مجلة نظريات وتطبيقات التربية البدنية وعلوم الرياضة
المجلد (٤٨) العدد (١) / أكتوبر ٢٠٢٥
ISSN : : 2636-3860 (print)

تأثير تدريبات عتبة اللاكتيك على تحسين المتغيرات البيوكيميائية ومستوى الانجاز الزمني لمتسابقي ٨٠٠ متر جري

م.د/ أحمد سمير بسيوني عوض
مدرس دكتور بقسم تدريب ألعاب القوي بكلية علوم الرياضة أبوقير جامعة الاسكندرية

ملخص البحث باللغة العربية

تهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير تدريبات عتبة اللاكتيك على الكفاءة البيوكيميائية ومستوى الإنجاز الزمني لمتسابقي ٨٠٠ متر جري، ولتحقيق أهداف الدراسة واختبار صحة الفروض الموضوعة تم استخدام المنهج التجريبي بتصميم مجموعة تجريبية واحدة ذات قياس قبلي وبعدي، وشملت عينة الدراسة الأساسية على (١٠) طلاب متميزين في سباق ٨٠٠ متر جري، وفى حدود أهداف الدراسة والإجراءات المتبعة والأسلوب الإحصائى المستخدم تم التوصل إلى أن البرنامج التدريبى له تأثير إيجابي في تحسين المتغيرات البيوكيميائية (مستوى تركيز اللاكتيك في الدم فى الراحة وبعد المجهود – مستوى تركيز الصوديوم في الدم في الراحة وبعد المجهود – مستوى تركيز البوتاسيوم في الدم في الراحة وبعد المجهود – مستوى تركيز مستوى انزيم (CPK) في الدم في الراحة وبعد المجهود – مستوى تركيز مستوى انزيم (LDH) في الدم في الراحة وبعد المجهود - مستوى الإنجاز الزمنى لسباق ٨٠٠ متر جرى).

الكلمات الاستدلالية للبحث :
(تدريبات عتبة اللاكتيك، الكفاءة البيوكيميائية الحيوية، سباق ٨٠٠ متر جري)

مقدمة الدراسة:

لا يعتمد أداء المتسابق في سباق ٨٠٠ متر جري على الموهبة الفطرية والتدريب المكثف فقط، بل يستند بشكل واضح إلى الفهم العميق للأسس الفسيولوجية والبيوكيميائية التي تحكم أداء الجسم البشري أثناء الجهد البدني العالي الكثافة، ويتطلب سباق ٨٠٠ متر مزيجاً دقيقاً من السرعة والتحمل الخاص، حيث يتراكم حامض اللاكتيك بسرعة ليصبح عاملًا حاسمًا في تحديد مستوى الإنجاز الزمني للمتسابق.

يشير **بينيديتو دينداي، كاميلا كويلو Benedito Denadai, Camila Coelho (٢٠٢٢)** إلى ان تدريبات عتبة اللاكتيك تهدف إلى تحسين قدرة الجسم على تحمل وإنتاج حمض اللاكتيك، حيث يعتمد سباق ٨٠٠ متر بشكل كبير على النظام اللاهوائي مما يؤدى إلي تراكم حمض اللاكتيك، مما يسرع بالشعور بالإجهاد والألم العضلي وقصور الأداء والايقاع الحركي للمتسابق، وتساعد تدريبات عتبة اللاكتيك علي تأخير تراكم حمض اللاكتيك بشكل كبير في الدم، مما يسمح للمتسابق بالحفاظ على سرعة عالية لفترة طويلة نسبياً قبل الشعور بالتعب، كما أنها تحسن من كفاءة الجهاز العضلي والكفاءة الهوائية في إزالة حمض اللاكتيك من الدم وتحويله إلى طاقة أو إعادة تدويره مما يقلل من تأثيره السلبي على الأداء المتسابق. (3 :٢٦٤-٢٦٦)

توضح **إيفا ماريا ستوا وآخرون Eva Maria Støa et al (٢٠٢٠)** أن تدريب تحمل اللاكتيك لمتسابقي ٨٠٠ متر جري تحسن من كفاءة استهلاك الأكسجين (VO2max)، فعلي الرغم من السابق يعتمد على النظام اللاهوائي إلي حد كبير إلا أن التحمل الهوائي يلعب دورًا مهماً، مما يظهر أهمية تدريبات عتبة اللاكتيك في تحسن قدرة الجسم على استخدام الأكسجين بكفاءة أكبر. كما يضيف **جورج ثيوفيليديس وآخرون George Theofilidis et al (٢٠١٨)** أنها تساعد على تأخير الاعتماد على النظام اللاهوائي من خلال زيادة قدرة (القوة/السرعة/السعة الهوائية القصوي، وبالتالي تأخر تراكم حمض اللاكتيك، كما تساعد القدرة الهوائية العالية على التعافي بشكل أسرع بين الفترات عالية الشدة أثناء التدريب والسباق. (8 :٣،٢)، (9 :154)

يبرز **هيونتاي بارك وآخرون Hyuntae Park et al (٢٠٢٠)** أن الاعتماد على تدريبات عتبة اللاكتيك يحسن من قدرة العضلات على تخزين الجليكوجين وهو المصدر الرئيسي للطاقة أثناء الجهد البدني المكثف مما يحسن من قدرة المتسابق خلال السباق. (10 :٤)

فيما يضيف **سوبارايالو أرون وآخرون Subbarayalu Arun et al** (٢٠٢٣) تساعد تدريبات عتبة اللاكتيك على تحسين مستوى سرعة المتسابق دون الشعور بالتعب المتراكم عن حمض اللاكتيك مما يسمح بالحفاظ على إيقاع المتسابق، كما انها تحسن من قدرة التسارع والتحمل في المرحلة الأخيرة من السباق بفضل تحسن قدرة الجسم على التعامل مع اللاكتيك حيث يكون لدي المتسابق إحتياطي طاقة أكبر وقدرة أفضل على التسارع في نهاية السباق، ومن ثم تحسن من مستوى الانجاز الزمني للسباق. (18 :٢٠)

يوضح **تشي آن إمهوف، لوران ميسونييه Chi-An Emhoff , Laurent Messonnier** (٢٠٢٣) أن تدريبات عتبة اللاكتيك تؤدي إلى زيادة أعداد وحجم الميتوكوندريا وهي "محطات الطاقة" في الخلايا العضلية مما يحسن قدرة الجسم على استخدام الأكسجين لإنتاج الطاقة، تحسين نشاط الإنزيمات المسؤولة عن نقل اللاكتيك وتحويله إلى وقود، و زيادة كثافة الشعيرات الدموية حول الألياف العضلية مما يحسن إمداد الأكسجين وإزالة الفضلات وتحسين قدرة العضلات على استخدام الدهون كمصدر للطاقة مما يوفر الكربوهيدرات (الجليكوجين) في الشدة العالية خلال التمرين للمتسابق. (4 :٦)

مما سبق يتضح أن تدريبات عتبة اللاكتيك Lactate Threshold Training استراتيجيات تدريبية مصممة لتحسين أداء مستابقي ٨٠٠ متر جري، لما لها من إسهامات واضحة على تغييرات بيوكيميائية وفسيولوجية جوهرية داخل جسم المتسابق، مما يمكنه من التعامل بفعالية أكبر مع تراكم اللاكتيك وبالتالي تحسين قدرته على الحفاظ على السرعة العالية لأطول فترة ممكنة خلال السباق.

مشكلة الدراسة:

يظهر سباق ٨٠٠ متر جري التناقض الكبير بين الحاجة إلي السرعة من جهة والقدرة على تحمل التعب الناجم عن التراكم المتزايد لحمض اللاكتيك وبشكل سريع من جهة اخرى، لذا يواجه المدربين تحدياً في تحسين المستوي الزمني للمتسابقين في هذا السابق، من خلال عدم القدرة على الحفاظ على الإيقاع المطلوب طول مسافة السباق، حيث تنخفض قدرة المتسابق في المحافظة على السرعة في نهاية السباق بسبب عوامل الإجهاد والتعب الناجم عن ضعف آليات التخلص من

حامض اللاكتيك، مما يترتب عليه قصور عمليات التكيف البيوكيميائية والفسيولوجية معـــاً، ممـــا يعيق المتسابق عن تحقيق أفضل مستوي زمني ممكن.

كما توضح نتائج دراسة كلاً من **تاكويا واتانابي وآخرون Takuya Watanabe et al** (٢٠٢٤) (19 :٢٩٦١)، **مروة عباس وآخرون (٢٠٢٣)** (13 :٣٢٢)، **توماس هوجين وآخرون Thomas Haugen et al (٢٠٢١)** (2- :١٨٤٧)، **زيدون جواد، زاهيـــة صـــباح (٢٠٢٠)** (21 :٨١٥١)، **حسام أسعد (٢٠٢٠)** (1 :٣٦٨)، **إنريكو أرشيلي وآخرون Enrico Arcelli et al (٢٠١٢)** (7 :٥٥،٥٤) أن تدريبات عتبة اللاكتيك لمتسابقي ٨٠٠ متر جـــري لا تـــؤخر تراكم حامض اللاكتيك فقط بل تعزز قدرة الكبد والعضلات غير العاملة على امتصاص حـــامض اللاكتيك وتحويلة إلى جلوكوز عبر دورة كوري وإعادة استخدامه كوقود بواسطة الألياف العضلية بطيئة الانقباض، مما يقلل من تأثير حامض اللاكتبك السلبي على تقلص العضلات وتوليد الطاقة خلال التدريب والمنافسات.

يفسر **كلير توماس وآخـــرون Claire Thomas et al (٢٠٠٤)** دور تـــدريبات عتبـــة اللاكتيك في تحسين النظامين الهوائي واللاهوائي حيث أن زيادة كفاءة استخدام الأكسجين تحسين (VO2max)، مما يعني أن جسم المتسابق يعتمد بشكل أقل على النظام اللاهوائي لإنتاج الطاقـــة عند شدة معينة، مما يقلل من إنتاج حامض اللاكتيك في الدم، وفي نفس الوقت تحســـن تـــدريبات عتبة اللاكتيك القدرة اللاهوائية على تحمل المستويات العالية من حامض اللاكتيك. (5 :٢٧١)

مما سبق يتضح أن تدريبات حامض اللاكتيك تشكل أهمية بالغة في بناء أساس بيوكيميائي لمتسابقي ٨٠٠ متر جري من خلال تحسين استخدام الطاقة والوصول إلى مستويات اعلـــى مـــن الأداء خلال مراحل السباق مما يمكنهم من تحسين السرعة وتحقيق أزمنة أفضل.

فعلى الرغم من وجود العديد من طرق والأساليب التدريبية إلا أن هناك حاجة إلـــى فهـــم أعمق وتطبيق أكثر فعالية لتدريبات عتبة اللاكتيك، وكيف يمكن تصميمها بدقة لتحسين المتغيرات البيوكيميائية، مثل تحمل اللاكتيك وكفاءة استهلاك الأكسجين، لتحقيق قفزة نوعية فـــي مســـتوى الإنجاز الرقمي في سباق ٨٠٠ متر جري.

تهدف هذه الدراسة إلى توفير فهم أعمق للآليات التي تساهم بها تدريبات عتبة اللاكتيك في تحسين أداء متسابقى ٨٠٠ متر جري مما يدعم تطوير برامج تدريبية أكثر كفاءة وفعالية.

هدف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير تدريبات عتبة اللاكتيك على الكفاءة البيوكيميائية ومستوى الإنجاز الزمني لمتسابقي ٨٠٠ متر جري، من خلال تحقيق الواجبات التالية:

١. التعرف على تأثير تدريبات عتبة اللاكتيك على بعض المتغيرات البيوكيميائية لدى متسابقي ٨٠٠ متر جري عينة البحث.
٢. التعرف تأثير تدريبات عتبة اللاكتيك على مستوى الإنجاز الزمني لمتسابقي ٨٠٠ متر جري عينة البحث.

فروض الدراسة:

١. توجد فروق دالة إحصائياً بين القياسين القبلى والبعدى لصالح القياس البعدى في تحسن بعض المتغيرات البيوكيميائية لدي متسابقي ٨٠٠ متر جري.
٢. توجد فروق دالة إحصائياً بين القياسين القبلى والبعدى في تحسن بعض المتغيرات البيوكيميائية لدي متسابقي ٨٠٠ متر جري.

الكلمات الدالة:

عتبة اللاكتيك: Lactate Threshold

يعرفها **لوران ميسونييه وآخرون Laurent Messonnier et al (٢٠١٣)** بأنها "النقطة التي يبدأ عندها حمض اللاكتيك بالتراكم في مجرى الدم بمعدل أسرع من قدرة الجسم على التخلص منه، وعندما يتجاوز المتسابق هذه العتبة يشعر بسرعة بالتعب والألم العضلي". (11 :١٥٩٤)

تدريبات عتبة اللاكتيك: Lactate Threshold Training

يعرفها **أوليفر فودي وآخرون Oliver Faude et al (٢٠٠٩)** بأنها "استراتيجية تدريبية متقدمة تركز على تحسين قدرة المتسابق على تحمل الجهد الشديد لفترات أطول في تدريبات المزج بين السرعة والتحمل مما يؤدي إلى أداء أفضل. (16 :٤٧٠)

الكفاءة البيوكيميائية الحيوية: biochemical efficiency **"تعريف إجرائي"**

"هي قدرة الجسم على إدارة واستخدام العمليات الكيميائية الحيوية الداخلية بكفاءة قصوى لإنتاج الطاقة والتخلص من نواتج الأيض الضارة والتكيف مع متطلبات الجهد البدني عالي الكثافة، وتلبية متطلبات المستابق بأقل قدر من الهدر وأقصى قدر من الإنتاجية خاصة التى تتطلب سرعة وتحمل عالي كما في سباق ٨٠٠ متر جري".

إجراءات الدراسة:

منهج الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة واختبار صحة الفروض الموضوعة تم استخدام المنهج التجريبي بتصميم مجموعة تجريبية واحدة ذات قياس قبلي وبعدي لدراسة تأثير المتغير المستقل (تدريبات عتبة اللاكتيك) على المتغيرات التابعة (المتغيرات البيوكيميائية ومستوى الإنجاز الزمني).

مجالات الدراسة:

المجال الزمني:

تم تنفيذ الدراسة خلال الفترة من يوم ٢٠٢٣/١٠/١٨ إلي يوم ٢٠٢٣/١٢/٣٠م، التيرم الدراسي الأول لعام ٢٠٢٣/٢٠٢٤.

المجال المكاني:

تم تطبيق الدراسة داخل مضمار كلية التربية الرياضية للبنين بجامعة الاسكندرية وإجراء القياسات المعملية بمختبر الشفاء بمحافظة الاسكندرية.

المجال البشري:

شملت عينة الدراسة على طلاب الفرقة الثانية بكلية التربية الرياضية للبنين جامعة الاسكندرية.

عينة الدراسة:

شملت عينة الدراسة على (١٤) طالب متميز في سباق ٨٠٠ متر جري من طلاب الفرقة الثانية بكلية التربية الرياضية للبنين جامعة الاسكندرية، وتم إستبعاد عدد (٤) طلاب لإرتباطهم بتطبيق برامج تدريبية أخري، ليكون العدد النهائي لعينة الدراسة الأساسية (١٠) طلاب.

شروط اختيار العينة الأساسية:

- الحصول على موافقة كتابية من الطالب بالاقرار بالموافقة على المشاركة فى تجربة الدراسة.
- أن يكون الطالب من غير المنتظمين في تدريبات خارج التجربة.
- أن يخضع للكشف الطبي للتأكد من خلوه من الأمراض التي قد تؤثر على نتائج قياس متغيرات البحث والقدرة على ممارسة النشاط والاستمرار في البرنامج التدريبي.
- تطوع جميع الطلاب لإجراء التجربة عليهم والموافقة على سحب عينات دم منهم بدافع شخصى.
- سهولة الأتصال بأفراد العينة نظراً لانتظامهم فى التدريب طوال فترة إجراء الدراسة.

تجانس عينة البحث:

تم حساب التجانس بين أفراد عينة البحث في المتغيرات الأساسية (العمر – الوزن – الطول)، والمتغيرات الكيميائية والانجاز الزمني لسباق ٨٠٠ متر جري ويوضح الجدول رقم (١)، (٢) ذلك.

جدول (١)

التوصيف الاحصائى القياسات الأساسية لعينة البحث الأساسية

ن = ١٠

المعالجات الإحصائية / القياسات الأساسية	وحدة القياس	أقل قيمة	أكبر قيمة	الوسيط	المتوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	معامل الالتواء	معامل التفلطح
السن	سنة	١٨,١١	١٩,٦	١٩,٢	١٩,١١١	٠,٤٠٦	١,٤٣٤	٢,٧٩٨
الوزن	كجم	٦١	٧٧	١٧٨	٦٩,٦٠	٤,٤٣١	٠,٠٩٢	٠,٥٢١
الطول	سم	١٦٩	١٨٥	٦٩,٥	١٧٧,٥٠	٤,٩٢٤	٠,٤٠٥	٠,٥٢٢

يتضح من جدول (١) الخاص بالتوصيف الإحصائي لعينة الدراسة فى القياسات الأساسية حيث أن معاملات الإلتواء تقترب من الصفر، ومعاملات التفلطح تنحصر ما بين (±٣) مما يدل على عدم التشتت وإعتدالية القيم وتجانس أفراد عينة الدراسة فى القياسات الأساسية.

مجلة نظريات وتطبيقات التربية البدنية وعلوم الرياضة
المجلد (٤٨) العدد (١) / أكتوبر ٢٠٢٥
ISSN : : 2636-3860 (print)

جدول (٢)

التوصيف الاحصائى القياسات الكيميائية للدم والمستوي الزمني في سباق ٨٠٠ متر جري لعينة الدراسة الأساسية

ن = ١٠

المعالجات الإحصائية / القياسات الكيميائية		وحدة القياس	أقل قيمة	أكبر قيمة	الوسيط	المتوسط الحسابى	الانحراف المعيارى	معامل الالتواء	معامل التفلطح
تركيز اللاكتيك	راحة	MMOL/L	١,١	٢,٤	١,٩	١,٨٣	٠,٣٧٩	٠,٦٢٦	٠,١١٤
	بعد المجهود		١٢,٩	١٥,٧	١٤,١	١٤,٠٣	٠,٧٨٢	٠,٦٦٩	٠,٦٣٢
تركيز الصوديوم	راحة	MMOL/L	١٢٦	١٤١	١٣٢,٥	١٣٣,٤	٤,٨٢	٠,١٢١	١,٣٧٥
	بعد المجهود		٩٣	١٠٢	٩٧	٩٧,١	٣,١٤٤	٠,٠٥	١,٦٨٦
تركيز البوتاسيوم	راحة	MMOL/L	٣,٥	٥	٤,٢٥	٤,٢٦	٠,٥٠٢	٠,٠٤٥	١,٤٣٣
	بعد المجهود		١٣,٩	١٦,١	١٤,٩	١٤,٨٦	٠,٦١١	٠,٢٤٦	٠,٤٩٤
مستوى انزيم (CPK)	راحة	µg/L	٧٩	١٠١	٩٣	٩٢,٨	٦,٥٢٣	٠,٧٠٩	٠,١٥٩
	بعد المجهود		٢٣٨	٢٥٦	٢٤٨,٥	٢٤٧,٥	٥,٤٨١	٠,٢٧٨	٠,٦٧٨
مستوى انزيم (LDH)	راحة	MCU/L	١٦٩	٢١٧	١٩٣	١٩٢,٦	١٥,١٥٣	٠,٠١	١,١٩٧
	بعد المجهود		٤٨٩	٥٤٤	٥٠٠,٥	٥٠٨,٦	١٩,٢٤٦	٠,٩١٣	٠,٥١٢
المستوي الزمني		ثانية	١٥٨,٤٤	١٤٨,٢١	١٥٥,٢٢	١٥٤,٤٣	٢,٨٩٧	٠,٨٣٢	٠,٥٧٧

يتضح من جدول (٢) الخاص بالتوصيف الإحصائي لعينة الدراسة فى القياسات الكيميائية ومستوى الانجاز الزمني لسباق ٨٠٠ متر جري حيث أن معاملات الإلتواء تقترب من الصفر، ومعاملات التفلطح تنحصر ما بين (±٣) مما يدل على عدم التشتت وإعتدالية القيم وتجانس أفراد عينة الدراسة فى القياسات الكيميائية للدم ومستوى الانجاز الزمني لسباق ٨٠٠ متر جري.

اجهزة وأدوات الدراسة:-

أولاً:- الأدوات الخاصة بالقياسات الأساسية:

- جهاز معتمد لقياس الطول "رستاميتر" لأقرب سنتيمتر.
- ميزان طبي معتمد لقياس الوزن لأقرب ٢/١ كيلو.

ثانياً:- الادوات والأجهزة الخاصة بالقياسات البيوكيميائية:

- جهاز فصل مكونات الدم (senter fuge) بسرعة ٥٠٠٠ دورة/دقيقة.
- جهاز اسبيكتروفوتوميتر لقياس البيروفك اللاكتيك بالدم. Bausch& Lamp
- حقن طبية سعة (٥سم).
- أنابيب زجاجية Test Tubes معقمة لوضع الدم والمواد الحافظة للتجلط بها واتمام عملية فصل الدم بها معملياً.
- مواد كيمائية لحفظ الدم من التجلط مثل مادة الهيبارين.
- صندوق تبريد. (Cool Box)
- مطهر موضعي.

ثالثاً: اجهزة وادوات خاصة بتنفيذ البرنامج التدريبى:

- صفارة – أقماع – علامات ضابطة – شريط ملون – سبيكر صوتي – صناديق – ثقلات بأوزان مختلفة – استك مطاط – ساعة إيقاف لأقرب ١/١٠٠ ت.

توصيف قياسات الدراسة:

لتحقيق أهداف الدراسة واختبار صحة الفروض تم إجراء القياسات قبل وبعد تطبيق البرنامج التدريبي، وتشمل قياسات بيوكيميائية وقياسات الإنجاز الزمني لسباق ٨٠٠ متر جري، وكانت كما يلي:

أولاً: القياسات البيوكيميائية:

تم إجراء القياسات البيوكيميائية التى تم اختيارها تحت إشراف طبى من مختبر الشفاء، وتم قياس:

- تركيز اللاكتيك. (المعدل الطبيعي يتراوح من ٠.٥- ٢.٢) مليمول/لتر MMOL/L.
- تركيز الصوديوم. (المعدل الطبيعي يتراوح من ١٣٥-١٤٥) مليمول/لتر MMOL/L.
- تركيز البوتاسيوم.(المعدل الطبيعى يتراوح من ٣.٦-٥.٢) مليمول/لتر MMOL/L.
- مستوى انزيم (CPK).(المعدل الطبيعى يتراوح من ١٠-١٢٠) ميكروجرام/لتر µg/L.
- مستوى انزيم (LDH).(المعدل الطبيعي يتراوح من ١٤٠-٢٨٠) وحدة/لتر MCU/ L.

تمت من خلال سحب عينات دم من الوريد مقدارها (٥ سم)، وتم فصل عينات الدم بواسطة جهاز الطرد المركزي للحصول على مصل الدم مباشرة وتم حفظها مبردة في أنابيب خاصة مجهزة لذلك لغاية إرسالها للمختبر للتحليل.

ثانياً: قياس الأداء (الإنجاز الزمني):

- قياس زمن مسابقة ٨٠٠ متر جري.

تصميم البرنامج التدريبي:

تم إعداد تدريبات عتبة اللاكتيك بواسطة تدريبات التيمبو (Tempo Runs) وتدريبات الجري المتقطع (Interval Training) حيث أنها الركائز الأساسية في تدريب متسابقي ٨٠٠ متر جري لدورهما في تحسين تحمل اللاكتيك Lactate Tolerance حيث يحفز الجسم للتكيف مع المستويات العالية من حمض اللاكتيك مما يؤدي إلى تأخير التعب وتحسين الأداء.

أولاً: تدريبات التيمبو:(Tempo Runs)

يوضحها **صريح عبد الكريم** (٢٠٠٧) (2 :٢٧٦) أنها تتضمن الجري المستمر لفترة زمنية أطول (عادة ٢٠-٤٠ دقيقة) بشدة تكون عند أو بالقرب من عتبة اللاكتيك، حيث تعمل على:

- **رفع عتبة اللاكتيك:** الهدف الأساسي من تدريبات الايقاع هو رفع النقطة التي يبدأ عندها اللاكتيك بالتراكم السريع، من خلال الجري بشكل مستمر عند هذه الشدة، يتكيف الجسم أن يصبح أكثر كفاءة في إزالة اللاكتيك بنفس معدل إنتاجه وبالتالي تأخير التعب.
- **تحسين اقتصاد الجرى:** تساعد هذه التدريبات الجسم على أن يصبح أكثر كفاءة في استخدام الأكسجين وإنتاج الطاقة عند سرعات معينة، هذا يعني أن المتسابق يستهلك طاقة أقل للحفاظ على سرعة معينة مما يقلل من إنتاج اللاكتيك عند تلك السرعة.

ثانياً: تدريبات الجري المتقطع:(Interval Training)

يشير **مارتن ماكينيس، مارتن جيبالا Martin MacInnis, Martin Gibala** (٢٠١٧) (١٤ :٢٩١٧-٢٩٢٠) إلي أن تدريبات الجري المتقطع تتضمن فترات قصيرة من الجري عالي الشدة (عادة فوق عتبة اللاكتيك) تتخللها فترات راحة قصيرة (نشطة أو سلبية)، حيث تعمل على:

- **تحفيز إنتاج اللاكتيك:** الجري بشدة عالية يرفع من معدل إنتاج اللاكتيك بشكل كبير، الجري المتكرر عالي الشدة يجبر الجسم على تفعيل آلياته الدفاعية للتعامل مع اللاكتيك.
- **تحسين التكيف:** مع التكرار تتكيف العضلات والدم لزيادة قدرتها على تخزين أيونات الهيدروجين (+H) المصاحبة لتفكك اللاكتيك، هذه الأيونات هي السبب الرئيسي للحموضة والتعب العضلي، زيادة قدرة التخزين المؤقت تسمح للعضلات بالعمل لفترة أطول في بيئة حمضية.
- **زيادة نشاط الإنزيمات:** تحفز هذه التدريبات نشاط الإنزيمات المسؤولة عن تحويل اللاكتات إلى بيروفات ومن ثم استخدامه كوقود في دورة كريبس مثل LDH في الاتجاه العكسي أو في تصنيع الجلوكوز (دورة كوري).
- **تحسين كفاءة التخلص من اللاكتيك:** فترات الراحة القصيرة (النشطة) تسمح للجسم بإزالة جزء من اللاكتيك المتراكم، ولكن ليس كله، مما يبقي مستويات اللاكتيك مرتفعة نسبياً ويجبر الجسم على التكيف مع هذه المستويات، هذا يطور قدرة الجسم على "تنظيف" اللاكتيك بسرعة أكبر بين فترات الجهد.
- **زيادة القدرة اللاهوائية القصوى:** تعمل على تحسين قدرة الجسم على توليد الطاقة بسرعة كبيرة في غياب الأكسجين الكافي، وهو أمر حيوي في سباق ٨٠٠ متر حيث يكون الجزء الأخير من السباق لاهوائيًا بشكل كبير.

ثالثاً: التكامل بينهما:

- الجمع بين تدريبات الجري المتقطع والايقاع في برنامج تدريبي متكامل يوفر تحسينا شاملاً لتحمل اللاكتيك.
- تدريبات الجري المتقطع تدفع الجسم إلى مستويات قصوى من إنتاج اللاكتيك وتجبره على التكيف معها، بينما تدريبات الايقاع ترفع العتبة التي يبدأ عندها هذا التراكم، مما يسمح للمتسابق بالحفاظ على سرعة أعلى لفترة أطول قبل الشعور بالتعب.
- هذا المزيج ضروري لمتسابقي ٨٠٠ متر حيث يحتاج إلى السرعة والقدرة على تحمل التعب.

توزيع التدريبات خلال مدة تطبيق البرنامج:

أولاً: الجري الايقاعي: Tempo Runs (مرة واحدة أسبوعيًا)

- **الهدف:** رفع عتبة اللاكتيك وتحسين الكفاءة الهوائية وتعزيز القدرة على الحفاظ على السرعة المستهدفة لفترة أطول.
- **الشدة:** حوالي من ٨٥–٩٠٪ من الحد الأقصى لسرعة نبض القلب.

ثانياً: الجري المتقطع: Interval Training (مرتين أسبوعياً)

- **الهدف:** زيادة تحمل اللاكتيك و تحسين القدرة اللاهوائية القصوى وتطوير سرعة سباق ٨٠٠ متر.
- **الشدة:** حوالي من ٩٠-٩٥٪ من الحد الأقصى لسرعة دقات القلب، أو سرعة قريبة من سرعة سباق ٨٠٠ متر أو أسرع.

وحدة تحمل اللاكتيك: Lactate Tolerance

الهدف الجري بشدة عالية لتكيف الجسم على اللاكتيك.

١. الأسابيع من (١–٣): ٣٠٠ متر بتكرار من (٦-٨) مرات بسرعة ٨٠٠ متر، براحة من (٢–٣) دقيقة بين التكرارات.
٢. الأسابيع من (٤–٧): ٤٠٠ متر بتكرار من (٥-٧) مرات بسرعة ٨٠٠ متر، براحة من (٣–٤) دقائق بين التكرارات.
٣. الأسابيع من (٨–١٠): ٥٠٠ متر بتكرار من (٤–٦) مرات بسرعة ٨٠٠ متر، براحة من (٤–٥) دقائق بين التكرارات.

وحدة السرعة والتحمل: Speed Endurance

الهدف: تطوير قدرة العضلات على توليد قوة وسرعة عالية في ظل تراكم اللاكتيك .

١. الأسابيع من (١–٣): ٢٠٠متر بتكرار (٨–١٠) مرات بسرعة ٤٠٠ متر، براحة (٩٠) ثانية بين التكرارات.
٢. الأسابيع من (٤–٥): ٣٠٠متر بتكرار (٦–٨) مرات بسرعة ٤٠٠ متر، براحة (٢) دقيقة بين التكرارات.

٣. الأسابيع من (٦-٨): ٤٠٠ متر بتكرار (٥-٦) بسرعة ٤٠٠ متر، براحة (٣) دقائق بين التكرارات.

التدريب الهرمي: Pyramid Intervals

الهدف: تطوير قدرة العضلات على الجري السريع مع تحقيق اقتصادية المجهود.

١. الاسبوع التاسع: ٦٠٠ متر ثم ٨٠٠ متر ثم ٦٠٠ متر ثم ٤٠٠ متر، بتكرار براحة (٥) دقائق بين التكرارات

٢. الاسبوع العاشر: ٢٠٠متر ثم ٣٠٠متر ثم ٤٠٠متر ثم ٢٠٠متر، بتكرار (٥) مرات براحة (٣) دقائق بين التكرارات.

تصميم الدراسة:

تطبيق الدراسة الأساسية:

تم تطبيق الدراسة على مجموعة تجريبية واحدة بلغ قوامها (١٠) طلاب في المرحلة السنية ما بين (١٨-٢٠) سنة بطريقة القياسات القبلية – البعدية في الفترة من يوم الاربعاء الموافق ٢٠٢٣/١٠/١٨ إلى يوم السبت الموافق ٢٠٢٣/١٢/٣٠، وكانت كما يلي:

أولاً:- القياسات القبلية:

تم تطبيق القياسات القبلية يوم الاربعاء الموافق ٢٠٢٣/١٠/١٨ على عينة الدراسة حيث تم سحب عنية الدم خلال الراحة وبعد الأنتهاء من سباق ٨٠٠ متر جري تم سحب عينات الدم بعد المجهود.

ثانياً: تطبيق البرنامج التدريبي:

تم تطبيق البرنامج التدريبي خلال الفترة من يوم السبت الموافق ٢٠٢٣/١٠/٢١ إلي يوم الاربعاء الموافق ٢٠٢٣/١٢/٢٧ بواقع (٤) وحدات تدريبية في الأسبوع أيام (السبت – الاحد – الثلاثاء – الاربعاء) لمدة (١٠) اسابيع تدريبية.

ثالثاً: القياسات البعدية:

بعد الانتهاء من تطبيق البرنامج التدريبي تم تطبيق القياسات البعدية بنفس الطريقة التي طبقت في القياسات القبلية وكانت يوم السبت الموافق ٢٠٢٣/١٢/٣٠، وبعد الانتهاء من تطبيق القياسات تم إجراء المعالجات الإحصائية لإستخراج النتائج النهائية للبحث، والتوصل للنتائج.

التحليل الإحصائي:

تم إجراء المعاملات الاحصائية التى تناسب البحث باستخدام البرنامج الإحصائى SPSS النسخة (٢٣) لاستخراج المعالجات التالية:-

(١)المتوسط الحسابى. Mean

(٢)الانحراف المعيارى. Standard Deviation

(٣)معامل الإلتواء. Skewness

(٤)معامل التفلطح. Kurtosis

(٥)النسبة المئوية. Percent

(٦)اختبار الفروق "ت". T-Test

عرض ومناقشة النتائج:

جدول (٣)

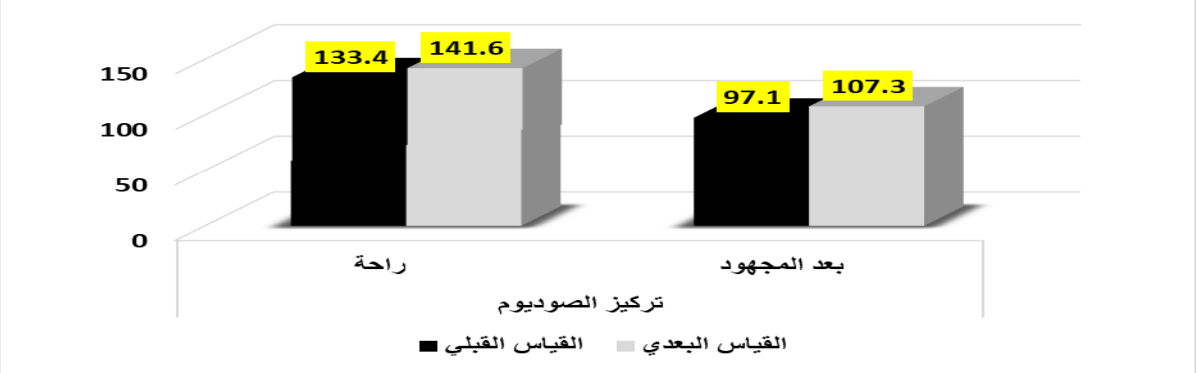
الدلالات الإحصائية للمقارنة بين القياس القبلي والبعدي فى القياسات الكيميائية للدم ومستوي الانجاز الرقمي لسباق ٨٠٠ متر جري لعينة الدراسة

ن=١٠

الدلالات الإحصائية / القياسات الكيميائية للدم		وحدة القياس	القياس القبلي		القياس البعدي		الفرق بين المتوسطين	نسبة التحسن %	اختبار (ت)
			س١	± ع١	س٢	± ع٢			
تركيز اللاكتيك	راحة	/L MMOL	١,٨٣	٠,٣٧٩	١,٤٤	٠,١٨	٠,٣٩	٢١,٣١	*٥,٦٢
	بعد المجهود		١٤,٠٣	٠,٧٨٢	١٢,٨٢	٠,٤٥٨	١,٢١	٨,٦٢	*٦,٢٥
تركيز الصوديوم	راحة	/L MMOL	١٣٣,٤	٤,٨٢	١٤١,٦	٢,٠١	٨,٢	٦,١٤	*٨,٠٧
	بعد المجهود		٩٧,١	٣,١٤٤	١٠٧,٣	٣,١٦	١٠,٢	١٠,٥٠٤	١٠,٣٦*
تركيز	راحة	/L	٤,٢٦	٠,٥٠٢	٤,٦٤	٠,٣٢٦	٠,٣٨	٨,٩٢	*٢,٨٥

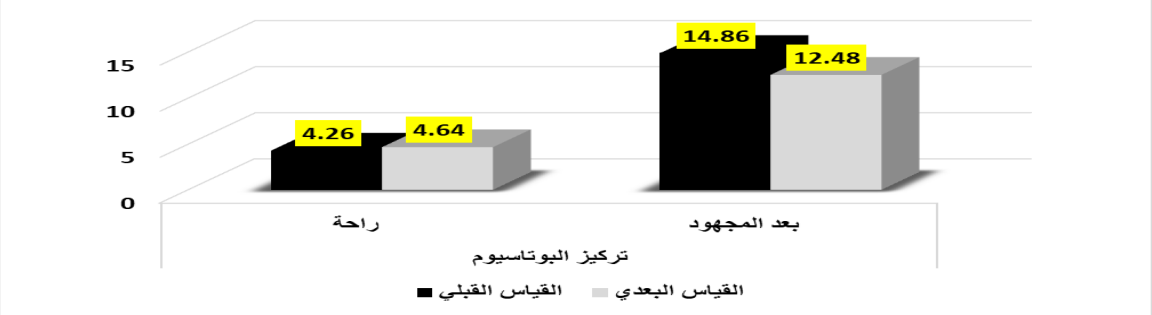
الدلالات الإحصائية / القياسات الكيميائية للدم		وحدة القياس	القياس القبلي		القياس البعدي		الفرق بين المتوسطين	نسبة التحسن %	اختبار (ت)
			س١	± ع١	س٢	± ع٢	ن		
البوتاسيوم	بعد المجهود	MMOL	١٤,٨٦	٠,٦١١	١٢,٤٨	٠,٥٤٧	٢,٣٨	١٦,٠١٦	١٢,٩٦*
مستوى انزيم (CPK)	راحة	µg/L	٩٢,٨	٦,٥٢٣	٨٧,٧	٤,٩٤	٥,١	٥,٤٩	*٣,٣٠
	بعد المجهود		٢٤٧,٥	٥,٤٨١	٢٣١,٧	٨,٨٧٧	١٥,٨	٦,٣٨٣	*٧,٢٣
مستوى انزيم (LDH)	راحة	MCU/L	١٩٢,٦	١٥,١٥٣	١٧٨,١	١٠,١١	١٣,٧	٧,١١٣	*٣,٥١
	بعد المجهود		٥٠٨,٦	١٩,٢٤٦	٤٤١,٩	٢٠,١٧٦	٦٦,٧	١٣,١١	١١,١٨*
المستوي الرقمي		ثانية	١٥٤,٤٣	٢,٨٩٧	١٤٦,١٩٨	٢,٠٧٨	٨,٢٣	٥,٣٣	١٠,٦١*

قيمة "ت" الجدولية عند ٠,٠٥ = ٢,٢٦٢*



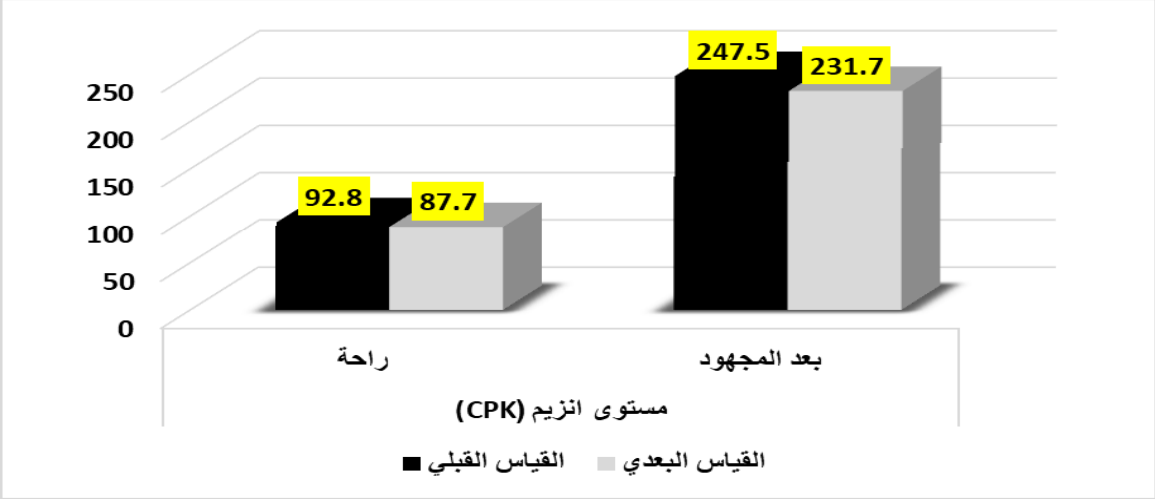
شكل (١)

الفرق بين المتوسط الحسابي في القياس القبلي – البعدي في مستوي تركيز الصوديوم في الدم



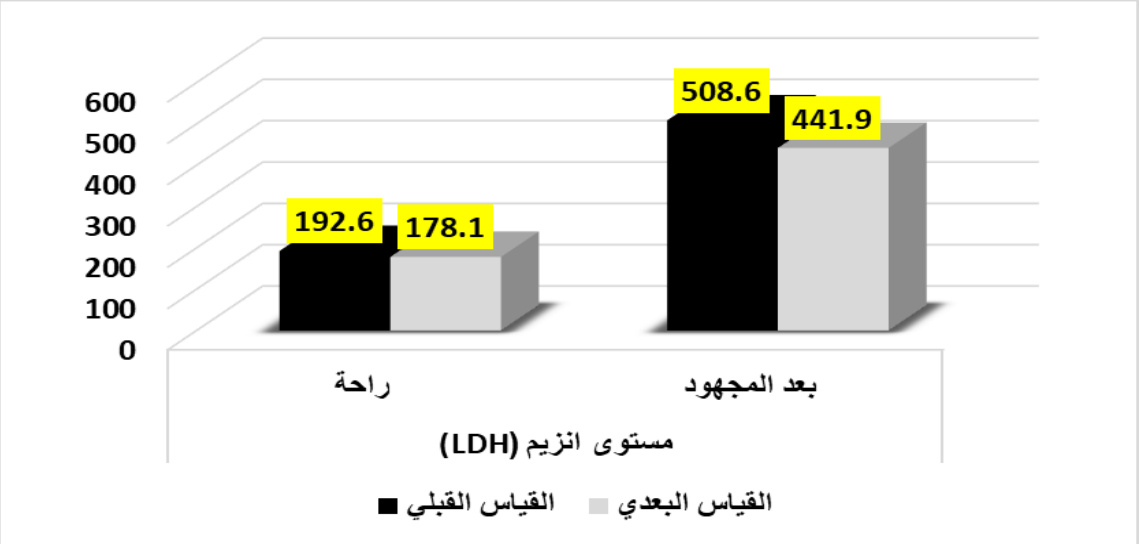
شكل (٢)

الفرق بين المتوسط الحسابي في القياس القبلي – البعدي في مستوي تركيز البوتاسيوم في الدم



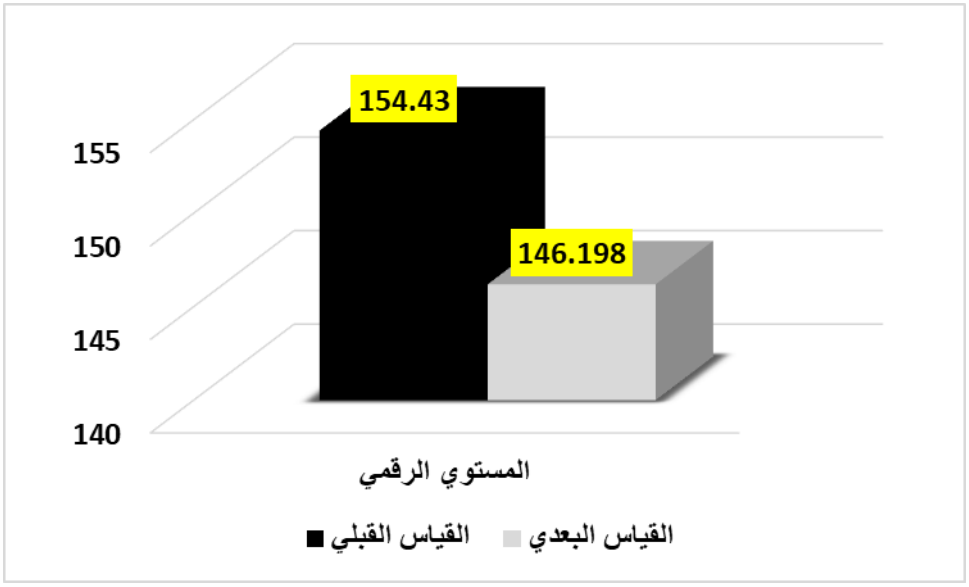
شكل (3)

الفرق بين المتوسط الحسابي في القياس القبلي – البعدي في مستوي تركيز انزيم CPK في الدم



شكل (4)

الفرق بين المتوسط الحسابي في القياس القبلي – البعدي في مستوي تركيز انزيم LDH في الدم



شكل (4)
الفرق بين المتوسط الحسابي في القياس القبلي – البعدي في مستوي الانجاز الرقمي في سباق ٨٠٠ متر جري

يتضح من جدول (٣) الخاص بالدلالات الإحصائية للمقارنة بين القياس القبلي والقياس البعدي فى القياسات الكيميائية للدم ومستوي الانجاز الزمني لسباق ٨٠٠ متر جري لعينة الدراسة وجود فروق ذات دلالة إحصائية عند مستوى ٠,٠٥ حيث تراوحت قيمة (ت) المحسوبة ما بين (٢,٨٥ – ١٢,٩٦) ولصالح القياس البعدي، وتراوحت نسبة التحسن ما بين (٥,٣٣٪ إلى ٢١,٣١٪) ولصالح القياس البعدي.

مما يوضح ان تدريبات عتبة اللاكتيك لمدة (١٠) أسابيع تدريبية بواقع (٤٠) وحدة تدريبية مدة تنفيذ البرنامج التدريبي لرفع نقطة العتبة اللاكتيكية، أدت لتطوير مستوى عينة الدراسة في الحفاظ على شدة أعلى من الجهد البدني لفترة أطول قبل أن يبدأ حمض اللاكتيك في التراكم بمعدل يؤدي إلى التعب وبالتالي قل تركيز حمض اللاكتيك في الدم عند نفس شدة التمرين وهو ما ظهر في نتائج القياس البعدي، حيث بلغت نسبة تحسن مستوى تركيز اللاكتيك فى الراحة (٢١.٣١٪) و (٨.٦٢٪) بعد المجهود، وهو ما يتفق مع نتائج دراسة كلاً من **مروة عباس وآخرون Marwa Abbas et al** (٢٠٢٣) (١٣)، **إيفا ماريا وآخرون Eva Maria et al** (٢٠٢٠) (٨)، **كليـر توماس وآخرون Claire Thomas et al** (٢٠٠٤) (٥).

كما يرجع تحسن مستوى الصوديوم والبوتاسيوم إلي أن تدريبات عتبة اللاكيتك تؤدي إلى تكيفات في العضلات تزيد من عدد ونشاط مضخات الصوديوم والبوتاسيوم، مما يعني أن

العضلات المدربة تصبح أكثر كفاءة في إعادة أيونات الصوديوم والبوتاسيوم إلى أماكنها الصحيحة بشكل أسرع أثناء وبعد الجهد، مما يقلل يقل تراكم البوتاسيوم خارج الخلية ويقل ارتفاع الصوديوم داخل الخلية عند نفس شدة الجهد مقارنة بالقياس القبلي كما تمكن المتسابق من تحمل شدة أعلى قبل أن تحدث هذه الاختلالات الأيونية إلى حد كبير يؤثر على الأداء، حيث بلغت نسبة تحسن تركيز الصوديوم فى الراحة (٦.١٤٪) و (١٠.٥٪) بعد المجهود، وبلغت نسبة تحسن تركيز البوتاسيوم فى الراحة (٨.٩٢٪) و (١٦.٠١٪) بعد المجهود، وهو ما يتفق مع نتائج دراسة كلا من **دايتشي سومي وآخرون Daichi Sumi et al** (٢٠١٨) (٦)، **نيل كوبلان وآخرون Neil Coplan et al** (١٩٨٩) (١٥)،

ويعزي الباحث وجود نسبة تغير في مستوى أنزيمات الاكسدة اللاهوائية فى الدم CPK – LDH بين القياس القبلي والبعدي ولصالح القياس البعدي وبلغت نسبة تحسن مستوى انزيم (CPK) في الراحة (٥.٤٩٪) و (٦.٣٨٪) بعد المجهود، بينما بلغت نسبة تحسن مستوى انزيم (LDH) في الراحة (٧.١١٪) و (١٣.١١٪) بعد المجهود، وهو ما يتفق مع ما يوضحة **تشي آن إمهوف وآخرون Chi-An Emhoff et al** (٢٠٢٣) (٤) والذي توصلت نتائجه إلى أن ارتفاع مستوى شدة حمل التدريب أدي لارتفاع تركيز مستوى الانزيمات اللاهوائية فى الدم وهو ما يتفق مع نتائج الدراسة الحالية، كما تحسنت في الانخفاض بعد تطبيق البرنامج لتحسين عتبة اللاكيتك.

ويتفق ذلك مع ما يوضحة **لوران ميسونييه وآخرون Laurent Messonnier et al**(٢٠١٣) (١١) في أن تدريبات عتبة اللاكتيك تحسن نشاط وفعالية الانزيمات المسؤولة عن انتاج الطاقة وإعادة بنائها اثناء العمل اللاهوائي لأن هذه الانزيمات تعمل على هدم وتكسير الروابط الكيميائية لفوسفات الكرياتين والكربوهيدرات أو كلايكوجين العضلة وهو ما يتفق مع نتائج الدراسة الحالية.

ويرجع الباحث تحسن مستوى الانجاز الزمني لعينة البحث لما تضمنة البرنامج التدريبي من تدريبات لتحسين مستوى عتبة اللاكتيك بأسلوبين تدريبات الخطوة (الايقاع) والتدريبات المتقطعة عالية الكثافة مما كان له تأثير إيجابي على تحسن مستوى الانجاز الزمني لعينة الدراسة وبلغت نسبة التحسن (٥.٣٣٪)، وهو ما يتفق مع نتائج دراسة كلاً من **لوكا فيليباس وآخرون Luca Filipas et al** (٢٠٢١) (١٢)، **زيدون جواد، زاهية صباح Zaydoon Jawad, Zahia**

Sabah (٢٠٢٠) (٢١)، حسام اسعد (٢٠٢٠) (١)، مارتن ماكينيس، مارتن جيبالا Martin MacInnis, Martin Gibala (٢٠١٧) (١٤) وتوصلت نتائجها جميعاً ان تـــدريبات عتبـــة اللاكتيك أدت لتحسين مستوى الانجاز الزمني في المسافات المتوسطة وهو ما يدعم صحة نتـــائج الدراسة الحالية ويحقق أهدافها.

الاستخلاصات:

فى حدود أهداف الدراسة والإجراءات المتبعة والأسلوب الإحصائى المستخدم تم التوصـــل إلى الاستخلاصات التالية:-

١. يوجد تأثير إيجابي دال إحصائياً لتدريبات عتبة اللاكتيك في تحسين مستوى تركيز اللاكيتك في الدم في الراحة وبعد المجهود ولصالح القياس البعدي.
٢. يوجد تأثير إيجابي دال إحصائياً لتدريبات عتبة اللاكتيك في تحسين مستوى تركيز الصوديوم في الدم في الراحة وبعد المجهود ولصالح القياس البعدي.
٣. يوجد تأثير إيجابي دال إحصائياً لتدريبات عتبة اللاكتيك في تحسين مستوى تركيز البوتاسيوم في الدم في الراحة وبعد المجهود ولصالح القياس البعدي.
٤. يوجد تأثير إيجابي دال إحصائياً لتدريبات عتبة اللاكتيك في تحسين مستوى تركيز مستوى انزيم (CPK) في الدم في الراحة وبعد المجهود ولصالح القياس البعدي.
٥. يوجد تأثير إيجابي دال إحصائياً لتدريبات عتبة اللاكتيك في تحسين مستوى تركيز مستوى انزيم (LDH) في الدم في الراحة وبعد المجهود ولصالح القياس البعدي.
٦. يوجد تأثير إيجابي دال إحصائياً لتدريبات عتبة اللاكتيك في تحسين مستوى الإنجاز الزمني لسباق ٨٠٠ متر جري ولصالح القياس البعدي.

التوصيات:

من خلال ماتوصل إليه الباحث من استخلاصات يوصي بما يلي:-

(١) استخدام تدريبات عتبة اللاكيتك في برامج تدريب متسابقي ٨٠٠ متر جري بإستخدام التدريبات الايقاعية التى تستهدف سرعة منتظمة للخطوة، والتدريبات المتقطعة بشرائح تستهدف تحسين تحمل اللاكتيك للمتسابقين.

(٢) استخدام المدخل البيوكيميائية لتطوير مستوى القدرات الوظيفية للمتسابقين في سباق ٨٠٠ متر جري.

(٣) إجراء دراسات علمية تستهدف التعرف على تأثير تدريبات عتبة اللاكيتك لمتسابقي المسافات المتوسطة.

قائمة المراجع:

أولاً: المراجع العربية:

١. حسام اسعد امين : تأثير تدريبات التحمل الالهوائي الالكتيكى على بعض المتغيرات الفسيولوجية وكفاءة المنظمات الحيوية والمستوى الرقمي لمتسابقي ٨٠٠ متر جرى، بحث منشور/ المجلة العلمية لعلوم وفنون الرياضة، مجلد ٣٧، العدد٣٧، جامعة دمياط، ٢٠٢٠.

٢. صريح عبد الكريم : تطبيقات البيوميكانيك فى التدريب الرياضى والأداء الحركى، مطبعة عدى العكيلى، بغداد، العراق، ٢٠٠٧.

المراجع الاجنبية:

3. Benedito Denadai, Camila Coelho: Could middle- and long-distance running performance of well-trained athletes be best predicted by the same aerobic parameters? Current Research in Physiology, 5, 2022, PP265-269.
4. Chi-An Emhoff, Laurent Messonnier: Concepts of Lactate Metabolic Clearance Rate and Lactate Clamp for Metabolic Inquiry: A Mini-Review, National Library of Medicine, 20;15(14):3213, 2023, PP1-11.
5. Claire Thomas, Christine Hanon, Stéphane Perrey, Jean-Michel Le Chevalier, Antoine Couturier, Henry Vandewalle: Oxygen Uptake Response to an 800-m Running Race, International Journal of Sports Medicine, 2004, 26 (4), pp268-273.
6. Daichi Sumi, Chihiro Kojima, Nobukazu Kasai, Kazushige Goto: The effects of endurance exercise in hypoxia on acid-base balance and

potassium kinetics: a randomized crossover design in male endurance athletes, National Library of Medicine, 13;4(1):45, 2018.

7. Enrico Arcelli, Amos Bianchi, Jennifer Tebaldini, Matteo Bonato, Antonio La Torre: Energy Production in the 800m, New Studies in Athletics · no. 3.2012.
8. Eva Maria Støa, Jan Helgerud, Bent Rønnestad4, Joar Hansen, Stian Ellefsen, Øyvind Støren: Factors Influencing Running Velocity at Lactate Threshold in Male and Female Runners at Different Levels of Performance, PubMed Central, 2020, v11, 2020, PP1-8.
9. George Theofilidis, Gregory Bogdanis, Yiannis Koutedakis: Monitoring Exercise-Induced Muscle Fatigue and Adaptations: Making Sense of Popular or Emerging Indices and Biomarkers, National Library of Medicine, 2018 Nov 26;6(4): pp153- 167.
10. Hyuntae Park, Woo-Hwi Yang, Marijke Grau, Oliver Heine: Decreased Blood Glucose and Lactate: Is a Useful Indicator of Recovery Ability in Athletes? Public Health, 17, 5470, 2020, PP1-16.
11. Laurent Messonnier, Chi-An Emhoff, Jill Fattor, Michael Horning, Thomas Carlson, George Brooks: Lactate kinetics at the lactate threshold in trained and untrained men, National Library of Medicine, 2013 Apr 4;114(11), PP1593–1602.
12. Luca Filipas , Matteo Bonato, Gabriele Gallo, Roberto Codella: Effects of 16 weeks of pyramidal and polarized training intensity distributions in well-trained endurance runners, National Library of Medicine ,2021 Nov 25;32(3):498–511.
13. Marwa Abbas, Hamedd Abdul kadhim, Hasan Noori: The Effect of Dynamic Lactic Training According to the Target Time to Develop the

Achievement of 800m Runners Under 20 Years Old, Pak Heart J 2023;56(02).

14. Martin MacInnis, Martin Gibala: Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity, J Physiol 595.9, 2017, pp 2915–2930.
15. Neil Coplan, Gilbert Gleim, James Nicholas: Exercise-related changes in serum catecholamines and potassium: effect of sustained exercise above and below lactate threshold, American Heart Journal, Volume 117, Issue 5, May 1989, pp1070-1075.
16. Oliver Faude, Wilfried Kindermann, Tim Meyer: Lactate threshold concepts: how valid are they?,National Library of Medicine, 25 November 2012, Volume 39, 2009, PP469–490.
17. Steve Bennett: Training for 800m, A discussion of some ways to train and coach 800m athletes. Both 400/800 and 800/1500 athletes, (Physiology) Dip.Ed. 2024. https://mail.tku.edu.tw/.B.Sc.
18. Subbarayalu Arun, Chinnusamy Sivakumar, Purushothaman Vinosh: Lactate threshold training to improve longdistance running performance: A narrative review, Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine, 20 (1), 2023, PP19–29.
19. Takuya Watanabe, Takeru Inaba, Cody van, Martin MacInnis, Katsuyuki Kakinoki, Hideo Hatta: Identifying physiological determinants of 800 m running performance using post-exercise blood lactate kinetics, Eur J Appl Physiol, 2024 Oct;124(10): pp 2951-2964.
20. Thomas Haugen, Øyvind Sandbakk, Eystein Enoksen, Stephen Seiler, Espen Tønnessen: Crossing the Golden Training Divide: The Science and

Practice of Training World-Class 800- and 1500-m Runners, Sports Medicine (2021) 51: pp 1835–1854.

21. Zaydoon Jawad, Zahia Sabah: Effect of lactic thresholdtrainingon the development of some functionallung indicators and achievementof 800 meter runners under 20 yearsold, International Journal of Psychosocial Rehabilitation, Vol. 24, Issue 05, 2020.