# التعبير الجيني لجين MCT4 كمؤشر لبعض المؤشرات البيوكيمائية كمحدد لقدرة تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب

م.د أكرم حاكم جابر العرداوي
مديرية تربية الديوانية
sp.post73@qu.edu.iq

م.د. علي سلام كاظم علي الصفار
مديرية تربية الديوانية
Ali7699990@gmail.com

استلام البحث: ٢٠٢٦/٣/١٠
قبول البحث: ٢٠٢٦/٣/٣٠

أ.د. اسعد عدنان عزيز
جامعة القادسية – كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
Asaad_Adnan2008@yahoo.com

## ملخص البحث

يتم تحسين عامل وراثي خاص باللياقة البدنية والأداء البدني عن طريق الجينات ، وعن طريقها أيضا يتم معرفة الاستفادة المثلى من التدريب ونظراً للتقدم المذهل لعلوم الهندسة الوراثية والجينية تم الكشف عن بعض الجينات المسئولة عن التغير في منسوب الأداء البدني للرياضيين ومنها الجينات المرتبطة بالجهد اللاهوائي والتعب واللاكتات وهو جين MCT4 وتم اكتشاف عائلة المونوكربوكسيلات MCTs وتم التعرف على ١٤جين من هذه العائلة ، حيث تم التعرف على جين MTC4 في العضلة الهيكلية بشكل متوازن مع جين Mct1 حيث يعتبران معا هما المسئولين عن سرعة امتصاص اللاكتات بالدم والعضلات وعملية أكسدة اللاكتيك للاستفادة منه كوقود للطاقة .ومن خلال ماتقدم تتجلى أهمية البحث حول التعبير الجيني لجين MCT4 كمؤشر لبعض المؤشرات البيوكيمائية كمحدد لقدرة تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب الأمر الذى سيساعدنا في وضع البرامج التدريبية المقننة والمتماشية مع الاستعدادات البدنية لكل لاعب ومحاولة أيضا نحو ظاهرة التعب العضلي، وهدف البحث الى التعرف على التعبير الجيني لجين MCT4 كمؤشر لبعض المؤشرات البيوكيمائية كمحدد لقدرة تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب ، وحدد الباحث مجتمع البحث وهم اللاعبون الشباب لأندية محافظة الديوانية بكرة القدم الدرجة الثانية المشاركين في بطولة المحافظة للشباب للموسم الرياضي ٢٠٢٣-٢٠٢٤ والبالغ عددها (١٠) اندية وتم اختيار (١٤) لاعب يمثلون نادي السنية الرياضي للشباب والحاص على المركز الاول في البطولة التي نظمها الاتحاد الفرعي في كرة القدم في محافظة القادسية ، واهم الاستنتاجات أن القيم الرقمية كانت في وقت الراحة ضمن المستوى الطبيعي للتعبير الجيني لجين MCT4 والمؤشرات البيوكيميائية لانزيم LDH وتركيز حامض اللاكتيك بالدم وهي تقع ضمن الاليات الكيميائية الأساسية للجسم وهذا يثبت ان العينة بوضع صحي سليم وضمن ظروف الراحة الحقيقية ولم تطرأ عليهم أي ظروف أخرى قد تسبب خللا كيمائيا

**الكلمات المفتاحية :** المؤشرات البيوكيمائية، كرة القدم، قدرة تحمل الاداء" جين MCT4

# *Gene Expression of the MCT4 Gene as an Indicator of Some Biochemical Markers as a Determinant of Endurance Performance Capacity in Young Football Players*

***Dr. Akram Hakim Jaber Al-Ardaw***
***Ali Salam Kazem Ali Al-Saffar***
***Prof. Asaad Adnan Aziz***

## *Abstract*

*Physical fitness and athletic performance are influenced by genetic factors, through which the optimal benefits of training can also be determined. Due to the remarkable progress in genetic engineering and genomic sciences, several genes responsible for variations in athletes' physical performance levels have been identified. Among these are genes associated with anaerobic effort, fatigue, and lactate metabolism, including the MCT4 gene.*

*The monocarboxylate transporter family (MCTs) has been discovered, and fourteen genes belonging to this family have been identified. The MCT4 gene has been found in skeletal muscle in balance with the MCT1 gene, and together they are responsible for the rapid transport and*

*absorption of lactate in the blood and muscles, as well as the oxidation of lactic acid to be utilized as an energy fuel.*

*Based on the above, the importance of this research lies in studying the gene expression of MCT4 as an indicator of certain biochemical markers that determine endurance performance capacity among young football players. This will help in designing regulated training programs that match the physical readiness of each player and also contribute to understanding muscular fatigue.*

*The aim of the research was to identify the gene expression of the MCT4 gene as an indicator of some biochemical markers that determine endurance performance capacity among young football players. The research population consisted of youth football players from clubs in Al-Diwaniyah Governorate, participating in the second division youth championship for the 2023–2024 sports season, totaling 10 clubs. The sample included 14 players representing Al-Siniyah Sports Club youth team, which won first place in the championship organized by the Sub-Football Association in Al-Qadisiyah Governorate.*

*The most important conclusions indicated that the numerical values at rest were within the normal range for MCT4 gene expression and for the biochemical indicators, including the LDH enzyme and blood lactate concentration. These values fall within the basic chemical mechanisms of the body, confirming that the sample was in a healthy condition under true resting circumstances and that no other factors affected their biochemical balance.*

***Keyword : Biochemical indicators, MCT4 gene، Football, Endurance performance capacity***

**١- المقدمة:**

إن التقدم الحاصل في أبحاث التكنولوجيا الحيوية والتي تشير الى تطبيق تقني للأنظمة الحية هو مؤشرا بحد ذاته على تطور جميع المجالات العلمية وهذا ما ساهم في حل مشاكل عدة في المجال الرياضي الذي يعد من المجالات التي تأثرت في تقدم العلوم الحيوية و يعيش عالمنا اليوم عصر التقدم العلمي في جميع المجالات حيث حقق العلم وثبات كبيرة ولا يزال في وثب مستمر لتحقيق تقدم أكبر، من أهم دلائل ذلك التقدم هو البحوث في مجال تكنلوجيا الوراثة التي يتم من خلالها توجه نحو إمكانية استخدام تكنولوجيا الوراثة لتغيير وتحسين الأداء الرياضي ، حيث أنه عن طريق الجينات يتم تحديد نوع الرياضة التي تتناسب مع الفرد ، وعن طريق الجينات يتم تحسين عامل وراثي خاص باللياقة البدنية والأداء البدني ، وعن طريقها أيضا يتم معرفة الاستفادة المثلى من التدريب ونظراً للتقدم المذهل لعلوم الهندسة الوراثية والجينية تم الكشف عن بعض الجينات المسئولة عن التغير في منسوب الأداء البدني للرياضيين ومنها الجينات المرتبطة بالجهد اللاهوائي والتعب واللاكتات وهو جين MCT4 . وتم اكتشاف عائلة المونوكربوكسيلات MCTs وتم التعرف على ١٤جين من هذه العائلة ، حيث تم التعرف على جين MTC4 في العضلة الهيكلية بشكل متوازن مع جين Mct1 حيث يعتبران معا هما المسئولين عن سرعة امتصاص اللاكتات بالدم والعضلات وعملية أكسدة اللاكتيك للاستفادة منه كوقود للطاقة .

إذ يعتبر الاعداد المتكامل للرياضي تحديا معقدا يتطلب تكاملا وظيفيا بين جميع مكونات المنظومة التدريبية، حيث يساهم كل عنصر بدور محوري في رفع مستوى الأداء وتحقيق الإنجازات ويبرز دور البيولوجيا الجزئية والجينات الوراثية كأحد الركائز الأساسية فيها إذ تلعب دورا محوريا في العمليات الكيميائية داخل بروتين الخلية التي تعطي العامل الوراثي والشفرة الجينية المناسبة لنوع الرياضة وايضاً الاستجابات الوظيفية للتعبير الجيني ، ومنها التعبير الجيني لجين MCT4 الذي يعتبر من دلائل نقل المونوكربوكسيلات المسئول عن سرعة نقل اللاكتات بالدم والعضلات للرياضين من خلال عملية التدريب والجهد البدني المبذول وعند التعامل مع قيمها الرقمية تعطينا دلالة على طبيعة سرعة نقل اللاكتات بالدم والعضلات وعملية أكسدة اللاكتيك للاستفادة منه كوقود للطاقة والية حدوثة ومما سبق نجد أن الجينات تلعب دورا هاما والذى يترتب عليه تحسين

مستوى الأداء ومنها لعبة كرة القدم التي تعتبر من الالعاب الفرقية التي تحتاج الى أفراد يتميزون بصفات خاصة تؤولهم لممارسة اللعبة حسب التصنيف الجيني الوراثي المميز وعن طريقها يمكن انتقاء لاعبين يرتبطون بالجهد البدني والقابلية البدنية لديهم التي تحتاج الى قدرة عالية على تحمل الارتفاع في نسبة تركيز حامض اللاكتيك نتيجة الجهد البدني اللاهوائي المبذول فيها وهذا الجهد يرتبط بالعديد من التغيرات الفسيولوجية التي تعطي دلالة على مدى كفاءة لاعبي كرة القدم الشباب خلال المباريات . ومن خلال ماتقدم تتجلى أهمية البحث حول التعبير الجيني لجين MCT4 كمؤشر لبعض المؤشرات البيوكيمائية كمحدد لقدرة تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب الأمر الذى سيساعدنا في وضع البرامج التدريبية المقننة والمتماشية مع الاستعدادات البدنية لكل لاعب ومحاولة أيضا نحو ظاهرة التعب العضلي.

**٢- الغرض من البحث**

التعرف على التعبير الجيني لجين MCT4 كمؤشر لبعض المؤشرات البيوكيمائية كمحدد لقدرة تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب.

**٣- الطريقة والاجراءات**

**٣-١- العينة**

لبلوغ اهداف الدراسة حدد الباحث مجتمع البحث وهم اللاعبون الشباب لأندية محافظة الديوانية بكرة القدم الدرجة الثانية المشاركين في بطولة المحافظة للشباب للموسم الرياضي ٢٠٢٣-٢٠٢٤ والبالغ عددها (١٠) اندية وهي (السنية ، الدغارة ، المهناوية ، نفر ، الانتفاضة ، النجمة ، سومر ، اليقضة ، الشامية ،الحمزة ) وبواقع (٢١٤) لاعب وتم اختيار (٢٣) لاعب بشكل عمدي يمثلون نادي السنية الرياضي للشباب والحاص على المركز الاول في البطولة التي نظمها الاتحاد الفرعي في كرة القدم في محافظة القادسية ، ومنهم تم اختيار (٦) لاعب يمثلون عينة التجربة الاستطلاعية ويشكلون

( ٢.٨٠٣٧٠%)من مجتمع البحث وتم استبعاد (٣) لاعبين بعد إجراءات التجانس بحيث أصبح لدينا (١٤) لاعب يمثلون عينة البحث ويشكلون (٦.٥٤٢%) من مجتمع البحث وكما في الجدول (١) ، وتم التأكد من الحالة الصحية للاعبين من خلال إجراء بعض الفحوصات السريرية للتأكد من سلامة عمل الكليتين والجهاز التنفسي لمتغيرات الرئة وأيضاً تم أجراء الاعتدالية والتجانس لدى أفراد عينة البحث وكما في الجدول (٢) .

**الجدول (١) يبين مواصفات مجتمع وعينة البحث**

| ت | الاندية | المجتمع | | المستبعدين | | عينة التجربة الرئيسية | | العينة الاستطلاعية | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | العدد | النسبة | العدد | النسبة | العدد | النسبة | العدد | النسبة |
| ١ | السنية | ٢٣ | ١٠.٧٤٧٦ % | ٣ | ١.٤٠١٨ % | ١٤ | ٦.٥٤٢ % | ٦ | ٢.٨٠٣٧ % |
| ٢ | الدغارة | ٢١ | %٩.٨١٣٠ | ٢١ | ٩.٨١٣٠ % | - | - | - | - |
| ٣ | المهناوية | ٢٠ | %٩.٣٤٥٧ | ٢٠ | ٩.٣٤٥٧ % | - | - | - | - |
| ٤ | نفر | ٢٣ | ١٠.٧٤٧٦ % | ٢٣ | ١٠.٧٤٧٦ % | - | - | - | - |
| ٥ | الانتفاضة | ٢٢ | ١٠.٢٨٠٣ | ٢٢ | ١٠.٢٨٠٣ | - | - | - | - |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | % | | % | | | | |
| ٦ | النجمة | ٢٣ | ١٠.٧٤٧٦ % | ٢٣ | ١٠.٧٤٧٦ % | - | - | - | - |
| ٧ | سومر | ٢٢ | ١٠.٢٨٠٣ % | ٢٢ | ١٠.٢٨٠٣ % | - | - | - | - |
| ٨ | اليقضة | ١٩ | %٨.٨٧٨٥ | ١٩ | % ٨.٨٧٨٥ | - | - | - | - |
| ٩ | الشامية | ٢٠ | %٩.٣٤٥٧ | ٢٠ | % ٩.٣٤٥٧ | - | - | - | - |
| ١٠ | الحمزة | ٢١ | %٩.٨١٣٠ | ٢١ | % ٩.٨١٣٠ | - | - | - | - |
| المجموع | | ٢١٤ | %١٠٠ | ١٩٤ | ٩٠.٦٥٣٥ % | ١٤ | % ٦.٥٤٢ | ٦ | % ٢.٨٠٣٧ |

**٣-٢ تجانس العينة:**

من اجل السيطرة على المؤثرات التي تتسبب في عرقلة سير البحث والرجوع بالفروق إلى المتغير المستقل يجب أن يكون هناك تجانس بين أفراد العينة بمعنى عدم وجود فروق فردية بين أفرادها، حيث قام الباحثان بإجراء بعض القياسات على أفراد عينة البحث بمساعدة فريق عمل مساعد في متغيرات (الطول، الكتلة، العمر، العمر التدريبي) وقد استخدم الباحث معامل الالتواء لإيجاد التوزيع الطبيعي للعينة ومعامل الاختلاف لإيجاد التجانس بين أفراد المجموعة وكما مبين في الجدول (٢).

**الجدول (٢) يبين اعتدالية وتجانس عينة البحث**

| ت | المتغيرات | وحدة القياس | الوسط الحسابي | الوسيط | الانحراف المعياري | معامل الالتواء | معامل الاختلاف |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ١ | الطول | سم | 178.5 | 179 | 5.2733 | -0.006 | 2.9542 |
| ٢ | الكتلة | كغم | 61.7143 | 61.5 | 6.20705 | 0.43 | 10.0577 |
| ٣ | العمر | سنة | 18.2143 | 18 | 0.80178 | -0.437 | 4.4019 |
| ٤ | العمر التدريبي | سنة | 6.5714 | 6.5 | 1.01635 | 0.031 | 15.4662 |

من خلال نتائج الجدول (٢) يتبين ان قيم معامل الالتواء بين (±١) مما يدل على اعتدالية توزيع العينة وقيم معامل الاختلاف أقل من ٣٠% مما يدل على تجانس عينة البحث

**٣- ٣- منهج البحث:**

أن المشكلة وطبيعتها وأهداف البحث هي التي تحدد نوع المنهج المستخدم لذلك استخدم الباحثان **المنهج الوصفي بأسلوب العلاقات الارتباطية** لملاءمته طبيعة الدراسة لأنه المنهج الملائم لحل مشكلة البحث وتحقيق أهدافه .

**٣-٤- متغيرات الدراسة**

تم تحديد المتغيرات التي تلائم الدراسة بشكل كبير والمعالجات الميدانية المتعلقة بها ودراستها لحل مشكلة البحث وكانت كالتالي:

**اولاً: جين mct4 .**

**ثانياً: المؤشرات البيوكيميائية وتشمل:**

١- أنزيم LDH.

٢- تركيز حامض اللاكتيك بالدم.

**٣-٤-١ اختبارا تحمل الأداء**

**اسم الاختبار: اختبار تحمل الأداء المركب(Performance Endurance Test)**

**الهدف من الاختبار:** قياسا تحمل الأداء. ( ١: ٣٢ )

**اسم الاختبار:** اختبار تحمل الأداء المركب(Performance Endurance Test)

**الأدوات المستخدمة:** ساعة إيقاف، (٢٠) كونزات، (٢) سلم، (٧) كرة قدم، (٨) دوائر،(٢) اهداف صغيرة.

**وصف الأداء :** يؤدى هذا الاختبار على شكل محطات على احد نصفي الملعب ، في المحطة (١) يبدأ اللاعب عند سماع أشاره البدء بالقفز على السلم ، ثم يتبعها بالحجل على دائرتين متتاليات بالرجل اليمنى ثم القفز على الرجل اليسرى و اليمنى بالتناوب ليقوم بالحجل على الرجل اليسرى على دائرتين متتاليات وهكذا يستمر اللاعب لحين اكمال جميع الدوائر في المحطة (٢) ، بعدها يقوم بعمل مناولات مع المدرب ثم يقوم بعملية الجري بين الشواخص مع تمرير الكره في محطة(٣) ، وفي محطة (٤) يقوم بالجري بين شاخصين المسافة بينهما(٥م) مع تمرير الكرة مع المدرب في فترة زمنية محددة بـ (٢٠ثا) ، وفي محطة (٥) يقوم بركل الكرة بالقرب من علم الزاوية الى داخل منطقة الجزاء ، ثم يذهب للمحطة رقم (٦) ليقوم بالجري الارتدادي بين أربع شواخص ثم عمل تمريرة مع المدرب ليجري حولة ثم التسديد نحو المرمى بعدها يقوم بالجري السريع على السلم ثم تمريره الكرة مع المدرب ليجري حولة ثم التسديد نحو المرمى أيضا، ومن بعدها يذهب للمحطة (٧) يجد اربع كونزات على شكل مربع مع وجود كونز في منصف المربع المسافة بين جميع الكونزات تكون (١٠م) مع وجود كرتين في اركان المربع وامامهن اهداف صغيرة بارتفاع (١م) وعرض (١م) وعلى بعد (١٠م) عن الكرة يقوم اللاعب بالجري الى منتصف المربع ثم الذهاب الى الكرة ليقوم بتمريرها نحو هدف صغير وهكذا يستمر العمل في المحطة حتى يمس الكونزات الأربع ، في المحطة (٨) يقوم اللاعب بالجري (٣٠م) ثلاث مرات الأولى والثانية تكون بدون كرة اما الأخيرة تكون مع الكرة لينهي الاختبار في المحطة الأولى.




**التسجيل:** يسجل للمختبر الوقت الذي استغرقه في إنهاء الاختبار لا قرب جزء من الثانية .

**الشكل (١) يوضح اختبار تحمل الأداء**

**٣-٤-٢ القياسات المختبرية:**

**١- قياس التعبير الجيني لجين MCT4**

تم قياس التعبير الجيني لجين MCT4 اثناء الراحة من خلال سحب عينات من الدم الوريدي بمقدار (3CC) إذ تؤخذ العينات من منطقة العضد من الدم الوريدي وتوضع عينات الدم في أنابيب خاصة بحفظ الدم (جل تيوب) مرقمة حسب تسلسل اللاعبين من (١-١٤) بحيث أن الرقم يعبر عن اسم اللاعب قبل الجهد ( أثناء الراحة ) ، وبعد ذلك يقوم اللاعب بأداء اختبار تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب ، ويتم سحب عينات من الدم الوريدي بمقدار (3CC) إذ تؤخذ العينات من منطقة العضد من الدم الوريدي وتوضع عينات الدم في أنابيب خاصة بحفظ الدم (جل تيوب) مرقمة حسب تسلسل اللاعبين من (١-١٤) بحيث أن الرقم يعبر عن اسم اللاعب بعد الجهد ( الجهد البدني ) ثم توضع في أنابيب وتحفظ هذه في صندوق التبريد (COOL BOX)لتنقل إلى المختبر ويقوم كادر مختص في التحليل الجيني بأستخدام تقنية **Real-Time PCR** لاستخراج النتائج.

**٢- قياس المتغيرات البيوكيميائية:**

تم قياس (أنزيم LDH ) اثناء الراحة من خلال سحب عينات من الدم الوريدي بمقدار (3CC) إذ تؤخذ العينات من منطقة العضد من الدم الوريدي تم تقسيم عينة الدم المسحوبة (3CC) إلى جزأين، حيث خُصص الجزء الأول للتحليل الجيني باستخدام تقنية (Real-Time PCR) لقياس التعبير الجيني لجينMCT4 ، بينما استُخدم الجزء الثاني لقياس المتغيرات البيوكيميائية ومنها إنزيمLDH ، في حين تم قياس تركيز حامض اللاكتيك من الدم الشعيري باستخدام جهاز (Lactate Pro2). وتوضع عينات الدم في أنابيب خاصة بحفظ الدم (جل تيوب) مرقمة حسب تسلسل الدراجين من (١-١٤) بحيث أن الرقم يعبر عن اسم اللاعب قبل الجهد ( أثناء الراحة ) وقياس تركيز حامض اللاكتيك بالدم من خلال سحب عينات من الدم الشعيري من اصبع السبابة بواسطة جهاز LACTAT PRO2 وبعد ذلك يقوم اللاعب بأداء اختبار تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب ، ويتم سحب عينات من الدم الوريدي بمقدار (3CC) إذ تؤخذ العينات من منطقة العضد من الدم الوريدي وتوضع عينات الدم في أنابيب خاصة بحفظ الدم (جل تيوب) مرقمة حسب تسلسل اللاعبين من (١-١٤) بحيث أن الرقم يعبر عن اسم اللاعب بعد الجهد ( الجهد البدني ) ثم توضع في أنابيب وتحفظ هذه في صندوق التبريد (COOL BOX) لتنقل إلى المختبر ويقوم كادر مختص في التحليل لقياس (أنزيم LDH ) وقياس تركيز حامض اللاكتيك بالدم من خلال سحب عينات من الدم الشعيري من اصبع السبابة بواسطة جهاز LACTAT PRO2 لاستخراج النتائج .

**٣-٤-٣ التجربة الرئيسة:**

تم إجراء التجربة الرئيسة على عينة البحث وهم لاعبو نادي السنية الرياضي للشباب بكرة القدم للموسم (٢٠٢٣-٢٠٢٤) الحاصل على المركز الاول في البطولة التي نظمها الاتحاد الفرعي في كرة القدم في محافظة القادسية بتاريخ (١٦/ ٢٠٢٤/١١) وكالتالي:

**أولا : الجهد البدني:**

تم القياس لعينة البحث من خلال اختبار.

١- اختبارا تحمل الأداء للاعبي كرة القدم الشباب.

**ثانياً: المتغيرات الكيميائية :**

**١-** تم قياس التعبير الجيني لجين MCT4 اثناء الراحة وبعد الجهد ( تحمل الأداء بكرة القدم ).

**٢-** تم قياس (أنزيم LDH ، تركيز حامض اللاكتيك بالدم) اثناء الراحة وبعد الجهد ( تحمل الأداء بكرة القدم ).

**٣-٥- الوسائل الإحصائية :-**

أستخدم الباحثان الحقيبة الإحصائية SPSS لمعالجة البيانات واستخراج النتائج .

**٤- عرض وتحليل ومناقشة النتائج :-**

**٤-١ عرض نتائج التعبير الجيني لجين MCT4 اثناء الراحة وبعد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب:-**

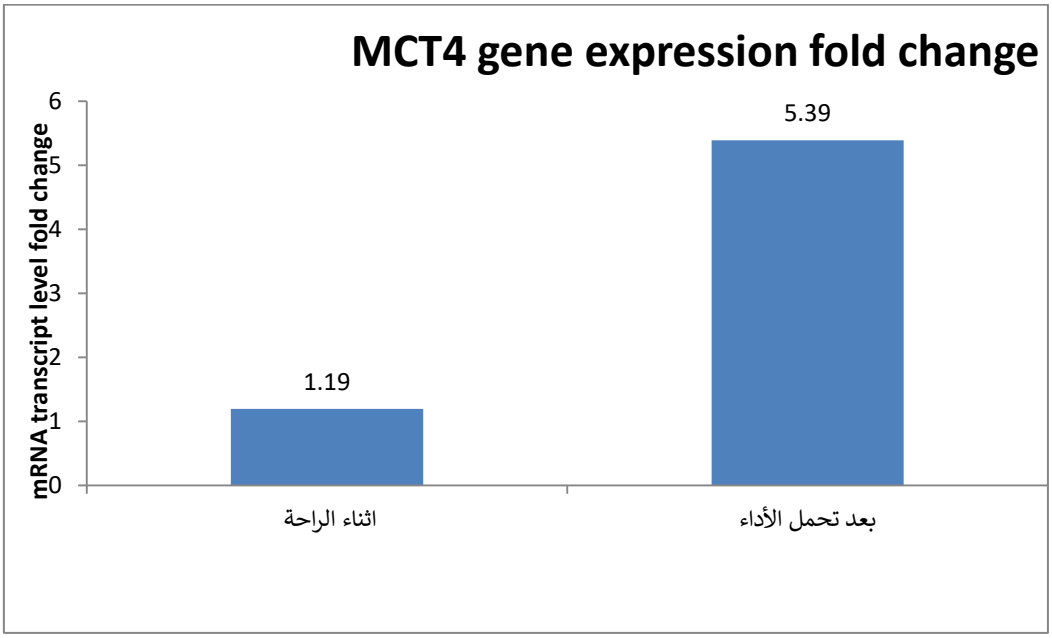
**الجدول (٣)**

**يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للتعبير الجيني لجين MCT4 اثناء الراحة وبعد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب:-**

| المؤشرات | | الوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|
| التعبير الجيني لجين MCT4 Fold change (CTΔ-^2) | أثناء الراحة | 1.19 | 0.52 |
| | بعد تحمل الأداء | 5.39 | 0.91 |

**الشكل (٢)**

**يبين الأوساط الحسابية للتعبير الجيني لجين MCT4 اثناء الراحة وبعد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب**



**٤-٢ عرض نتائج المؤشرات البيوكيميائية اثناء الراحة وبعد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب :-**

**٤-٢-١ عرض نتائج أنزيم LDH اثناء الراحة وبعد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب :-**

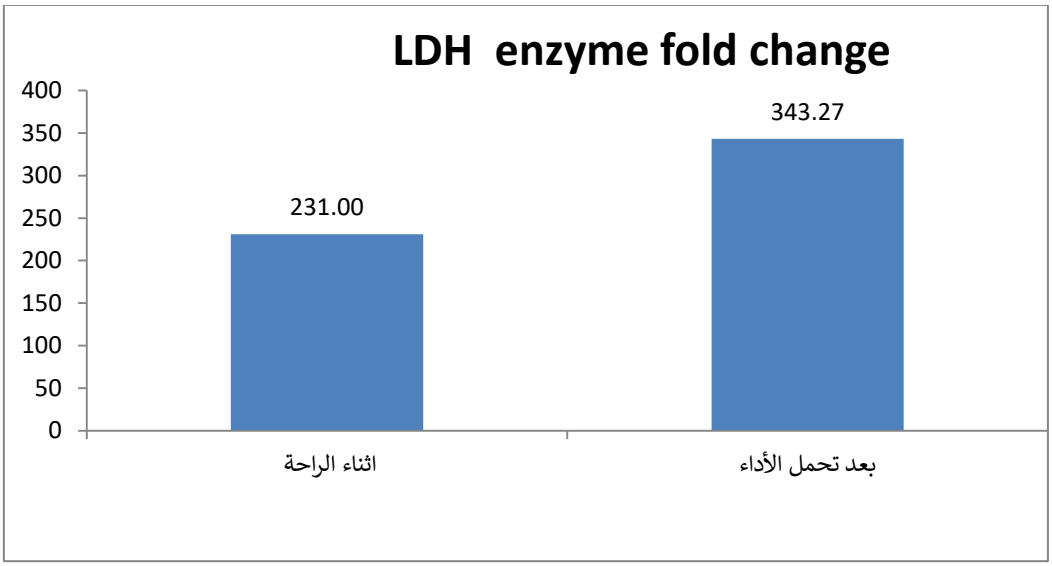
**الجدول (٤)**

**يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لأنزيم LDH اثناء الراحة وبعد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب**

| المؤشرات البيوكيمائية | | الوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|
| أنزيم LDH IU/L | أثناء الراحة | 231.00 | 13.04 |
| | بعد تحمل الأداء | 343.27 | 22.28 |

**الشكل (٣)**

**يبين الأوساط الحسابية لأنزيم LDH اثناء الراحة وبعد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب**



**٤-٢-٢ عرض نتائج تركيز حامض اللاكتيك بالدم اثناء الراحة وبعد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب :-**

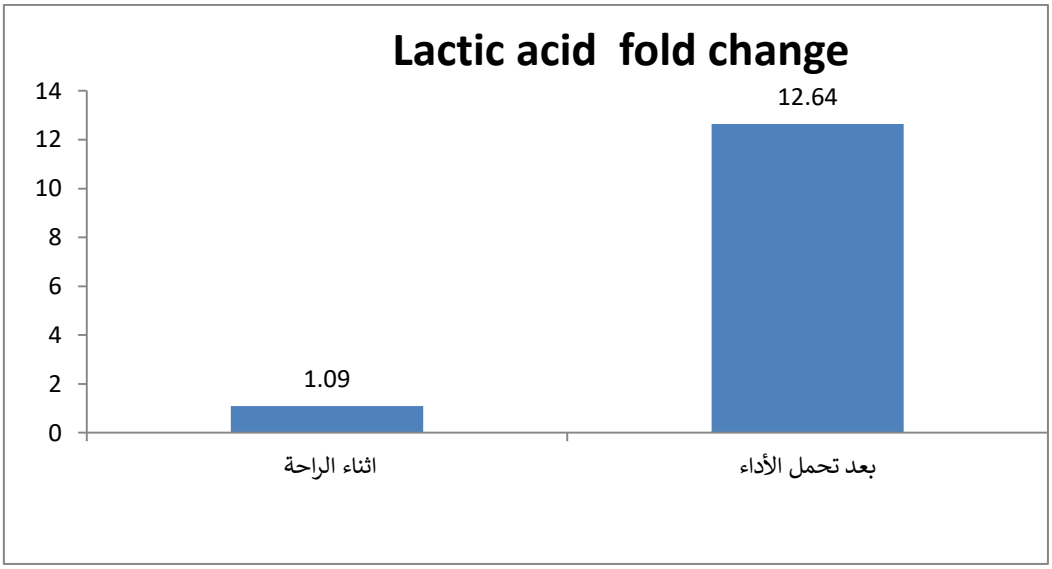
**الجدول (٥)**

**يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية لتركيز حامض اللاكتيك بالدم اثناء الراحة وبعد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب**

| المؤشرات البيوكيميائية | | الوسط الحسابي | الانحراف المعياري |
|---|---|---|---|
| تركيز حامض اللاكتيك بالدم mmol/L | أثناء الراحة | 1.09 | 0.027 |
| | بعد تحمل الأداء | 12.64 | 2.145 |

**الشكل (٤)**

**يبين الأوساط الحسابية لتركيز حامض اللاكتيك بالدم اثناء الراحة وبعد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب**




**٤-٣ مناقشة النتائج :**

من خلال النتائج في الجداول ( ٣، ٤ ، ٥) والاشكال ( ٢، ٣ ،٤ ) تبين أن هناك تباين في القيم الرقمية للتعبير الجيني لجين MCT4 والمؤشرات البيوكيميائية لانزيم LDH وتركيز حامض اللاكتيك بالدم أثناء الراحة وبعد جهد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب ، ويرى الباحثان أن القيم الرقمية كانت في وقت الراحة كانت ضمن المستوى الطبيعي لكل من التعبير الجيني لجين MCT4 والمؤشرات البيوكيميائية لانزيم LDH وتركيز حامض اللاكتيك بالدم وهي تقع ضمن الاليات الكيميائية الأساسية للجسم وهذا يثبت ان العينة بوضع صحي سليم وضمن ظروف الراحة الحقيقية ولم تطرأ عليهم أي ظروف

أخرى قد تسبب خللا كيمائيا (٢: ٤٧) ، لكن مع القيام بالجهد البدني لاختبار تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب كانت القيم الرقمية للتعبير الجيني لجين MCT4 مرتفعة بشكل ملحوظ ويرى الباحثان انه يمكن ايعاز السبب الى ان تعرض جسم لاعبي كرة القدم الشباب للجهد بشكل مباشر بعد الراحة عمل على استثارة الخلية بشكل كبير تفوق الحالة الطبيعية المتعود عليها الجسم في الظروف الاعتيادية وبالتالي كانت ردة الفعل الكيميائية بشكل يؤدي الى أذ يعمل الجين في التخلص من اللاكتات بعد الجهد العالي اللاهوائي أعتماداً على الأنتقال المكوكي للاكتات وبالتالي أكثر تحمل للتعب العضلي ( ٣: ١٧١ ) .

ويُعد جين MCT4 المعروف بـ (SLC16A3 المسؤول عن ترميز ناقل أحادي الكربوكسيلات4 وهو بروتين رئيسي لنقل اللاكتات خارج الخلايا ذات التمثيل الغذائي العالي (مثل العضلات الهيكلية أثناء الجهد). يزداد تعبيره الجيني بشكل ملحوظ في الظروف اللاهوائية، مما يجعله مؤشراً حيوياً مهما ( ٤: ١٠)

ومن أبرز نقاط التعبير الجيني لجين MCT4 وظيفياً يسهّل خروج حمض اللاكتيك من الخلايا، مما يحافظ على درجة حموضة خلوية مناسبة لاستمرار التحلل السكري السريع [١].

وايضاً التعبير في العضلات أذ يتم التعبير عنه في العضلات الهيكلية، ويزداد هذا التعبير بعد الجهد البدني اللاهوائي عالي الشدة ، والتعبير الجيني لـ MCT4 هو جزء من آليات الاستجابة لبيئات العمل اللاهوائية، مما يسلط الضوء عليه كهدف مهم ( ٥: ٢٢٣٣- ٢٢٤٩)

أذ أن جين MCT4 يمكنة القيام بدور هام واضافي وهو أخراج او أدخال اللاكتات أعتماداً على التوازن المطلوب بين عمليات الأيض والأكسدة وبالتالي القدرات الضعيفة للأفراد الذين يكون لديهم جين MCT4 منخفض لتحمل اللاكتات تؤدي الى كفاءة أقل في فقد اللاكتيك من داخل العضلات وبالتالي تؤدي الى عملية تجمع اللاكتات داخل العضلات بشكل كبيير ( ٧: ١٧١ )

اما بالنسبة لارتفاع القيم الرقمية لأنزيم LDH بشكل كبير بعد الجهد البدني لتحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب يرجع السبب الى اعتماد لاعبي كرة القدم الشباب في الحصول على قدر كبير من الطاقة على العمل اللاهوائي ( الفوسفاتي + اللاكتيكي ) الا انه بعد انتهاء دور النظام اللاهوائي – الفوسفاتي في إعادة بناء ATP وتوفير الطاقة اللازمة للأداء ، يبدأ بعده دور النظام اللاهوائي – اللاكتيكي في إعادة بناء ATP وتوفير الطاقة اللازمة للاستمرار في الأداء فأن الزيادة الحاصلة في فعلية أنزيم ( LDH ) متأتية من عمل هذا النظام أذ يعتمد في توفير الطاقة على تحلل الكلوكوز لاهوائياً بسلسلة من التفاعلات تتوسطها انزيمات تنتهي هذه التفاعلات بتحول البايروفيك الناتج من تحلل الكلوكوز الى لاكتيك وهذا التحول يتم بفعل انزيم لاكتيت ديهيدروجين ( LDH ) مما يؤدي الى زيادة مستوى هذا الانزيم ، الى انة " يتحول البايروفين الى لاكتيك عندما يكون الاوكسجين قليلاً anaerbic condition ، كما في العضلات او عندما يكون هناك نشاط عضلي كبير حيث يختزل البايروفيت الى لاكتيك بوساطة NADH وانزيم لاكتيت ديهيدروجين (LDH ) Lactate dehydrogenase ( ٨: ٢٣٠ )

وعندما يكون ثمة نشاط عضلي كبير فان كمية الاوكسجين في العضلات تكون قليلة جداً بحيث لا يمكن ان تصل بسرعة الى المايتوكوندريا لأكسدة NADH الناتج عن مسار الكلايكوليز ففي هذه الحالة فان اللاكتيت ديهيدروجينيز من نوع( - LDH M4 ) مصدر العضلات يحول كمية عالية من البايروفيت الى لاكتيك".

بالأضافة الى ذلك فأن كمية الكلوكوز التي تخرج من الكبد في حالات التدريبات العالية الشدة تصل من ( ٧ – ١٠ ) مرات عن الحالة العادية أي حالة الراحة ، ومن ثم فان هذه الكمية الكبيرة من الكلوكوز سوف تتحول الى بايروفيك والذي يتحول بفعل انزيم (LDH) الى لاكتيك" ( ٩: ٢٨ ) وهذا يفسر لنا السبب في الزيادة الكبيرة لمستوى فعالية هذا الأنزيم بعد الجهد اللاهوائي لاعبي كرة القدم الشباب " أذ أن عملية تحلل السكر العالية في العضلات الهيكلية تجعل منها المنتج الأساسي لحامض اللاكتيك في الجسم وأن الحامض يمكن أستقبالة أيضاً بواسطة عضلات هيكلية أخرى والقلب وأستخدامة كمادة لأنتاج الطاقة وأن هذة العمليات تتم مابين خلية وكذلك عملية الأنتقال المكوكي داخل الخلية توضحان الدور الذي تقوم به اللاكتات في أيصال المواد المؤكسدة وكذلك الدور الهام في عملية أرسال الأشارات الى مابين الخلايا ، كما أن تبادل اللاكتات بين الخلايا ومع بعضها تسهل عن طريق MCT المتواجد في الأغشية العضلية ، حيث يوجد في هذه الخلايا العضلية الهيكلية جين

MCT4 وتتم عملية أكسدة اللاكتات المباشر بواسطة بيوت الطاقة والتي تعتمد على وجود أنزيم LDH المتواجد في بيوت الطاقة ( ١٠: ١٧١ ) .

في تركيز حامض اللاكتيك في الدم كان هناك ارتفاع كبير بعد الجهد البدني لاختبار تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب مقارنة ماقبل الجهد ويعزو الباحثان سبب ذلك هو أن الجهد البدني للاعبي كرة القدم للشباب ناتج من العمل اللاهوائي الذي يقوم به أثناء الجهد لاختبار تحمل الاداء يعمل على أنتاج الطاقة بالطريقة اللاهوائية أذ أن الإرتفاع في مستوى التركيز حامض اللاكتيك يجعل هنالك عبئاً عالياً جداً على لاعبي كرة القدم للشباب وخصوصا يكون الأداء بأقصى جهد وبأكثر تكرار خلال اختبار تحمل الاداء ، آذ أن العمل بالشدة العالية قادر على زيادة حامض اللاكتيك في الدم بسبب عملية تحلل السكر اللاهوائي الذي يقوم به الجسم لإعادة مركب ATP داخل الخلية العضلية مع عدم كفاية الأوكسجين الوارد إلى العضلات العاملة الأمر الذي يؤدي إلى عدم مقدرة الميتوكوندريا على إدخال أيون الهيدروجين المتحرر إلى السلسلة التنفسية وبذلك يتحد حامض البايروفيك مع أيون الهيدروجين مكوناً حامض اللاكتيك ، وانه عند تحطيم جزيئة الكلوكوز يتحرر حامض البايرفيك مع كمية قليلة من ATP ثم يتفاعل البايروفيك مع الأوكسجين ، وعندما تتقلص العضلة بشدة ففي هذه الحالة ستقل نسبة الأوكسجين في الدم وبذلك سيتحد البايروفيك مع ايونات الهيدروجين المتحررة لتكوين حامض اللاكتيك ( ١١: ١٠٧٤) وان هذه الزيادة في التركيز تكون نتيجة أرتفاع مستوى التعبير الجيني لجين MCT4 لديهم أذ يعمل الجين في التخلص من اللاكتات بعد الجهد العالي اللاهوائي اعتمادا على الأنتقال المكوكي للاكتات وبالتالي أكثر تحمل للتعب العضلي(١٢: ٨٦)

أذ أن جين MCT4 يمكنة القيام بدور هام واضافي وهو أخراج او أدخال اللاكتات أعتماداً على التوازن المطلوب بين عمليات الأيض والأكسدة وبالتالي القدرات الضعيفة للأفراد الذين يكون لديهم جين MCT4 منخفض لتحمل اللاكتات تؤدي الى كفاءة أقل في فقد اللاكتيك من داخل العضلات وبالتالي تؤدي الى عملية تجمع اللاكتات داخل العضلات بشكل كبير( ١٣: ٤٣١-٤٠٤ )

**٥- الاستنتاجات**

١- هناك تباين في القيم الرقمية للتعبير الجيني لجين MCT4 والمؤشرات البيوكيميائية لانزيم LDH وتركيز حامض اللاكتيك بالدم أثناء الراحة وبعد جهد تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب.

٢- أن القيم الرقمية كانت في وقت الراحة ضمن المستوى الطبيعي للتعبير الجيني لجين MCT4 والمؤشرات البيوكيميائية لانزيم LDH وتركيز حامض اللاكتيك بالدم وهي تقع ضمن الاليات الكيميائية الأساسية للجسم وهذا يثبت ان العينة بوضع صحي سليم وضمن ظروف الراحة الحقيقية ولم تطرأ عليهم أي ظروف أخرى قد تسبب خللا كيمائيا.

٣- كانت القيم الرقمية للتعبير الجيني لجينMCT4 مرتفعة بشكل ملحوظ نتيجة تعرض جسم لاعبي كرة القدم الشباب للجهد بشكل مباشر بعد الراحة عمل على استثارة الخلية بشكل كبير تفوق الحالة الطبيعية المتعود عليها الجسم في الظروف الاعتيادية وبالتالي كانت ردة الفعل الكيميائية بشكل يؤدي الى التخلص من اللاكتات بعد الجهد العالي اللاهوائي..

٤- أرتفاع القيم الرقمية لأنزيم LDH بشكل كبير بعد الجهد البدني لتحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب نتيجة اعتماد لاعبي كرة القدم الشباب في الحصول على قدر كبير من الطاقة على العمل اللاهوائي ( الفوسفاتي + اللاكتيكي ) الا انه بعد انتهاء دور النظام اللاهوائي – الفوسفاتي في إعادة بناء ATP وتوفير الطاقة اللازمة للأداء يبدأ بعده دور النظام اللاهوائي – اللاكتيكي في إعادة بناء ATP وتوفير الطاقة اللازمة للاستمرار في الأداء.

٥- أرتفاع القيم الرقمية لتركيز حامض اللاكتيك في الدم بعد الجهد البدني لاختبار تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب نتيجة عملية تحلل السكر اللاهوائي الذي يقوم به الجسم لإعادة مركب ATP داخل الخلية العضلية مع عدم كفاية الأوكسجين الوارد إلى العضلات العاملة الأمر الذي يؤدي إلى عدم مقدرة الميتوكوندريا على إدخال أيون الهيدروجين المتحرر إلى السلسلة التنفسية وبذلك يتحد حامض البايروفيك مع أيون الهيدروجين مكوناً حامض اللاكتيك.

**٥- المصادر**

١- يونس عجلاوي راضي : أثر تنوع اشكال جين EPOR وتحمل الأداء في بعض المتغيرات الفسيولوجية للاعبي كرة القدم، رسالة ماجستير،جامعة القادسية،٢٠١٩

٢- - اسعد عدنان عزيز: فسيولوجيا الانسان العامة وفسيولوجيا الرياضة ، ط٢،بغداد، مطبعة جامعة الكوفة ، ٢٠١٨، ص٤٧.

٣- - حسين احمد حشمت وعبد الكافي عبد العزيز : التكنلوجيا الحيوية والمنشطات الجينية في المجال الرياضي . ط١ ، دار الكتب الوطنية . بنغازي ، ليبيا ، ٢٠١٠، ص١٧١.

٤- uri S., Juvale K. (2020). Monocarboxylate transporter 1 and 4 inhibitors as potential therapeutics for treating solid tumours: a review with structure-activity relationship insights. Eur. J. Med. Chem. 199:112393. .10.1016/j.ejmech.2020.112393

٥- Baek G., Tse Y. F., Hu Z., Cox D., Buboltz N., McCue P., et al. (2014). MCT4 defines a glycolytic subtype of pancreatic cancer with poor prognosis and unique metabolic dependencies. Cell Rep. 9 2233–2249. 10.1016/j.celrep.2014.11.025

٧ . - حسين أحمد حشمت ،عبد الكافي عبد العزيز أحمد : المصدر السابق نفسة ، ٢٠١٠، ص١٧١.

٨ - طلال سعيد النجفي : الكيمياء الحياتية ، جامعة الموصل ، دار الكتب للطباعة والنشر، ١٩٨٧، ص٢٣٠.

٩ - - بهاء الدين ابراهيم سلامة : التمثيل الحيوي للطاقة في المجال الرياضي ، القاهرة ، دار الفكر العربي ، ١٩٩٩، ص٢٨.

١٠ - - حسين أحمد حشمت ،عبد الكافي عبد العزيز أحمد : مصدر سبق ذكرة ، ط١، دار الكتب الوطنية ، بنغازي ٢٠١٠، ص١٧١.

١١ Yasna.C. B. et al (2019). Monocarboxylate transporter 4 (MCT4) is a high affinity transporter capable of exporting lactate in high-lactate microenvironments: J Biol Chem . 2019 Dec 27;294(52):20135-20147. doi: 10.1074/jbc.RA119.009093.

١٢ A Bonen. (2001 The expression of lactate transporters (MCT1 and MCT4) in heart and muscle: Eur J Appl Physiol . 2001 Nov;86(1):6-11. doi: 10.1007/s004210100516.

١٣ محمد علي امام ،مها رشوان عبد الله : التنوع الجيني لجين MCT4 وعلاقته بالتعب العضلي لدى لاعبي العاب القوى، مجلة أسيوط لعلوم وفنون التربية الرياضية ، المجلد ٤٧ ، العدد ٥ ، ٢٠١٨، ص٤٠٤-٤٣١.

**References**

1. Ajlawi, Y. A. R. (2019). The effect of EPOR gene polymorphism and endurance performance on some physiological variables in football players (Master's thesis). University of Al-Qadisiyah.
2. Al-Najafi, T. S. (1987). Biochemistry. University of Mosul Press.
3. Aziz, A. A. (2018). General human physiology and sports physiology (2nd ed.). University of Kufa Press.

4. Baek, G., Tse, Y. F., Hu, Z., Cox, D., Buboltz, N., McCue, P., et al. (2014). MCT4 defines a glycolytic subtype of pancreatic cancer with poor prognosis and unique metabolic dependencies. Cell Reports, 9, 2233–2249.

5. Bonen, A. (2001). The expression of lactate transporters (MCT1 and MCT4) in heart and muscle. European Journal of Applied Physiology, 86(1), 6–11.

6. Hashmat, H. A., & Abdulaziz, A. K. (2010). Biotechnology and genetic doping in sports. National Book House, Benghazi.

7. Imam, M. A., & Abdullah, M. R. (2018). Genetic polymorphism of MCT4 and its relationship to muscle fatigue in track and field athletes. Assiut Journal of Physical Education Sciences, 47(5), 404–431.

8. Salama, B. I. (1999). Energy metabolism in sports. Dar Al-Fikr Al-Arabi, Cairo.

9. Uri, S., & Juvale, K. (2020). Monocarboxylate transporter 1 and 4 inhibitors as potential therapeutics for treating solid tumours. European Journal of Medicinal Chemistry, 199, 112393.

10. Yasna, C. B., et al. (2019). Monocarboxylate transporter 4 (MCT4) is a high affinity transporter capable of exporting lactate in high-lactate microenvironments. Journal of Biological Chemistry, 294(52), 20135–20147.

**٧- التوصيات**

١. الاستفادة من نتائج ارتفاع التعبير الجيني لجين **MCT4** في تصميم برامج تدريبية تعتمد على الجهد اللاهوائي لتحسين قدرة تحمل الأداء لدى لاعبي كرة القدم الشباب .

٢. ضرورة مراقبة مستوى إنزيم **LDH** خلال الموسم التدريبي لما له من دور في تقييم الحمل التدريبي وتجنب الإجهاد الزائد .

٣. الاعتماد على قياس تركيز **حامض اللاكتيك** كمؤشر فسيولوجي مهم لتنظيم شدة التدريب وفترات الراحة .

٤. استخدام التحليلات الجينية والبيوكيميائية بشكل دوري لتقييم الحالة الوظيفية للاعبين وتحسين كفاءتهم البدنية .

٥. التأكيد على إجراء المزيد من الدراسات حول جين **MCT4** وعلاقته بالأداء الرياضي لتطوير المجال الرياضي باستخدام التقنيات الحديثة .