"قياسات لاكتات الدم كدلالات لتقدير مستوي الأداء الرياضي وتقنين حمل التدريب".

أ. د. أبو العلا أحمد عبد الفتاح

أ. د. عثمان حسين رفعت

م.م عادل حلمي

١ - المقدمة :

أصبحت إستخدامات مستوي لاكتات الدم أحد دلالات التحكم في مكونات حمل التدريب والتنبؤ بمستوي الأداء وسوف نتعرض في هذه الدراسة للأجابة علي بعض التساؤلات الهامة التي تدور حول هذا الموضوع والتي نوجزها فيما يلي :-

- كيف يتكون حامض اللاكتيك ؟
- ماهي مستويات حامض اللاكتيك بالدم وعلاقتها بشدة حمل التدريب ؟
- ماهي مواصفات شدة أحمال التدريب التي يمكن إستخدامها كمناطق تدريبية والتي يمكن الأستعانة بها في تقنين أحمال التدريب؟
- ماهي مؤشرات إستخدامات قياس اللاكتات تبعاً لطول مسافة السباق؟
- ماهو الحد الأقصي لتركيز مستوي لاكتات الدم ؟
- ماهو تأثير العوامل الأخري علي قياسات لاكتات الدم مثل العمر والجنس والمستوي التدريبي؟
- ماهي المبادئ التطبيقية لإستخدامات لاكتات الدم في تدريب كل من لاعبي السرعة ولاعبي التحمل والمسافات المتوسطة والسباحين ولاعبي التجديف؟

٢- كيف يتكون حامض الاكتيك ؟

يحتاج الأداء الرياضي الي إستهلاك الطاقة في العضلات ، وتأتي هذه الطاقة من خلال المصدر المباشر لها والمسمي ATP ، وحتي تستمر العضلات في إنتاج

---

*رئيس قسم علوم الصحة الرياضية

** وكيل الكلية لشئون خدمة المجتمع وتنمية البيئة

*** مدرس مساعد بقسم التدريب - وعضو الأشراف المشترك بجامعة أوهايو

الطاقة يجب أن تستمر أيضاً عمليات إعادة بناء ATP ، وتتم عملية إعادة البناء في العضلة بإستخدام نظم الطاقة اللاهوائية والهوائية ، فحينما يتطلب العمل العضلي السرعة يصبح النظام الأساسي لإعادة بناء ATP وإنتاج الطاقة هو النظام اللاهوائى ، وعلي العكس من ذلك كلما طالت فترة العمل العضلي أصبح النظام الهوائى هو النظام الأساسي لإنتاج الطاقة ، وعند العمل العضلي اللاهوائي يتم إنتاج الطاقة عن طريق إعادة بناءATP بواسطة نظامين لايعتمدان علي الأكسوچين وهما النظام الفوسفاتي حينما تكون فترة العمل العضلي بأقصي سرعة ولأقل زمن ولايتجاوز ٣٠ثانية ، والنظام اللاكتيكي حينما تكون فترة العمل أكثر من ٣٠ثانية وحتي دقيقتان وفي هذه الحالة يتم إعادة بناء ATP عن طريق إستهلاك الكربوهيدرات التي تكون مخزونة في العضلات علي شكل جليكوچين ينشطر أثناء العمل العضلي اللاهوائى ليتحول الي جلوكوز ،ثم يدخل في سلسلة من التفاعلات عن طريق الإنزيمات وهذه العملية تتم بسرعة لإعادة بناء ATP ويطلق عليها الجلكزة اللاهوائية anaerobic gycolysis وخلال هذه العملية يتحول الجلوكوز المركب من ٦ جزيئات كربون إلي ٣جزيئات كربون ويطلق عليه حامض البيروفيك Pyruvic acid أو البيروفات Pyruvate وهذه البيروفات يمكن أن تدخل الي الميتوكوندريا mitochondria وهي أجسام صغيرة داخل الليفة العضلية تتم في داخلها عمليات التمثيل الغذائي الهوائي بواسطة الإنزيمات الخاصة بذلك في وجود الإكسوجين ، أو قد تأخذ هذه البيروفات طريقاً آخر في حالة عدم توفر الإكسوجين وسرعة العمل العضلي المطلوب لتصبح حامض لاكتيك Lactic acidعن طريق إنزيم يطلق عليه Lactate Dehyrogenase ، وفي هذه الحالة يتم إنتاج طاقة أسرع ولكنها أقل حجماً ويؤدي تجمع حامض اللاكتيك في الخلية العضلية إلي نقص درجة التوازن الحمضي القلوي p H ، ويخرج من العضلة الي الدم ويزداد تركيز اللاكتات بالدم وهنا يجدر الأشارة إلي أن الجسم لاينتج فقط حامض اللاكتيك ولكنه أيضاً يستهلكه حيث يتم تحويل حامض اللاكتيك من الدم الي عضلة القلب لإستهلاكه وإلي الكبد لتحويله إلي جليكوچين وتخزينة حتي وقت حاجة الجسم إليه ، ثم إلي الكلي لكي يخرج جزء منه مع البول وإلي العضلات الأخري غير العاملة التي يتوفر فيها الإكسوجين لإعادة اللاكتيك مرة أخري إلي حامض البيروفيك الذي يستهلك لإنتاج الطاقة الهوائية داخل الميتوكوندريا ، ويتعرض مستوي حامض اللاكتيك في الدم إلي ثلاث متغيرات هي :-

١- إذا تعادلت سرعة إنتاج حامض اللاكتيك مع سرعة التخلص منه أصبح مستواه في الدم ثابت بدون تغير، بالرغم من إستمرار العمل العضلي.

٢- إذا زادت سرعة إنتاج اللاكتيك أكثر من سرعة التخلص منه نتج عن ذلك زيادة مستوي حامض اللاكتيك بالدم ، ويعني هذا زيادة سرعة أداء العمل العضلي وإحتياجه إلي معدلات إنتاج طاقة أكثر سرعة ، كما يعني من جانب آخر عدم قدرة وسائل التخلص من حامض اللاكتيك علي مواجهة زيادة إنتاجة.

٣- إذا زادت سرعة التخلص من حامض اللاكتيك أكثر من سرعة إنتاجة يقل مستوي حامض اللاكتيك في الدم وتحدث هذه الحالة خلال فترة الراحة بعد أداء العمل العضلي أو في حالة تخفيض شدة أداء العمل العضلي وإتجاه نحو العمل الهوائي ، وبالتالي تكون هناك فرصة لتخلص الدم من حامض اللاكتيك نتيجة قلة إنتاجه ارتباطاً بنقص الإعتماد علي العمل العضلي اللاهوائي(١) (٣) (٤) (٥) (٦) .

٣- مستويات حامض اللاكتيك بالدم وعلاقاتها بشدة حمل التدريب

نظراً لهذا الإرتباط بين معدل إنتاج حامض اللاكتيك وشدة العمل العضلي اللاهوائي .أعتمد كثير من الباحثين والمدربين علي قياسات حامض اللاكتيك في الدم كدلالات لتقدير مستوي الأداء الرياضي وتقنين الأحمال التدريبية ، ونظراً لإن شدة الحمل البدني تختلف درجاتها من نشاط رياضي إلي آخر ومن تدريب إلي آخر، ولسهولة الإستفادة من تحديد مستويات حامض اللاكتيك في الدم وإرتباطه بشدة الأحمال البدنية المختلفة أمكن من خلال نتائج بعض الدراسات العلمية التوصل إلي سبعة مستويات لشدة أحمال التدريب يمكن إستخدامها كمناطق تدريبية لها مواصفاتها الفسيولوجية والتي نستعرضها في الجدول التالي :-

جدول (١)

تصنيف مستويات شدة الأحمال البدنية تبعاً لمستويات اللاكتات بالدم

م	مستوي لاكتات الدم مللي مول/لتر	المواصفات	المرجع
١	١ مللي مول/لتر مستوي البداية	لحظة بداية تجمع اللاكتات في البلازما ويلاحظ في هذه الحالة زيادة في إستهلاك الإكسوجين مع زيادة مبدئية في تركيز حامض اللاكتيك لتصل إلي ١ مللي مول /لتر، ويحدث هذا في خلال الحركات البسيطة العادية.	١٣
٢	٢,٢ مللي مول/لتر	أقصي فترة تستمر خلالها الحالة الثابتة أي أقصي حالة ثابتة يصل إليها الرياضي Maximal Steady-State ويطلق عليها أيضاً العتبة الفارقة الهوائية حيث يكون النظام السائد لإنتاج الطاقة هو النظام الهوائي وتكون الشدة ذات درجة منخفضة وتستخدم هذه الشدات في بداية التسخين وخلال فترات التهدئة أو تمرينات الإستشفاء.	١٤ - ١٥
٣	٢,٥ مللي مول/لتر	يطلق علي هذا المستوي مصطلح "العتبة الفارقة للاكتات Lactate Threshold ويعبر عنها بشدة حمل التدريب التي تؤدي إلي وصول مستوي تركيز اللاكتات بالدم إلي ٢,٥ مللي مول/لتر ويمكن أن يصل الرياضي إلي هذا المستوي خلال فترة ١٠ دقائق من بداية العمل العضلي المعتدل الشدة .	١٦
٤	٤ مللي مول/لتر	يطلق علي هذا المستوي العتبة الفارقة اللاهوائية Anaerobic Threshold حيث تزداد سرعة إستهلاك الإكسوچين مع زيادة تركيز حامض اللاكتيك في الدم وهذه الشدة تعتبر درجة متوسطة وأقل من مستوي الحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين ويعتمد عليها متسابقي المارثون ويطلق علي هذا المستوي أيضاً لحظة تجمع حامض اللاكتيك ليصبح علي درجة مؤثرة في الأداء إذا زاد عن هذا الحد ، ويعمل المدربون علي تنمية هذه الخاصية في متسابقي المسافات الطويلة.	١٧ -١٨ ١٩

تابع تصنيف مستويات شدة الأحمال البدنية تبعاً لمستويات اللاكتات بالدم

م	مستوي لاكتات الدم مللي مول/لتر	المواصفات	المرجع
٥	٢-٧ مللي مول/لتر	العتبة الفارقة اللاهوائية الفردية Individual anaerabic Threshold† وتعني معدل التمثيل الغذائي حيث تصل زيادة تجمع حامض اللاكتيك الي الحد الأقصي في الدم في الوقت الذي تتساوي فيه مع معدل إنتشار حامض اللاكتيك من العضلات العاملة وهذه الدرجة من الأداء تعني زيادة كبيرة في الحالة التدريبية للرياضي تمكنه من الأداء عند مستوي عال وفي نفس الوقت ترتفع كفاءة العمليات الخاصة بالتخلص من حامض اللاكتيك الي درجة عالية بحيث لايزيد تراكم حامض اللاكتيك في الدم عن ٢ - ٧ مللي مول / لتر.	٢٠
٦	٣,٥ - ٥ مللي مول/لتر	تعتبر هذه المنطقة هي نقطة البداية للعتبة الفارقة اللاهوائية التي يتذبذب عندها مستوي تركيز حامض اللاكتيك حول مستوي ٤مللي/مول ويعبر عنها بنسبة مئوية من درجات الحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين والتي تختلف من فرد إلي آخر تبعاً لمستواه التدريبي ويعتبر المستوي الأعلي، هو الأعلي درجة للنسبة المئوية للحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين.	٢١
٧	٢,٥ - ٦,٨ مللي مول/لتر	يطلق علي هذه المنطقة أقصي حالة ثابتة لمستوي لاكتات الدم «–Á†√Ê†√Í Maximal Steady-State Blood Lactate Level† الذي يمكن أن يستمر الرياضي محتفظاً بمستوي ثابت للإداء قبل أن تظهر عليه أعراض التعب.	٢٢

جدول (٢)
الإختبارات المعملية لتحديد الشدة تبعاً لمستويات اللاكتات بالدم

م	مستوي اللاكتات	طريقة الإختبار	المرجع
١	المستوي المبدئي +١ مللي مول/لتر	إختبار جهد متدرج فتري علي ٨ مراحل زمن المرحلة ١٠ دقائق.	١٣
٢	٢,٢	إختبار جهد بدني علي مرحلتين زمن كل مرحل ١٠-١٥ دقيقة.	١٤ ، ١٥
٣	٢,٥	إختبار جهد فتري متدرج علي مراحل زمن المرحلة ١٠ دقائق.	١٦
٤	٤	إختبار جهد مستمر متدرج علي مراحل زمن المرحلة ٣ دقائق - أو ٤ دقائق.	١٧ - ١٨
٥	٢-٧	إختبار جهد مستمر علي مراحل زمن المرحلة ٤ دقائق مع قياس تركيز اللاكتات في نهاية الإختبار.	١٩
٦	٣,٥-٥	إختبار جهد مستمر علي مراحل زمن المرحلة ٣ دقائق .	٢٠
٧	٢ر٥-٦,٨	إستخدام حملين بشدات أقل من الأقصي(٦٠-٦٥٪ و ٧٥-٨٠٪ من الحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين)كل حمل ٢٠ دقيقة وتؤدي في نفس اليوم بحيث يفصل بين كل منهما ٤٠ دقيقة.	٢٢

٤- إستخدامات قياسات اللاكتات تبعاً لطول مسافة السباق

تحتاج أنشطة التحمل خاصة في المسافات الطويلة إلي درجة عالية لمستوي العتبة الفارقة اللاهوائية أكثر منها بالنسبة لمستوي الحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين ، فإذا ماتساوي مستوي الحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين لدي متسابقين فإن العامل الفاصل بينهما هو العتبة الفارقة اللاهوائية ، حيث لايستطيع المتسابق أن يقطع مسافة السباق كلها بمستوي شدة عال يصل إلي ١٠٠٪ من الحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين لذلك ، يستخدم المتسابقون درجات شدة أقل من ١٠٠٪ وكلما أرتفعت الحالة التدريبية للرياضي أستطاع أن يستخدم شدة ذات مستوي أعلي بالنسبة للحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين ، لذلك لا يعني دائماً إرتفاع مستوي الأداء عند درجة ١٠٠٪ للحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين ضمان كفاءة الأداء عند المستويات الأقل من ١٠٠٪ وهنا تأتي أهمية تنمية العتبة الفارقة اللاهوائية بأعتبارها تتم دائماً عند مستويات مئوية أقل من ١٠٠٪ للحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين وقد أشار(٧) Daniels أن الحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين وكذلك النسب المئوية له يتأسس عليهما تحقيق النجاح ، ووجد(٨) Costill زيادة ضئيلة لحامض اللاكتيك أثناء الجري لمدة ساعتين عند مستوي شدة يتراوح مابين ٥٥٪ إلي ٦٧٪ من الحد الأقصي لإستهلاك الإكسوچين ، وأن الرياضيون ذوي المستويات العليا يستطيعون إستخدام مايقرب من ٩٠٪ من الحد الأقصي لإستهلاك الإكسوجين , وأظهرت نتائج دراسة كويلي وآخرون (٢٤) Coyle et al أن متسابقي الدراجات ذوي مستوي العتبة الفارقة اللاهوائية ٨٢٪ من الحد الاقصي لاستهلاك الاكسجين لم يظهر لديهم التعب حتي الوصول الي مستوي ٨٨٪ من الحد الاقصي لاستهلاك الاكسوچين وذلك بلغ الضعف لإقرانهم ذوي مستوي ٦٦٪ من الحد الأقصي لاستهلاك الاكسوچين.

هذا ويتطلب أداء مسابقات جري المسافات الطويلة متطلبات ڤسيولوچية عديدة مثل الحد الأقصي لاستهلاك الاكسوچين والعتبة الفارقة اللاهوائية وأقتصادية الجهد والسعة اللاهوائية أثناء الجري ، وسرعة الأداء المرتبطة بالحد الاقصي لاستهلاك الاكسوچين (٩) (١١) وفي الحقيقة فإن مستوي العتبة الفارقة اللاهوائية أو الأداء عند مستويات أقل من ١٠٠٪ من الحد الاقصي لاستهلاك الاكسوچين يعتبر هو العامل الاكثر أهمية خاصة للمسابقات التي تتراوح أزمنة أدائها ١٠-١٥ دقيقة، وتزداد هذه الاهمية كلما طالت مسافة السباق مثل ١٠٫٠٠٠ متر والمارثون (١٣) حيث بلغت نسبة اللاكتيك بالدم للسيدات المدربات وغير المدربات (٢ : ٢,٥) و(٤) مللي مول / لتر علي التوالي لمسافات ٣٠٠٠ أو ٣٢٠٠ متر (١٠ - ١٤) وبناء علي دراسة مقارنة أجراها هلچيرب (١٥) Helgerub لتقويم مستوي أداء المارثون للسيدات والرجال أتضح أنه بالرغم من أرتفاع مستوي الحد الأقصي لإستهلاك الاكسوچين في العتبة الفارقة اللاهوائية لدي الرجال أظهرت السيدات اللائي يقطعن مسافة أكبر في التدريب الأسبوعي تفوقاً في إقتصادية الجري (أي إستخدام أكسوچين أقل) مع شدات أعلي (نسب مئوية للحد الأقصي

لاستهلاك أكسوچين أعلي) خلال السباق . وبناء علي ذلك فإن حجم التدريب يصبح عاملاً هاماً للاداء (١٦) ونظراً لإرتباط مستوي الأداء بحجم التدريب الأسبوعي بالرغم من عدم تغير مستوي العتبة الفارقة اللاهوائية فإن المقدرة علي إستخدام التمثيل الغذائي للدهنيات تعتبر عاملاً هاماً للأنشطة التي تستمر أكثر من ساعة مثل المارثون (١٧)

هل يمكن أن يرتفع مستوي العتبة بالفارقة اللاهوائية من خلال تدريبات التحمل ؟

أثبتت العديد من الدراسات إمكانية رفع مستوي العتبة الفارقة اللاهوائية من خلال تدريب التحمل، حيث أظهرت الدراسات زيادة مستوي العتبة الفارقة اللاهوائية بعد تدريب التحمل (١٨) كما أظهرت الدراسات التتبعية وجود إرتباط بين التغيرات في العتبة الفارقة اللاهوائية وأداء جري المسافات الطويلة خلال فترة ٥ر٤ شهر أجريت خلال هذا المدة قياسات قبلية وخلال الفترة وبعدها علي ٢١ متسابق جري من الذكور، وقد وجد ارتباط عال بين مستوي أداء مسافه الجري والعتبة الفارقة اللاهوائية خلال فترة التدريب لمدة ٩ شهور، كما أظهرت دراسة (١٩) Poole زيادة مستوي العتبة الفارقة اللاهوائية خلال ٢-٣ أسابيع من التدريب بواقع ٦ أيام في الاسبوع ولمدة ٣٠ دقيقة في الجرعة التدريبية الواحدة وبمستوي شدة ٧٠-٨٠٪ من الحد الاقصي لاستهلاك الاكسچين وذلك علي عينة قوامها ٦ أفراد غير مدربين. وقد أظهرت دراسة لاقي وآخرون (٢٠) Lvy et al أن الألياف العضلية البطيئة أكثر سعة تنفسية من الالياف السريعة كما أثبتت أيضاً هذه الدراسة ارتباط زيادة نسبة الالياف البطيئة بالعتبة الفارقة اللاهوائية.

٥- الحد الأقصي لتركيز لاكتات الدم

لوحظ أن مستويات لاكتات الدم تصل الي ٢٠ - ٢٥ مللي / مول بعد المنافسات التي تستمر فترتها ١- ٢ دقيقة (٢) . بينما تصل هذه المستويات الي ١٠-٢٠ مللي/مول في المسافات التي تستمر فترتها أطول من ذلك . ويمكن أن يستمر الفرد في حالة ثابته قصوي لمستويات لاكتات الدم من ٢,٢ - ٦,٨ مللي مول لتر وقد يعتمد ذلك علي حالة استهلاك الجليكوچين ونسبة الألياف البطيئة إلي السريعة .

٦- تأثير العمر والجنس علي قياسات لاكتات الدم :

١٠٦-الفروق بين الجنسين

أظهرت الدراسات عدم وجود فروق بين كلا الجنسين في النسبة المئوية للعتبة الفارقه اللاهوائية بالنسبة للحد الأقصي لاستهلاك الأكسوچين (١٢) - (٢١) - (٢٢) بالنسبة لمتسابقي ومتسابقات الجري مسافات طويلة ، كما أن التكيف بالنسبة للميتوكوندريا بالعضلات الهيكلية للرجال والسيدات المدربات علي درجة عالية

تقريباً تكون متشابهاً (٢٣) وأظهرت دراسات أخري تفوق السيدات علي الرجال في إقتصادية الجري (٢٤) كما أظهرت دراسة Helgerud (١٥) أن السيدات اللآتي يتدربن لمسافات أطول أسبوعياً تظهر لديهن صفة الإقتصادية في الجري (تكلفة الجري أكسوجين أقل و إرتفاع في شدة الأداء تظهر في إرتفاع النسبة المئوية لإستهلاك الإكسوجين خلال السباق مقارنة بالرجال) .

٢.٦-الأطفال :

يلاحظ أن مستوي اللاكتات بالدم وعجز الأكسوجين أقل لدي الأطفال مقارنة بالبالغين عند أداء شدة نسبيه أقل من الحد الأقصي .

٣.٦-الرياضيون كبار السن

إزدادت نسبة مشاركة كبار السن (أكثر من ٤٠ سنة) في المنافسات الرياضية نتيجة زيادة تنظيم البطولات العالمية للأعمار الكبيرة ، وبناء علي نتائج MAffuli et al (٢٥) وجد أن نتائج الرياضيين كبار السن المدربين تتساوي مع الرياضيين الأصغر سناً في القدرة الهوائية وكذلك وجد تساوي في العتبة الفارقة اللاهوائية . وبناء علي هذه النتائج يمكن إستنتاج أن التدريب لتحسين عمليات التكيف في الميتوكوندريا يعتبر النتاج الأساسي الذي يتحكم في تنظيم إنتاج اللاكتات في العضلات الهيكلية العاملة .

٧- تطبيق مبدأ التخصصية ولإكتات الدم في التدريب

١.٧-لاعبي الجري

أظهرت دراسة (٥) Forenbach et al. التي أجراها علي لاعبي الجري أن سرعة الجري التي يكون فيها مستوي اللاكتات في الدم ٢ - ٣ مللي مول / لتر يمكن أن يعتبر مستوي ١٠٠٪ لشدة تدريبات متسابقي المارثون ، وقد حددت بعض الدراسات أن مستوي اللاكتات ٤ مللي مول/لتر والذي يعني مستوي ٨٠ - ٩٠ ٪ من الحد الأقصي لاستهلك الأكسوجين يعتبر الشدة المثلي للتدريب علي اللياقة الهوائية لمتسابقي الجري(12 , M5 , 116)ويرتبط بسباقات ١٠-١٦كيلو متر (١٨)

جدول (٣)

تقنين شدة الأحمال للتدريب علي مسافات الجري وفقاً للأزمنة المسجلة

المسافة بالمتر	أفضل الأزمنة الشخصية			السنة	السرعة كم/ساعة	النسبة المئوية لإستهلاك الإكسوجين ٪
	ثانية	دقيقة	ساعة			
٨٠٠	٨٣	١	-	١٩٨٨	٢٤,٩	١١٥
١٠٠٠	٩٢	٢٨	-	١٩٩٠	٢٤,٢	١١٢
١٥٠٠	٤٣	٥٧	-	١٩٩٠	٢٢,٨	١٠٥
٣٠٠٠	٥٩	٢٨	-	١٩٩٥	٢١,٢	٩٨
٥٠٠٠	٤٠	١٤	-	١٩٩٤	٢٠,٥	٩٥
١٠,٠٠٠	٣٤	٣١	-	١٩٩٥	١٩	٨٨
٢١,٠٠٠	٣٨	١٠	١	١٩٩٣	١٧,٩	٨٥

يوضح الجدول أنه كلما زادت سرعة الجري إتجهت شدة الحمل البدني الي نسبة أعلي من ١٠٠٪ من الحد الأقصي لاستهلاك الأكسوجين ، وعلي العكس من ذلك تقل شدة الحمل عن نسبة ١٠٠ ٪ من الحد الأقصي لاستهلاك الأكسوجين كلما طالت مسافة السباق وقلت سرعة الأداء .

٢.٧-السباحة

يتم القياس في السباحة من داخل الماء,وقد أظهر كسكنن وآخرون . Kaskinen et al أن مقدار ٤ مللي مول/لتر لاكتات في الدم يصل اليه السباح عندما يؤدي قطع بمستوي شدة أقل من الأقصي ثم بالمستوي الأقصي وأن مستوي لاكتات ٣ مللي مول /ل ، يظهر لدي السباح عندما يؤدي عدد من المجموعات لمسافات ٣٠٠ متر مع تدرج السرعة ، ومستوي ٢ مللي مول /لتر في حالة أداء عدد من تكرار سباحة ١٠٠ متر مع تدرج السرعة كما أظهرت الدراسات أن سرعة السباحة التي تؤدي الي أن يكون مستوي اللاكتات ٤ مللي مول /لترتعادل مستوي ٩٥,٦٪ + ٢,٦ ٪ من الحد الأقصي لإستهلاك الأكسوجين ، وقد أظهرت الدراسة أيضاً أن اللاكتات تزيد بنسبة ٢٪ في مدّي شدة يتراوح ما بين ٨٦ الي ١١٠ ٪ من الحد الأقصي لاستهلاك الأكسوجين ، ويبلغ متوسط تجمع اللاكتات عند الأداء بشدة ثابتة أقل من ١٠٠٪ من الحد الأقصي لإستهلاك الإكسوجين أقل من ٥٥ مللي مول/لتر/ دقيقة بينما يزداد تراكم اللاكتات الي ٢,٠٨ ± ٠,٧ مللي مول/لتر/دقيقة عند مستوي ١٠٨,٨ ٪ من الحد الأقصي لإستهلاك الأكسوجين .

٣.٧-التجديف

يصل الحد الأقصي لإستهلاك الأكسوجين الي نسبة ٨٥٪ عند أداء سباق التجديف لفترة حوالي ٦-٧ دقائق لسباق ٢٠٠٠ متر (٢٧) ، وقد سجلت العتبة الفارقة اللاهوائية لهم عند مستوي ٧,٦ ٪ من القدرة المتوسطة التي سجلت خلال إختبار ٢٠٠٠ متر .

٨-الأستنتاجات والتوصيات

١٠٨-الأستنتاجات

بناء علي ما سبق عرضه أمكن التوصل الي الأستنتاجات التالية :-

١- أن تطبيقات نظم إنتاج الطاقة أصبحت عاملاً أساسياً لتشكيل حمل التدريب وتقنين مستواه .

٢- أن هناك علاقة موجبة بين نسبة تركيز حامض اللاكتيك وشدة الأداء فكلما زادت شدة الحمل زادت نسبة تركيز حامض اللاكتيك .

٣- يمكن تقنين أحمال التدريب وفقاً لمستويات نسبة تركيز اللاكتات في الدم وفقاً للمستويات السبعة التي إقترحتها الدراسة الحالية ويمكن الإستفادة بتقنين شدات أحمال التدريب للمسافات من ٨٠٠متر حتي ٢١,٠٠٠متر جري بناءعلي النتائج المعروضة علي الجدول رقم (٣) .

٤- أن تشكيل الأحمال التدريبية وطرق التدريب يهدف لتنمية العتبة الفارقة اللاهوائية بإعتبارها الأكثر أهمية ومساهمة من الحد الأقصي لأستهلاك الأكسوجين لمتسابقي التحمل .

٥- أن مقدرة الناشئين علي العمل اللاهوائي تعتبر أقل من مقدرة الرياضيين ذوي المستويات العليا لذلك يراعي عند وضع برامج التدريب للناشئين التركيز علي التحمل الهوائي أكثر من التحمل اللاهوائي .

٦- أظهرت الدراسات عدم وجود فروق بين كلا الجنسين في مستوي العتبة الفارقة اللاهوائية المرتبطة بالنسبة المئوية للحد الأقصي لإستهلاك الأكسوجين مما يساعد مع إستخدام النسب المئوية الموحدة لكلا الجنسين .

٧- أن عمليات التكيف الفسيولوجي ترتبط بنوعية حمل التدريب الذي يتفق مع طبيعة الأداء البدني في الأنشطة الرياضية التخصصية للتركيز علي التغيرات الكيميائية الفسيولوچية للعضلات العاملة.

٨- توصلت الدراسات الي تحديد النسب المئوية للحد الأقصي لإستهلاك الأكسوجين وعلاقتها بالعتبة الفارقة اللاهوائية في بعض الأنشطة الرياضية كالسباحة والجري والتجديف .

٢.٨-التوصيات:

١- أهمية تشكيل الإحمال التدريبية وفقاً للنماذج الفسيولوجية لتنمية نظم إنتاج الطاقة لدي الرياضيين .

٢- الإستفادة من العلاقة بين نسبة تركيز حامض اللاكتيك وشدة الأداء لتقويم الحالة التدريبية للرياضي بناء علي ما جاء في الجداول (١) (٢) .

٣- التأكيد علي أهمية الإستعانة بالقياسات المعملية لتحديد الكفاءة الفسيولوجية للرياضيين خاصة في أنشطة التحمل .

٤- مراعاة عدم الإكثار من تدريبات تنمية القدرة اللاهوائية لدي الأطفال والناشئين ويتم التدرج في زيادتها تدريجياً خلال مراحل النمو .

٥- مراعاة الفروق بين الجنسين في المقادير المطلقة لإستهلاك الأكسوجين أو تركيز حامض اللاكتيك ويمكن تقنين ذلك بإستخدام النسب المئوية للحد الأقصي لإستهلاك الأكسوجين بناء علي ماجاء في جدول (٣) .

٦- التأكيد مع أهمية تطبيق مبدأ التخصصية في التدريب والتركيز علي تنمية الصفات الفسيولوجية التي تتطلبها طبيعة الأداء الرياضي التخصصي .

٧- إجراء المزيد من الدراسات حول الكشف عن المواصفات الفسيولوجية المرتبطة بكل نشاط رياضي تخصصي تمهيداً لوضع برامج التدريب الملائمة.

المـــــراجع

1- Jacobs I. Blood lactate implications fo
training and sports performance sports Med 1986, 3: 10-25.

2- Walsh Ml, Bannister EW. Possible Mechanisms of the anaerobic threshold. Sports Med1988; 5:269-302.

3- Foster C, Crowe MP, Holum D, et al. The bloodless lactate profile. Med Sci sports exerc 1995; 27:927-33.

4- Mader A. Evaluation of the endurance performance of marathon runners and theoretical analysis of test results. J Sports med phys fitness 1991; 33: 1-19.

5- Brooks GA. Anaerobic threshold: review of the concept and direction for future research. Med sci sports Exerc 1985; 17: 31-5.

6- Aunola S. Rusko H. Reproducibility of acrobic and anaerobic thresholds in 20-50 year old men. Eur J Appl Physiol 1984; 53:270-6.

7- Daniels J. Physiological characteristics of champion male athletes. Res Q1974; 45: 342- 8. s

8- Costill DL. Metabolic responses during distance running Appl Physiol 1970; 28: 251-5.

9- di prampero PE. The energy cost of human locomotion on land and in water. Int J Sports Med 1986; 7: 55-72.

10- Yoshida T. Udo M. Iwai K, et al. Physiological characteristics related to enduranec running performance in female distance runners. J Sports Sci 1993 :11:57-62.

11- Kenney WL, Hodgson JL Variables Predictive of performance in elite middle - distance runners. Br J Sports Med 1986: 19: 207-9.

12- Iwaoka K, Hatta H, Atomi Y, et al, Lactate, respiratory compensation thresholds, and distance running performance in runners of both both sexes. Int J Sports Med1988; 306-9.

13- Allen WK. Seals DR. Hurley Bf. et al. Lactate threshold and distance - running performance in young and older endurance athletes J Appl Physiol 1985:58:128-4.

14- weltman J Seip R, Levine S, et al. Prediction of lactate threshold and blood lactate concentrations from 3200-m time trial running performance in untrained females. Int J Sports Med1989; 10: 207-11.

15- Helgerud J. Maximal oxygen uptake, anarobic threshold and running economy in women and men with similar performances level in marathons. Eur J Appl Physiol 1994 ; 68: 155-61.

16- Hagan RD, Smith MG, Gettman LR. Marathon performance in relation to maximal aerobic power and training indices. Med Sci Sports Exerc 1981; 13: 1185-9/

17- Sjodin B, Svedenhag J Applied physiology of marathon running - Sports Med 1985;2:83-10.

18- Tanaka K, Matsuura Y, Matsuura A. et al Alongitudinal assessment of

anaerobic threshold and distance running performance. Med Sci Sports Exerc 1984; 16: 276-82.
19- Gaesser G, Poole DA. Lactate and ventilatory thresholds: disparity in time course of adaptations to training J Appl Physiol 1986; 61: 999-1004.
20- Ivy JL, Withers RT, Van handel Pj. ei al Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold. j Appl Physiol 1980; 48: 523-7 .
21- Fay L. Londeree BR, Lafontaine TP, Et al. Physiological parameters related to distance running performance in female athletes. Med Sci Sports exerc 1989; 21: 319-24.
22- Costill DL. The relation between selected physiological variabes and distance running performance J Sports Med Phys Fitness 1976 : 7: 61-6.
23- Costill DL. Fink WJ. Flunn Mi et al . Muscle fiber composition and enzymes activities in elite female distance runners. Int J Sports Med 1987 : 8 : 103-6.

24- Daniels JT. Krahenbuhl G. Foster C. et al. Aerobic responses of female distance runners to submaximal and maximal exercise Ann NY Acad Sci 1977: 301: 126-33.
25- Maffuli N. Testa V, Capano G. Anaerobic threshold determination in master endurance runners. J Sports Med Phys Fitness 1994; 34: 242-9.
26- Keskinen KL. Komi PV, Rusko H. A comparative study of blood lactate tests in swimming. Int J Sports Med 1989: 10: 197-201.

27- Holmer I. Energetics and mechanical work in swimming. In: Hollander A. Huijing P. de Groot G. editors. International series on sport sciences. Vol. 19. Biomechanics and medicine in swimming. Champaign (IL): Human Kinetics. 1983: 151-6-1