التنوع الجيني لجين MCT4 وعلاقته بالتعب العضلي لدى لاعبي ألعاب القوي

[*] د/ محمد علي إمام يوسف

[**] د/ مها رشوان عبد الله عبد الله

المقدمة ومشكلة البحث:

يمر العالم الآن بثورة كبيرة في العديد من المجالات بصفة عامة والمجال الرياضي بصفة خاصة وكان لاكتشاف الخريطة الجينية والوراثية للإنسان بمثابة الشرارة الأولى التي فجرت العديد من التساؤلات والمقترحات حول إمكانية استخدام الجينات وتوجيهها لكي تخدم النشاط الرياضي والبدني وتحقيق الإنجاز المطلوب وذلك من خلال استخدام الجينات في عملية الانتقاء والتوجيه نحو نشاط معين. (١: ٤٧٧)

إن العوامل الوراثية تساهم في إظهار الفروق بين الرياضيين عند تحقيقهم المستويات العليا في الأداء غير أنه لا يمكن ضمان تقدم المستوى الرياضي بدون التدريب المكثف فالرياضي الذي يمتلك رصيدا جينياً لتحمل السرعة ولكن ليس لديه الحماس للرغبة في التدريب لا يمكن أن يصل مستواه إلى مستوى الرياضي الذي يمتلك رصيداً أقل من الجينات ولكنه يتدرب أكثر ولكي تظهر العوامل الوراثية تأثيرها يجب أن تتوفر الظروف التي تساعد على ذلك مثل التدريب الجيد. (٢٧ : ٧٦٦)

وتعتبر مسابقات الميدان والمضمار من الرياضيات الأساسية التي تكسب الشباب القوة والسرعة وهى أصل الألعاب الأوليمبية القديمة وهى أهم

---

[*] دكتوراه في التربية الرياضية قسم العلوم الصحية بكلية التربية الرياضية للبنات– جامعة الإسكندرية.

[**] مدرس بقسم علوم الصحة الرياضية بكلية التربية الرياضية – جامعة أسوان

الألعاب الأولمبية الحديثة ومقياس لحضارة الشعوب فضلاً على أنها تخلق فى الفرد التكامل النفسي والبدني. (١٢: ٥٦)

ويرى "**حسين حشمت ومحمد صلاح**" (٢٠٠٩) أن مشروع الجينوم البشرى تطور تطوراً طبيعياً للمواضيع الشائعة في البيولوجيا، وهى سِلْسَلة للجينات أي تحديد الجينات الكلية في الكائن الحي والتي تحويها الدنا **DNA** وأصبح حل تتابع الدنا البشرى بمثابة خطوة تاريخية فى عصرنا الحديث. (٧ : ٣٤٣)

ويرى "**مايكل آنجلاد Maykel England**" (٢٠٠٨) أن اللاعبين الذين لديهم جينات معينة هم أكثر قدرة على النجاح في المستويات المتقدمة بالرغم من ذلك لم يتوصل إلى الحد الذي يمكن عنده تحديد مقدرات اللاعب الأولمبي المستقبلية عن طريق فحص الجينات. (٢٦ : ٦٣)

ويشير "**ميورس Muyores وآخرون**" (٢٠٠١) أن وظيفة التنوع الجيني الأساسية هي التحكم بنشاط الجينات مع التقدم بالعمر، ويعتبر **MCT1** هو أساس تشغيل وعمل البرامج الحيوية حيث تلتقط للاكتات وتنقلها داخل وخارج الخلايا العضلية واكتشف الباحثون فى الواقع أربعة عشر ناقل وأن هناك نوعان هما الأكثر أهمية هما جيني **MCT1 , MCT4** وتم التعرف على كليهما في خلايا العضلات ويعتبر هذا ا لتجمع للجين مفيد وهام في نقل الاكتات وخاصة إلى الألياف العضلية الحمراء لأنها تحتاج إلى الكثير منها لإنتاج الطاقة بينما الألياف البيضاء ليس لديها القدرة على استخدام الاكتات الذي يتم إنتاجه فيها وهى تحتاج إلى التخلص من فائض الاكتات وجين **MCT4** فعال وجيد في قذف الاكتات خارج الخلايا البيضاء.(٢٧:١٥١-١٥٩)

نظراً للتقدم المذهل لعلوم الهندسة الوراثية والجينية تم الكشف عن بعض الجينات المسئولة عن التغير في منسوب الأداء البدني للرياضيين وتم تحديدها وتقسيمها إلى عدة أنواع وفقاً لنوع الأنشطة (هوائية- لاهوائية) كالآتي:

جدول (١)

الجينات المسئولة عن التغير في منسوب الأداء البدني للرياضيين (٥: ٧٦)

الوظيفة	باللاتينية
المسئول عن القوة العضلية	ACTN3 Gene
المسئول عن التحمل	HIF1 Gene
المسئول عن التعب والاكتات	MCT1 Gene
المسئول عن إنتاج الاكتات	MCT4 Gene
المسئول عن تركيب الجسم	ADRB2 Gene
المسئول عن الانتقاء	ACE Gene

ويضيف "**ديمرولانج Dimmer and Lang** " (٢٠٠٠) أن جين **MCT1** يتواجد داخل الألياف العضلية الحمراء وحساسيته إلى التدريب وخاصة تدريبات التحمل ، حيث أنها تضيف دوراً هاماً لهذه الجينات كناقلات للاكتات داخل الميتوكندريا وداخل الألياف العضلية (ساركوليما) الخاصة بانتقال الاكتات الضروري من خلية إلى خلية ، أما جين **MCT4** فيظهر أنه أحد المكونات الناقلة لغشاء الخلية العضلية البيضاء المشاركة بعملية تبادل الاكتات بين الخلية والخلية إلي الألياف الحمراء وليس داخل الخلية الواحدة لأكسدة الاكتات وأن أعضاء عائلة جين MCT4 (المصدرة) تم التعرف عليهم كأحد متشابهات الجينات **Informs** في العضلات البيضاء.(١٩: ٢١٩-٢٢٧)

ويشير "**توماس وبيريى وآخرون Thomas C,PerreyS,et AL**" (٢٠٠٥) إلى أن محتوى كلاً من جينى**MCT4** و **MCT1**ومدى ارتباطهما بالتخلص من لاكتات الدم بعد التدريب يتوقف على شدة ومدة التدريب حيث أثبت نتائج الدراسة أن انتقال للاكتات بعد دقيقة من التدريب يعتمد على محتوى جين **MCT1**وليس جين **MCT4** بينما زيادة محتوى كلاً من جينى **MCT4** و**MCT1** يرتبط ارتباطا سلبياً بانخفاض تركيز الاكتات في نهاية الدقيقة من تدريب عالي الشدة،وتوصل الباحثون إلى أن تنوع جين **MCT1** في العضلات الهيكلية يرتبط بسرعة ثابتة لعمليات خروج الاكتات بعد

التدريب لمدة دقيقة وارتباطها بمؤشرات التعب، وأكد أيضا أن تنوع جين MCT1 قد يكون هام في التخلص من الاكتات بعد تدريب عالي الشدة اعتماداً على الانتقال المكوكي للاكتات وبالتالي تحمل أكثر للتعب العضلي وأن جين MCT1 متنوع الظهور والعمل والتعبير ولكنه موجود بغزارة فى القلب والألياف الحمراء حيث ينظم عمله اعتماداً على زيادة العمل البدني مؤكداً دوره الهام فى عملية أكسدة الاكتات. (٣٠: ٨٠٤-٨٠٩)

ويشير "**حسين حشمت" أن "جورج بروكس**" (١٩٩٨) أدخل نظرية حديثة عن الانتقال المكوكي للاكتات حيث تنتقل الاكتات بين الخلايا العضلية لإمداد خلايا عضلية أخرى بالطاقة عن طريق تبادل الاكتات بين الخلايا وبعضها من الألياف البيضاء إلى الحمراء تحدث بوجود ناقلات خاصة وهي جينى MCT4، MCT1 ويتم ذلك بنقل الاكتات من الألياف البيضاء عن طريق جين MCT1 إلى الألياف الحمراء واستخدمها كوقود للطاقة ويتم ذلك عن طريق عمليات الأكسدة المباشرة للاكتات بواسطة الميتوكندريا في وجود إنزيم LHD المتواجد في الميتوكندريا (٦ : ٢٤٥)

ويعتبر جين MCT4 بروتين يتم إنتاجه من الجين الأصلي (SLC16A3) وهذا البروتين يساعد على حركة الاكتات عبر أغشية الخلايا حيث يتواجد فى الغشاء الخلوي العضلي فقط ، وهو مسئول عن خروج الاكتات من الخلايا البيضاء المنتجة، ويرمز له بالرمز (17 q 25.3) أي أنه يقع في الكر وموسوم رقم ١٧ في الذراع الطويلة q في المنطقة ٢٥ في الشريط رقم ٣ . (٢٣ :٦٥٧)،(٢٨ :١٦١١)

موقع جين MCT4 وعمله

ويعتبر الهدف الرئيسي لتدريب إنتاج الاكتات هو دفع اللاعب لأداء تدريبات عالية الشدة تستثير الجلكزة اللاهوائية إلى أعلى مستوى لها، وبطبيعة الحال ينتج عن ذلك زيادة في إنتاج الاكتات نتيجة التمثيل الغذائي للجليكوجين في غياب الأكسجين، وبالطبع تكون شدة الأداء عالية وهذا النوع من الأداء هو أقل من تدريبات القدرة بدرجة بسيطة وفى نفس الوقت لايتطلب قدراً من التحمل؛ لأن الهدف الرئيسي هنا هو تدريب اللاعب على زيادة سرعة الأداء؛ ولذلك ينعكس هنا هدف التدريب عن تدريبات تحمل الاكتات، فالهدف الأساسي لتدريبات إنتاج الاكتات هو زيادة إنتاج الاكتات بالعضلة (١ : ٣١٣)

وإنتاج الاكتات ترتبط بإنتاج البروتونات (H) أثناء الممارسة الرياضية عالية الشدة وأن زيادة احتفاظ العضلات بالبروتونات يؤدى إلى ارتفاع في درجة حموضة العضلات (انخفاض الأس الهيدروجيني) وهنا يأتي دور MCT4 في المحافظة على درجة حموضة العضلات بقذف الاكتات ومعها أيون الهيدروجين (H) إلى الدم وذلك لأن حركة الاكتات مقترنة بحركة الهيدروجين ولكن ليس هذا كل شئ فهناك أنظمة أخرى تساعد في إزالة الهيدروجين من الدم مثل المنظمات الحيوية ومن أمثلتها نظام البيكربونات وغيرها من الأنظمة وهنا يكتمل دور MCT4 في المحافظة على الأس الهيدروجيني داخل العضلات العاملة وبالتالي القدرة على الاستمرار في الأداء لفترة أطول.(٣٠ : ٨)

من المعروف أن اللاكتك يعطى مؤشراً ومدلولاً على مدى كفاءة الفرد البدنية وحالته الوظيفية لذا فإن التعرف على التنوع الجيني لجين MCT4 وعلاقته بمستوي الأداء للاعبي المسافات الطويلة يتحدد على أثره التعرف علي الفروق الفردية بين اللاعبين مما يسهم بشكل ملحوظ في الإستفادة القصوى من قدرات اللاعبين.

ومن خلال عمل أحد الباحثين في المشروع القومي لإعداد الناشئين ومساعدة الباحث الثاني لوحظ أن عملية التوجيه للاعبين نحو تخصص معين "رياضة معينة" (بالمشروع القومي للناشئين) تتم عن طريق إجراء اختبارات بدنية خاصة بكل لعبة فقط وبطريقة غير منظمة مما يؤدى إلى توجيه اللاعبين إلى سباق لا يتناسب مع قدراته الفسيولوجية والبدنية مما يهدر الكثير من المال والجهد الذي يُبذل مع هذا الناشئ طوال فترات التدريب ، ولكن لو تم الأخذ في الاعتبار دور الفروق الجينية بين اللاعبين وخاصة جين MCT4 الذي يعد هو المسئول عن تحديد الصفات والخصائص البدنية للتعب العضلي كواحد من الخريطة الجينية البشرية الأمر الذي يترتب عليه توجيه اللاعبين توجيهاً صحيحاً نحو رياضة تتناسب وقدراتهم على أسس جينية بالإضافة للقياسات الجسمية والبدنية المحددة من بعض الخبراء أعضاء اللجنة العليا للمشروع بوزارة الشباب والرياضة مما يسهم بشكل فعال في إعداد وتجهيز بطل مصري أولمبي ويوفر بذلك الكثير من المال والجهد في التدريب.

ومن هنا حرص الباحثان في محاولة منهما للتعرف على هذه المشكلة والتعرف على هذا الجين للاستفادة القصوى منه في المجال الرياضي بصفه عامة ورياضة ألعاب القوى بصفة في عملية انتقاء اللاعبين .

ومن خلال إطلاع الباحثان على الدراسات والمراجع العلمية والاتصال بالشبكة الدولية للمعلومات (Internet) لاحظت وفى حدود علمها عدم تطرق أي من الباحثين في مجال مسابقات الميدان والمضمار بجمهورية مصر العربية لدراسة مدى العلاقة بين التنوع الجيني لجين MCT4 والتعب العضلي مما دفع الباحثان للتطرق لهذه المشكلة.

أهمية البحث :

- الأهمية العلمية :

محاولة التعرف على أهمية حامض اللاكتك كأحد مصادر الطاقة أم أحد مسببات التعب.

-الأهمية التطبيقية :

هذا البحث يساعد في تفسير أن تركيز لاكتات الدم تفيد في التنبؤ بأداء التحمل من عدمه.

هدف البحث :

يهدف البحث الحالي إلي :

١- التعرف على التنوع الجيني Determination of Genotype لجين MCT4باستخدام القياسات الفسيولوجية والبدنية .

٢- دراسة العلاقة بين التنوع الجيني والتعب العضلي المصاحب للأداء البدني للاعبي المسافات الطويلة للعينة قيد البحث .

فروض البحث :

١- توجد فروق بين لاعبي المسافات الطويلة في التنوع الجيني .

٢- توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين التنوع الجيني والقياسات الفسيولوجية للاعبي المسافات الطويلة قيد البحث .

٣- توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائياً بين التنوع الجيني والقياسات البدنية للاعبي المسافات الطويلة قيد البحث.

مصطلحات البحث:

- **التنوع الجيني** Genotype

هو تعدد الجينات بين الأفراد من نفس المجموعة السكانية مثل تعدد مجموعات الدم A, B,AB,O. (٤: ١٧٤)

- طريقه تفاعل سلسلة البلمرة Polymerase Chain PCR Reaction

طريقة معملية لتتابع الـ DNA والـ RNA (البروتين) خاصة تؤدى لتكبيره إلى حوالي مليون مرة خلال ساعة واحدة فقط. (٤ : ١٧٢)

- جين MCT4 :

عبارة عن بروتين يتم إنتاجه من الجين الأصلي (SLC16A3) يساعد على حركة الاكتات عبر أغشية الخلايا حيث يتواجد في الغشاء الخلوي العضلي فقط ، وهو مسئول عن خروج الاكتات من الخلايا البيضاء المنتجة، ويرمز له بالرمز (17 q 25.3) أي أنه يقع في الكر وموسوم رقم (١٧) في الذراع الطويلة q في المنطقة ٢٥ في الشريط رقم ٣ . (٢٢ : ٥٤٦)

الدراسات السابقة :

قام الباحثان بحصر لمجموعة من الدراسات السابقة فقد قسمها الباحثان إلي دراسات عربية وآخري أجنبية ، وقاما بعرضها مصنفة ومرتبة من الأحدث للأقدم .

أولاً : الدراسات العربية :

١- قام "**محمد صلاح محمد**" (٢٠١٦) (١٤) بإجراء دراسة بعنوان "**تأثير برنامج تدريبي على معدل تركيز جين MCT4 وعلاقته بالتعب العضلي وتركيب الجسم لدى الملاكمين**"، حيث استهدفت الدراسة التعرف علي تأثير البرنامج التدريبي علي معدل تركيز جين MCT4 لدي عينة البحث، والتعرف علي علاقته بالتعب العضلي وتركيب الجسم، حيث استخدم الباحث المنهج التجريبي والوصفي نظراً لملائمته لطبيعة البحث، حيث قام الباحث باختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من الملاكمين الناشئين تحت (١٨) سنة بنادي المؤسسة الرياضية بالمنيا التابعين لمنطقة بنى سويف للملاكمة للهواة والبالغ عددهم (٤) لاعبين، واستخدم الباحث البرنامج المقترح واستمارة تسجيل بيانات وقياسات اللاعبين كأحد أهم أدوات جمع البيانات، وكانت من أهم النتائج التي توصل إليها الباحث أن زيادة تركيز جين MCT4 يعمل على زيادة

تركيز لاكتات الدم، زيادة تركيز لاكتات الدم تعطى مؤشراً للقدرة على تحمل الأداء.

٢- قام "**عبد الكافي عبد العزيز احمد**" (٢٠٠٦) (١٠) بإجراء دراسة بعنوان (**تنوع العامل الجيني ACE وارتباطه بمستوى الأداء البدني للاعبي كرة اليد بالجماهيرية الليبية**) وهدفت الدراسة إلي التعرف على التنوع الجيني للاعبي منتخب الجماهيرية فى كرة اليد التعرف على ارتباط تحسين مستوى الأداء البدني بالتنوع الجينيACE التعرف على ارتباط تحسين مستوى الأداء البدني بالمتغيرات البيولوجية قيد البحث وتم استخدام المنهج الوصفي لملائمته لطبيعة البحث وكانت عينة الدراسة عينة قوامها (١٢) لاعب من لاعبي منتخب الجماهيرية الأول لكرة اليد واستخدم الباحث مجموعة من الأدوات لضبط متغيرات البحث رستاميتر لقياس الطول ميزان طبي لقياس الوزن القياسات الجينية جهاز الطرد المركزي وخلص الباحث الي أن هناك تنوع جينى للاعبين حيث ساد التنوع الجيني **ACEDD** بنسبة ١٧، ٩١% يليه التنوع الجينيACEII نسبته ٠.٠٠٠٩% البرنامج الموضوع أثراً إيجابياً على القدرات البدنية ما عدا المرونة لم تظهر لها أى دلالة إحصائية .

ثانياً : الدراسات الأجنبية :

٣- قام "**جيول Juel** " (٢٠٠٤) (٢٥) بإجراء دراسة بعنوان "**تأثير تدريب القوة العضلية على إطلاق لاكتات العضلات ومحتوى MCT1,MCT4 لدى المصابين بالداء السكري من النوع الثاني**" واستهدفت الدراسة التعرف على التأثيرات المرتبطة بتدريبات القوة العضلية وارتباطها بإطلاق لاكتات العضلات وكذلك محتوى **MCT1,MCT4,** واشتملت

عينة البحث على ١٠ أفراد مصابين بالداء السكري من النوع الثاني و٧ رجال أصحاء خضعوا لبرنامج القوة العضلية لمدة ٦ أسابيع ، وكان من أهم نتائج الدراسة أن محتوى **MCT1** في العضلات لدى المصابين أقل مقارنة بالأصحاء وأن تدريبات القوة العضلية تزيد من محتوى **MCT1** لدى الأصحاء وكذلك المصابين وهذه الزيادة تعمل على تطبيع المحتوى في النوع الثاني بالنسبة للمصابين وكذلك عدم وجود زيادة فى محتوى **MCT4** لدى المصابين في حين تزداد استجابته لتدريبات القوة لدى الأصحاء وأن الزيادة في محتوى **MCT1** و **MCT4** وقعت نتيجة التدريبات منخفضة الشدة.

٤- قام "**أيجور وآخرون Igor et al** " (٢٠٠١) (٢٤) بإجراء دراسة بعنوان **(التنوع الجيني ACEI/D لدى لاعبي روسيا)** وهدفت إلي التعرف على العلاقة بين التنوع الجيني لدى لاعبي روسيا في الألعاب المختلفة واستخدم المنهج التجريبي لملائمته لطبيعة البحث والعينة٢١٧ لاعبا روسيا ٤٤٩ عينة ضابطة واستخدمت بعض القياسات لضبط متغيرات البحث منها بعض القياسات الجينية القياسات الأنثربومترية جهاز الريستاميتر لقياس الطول والوزن وكانت أهم النتائج – وجود زيادة للتنوع الجيني **ACED** بين اللاعبين المتميزين في المسافات القصيرة وزيادة في التنوع الجيني **ACEIO** بين لاعبي المسافات المتوسطة هناك ارتباط بين لاعبي المسافات القصيرة والسباحين التنوع الجيني **ACED** وكذلك لاعبي المسافات المتوسطة والسباحة لنفس المسافة بين التنوع الجيني**ACEI** .

٥- قام "**ديوبوشاود Debouched** " (٢٠٠٠) (٢٠) بإجراء دراسة بعنوان "**تدريبات التحمل والتعبيرات الفسيولوجية لكل من** LDH, MCT1 MCT4, **في الجهاز الهيكلي العضلي للإنسان**" واستهدفت الدراسة

التعرف على تأثير تدريبات التحمل على التعبيرات الفسيولوجية لكل من MCT4 , MCT1 , LDH في الجهاز الهيكلي العضلي للإنسان، واشتملت عينة البحث على ٩ ذكور غير مدربين وغير مدخنين وتم تنفيذ التدريب على الدراجة الأرجومترية لمدة ٩ أسابيع بواقع ٦ تدريبات في الأسبوع بشدة ٧٥% من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وكان من أهم نتائج الدراسة أن التدريب على التحمل يزيد من التعبير الجيني لجين MCT1 في العضلات ، مع إحداث تأثيرات متغيرة على التعبير الجيني لجين MCT4 وأن كل من جينى MCT1 و MCT4 يشاركان في عملية الانتقال المكوكي للاكتات.

خطة وإجراءات البحث :

منهج البحث :

قام الباحثان باستخدام المنهج الوصفي نظراً لملائمته لطبيعة البحث .

مجتمع وعينة البحث :

يتمثل مجتمع البحث في لاعبي ألعاب القوي (لاعبي المسافات الطويلة) المسجلين بمنطقة ألعاب القوي بسوهاج والممارسين والبالغ عددهم (٩) لاعبين وتتراوح أعمارهم من (٢٠-٢٣) سنة، وتم إختيار العينة بالطريقة العمدية من المسجلين بالاتحاد والبالغ عددهم (٥) لاعبين، وتم تطبيق الدراسة الاستطلاعية علي عدد (٤) لاعبين.

شروط اختيار العينة :

١- موافقة اللاعبين (عينة البحث) علي الاشتراك في تطبيق إجراءات البحث .
٢- أن يكون جميع اللاعبين متقاربين في المتغيرات قيد البحث .
٣- وقوع عينة البحث في مجتمع إقليمي واحد ومتقارب.
٤- الحالة الصحية الجيدة لأفراد عينة البحث وخلوهم من الأمراض.

٥- عدم تطبيق أي تمرينات أو برامج تدريبية أثناء تطبيق البحث بخـــلاف البرنامج المحدد.

توزيع أفراد العينة توزيعاً إعتدالياً :

قام الباحثان بالتأكد من مدى اعتدالية توزيع أفراد عينة البحث الأساسية في (معدلات النمو، المتغيرات البدنية، المتغيرات الفسيولوجية) والجداول (٢، ٣) يوضح ذلك .

جدول (٢)

المتوسط الحسابي والوسيط والانحراف المعياري ومعامل الالتواء لمعدلات النمو لعينة البحث الأساسية (ن= ٥)

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط	الوسيط	الانحراف المعياري	الالتواء
السن	سنة	٢١.٦٠	٢٢	١.١٤	-١.٠٥
الطول	سم	١٦٨.٨	١٦٧.٠٠	٣.٩٠	١.٣٩
الوزن	كجم	٧٠.٨٠	٧٠.٠٠	٤.١٦	٠.٥٨

يتضح من جدول (٢) أن معاملات الالتواء تنحصر ما بين (-١.٠٥ : ١.٣٩) وجميعها تقع مابين ±٣، مما يدل على اعتدالية التوزيع التكراري لعينة البحث في معدلات النمو .

جدول (٣)

المتوسط الحسابي والوسيط والانحراف المعياري ومعامل الالتواء للمتغيرات البدنية والفسيولوجية لعينة البحث الأساسية (ن = ٥)

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط	الوسيط	الانحراف المعيارى	الإلتواء
اختبار عدو ٧٥م	ثانية	٨.٧٤	٨.٩٧	١.٤٩	-٠.٤٧
اختبار جري ١٠٠٠م	ثانية	٢٢٤.١٨	٢٢٣.٥٢	١٠.٠٢	٠.٢٠
اختبار كارلسون للتعب	درجة	١٤.٢٦	١٤.٥١	٢.٧٦	-٠.٢٧
التنوع الجيني	µg/µl	٤.٩٢	٥.٨٠	١.٥٨	-١.٦٧
تركيز الاكتات	mmol/l	١٤.٨٤	١٥.٤٢	١.٨٠	-٠.٩٧
مؤشر كتلة الجسم BMI	درجة	١٩.٦٩	١٩.٨٢	١.٤٤	-٠.٢٧

يتضح من جدول (٣) أن معاملات الالتواء تنحصر ما بين (-١.٦٧: ٠.٢٠) وجميعها تقع مابين ±٣، مما يدل على اعتدالية التوزيع لعينة البحث في المتغيرات البدنية والفسيولوجية .

أدوات ووسائل جمع البيانات :

استخدم الباحثان أدوات جمع البيانات التالية لمناسبتها لطبيعة البحث :

أولاً: استمارات جمع البيانات وتشمل :

استمارة جمع بيانات شخصية للاعبين أفراد العينة قيد البحث والتي تتضمن الاسم، الطول، الوزن، السن.

ثانياً: الأدوات والأجهزة المستخدمة :

- مقياس الطول (رستاميتر) لقياس الطول الكلى لأقرب سنتيمتر.
- ميزان طبي معاير لقياس الوزن .
- ساعة إيقاف لحساب الزمن لأقرب(١/١٠٠من الثانية).
- شريط قياس.
- أرماح بالوزن القانوني .
- مجموعة من السرنجات البلاستيكية المعقمة حجم (٣) سم٣ بالإضافة إلى مواد مطهرة وقطن.
- أنابيب زجاجية بها مادة (EDTA) المانعة للتجلط لحفظ عينات الدم .
- كولمان وبداخلة ثلج مجروش (Ice Box) .
- جهاز الأكيوسبورت (ACCUSPORT) لقياس تركيز الاكتات في الـــدم ومحتوياته.
- برا يمر خاص بجين (MCT4) .

* تم سحب العينة بمعمل الفيصل للتحاليل الطبية بشارع المحطة بمحافظـــة سوهاج وتحليلها بمعمل (كلين لاب) بالقاهرة.

ثالثاً : الاختبارات البدنية والفسيولوجية المستخدمة فى البحث :

قام الباحثان باختيار الاختبارات البدنية والفسيولوجية قيد البحث بناءً علي الاطلاع علي العديد من المراجع والدراسات السابقة مثل دراسة كـلاً مـن "**محمد حسن علاوي، محمد نصر الدين رضوان**" (٢٠٠٠) (١٣)، "**محمـد صلاح محمد**" (٢٠١٦) (١٤)، وقد تم عرض هذه الاختبارات علي مجموعة من المحكمين الحاصلين علي درجة دكتوراه الفلسفة في التربيـة الرياضـية ولديهم مدة خبرة لا تقل عن (١٠ سنوات) وقد اتفقوا علـى مناسـبة هـذه الاختبارات للمرحلة السنية قيد البحث بنسبة مئوية قدرها ١٠٠% وقد تمثلت هذه الاختبارات في الأتي :

السرعة : اختبار عدو ٧٥م ووحدة قياسه الثانية .

التحمل : اختبار جري ١٠٠٠م ووحدة قياسه الثانية .

التعب العضلي : اختبار كار لسون للتعب ووحدة قياسه الدرجة .

التنوع الجيني ووحدة قياسه **µg/µl**

تركيز الاكتات ووحدة قياسه **mmol/l**

مؤشر كتلة الجسم **BMI** ووحدة قياسه الدرجة .

المعاملات العلمية للاختبارات البدنية قيد البحث :

أ- الصدق :

تم حساب صدق الاختبارات البدنية قيد البحث عن طريق صدق التمايز وذلك على عينـة استطلاعية مماثلة لمجتمع البحث ومن خارج عينة البحث الأساسية وعددهم (٤) لاعبين ، وتم ترتيب درجات اللاعبين تصاعدياً لتحديد المجموعة المميزة وعددهم (٢) لاعبين والمجموعة الأقل تميزاً وعددهم (٢) لاعبين وتم حساب دلالة الفروق بين المجموعتين كما هو موضح في جدول (٤) .

جدول (٤)

دلالة الفروق بين المجموعة المميزة والأقل تميزاً في الاختبارات البدنية قيد البحث بطريقة مان ويتنى اللابارومترى (ن١ = ن٢ = ٢)

الاختبارات		وحدة القياس	المجموعة المميزة		المجموعة الأقل تميزاً		قيمة Z
			م	ع	م	ع	
السرعة	اختبار عدو٧٥م	ثانية	٧.٧١	٠.١٥	٩.١٥	٠.٠٧	٢.٠٠
التحمل	اختبار الجري ١٠٠٠م	ثانية	٢٠٧.٠١	٩.٤٠	٢٣٢.٧	١٧.٤	٢.٠٣
اختبار كار لسون للتعب العضلي		درجة	١٤.٢٦	١.٠٠	١٠.٧٠	٠.٩٨	٢.٢٦

يتضح من الجدول (٤) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعة المميزة والأقل تميزاً في الاختبارات البدنية قيد البحث ولصالح المجموعة المميزة حيث أن قيمة احتمالية الخطأ دالة عند مستوى دلالة (٠.٠٥) مما يشير إلى صدق الاختبارات وقدرتها على التمييز بين المجموعات.

ب- الثبات :

لحساب ثبات الاختبارات البدنية قيد البحث استخدم الباحثان طريقة تطبيق الاختبار وإعادة تطبيقه وذلك على عينة قوامها (٤) لاعبين من مجتمع البحث ومن خارج العينة الأساسية وبفاصل زمني بين التطبيق وإعادة التطبيق مدته (٣) ثلاثة أيام ، والجدول (٥) يوضح معاملات الارتباط بين التطبيق وإعادة التطبيق.

جدول (٥)

معاملات الارتباط بين التطبيق وإعادة التطبيق في الاختبارات البدنية قيد البحث (ن = ٤)

الاختبارات		وحدة القياس	التطبيق		إعادة التطبيق		معامل الارتباط
			م	ع	م	ع	
السرعة	اختبار عدو٧٥م	ثانية	٨.٣١	٠.٨٥	٧.٩٥	٠.٩١	٠.٩٦
التحمل	اختبار الجري ١٠٠٠م	ثانية	١٢٨.٦١	١٦.٨٠	٢١٣.٩٠	١٩.٩٣	٠.٩٦
اختبار كار لسون للتعب العضلي		درجة	١٢.٠٥	١.٨٧	١٢.١١	١.٧٣	٠.٩٨

قيمة (ر) الجد ولية عند درجة حرية (٢) ومستوي دلالة (٠.٠٥) = ٠.٩٥٠

يتضح من جدول (٥) أن معاملات الارتباط بين التطبيق وإعادة التطبيق للاختبارات البدنية قيد البحث قد تراوحت ما بين (٠.٩٦ : ٠.٩٨) وجميعها معاملات ارتباط دال إحصائياً حيث أن قيم (ر) المحسوبة أكبر من قيمة (ر) الجد ولية عند مستوى الدلالة (٠.٠٥) مما يشير إلي ثبات تلك الاختبارات

الدراسة الاستطلاعية :

قام الباحثان بإجراء الدراسة الاستطلاعية وذلك علي عينة قوامها (٤) لاعبين من مجتمع البحث ومن خارج عينة البحث الأساسية بغرض التعرف على مناسبة التوقيت وكذلك تحديد الصعوبات ومدى صلاحية الأدوات والأجهزة المستخدمة وشرح طبيعة البحث اللاعبين .

المعالجات الإحصائية المستخدمة :

لحساب نتائج البحث استخدم الباحثان الأساليب الإحصائية التالية :

ـ المتوسط الحسابي ـ الوسيط ـ الانحراف المعياري ـ معامل الالتواء ـ معامل الارتباط ـ اختبار مان ويتنى اللابارومترى ، وقد ارتضى الباحثان مستوى دلالة عند مستوى (٠.٠٥) كما استخدم الباحثان برنامج Spss لحساب تلك المعاملات الإحصائية .

عرض النتائج وتفسيرها ومناقشتها :

أولاً : عرض النتائج :

سوف يستعرض الباحثان نتائج البحث وفقاً للترتيب التالي :

الإجابة علي الفرض الأول : والذي ينص علي :

توجد فروق بين لاعبي ألعاب القوي في التنوع الجيني .

جدول (٦)
التنوع الجيني لدي لاعبي ألعاب القوي قيد البحث

Sample #	RNA Concentration
1	5.8 ng/ul
2	6.5 ng/ul
3	5.8 ng/ul
4	2.8 ng/ul
5	3.7 ng/ul

يتضح من الجدول (٦) أن هناك تنوع جيني لجينMCT4 للعينة قيد الدراسة مع ملاحظة الاختلاف الواضح في تركيز الـــ RNA بروتين لدى كل اللاعبين .

الإجابة علي الفرض الثاني : والذي ينص علي :

توجد علاقة ارتباطيه دالة إحصائياً بين التنوع الجيني والقياسات الفسيولوجية للاعبي المسافات الطويلة للعينة قيد البحث .

جدول (٧)
معاملات الارتباط بين التنوع الجيني والقياسات الفسيولوجية
للعينة قيد البحث (ن = ٥)

المتغيرات		التنوع الجيني	
		قيمة (ر)	مستوي الدلالة
المتغيرات الفسيولوجية	تركيز الاكتات	٠.٨٩*	دالة
	مؤشر الكتلة	٠.٩٢*	دالة

قيمة (ر) الجد ولية عند درجة حرية (٣) ومستوى دلالة (٠.٠٥)= ٠.٨٧٨
(٠.٠١) = ٠.٩٣٤

يتضح من جدول (٧) ما يلي: توجد علاقة ارتباطيه موجبة دالة إحصائياً بين التنوع الجيني وبين كلاً من (تركيز الاكتات، مؤشر الكتلة) لدي لاعبي

ألعاب القوي ، حيث تراوحت معاملات الارتباط لعينة البحث ما بين (٠.٨٩ : ٠.٩٢).

الإجابة علي الفرض الثالث : والذي ينص علي :

توجد علاقة ارتباطيه دالة إحصائياً بين التنوع الجيني والقياسات البدنية للاعبي ألعاب القوي قيد البحث .

جدول (٨)

معاملات الارتباط بين التنوع الجيني والقياسات البدنية للعينة قيد البحث (ن = ٥)

المتغيرات		التنوع الجيني	
		قيمة (ر)	مستوي الدلالة
المتغيرات البدنية	اختبار كار لسون للتعب	-٠.٩٤**	دالة
	اختبار تحمل السرعة ١٠٠٠م	-٠.٩٧**	دالة
	اختبار عدو ٧٥م	-٠.٩٠*	

قيمة (ر) الجد ولية عند درجة حرية (٣) ومستوى دلالة (٠.٠٥) = ٠.٨٧٨ (٠.٠١) = ٠.٩٣٤

يتضح من جدول (٨) ما يلي: توجد علاقة ارتباطيه عكسية دالة إحصائياً بين التنوع الجيني وبين كلاً من (اختبار كار لسون للتعب ، اختبار تحمل السرعة ١٠٠٠م ، اختبار عدو ٧٥م) لدي لاعبي ألعاب القوي ، حيث تراوحت معاملات الارتباط لعينة البحث ما بين (-٠.٩٠ : -٠.٩٧) .

ثانياً : تفسير ومناقشة النتائج :

بالرجوع إلي نتائج جدول (٦) يتضح زيادة في تركيز الـ RNA بشكل متنوع ومختلف لدي جميع لاعبي رمي الرمح قيد البحث ويعزو الباحثان الزيادة في معدل تركيز جين MCT4 لدى كل حالة من حالات العينة قيد البحث إلى انتظام أفراد عينة البحث في أداء الوحدات التدريبية الأسبوعية الخاصة بهم حيث أن التدريب الرياضي يزيد من تركيز الجين داخل الجسم

وهو جين هام لإنتاج الاكتات التي تستخدم كوقود للطاقة مرة أخري وكذلك تساعد علي تأخر ظهور التعب العضلي الأمر الذي يترتب علية تحسن كبير في الأداء الفني والمستوي الرقمي للاعبين أفراد العينة قيد البحث.

وبذلك توصل الباحثان إلى :-

أ - زيادة تركيز جينMCT4 لدى اللاعبين أفراد العينة.

ب- يوجد اختلاف في تركيز جينMCT4بين العينة قيد البحث كل لاعب علي حده .

جـ- لا توجد طفرات سالبة في تركيز جينMCT4للعينة قيد البحث.

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع دراسة قام بها توماس كسلر Tomas Kessler (٢٠٠٨) أتضح من خلالها أن التنوع الجيني لجين CT4للاعبي كرة القدم الأمريكية هام في توجيه اللاعبين نحو مراكز لعب معينة حيث أن جينMCT4 يستطيع التعبير عن نفسه بنسب وتركيزات مختلفة.(٢٩: ٢٨٠)

كما تتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة " نور الهدى أبو سعد" (٢٠١٥) (١٦) والتي ذكرت أن التدريب الرياضي يؤدى إلى إحداث تغيرات في كثافة الجين وتركيزه وبالتالي زيادة كفاءته على تخليص الألياف العضلية البيضاء من الاكتات.

وبالرجوع إلي نتائج جدول (٧) يتضح وجود علاقة ارتباطيه موجبة دالة إحصائياً بين التنوع الجيني وبين (تركيز الاكتات) لدي لاعبي المسافات الطويلة ، ويعزو الباحثان هذه النتيجة إلي أن الاستمرار في الممارسة الرياضية أفراد العينة قيد البحث قد أدي إلي زيادة محتوى جين MCT4 في العضلات والذي بدورة يعمل على إخراج الاكتات من داخل العضلات ومعها أيونات الهيدروجين سامحاً بذلك في المحافظة على وسط العضلة وكذلك الاستفادة من الاكتات في إنتاج الطاقة، حيث أن تواجد البروتونات داخل العضلة يعمل على تقليل الإثارة العصبية وتثبيط إنزيم (PFK) وكذلك إزاحة الكالسيوم عن التروبونين مؤدياً بذلك إلى إرباك عملية الانقباض.

يتفق ذلك أيضاً مع نتائج دراسة " فيردمان بيتي – Friedmann Bette "(٢٠١٠) (٢١) والتي ذكرت أن زيادة نسبة لاكتات الدم أتت نتيجة زيادة في محتوى جين MCT4 في العضلات.

وبالرجوع إلي نتائج جدول (٧) يتضح وجود علاقة ارتباطيه موجبة دالة إحصائياً بين التنوع الجيني وبين (مؤشر الكتلة) لدي لاعبي ألعاب القوي ، ويعزو الباحثان هذه النتيجة إلي أنعدم التطابق التام يرجع إلى اختلاف الفروق بين اللاعبين في نفس السباق وكذلك بين السباقات الأخرى وهذا ما اتفق علية نتائج كل من " بوشا رد – Bouchard وآخرون " (١٩٩٩م) أن هناك فروق فردية لدى مجموع أفراد العينة ويرجع ذلك إلى أن التنوع الجيني هو السبب الأساسي لهذه الفروق الفردية بين اللاعبين حيث يمكن من خلال التعرف على التنوع الجيني لجينMCT4 إيجاد الروابط الفسيولوجية السليمة بين تركيز الجين وتركيز الاكتات كمؤشر للتعب وكتلة الجسم في توجيه اللاعبين نحو سباقات تتناسب مع قدراتهم داخل اللعبة الواحدة وكذلك التعرف على الفروق الفردية للاعبين ولإمكانية توظيفهم التوظيف الأمثل نحو دور معين داخل اللعبة.

أن مؤشر كتلة الجسم يصعب استخدامه مع كل من الرياضيين والأنشطة التنافسية نظراً لأن ارتفاع مؤشر كتلة الجسم لديهم لا يرجع إلى نسبة الدهن ولكن يرجع إلى زيادة الكتلة العضلية التي تؤدى إلى زيادة وزن الجسم وهو العامل الذي يقسم على مربع طول الفرد ، كما لا يستخدم أيضاً مع السيدات الحوامل ولا مع الأشخاص المسنين ونحاف القامة (١ : ٦١٥).

ويشير " بهاء سلامة " (٢٠٠٠) إلى أن استخدام البيولوجيا الجزئية أصبح من الأهمية بمكان حيث أنها تمد علماء التدريب بالأداة للتعرف على كيفية تحكم التدريب في عمل الجين وكيفية تأثير هذا التدريب على إنتاج البروتين العضلي ، وتنظيم استنساخ التعبير الجيني بالعضلات مما يسمح

للعاملين في التدريب بتخطيط البرامج المناسبة لتحسين مستوى الأداء البدني (٤ : ٣٣).

وبالرجوع إلي نتائج جدول (٨) توجد علاقة ارتباطيه عكسية دالة إحصائياً بين التنوع الجيني وبين كلاً من (اختبار كار لسون للتعب ، اختبار تحمل السرعة ١٠٠٠م ، اختبار عدو ٧٥م) لدي لاعبي المسافات الطويلة ، ويعزو الباحثان هذه النتيجة إلي أن الممارسة الرياضية تؤدي إلى زيادة معدل تركيز جين MCT4 وذلك ناتج عن الالتزام بأداء التدريبات والوحدات التدريبية والتي تتضمن تمرينات عامة وخاصة بالإعداد البدني والمهاري والخططي، حيث أن وظيفة جين MCT4 هي قذف الاكتات من العضلات إلى الدم وبالتالي يعمل على تخليص العضلات من الاكتات المنتجة جراء التعب العضلي .

ويذكر "عبد الرحمن زاهر"(٢٠٠١م) بأنه يوجد في جسم الأفراد نسبة من حامض اللاكتك أثناء الراحة بدون القيام بجهد بدني ، وأن هذه النسبة تزداد عن مستواها الطبيعي أثناء القيام بأي مجهود وكلما ازدادت شدة المجهود ارتفعت معه معدلات هذا الحامض ، ويبلغ التركيز أقصى مستوى له عند استمرار الحمل البدني لفترة تتراوح ما بين ١-٣ دقائق . (٩ : ١٦٨ ، ١٦٩).

وتتفق نتائج هذه الدراسة مع نتائج دراسة " بنتلى- Bentley" (٢٠٠٩) (١٧) أن هناك علاقة ذات دلاله إحصائية بين تعبيرات جين MCT4 والقدرة على أداء التحمل.

الاستخلاصات :

في ضوء نتائج البحث توصل الباحثان إلى الاستخلاصات التالية :

- وجود فروق بين لاعبي رمي الرمح في التنوع الجيني .
- زيادة تركيز جين MCT4 يعمل على زيادة تركيز لاكتات الدم .

- زيادة تركيز لاكتات الدم تعطى مؤشراً للقدرة على تحمل الأداء .
- توجد علاقة ارتباطيه موجبة دالة إحصائياً بين التنوع الجيني وبين كلاً من (تركيز الاكتات ، مؤشر الكتلة) لدي لاعبي ألعاب القوي .
- توجد علاقة ارتباطيه عكسية دالة إحصائياً بين التنوع الجيني وبين كلاً من (اختبار كار لسون للتعب ، اختبار تحمل السرعة ١٠٠٠م ، اختبار عدو ٧٥م) لدي لاعبي العينة قيد البحث .

التوصيات :

في ضوء ما أسفرت عنه نتائج البحث يوصى الباحث بما يلي :

- استخدام التنوع الجيني لجينMCT4 في اختيار لاعبي عينة البحث .
- استخدام تحليل التنوع الجيني لجين MCT4 ونتائج RNA بروتين فى توجيه اللاعبين نحو تخصص معين فى مجال رياضة ألعاب القوى بشكل خاص والمجال الرياضي بشكل عام.
- الاهتمام بإجراء المزيد من الأبحاث المتعلقة باستخدام التقنية البيولوجية متمثلة في استخدام الجينات واكتشاف المزيد منها لاستخدامها في النهوض بالمجال الرياضي.
- إجراء المزيد من الدراسات للتعرف على أثر التدريب على جين MCT4 والاكتات للارتقاء باستخدام الهندسة الوراثية في المجال الرياضي.

((المراجـــــــع))

أولاً : المراجع العربية:

١- **أبو العلا أحمد عبد الفتاح:** (٢٠٠٣م)، فسيولوجيا التدريب والرياضة، دار الفكر العربي، القاهرة.

٢- **إسلام أحمد جمعة: (٢٠٠٨م):** " البر وفيل الجيني كمحدد للانتقاء البيولوجي للاعبي الكاتا في رياضة الكارتية" رسالة

ماجستير كلية التربية الرياضية، بورسعيد، جامعة قناة السويس.

٣- **إيناس أبو العلا محمد ذكى:** (٢٠٠٧م) استخدام جين الأداءANG كمحدد بيولوجي لمسابقات المسافات القصيرة وعلاقته بالمستوى الرقمي، رسالة ماجستير(غير منشورة) كلية التربية الرياضية للبنات الجزيرة، جامعة حلوان.

٤- **بهاء الدين إبراهيم سلامة:** (٢٠٠٠م)، فسيولوجيا الرياضة والأداء البدني (لاكتات الدم)، دار الفكر العربي، الطبعة الأولى، القاهرة.

٥- **حسين أحمد حشمت، نادر محمد شلبي:** (٢٠٠٣م)، فسيولوجيا التعب العضلي، مركز الكتاب للنشر، القاهرة.

٦- **حسين أحمد حشمت:** (٢٠٠٤م)، تطبيقات علمية للتقنية البيولوجية، فسيولوجيا الرياضة، المؤتمر العلمي عن التوافق الفسيولوجي للظروف البيئية بالعريش، جمعية العلوم الفسيولوجية وتطبيقاتها.

٧- **حسين أحمد حشمت، محمد صلاح:** (٢٠٠٩م)، بيولوجيا الرياضة والصحة، مركز الكتاب للنشر، القاهرة.

٨- **سميرة محمد عرابي احمد:** (١٩٩٨م)، تأثير برنامج مقترح على نشاط إنزيم LDH لدى السباحين الناشئين، رسالة دكتوراه، غير منشورة.

٩- **عبد الرحمن عبد الحميد زاهر :** موسوعة فسيولوجيا الرياضة ،مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ٢٠١١م.

١٠- **عبد الرحمن عبد الحميد زاهر:** فسيولوجيا مسابقات الرمي ، مركز الكتاب للنشر ، القاهرة ، ٢٠٠١م.

١١- **عبد الكافي عبد العزيز احمد المبروك:** (٢٠٠٦م)، تنوع العامل الجيني ACE وارتباطه بمستوى الأداء للاعبي كرة اليد الجماهيرية الليبية، رسالة دكتوراه "غير منشورة"، جامعة الإسكندرية.

١٢- **لمياء عارف محمد عارف:** (٢٠٠٨م)، " التعبير الجيني لدى متسابقات المسافات القصيرة والطويلة بعد مجهود مقنن "، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية الرياضية بنات الجزيرة، جامعة حلوان.

١٣- **ليلى السيد فرحات :** القياس والاختبار في التربية الرياضية،ط ٢، مركز الكتاب للنشر، القاهرة ، ٢٠٠١م .

١٤- **محمد حسن علاوي ومحمد نصر الدين رضوان:** القياس في التربية الرياضية وعلم النفس ، الرياضي، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ٢٠٠٠م .

١٥- **محمد صلاح محمد :** تأثير برنامج تدريبي على معدل تركيز جين MCT4 وعلاقته بالتعب العضلي وتركيب الجسم لدى الملاكمين، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية الرياضية، جامعة المنيا، ٢٠١٦م .

١٦- **نور الهدى أبو بكر سعد عبد الراضي:** تأثير برنامج تدريبي مقترح فى جين MCT4 ومعدل تركيز لاكتات الدم والمستوى الرقمي لعدائي ٤٠٠ متر عدو، رسالة دكتوراه غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنات، جامعة الإسكندرية، ٢٠١٥م.

ثانياً : المراجع الأجنبية

16- Adelanto, J., &Philp, N. J. The SLC16A family of monocarboxylate transporters (MCTs)- physiology and function in cellular

metabolism, pH homeostasis, and fluid transport. Current Topics in Membranes.

17- **-Bentley, D. J., Roels, B., Thomas, C., Ives, R., Mercier, J., Millet, G., & Cameron-Smith, D.** The relationship between monocarboxylate transporters 1 and 4 expression in skeletal muscle and endurance performance in athletes. European Journal of Applied Physiology, 106(3), 465–471. http://doi.org/10.1007/s00421-009-1034-5(2009).

18- **-Bonen A: (2001)** "The Expression of Lactate Muscle", Euro, T. Apple Physiosiol.

19- **Dimmer, K. S., Friedrich, B., Lang, F., Deitmer, J. W.,** &Bröer, S. The low-affinity monocarboxylate transporter MCT4 is adapted to the export of lactate in highly glycolytic cells. The Biochemical Journal, 350 Pt219227.http://doi.org/10.1042/0264-6021:3500219 (2000).

20- **Dubouchaud, H., Butterfield, G. E., Wolfel, E. E.,** Bergman, B. C., & Brooks, G. a. Endurance training, expression, and physiology of LDH, MCT1, and MCT4 in human skeletal muscle.

American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism, 278(4), E571–E579. http://doi.org/0193-1849/00 (2000).

21-**Friedmann-Bette, B., Bauer, T., Kinscherf, R., Vorwald,** S., Klute, K., Bischoff, D., … Billeter, R. Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. European Journal of Applied Physiology, 108(4), 821–836. http://doi.org/10.1007/s00421-009-1292-2(2010).

22- **Halestrap, A. P.** Monocarboxylic Acid Transport. ComprehensivePhysiology,3(4),16111643.http://doi.org/10.1002/cphy.c130008 (2013).

23- **Halestrap, A. P., & Meredith, D.** The SLC16 gene family - From monocarboxylate transporters (MCTs) to aromatic amino acid transporters and beyond. PflugersArchiv European Journal of Physiology, 447(5), 619–628. http://doi.org/10.1007/s00424-003-1067-2(2004).

24- **Igor V.Samuel T., Falconer V: (2001)** "Acei d of Russian Player". Russian J. of Phys., 1010.

25- Juel, C., Holten, M. K., & Dela, F. Effects of strength training on muscle lactate release and MCT1 MCT4 contentin healthy and type 2diabetichumans,1,rg/10.1113/jphysiol. (2004).

26- Maykel England: (2008) " Adaptations to swimming training: in fluency of training volume" Med Sic Sports Exercise

27- Murices: (2009) "Harper's Ill Unstated Bioghememistryy"_Lang_ Pg151-159 Pinheiro, C., &Baltazar, F. SLC16A3 (solute carrier family 16, member 3 (monocarboxylic acid transporter 4). Atlas of Genetics and Cytogenetics in Oncology and Haematology, 14(12), http://doi.org/10.4267/ 2042/44920 (2011).

28- Rogozkin: (2005)"Elite Endurance Athletes And The Polymer Prism of Genes"_ Mosby_

29- Tomas Kessler: (2008)" Transport Activation of Xenopus of Mct Expressed Is Increased by Interactions Withcarbonica-nhydrase" J. Biol. Chem, Vol 280, Issye.P18.

30- Thomas, C., Bishop, D. J., Lambert, K., Mercier, J., & Brooks, G. a. Effects of acute and chronic

exercise on sarcolemmal MCT1 and MCT4 contents in human skeletal muscles: current status. AJP: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 302(1), R1–R14. http://doi.org/10.1152/ajpregu.00250. (2012).