اثر تراكم جهد لا هوائي في بعض متغيرات الدم وبعض المتغيرات الوظيفية

م.د.أحمد عبد الغني طه الدباغ
كلية التربية الرياضية

م.د. محمد توفيق عثمان محمد توفيق
كلية التربية الأساسية

أحمد سعدي حسين
كلية التربية الأساسية

جامعة الموصل

تاريخ تسليم البحث : ٢٠٠٦/١٠/٩ ؛ تاريخ قبول النشر : ٢٠٠٦/١١/٢١

ملخص البحث :

تكمن مشكلة البحث في الكشف عن اثر جهد لاهوائي متراكم مع نقص فترات الراحة مشابه لما يحدث في المنافسات والوحدات التدريبية للفعاليات اللاهوائية في بعض المتغيرات الديناميكية والايضية للدم وبعض المتغيرات الوظيفية الأخرى. وهدف البحث إلى التعرف على اثر مثل هذا الجهد في مؤشر التعب ومستوى انخفاض القدرة اللاهوائية و متغيرات ضغطي الدم الانقباضي والانبساطي ومعدل ضربات القلب ومتوسط الضغط الشرياني وضغط النبض ودرجة حرارة مركز الجسم وبعض من متغيرات بلازما الدم وهي pH الدم والسكر وايون الكالسيوم. شملت عينة البحث ١٠ مختبرين ذوي صحة جيدة والممارسين للنشاط الرياضي. وتم تطبيق اختبار للقدرة اللاهوائية RAST . وبعد جمع البيانات تمت معالجتها إحصائيا باستخدام الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية واختبار "ت" للأوساط الحسابية لعينتين مرتبطتين. بعد عرض النتائج ومناقشتها خَلُصَ البحث إلى ما يأتي:

- من شان تكرار أو تراكم الجهد الفوسفاجيني رفع بعض متغيرات الدم الديناميكية.
- ان أسباب التعب عند أداء التكرارات الأخيرة يختلف عنه عند التكرار الأول للجهد.
- ان التغير الايضى في ايونات الكالسيوم الحر في البلازما هي تنظيم وقائي للجسم عند تراكم الجهد.

وأخيرا أوصى البحث بإجراء دراسات عن الآثار الأخرى لتراكم الجهد اللاهوائي وعن أسباب أخرى محتملة للتعب في مثل هذا النوع من الجهد.

Effect of Accumulated Anaerobic Effort on Certain Blood and Physiological Variables

Dr. Ahmed A. Taha
College of Physical Education

Dr. Mohammed Tawfik U.
College of Basic Education

Ahmed S Hussein
College of Basic Education

University of Mosul

Abstract:

The argument of this research restricted by being acquainted with the Effect of accumulated anaerobic effort with uncompleted rest intervals imitating competitions and training sessions of anaerobic activities on certain dynamic and metabolic variables of blood in addition to certain physiological variables. The research aimed at being acquainted with the effect of this effort on fatigue index, anaerobic decrease level, systolic and diastolic blood pressures, heart rate, mean arterial pressure, pulse pressure, and certain plasma variables including pH, glucose, and ion of calcium. The sample included 10 healthy subjects participating in physical activity. The Running-based Anaerobic Sprint Test, RAST, was applied by sample. Having the data collected, they were processed statistically by using arithmetic means, standard deviations, and "t" test for two paired samples.

Having the result presented and discussed, the study concluded the following:

- An accumulated phosphogenate effort raises certain dynamic variables of blood.
- Reasons of fatigue at the last repetitions differ from those at the first repetition of effort.
- The metabolic change in free calcium ion of plasma is a protective regulation for body when the effort accumulates.

Finally, the research recommended conducting researches dealing with other effects of accumulated anaerobic effort and any potential reasons of fatigue in such an effort.

١- التعريف بالبحث :

١-١ المقدمة وأهمية البحث :

لقد تناولت العديد من الدراسات التحليل الدقيق لما يحدث في متغيرات الدم الديناميكية والكيموحيوية بعد جهد لاهوائي لمرة واحدة بالشدة القصوى (تكرار واحد) ضمن ما يسمى بدراسات أنظمة الطاقة التي تخضع الاختبارات فيها إلى التطرف باتجاه احد أنظمة إنتاج الطاقة للتعرف على مدى سيطرة نظام ما في نوع معين من الجهد يتم تقنينه ضمن اختبار صادق يقيس النظام المهيمن الذي وضع من اجله الاختبار.

لكن الحال تختلف في ما يحدث في أثناء المنافسة أو حتى التدريب إذ ان أنظمة إنتاج الطاقة قد تتداخل أو قد يهيمن احدها لفترة ما من الجهد ثم يضعف ليهيمن نظام اخر. أو ربما يهيمن نظام واحد طوال نوع معين من الجهد كسيطرة النظام اللاهوائي الفوسفاجيني على جهد بالشدة القصوى يتراوح بين ٥-٦ ثوان وان التغيرات الايضية معروفة وموثقة في الأمثلة واردة الذكر. لكن ما الذي يحدث اذا تكرر مثل هذا الجهد مرات عدة دون ان يفصل بين تكرار وآخر سوى مدة محدودة من استعادة الشفاء ؟ وهذا ما يحدث فعلا في العديد من الفعاليات الرياضية الفرقية ككرة القدم وكرة السلة والفعاليات الرياضية الفردية كالمبارزة والمصارعة والملاكمة، أو يحدث في الوحدات التدريبية لمعظم الفعاليات اللاهوائية الفوسفاجينية. وما مصير متغيرات الدم الديناميكية والايضية بعد مجموعة من التكرارات في هكذا نوع من الجهد؟ ان الدراسات الخاصة بتكرارات الجهد اللاهوائي القصوي تعد قليلة جدا
(Spencer, *et al*, 2005, 1034-1035)

١-٢ مشكلة البحث :

تكمن مشكلة البحث في الكشف عن اثر جهد لاهوئي متراكم مقنن يحاكي ما يحدث في المنافسات والوحدات التدريبية للفعاليات اللاهوائية و بعض المتغيرات الديناميكية والايضية للدم وبعض المتغيرات الوظيفية الأخرى. كما وتكمن مشكلة البحث أيضا في ان الدراسات السابقة أعطت تكرارات بحدود ٦-٧ ثانية بشدد عالية ولكن تتخللها فترات راحة لا تقل عن نسبة ١:٣ من الجهد اعتمادا على الأسس التدريبية. أما الدراسة الحالية أعطت فترة راحة بحدود ١:٢ أو اقل من فترة الجهد اعتمادا على ما يحدث في المنافسة للتعرف على بعض المتغيرات الديناميكية والايضية للدم وبعض المتغيرات الوظيفية الأخرى والتي يمكن للمدربين الاستفادة منها في إحداث تكيفات وظيفية باستخدام هذا النوع من الحمل التدريبي.

١-٣ أهداف البحث:

١. التعرف على اثر جهد لاهوائي في مؤشر التعب ومستوى انخفاض القدرة اللاهوائية لستة تكرارات من الانطلاقات السريعة.
٢. الكشف عن اثر جهد لاهوائي في متغيرات ديناميكية الدم وهي ضغطي الدم الانقباضي والانبساطي ومعدل ضربات القلب ومتوسط الضغط الشرياني وضغط النبض لدى مختبرين ذوي صحة جيدة وممارسين للنشاط البدني.
٣. الكشف عن اثر جهد لاهوائي في متغير درجة حرارة مركز الجسم وفي بعض من متغيرات بلازما الدم وهي pH الدم والسكر وايون الكالسيوم لدى مختبرين ذوي صحة جيدة وممارسين للنشاط البدني.

١-٤ فروض البحث :

١. عدم وجود ارتفاع في مؤشر التعب وعدم انخفاض مستوى القدرة اللاهوائية لستة تكرارات من الانطلاقات السريعة.
٢. عدم وجود فرق ذو دلالة معنوية لأثر الجهد اللاهوائي في متغيرات ديناميكية الدم وهي في ضغطي الدم الانقباضي والانبساطي ومعدل ضربات القلب ومتوسط الضغط الشرياني وضغط النبض لدى مختبرين ذوي صحة جيدة وممارسين للنشاط البدني.
٣. عدم وجود فرق ذو دلالة معنوية لأثر الجهد اللاهوائي في متغير درجة حرارة مركز الجسم وفي بعض من متغيرات بلازما الدم وهي pH الدم والسكر وايون الكالسيوم لدى مختبرين ذوي صحة جيدة وممارسين للنشاط البدني.

١-٥ مجالات البحث :

١. **المجال البشري:** عينة من طلبة كلية التربية الأساسية – جامعة الموصل.
٢. **المجال المكاني:** مختبر الفسلجة والقاعة الرياضية المغلقة في كلية التربية الأساسية بجامعة الموصل.
٣. **المجال الزماني:** المدة من ٢-٥/٤/٢٠٠٦ .

٢- الدراسات النظرية:

٢-١ ضغطي الدم الانقباضي والانبساطي:

هو القوة التي يسلطها الدم على جدران الوعاء الذي يمر فيه. ويعتمد ضغط الدم على حجم الدم داخل الوعاء وعلى مطاوعة جدران الوعاء. فإذا كان حجم الدم الداخل للشرايين مساويا لحجمه في أثناء مغادرته للشرايين في أثناء نفس الفترة الزمنية، سيبقى عندئذ ضغط الدم الشرياني ثابتا. ولكن ليست هذه هي الحالة تماما، ففي أثناء الانقباض البطيني فان حجما ما من ضربة القلب سيدخل إلى الشرايين من البطين بينما سيغادر الشرايين إلى الشرينات ثلث كمية هذا الدم فقط. وفي أثناء الانبساط لا تدخل أية كمية من الدم إلى الشرايين في حين يستمر الدم بالمغادرة وذلك بنقله بوساطة الارتداد المطاطي. ان أقصى ضغط يتسلط على الشرايين عند قذف الدم داخلها في أثناء الانقباض يسمى الضغط الانقباضي systolic pressure ويكون بمعدل ١٢٠ ملم زئبق، فيما يسمى اقل ضغط داخل الشرايين عند نقل الدم منها باتجاه الأوعية المتبقية في أثناء الانبساط باسم الضغط الانبساطي diastolic pressure ويكون بمعدل ٨٠ ملم زئبق. ولا يمكن ان يهبط ضغط الدم الشرياني إلى الصفر لأنه ستحصل عملية تقلص قلبي تالية فتمتلئ الشرايين مرة أخرى قبل تصريف جميع الدم منها. وفي أثناء التمارين تستجيب متغيرات ضغط الدم ولكن بدرجات متفاوتة، كما أن الجهد الهوائي يثير استجابات في ضغط الدم تختلف عما يثيره الجهد اللاهوائي.

(MacDonald JR, 2002, 225-236) (Sherwood L, 2004, 348-349)

٢-٢ معدل ضربات القلب:

هو عدد المرات التي يخفق فيها القلب في الدقيقة الواحدة وهو بحدود ٧٠ ضربة في الدقيقة للشخص البالغ في أثناء الراحة. يستجيب معدل ضربات القلب للتمارين من خلال زيادة الانسجام أو التلاؤم مع سرعة التمرين ويتضمن التمرين الخفيف على نظامي ATP-PC و O2 وعلى معدلات ضربات قلب اقل من ١٢٠ ضربة/دقيقة * (رغم انه قد يرتفع لأعلى من ذلك في بداية التمرين ، فانه يبقى بعد ذلك ثابتاً طالما تبقى شدة التمرين ثابتة). فيما يتضمن التمرين المتوسط الشدة والذي يمكن ان يستمر لدقائق عديدة على نظامي ATP-PC و LA في البدء ومن ثم على نظام O2 والذي يكون بدوره مسيطراً على العمل ويولد لنا معدل ضربات قلب ١٧٠-٢٠٠ ضربة/دقيقة * . اما التمارين الشديدة والتي تؤدى في فترات قصيرة جداً من ٣٠ثانية إلى ٣ دقائق فيسيطر نظام الطاقة LA ويرتفع معدل ضربات القلب هنا بشكل مستمر

* على افتراض ان المعدل القصوي لضربات القلب هو ٢٠٠ ضربة / الدقيقة .

وتصاعدي حتى ينتهي التمرين اما طوعياً او نتيجة لاستنفاذ طاقة هذا النظام وتترافق هذه الزيادة في الضربات مع زيادة متصاعدة في العجز الاوكسجيني .

(Dare, 1979, 59-61)

٢-٣ متوسط الضغط الشرياني:

هو الضغط المتوسط المسئول عن نزح الدم للإمام إلى داخل الأنسجة ليلبي حاجة الأعضاء في كافة أنحاء الجسم طوال مدة الدورة القلبية. وتتم مراقبة هذا الضغط من قبل منعكسات ضغط الدم. (Sherwood L, 2004, 351)

٢-٤ ضغط النبض:

ان الضغط الذي يمكن تحسسه في أي شريان قريب من سطح الجلد يمثل الفرق بين الضغطين الانقباضي والانبساطي. فعندما يكون ضغط الدم ١٢٠/٨٠ ملم زئبق يكون ضغط النبض ٤٠ ملم زئبق. (Sherwood L, 2004, 351)

٢-٥ تنظيم درجة حرارة مركز الجسم :

يعد تنظيم درجة حرارة الجسم نموذجا كلاسيكيا لأنظمة التحكم البايولوجية. تحدث عادة اضطرابات في عملية الاتزان بين إنتاج الحرارة وفقدانها إما بالتغيرات الحاصلة في معدل الايض (وتعد التمارين البدنية من أعظم المؤثرات في هذا المجال) او بالتغيرات في درجة حرارة المحيط الخارجي التي تغير من فقدان أو اكتساب الحرارة.

ويتم التحري او الكشف عن التغيرات الحاصلة في درجة حرارة الجسم عن طريق مستقبلات حرارية والتي تبدأ بإرسال انعكاسات تغير النتاج الخارج لأعضاء الاستجابة المختلفة بحيث يتغير إنتاج او فقدان الحرارة او كلاهما معا وتعود درجة حرارة الجسم إلى مستواها الطبيعي. توجد فئتان للمستقبلات الحرارية وهي المستقبلات المحيطية في الجلد و المستقبلات المركزية في التراكيب العميقة للجسم. وبما ان درجة حرارة الجسم الداخلية هي التي يتم الحفاظ عليها بمستوى ثابت نسبيا وليست درجة حرارة الجلد، فان المستقبلات الكيميائية المركزية (central chemoreceptors) هي التي تجهز هذه الانعكاسات بعنصر التغذية الراجعة السلبية التي تعد ضرورية لها. أما المستقبلات المحيطية فهي تجهز بمعلومات أو إشارات التغذية الأمامية وهي أيضا تمنح الفرد القابلية على تحديد المناطق الساخنة أو الباردة في الجلد. وتشكل التغيرات في النشاط العضلي العنصر الرئيسي للتحكم بإنتاج الحرارة ضمن عملية التنظيم الحراري. (Vander, *et al*, 1998, 626-627)

٢-٦ التوازن الحمضي- القاعدي :

يحافظ الجسم على التوازن الحمضي–القاعدي لبيئته الداخلية عن طريق ثلاث آليات رئيسة هي الدارئات الكيميائية buffers الموجودة في سوائل الجسم، والكلية، والآلية التنفسية. والحامض عبارة عن مركب كيميائي يتخلى عن ايونات الهيدروجين H^+ في المحلول. أما القاعدة فهي عبارة عن مركب كيميائي يتخلى عن ايونات الهيدروكسيل (OH^-) في المحلول. أما النظام الدارئ فيشتمل على جزأين اثنين هما حامض ضعيف والملح الخاص بذلك الحامض الضعيف. ففي اثناء عملية الدرء يتفاعل الحامض مع الملح مما يسفر عن تشكيل ملح أقوى وحامض اضعف. ويمثل مثل هذا النظام الدارئ إحدى الطرق التي تقلل فيها سوائل الجسم من حامضيتها أو قاعديتها. يعبر pH الدم عن قاعدية أو حموضة الدم بدلالة عدد ايونات الهيدروجين الموجودة فيه والرقم الناتج يشير إلى الأس الهيدروجيني أو ما يصطلح عليه pH الدم. ان مدى pH الدم في جسم الإنسان والذي يتوافق مع متطلبات الحياة هو ٧.٠ إلى ٧.٧ في أثناء الراحة. ويتسبب التمرين البدني بتحول في pH العضلات باتجاه الحامضية فقد ينخفض بين ٦.٤ إلى ٦.٦ في أثناء التمرين الاستنفاذي. ان انخفاضا كهذا في pH يكون مرحليا وحسب، لان قدرة دارئات الجسم ومنها الدارئات البروتينية داخل الخلايا وكذلك الدرء بوساطة الكلية والجهاز التنفسي ستعمل وتعيد pH إلى مستواه الطبيعي.

تحصل في أثناء التمرين القصوي ذي المدة القصيرة تغيرات كبيرة في الكيميائية الايضية للحمضية والقاعدية وذلك أساسا عن طريق نتاج حامض اللكتات (LA). ويُسبب الجهد اللاهوائي الذي ينتج حامض اللكتات تخفيض pH الدم والعضلات. ويعتمد مقدار حامض اللكتات المنتج على زمن التمرين وشدة الجهد والكتلة العضلية المشتركة في العمل.

(Fox, & Mathews, 1981, 552-556)

٢-٧ سكر الدم :

يبلغ تركيز سكر الدم السوي لدى شخص لم يتناول طعاما خلال ٣–٤ ساعات حوالي ٨٠–٩٠ ملغم / دسي لتر. (Guyton, 1981, 847). في أثناء التمرين يزداد استخدام الخلايا العضلية للسكر والمواد الغذائية الأخرى أكثر مما هو معتاد في ظروف الراحة وذلك لإمداد النشاط التقلصي المتزايد بالطاقة اللازمة له. وقد يزداد معدل انتقال السكر إلى ١٠ أضعاف في أثناء التمرين المتوسط إلى مرتفع الشدة.

٢-٨ أيون الكالسيوم Ca^{2+}

تعد ايونات الكالسيوم في البلازما والسائل الخلالي الشكل الحر للكالسيوم في الجسم وهي الوحيدة التي تعد فعالة من الناحية البايولوجية وهي تخضع لعملية التنظيم. ان الكالسيوم الحر

يشكل اقل من ٠.٠٠٠١ من مجموع الكالسيوم في الجسم. لايونات الكالسيوم الحر دور أساسي في عدد من النشاطات الأساسية في الجسم منها الإثارة العصبية العضلية والترافق الاستثاري-التقلصي في العضلة القلبية والعضلة الملساء والترافق الاستثاري-الإفرازي. وبسبب التأثيرات الكبيرة لأية انحرافات في ايونات الكالسيوم الحر خصوصا على الإثارة العصبية العضلية، فان تركيزه في البلازما يخضع لتنظيم عال الدقة.

(Sherwood L, 2004, 734-735)

٣- إجراءات البحث :

٣-١ المنهج المستخدم : استخدم الباحثون المنهج الوصفي لملاءمته وطبيعة البحث .

٣-٢ عينة البحث:

تم اختيار العينة بطريقة عمديه وشملت (١٠) طلاب من طلبة قسم التربية الرياضية – كلية التربية الأساسية جامعة الموصل والجدول (١) يبين بعض المعلومات عن عينة البحث.

الجدول (١)

يبين بعض المعالم الإحصائية عن متغيرات عينة البحث

المتغيرات	سَ	±ع
الطول (سم)	١٧١.٣٠	٦.٠٩
الوزن (كغم)	٧٠.٣٨	١٢.٦٠
العمر الزمني(سنة)	٢٣.٦٢	١.٩٢

٣-٣ وسائل جمع البيانات:

استخدم الباحثون الاختبارات والمقاييس والملاحظة الميدانية، وسائلاً لجمع بيانات البحث.

٣-٤ الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- جهاز قياس الطول والوزن الكتروني كهربائي كندي الصنع نوع (Medical).
- سماعة طبية (Stethoscope) يابانية الصنع.
- محرار زئبقي لقياس درجة حرارة المحيط ألماني الصنع.
- جهاز قياس معل نبضات القلب من شحمة الاذن ياباني الصنع نوع Cateye
- جهاز قياس ضغط الدم
- عدة Kit لقياس السكر وايون الكالسيوم الحرفي الدم.
- شرائط خاصة لقياس pH الدم (litmus paper).

٣-٥ التجربة الاستطلاعية:

أجريت تجربة استطلاعية للتأكد من صلاحية الأدوات المستخدمة وفهم فريق العمل لطرائق القياس والتعرف على المعوقات التي قد تظهر عند تنفيذ الإجراءات.

٣-٦ التجربة النهائية :

أجريت التجربة النهائية في غضون يوم واحد وتضمنت إجراء اختبار لاهوائي . أجري الاختبار بتاريخ ٢/٤/٢٠٠٦ بين الساعتين (٩ – ١١) صباحا. وتم التحكم بالوجبات الغذائية للمختبرين قبل الاختبار ليكون جميع المختبرين ضمن الحالة المسماة (بالامتصاص – Absorptive State)[١] وشملت خطوات الحصول على البيانات الإجراءات الآتية لكل مختبر:

- سحب الدم من الوريد الزندي (Cubital Vein) في ثنية المرفق في وضع الراحة قبل عشر دقائق من إجراء اختبار الجهد اللاهوائي لتحليل متغيرات الدم.
- قياس معدل نبض القلب وضغطي الدم الانبساطي والانقباضي في وضع الراحة قبل إجراء اختبار الجهد اللاهوائي.
- تنفيذ اختبار الجهد اللاهوائي.
- قياس معدل نبض القلب ودرجة حرارة الجسم بعد الجهد اللاهوائي مباشرة.
- قياس ضغطي الدم الانبساطي والانقباضي
- سحب الدم من الوريد الزندي (cubital vein) بعد الجهد اللاهوائي مباشرة لتحليل متغيرات الدم.
- قياس السكر في الدم
- تحليل المتغيرات الوظيفية (السكر و pH وايونات الكالسيوم الحر في الدم)

٣-٧ وصف اختبار الجهد وقياس متغيرات الدم والمتغيرات الوظيفية

٣-٧-١ اختبار الجهد اللاهوائي RAST :

يعد هذا الاختبار مقياسا للقدرة اللاهوائية للمختبر بالإضافة إلى إمكانية التعرف من خلاله على مؤشر التعب. وقد أعد الاختبار جامعة Wolverhampton في المملكة المتحدة. تبدأ التحضيرات للاختبار بقياس وزن المختبر ثم إعطائه مدة ١٠ دقائق لغرض الإحماء يتبعها استعادة شفاء لمدة ٥ دقائق. أما الاختبار فهو عبارة عن ست انطلاقات سريعة لمسافة ٣٥ مترا

---

(١) تعني حالة الامتصاص ان الاستفادة من السكر في الدم تكون من المواد الغذائية المستهلكة وليس من المخازن الموجودة في الجسم

يكملها المختبر جميعها وتعطى ١٠ ثوان بين انطلاقة وأخرى. يتم تسجيل زمن كل انطلاقة لأقرب ١٠٠ عشر من الثانية. يتم حساب نتاج القدرة اللاهوائية لكل انطلاقة كما يأتي:

– القدرة اللاهوائية (بالواط) = الوزن × المسافة^٢ / الزمن^٣

وبعد حساب القدرة للانطلاقات الست يتم تحديد ما يأتي:

– أعلى قدرة (بالواط) وهي عبارة عن اعلى قيمة مسجلة

– أدنى قدرة (بالواط) وهي عبارة عن ادنى قيمة مسجلة

– معدل القدرة(بالواط) وهو عبارة عن مجموع القيم مقسما على الرقم ٦

– مؤشر التعب (واط / ثانية) = (أعلى قدرة – أدنى قدرة) / الزمن الكلي للانطلاقات الست.

يشير مؤشر التعب إلى المعدل الذي تنخفض عنده القدرة اللاهوائية للمختبر، وكلما كانت قيمة هذا المؤشر واطئة ارتفعت قابلية المختبر في المحافظة على الانجاز اللاهوائي. أما القيم الاعلى لهذا المؤشر(أكثر من ١٠ واط/ثانية) فتدل على حاجة المختبر لتطوير مطاولته اللاهوائية. (RAST, 2001, 3)

٣-٧-٢ القياسات الجسمية وشملت قياس الطول والوزن :

يقف المختبر فوق سطح قاعدة الميزان وهو يرتدي السروال الرياضي فقط وحافي القدمين مسنداً ظهره على القائم المعدني المثبت بصورة عمودية على قاعدة الجهاز. ينزل الشخص القائم بعملية القياس لوحة معدنية صغيرة على رأس المختبر من القائم المعدني ويقرأ الطول بالسنتمتر، وفي الوقت نفسه يضغط على المفتاح الخاص لقياس الوزن ليظهر رقم على شاشة الجهاز يمثل وزن المختبر إلى اقرب ٥٠ غرام.

٣-٧-٣ قياس المتغيرات الوظيفية ومتغيرات بلازما الدم :

٣-٧-٣-١ قياس درجة حرارة مركز الجسم :

يُوضع المحرار تحت اللسان وعند سماع إشارة صوتية من المحرار بعد دقيقة واحدة يسحب المحرار وتُقرأ الدرجة مع مراعاة إضافة ٠.٦° كمعامل تصحيح.

(Guyton, 1981, 886)

٣-٧-٣-٢ قياس pH الدم :

تتم عملية القياس بوضع قطرة دم على شريط القياس الذي سيتغير لونه بعد مدة قصيرة. تتم مطابقة لون الشريط مع تدرج لوني مرفق مع الشرائط يقابله تدرج رقمي يعبر عن قيم pH يتم تسجيل الرقم المطابق للون الشريط.

٣-٧-٣-٣ قياس السكر في الدم:

تم قياس تركيز السكر في الدم بالطريقة الكيميائية بوساطة جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) ، وتبدأ الخطوات بسحب دم من المختبر بمقدار 2cc ثم فصله بجهاز الطرد المركزي للحصول على البلازما الذي تتم معالجته بالعدة kit الخاصة بتحليل السكر في الدم ثم إعطاء مدة للحضانة ١٥ دقيقة بعدها تتم قراءة النتيجة باستخدام المطياف الضوئي.

٣-٧-٣-٤ قياس ايونات الكالسيوم الحر في الدم:

تم قياس ايونات الكالسيوم الحر في الدم بالطريقة الكيميائية بوساطة جهاز المطياف الضوئي (Spectrophotometer) ، وتبدأ الخطوات بسحب دم من المختبر بمقدار 2cc ثم فصله بجهاز الطرد المركزي للحصول على البلازما الذي تتم معالجته بالعدة kit الخاصة بتحليل قياس ايونات الكالسيوم الحر في الدم ثم إعطاء مدة للحضانة ١٠ دقائق بعدها تتم قراءة النتيجة باستخدام المطياف الضوئي.

٣-٧-٤ القياسات الخاصة بديناميكية الدم :

٣-٧-٤-١ ضغطي الدم الانقباضي وانبساطي :

يتم القياس باستخدام السماعة الطبية (Stethoscope) وجهاز قياس الضغط الاعتيادي (Sphygmomanometer) حيث يلف الرباط الشريطي على عضد المختبر، ثم تدرج السماعة المضخمة للصوت في الرباط الشريطي متجهة إلى مقياس المانوميتر الزئبقي. يبدأ القائم بالقياس بالنفخ اليدوي مما سيزيد من ضغط الهواء داخل الرباط الشريطي عن الضغط داخل الشريان وبالتالي ينقطع جريان الدم في الشريان. بعدها يبدأ بتخفيض ضغط الرباط الشريطي رويدا فيهبط ضغط الرباط الشريطي باتجاه الضغط داخل الشريان وبعد تساوي كلا الضغطين يتم سماع صوت موجة أو دفقة الدم الأولى ومع استمرار انخفاض ضغط الرباط الشريطي وعودة ضغط الشريان إلى وضعه الطبيعي سيختفي صوت التدفق النبضي للدم في الشريان. تسجل القراءة للصوت الأول ليعبرعن ضغط الدم الانقباضي وقراءة اختفاء الصوت لضغط الدم الانبساطي. (Sherwood L, 2004, 349-350)

٣-٧-٤-٢ قياس معدل نبض القلب :

ويتم بوساطة مقياس على شكل ساعة صغيرة لها عدسة أو خلية ضوئية تتحسس نبض القلب من شحمة الأذن وتنقلها إلى الساعة التي تعرض النبض على شكل معدل للدقيقة الواحدة.

٣-٧-٤-٣ قياس متوسط ضغط الدم الشرياني :

تم قياس متوسط ضغط النبض (Mean Arterial Pressure) وفقا للمعادلتين الآتيتين:

متوسط ضغط الدم الشرياني في أثناء الراحة = الضغط الانبساطي + (٣/١ ضغط النبض)

متوسط ضغط الدم الشرياني في أثناء الجهد = الضغط الانبساطي + (٢/١ ضغط النبض)

(Sherwood L, 2004, 349)

٣-٧-٤-٤ قياس ضغط النبض :

تم قياس ضغط النبض (Pulse Pressure) وفقا للمعادلة الآتية:

ضغط النبض = الضغط الانقباضي – الضغط الانبساطي (Sherwood L, 2004, 351)

٣-٨ المعالجات الإحصائية:

استخدمت الوسائل الإحصائية الآتية:

- الوسط الحسابي
- الانحراف المعياري
- اختبار (ت) للأوساط الحسابية لعينتين مرتبطتين

وتمت معالجة البيانات باستخدام الحزمة الإحصائية SPSS الإصدار ١١.٥

٤- عرض النتائج ومناقشتها

٤-١ عرض النتائج

٤-١-١ عرض النتائج الخاصة بأثر تراكم الجهد اللاهوائي في مؤشر التعب ومستوى انخفاض القدرة اللاهوائية

الجدول (٢)

يوضح الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للاختبارين البعدي لمتغيرات زمن ومتوسط القدرة اللاهوائية للانطلاقتين الأولى والأخيرة ومؤشر التعب

	المتغيرات	سَ	ع±
١	زمن الانطلاقة الأولى (بالثانية)	٣.٧٠٥	٠.٥١٢
٢	زمن الانطلاقة الأخيرة (بالثانية)	٥.٨٤١	٠.٤١٣
٤	متوسط القدرة للانطلاقة الأولى (بالواط)	١٨٩٦	٨٩٥
٥	متوسط القدرة للانطلاقة الأخيرة (بالواط)	٤٤٢.٨	١١٥.٥
٧	مؤشر التعب (واط / ثانية)	٥٠.٨	٣١.٧
٦	متوسط القدرة للانطلاقات الست (بالواط)	٨٦١	٣٠١
٣	مجموع زمن الانطلاقات الست (بالثانية)	٢٩.٩١٥	٢.٥٧٠

يتضح من الجدول (٢) ان متوسط زمن الانطلاقات الأولى كان ٣.٧٠٥ ثانية بانحراف معياري قدره ٠.٥١٢ في حين كان للانطلاقات الأخيرة ٥.٨٤١ ثانية بانحراف معياري ٠.٤١٣ . وكان متوسط القدرة اللاهوائية للانطلاقات الأولى ١٨٩٦ واط بانحراف معيري ٨٩٥ في حين كان للانطلاقات الأخيرة ٤٤٢.٨ بانحراف معياري ١١٥.٥ . أما مؤشر التعب فكان ٥٠.٨ واط/ ثانية بانحراف معياري ٣١.٧. وكان متوسط مجموع زمن الانطلاقات الست بغض النظر عن فترات الراحة ٢٩.٩١٥ ثانية بانحراف معياري ٢.٥٧٠ .وكان متوسط القدرة لمجموع الانطلاقات الست ٨٦١ واط بانحراف معياري ٣٠١.

٤-١-٢ عرض النتائج الخاصة بأثر تراكم الجهد اللاهوائي في متغيرات ديناميكية الدم

الجدول (٣)

يوضح الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للاختبارين القبلي والبعدي لمتغيرات دينامكية الدم وكذلك قيمة "ت" المرتبطة والاحتمالية

المتغير (وحدة القياس)	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		قيمة "ت" المحسوبة	الاحتمالية
	سَ	± ع	سَ	± ع		
ضغط الدم الانبساطي (ملم ز)	٦٣.٨٠	١٠.٦١	٦٣.٧٥	١٣.٠٢	٠.٠٠٦	٠.٩٥٥
ضغط الدم الانقباضي (ملم ز)	١١١.٢٥	١١.٢٦	١٦٧.٥٠	٢٤.٩٣	٥.٥٣-	٠.٠٠١**
معدل ضربات القلب (ضربة / دقيقة)	٦٨.٨٨	٦.٢٩	١٥٨.٧٥	١٠.٥٠	٢٣.٢٥-	٠.٠٠٠١**
متوسط الضغط الشرياني (ملم ز)	٧٩.٥٨	٩.٩٩	١١٥.٦٣	١٢.٧٣	٦.٤٨-	٠.٠٠٠١**
ضغط النبض (ملم ز)	٤٧.٥٠	٨.٨٦	١٠٣.٠٨	٣١.١٠	٥.٥٣-	٠.٠٠١**

** معنوي عند مستوى احتمالية اقل من ٠.٠١

فيما يخص ضغط الدم الانبساطي... يتضح من الجدول (٣) ان الوسط الحسابي في الاختبار القبلي كان ٦٣.٨٠ ملم زئبق وبانحراف معياري ١٠.٦١، فيما كان في الاختبار البعدي ٦٣.٧٥ ملم زئبق وبانحراف معياري ٣١.٠٢. وكانت قيمة "ت" المرتبطة للاختبارين ٠.٠٦ عند مستوى احتمالية ٠.٩٥٥ مما يدل على عدم وجود فرق معنوي بين الاختبارين.

فيما يخص ضغط الدم الانقباضي... يتضح من الجدول (٣) ان الوسط الحسابي في الاختبار القبلي كان ١١١.٢٥ ملم زئبق وبانحراف معياري ١١.٢٦، فيما كان في الاختبار البعدي ١٦٧.٥٠ ملم زئبق وبانحراف معياري ٢٤.٩٣. وكانت قيمة "ت" المرتبطة للاختبارين – ٥.٥٣ عند مستوى احتمالية ٠.٠٠١ مما يدل على وجود فرق معنوي بين الاختبارين.

فيما يخص معدل ضربات القلب... يتضح من الجدول (٣) ان الوسط الحسابي في الاختبار القبلي كان ٦٨.٨٨ ضربة/دقيقة وبانحراف معياري ٦.٢٩، فيما كان في الاختبار البعدي ١٥٨.٧٥ ضربة/دقيقة وبانحراف معياري ١٠.٥٠. وكانت قيمة "ت" المرتبطة للاختبارين –٢٣.٢٥ عند مستوى احتمالية ٠.٠٠٠١ مما يدل على وجود فرق معنوي بين الاختبارين.

فيما يخص متوسط ضغط الدم الشرياني... يتضح من الجدول (٣) ان الوسط الحسابي في الاختبار القبلي كان ٧٩.٥٨ ملم زئبق وبانحراف معياري ٩.٩٩، فيما كان في الاختبار البعدي ١١٥.٦٣ ملم زئبق وبانحراف معياري ١٢.٧٣. وكانت قيمة "ت" المرتبطة للاختبارين – ٦.٤٨ عند مستوى احتمالية ٠.٠٠٠١ مما يدل على وجود فرق معنوي بين الاختبارين.

فيما يخص ضغط النبض... يتضح من الجدول (٣) ان الوسط الحسابي في الاختبار القبلي كان ٤٧.٥٠ ملم زئبق وبانحراف معياري ٨.٨٦، فيما كان في الاختبار البعدي ١٠٣.٠٨ ملم زئبق وبانحراف معياري ٣١.١٠. وكانت قيمة "ت" المرتبطة للاختبارين – ٥.٥٣ عند مستوى احتمالية ٠.٠٠١ مما يدل على وجود فرق معنوي بين الاختبارين.

٤-١-٣ عرض النتائج الخاصة بأثر تراكم الجهد اللاهوائي في متغير درجة حرارة مركز الجسم وفي بعض من تغيرات بلازما الدم:

الجدول (٤)

يوضح الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للاختبارين القبلي والبعدي لدرجة حرارة مركز الجسم وبعض متغيرات بلازما الدم وقيمة "ت" المرتبطة والاحتمالية

المتغير (وحدة القياس)	الاختبار القبلي		الاختبار البعدي		قيمة "ت" المحسوبة	الاحتمالية
	سَ	± ع	سَ	± ع		
درجة حرارة مركز الجسم (درجة مئوية)	٣٦.٥٣٨	٠.٤٨٤	٣٦.٤٠٠	٠.٨٦٠	٠.٤٦	٠.٦٢٢
pH الدم (درجة)	٦.٩٥٦	٠.٢٩٠	٦.٧٦٣	٠.٣٠٧	٤.٥٤	**٠.٠٠٣
السكر (ملغم / دسيلتر)	٨٧.١٣	٥.٠٣	٨٥.٧٥	٤.٨٣	١.٧٧	٠.١٢٠
ايون الكالسيوم +Ca2 (ملغم / دسيلتر)	٩.٥٦٣	٠.٦٥٥	١٠.١٧٥	٠.٧٠٩	٥.٣٠-	**٠.٠٠١

** **معنوي عند مستوى احتمالية اقل من ٠.٠١**

فيما يخص درجة حرارة مركز الجسم... يتضح من الجدول (٤) ان الوسط الحسابي في الاختبار القبلي كان ٣٦.٥٣٨ درجة مئوية وبانحراف معياري ٠.٤٨٤، فيما كان في الاختبار البعدي ٣٦.٤٠٠ درجة مئوية وبانحراف معياري ٠.٨٦٠. وكانت قيمة "ت" المرتبطة للاختبارين ٠.٤٦ عند مستوى احتمالية ٠.٦٢٢ مما يدل على عدم وجود فرق معنوي بين الاختبارين.

فيما يخص pH الدم... يتضح من الجدول (٤) ان الوسط الحسابي في الاختبار القبلي كان ٦.٩٥٦ درجة وبانحراف معياري ٠.٢٩٠، فيما كان في الاختبار البعدي ٦.٧٦٣ درجة وبانحراف معياري٠.٣٠٧. وكانت قيمة "ت" المرتبطة للاختبارين – ٤.٥٤ عند مستوى احتمالية ٠.٠٠٣ مما يدل على وجود فرق معنوي بين الاختبارين.

فيما يخص السكر في الدم... يتضح من الجدول (٤) ان الوسط الحسابي في الاختبار القبلي كان ٨٧.١٣ ملغم/دسيلتر وبانحراف معياري ٥.٠٣، فيما كان في الاختبار البعدي ٨٥.٧٥ ملغم/دسيلتر وبانحراف معياري ٤.٨٣. وكانت قيمة "ت" المرتبطة للاختبارين ١.٧٧ عند مستوى احتمالية ٠.١٢٠ مما يدل على عدم وجود فرق معنوي بين الاختبارين.

فيما يخص ايونات الكالسيوم في الدم... يتضح من الجدول (٤) ان الوسط الحسابي في الاختبار القبلي كان ٩.٥٦٣ ملغم/دسيلتر وبانحراف معياري ٠.٦٥٥، فيما كان في الاختبار البعدي ١٠.١٧٥ ملغم/دسيلتر وبانحراف معياري ٠.٧٠٩. وكانت قيمة "ت" المرتبطة للاختبارين –٥.٣٠ عند مستوى احتمالية ٠.٠٠١ مما يدل على وجود فرق معنوي بين الاختبارين.

٤-٢ مناقشة النتائج :

٤-٢-١ مناقشة النتائج الخاصة بأثر تراكم الجهد اللاهوائي في مؤشر التعب ومستوى انخفاض القدرة اللاهوائية :

من خلال المتوسطات الحسابية لزمن الانطلاقات الأولى والأخيرة في الجدول (٢) يمكن ملاحظة وجود انخفاض في مستوى الانجاز. ومن خلال المتوسطات الحسابية للقدرة اللاهوائية للانطلاقات الأولى والأخيرة في نفس الجدول يمكن ملاحظة وجود هبوط في مستوى القدرة االلاهوائية مع تصاعد تكرارات الجهد دون اخذ فترات راحة كافية. كما ويؤكد مؤشر التعب هذه النتيجة إذ أن قيمة ٥٠.٨ واط/ ثانية تعد مؤشرا مرتفعا للتعب لان تعليمات الاختبار تشير إلى انه إذا تجاوز مؤشر التعب قيمة ١٠ واط/ ثانية فيعد ذلك هبوطا في مطاولة النظام اللاهوائي لدى المختبر وعدم إمكانيته المحافظة على الانجاز بمستوى أو وتيرة معينه. وبما أن هذان المتغيران يعدان مؤشران ظاهريان للتعرف على اثر تراكم الجهد اللاهوائي فان التفسير الفسيولوجي سيرد في سياق مناقشة المتغيرات اللاحقة في البحث.

٤-٢-٢ مناقشة النتائج الخاصة بأثر تراكم الجهد اللاهوائي في متغيرات ديناميكية الدم :

فيما يخص ضغط الدم الانبساطي... يتضح بعد عرض النتائج في الجدول (٣) انه لم يكن للجهد الهوائي المتراكم تأثيرا على هذا المتغير وهذا يتفق مع العديد من الدراسات والأدبيات (MacDonald, 2002, 225-236). ورغم وجود ارتفاع في ضغط الدم الانقباضي كما سيتم مناقشته لاحقا نتيجة التضييق الوعائي الناجم عن الزيادة في النتاج القلبي كاستجابة للجهد اللاهوائي. إلا ان هذا التضييق يحدث في الأوعية غير العاملة أما أوعية العضلات العاملة فيحدث فيها توسعا وعائيا كبيرا (MacDonald, 2002, 225-236) وهو برأي الباحثون الذي عمل على الاستقرار النسبي لضغط الدم الانبساطي.

فيما يخص ضغط الدم الانقباضي... يتضح بعد عرض النتائج في الجدول (٣) ان الجهد اللاهوائي المتراكم كان له أثرا في ارتفاع هذا المتغير وهذا يتفق مع العديد من الدراسات التي أظهرت وجود زيادة خطية لضغط الدم الانقباضي مع زيادة الجهد (MacDonald, 2002, 225-236). وكذلك الدراسات التي أظهرت وجود زيادة ثابتة في ضغط الدم الانقباضي مع تصاعد تكرارات التمرين. (Sale, *et al*, 1993, 115-120). ويعزو الباحثون الزيادة في هذا المتغير في أثناء الجهد إلى الحاجة المتزايدة لتوصيل الدم إلى العضلات العاملة نتيجة الانتقال من وضع الراحة إلى وضع الجهد "وان مستقبلات الضغط Baroreceptors تتأثر بمثل هذه الحاجة المتزايدة فترسل إشارات عصبية إلى مركز السيطرة القلبية الوعائية (Cardiovascular

Control Center) ومن هناك تُرسَلُ إشارات عصبية إلى القلب لتزيد من عدد ضربات القلب وحجم الضربة وبالنتيجة زيادة الناتج القلبي." وهذا سيرفع بالتالي قيمة ضغط الدم الانقباضي. (الحجار والدباغ، ٢٠٠٦، تحت الطبع)

كما ويرى الباحثون ان طبيعة الكتلة العضلية المشتركة في هذا التمرين اللاهوائي هي من نوع الكتلة الكبيرة، وقد اثبت Benn وآخرون في هذا المجال ان إثارة تقلص المجاميع العضلية الكبيرة يعمل على زيادة اكبر في ضغط الدم مقارنة بالمجاميع العضلية الصغيرة (Benn, *et al*, 1996, 121-125)

فيما يخص متوسط الضغط الشرياني... ... يتضح بعد عرض النتائج في الجدول (٣) ان الجهد اللاهوائي المتراكم كان له أثرا في زيادة هذا المتغير و تتفق هذه النتيجة مع دراسة الحجار والدباغ بان الزيادة في متوسط الضغط الشرياني هي نتيجة الزيادة في ضغط الدم الانقباضي الذي سيزيد من ضغط النبض في المعادلة مع الثبات النسبي في ضغط الدم الانبساطي (وهو عامل ثابت تقريبا في المعادلة) مما يعني زيادة جريان الدم الانسيابي إلى الأوعية الدموية في العضلات العاملة (الحجار والدباغ، ٢٠٠٦، تحت الطبع).

فيما يخص ضغط النبض... يتضح بعد عرض النتائج في الجدول (٣) ان الجهد اللاهوائي المتراكم كان له أثرا في زيادة هذا المتغير و يتفق هذا مع Mercola إذ يشير إلى أن زيادة ضغط النبض عند أداء جهد بدني تنجم عن زيادة حجم الضربة وفي نفس الوقت نتيجة لانخفاض المقاومة المحيطية الكلية في أثناء الجهد (Mercola, 2006, N.A)

٤-٢-٣ مناقشة النتائج الخاصة بأثر تراكم الجهد اللاهوائي في متغير درجة حرارة مركز الجسم وفي بعض من تغيرات بلازما الدم:

فيما يخص درجة حرارة مركز الجسم... يتضح من الجدول (٤) ان الجهد اللاهوائي المتراكم لم يكن له أثرا في تغيير درجة حرارة مركز الجسم ضمن حدود الدراسة الحالية. ويعتقد الباحثون ان مدة الاختبار كانت قليلة بالإضافة لفترات استعادة الشفاء التي تخللت الانطلاقات الست للاختبار رغم وجود زيادة في النشاط العضلي مقارنة بظرف الراحة. ويشير Vander وآخرون في هذا الصدد إلى ان التغير في درجة حرارة الجسم الداخلية هو استجابة لنمط النشاط الممارس(Vander, *et al*, 1998, 625).

فيما يخص pH... يتضح من الجدول (٤) ان للجهد اللاهوائي المتراكم أثرا كبيرا في تغيير قيمة pH باتجاه الحامضية أي زيادة ايون الهيدروجين. ورغم ان الدراسات تشير إلى ان التعب في التكرار الواحد لتمرين مرتفع الشدة قصير الزمن ٥-٦ ثوان لا يحدث بسبب زيادة ايون الهيدروجين لانه قد لايرتفع إلى مستوى المعنوية بل ان التعب ناجم عن تراكم الفوسفات

اللاعضوي P_i داخل الخلية العضلية لانه اتضح ان مايحدث في أثناء تمرين مفرد من هذا النوع يؤدي الى نضوب الفوسفات كرياتين PC الى نسبة تصل الى ٤٠% (Walter, *et al*, 1997, 525-534) ولغرض الاستمرار في توليد ATP سيتم فسفرة PC من ADP مما يؤدي الى زيادة تركيز الفوسفات اللاعضوي P_i .

ورغم ان هذه الفكرة تتعارض في جزئها الخاص بايون الهيدروجين مع نتيجة البحث الحالي الا ان الباحثون يرون ان تكرار الجهد اللاهوائي مرتفع الشدة قصير الزمن لعدة مرات تتخللها فترات راحة محدودة، فان pH سيكون العامل الرئيسي الآخر المؤثر في حالة التعب وليس P_i وحده حيث اثبتت دراسة Chase و Kushmerick ودراسة Cooke وآخرون وجود زيادة في تركيز ايون الهيدروجين عند تكرار هذا النوع من الجهد وضمن فترات راحة محدودة ناجم عن انفصاله عن حامض اللكتات الذي سيبدأ بالتراكم.(Kushmerick, 1998, 935-46 (Chase & (Cooke, *et al*, 1988, 77-97) وان هاتان الآليتان أي انخفاض pH وارتفاع P_i تعدان الرئيستان لحالة التعب عند تكرار التمارين القصيرة الزمن المرتفعة الشدة دون اخذ فترات راحة كاملة.(McMahon & Jenkins, 2002, 761-784)

فيما يخص ايون الكالسيوم Ca^{2+} الحرفي الدم... يتضح من الجدول (٤) أن للجهد اللاهوائي المتراكم أثرا كبيرا في رفع قيمة هذا المتغير. ويعزوا الباحثون هذه النتيجة كونها إجراءا وقائيا يحدث في عملية ايض ايونات الكالسيوم لتثبيط الاستثارة العصبية العضلية الناجمة عن الجهد البدني المرتفع لتلافي حالات تشنج أو تمزق الأنسجة العضلية. اذ يشير Sherwood ان أي نقص في ايونات الكالسيوم الحر في الأنسجة المثارة في هذه المرحلة من شانه إحداث مثيرات فسيولوجية غير فعالة بحيث تتشنج العضلات (Sherwood L, 2004, 734) ولابد في هذا المجال التنويه ان تأثير الكالسيوم داخل الخلية نفسها في السايتوسول له تأثير معاكس فارتفاع الكالسيوم داخل خلية عضلية معينة يتسبب في تقلصها أما ارتفاعه خارج الخلية فيخفض النشاط العضلي الزائد عندما لا يعد ضروريا في الجهاز التقلصي (أي خيوط الاكتين والمايوسين). أما تجمع هذا المقدار الكبير من ايونات الكالسيوم الحر في البلازما في أثناء الجهد اللاهوائي قيد الدراسة فيعزوها الباحثون إلى عدم إمكانية تنظيم توازن الكالسيوم بوساطة طرحه في اليوريا كون هذه الآلية بطيئة جدا لا تتناسب مع مدة وشدة الجهد البدني المؤدى، بل ان ما يحدث في مثل هذه الحالة هو التعديلات المباشرة واللحظية التي تتم بوساطة التغيرات السريعة بين العظم والسائل خارج الخلايا التي من شانها تراكم ايونات الكالسيوم الحر في البلازما.(Sherwood L, 2004, 734-735)

فيما يخص السكر في الدم... يتضح من الجدول (٤) أن الجهد اللاهوائي المتراكم لم يكن له أثرا في تغيير قيمة هذا المتغير. يعزو الباحثون هذه النتيجة إلى طبيعة الجهد اللاهوائي

قيد الدراسة فهو من النوع الذي لايعتمد على السكر للاستفادة من الطاقة اللازمة له اذ يشير Glaister إلى انه في أثناء التمارين التي تحتاج لمعدل عال لانتاج الطاقة في غضون عشرة ثوان فان تحلل الفوسفوكرياتين PC داخل العضلات يعد المصدر الرئيس لإعادة تصنيع الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP .(Glaister, 2005, 757-777) ومع هذا يعتقد الباحثون ان هذه الحقيقة تنطبق عند تكرار مثل هذا الجهد لمرة واحدة فقط ولكن عند تكراره لعدة مرات وضمن فترات راحة ناقصة فان الصورة ستختلف. ورغم عدم وجود فروق معنوية في متغير السكر في الدم ولكن يبدو من الجدول (٤) وجود انخفاض في تركيز السكر في الدم في الاختبار البعدي بعد ست انطلاقات لاهوائية سريعة والذي يعزوه الباحثون إلى ان النظام الهوائي ستزيد نسبة مساهمته على حساب النظام الفوسفاجيني عند تكرار الانطلاقات السريعة مع نقص فترات الراحة لأنه إذا كان التحلل الكلايكولي اللاهوائي مسئولا وفقا لـ Gaitanos وآخرون عن ٤٤% من مجموع ATP المنتج لاهوائيا عند أداء الجهد لمرة واحدة فان هذه المساهمة قد تصل إلى صفر عند التكرار العاشر. (Gaitanos, *et al*, 1993, 712-719) وما يؤيد فكرة انخفاض عملية التحلل الكلايكولي اللاهوائي عند تكرارا الجهد وبفترات راحة ناقصة هو ارتفاع حموضة الدم في الدراسة الحالية كما موضح في الجدول (٤) حيث ثَبُتَ أن زيادة ايون الهيدروجين H^+ تثبط أنزيمي phosphorylase و PFK وهما الأنزيمان الرئيسان في عملية التحلل الكلايكولي.(Glaister, 2005, 757-777)

٥- الاستنتاجات والتوصيات:

٥-١ الاستنتاجات:

١. ان تكرار الانطلاقات اللاهوائية السريعة لعدة مرات من شانه رفع متغيرات الدم الديناميكية (باستثناء ضغط الدم الانبساطي) وهي ضغط الدم الانقباضي ومعدل ضربات القلب ومتوسط الضغط الشرياني وضغط النبض.

٢. ان أسباب التعب الناجم عن تكرار جهد لاهوائي فوسفاجيني يختلف عنه عند أداء نفس الجهد لمرة واحدة وان زيادة ايون الهيدروجين في الدم (انخفاض قيمة pH الدم) يعد احد الأسباب الرئيسة لحدوث حالة التعب في الدراسة الحالية.

٣. ان ارتفاع ايونات الكالسيوم الحر في الدم هو تنظيم ايضي وقائي عند تراكم الجهد اللاهوائي الغرض منه خفض التقلص العضلي

٥-٢ التوصيات:

١. إجراء دراسات عن الآثار الأخرى التي يسببها تراكم الجهد اللاهوائي وعن أسباب أخرى محتملة للتعب في مثل هذا النوع من الجهد.

٢. إجراء دراسات عن تغير نسبة مساهمة النظام الهوائي عند أداء جهد لا هوائي متكرر ضمن فترات راحة ناقصة.

المصادر العربية والأجنبية :

١. الحجار، ياسين طه محمد علي والدباغ، أحمد عبد الغني طه (٢٠٠٦) اثر تراكم جهد هوائي متصاعد الشدة على متغيرات ضغط الدم، مجلة الرافدين لعلوم التربية الرياضية، تحت الطبع.

2. Benn SJ, McCartney N, McKelvie RS (1996) Circulatory responses to weight lifting walking, and stair climbing in older males. J Am Geriatr Soc, 44(2):121-125.
3. Chase P, KushmerickMJ (1998) Effects of pH on contraction of rabbit fast and slow skeletal muscle fibres. Biophys J; 53: 935-46
4. Cooke R, Franks K, Luciani GB (1988) The inhibition of rabbit skeletal muscle contraction by hydrogen ions and phosphate. J Physiol; 395: 77-97
5. Dare B (1979) Running and Your Body, Applying Physiology to Track Training, Tafnews Press.
6. Fox EL, Mathews DK (1981) The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, Philadelphia, W. B. Saunders Co.
7. Gaitanos GC, Williams C, Boobis LH (1993) Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. J Appl Physiol ; 75 (2): 712-719
8. Glaister M (2005) Multiple Sprint Work Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness, Sports Med; 35 (9): 757-777
9. Guyton A, (1981): Textbook of Medical Physiology, 6th ed.,W.B. Saunders company.
10. MacDonald JR (2002) Potential causes, mechanesims, and implications of post exercise hypotension. J Human Hypertension. 16: 225-236

11. McMahon S, and Jenkins D (2002) Factors Affecting the Rate of Phosphocreatine Resynthesis Following Intense Exercise, Sports Med; 32 (12): 761-784
12. Mercola J (2006) puls pressure determines risk for heart disease. At website www.mercola.com
13. RAST, The Running-based Anaerobic Sprint Test (2001) Peak Performance – 96: 3
14. Sale DG, Moroz DE, McKelvie RS(1993) Comparison of blood pressure response to isokinetic and weight-lifting exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol; 67(2): 115-120.
15. Sherwood L (2004): Human physiology, from Cell to System, 5th ed., Thomson, Brooks/Cole, Inc,.
16. Spencer M, Bishop D, Dawson B, and Goodman C (2005) physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities, specific to field-based team sports, sports Med, 35 (12): 1025-1044
17. Vander A, Sherman J, Luciano D, (1998) Human Physiology, the Mechanisms of Body Functions, 7th ed., McGraw-Hill companies
18. Walter G, Vandenborne K, McCully KK (1997) Noninvasive measurement of phosphocreatine recovery kinetics in single human muscles. Am J Physiol; 272 (41): 525-34