DOI prefix: 10.33170, 2024, Vol (17), Issue (2): 483-495

Sciences Journal Of Physical Education

P-ISSN: 1992-0695, O-ISSN: 2312-3619
https://joupess.uobabylon.edu.iq/

# Study of the response of lactic acid to the competition effort of 400m freestyle runners and its effect on the mechanisms of fatigue

Asst. Prof. Dr. Walid Ahmed Awad *

*Anbar Education Directorate/Ministry of Education, Iraq.*

*Corresponding author: Waleed68777@gmail.com

Received: 31-03-2024 Publication: 28-04-2024

**Abstract**

In this research (a study of the response of lactic acid to the competition effort of 400m freestyle runners and its effect on the mechanisms of fatigue) was carried out. The research sample consisted of 400m runners, who represent the Iraqi youth team, who numbered (6) runners, and they were chosen intentionally, and the descriptive method and the survey method were used. The aim of the research was Identifying the effect of competition effort on the lactic acid response of individuals in the research sample. And to identify the effect of competition effort on the level of concentration of the investigated variables. While the research hypothesis was that there were statistically significant differences between the pre- and post-measurements of the variables investigated for the individuals in the research sample, the researcher concluded that lactic acid and its salts (lactate) are not the main causes of muscle fatigue. Low concentrations of blood electrolytes (Na+, K+) in the post-tests may give An indication of its contribution to the causes of muscle fatigue. Especially its relationship to the mechanism of muscle contraction. The researcher recommended the necessity of using modern techniques (field laboratory devices), which are measured in the field and directly, to estimate the intensity of the physical load on the athlete, and the necessity of conducting other studies for 400m runners, to search for other causes of muscle fatigue, such as studying the role of calcium ions ( Ca++) or the role of acetylcholine and the enzyme cholinesterase, and we cannot fail to mention the psychological aspect and its role in muscle fatigue.

**Keywords:**
Lactic acid, Competition effort, Fatigue, 400m event.

https://doi.org/10.33170/jocope.v17i2.482-495

# دراسة استجابة حامض اللاكتيك لجهد المنافسة لعدائي 400م حرة وتأثيره في أليات مسبات التعب.

أ.م.د وليد احمد عواد ، العراق . تربية الانبار

Waleed68777@gmail.com

تاريخ استلام البحث31 / 3/ 2024 تاريخ نشر البحث 2024/4/28

**الملخص**

تم في هذا البحث (دراسة استجابة حامض اللاكتيك لجهد المنافسة لعدائي 400م حرة وتأثيره في أليات مسبات التعب) وتمثلت عينة البحث راكضي 400م والذين يمثلون منتخب شباب العراق) والبالغ عددهم(6)عدائين، وتم اختيارهم بطريقة العمدية واستخدم المنهج الوصفي وبالأسلوب المسحي، وهدف البحث التعرف على تأثير جهد المنافسة في استجابة حامض اللاكتيك للأفراد عينة البحث. والتعرف على تأثير جهد المنافسة على مستوى تركيز المتغيرات المبحوثة، فيما كان فرض البحث وجود فروق ذات دلالة احصائية بين القياسات القبلية والبعدية لمتغيرات المبحوثة للأفراد عينة البحث ، واستنتج الباحث بأن حامض اللاكتيك واملاحه( اللاكتات) ليس هي المسبات الرئيسة للتعب العضلي، انخفاض تراكيز الالكترولتات الدم( Na+,K+ ) في الاختبارات البعدية، قد يعطي مؤشرا عن مساهمتها في مسبات التعب العضلي، لاسيما علاقتها بألية الانقباض العضلي واوصى الباحث ضرورة استخدام التقنيات الحديثة( الاجهزة المختبرية الميدانية) والتي يتم القياس ميدانيا وبصورة مباشرة في تقدير شدة الحمل البدني الواقع على الرياضي، وضرورة اجراء دراسات اخرى لعدائي 400م، للبحث عن مسببات اخرى للتعب العضلي، كدراسة دور ايون الكالسيوم($Ca^{++}$) أو دور الاستيل كولين وانزيم كولين استريز، ولا يفوتنا أن ننوه على الجانب النفسي ودوره في التعب العضلي.

**الكلمات المفتاحية: حامض اللاكتيك ، جهد المنافسة ، التعب ، فعالية 400م.**

**1- المقدمة:**

الانتظام بالتدريب الرياضـــي وتنفيذ المناهج المقننة على اســس علمية صـــحيحة يحقق اســتجابات وتكيفات وظيفية وكيموحيوية لأجهزة الجسـم الداخلية للرياضـي وهذه التكيفات تتركز حول تحسـين العمليات الايضـية للأجهزة وعضـيات الجسـم من جراء ممارسـة النشـاط الرياضـي، وتؤدي الى أحداث تأثيرات بدنية تعمل على الوصـول بالرياضـين الى مستوى الكفاية البدنية(الفورما الرياضـية) العالية من أجل الوصـــول الى الهدف المنشـــود وهو تحقيق الانجاز أو الفوز في الالعاب والفعاليات الرياضـــية المختلفة ، اذ أن تلك التكيفات تنعكس بصـــورة مباشـــرة على جميع القدرات المتعلقة بمثالية الاداء، وتتباين درجة التأثير تلك التكيفات وفقا لطبيعة النشـــاط وهدفه واتجاهه وزمن المنافســـة ونظام الطاقة الخاص بالنشاط.، وبناء على ذلك تركزت مجهودات علماء فسيولوجيا التدريب الرياضي ، على البحث عن الاختبارات والقياسات الفسيولوجية والتي يمكن الاعتماد عليها كدليل واضح لمعرفة مستوى تكيف الأجهزة الوظيفية من خلال اســـتجابات تلك الأجهزة إلى الحمل البدني الذي أحدثته المناهج التدريبية المعطاة للرياضـين والتي مكنت المدرب من اكتشـاف المدى المتحقق من الأهداف المرجوة في المناهج التدريبية. وبذلك فأن تلك الخطوة قد حققت قفزة نوعية وكمية في مجالات البحث العلمي الرياضـي من خلال وصـف التغيرات (الاسـتجابات والتكيفات) الوظيفية الحاصـلة مع الجهد البدني وتفسـيرها. ومن تلك القياسـات المهمة هو قياس استجابة حامض اللاكتيك في الدم والذي يعد مؤشراً جيداً لمدى التقدم والتحسن في الأداء البدني والحركي ، وهو أكثر أهمية من الحد الأقصـى لاستهلاك الأوكسجين .أذ أن التغير في مسـتوى اللاكتيك وتركيزه مرتبطاً بالتغيرات الداخلية لعمليات الأكسـدة في الأنسـجة العضـلية بدرجة اكبر من التكيف في القلب والأوعية الدموية على أســاس أن زيادة الحد الأقصـــى لاســتهلاك الأوكســـجين له علاقة مباشـــرة بوظائف القلب والرئة والأوعية الدموية في حين أن اســـتجابة لاكتات( املاح حامض اللاكتيك) الدم للمجهود له علاقة مباشرة بالتغيرات في العضـلة وبالتمثيل الحيوي للطاقة في الجسم. وتعد المنافسة المحك الحقيقي للرياضي للكشف عن مستوى التكيف الوظيفي الذي حصل عليه كنتيجة للتدريبات المختلفة سـواء بدنية وحركية ومهارية وخططية ونفسـية خلال فترة الإعداد العام والخاص التي ســـبقت فترة المنافســـات باعتبارها التطبيق العملي لمعرفة العلاقة بين قدرات وأمكانيات بالرياضـي وحالته الوظيفية والكيموحيوية التي تحدث في أجهزة جسـمه وتؤثر على مسـتوى الأداء أمام منافســيه. ولكل فعالية رياضـــية أو نشـــاط رياضـــي متطلبات بدنية خاصـــة يتميز بها عن غيره من الأنشـطة الرياضـية الأخرى ولاسـيما فعالية 400م، وتنعكس هذه المتطلبات على أجهزة الجسـم الحيوية بصـورة عامة والجهاز العصـبي والدوري التنفسـي بصـورة خاصـة، فالتقدم في المسـتوى ما هو إلا عبارة

عن تكيفات وظيفية وكيموحيوية وبيوكيميائية وغيرها من المتغيرات التي تحدث في الأجهزة الداخلية، من اجل تأخير التعب والذي يعتبر الية بيولوجية وظيفتها وقاية العضـلة من الدخول في مرحلة تشـيه التيبس والذي يعتبر ضاراً بالعضلة.

، ومن هنا تبرز مشكلة البحث عدم توفر رؤيا واضحة للأسباب الكاملة لتعب العضلات، وماهي نسبة مسـاهمة حامض اللاكتيك في الدم في تعب العضـلات، مقارنة بأليات مسـبات التعب، وحسـب الآراء التي يراها العلماء والباحثون لتفسير ظاهرة التعب.

لذا أرتأى الباحث الى إجراء هذه الدراسة من خلال الإجابة على التساؤل التالي؟ ما هو تأثير جهد المنافسة على استجابة حامض اللاكتيك لعدائي 400م حرة وتأثيره في أليات مسبات التعب.

**ويهدف البحث الى:**

1- التعرف على تأثير جهد المنافسة في استجابة حامض اللاكتيك للأفراد عينة البحث.

2- التعرف على تأثير جهد المنافسة على مستوى تركيز المتغيرات المبحوثة لأفراد عينة البحث.

**2- إجراءات البحث:**

**2-1 منهج البحث:** أستخدم الباحث المنهج الوصفي لملائمته لطبيعة ومشكلة البحث.

**2-2 مجتمع البحث وعينته:**

لقد تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية والمتمثلة (6) من عدائين المنتخب العراقي للشـباب وقد شكلت نسبة العينة الى مجتمع الاصل 72%.

**2-3 وسائل جمع المعلومات:**

- الاختبارات والقياسات.
- المصادر العلمية العربية والأجنبية وشبكة المعلومات الدولية.
- اسـتمارة اسـتطلاع رأي المختصـين للمتغيرات الكيموحيوية حيث اتفقت اغلب آراء المختصـين على المتغيرات الكيموحيوية التي هي قيد الدراسة وبنسبة (76.9 %).
- حقن بلاستكية(سرنجات) عدد (80) بحجم (5Cc).
- تيوبات لحفظ الدم عدد (70) .plan tube
- قطن طبي ومواد معقمة.
- تورنيكات لربط الذراع.

- حافظة تبريد.
- حاملة أنبوب Ruek.
- جهاز مقياس طيف الامتصاص (Spectrophmeter) الماني المنشأ.
- جهاز الطرد المركزي (Centrifuge) بسرعة 5000دورة/ دقيقة أوروبي المنشأ.
- جهاز لقياس حامض اللاكتيك محمول1710 – Lactate Pro LT
- جهاز لقياس حامضية الدم PH meter.
- كتات لتحديد مستوى تركيز حامض اللاكتيك واملاح الصوديوم والبوتاسيوم.
- جهاز حاسوب نوع (HP) لأغراض المعالجة الاحصائية.

**2-4 الاختبارات والقياسات المستخدمة في البحث**

لقد تم التعرف على مستوى التغيرات الحاصلة بإجراء الاختبارات والقياسات التي هي قيد الدراسة وذلك باستخدام بعض الأجهزة والأدوات في وضع الراحة وبعد تنفيذ الجهد البدني (عدو 400م) . وقد أعتمد الباحث بعدم أخذ التجانس والتكافؤ لعينة البحث، لكون عينة البحث تمثل عدائي المنتخب الوطني للشباب

**2-4-1 الاختبارات والقياسات الكيموحيوية:**

**2-4-1-1 وصف القياسات:**

أن القياسات التي تم تناولها من قبل الباحث تتضمن قياسات كيموحيوية، واقتصر الباحث على وصف الطريقة المتبعة لقياس حامض اللاكتيك، كون قياسه تم بطريقة مباشرة عن طريق جهاز الكتروني خاص محمول وكما مبين أدناه: –

قياس تركيز حامض اللاكتيك في الدم قبل وبعد المنافسة:

- الهدف من الاختبار: قياس مستوى تركيز حامض اللاكتيك في الدم قبل وبعد المنافسة.
- **الأدوات المستخدمة:** تم استخدام جهاز من نوع (Lactate Pro LT – 1710) المصنعة من قِبَل شركة (Arakray) اليابانية، مثقاب ابري عدد (20)، شريط فاحص (Check Strip) عدد (20)، شريط مدرج (Calibration Strip) عدد (20)، أشرطة قياس (Test Strip)، قطن طبي، مواد معقمة، منشفة يد صغيرة عدد (20)، فريق عمل مساعد، استمارة تسجيل.

**وصف الأداء:** يقوم فريق العمل المساعد بتصفير الجهاز بالشريط المدرج الخاص به، ووخز (حلمة أذن) المختبر بالإبرة الخاصة بالجهاز، ثم أخذ عينة من الدم ب(الكت) الموضوع بالجهاز للحصول على القراءة ومسح (حلمة أذن) وتعقيمها بالقطن الطبي والمحلول المعقم، ولكل مختبر(كت) خاص

به ويستخدم لمرة واحدة فقط. وبهذه الطريقة يتم قياس مستوى تركيز حامض اللاكتيك في الدم قبل وبعد المنافسة، أذ تظهر نتيجة القياس بصورة مباشرة على شاشة الجهاز بوحدة قياس هي (المليمول/لتر).

وتمت عملية القياس بعد مرور ( 5 ) دقائق من الجهد وهذه المدة تُعدّ مناسبة لضمان انتقال حامض اللاكتيك من العضلات إلى الدم، وكما أشار الى ذلك كل من(القط:1، 27، 1999 ) و(سلامة: 2 ،127،1999) و(عثمان:3، 222، 2018 )

**التسجيل :** تسجل القراءة التي يظهرها الجهاز بعد القياس لكل لاعب قبل وبعد المنافسة في استمارة التسجيل.

بينما الباحث لم يتطرق بالتفصيل عن وصف الطريقة التي تم بها أتباع القياسات ( PH الدم، وايونات الصوديوم $Na^+$ والبوتاسيوم $K^+$ ) أو الاجراءات المختبرية التي يسلكها المختص للحصول على نتائج ،لأن تنفيذ هذه القياسات يتطلب توفير كادر طبي متخصص وأجهزة ومعدات طبية وعلى درجة عالية من الدقة، مما دعا الباحث الى نقل عينات الدم الى مختبرات خاصة، كونها تتميز بالموضوعية في ايجاد نتائج والتي على ضوؤها سوف تعتمد عليها نتائج البحث.، فمن وجهة نظر الخبراء والباحث أن تلك الخطوات التي يتبعها المتخصص لكشف عن نتائج سوف لا تجعل الباحث قادرا على الكشف عنها بذاته، كما أنها لا تكون ذات جدوى للباحثين الاخرين للاستفادة منها لاسيما أن المتخصص يتبع التعليمات الواردة مع الكتات للوصول الى تلك نتائج.وتلك تعليمات تختلف من كت الى أخر.

**2-5 الاختبارات والقياسات الوظيفية:**

**2-6 اختبار الجهد البدني:**

استخدم اختبار عدو 400م لمعرفة أثر جهد البدني (للمنافسة)على التكيفات التي قد أكتسبها العداء. وقد تم الاختبار عن طريق المنافسة بين كل العدائين.

**2-7 التجربة الاستطلاعية:**

بنظر لترابط إجراءات المتغيرات المبحوثة مع بعضها البعض، وتلافيا لتجنب الاجهاد على عينة التجربة الاستطلاعية، أقترح الباحث وفريق العمل المساعد إجراء تجربتين استطلاعية، بحيث إن كل فريق مساعد يقوم بالواجبات الملاقاة على عاتقه، إذ تم إجراء التجربة الاستطلاعية الاولى على أثنين من عدائي(400م) يوم ( الاثنين) الموافق( 7 / 3 / 2022 ) الساعة( 4) مساء في المختبر المتخصص واثناء الراحة التامة، وقد تم قياس حامض اللاكتيك بطريقة مباشرة، وكما جاء في وصف

طريقة القياس، بينما قياس المتغيرات الاخرى قيد الدراسة ، تم سحب الدم بمقدار ( 5Cc) من منطقة العضد، ثم أتباع التعليمات الواردة مع الكتات لحصول على نتائج القياسات الكيميوحيوية المبحوثة .
بينما التجربة الاستطلاعية الثانية كانت يوم ( الخميس ) الموافق ( 10 / 3 / 2022) وفي تمام الساعة (4) مساء في ملعب الساحة والميدان في كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة/ جامعة بغداد وبحضور أفراد عينة البحث وقام الباحث بشرح أهمية الدراسة بالنسبة للاعبين والمدربين والمتخصصين في مجال فسيولوجيا التدريب الرياضي، أذ طلب فريق العمل المساعد بالأحماء لراكضين ولمدة( 10) دقائق وبشكل انفرادي وقبل أجراء التجربة على العداء، ثم بعد ذلك يتم اختباره بعدو مسافة 400م وعند الانتهاء من قطع المسافة ومرور (5د)وهي فترة مناسبة لقياس حامض اللاكيك والذي تم قياسه بطريقة مباشرة من خلال الجهاز الخاص به. بينما قياس المتغيرات الاخرى( قيد البحث) فقد أعمد فريق العمل المساعد على سحب الدم من المختبر من منطقة العضد وبمقدار(10Cc) من عينة التجربة الاستطلاعية فقط ، أذ تم تقسيم الدم المسحوب الى جزائيين وبمقدار(5Cc) يوضع كل جزء في تيوب خاص، مرقم كل حسب اسم العداء وبعد ذلك يتم ادخاله في جهاز centerfuge مباشرة من أجل الحصول على السيرم، ثم توضع تيوبات السيرم في حافظة تبريد من أجل نقلها الى المختبر المتخصص لأجراء القياسات المختبرية لمتغيرات البحث قيد الدراسة، بينما اليتوب الاخر تم نقله الى مختبر اخر لقياسه وبنفس الاجهزة والادوات التي يتم قياسها في المختبر المتخصص، والغاية التأكد من الموضوعية في القياسات ، وكانت النتائج متطابقة في القياسين. وقد حققت التجربة الاستطلاعية الهدف الرئيس من أجراءها. من حيث كفاءة فريق العمل المساعد، لا يجاد الترتيب المناسب لأجراء القياسات المبحوثة وبصورة علمية.

**2-8 التجربة الرئيسة:**

لقد تم القيام بتنفيذ التجربة الرئيسة يوم الاثنين الموافق 14/ 3/ 2022 ولغاية يوم الخميس الموافق17\3\2022 على أفراد عينة البحث واتباع الية التي تم تطبيقها خلال التجارب الاستطلاعية من حيث المكان والزمان، وبنفس الاجهزة والادوات.

**2-9 الوسائل الإحصائية:**

استخدم الباحث حزمة من الحقيبة الاحصائية SPSS.

## 3- عرض ومناقشة نتائج المتغيرات الكيميوحيوية وتحليلها:

**جدول (1) يبين الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية وقيم ( T ) المحسوبة والجدولية لقياسات المبحوثة للاختبارات القبلية والبعدية لعينة البحث**

| المتغيرات وحدة قياسها | قبلي | | بعدي | | س-ف | 3ح ف2 | المحتسبة | الجدولية | مستوى الخطأ | الدلالة |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | س- | ع | س- | ع | | | | | | |
| حامض اللاكتيك ملي مول/لتر | 4.066 | 0.287 | 8.166 | 0.242 | 0.400 | 0.163 | 25.107 | 2.571 | 0.000 | معنوي |
| PH | 7.320 | 0.139 | 7.508 | 0.162 | 0.122 | 0.049 | 3.770 | | 0.013 | معنوي |
| Na+ ملي مكافئ/لتر | 137.83 | 1.471 | 139.166 | 1.940 | 1.366 | 0.557 | 2.390 | | 0.062 | غيرمعنوي |
| K+ ملي مكافئ/ لتر | 4.100 | 0.316 | 3.950 | 0.150 | 0.197 | 0.080 | 1.861 | | 0.122 | غيرمعنوي |

عند درجة حرية (5) معنوي عند مستوى الخطأ≤(0.05

يبين الجدول( 1) وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين الاختبارات القبلية والبعدية لحامض اللاكتيك ولصالح الاختبارات البعدية ويرى الباحث ذلك نتيجة طبيعة، فهناك علاقة طردية بين مستوى تراكم حامض اللاكتيك وشدة المجهود المبذول، أذ كلما كانت الشدة عالية ، لاسيما جهد المنافسة كان هناك زيادة في مستوى حامض اللاكتيك، بسبب النقص الحاصل في امداد الطاقة لعضيات الجسم، ومن زاوية اخرى يرتبط حامض اللاكتيك بعلاقة مع مؤشرات وظيفية لها أهمية وعلاقة بالتدريب الرياضي، وهذا ما أشار اليه كل من(زاهر: 4، 176، 2011)و( عبد الفتاح :5، 49، 1996 ) بأن الدراسات أثبتت علمياً أفضلية قياس حامض اللاكتيك لتحديد شدة الحمل الفسيولوجي لعلاقته بمؤشر استهلاك الحد الأقصى للأوكسجين ومعدل ضربات القلب وخاصة في مسابقات 200-1500م ، ويرى الباحث بأن استجابات حامض اللاكتيك ليس لها علاقة بالتعب العضلي ، كما هو الاعتقاد سائد لدى بعض اللاعبين والمدربين، أذ كان ذلك الاعتقاد عامل إحباط لهم ، فالدراسات الحديثة في السنوات الأخيرة أوضحت أن الجسم يستخدم هذا الحامض كمصدر للطاقة إذ يمكن استخدامه كوقود من قبل عضلات القلب ويمكن أن ينقل من العضلات إلى الدم ومن ثم إلى الكبد حيث يتم تحويله إلى كلايكوجين في الكبد ، كما أشارت البحوث إلى إمكانية أكسدته أي استخدامه في عملية الطاقة الهوائية واستخدامه كوقود من قبل الألياف العضلية البطيئة الانقباض ، فيما يسمى بعملية النقل المكوكي لحامض اللاكتيك. وفي ذات السياق يشير( زاهر:4، 177، 2011) بأن حامض اللاكتيك المتكون خلال الجهد يتأكسد 70% منه ويتحول الى حامض

البايروفيك بعد انتهاء الجهد كاحتياطي للعضلات الهيكلية والقلب، بينما 20% منه يتحول على هيئة كلوكوز يخزن في الكبد، ويطلقه الكبد بعد تحويله الى كلايكوجين عند الحاجة اليه، بينما 10% من حامض اللاكتيك يتم تحويله الى أحماض أمنية، ولاسيما الاحماض الأمينية الداخلة في تركيب كريات الدم الحمراء، ويرى الباحث بأن هذه النسب اعلاه لحامض اللاكتيك هي عمليات ايضية داخلية الغرض منها الوفاء بمتطلبات الطاقة للجهد البدني التالي، وعلى النقيض من ذلك نرى بأن نسبة خروج حامض اللاكتيك مع البول أو العرق، نسبة طفيفة جدا، تكاد لا تذكر. وبناء على تلك المعطيات يرى الباحث بأن استجابة حامض اللاكتيك للجهد البدني المرتفع (جهد المنافسة) الشدة، ماهي الا تكيف وظيفي مستمر وثابت، نتيجة للانتظام بالتدريب المقنن، وفي هذا الإطار يؤكد (الفتاح :5، 49، 1996) بأن ارتفاع نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم مؤشرا جيدا لكشف عن تكيف الوظيفي في ظل نقص الحاصل في امدادات الطاقة لعضيات الجسم. وقد يعتقد البعض بأن املاح حامض اللاكتيك( اللاكتات) هي مسبب للتعب، ولتفسير ذلك على المستوى العلمي كان حريا بنا أن نتطرق، بأن اللاكتات املاح حامض اللاكتيك عند زيادة تركيزها في العضلات تحدث تغير في الكهربائية داخل العضلة، وفي هذا الإطار يؤكد( زاهر :4، 161، 2011) أن زيادة انتاج اللاكتات وتجمعه بالعضلات يولد شحنة سالبة لجزئي اللاكتات، فيحدث تغير في فرق الجهد داخل العضلات وحموضة العضلات ،وهذا ما دعى بعض الباحثين التصور بأن حامض اللاكتيك واملاحه( اللاكتات) هي اسباب التعب العضلي، بينما واقع الامر أن تغير في قيمة PH باتجاه الحامضية ،هو أحدى مسببات التعب العضلي أثناء التدريب العالي الشدة، أذ أن البروتونات واللاكتات تترك العضلات الى الجهاز الدوري، وبهذه الحالة يزيد تركيز اللاكتات في العضلات مقارنة بتركيزها في الدم، مما يؤدي الى نزوح اللاكتات من العضلات في الوقت ذاته يتم فيه خروج البروتونات من العضلات للدم، مسببة خللا في التوازن الحمضي القاعدي.واستخلاصا لما سبق يرى الباحث أن استجابة حامض اللاكتيك لحمل المنافسة ارتبطت بمسبات التعب العضلي فكرة مترسخة لدى العديد من الرياضين. ووفق تلك الرؤية، نلاحظ من خلال القراءة الاولية لقياسات PH الدم وجود دلالة بالفروق الإحصائية بين الاختبارات القبلية والبعدية ولصالح الاختبارات القبلية، وعلى الرغم من عدم انخفاضه ، وفي ظل تلك المؤشرات، قد يكون تأثير أيونات الهيدروجين في الألياف العضلية هي سبب التعب إذ تؤثر هذه الأيونات في (pH) الألياف العضلية التي يتراكم فيها حامض اللاكتيك في أثناء التمرين الرياضي، فأيونات الهيدروجين تخفض الـ (PH) مسببة الحامضية، لذلك فإن معظم خبراء علم فسيولوجيا الرياضة يؤكدون إن الحامضية هي السبب الرئيس للتعب في المنافسات المتوسطة مرتفعة الشدة ،ومن الرؤى الداعة لذلك ، يشير( القط:6، 34، 2006) بأن انخفاض معدل التمثيل الغذائي اللاهوائي للطاقة ينخفض كثيراً عند ما يصبح مستوى (PH) العضلات بين (6.8 . 6.5). وهذا ما يؤثر على معدل استعادة( ATP) لانخفاض في فاعلية نشاط أنزيم$ATP_{ase}$.وفي المقابل يشير( عبد الفتاح:7، 329، 2003 ) بأن وجود نسبة عالية من تركيز اللاكتات لدى لاعبي المستويات العليا يدل على الاستثارة العالية لعمليات تكسير الكلايكوجين في حالة عدم كفاية الأوكسجين ،وهو ما يمكن تحقيقه من خلال التدريب اللاهوائي ، إذ يؤدي التدريب اللاهوائي إلى زيادة نشاط الأنزيمات ومثل هذا التغير ينعكس على أنتاج طاقة أكثر بعدم كفاية الأوكسجين مما يزيد من مقدرة العضلة على التخلص و معادلة الهيدروجين مما يؤدي إلى انخفاض أقل PH عند أداء نفس العمل . ويقل التأثير التثبيطي للهيدروجين في العضلة وحتى تتضح الرؤية للتساؤل المطروح بأن تركيز الـ PH في الدم لم ينخفض وفق المعدلات التي أشار لها العلماء اعلاه في الاختبارات القبلية والبعدية للبحث، وتفسيرا لذلك يرى الباحث بأن الرقم الهيدروجيني PH متغير القيمة في الدم ، أذ تقدر قيمة (PH) في الدم الشرياني أثناء الراحة بـ(7.40) بينما يبلغ مستوى

(PH) الدم الوريدي (7.35) نظراً لزيادة محتواه من حامض الكربونيك، ويساعد مستوى (PH) الدم عند مستوى (7.35 . 7.40) على قيام الجسم بالعمليات الايضية التي من أهمها قدرة الهيموكلوبين على نقل الأوكسجين إلى الأنسجة. وللمحافظة على المستويات الطبيعة لـ PH الدم ، لا يفوتنا أن ننوه عن دور المنظمات الحيوية الدارئه التي تعمل كمصدات للمحافظة على توازن قيمة PH ، إذ تقوم هذه المنظمات الحيوية بالحفاظ على درجة تركيز أيونات الهيدروجين في الدم، أي تعادل بين أيونات الهيدروجين (+H) وأيونات الهيدروكسيد (OH) وكلما زادت درجة تركيز (+H) يصبح الدم حامضياً ويقل مستوى (PH)، والعكس إذ زاد مستوى (PH) يصبح الدم قلوياً. ولعله من المفيد أن نوكد بأن التدريبات التراكمية اللاهوائية( اللاكتيكية)التي خضعت لها عينة البحث، أكسبت العضلات الهيكلية العاملة المقدرة على التخلص من المخلفات الايضية نتيجة لتتطور الافعال التنفسية للقدرات اللاأوكسجنية، بما يتلائم مع الحالة الوظيفية للمحافظة على الاستتباب البيولوجي لعينة البحث وهذا ما اشارت له(عبد الهادي:8، 26، 2001 ) بأن المحاليل المنظمة لها القدرة على الارتباط بأيون الهدروجين إذ تزيلها من المحلول عند زيادة تركيزها فيه، أو تزود المحلول بأيون الهدروجين عندما يقل فيه، وبهذه الطريقة تستطيع المنظمات الحيوية المحافظة على ثبات الرقم الهيدروجينيPH في الجسم. وقد أكد بهذا الصدد( القط :6، 62–63، 2006 ) بأن التدريب الرياضي يحسن من قدرة المنظمات الحيوية نقلا عن دراسة (شارب وزملائه 1986) أذ بينت الدراسة عن حدوث تحسن في قدرة المنظمات الحيوية للذين يتدربون التدريبات اللاهوائية وبمقدار 37% بمدى من( 12%– 50%).

أما بالنسبة للنتائج الخاصة بالكتروليات الدم ($Na^+$,$K^+$) والذي بينها الجدول (1) والذي اشارت بعدم وجود فروق احصائية بين الاختبارات القبلية والبعدية برغم من وجود تغير طفيف في تركيزها بين الاختبارات القبلية والبعدية وضمن المدى الطبيعية لوجودها في الخلية العضلية إذ يرى الباحث، بأن كمية السائل المفقود عن طريق التعرق نتيجة للجهد المنافسة، ادى الى رفع درجة حرارة العضلات العاملة كرد فعل للعمليات الايضية، مما يولد أثارة للأجهزة المسيطرة على الية عمل ايون الصوديوم لزيادة تركيزه او المحافظة عليه، ووفق تلك الرؤية يؤكد ( غايتون وهول: 9، 321، 1997 ) بأن فقدان السوائل من خلال التعرق يثير أنزيم الرينين وهرمون الانجيوتنسين على تحفيز الغدة الكظرية لإفراز كمية كبيرة من هرمون الألدوستيرون من أجل أعادة امتصاص أكبر كمية من الصوديوم الى مجرى الدم من الخلايا الظهارية المعوية والنيبات الكلوية من اجل المحافظة على تركيز الصوديوم عندما يصبح الرياضي فاقدا لبعض السوائل. ومن زاوية اخرى يشير (Japes: 10، 150 ، 1984) إن حركة الصوديوم العكسية بانتقال الصوديوم داخل وخارج الخلية التي تؤدي الى نقص الصوديوم بالدم ، أذ أن الصوديوم له دورا مهما في التحكم في توازن الماء بين الدم والخلايا ، فنقص الصوديوم يؤدي الى تسريع في ضربات القلب.أما تركيز أيون البوتاسيوم فقد أظهرت نتائجه في الجدول (1) وجود فروق بين الاختبارين القبلي والبعدي ، أذ تبين وجود انخفاض في نسبة تركيزه نتيجة لجهد المنافسة ، ويرى الباحث أن السبب في انخفاض تركيزه الى اختلاف في توزيع البوتاسيوم والصوديوم خارج وداخل الخلية العصبية من أجل حدوث جهد الفعل، والذي يختلف عن جهد الخلية في حالة الراحة، وتأسيا على ذلك يؤكد( العبدالله :11، 78–83، 2012 ) بأن أيونات البوتاسيوم حرة الحركة في الدخول والخروج من الخلية، عكس ايونات الصوديوم التي لا يكون لها هذه الحرية، مما يجعلها أكثر تركيزا خارج الخلية، والنتيجة النهائية هي زيادة أيونات موجبة خارج سطح الخلية، مما يجعلها أكثر داخل الخلية،

وبذلك يختلف الامر حينما تكون نسبة تركيز أيونات البوتاسيوم قليلة مع زيادة وجود أيونات ذات شحنة سالبة مثل الكلورين، مما يغلب الشحنة السالبة داخل غشاء الخلية وبفارق – 70 مللي فولت فتصبح الخلية في حالة استقطاب، ولا يفوتنا أن ننوه أن حامض اللاكتيك ليس له اي علاقة في انخفاض نسبة تركيز أيونات الصوديوم والبوتاسيوم، بصرف النظر عن الجهد المبذول، ولعل من المفيد أن نؤكد بان هناك علاقة بين حامضية الدم و فقدان السوائل والاملاح، بما تعرف بظاهرة القلاء الأيضي، وهذا ما يؤكده( Mayne: 1998،61،12 ) بأن القلاء الأيضي هو حالة من عدم الاتزان في الرقم الهيدروجيني(PH )انخفاض نسبة السوائل والاملاح( الشوارد)، لاسيما ايونات الصوديوم و البوتاسيوم في الدم، أذ أن فقدان البوتاسيوم بما يكفي ينجم عنه القلاء الأيضي (الاستقلابي) بعد انهاء الجهد الرياضي حيث يتطلب ذلك زيادة في اخراج البوتاسيوم عن طريق الكلية الى الخارج مما ينعكس على مستواه في الدم. وفي ظل تلك المؤشرات يرى الباحث بأن مسببات التعب عديدة ويمكن البحث عن أسباب اخرى للتعب، أذ قد تكون تلك الاسباب مخلفات أيضية فد تحدث داخل أو خارج الخلية، ولا يفوتنا أن ننوه الى الحالة النفسية للرياضي، وما لها من دور في ذلك.

## 4- الاستنتاجات والتوصيات:

### 4-1 الاستنتاجات:

1- أن حامض اللاكتيك واملاحه( اللاكتات) ليس هي المسبات الرئيسة للتعب العضلي.

2- تغير قيمة PH باتجاه زيادة حامضية الدم نتيجة لمخلفات الايض الخلوي وارتفاع تركيز ايون $H^+$، لم يؤثر على قدرة العضلات على تحمل الألم، ويمكن الاستدلال على ذلك من خلال النشاط العضلي للعداء، وقد يرجع ذلك لدور المنظمات الحيوية لتخلص من تلك المخلفات.

3- انخفاض تراكيز الالكترولتات الدم( $Na^+,K^+$ ) في الاختبارات البعدية، قد يعطي مؤشرا عن مساهمتها في مسبات التعب العضلي، لاسيما علاقتها بألية الانقباض العضلي.

### 4-2 التوصيات:

1- ضرورة استخدام التقنيات الحديثة (الاجهزة المختبرية الميدانية) في تقدير شدة الحمل البدني الواقع على الرياضي.

2- ضرورة اجراء دراسات اخرى لعدائي 400م، للبحث عن مسببات اخرى للتعب العضلي، كدراسة دور ايون الكالسيوم( $Ca^{++}$) أو دور الاستيل كولين وانزيم كولين استريز، ولا يفوتنا أن ننوه على الجانب النفسي ودوره في التعب العضلي.

3- ضرورة اجراء دراسات مشابهة على فئات عمرية، وعلى أنشطة اخرى من اجل تقديم حقائق علمية عن مسببات التعب العضلي.

المصادر


- محمد علي القط؛ وظائف الأعضاء والتدريب:-( القاهرة، دار الفكر العربي، 1999).
- بهاء الدين سلامة؛ التمثيل الحيوي للطاقة الهوائية واللاهوائية للاعبي التحمل والسرعة:( القاهرة، نشرة العاب القوى، العدد الرابع والعشرون، مركز التنقية الإقليمي،1999).
- محمد عثمان؛ التدريب والطب الرياضي،ط1:( مركز الكتاب للنشر، القاهرة، 2018).
- عبد الرحمن زاهر؛ موسوعة فسيولوجيا الرياضة، ط1:( القاهرة، مركز الكتاب للنشر،2011).
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح؛ حمل التدريب وصحة الرياضي الايجابيات والمخاطر:( القاهرة، دار الفكر العربي،1996).
- محمد علي القط؛ فسيولوجيا الأداء الرياضي في السباحة: (القاهرة، المركز العربي للنشر،2006).
- ابو العلا أحمد عبد الفتاح؛ فسيولوجيا التدريب الرياضي، ط1:( القاهرة، دار الفكر العربي،2003).
- عايدة عبد الهادي؛ فسيولوجيا جسم الانسان:( عمان، دار الشروق، 2001).
- غايتون وهول؛ المرجع في الفيزيولوجيا الطبية؛ ترجمة صادق الهلالي، ط9:( بيروت، دار اكاديميا انترناشيونال،1997).
- شتيوي العبد الله؛ علم وظائف الأعضاء، ط1:( عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع،2012).
- Japes R .Poart Mosn ; " Exercise Renal Function " in June sport medicen vol -1984.
- Mayne,P.D. ;Clinical Chemistry In Diagnosis and treatment : oxford univepress, 1998,
- Ali, R. I. J., & Malih, F. A. (2022). Analytical study of the reality of the application of administrative automation in sports clubs. *SPORT TK-EuroAmerican Journal of Sport Sciences*, 11, 56. [CrossRef]