعض الصفات البدنية(القوة العضلية) لدي عينة البحث خلال الأسابيع من الأول حتي الرابع.
- هناك علاقة ارتباط بين التغير في مستويات بروتين MG٥٣ ومعدل التحسن في بعض الصفات البدنية(القوة العضلية- المدي الحركي) لدي عينة البحث.

مصطلحات البحث:

بروتين MG٥٣:-

هو بروتين من عائلة ثلاثية العناصر خاصة بالعضلات في علم المناعة البروتيني لدي الأنسان ويتم التعبير عنها بشكل رئيسي في غشاء ساركوما عضلة القلب وساركوما العضلات الهيكلية. وتوجد بشكل أساسي في العضلات المخططة، ويلعب دورًا أساسيًا في حماية خلايا العضلات الهيكلية ضد أنواع مختلفة من الإصابات الحادة أو الضغوط الفسيولوجية المزمنة.(٢٢ : ٣٦٩)

التمزق العضلي Muscle Tear:-

هو تهتك الألياف العضلية أو الأوتار أو الكيس المغلف للعضلة نتيجة الجهد العضلي الشديد والعنيف المفاجيء بدرجة أكبر من قدرة العضلة علي تحمل هذا الجهد.(**تعريف اجرائي)**

الدراسات المرتبطة ومدي الأستفادة منها:-

١- دراسة عصام عبد الظاهر حسنين (٣) (٢٠٢٤)

عنوان الدراسة: تأثير برنامج تأهيلى مدعم بالموجات التصادمية على فسيولوجية إلتئام التمزق الجزئى للعضلة الضامة لدى الرياضيين.

هدف الدراسة: يهدف البحث إلى التعرف على تأثير برنامج تأهيلى مدعم بالموجات التصادمية على فسيولوجية إلتئام التمزق الجزئى للعضلة الضامة لدى الرياضيين

منهج الدراسة: إستخدم الباحث المنهج التجريبى ، وذلك عن طريق تطبيق القياسات (القبلية، البينية، البعدية)

عينة الدراسة: تم تطبيق الدراسة علي مجموعة واحدة من المصابين بالتمزق الجزئى من الدرجة الثانية للعضالت الضامة على عينة مكونة من(٢٥) لاعب من الرياضاتالفردية والجماعية من المصابين بالتمزق الجزئى من الدرجة الثانية للعضلات الضامة والخاضعين للتأهيل بمركز سلطان للتأهيل الرياضى وتتراوح أعمارهم بين ١٨: ٢٥ سنة،

نتائج الدراسة: أظهرت نتائج البحث أن التأثير االيجابى لتأثير برنامج تأهيلى مدعم بالموجات التصادمية على فسيولوجية إلتئام التمزق الجزئى للعضلة الضامة لدى الر ياضيين يؤدى إلى (تحسن درجة الألم ، تحسن إيجابى للمدى الحركى لمفصل الفخذ، تحسن محيط عضلات الفخذ أعلى الرضفة عند(٥سم، ١٠سم ١٥،سم وتحسن القوة العضلية للعضلات الضامة المصابة.

٢- دراسة أميرة ضياء عبد المنعم (٢) (٢٠٢٤)

عنوان الداسة:أثر استخدام التمرينات الهوائية علي يعض البروتنات المناعية والتحمل الدوري التنفسي لمرض لوكيميا الدم

هدف الدراسة: يهدف البحث الي التعرف على اثر استخدام التمرينات الهوائية على بعض البروتينات المناعية والتحمل الدوري التنفسى لمرضى لوكيميا الدم .إشتمل مجتمع البحث على المصابين بلوكيميا الدم بمركز أورام دار السلام بالقاهرة

منهج الدراسة: تم استخدام المنهج التجريبي

عينة الدراسة: بلغ عدد عينة الدراسة (١٨) مريض ,وتتراوح أعمارهم ما بين(٢٥-٣٠) سنة

نتائج الدراسة: في ضوء النتائج ونتائج التحليل الاحصائي وفي حدود عينة البحث تم التوصل الي ان البرنامج المقترح بإستخدام التمرينات الهوائية لم يحقق النتائج المرجوة على الرغم من أنه يتبع اسلوب علمي نظراً لظروف العينة علي بعض البروتينات المناعية لمرضى لوكيميا الدم. البرنامج المقترح بإستخدام التمرينات الهوائية له تأثير سلبي عل التحمل الدوري التنفسى لمرضى لوكيميا الدم

٣- دراسة أشرف العباسي (١) (٢٠٢٢)

عنوان الدراسة: تأثير ممارسة النشاط الرياضي للمناهج الدراسية علي بعض بروتنات المناعة لطالبات جامعة بني سويف

هدف الدراسة: يهدف البحث الى التعرف على تأثير النشاط الرياضي الدراسي على بعض بروتينات المناعة لطالبات جامعة بني سويف لدى العينة قيد البحث والتعرف على الفروق في قياسات تركيز بروتينات المناعة(IgG – IgM – TLC)،

منهج الدراسة: استخدم الباحثون المنهج التجريبي

عينة الدراسة: اشتملت عينة البحث على(٥٠) طالبه مقسمة إلى(١٥ طالبة من كلية التربية الرياضية وتمثل المجموعة التجريبه) و(١٥) طالبة من كلية الطفولة المبكره وتمثل المجموعة الضابطة) و(٢٠) طالبة تمثل الدراسه الاستطلاعية،

نتائج الدراسة: كانت من أهم النتائج أن النشاط الرياضى والانتظام فى ممارسته له تأثير فعال على بعض بروتينات المناعة وتوصى الباحثة حث الطالبات على ضرورة ممارسة النشاط الرياضي بانتظام ورفع مستوى الثقافة الصحية لدى الطالبات بصفه خاصة والمجتمع بصفه عامة.

٤- دراسة مروة محمد سيد (٤) (٢٠٢٢)

عنوان الدراسة: تأثير الحقن يالبلازما الغنية بالصفائح الدموية والتأييل المائى علي بعض الرياضيين المصابين بتمزق غضروف الركبة الجزئى

هدف الدراسة: هدفت هذه الدراسة الى التعرف على تاثير الحقن بالبلازما الغنية بالصفائح الدموية واتمرينات لتأهيل المائى علي بعض الرياضيين المصابين بتمزق غضروف الركبة الجزئى من الدرجة الأولي

عينة الدراسة: واشتمل مجتمع البحث على مجموعة من الرياضيين المصابين حيث تكونت عينة الدراسة من ١٤ مصاب تم اختيارهم بالطريقة العشوائية العمدية من مجتمع البحث

منهج الدراسة: استخدمت الباحثة المنهج التجريبى ذو تصميم الثلاث مجموعات التجريبية نظرا لملائمته لطبيعة البحث ، استخدمت المجموعة التجريبية الاولى الحقن بالبلازما الغنية بالصفائح الدموية والتمرينات التأهيلية المائية والمجموعة الثانية استخدمت التمرينات التأهيلية المائية فقط ، والمجموعة التجريبية الثالثة استخدمت الحقن بالبلازما الغنية بالصفائح الدموية فقط، وقد استغرق تطبيق البرنامج ١٢ اسبوع بواقع ثلاث وحدات اسبوعية.

نتائج الدراسة: وقد اظهرت نتائج الدراسة بان البرنامج التدريبى باستخدام التدريبات المائية اثر ايجابيبا على تحسن بعض المتغيرات قيد البحث بالترتيب وهم كالتالى : (درجة الالم – التوازن الثابت – التوازن الحركى – القوة العضلية –محيط عضلة الفخذ الامامية والخلفية – المدى الحركى لمفصل الركبة – درجة التئام التمزق الجزئى) ،هذا وتوصى الباحثة بضرورة استخدام التدريبات التاهيلية المائية لمصابى التمزق الجزئى بمختلف درجاته والتنوع فى البرنامج والتمرينات العلاجية للحصول على نتائج افضل فى الدراسات البحثية التالية

٥- دراسة Christopher Tack (١٣) (٢٠١٨)

عنوان الدراسة: الآليات الفسيولوجية لتأثير الفيتامينات والأحماض الأمينية على شفاء الأوتار والعضلات: مراجعة منهجية

هدف الدراسة: تهدف الدراسة الي قييم الأدبيات الحالية من خلال مراجعة منهجية للتأكد مما إذا كانت الأحماض الأمينية/الفيتامينات توفر أي تأثير على التئام العضلات والأوتار، وإذا كان الأمر كذلك، فما هي الآليات الفسيولوجية.

منهج الدراسة: تم استخدام المنهج الوصفي المسحي للعديد من الدراسات

عينة الدراسة: تم تطبيق اجراءات الدراسة علي ٤٧٩ دراسة ، استُبعد منها ٤٦٦ دراسة بشكل رئيسي بسبب التصميم العشوائي.

نتائج الدراسة: استوفت اثنتا عشرة دراسة معايير اجراءات الدراسة الحالية : ثماني دراسات بحثت في التئام الأوتار، وأربع دراسات بحثت في التئام العضلات. استخدمت جميع الدراسات نماذج حيوانية، باستثناء تجربتين بشريتين استخدمتا مُدمِجًا مُركَّبًا. أُجريَ التحليل من خلال تحليل محتوى التأثيرات ذات الدلالة الإحصائية المُثبَتة، وتحليل موضوعي للآليات الفسيولوجية المُقترحة للتدخل. أظهر فيتامين ج تأثيرات غير مباشرة على التئام الأوتار من خلال نشاطه المُضاد للأكسدة. أظهر فيتامين أ تأثيرات مُباشرة على تخليق أنسجة المصفوفة خارج الخلية. أظهر فيتامين هـ تأثيرًا مُضادًا للتكاثر على ترسب الكولاجين.

اجراءات البحث: -

منهج البحث: قام الباحث بأستخدام المنهج الوصفي المقارن بأسلوب العلاقات الأرتباطية.

مجالات البحث:-

- **المجال المكاني:** تمت اجراءات الدراسة في معمل المختبر المركزي للتحاليل الطبية بمدينة مصراته. بدولة ليبيا
- **المجال الزمني:** تمت جميع اجراءات الدراسة الميدانية والمعملية في الفترة من ٥-٣-٢٠٢٤- ١٠-٥-٢٠٢٤
- **المجال البشري:** تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من للاعبي بعض أندية الدوري الليبي الممتاز لكرة القدم بالمنطقة الغربية بنادي الأتحاد المصراتي ونادي السويحلي لكرة القدم وبلغ قوام عينة البحث ٦لاعبين من مصابي تمزق عضلات الفخذ.

جدول (١)

التوصيف الإحصائى للمتغيرات الأساسية لعينة البحث

ن = ٦

الدلالات الإحصائية / المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الإنحراف المعياري	الوسيط	معامل الالتواء	معامل التفلطح
العمر الزمني	سنة	٢٦.٢٢	٢.١٢	٢٦.٢٥	٠.٣٤	-٠.٧٣
الطول	سم	١٧٧.٥١	٢.٧٦	١٧٨.١٥	-١.٢٩	١.٦١
الوزن	كجم	٧٤.٢٢	١.٤٨	٧٤.٢٢	-٠.٤٧	٠.٥٤

يتضح من جدول رقم (١) والخاص بالتوصيف الإحصائى للمتغيرات الأساسية لعينة البحث أن البيانات معتدلة وغير مشتتة وتتسم بالتوزيع الطبيعي للعينة ، حيث انحصرت قيم معامل الالتواء بين (١.٢٩- ، ٠.٣٤١) مما يؤكد اعتدالية البيانات الخاصة بعينة البحث.

قياسات البحث:-

أولا: القياسات المورفولوجية والبدنية:-

- تم قياس (الطول- الوزن- العمر الزمني) بهدف الوصول الي اجراء التجانس الأحصائي لعينة البحث قبل القيام بأجراءات البحث.
- تم قياس القوة العضلية للعضلات العاملة علي مفصل الفخذ(القوة العضلية للعضلات المقربة- المبعدة- القابضة- الباسطة)

ثانيا: قياس مستوي تركيز بروتين MG٥٣

- تمت الموافقة علي تصميم الدراسة الحالية من قبل لجنة أخلاقيات معامل التحليل الطبية بمصراته.
- تم الحفاظ علي خصوصية جميع معلومات عينة البحث.
- تم الحصول علي موافقة كتابية من عدد٦ لاعبين يمثلون مجتمع العينة بالموافقة علي سحب عينة الدم واجراء تحليل مستوي بروتين MG٥٣ بواقع ٥ سم كل أسبوع لمدة أربع أسابيع

- يتم جمع عينات الدم بعد السحب وتوضع في جهاز الطرد المركزي بسرعة ٢٠٠٠ دورة في الدقيقة لمدة من ١٥-٣٠ دقيقة بهدف جمع المصل.
- يتم حفظ المصل عند درجة حرارة ٨٠ درجة مئوية لحين الأستخدام وقياس مستوي تركيز البروتين.
- تم تطبيق اختبار القياس المناعي المرتبط بالإنزيم هو اختبار مناعي يُستخدم عادةً لقياس الأجسام المضادة، ، والبروتينات، والجليكوبروتينات في العينات البيولوجية. ويستخدم هذا الأختبار في تشخيص العدوى، وقياس المستقبلات القابلة للذوبان في السائل الخلوي أو المصل. بهدف التعرف علي الخصائص التحفيزية للإنزيمات للكشف عن التفاعلات المناعية وتحديد كميتها.
- تم اجراء الكشف علي مستوي تركيز البروتين لعدد ٤ مرات أسبوعيا خلال شهر من الأصابة العضلية لمتابعة نشاط البروتين في حدوث الألتئام لغشاء العضلة المصابة بالتمزق.

شكل(٣)

جهاز الطرد المركزي فائق السرعة لقياس تركيز بروتنات الدم

عرض النتائج:-

جدول (٢)

المتوسط الحسابى والإنحراف المعيارى للقياسات المتكررة للقوة العضلية للفخذ ومستوى بروتين MG٥٣

ن = ٦

المتغيرات	الدلالات الإحصائية	الأسبوع الأول	الأسبوع الثانى	الأسبوع الثالث	الأسبوع الرابع
القوة العضلية القابضة للفخذ	س	٨.٧٤	٩.٣٢	٩.٧٩	١١.٢٦
	±ع	١.٠٤	١.١٣	١.٢٢	٠.٨٩
القوة العضلية الباسطة للفخذ	س	١٠.٢٥	١٠.٥٦	١٠.٧٧	١١.٤٥
	±ع	١.٠٤	١.٠١	٠.٨٠	٠.٥٩
القوة العضلية المقربة للفخذ	س	٨.١٣	٨.٦٨	٩.٥٣	١٠.٠٨
	±ع	٠.٣١	٠.٣٧	٠.٤٦	١.٠٣
القوة العضلية المبعدة للفخذ	س	٧.٧٢	٨.١٩	٨.٥٣	٩.٨٦
	±ع	٠.٥٢	٠.٦٥	٠.٣٥	٠.٨٠
مستوى بروتين MG٥٣	س	٢٢١.٩٨	٢٣١.٨٢	٢٠٤.٤٥	١١١.٤٧
	±ع	٥.١٧	٣.٢٤	٥.٤٤	٥.٣٦

يتضح من جدول رقم (٢) أن أعلى قيم للمتوسط الحسابى للقوة العضلية للفخذ كانت لصالح الأسبوع الرابع ، بينما أعلى قيم للمتوسط الحسابى لمستوى بروتين MG٥٣ كانت لصالح الأسبوع الثانى .

جدول (٣)

دلالة الفروق بين القياسات المتكررة لمتغيرات

القوة العضلية للفخذ

ن = ٦

المتغيرات	القياسات	المتوسط الحسابى	دلالة الفروق بين المتوسطات		
			الأسبوع الثانى	الأسبوع الثالث	الأسبوع الرابع
القوة العضلية القابضة للفخذ	الأسبوع الأول	٨.٧٤	٠.٥٨ *	١.٠٥ *	٢.٥٢ *
	الأسبوع الثانى	٩.٣٢		٠.٤٧	١.٩٤ *
	الأسبوع الثالث	٩.٧٩			١.٤٧
	الأسبوع الرابع	١١.٢٦			
القوة العضلية الباسطة للفخذ	الأسبوع الأول	١٠.٢٥	٠.٣١ *	٠.٥٢	١.٢٠
	الأسبوع الثانى	١٠.٥٦		٠.٢١	٠.٨٩
	الأسبوع الثالث	١٠.٧٧			٠.٦٨ *
	الأسبوع الرابع	١١.٤٥			
القوة العضلية المقربة للفخذ	الأسبوع الأول	٨.١٣	٠.٥٥ *	١.٤٠ *	١.٩٥ *
	الأسبوع الثانى	٨.٦٨		٠.٨٥ *	١.٤٠ *
	الأسبوع الثالث	٩.٥٣			٠.٥٥
	الأسبوع الرابع	١٠.٠٨			
القوة العضلية المبعدة للفخذ	الأسبوع الأول	٧.٧٢	٠.٤٧ *	٠.٨١ *	٢.١٤ *
	الأسبوع الثانى	٨.١٩		٠.٣٤	١.٦٧ *
	الأسبوع الثالث	٨.٥٣			١.٣٣ *
	الأسبوع الرابع	٩.٨٦			

جدول (٤)

دلالة الفروق بين القياسات المتكررة لمستوى

بروتين MG٥٣

ن = ٦

المتغيرات	القياسات	المتوسط الحسابى	دلالة الفروق بين المتوسطات		
			الأسبوع الثانى	الأسبوع الثالث	الأسبوع الرابع
مستوى بروتين MG٥٣	الأسبوع الأول	٢٢١.٩٨	٩.٨٤ *	١٧.٥٣ *	١١٠.٥١ *
	الأسبوع الثانى	٢٣١.٨٢		٢٧.٣٧ *	١٢٠.٣٥ *
	الأسبوع الثالث	٢٠٤.٤٥			٩٢.٩٨ *
	الأسبوع الرابع	١١١.٤٧			

جدول (٥)

النسبة المئوية لمستوي التقدم فى القوة العضلية للفخذ

ن = ٦

المتغيرات	القياسات	المتوسط الحسابى	النسبة المئوية للتغير بين المتوسطات		
			الأسبوع الثانى	الأسبوع الثالث	الأسبوع الرابع
القوة العضلية القابضة للفخذ	الأسبوع الأول	٨.٧٤	٦.٦٤	١٢.٠١	٢٨.٨٣
	الأسبوع الثانى	٩.٣٢		٥.٠٤	٢٠.٨٢
	الأسبوع الثالث	٩.٧٩			١٥.٠٢
	الأسبوع الرابع	١١.٢٦			
القوة العضلية الباسطة للفخذ	الأسبوع الأول	١٠.٢٥	٣.٠٢	٥.٠٧	١١.٧١
	الأسبوع الثانى	١٠.٥٦		١.٩٩	٨.٤٣
	الأسبوع الثالث	١٠.٧٧			٦.٣١
	الأسبوع الرابع	١١.٤٥			
القوة العضلية المقربة للفخذ	الأسبوع الأول	٨.١٣	٦.٧٧	١٧.٢٢	٢٣.٩٩
	الأسبوع الثانى	٨.٦٨		٩.٧٩	١٦.١٣
	الأسبوع الثالث	٩.٥٣			٥.٧٧
	الأسبوع الرابع	١٠.٠٨			
القوة العضلية المبعدة للفخذ	الأسبوع الأول	٧.٧٢	٦.٠٩	١٠.٤٩	٢٧.٧٢
	الأسبوع الثانى	٨.١٩		٤.١٥	٢٠.٣٩
	الأسبوع الثالث	٨.٥٣			١٥.٥٩
	الأسبوع الرابع	٩.٨٦			

جدول (٦)

النسبة المئوية للتغير فى مستوى

بروتين MG٥٣

ن = ٦

المتغيرات	القياسات	المتوسط الحسابى	النسبة المئوية للتغير بين المتوسطات		
			الأسبوع الثانى	الأسبوع الثالث	الأسبوع الرابع
مستوى بروتين MG٥٣	الأسبوع الأول	٢٢١.٩٨	٤.٤٣	٧.٩٠	٤٩.٧٨
	الأسبوع الثانى	٢٣١.٨٢		١١.٨١	٥١.٩٢
	الأسبوع الثالث	٢٠٤.٤٥			٤٥.٤٨
	الأسبوع الرابع	١١١.٤٧			

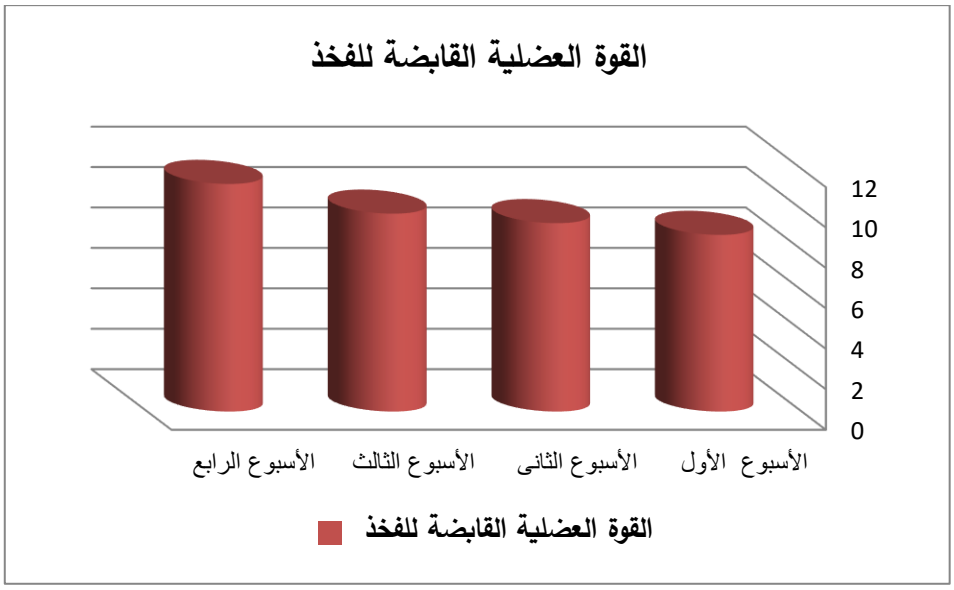
جدول (٧)

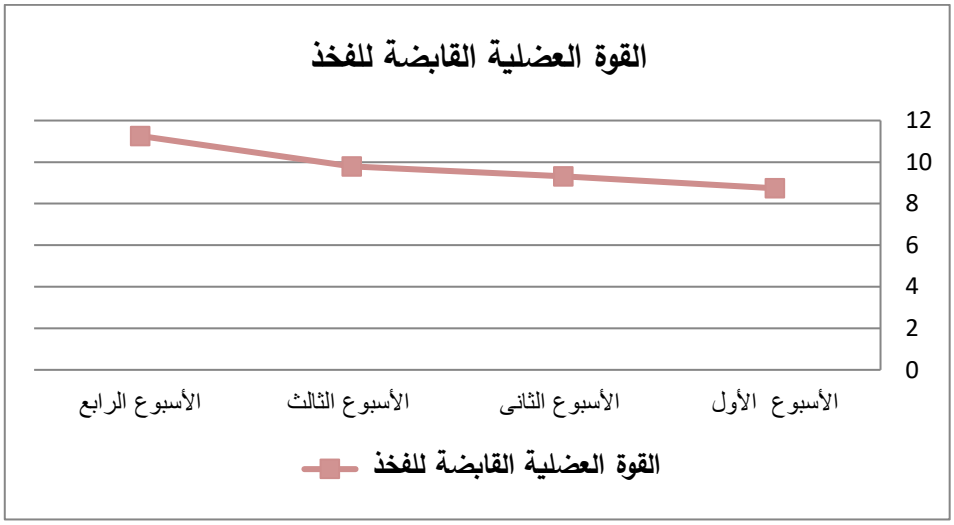
معامل الأرتباط بين متغيرات القوة العضلية للفخذ ومستوى بروتين MG٥٣

ن =٢٤

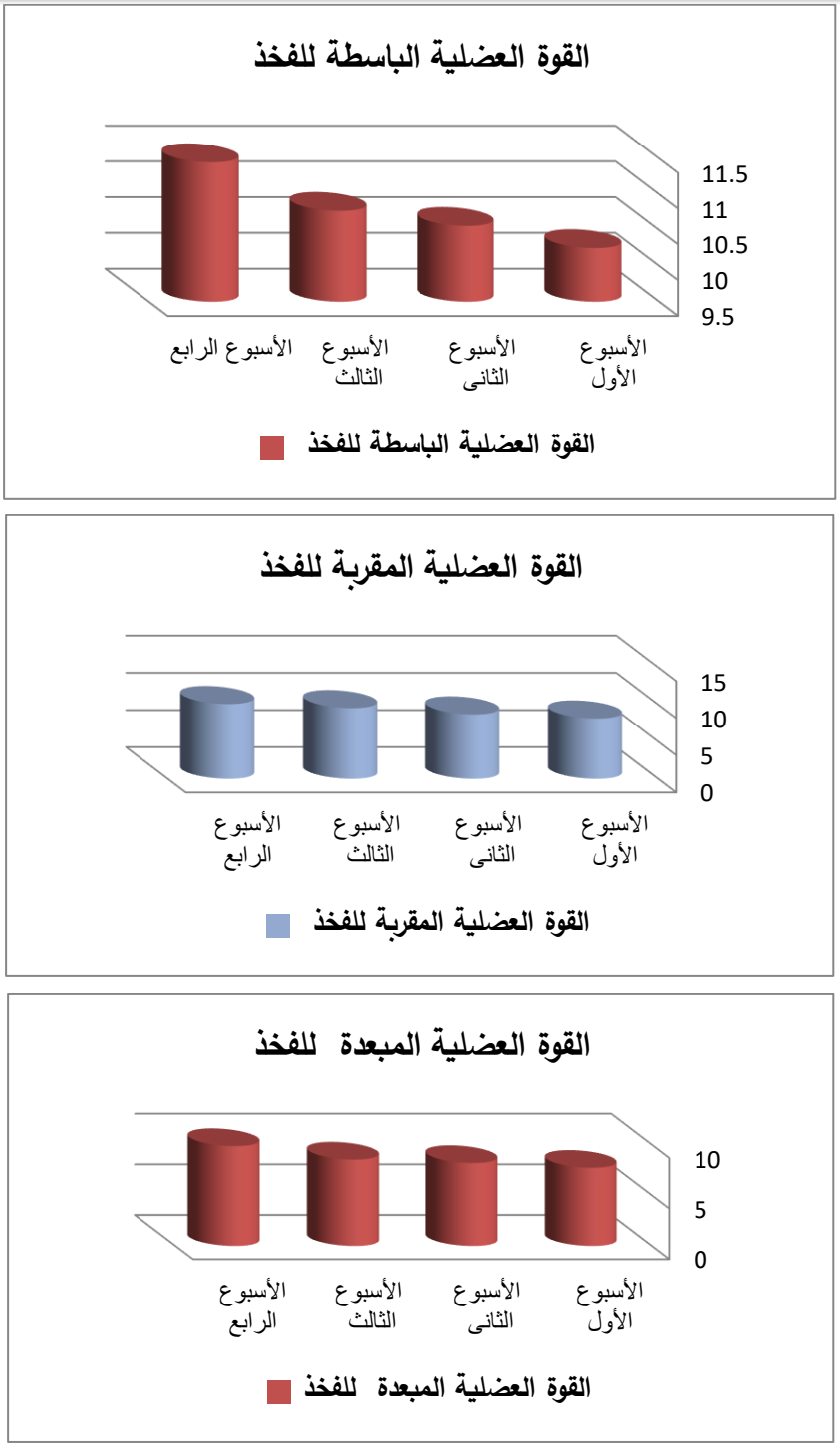
متغيرات القوة العضلية	بروتين MG٥٣	دلالة المعنوية
القوة العضلية القابضة للفخذ	-.٦٨١ *	٠.٠٠
القوة العضلية الباسطة للفخذ	-.٤٤٥ *	٠.٠١
القوة العضلية المقربة للفخذ	-.٦٨٥ *	٠.٠٠
القوة العضلية المبعدة للفخذ	-.٧٩٩ *	٠.٠٠

يتضح من جدول رقم (٧) وجود علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية بين متغيرات القوة العضلية للفخذ ومستوى بروتين MG٥٣ حيث أن قيمة (ر) المحسوبة أكبر من قيمة (ر) الجدولية عند مستوى ٠.٠٥ .

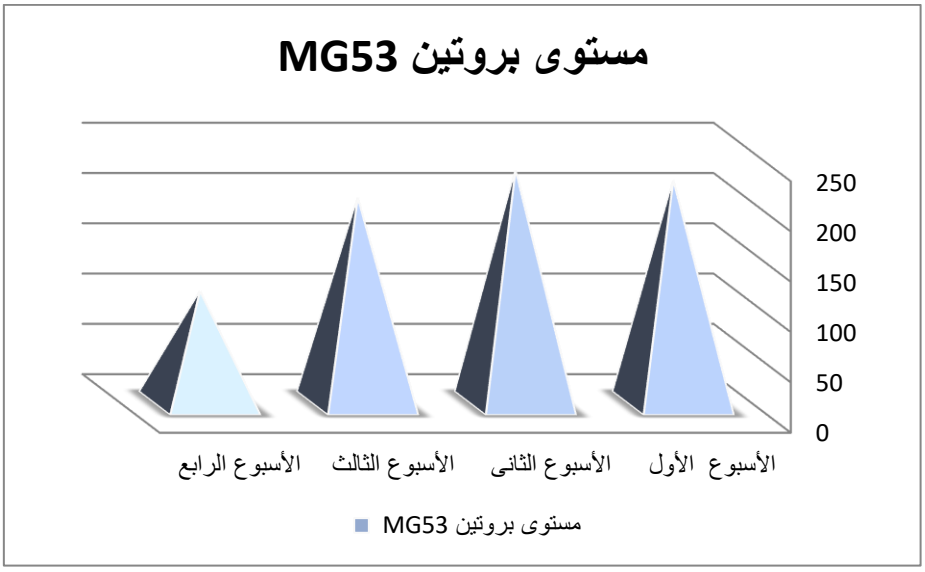




شكل بيانى (١) مستوي التقدم في القوة العضلية القابضة لمفصل الفخذ



شكل بياني (٢) مستوي التقدم في القوة العضلية للعضلات المقربة والمبعدة لمفصل الفخذ



شكل بياني (٣) مستوي التقدم في تركيز بروتين MG٥٣ خلال الأسابيع الأربعة

مناقشة النتائج:-

الطب الرياضي الحديث اهتم بأبحاث وقاية الرياضيين من الإصابة من خلال دراسة طبيعة الإصابات الرياضية لاتخاذ الأجراءات الكافية للوقاية كما أعطياهتماما أكبر للعلاج والتاهيل من الإصاباتحتي يتمكن للاعب أن يعود بعد التاهيل الي مايقرب من الحالة الطبيعية قبل الإصابة.(: ١٢)

يمثل تجديد العضلات عملية توازنية مهمة للعضلات الهيكلية البالغة، والتي تحتفظ، بعد التطور، بالقدرة على التجدد استجابة لمحفزات مصابة مختلفة، واستعادة الألياف العضلية التالفة. ويمكن تقسيم الاستجابة الديناميكية للعضلات الهيكلية للأحداث الضارة تقريبًا إلى مرحلتين رئيسيتين: تدمير الأنسجة ومرحلة إعادة البناء. ومع ذلك، فقد تم تحديد مجموعة من الأحداث الخلوية والجزيئية في هاتين المرحلتين، مما أدى إلى تصنيف أكثر دقة لعملية التجديد. في الواقع، يحدث تجديد العضلات في خمس مراحل مترابطة ومرتبطة بالوقت، وهي: التنكس-النخر، والالتهاب، والتجديد، والنضج أو إعادة التشكيل، والتعافي الوظيفي، مما يعكس التسلسل الهرمي للعملية الكلية التي تسيطر على الأنسجة.(: ٢٤. ٣٧)

يشير **Brancaccio** (٢٠١٠) الي أنه يمكن أيضًا اكتشاف علامات تلف الأنسجة في المصل، مثل بروتينات العضلات الهيكلية مثل الكرياتين كيناز. ونسبة لاكتات ديهيدروجينيز والتروبونين، عند توزيعهما تعتبر مؤشرات معروفة جيدًا لتغيرات أنسجة العضلات، والتي يمكن أن تختلف شدتها في ظل ظروف فسيولوجية مرضية مختلفة.(٤٨)

يتضح من جدول رقم(٣) والشكل البياني (١-٢) والخاص بدلالة الفروق بين القياسات المتكررة لمستوي القوة العضلية للعضلات العاملة علي مفصل الفخذ من الأسبوع الأول الي الأسبوع الرابع وجود فروق ذات دلالة احصائية حيث كانت قيمة دلالة الفروق بين المتوسطات من الأسبوع الأول الي الأسبوع الرابع في مستوي القوة العضلية القابضة لمفصل الفخذ كالتالي(٨.٧٤- ٩.٣٢- ٩.٧٩- ١١.٢٦) وبلغ مستوي القوة العضلية الباسطة للعضلات العاملة علي مفصل الفخذ كالتالي(١٠.٢٥- ١٠.٥٦- ١٠.٧٧- ١١.٤٥)

كما كان مستوي القوة العضلية للعضلات العاملة المقربة لمفصل الفخذ علي النحو التالي (٨.١٣- ٨.٦٨-٩.٥٣- ١٠.٠٨) وبلغ مستوي القوة العضلية للعضلات العاملة المبعدة لمفصل الفخذ (٧.٧٢- ٨.١٩-٨.٥٣- ٩.٨٦) وذلك من الأسبوع الأول حتي الأسبوع الرابع. كما يتضح من جدول(٥) والخاص بالنسبة المئوية لمستوي التقدم في مستوي القوة العضلية من الأسبوع الأول حتي الأسبوع الرابع لدي عينة البحث.نجد ان مستوي التحسن للعضلات القابضة لمفصل الفخذ من الأسبوع الأول (٨.٧٤) جتي الأسبوع الرابع(٢٨.٨٣) وكان مستوي التحسن للعضلات الباسطة لمفصل الفخذ (١٠.٢٥- ١١.٧١) من الأسبوع الأول حتي الأسبوع الرابع. بينما وصل مستوي التحسن للعضلات المقربة والمبعدة لمفصل الفخذ الي (٨.١٣- ٢٣.٩٩)(٧.٧٣- ٢٧.٧٢) وذلك من الأسبوع الأول الي الأسبوع الرابع من القياس. ويرجع الباحث ذلك الي اختلاف بين الخصائص البيولوجية الخاصة بقدرة الجسم علي التعامل مع عمليات انتاج البروتنات والأجسام المضادة للتمزقات العضلية أو الإصابات التي تمر بمراحل كثيرة تتطلب تكوين نسيج شبكي ومن ثم تكون الندبة التي تغطي سطح المساحة المعرضة للتمزق. كما انها في الأصل مرتبطة تلك العوامل بالمحددات الجينة وقدرة الجهاز المناعي علي التعامل مع الأمراض والإصابات المختلفة ومدي الوقت والفترة الزمنية الخاصة بقدرة كل جسم علي انتاج البروتين المسئول عن التعامل مع نوعية الإصابة وذلك من خلال الخريطة الجينة لكل لاعب داخل عينة البحث.

ويؤكد علي ذلك **Menetrey** (٢٠٠٠) أن عملية التجديد والألتئام البيولوجي تتشابه في معظم أنواع إصابات العضلات. ومع ذلك، يتأثر التعافي التام من الإصابة بسبب تطور التليف في الأسبوع الثاني بعد الإصابة. حيث يتكون النسيج الندبي بصورة تكون دائمًا أقل كفاءة ميكانيكيًا، وبالتالي أقل قدرة على أداء وظائف الألياف العضلية الطبيعية. كما أنه أكثر عرضة للإصابة مجددًا.(٢٤ : ١٣١. ١٣٧)

يشير **Pedrinelli**(٢٠٠٦) انهاعلى الرغم من أن العلاج غير الجراحي يؤدي إلى تشخيص جيد لمعظم الرياضيين الذين يعانون من إصابات عضلية، إلا أن عواقب فشل العلاج قد تكون وخيمة، مما يؤدي إلى تأجيل العودة إلى النشاط البدني لأسابيع أو حتى أشهر. وقد تساعد معرفة بعض المبادئ الأساسية لآليات تجديد وإصلاح العضلات الهيكلية في تجنب المخاطر وتسريع العودة إلى الرياضة.(٢٦ : ١٠. ٣٢)

يؤكد **Forcina** (٢٠٢٠) علي إستجابة الأنسجة داخل العضلات الهيكلية تخضع لتدمير الأنسجة وإعادة بنائها. ووفقًا للأحداث الخلوية والجزيئية، هناك خمس مراحل مترابطة ومرتبطة بالزمن، وهي: التنكس–النخر، والالتهاب، والتجدد، والنضج و ٔعادة البناء، والتعافي الوظيفي.(١٥ : ٩)

يشير **Schultz** (٢٠٠٠) الي حدوث التوازن الداخلي فورًا بعد الإصابة، مما يمنع النزيف، ويحدث انقباض الأوعية الدموية، وتنشط الصفائح الدموية، وتلتصق، وتتجمع في مكان الإصابة.و تنشط الصفائح الدموية عند تعرضها للكولاجين خارج الأوعية الدموية مثل الكولاجين من النوع الأول، عبر مستقبلات ميستوجين٥٣ وهي مستقبلات تتوسط تفاعلات الخلية مع المصفوفة خارج الخلية. بمجرد ملامسة الكولاجين، تُطلق الصفائح الدموية الوسائط القابلة للذوبان عوامل النمو وأدينوسين أحادي الفوسفات الحلقي والبروتينات السكرية اللاصقة، مما يجعله في حالة لزجة وتتجمع. تشمل البروتينات السكرية الرئيسية المُطلقة من حبيبات ألفا للصفائح الدموية الفيبرينوجين، وعامل فون ويلبراند. مع استمرار تراكم الصفائح الدموية، تُطلق عوامل التخثر، مما يؤدي إلى ترسب جلطة فيبرينية في موقع الإصابة. تعمل جلطة الفيبرين كمصفوفة مؤقتة. حيث تصبح الصفائح الدموية المتجمعة محاصرة في شبكة الفيبرين وتوفر الجزء الأكبر من الجلطة.(٢٨ : ٩)

يوضح **Frontera** (٢٠١٥) أن اعادة اصلاح نسيج العضلة الهيكلية هو قدرة العضلات المصابة على التعافي وظيفيًا بعد الإصابات وهناك العديد من الأختلافات التي تحدد خصائص الشفاء منها مايرتبط بنوع الإصابة ويرتبط بخصائص الشفاء الجوهرية للأنسجة المصابة بناءً على عدد الألياف العضلية المصابة وقوة العضلات وفقدان الانقباض.(١٧: ١٨٣. ١٩٥)

وفي هذا الصدد يشير **Zhang** (٢٠١١) الي دورة عمل بروتين ميستوجين ٥٣ تبداء من خلال تكوين رقعة الإصلاح من خلال تسهيل حركة الحويصلات داخل الخلايا إلى موقع إصابة غشاء العضلة المصابة(٣٢: ٩١)

ويتفق كلا من **McNeil**(١٩٩٢) و **Bansal** (٢٠٠٣) علي أن إصلاح الغشاء البلازمي آليةٌ شديدةُ الحفظ، وتظهر فيها العديد من قدرات النواة. على الرغم من أن هناك غشاءً دهنيًا بسيطًا ثنائي الطبقة يُمكنه إعادة غلق الهلية طبقا لمبادئ الديناميكا الحرارية، إلا أن وجود هيكل خلوي يُؤدي إلى بقاء الغشاء البلازمي تحت درجةٍ معينةٍ من التوتر. عند بقاءه تحت هذا التوتر، لا يُمكن للتمزقات الصغيرة في غشاء الخلية أن تُعيد الانغلاق تلقائيًا، وبالتالي، لا بد من وجود آليات إعادة الغلق والتجديد داخل الخلايا. وقد ارتبط ضعف وظيفة آليات الإصلاح هذه بالضمور العضلي بعد الإصابة.(٢١ : ١٤٠)(٧ : ٤٢٣)

ديناميكية التئام الجروح معقدة. والفهم الدقيق لعملية التئام الجروح الطبيعية شرط أساسي للكشف عن طبيعة الإصابة. ويبدأ التئام الجروح بالتوازن الداخلي في موقع الإصابة، ثم يتطور إلى مرحلة التهابية يتبعها تكاثر المكونات البروتنية التي تكون المصفوفة، وينتهي بتكوين نسيج ندبي يتميز بتكوين مصفوفة كولاجينية عالية التنظيم.(١٦ : ٣٧)

توقيت الأسعاف في إصابات الجروح والتمزقات العضلية التئام الجروح أمرًا نادرًا في الممارسة السريرية. وليس ضعف فالعوامل الموضعية مسؤولة عن ضعف التئام الجروح وضعف تكوين النسيج الندبي. تلتئم الجروح الحادة وفقًا للتسلسل الطبيعي لعملية الشفاء. أما الجروح المزمنة التي لا تتقدم في الوقت المناسب وبانتظام خلال مراحل الشفاء الطبيعية،. ونظرًا للمضاعفات المبكرة المصاحبة لها، تظل الجروح المزمنة مشكلة سريرية مستعصية وسببًا شائعًا لعدم العودة الي ممارسة الحياة الطبيعة بصورة سريعة.(١٥: ٤١)

الأستنتاجات والتوصيات:-

أولا: الأستنتاجات:-

- توجد علاقة ارتباطية طردية بين قدرة الجهاز المناعي والبروتينات المسئولة عن عمليات الألتئام ومستوي القوة العضلية للعضلات العاملة علي المفاصل الحركية.
- يرتفع مؤشر نشاط بروتين MG٥٣ في الأسبوع الثالث من الإصابة بالتمزق العضلي للعضلات العاملة علي ممفصل الفخذ بنسبة تصل الي ٤٥.٤٨٪ من المعدل الطبيعي.
- يرتفع مستوي القوة العضلية للعضلات العاملة علي مفصل الفخذ من الأسبوع الرابع بعد حدوث الإصابة بالتمزق العضلي.

ثانيا: التوصيات:-

في ضوء أهدف البحث والفروض العلمية وطبيعة المنهج المستخدم وطبقا للمعالجات الأحصائية يوصي الباحث ببعض التوصيات العلمية وهي كمايلي.

- المؤشرات البيولوجية من أصدق وأهم المؤشرات في الحكم علي فعالية البرامج التأهيلية وهي تعتبر بمثابة القرار الحاسم في عودة الرياضي بعد الإصابة.
- البحث في العلاقة بين عوامل النمو وقدرة الخلايا الجذعية علي السرعة في التئام الجروح والتمزقات العضلية.
- اجراء المزيد من الدراسات العلمية حول كيفية استجابة الجهاز المناعي واليات اصلاح وتجدد النسيج العضلي والعظمي بعد الإصابة.
- البحث في العلاقة بين العمر الزمني وقدرة الجسم علي تجديد الخلايا خاصة في إصابات الجلد والأنسجة.من خلال محاولة البحث في ديناميكية التئام الجروح.

المراجع:-

أولا: المراجع العربية:-

١- **أشرف العباسي:** تأثير ممارسة النشاط الرياضي للمناهج الدراسية علي بعض بروتنات المناعة لطالبات جامعة بني سويف.مجلة بني سويف لعلوم التربية البدنية والرياضية. المجلد(٥) العدد(١٠) **صـ١٢٦-١٤٦**.كلية التربية الرياضية .جامعة بني سويف. **٢٠٢٢م.**

٢- **أميرة ضياء عبد المنعم:** أثر استخدام التمرينات الهوائية علي بعض البروتنات المناعية والتحمل الدوري التنفسي لمرض لوكيميا الدم. المجلد(٤) العدد(٤) **صـ١٥٧-١٨٠.** مجلة بحوث التربية البدنية وعلوم الرياضة. كلية التربية الرياضية. جامعة قناة السويس. **٢٠٢٤م**

٣- **عصام عبد الظاهر حسنين:** تأثير برنامج تأهيلى مدعم بالموجات التصادمية على فسيولوجية إلتئام التمزق الجزئى للعضلة الضامة لدى الرياضيين. المجلد(**٢٩**) العدد(**٥**) **صـ ١٤٩-١٧١** . مجلة التربية البدنية وعلوم الرياضة. كلية التربية الرياضية. جامعة بنها. ٢٠٢٢م.

٤- **مروة محمد سيد:** تأثير الحقن يالبلازما الغنية بالصفائح الدموية والتأييل المائى علي بعض الرياضيين المصابين بتمزق غضروف الركبة الجزئى. المجلد(٧١) العدد(١) المجلة العلمية لعلوم وفنون الرياضة.**صـ١٣٧-١٧١.** كلية التربية الرياضية للبنات.جامعة حلوان. **٢٠٢٢م.**

٥- **Ahmetov, I. I., and Fedotovskaya, O. N.** (٢٠١٥). Current Progress in Sports Genomics. Adv. Clin. Chem. ٧٠, ٢٤٧–٣١٤. doi:١٠.١٠١٦/bs.acc..٠٣.٠٠٣

٦- **Ahmetov, I. I., Egorova, E. S., Gabdrakhmanova, L. J., and Fedotovskaya, O. N.** (٢٠١٦). Genes and Athletic Performance: An Update. Med. Sport Sci. ٦١, ٤١–٥٤. Doi: ١٠.١١٥٩/٠٠٠٤٤٥٢٤٠

٧- **Bansal D, et al(٢٠٠٣).** Defective membrane repair in dysferlin-deficient muscular dystrophy. Nature. May ٨;٤٢٣:

٨- **Baoge L, Van Den Steen E, Rimbaut S, Philips N, Witvrouw E, Almqvist KF, ET al** (.٢٠١٢): Treatment of skeletal muscle injury: a review. ISRN Orthop. :٦٨٩٠١٢.

٩- **Bianchi S, Martinoli C, Waser NP, Bianchi-Zamorani MP, Federici E, Fasel** (٢٠٠٢). Central apo-neurosis tears of the rectus femoris: sonographic findings. Skeletal Radiol;

١٠- **Bouchard, C., Rankinen, T., and Timmons, J. A.** (٢٠١١). Genomics and Genetics in the Biology of Adaptation to Exercise. *Compr. Physiol.* ١ (٣), ١٦٠٣–١٦٤٨. doi:١٠.١٠٠٢/cphy.c١٠٠٠٥٩.

١١- **Brancaccio, P.; Lippi, G.; Maffulli,** N (٢٠١٠). Biochemical markers of muscular damage. Clin. Chem. Lab. Med.

١٢- **Cai C., Masumiya H., Weisleder N., Matsuda N., Nishi M., Hwang M., Ko J.K., Lin P., Thornton A., Zhao X., et al.**(٢٠٠٩) MG٥٣ nucleates assembly of cell membrane repair machinery. Nat. Cell Biol. ; ١١:٥٦–٦٤. Doi: ١٠.١٠٣٨/ncb١٨١٢

١٣- **Christopher Tack (٢٠١٨)** Physiological mechanisms of the effect of vitamins and amino acids on tendon and muscle healing: a systematic review. Int J Sport Nutr Exerc Metab. ٢٠١٨ May ١;٢٨(٣):٢٩٤–٣١١.

١٤- **Duann P., Li H., Lin P., Tan T., Wang Z., Chen K., Zhou X., Gumpper K., Zhu H., Ludwig T., et al.**(٢٠١٥) MG٥٣–mediated cell membrane repair protects against acute kidney injury. Sci. Transl. Med. ;٧:٢٧٩ra٢٣٦. Doi: ١٠.١١٢٦/scitranslmed.٣٠١٠٧٥٥.

١٥- **Forcina L, Cosentino M, Musaro A**(٢٠٢٠). Mechanisms regulating muscle regeneration: Insights into the interrelated and time–dependent phases of tissue healing. Cells ٩:

١٦- **Forcina, L.; Miano, C.; Pelosi, L.; Musarò, A**(٢٠١٩). An Overview about the Biology of Skeletal Muscle Satellite Cells. Curr. Genom.

١٧- **Frontera, W.R.; Ochala, J.**(٢٠١٥) Skeletal Muscle: A Brief Review of Structure and Function. Calcif. Tissue Int. , ١٨٣–١٩٥.

١٨- **Hasselman CT, Best TM, Hughes C, Martinez S, Garrett WE.**(١٩٩٥) An explanation for various rectus femoris strain injuries using previously undescribed muscle architecture. *Am J Sports Med*

١٩- **Huard J, Li Y, Fu FH.**(٢٠٠٢) Muscle injuries and repair: current trends in research. : Bone Joint Surg Am. ;٨٤-a (٥):٨٢٢-٣٢

٢٠ - **Jacobson JA. (٢٠٢٠) Ultrasound in sports medicine. Radiol Clin North**

٢١- **McNeil PL, Khakee** R.(١٩٩٢) Disruptions of muscle fiber plasma membranes. Role in exercise-induced damage. Am J Pathol. May; ١٤٠

٢٢- **McPhail M.J., Janus J.R., Lott D.G** (٢٠٢٠). Advances in Regenerative Medicine for Otolaryngology/Head and Neck Surgery. BMJ. ; ٣٦٩:m٧١٨. doi: ١٠.١١٣٦/bmj.m٧١٨

٢٣- **McPhail M.J., Janus J.R., Lott D.G(٢٠٢١).** Advances in Regenerative Medicine for Otolaryngology/Head and Neck Surgery. BMJ.

٢٤-**Menetrey J, Kasemkijwattana C, Day CS, et al.**(٢٠٠٠) Growth factors improve muscle healing in vivo. Journal of Bone and Joint Surgery B.;٨٢(١):١٣١-١٣٧.

٢٥- **Nieman, D. C., and Wentz, L. M.** (٢٠١٩). The Compelling Link between Physical Activity and the Body's Defense System. J. Sport Health Sci. ٨ (٣), ٢٠١-٢١٧. doi:١٠.١٠١٦/j.jshs..٠٩.٠٠٩

٢٦- **Pedrinelli A, Fernandes TL, Thiele E, Teixeira WJ.**(٢٠٠٦) Lesão muscular ciências basics, fisiopatologia, diagnóstico e tratamento. In: Alves Junior WM, Fernandes TD., editors. Programa de atualização em traumatologia e orthopedic (PROATO) Artmed; Porto Alegre:. pp. ١٠-٣٢.

٢٧- **Sappino AP, Schurch W, Gabbiani G.**(١٩٩٠) Differentiation repertoire of fibroblastic cells: expression of cytoskeletal proteins as marker of phenotypic modulations. *Laboratory Investigation*. ; ٦٣(٢):١٤٤-١٦١.

٢٨- **Schultz GS.**(٢٠٠٠) Molecular Regulation of Wound Healing In RA Bryant (ed.), Acute and Chronic Wounds: Nursing Management, ٢nd ed, ٢٩. Philadelphia: Mosby,

٢٩- **Tanisawa, K., Wang, G., Seto, J., Verdouka, I., Twycross-Lewis, R., Karanikolou, A., et a**l. (٢٠٢٠). Sport and Exercise Genomics: the FIMS ٢٠١٩ Consensus Statement Update. Br. J. Sports Med. ٥٤ (١٦),. Doi: ١٠.١١٣٦/bjsports١٠١٥٣٢

٣٠- **Tidball JG**(٢٠٠٥). Inflammatory processes in muscle injury and repair. *American Journal of Physiology*. ;٢٨٨(٢):R٣٤٥-R٣٥٣

٣١- **Weisleder N., Takeshima H., Ma J**(٢٠٠٨). Immuno-proteomic approach to excitation—Contraction coupling in skeletal and cardiac muscle: Molecular insights revealed by the mitsugumins. Cell Calcium. ; ٤٣:١-٨. Doi: ١٠.١٠١٦/j.ceca.٢٠٠٧.١٠.٠٠٦.

٣٢- **Zhang Y., Lv F., Jin L., Peng W., Song R., Ma J., Cao C.M., Xiao R.P.**(٢٠١١) MG٥٣ participates in ischaemic post conditioning through the RISK signalling pathway. Cardiovascular. Res. ;٩١:١٠٨-١١٥. doi: ١٠.١٠٩٣/cvr/cvr٠٢٩