مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الطبية المجلد (24) العدد (12)2002
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Medical Science Series Vol (24) No (12) 2002

الاستجابة و التكيف الفيزيولوجي للتدريب البدني و استخدامهما كمؤشر لفعالية التدريب

(دراسة علمية تطبيقية على مجموعة من المتدربين و مجموعة شاهد)

الدكتور عقيل حجوز *

(قبل للنشر في 2002/1/6)

□ الملخّص □

تهدف الدراسة إلى إجراء تقييم وظيفي لدرجة التأقلم الفيزيولوجي للجهد عند الرياضيين المتدربين ، و استخدام مؤشرات التكيف لمراقبة فعالية برنامج التدريب .

تم البحث على مجموعة من المتدربين (15) تدربوا لمدة أكثر من 3 سنوات في رياضات مختلفة (كرة قدم ، سباحة ، جري) و على مجموعة شاهد (20 طالباً من طلاب كلية الطب في جامعة تشرين). كلا المجموعتين بأعمار متقاربة (حوالي 20 سنة)، و أطوال و أوزان متقاربة (174.6±5.4 سم ،68.9 ± 4.6 كغ) . درست المؤشرات التالية أثناء الراحة : معدل القلب (و منه تم حساب احتياطي القلب الوظيفي) والضغط الشرياني و السعة الحيوية الرئوية و معدل التنفس ، ثم طبق جهد واحد للمجموعتين تم تحديد مستواه بحيث يلائمهما معاً، و درست المؤشرات السابقة في نهاية الجهد ، ثم حدد زمن استرداد معدل القلب و الضغط و التنفس. درست تغيرات المؤشرات بعد الجهد لكلا المجموعتين نسبة إلى مستواها أثناء الراحة لكل مجموعة و قورنت درجة التغير عند المتدربين نسبة إلى مجموعة الشاهد لمقارنة التكيف الفيزيولوجي للجهد للمتدربين مع مجموعات متدربة أخرى تم مقارنة أهم مؤشرين للتكيف الفيزيولوجي للجهد (معدل القلب أثناء الراحة ، وزمن الاسترداد للقلب) بين المتدربين و المتوسطات المعروفة لهذه المؤشرات في حالات مماثلة تقريباً . وضعت مجموعة من الأسئلة تهدف لتقييم المستوى المعرفي لمؤشرات التأقلم مع الجهد ودورها في مراقبة فعالية برنامج التدريب .

أظهرت النتائج حدوث تكيف للجهد في جميع المؤشرات المدروسة وبشكل موثوق إحصائياً بالنسبة لمعدل القلب أثناء الراحة و زمن استرداد معدل القلب و التنفس و الضغط . التقييم الفردي بالنسبة للمتدربين أظهر اختلافات في درجة التأقلم للجهد و ابتعادها عن المستويات المعروفة للرياضيين ، ربما السبب في ذلك يعود لما أظهره تحديد المستوى المعرفي حيث تبين ضعف الاهتمام بمظاهر التكيف الفيزيولوجي للجهد و عدم استعمالها كمؤشر لفعالية التدريب ، اقترح في النهاية مستوى فعالية قلبية ملائم للإمكانيات الفيزيولوجية لكل لاعب بحيث تحسن أكثر من مظاهر التكيف الفيزيولوجي للجهد لديه .

*مدرس في قسم الفيزيولوجيا – كلية الطب – جامعة تشرين- اللاذقية – سوريا

مجلة جامعة تشرين للدراسات و البحوث العلمية _ سلسلة العلوم الطبية المجلد (24) العدد (12)2002
Tishreen University Journal for Studies and Scientific Research- Medical Science Series Vol (24) No (12) 2002

Response And Physiological Adaptation Of The Physical Training And Using It As Indicator Of Exercise Intensity

(A Scientific Practical Study Upon A Group Of Trained Players And Another Untrained Students As Witness)

Dr. Akil Hajjouz *

(Accepted 6/1/2002)

□ ABSTRACT □

This research aims to study the physiological adaptation degree of the physical training , and how to use the adaptation results as an indicator of exercise intensity .

By studying two groups : -one consisted of 15 trained who have trained for more than 3 years in different sports (football ,swimming and running) ,- second consisted of 20 no training students in the faculty of medicine in Tishreen University. Both these two groups at about the same ages(about 20years old), and about the same heights and weights (174.6±5.4 cm ,68.9± 4.6 kg)

The following points had been studied - heart rate ,submaximal heart rate ,blood pressure ,lung vital capacity , respiration rate - at rest; and after exercise , it has been identified the percent of changing , and the time which has been needed to return to the range before exercise .

There was statistically significant changes between the two groups . It means that a good degree of physiological adaptation had happen . Comparing heart rate (HR) and recovery of HR between the trained group and the value in the other similar group in another country , it has been shown that the degree of adaptation is less ; that means , the intensity of training is not enough . To know the reason of this result , we had a list-test which contains questions about training programs . Analyses of the answers have showed that any indicator to know the intensity of training program is not used .

At last , it was determined the range of heart rate which every trained player would need it to improve his physiological adaptation .

*Lecturer at Physiology Department,Faculty of Medicine, Tishreen University, Lattakia , Syria

مقدمة :

من المعروف أن أداء الرياضي لا يرتبط فقط بمهاراته و إنما بقدراته البدنية أيضاً سواء الموروثة أم التي يمكن تطويرها مع التدريب ، هذه القدرات تؤثر على مستوى الأداء و تحدد المجال الرياضي الذي يمكن أن يكون أداء اللاعب فيه أفضل .

أجريت الكثير من الأبحاث لدراسة تأثير التدريب على فيزيولوجيا الأجهزة التي تعمل على تأمين أكسجة كافية للعضلات مثل جهاز القلب و الدم و الدوران و التنفس بهدف تحديد برنامج تدريبي متدرج يؤمن زيادة القدرات الوظيفية لهذه الأجهزة مما يحسن أداء الرياضيين . و يخضع الرياضي لدراسة مستمرة لمظاهر التكيف للجهد لديه لاستخدامها في وضع البرنامج الأمثل و تطوير قدراته .

بالنسبة للرياضة السورية لم أشاهد أي دراسة تعمل على تقييم إمكانيات اللاعبين البدنية و تحديد مظاهر و درجات التكيف للجهد ، بهدف استخدامها في وضع و مراقبة برنامج التدريب الملائم الذي يمكن أن يؤدي لرفع مستوى قدراتهم الفيزيولوجية ، و الوصول إلى الأداء الأمثل .

من هنا أهمية هذا البحث الذي أحاول فيه دراسة التغيرات الفيزيولوجية الناجمة عن التكيف للجهد لدى مجموعة من الرياضيين من فئات مختلفة و مقارنتها مع معطيات مأخوذة من فئة لا تمارس نشاط رياضي بشكل منتظم ، بهدف تحديد مستوى التكيف الفيزيولوجي مغ الجهد ، و تحديد نقاط الضعف لتجاوزها في برنامج تدريبي مناسب يعتمد على مظاهر التكيف الفيزيولوجي كمؤشر لفعالية التدريب .

أهداف الدراسة :

- دراسة مظاهر التكيف الفيزيولوجي للجهد كمؤشر على فعالية التدريب و الكفاءة البدنية عند الأشخاص المتدربين ، مقارنة بغير المتدربين .
- محاولة تقدير الفروقات في مؤشرات التكيف بين اللاعبين من أجل وضع برنامج يصحح نقاط الضعف في مظاهر التكيف الفيزيولوجية لكل لاعب على حدة .
- التعرف على المستوى المعرفي للاعبين و قدرتهم على ربط المؤشرات الوظيفية ببرنامج التدريب لمراقبة فعالية التدريب .

و الهدف الأساسي البعيد هو محاولة ربط العلوم الطبية الأساسية خاصة الفيزيولوجيا بالمجتمع ، و دخول الجامعة ممثلةً بأقسام الفيزيولوجيا مجالاً مهماً للاستثمار .

مراجعة نظرية :

عندما يقوم الانسان بأي نشاط بدني Exercise تحدث جملة من التغيرات الفيزيولوجية المؤقتة في وظائف الجسم المختلفة و تعرف بالاستجابة Response ، غايتها تأمين أكسجة كافية لعضلات الجسم أثناء الجهد ، فيزداد معدل القلب Heart rate و يرتفع الضغط الانقباضي Systolic Pressure و تزداد قلوصية القلب Contractilityلزيادة الفعالية الودية و يزداد بالنتيجة الحصيل القلبي Cardiac Output، يترافق ذلك

مع زيادة معدل التنفس Respiration rate و زيادة حجم الهواء الجاري Tidal volume أي يرتفع معدل التهوية الرئوية Pulmonary Ventilationو بالمحصلة تزداد كميات الأكسجين (و الغذيات الأخرى الموجودة في الدم) المحمولة نحو العضلات . تتناسب الاستجابة مع درجة الجهد من جهة و مع الحالة الوظيفة للأعضاء و مستوى أدائها من جهة أخرى .[3,2,1]

بعد التوقف عن الجهد البدني تعود الأعضاء التي زاد نشاطها إلى مستوى عملها السابق للجهد فيعود الضغط و النبض و معدل التنفس و حجم الهواء الجاري و كل المؤشرات الأخرى إلى مستواها أثناء الراحة لكن بعد فترة زمنية ، هذه الفترة الزمنية الفاصلة بين توقف الجهد و عودة الأعضاء إلى مستوى عملها أثناء الراحة تسمى بفترة الاسترداد Recovery و هي تختلف من شخص لآخر حسب الحالة الفيزيولوجية لأجهزته ، و ربما العامل الأساسي فيها بالإضافة للبنية هو التكيفAdaptation الناتج عن التدريب .

عندما يتكرر الجهد البدني على فترات منتظمة (يومية أو أسبوعية) بهدف رفع اللياقة البدنية و مستوى الأداء البدني ، يصبح تدريباً بدنياً Physical training و يصبح الفرد متدرباً فتظهر آثار التكيف الفيزيولوجي ، الذي يتظاهر بجملة من التغيرات الإيجابية على جملة من الأجهزة من بينها الجهاز القلبي الوعائي و المظهر الأساسي لتكيف القلب للجهد هو بطء ضربات القلب [5,4,3,2] .

معدل القلب Heart Rate عند الإنسان الطبيعي حوالي 70- 80 نبضة/ دقيقة أثناء الراحة ، عند الرياضيين المدربين تنخفض 15- 20 نبضة/دقيقة لتصبح أقل من 60 نبضة / دقيقة و في بعض الحالات أقل من 40 نبضة/دقيقة ، يعود ذلك لزيادة قلوصية العضلة القلبية فيزداد حجم الدفقة Stroke Volume مما يحقق حصيل قلب عالي يرفع الضغط و يطلق منعكساً لاودياً يثبط معدل القلب . في بداية التدريب ينخفض المعدل القلبي حوالي نبضة لكل أسبوع تدريب حتى يصل إلى مستواه الأقصى حسب قدرات الشخص الفيزيولوجية .

من المؤشرات الأخرى التي تتكيف أيضاً ما يسمى بزمن الاسترداد ، و هو الزمن اللازم بعد الجهد ليعود معدل القلب إلى مستواه قبل الجهد ، و هذا الزمن بنفس الآلية السابقة يقل عند الأشخاص المدرَبين .[5,4]

من التغيرات الإيجابية الأخرى نقص معدل القلب اللازم للقيام بجهد ما و هذا ما يعبر عنه بدراسة معدل القلب الأقصى Maximal Heart Rate و معدل القلب دون الأقصى Submaximal Heart Rate .

يمثل معدل القلب الأقصى أعلى معدل يمكن أن يصله القلب عند القيام بجهد أعظمي لزمن قصير و هو عادة كبير عند الأطفال و يقل مع تقدم العمر و يمكن أن يحسب بنسبة خطأ بسيطة جداً من المعادلة التالية :

معدل القلب الأقصى = 220 – العمر (مقدراً بالسنوات) نبضة / دقيقة ،لا يتأثر معدل القلب الأقصى بالتدريب الرياضي و إذا انخفض فبنسبة بسيطة . [4,1] أما ضربات القلب دون القصوى فتمثل ضربات القلب أثناء جهد بدني دون الأعظمي .معدل القلب دون الأقصى يتغير أثناء التدريب لزيادة كفاءة قلوصية العضلة القلبية و زيادة حجم الدفقة و الحصيل ، يقل معدل القلب اللازم للقيام بجهد مع استمرار التدريب ، فيمكن للشخص أن يقوم بنفس الجهد العضلي بدقات قلب أقل و بنسبة أدنى من ضربات القلب القصوى . [6,5]

إذا كان معدل القلب و معدل القلب دون الأقصى يتبدلان مع التقدم في التدريب ، فمن الممكن استخدامهما لمراقبة شدة التدريب و فعاليته .

من الأفضل لمراقبة جرعة التدريب وحذف الفروقات بين الأشخاص و التبدلات التي يمكن أن يمر فيها الشخص نفسه ،حساب نسبة زيادة معدل ضربات القلب إلى احتياطي ضربات القلب . فاحتياطي ضربات القلب لشخص هو الفرق بين المعدل أثناء الراحة و معدل القلب الأقصى ، بنسبة معدل الزيادة في ضربات القلب إلى الاحتياطي يكن أن نحدد بدقة مدى شدة جرعة التدريب . فمثلاً شخص عمره 20 سنة و معدل قلبه أثناء الراحة 60 نبضة / دقيقة ، يكون احتياطي القلب لديه 140 ، فإذا أراد أن يتدرب عند مستوى 70 % من احتياطي القلب ، يجب أن يزداد معدل القلب (70×140)/100 = 98 نبضة في الدقيقة ليصبح معدل القلب المطلوب أثناء التمرين 98+ 60 = 158 نبضة / دقيقة ، و ربما يكون ذلك التقدير الأمثل لشدة جرعة التدريب ، و التي تؤدي بالنتيجة إلى تطوير القدرات الفيزيولوجية للشخص المتدرب .[7,4,3,1]

أثناء الجهد الفيزيائي يرتفع الضغط الانقباضي Systolic بسبب الفعالية الودية و زيادة حصيل القلب ، بينما الانبساطي Dystolic يرتفع إذا اقتصر الجهد على كتل عضلية صغيرة بسبب الفعالية الودية و زيادة المقاومة الوعائية ، و يبقى ثابتاً أو حتى ينخفض إذا شمل الجهد كتل عضلية أكبر ، خاصة بعد الجهد مباشرة بسبب تراكم فضلات الاستقلاب و ارتفاع PaCO2 ، مما يحدث توسعاً وعائياً يقلل من المقاومة الوعائية .

من مظاهر التكيف مع الجهد انخفاض الضغط الانقباضي و الانبساطي 6- 10 ملمز ، و ميل الضغط للهبوط أثناء الراحة يكون أكثر وضوحا عند المصابين بارتفاع التوتر الشرياني Hypertension . عند المتدربين تنقص تبدلات الضغط الانقباضي و الانبساطي أثناء الجهد ، إذ تكون التبدلات خاصة للضغط الانقباضي أثناء الجهد أقل منها عند غير المتدربين ، و يقل الزمن اللازم لعودة الضغط الانقباضي إلى مستواه قبل الجهد .[11,10,9,5]

تتعلق الحجوم التنفسية بالبنية و الجنس و العمر ، وتتحسن السعة الرئة الحيوية Vital Capacity قليلاً بالتدريب ، لكن المظهر الأساسي لتكيف التنفس مع الجهد يظهر بزيادة حجم الهواء الجاري أثناء الجهد مما يقلل من معدل التنفس اللازم لتأمين أكسجة كافية ، أي مع التدريب يقل معدل التنفس اللازم للقيام بالجهد دون الأقصى ، و يقل زمن استرداد التنفس [12,9,3]

للتكيف مظاهر إيجابية عديدة أخرى ، يزداد خضاب الدم Hemoglobin ، و حجم البلاسما ، و تزداد فعالية العديد من الجمل الأنزيمية ، يزداد حجم و عدد المتقدرات Mitochondriaفي العضلات ، و حتى على المستوى النفسي تحدث العديد من التغيرات الإيجابية . [13,9,3]

ما هي العوامل التي تؤثر على درجة التكيف ؟

تتعلق درجة التكيف بشدة و مدة و تواتر جرعات التدريب ، و الحالة الوظيفية عند بدء التدريب .

البرنامج المثالي للتدريب و الذي يمكن أن يؤدي إلى أفضل درجات التكيف الفيزيولوجي يجب أن يرفع دقات القلب إلى 60- 70 % من احتياطي القلب ، ويستمر 40- 60 دقيقة بتواتر 3-4 مرات أسبوعياً ،في برنامج يستمر 8- 10 أسابيع يمكن خلالها استعمال وسائل مختلفة من التدريب و من بينها التدريب في المرتفعات أو تطبيق طرق مختلفة لإحداث نقص أكسجة يحرض آليات التأقلم بشكل أكثر فاعلية .[16,1.5,14,7]

موضوع و وسائل البحث :

تمت الدراسة على مجموعة من الرياضيين المتدربين (15متدرباً) الذين خضعوا لتدريب منتظم لمدة 2-3سنوات نصفهم لاعبو كرة قدم و الباقي يمارسون السباحة و الجري ، و مجموعة من طلبة الجامعة (20طالباً من طلبة كلية الطب في جامعة تشرين) الذين لم يخضعوا لتدريبات منتظمة كمجموعة شاهد . أعمار المجموعتين متقاربة حوالي 20 سنة .

درست المؤشرات التالية :

أولاً : أثناء الراحة :

1.الوزن و الطول لكل شخص ، لاختيار مجموعتين متقاربتين بالبنية الجسمية .

تم تحديد متوسط الطول و الوزن للمتدربين و كانا على التوالي 174.6± 5.4سم ، 68.9± 4.6كغ ،ثم تم اختيار الطلاب القريبين في الوزن و الطول من المتوسط كمجموعة شاهد .

2.معدل القلب أثناء الراحة . سجل معدل القلب أثناء الراحة المطلقة و الاستلقاء في الصباح قبل الاستيقاظ لتحديد معدل الراحة ،و المعدل الأقصى للقلب قدر للمجموعتين ب 200 نبضة / دقيقة لتقاربهما بالعمر ، و حسب الفرق بينهما لتحديد احتياطي القلب ، استخدم جس النبض الكعبري لتحديد معدل القلب ، و جهاز قياس النبض الالكتروني الملحق بجهاز الجهد .

3.الضغط الانقباضي و الانبساطي أثناء الراحة.

4.درست الوظيفة التنفسية أثناء الراحة بحساب معدل التنفس في الدقيقة بعد مرات التنفس في الدقيقة ،لإيضاح حركة الصدر تم وضع شريط ملون على صدر المفحوص ، و حساب السعة الحيوية أثناء الراحة ، أجري قياس السعة الحيوية باستخدام مقياس التنفس Spirometer Harvard ، و كيموغراف Harvard ، حسب الأسس المعتمدة في الفيزيولوجيا .

ثانياً – أثناء الجهد :

لتحديد درجة الحمل البدني الملائم أجريت دراسات استطلاعية على المجموعتين و تم تحديد الحمل الملائم على الدراجة الثابتة Ergometer بمقاومة 300كيلو بوند / متر / دقيقة ، بمعدل تبديل 60 دورة /دقيقة و استمر

7–10 دقائق .

1.تم قياس النبض الذي سجل بعد انتهاء الجهد مباشرة بالطريقة نفسها أثناء الراحة ، و حسب منه درجة الزيادة في معدل القلب و نسبة الزيادة إلى احتياطي القلب ، سجل الزمن الذي لزم لعودة النبض إلى وضعه السابق قبل القيام بالجهد .

2.تم تسجيل الضغطين الانقباضي و الانبساطي بعد الجهد مباشرة ، ثم حسب معدل تغيرهما عن الراحة ،و حدد الزمن الذي لزم لعودة الضغط الانقباضي إلى وضعه قبل الجهد .

3.سجل معدل التنفس بعد الجهد مباشرة ، و حسب معدل زيادته عن وضع الراحة ، و سجل زمن الاسترداد للتنفس أي الزمن الذي لزم لعودة معدل التنفس إلى وضعه قبل الجهد.

ثالثاً :الاختبار المعرفي :

لتحديد المستوى المعرفي لمظاهر التأقلم للجهد خاصة النبض و زمن الاسترداد و إمكانية استعمالها كمؤشر لمستوى التدريب طرحت مجموعة من الأسئلة :

1-هل تعرف معدل القلب الطبيعي لديك .

2-هل تعرف كيفية جس النبض .

3-هل تعرف معدل القلب الأقصى لديك .

4-ما هو معدل القلب الذي تبلغه أثناء التدريب .

5-كم يلزم من الوقت ليعود معدل القلب إلى مستواه قبل الجهد .

6-ما هو مستوى خضاب الدم لديك .

حددت الإجابات الإيجابية و السلبية و حسبت النسبة المئوية للإجابات الإيجابية .

تمت المعاملة الإحصائية بحساب المتوسط الحسابي و الانحراف المعياري و حساب t و بالعودة إلى الجداول الإحصائية حسبت P لتحديد مستوى الدلالة الإحصائية حسب ستودينت و فيشر [17] .

تمت مقارنة المعطيات المدروسة في ثلاثة اتجاهات :

- مقارنة المؤشرات مع مستواها قبل الجهد بحساب النسبة المئوية للتغير مقارنة بالراحة لكل مجموعة على حدة لدراسة تغيرها و تأثير الجهد عليها ، ثم مقارنة المتدربين مع الشاهد .
- مقارنة المؤشرات المدروسة بين المجموعتين ، المتدربين والشاهد ، و حساب نسبة التغير عن الشاهد لتحديد درجة التأقلم للجهد عند المتدربين.
- تقييم الفروق الفردية بين المتدربين بمقارنة المؤشرات المدروسة -خاصة معدل القلب و زمن الاسترداد- مع المعطيات الغالمية .

رسمت الخطوط البيانية بمساعدة برنامج Power point .

عرض النتائج:

أظهرت النتائج تباين في المؤشرات المدروسة أثناء الراحة بين المجموعتين و كذلك اختلاف الاستجابة للجهد بينهما

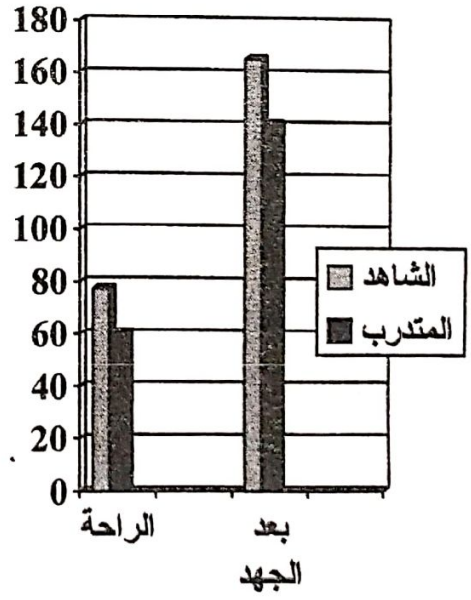
1-معدل القلب أثناء الراحة وبعد الجهد:

بلغ معدل القلب أثناء الراحة عند المتدربين 60.2± 3.5 نبضة / دقيقة و هذا يمثل 77% فقط من المعدل عند الشاهد (بدلالة احصائية جوهرية)حيث كان معدل القلب لدى الشاهد 77.3± 7.1 نبضة / دقيقة. و عند الجهد ارتفع معدل القلب عند مجموعة الشاهد إلى 165.5± 5.1نبضة بالدقيقة ، تشكل هذه الزيادة نسبة72.12% من احتياطي القلب لديهم ،أما عند المتدربين و بنفس جرعة الجهد ارتفع معدل القلب إلى 140.6± 8.1 نبضة / دقيقة مستعملاً فقط 57.25% من احتياطي القلب. احتاج المتدرب لزمن استرداد 7.27± 1.4 دقيقة بينما الشاهد إحتاج إلى 14.45 ±3.9 دقيقة (p<0.05)، أي الزمن اللازم لاسترداد النبض عند المتدربين لا يتجاوز نصف الزمن اللازم لغير المتدربين . ملخصة في المخطط رقم (4,3,1)

نلاحظ أن معدلات الزيادة كانت اقل لدى الرياضيين فزيادة المعدل كانت أقل ب15% ، مع وفر في احتياطي القلب بحوالي 20% . و هذا بالطبع ناتج عن التكيف للجهد . بكل الحالات المذكورة كانت P<0.05 . النتائج بالرغم من الفروق المهمة في معدل القلب أثناء الراحة و الجهد بين المتدربين و الشاهد لكنها تبقى بعيدة عن المعطيات المعروفة لدى الرياضيين المحترفين (في بلادٍ لها نفس شروطنا تقريباً و بنفس النوع) إذ يبلغ معدل القلب أثناء الراحة 52 ± 2 نبضة/ دقيقة ، و زمن استرداد للنبض يعادل 3.5 ± 1.02 دقيقة [14,10,4] ، أي أن معدل القلب عند المتدربين يعادل 115 % نسبة للمحترفين ، بينما ابتعد زمن الاسترداد كثيراً عن قيمته في الحالات المماثلة 206 % مما يوحي بضعف برنامج التدريب .

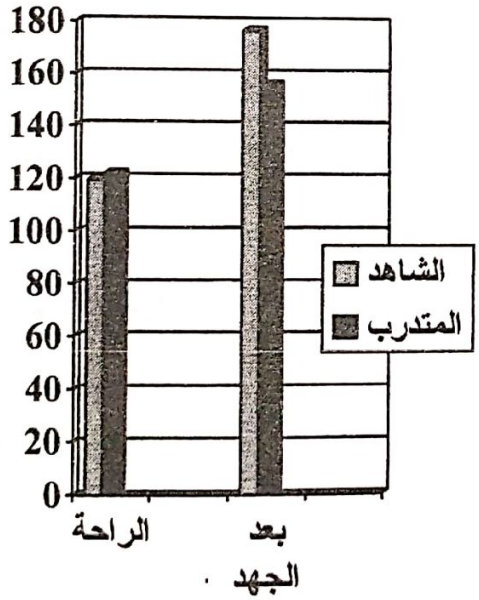
2-على الضغط الشرياني :

لم يختلف الضغط أثناء الراحة بين المجموعتين ، عند المتدربين كان معدل الضغط الانقباضي 122± 5.9ملمز ، ومعدل الضغط الانبساطي 75.3± 4.1 ملمز ،أما عند الشاهد فكانا على التوالي 119.5± 8.7ملمز و 79.5± 8.1 ، أي بنسبة 102 % لمعدل الضغط الانقباضي و 95% لمعدل الضغط الانبساطي عن الشاهد دون دلالات احصائية . لكن أثناء الجهد اختلفت الاستجابة (يلخص المخطط رقم 2 تأثير الجهد على معدل الضغط) ارتفع الضغط الشرياني الانقباضي في كلا المجموعتين بسبب الفعالية الودية و زيادة حصيل القلب ، بينما الضغط الانبساطي انخفض أيضاً بدرجات مختلفة .



معدل القلب قبل و بعد الجهد

(نبضة /دقيقة) المخطط 1



الضغط الانقباضي قبل و بعد الجهد

(ملمز) مخطط2

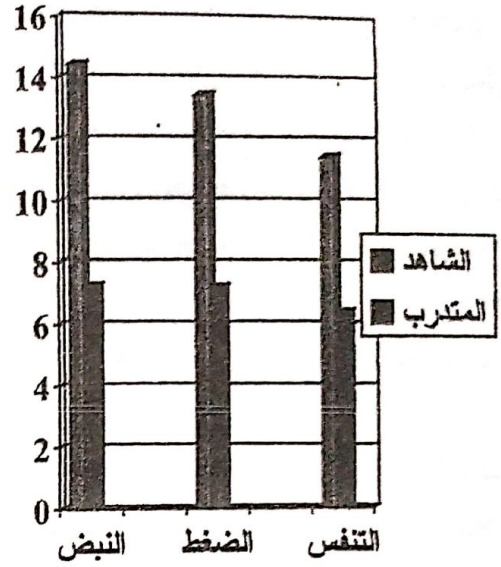
عند مجموعة الشاهد وصل معدل الضغط الانقباضي إلى 176.5± 10.3ملمز، بينما انخفض معدل الضغط الانبساطي إلى 51.75± 5.9 ملمز. P< 0.05في الحالين . أما عند المتدربين ارتفع معدل الضغط الانقباضي إلى 155.67± 8.1 ملمز ، و انخفض معدل الضغط الانبساطي إلى 56.33± 3.6ملمز P< 0.05 بلغ ارتفاع الضغط الانقباضي لدى المتدربين 88% فقط مقارنة بالشاهد و انخفض معدل الضغط الانبساطي لكنه بقي أعلى من الشاهد بنسبة 108 % . بمقارنة التغيرات بين المجموعتين نلاحظ أن معدل الزيادة في الضغط الانقباضي أقل بنسبة 12% ، و معدل انخفاض الضغط الانبساطي أيضاً أقل بنسبة 9% (لا توجد دلالة احصائية جوهرية) . الفرق الأساسي كان في زمن الاسترداد فقد احتاج الشاهد 13.45± 3.2 دقيقة ، بينما احتاج المتدرب إلى 7.13 ± 1.3 دقيقة ليعود الضغط الانقباضي إلى مستواه قبل الجهد أي لزمه 53 % من الزمن فقط ليعود إلى مستواه قبل الجهد مقارنة بالشاهد مع فروق احصائية جوهرية . (النتائج ملخصة بالمخططات 4,3,2)

بكل الأحوال هذا الفرق في تبدلات الضغط التالية للجهد يعود أيضاً للتكيف للجهد ، و إن كان يختلف قليلاً عن معطيات الضغط المذكورة في المراجع حيث يبلغ الضغط الانقباضي لجهد مماثل 174.6 ± 8.3 ،الاختلاف الأهم في زمن الاسترداد الذي يبلغ عند المحترفين4,3 ± 1.4 [11,8,3,1] ، و تكون نسبة زمن استرداد الضغط عند المتدربين مقارنة بالأرقام لدى المحترفين تقارب 166 % .

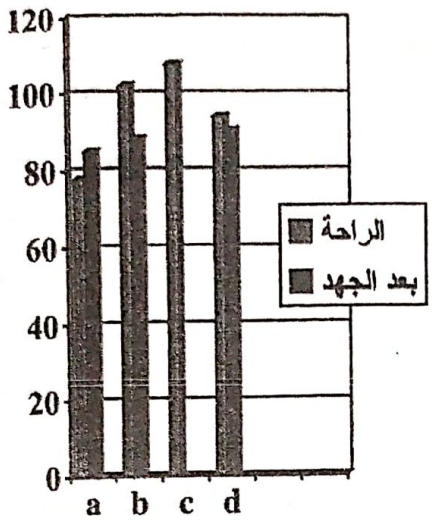
3-على التنفس

أظهرت دراسة المؤشرات الوظيفية لجهاز التنفس اختلافاً بين المتدربين و الشاهد في حالتي الراحة و الجهد بلغت السعة الحيوية عند المتدربين 5 ± 0.2 لتر و عند الشاهد 4.3± 0.3 لتر أي حوالي 108 % (مخطط4)مقارنةً بالشاهد و معدل التنفس أثناء الراحة لدى الشاهد 16.6 ± 1.7و عند المتدربين كان 15.3 ± 0.2 مرة /دقيقة أي بنسبة حوالي 94 % من الشاهد دون فروق احصائية جوهرية . بالنظر إلى المخطط 3 اثر الجهد ازداد معدل التنفس في كلتا المجموعتين بنسب مختلفة ، ففي مجموعة الشاهد ارتفع المعدل إلى 40.3 ± 3.9 مرة /د ،عند الرياضيين ارتفع إلى 36.6 ± 2.2 مرة / دقيقة ، P<0.05 في كلتا الحالتين . شكلت زيادة معدل التنفس عند الرياضيين أثناء الجهد نسبة 90 % من قيمتها عند الشاهد .(النتائج ملخصة في المخططات 5,4,3)

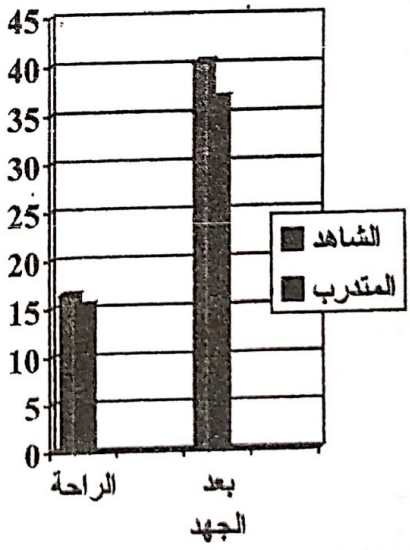
كان التباين أشد في الزمن اللازم لمعدل التنفس ليعود لمستواه الطبيعي إذ لزم للمتدرب 55.6 % من زمن الشاهد ليعود إلى مستواه الطبيعي (6.4 ± 1.2دقيقة للمتدرب و11.45 ± 2.6دقيقة للشاهد) ، مما يشير إلى التكيف الفيزيولوجي للتنفس مع الجهد (مخطط5). تماثل هذه النتيجة نتائج الدراسات الأخرى في جهتها لكن تختلف قليلاً في كميتها . معدل التنفس أثناء الراحة أقل قليلاً ويبلغ 13.3 ± 1,0مرة/ دقيقة ، يمكن أن يزداد أثناء جهد مماثل إلى 36.4 ± 2.7 مرة / دقيقة ، و بزمن استردا د 4.3 ± 1.5 دقيقة أي زمن الاسترداد لدى المتدربين يبلغ 150 % مقارنةً بالمحترفين .[12,1] .



زمن استرداد النبض و الضغط و التنفس (بالدقيقة)
مخطط 3



نسبة المؤشرات المدروسة عند المتدرب إلى الشاهد
أثناء الراحة و الجهد المخطط 4
a- النبض , b- الضغط الانقباضي
c - السعة الحيوية d- معدل التنفس



معدل التنفس قبل و بعد الجهد (مرة/دقيقة) مخطط 5

مناقشة النتائج :

I- مظاهر التكيف للجهد :

أظهرت النتائج درجة جيدة من التأقلم للجهد ظهرت في تغير المؤشرات المدروسة عن قيمها عند الشاهد سواء أثناء الراحة أو الجهد . كنتيجة للتدريب تزداد القلوصية القلبية ، فيزداد حجم الدفقة و الحصيل القلبي مما يثير منعكساً لا ودياً يقلل من معدل القلب بشكل متناسب مع زيادة القلوصية . معدل القلب المنخفض يحافظ على ضغط شرياني طبيعي ، يرافق تحسن الأداء الوظيفي نقص في معدل التنفس أثناء الراحة .

لدى مجموعة المتدربين انخفض معدل القلب و بلغ ما نسبته 78 % عن الشاهد($p< 0.05$) ، و بقي الضغط الشرياني قريب من الشاهد بتغير بسيط لا دلالة احصائية له . ازدادت السعة الحيوية الرئوية لتبلغ حوالي 107.8 % و انخفض معدل التنفس كذلك إلى 90.4 % مقارنةً بالشاهد .

تتفق هذه النتائج مع نتائج الأبحاث في هذا المجال لكن تبدو المؤشرات المدروسة أثناء الراحة بعيدة عن قيمها عند الرياضيين المحترفين إذ يبقى معدل القلب أعلى و يبلغ 115 % مقارنةً بالمراجع ، وكذلك السعة الحيوية ومعدل التنفس تبقى بعيدة قليلاً عن الأرقام عند المحترفين على التوالي 112 % ، 115 % [14,12,10,4,1]

يشير هذا الاختلاف إلى وجود ضعف في برامج التدريب ، و بقاء الكثير من الإمكانيات الوظيفية يمكن تطويرها لدى المتدربين .

أثناء الجهد تظهر بشكل أوضح درجة التكيف للجهد عند المتدربين إذ تحقق الأجهزة المدروسة نفس العمل بجهد أقل فالزيادة في معدل القلب بلغت أقل من 80 % ($p<0.05$)عن الشاهد ، والتغيرات في الضغط الشرياني كانت أقل إذ ارتفع معدل الضغط الشرياني ليصل 88 % من معدله عند الشاهد ، و الضغط الانبساطي هبط بمعدل أقل إذ بقي بنسبة 134 % مقارنةً بالشاهد . ارتفع معدل التنفس عند المجموعتين لكن نسبة الزيادة كانت أقل عند المتدربين و لم يتجاوز المعدل 90 %من قيمته عند الشاهد .

الفرق الأساسي كان في زمن الاسترداد حيث انخفض الزمن اللازم لعودة معدل القلب و الضغط الشرياني و معدل التنفس إلى حوالي النصف مقارنة بالشاهد فكانت على التوالي50.3 %، 53 % ، 55.9% مقارنة بالشاهد ($p< 0.05$)

ربما لا نستطيع مقارنة القيم المدروسة أثناء الجهد مع معطيات الدراسات الأخرى بسبب اختلاف جرعة الجهد لكن مقارنة النتائج تظهر اتفاقاً تاماً في جهة التغير مع مثيلاتها المعروفة في الأدبيات العلمية ، لكن يبدو أن درجة التكيف للجهد بقيت أقل منها عند الرياضيين المحترفين حيث تظهر الأرقام زمن استرداد أقل بكثير من التي سجلها المتدربون فزمن استرداد النبض بلغ مقارنة بالمحترفين 204 % ، و زمن استرداد الضغط 166 % ، و زمن استرداد التنفس 140 % . [11,10,8,4,3] ، مما يؤكد مجدداً وجود الكثير من الامكانيات الاحتياطية التي يمكن تطويرها للوصول إلى تكيف أفضل للجهد و بالنتيجة أداء أفضل .

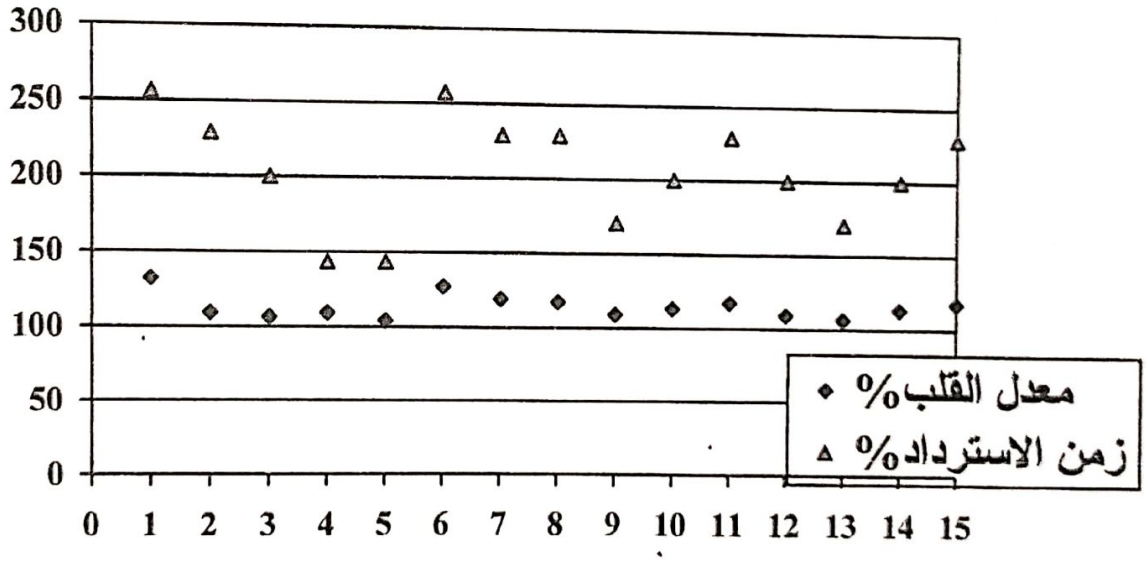
نلاحظ من النتائج أن أجهزة القلب و الدوران والتنفس قد أبدت تكيفاً فيزيولوجياً مع الجهد ظهرت آثاره في انخفاض معدل القلب أثناء الراحة و نقص درجة الارتفاع النبض و الضغط الانقباضي و معدل التنفس أثناء الجهد مقارنةً بالشاهد غير المتدرب ، بنفس الوقت نقص الزمن اللازم لاسترداد المعدل الطبيعي للنبض و الضغط و التنفس إلى النصف تقريباً .

II- تقييم درجة التكيف الفيزيولوجي للجهد عند المتدربين :المهم في الرياضة حتى الجماعية القدرات لكل شخص و ليس فقط المتوسط النهائي و من هنا كان لا بد من دراسة درجة التأقلم بشكل فردي ، لذلك تم اختيار أهم مؤشرين للتأقلم الفيزيولوجي مع الجهد و هما معدل القلب أثناء الراحة و زمن استرداد النبض ، و تمت مقارنة قيم كل لاعب بحساب نسبتها من القيم المتوسطة لهذه المؤشرات عند الرياضيين المحترفين في دول لها نفس شروطنا تقريباً (مصر ، السعودية). معدل النبض لدى لاعبي التحمل بين 50- 55 نبضة /دقيقة بالمتوسط52 $\pm$ 2 نبضة/دقيقة، و زمن الاسترداد 3.5$\pm$ 1.02 دقيقة .

نلاحظ من المخطط (6) أنه لا يوجد أي لاعب نبضه يساوي أو أقل من المتوسط ، لاعب فقط زيادته أقل من 5% (اللاعب رقم 5) ، 6 لاعبين انحصرت زيادة المعدل لديهم بين 5- 10% ، و الباقي أكثر من10 % .

هذه الفروق أصبحت أوضح لدى مقارنة زمن استرداد النبض الملخص بالمخطط (6) . نلاحظ أن لاعبين فقط

نسبة معدل القلب و زمن استرداد النبض عند المتدربين إلى مستواها عند المتوقع حسب المعطيات العلمية



مخطط رقم 6

كانت الزيادة لديهما أقل من 50 % (143 %من المحترفين) و ستة آخرين انحصرت الزيادة بين 50-100% ، أما الباقين فقد لزمهم أكثر من 200 % من زمن المحترفين للعودة إلى معدل القلب الطبيعي . تبين هذه النتائج درجة التفاوت في التأقلم الفيزيولوجي للجهد بين المتدربين ، و ابتعادها عن درجات التأقلم لدى المحترفين .

III – تقييم المستوى المعرفي :

للحصول على درجة تكيف ترفع من قدرات الجسم بشكل ملائم ، لا يكفي إجراء التمرين وإنما لا بد أن تبلغ جرعة التدريب حداً مناسباً بحيث يستعمل القلب حوالي 70 % من الاحتياطي و تستمر لفترة مناسبة و تتكرر بانتظام .مع استعمال وسائل تدريبية ترفع من معدل الخضاب و تزيد بشكل عام من قدرات الجمل الأنزيمية مثل التدريب في المرتفعات ، و استعمال نقص الأكسجة كعامل محرض لتكوين الخضاب و يزيد من درجة التأقلم للجهد . لتحديد المستوى المعرفي لأهمية مؤشرات التكيف الفيزيولوجي و استخدامها كمؤشر لفعالية التدريب صيغت الأسئلة المذكورة سابقاً (وسائل البحث) و التي أعطى تحليلها النتائج التالية :

نتائج الاختبار المعرفي لاستخدام مؤشرات التكيف الفيزيولوجي مراقبة فعالية برنامج التدريب

جدول رقم 1

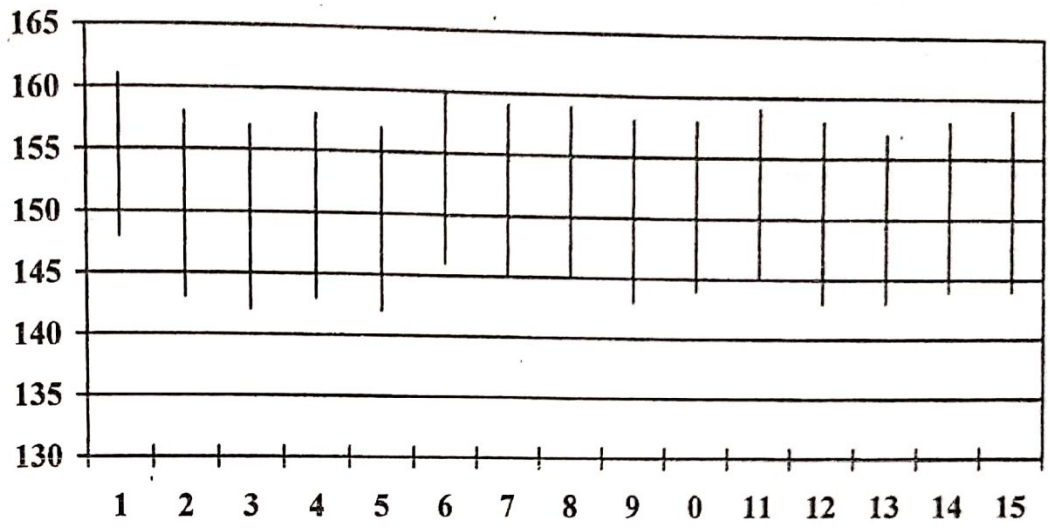
السؤال	الأجوبة الإيجابية	الأجوبة السلبية	% للإيجابية
1- هل تعرف معدل القلب لديك أثناء الراحة	13	2	%87
2- هل تعرف كيفية جس النبض	10	5	%67
3-ما هو معدل القلب الأقصى و المعدل المطلوب	0	15	%0
4- ما هو معدل القلب الذي تبلغه أثناء التمرين	7	8	% 47
5-الزمن اللازم لعودة النبض إلى مستواه الطبيعي	4	11	%27
6- هل تعرف معدل خضاب الدم لديك	2	13	%13

بينت نتائج هذا الاختبار أن أغلبية المتدربين (13متدرباً) يعرفون معدل القلب الطبيعي لديهم أثناء الراحة ، و أكثرهم يجسون النبض بشكل صحيح (عشرة) ، و لم يعرف أحد معدل القلب الأقصى له أما معدل القلب أثناء التدريب فيعرفه (ثلاثة لاعبين) ، اثنان فقط يعرفان معدل الخضاب الذي أجري لأسباب خاصة . أي من المتدربين لم يعرف معدل القلب الأقصى له و لا معدل القلب الذي يجب أن يبلغه أثناء التدريب .

تبين النتائج أن مستوى المعرفة بمراقبة جرعة التدريب أو العمل على تطوير القدرات البدنية ضعيف جداً ، على الرغم من أن الكثيرين يعرفون كيفية جس النبض و يمكنهم مراقبة مستوى التدريب ، حتى بدون استعمال أجهزة خاصة (إذا لم نرد التطرق إلى استعمال أجهزة مراقبة النبض أثناء التدريب) .

IV- تحديد معدل القلب الملائم للتدريب :

للوصول إلى مستوى تدريب فعال يجب الوصول إلى جرعة تدريبية تسمح باستعمال 70% من احتياطي القلب و معدل القلب المطلوب الوصول إليه أثناء التدريب و يمثل 60-70 % من احتياطي القلب



مخطط رقم 7 (المحور الأفقي يمثل أرقام المتدربين ، و العامودي يمثل معدل القلب)

يمكن أن تحسب على الشكل التالي(0.7×(المعدل الأقصى – المعدل أثناء الراحة) + المعدل أثناء الراحة)[7,4,1] . و قد تم تحديد المعدل الملائم للمجموعة المتدربة بشكل فردي و فق المعادلة السابقة للوصول إليه أثناء التدريب ،ملخصة بالمخطط (7). يمكن استعمال التدريب ضد حمل مقنن كاستعمال دراجة ثابتة . يمكن الوصول إلى تحسن أفضل بإحداث نقص أكسجة مصطنع كالتدرب في المرتفعات أو كتم النفس أثناء التدريب على الدراجة الثابتة أو السير المتحرك . تستمر جلسة التدريب 40–60 دقيقة ، أربعة أيام أسبوعياً لمدة 8– 10 أسابيع ، ليعاد التقييم بعدها [16,15,14,4] .

الاستنتاجات :

يقودنا تحليل المعطيات السابقة إلى النتائج التالية :

1–أدى برنامج التدريب الذي اتبعه اللاعبون إلى تغيرات فيزيولوجية في جهاز القلب و الدوران و التنفس ناجمة عن التكيف للجهد (نقص معدل القلب في الراحة و الجهد ، و زمن الاسترداد و معدل التنفس) ترفع من قدراتهم و البدنية و تحسن من مستوى الأداء .

2–اختلفت درجة التغير في المؤشرات المدروسة بين اللاعبين ، و عند 20% فقط منهم اقتربت من المعدلات المتعارف عليها لدى الرياضيين .المؤشرات خاصة معدل القلب أثناء الراحة زمن الاسترداد للنبض و إن اختلفا و بشكل موثوق احصائياً عن مجموعة الشاهد إلا أنهما بقيا بعيدين عن المستوى المطلوب خاصة لرياضة تتطلب سرعة في الأداء و قدرة على التحمل .

3–بحساب معدل القلب الاحتياطي يمكن تحديد معدل القلب المطلوب الوصول إليه أثناء التدريب بنسبة 60–70% من الاحتياطي ، لتحقيق أعلى درجة من التكيف الفيزيولوجي مع الجهد .

4-الكثير من المؤشرات الوظيفية الهامة للرياضي غير مدروسة مثل خضاب الدم .

5-المستوى المعرفي لتقييم وظائف الجسم ، و استخدامها كمؤشر لفعالية التدريب ضعيف .

التوصيات :

اعتماداً على المقدمة النظرية و تحليل النتائج و الاستنتاجات يمكن أن نخلص إلى التوصيات التالية :

1-تجهيز مخابر الفيزيولوجيا البشرية في كليات الطب و كلية التربية الرياضية بما يلزم و يسمح لها بالقيام بالأبحاث في مجال التقييم الوظيفي سواء للرياضيين أو المواطنين مما يشكل خطوة هامة في طريق البحث العلمي من جهة و مجال مهم للاستثمار في الجامعة من جهة أخرى .

2-اعتماد مبدأ التقييم الوظيفي للتكيف مع الجهد للرياضيين خاصة و الاستثمارات تتزايد في مجال الرياضة

3-دراسة القدرات البدنية لكل لاعب و وضع برنامج تدريب لرفع هذه القدرات ، لتلافي نقاط الضعف في كل لاعب ، و إعادة التقييم بعد انتهاء البرنامج التدريبي ، خاصة بالنسبة للأشبال و الناشئين.

4-رفع المستوى المعرفي للاعبين و المدربين لفيزيولوجيا الأداء الرياضي و كيفية استخدام المؤشرات الوظيفية في مراقبة الأداء و كفاءة برنامج التدريب .

المراجع:

1- McArdele ,W.D.,Kactch ,F.I. , Katch,V.L.1996-Exercise Physiology ,Fourth Edition ,Williams&wilkins,USA

2-سلامة ، بهاء الدين ،1994- فيزيولوجيا الرياضة . الطبعة الثانية- دار الفكر العربي، القاهرة

3- Astrand,P. O. ,and Rodahl, K. – 1989-**Textbook of Work Physiology**, McCraw Hill< New York

4-الهزاع، محمد هزاع،1998-ضربات القلب أثناء الأنشطة الرياضية ،الدورية السعودية للطب الرياضي،العدد الرابع،109-119

5-WILLIAM H. COOKE1998-. Heart rate variability and baroreceptor responsiveness to evaluate autonomic cardiovascular adaptations to exercise. JEPonline Vol. 1No. 3

6-JEFFREY M. JANOT, JEFF P. STEFFEN, JOHN P. PORCARI, and MARGARET A. MAHER. , 2000-**Heart rate responses and perceived exertion for beginner and recreational sport climbers during indoor climbing. JE**Ponline Vol 3 No 1

7-LYNN A. DARBY AND ROBERTA L. POHLMAN. 1999-Prediction of maxVO2: Adaptation of the Fox cycle ergometer protocol.JEPonlineVol 2 No 4,

8-.W. GOTSHALL, J. GOOTMAN, W.C. BYRNES, S.J. FLECK and T.C. VALOVICH. 1999-Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double-leg press exercise. JEPonlineVol 2 No 4,

9- Bouchard . C., et al 1994- Physical Activity ,Fitness and Health , Champiagn , IL ,Human Kinetics ,USA

10-عبد الفتاح، أبو العلا أحمد،1985-تأثير الحمل البدني المقنن على دينامية معدل سرعة النبض و معدل ضغط الدم لدى الرياضيين ،مجلة بحوث التربية الرياضية -مصر ، المجلد الثاني، العدد 3-4 ،109-155

11- سكر ، محمد وجيه ، 1998- أثر استخدام كل من الدروس الفردية و المباريات التدريبية على الأداء المهاري و بعض المتغيرات الفيزيولوجية ، مجلة البحوث الرياضية – مصر ، المجلد 21، العدد47، 181-225

12-محمد ،طارق عز الدين ، 1998 - تأثير تدريبات التحكم في التنفس على بعض المتغيرات الفيزيولوجية و زمن عدو المسافات القصيرة ، مجلة البحوث الرياضية – مصر ، المجلد 21،العدد 47

13-عبد القادر ، عبد الجليل محمد ،1997- الدم والرياضة البدنية ،الدورية السعودية للطب الرياضي ، العـــدد الثالث ،61-63

14- يوسف ، غازي السيد ، 1998 - الفاعلية النسبية لتأثير فترات التدريب علـــى بعـــض متغيـــرات الأداء المهاري لدى لاعبي كرة القدم الناشئين، مجلة البحوث الرياضية - مصـــر ، المجلـــد 21، العـــدد 47 ، 150 -179

15- Hopkins ,W. 1991- Quantification of training in competitive sports. Sport Med ,12 (3),161-183

16-Pollock ,M., Gaesser, G., Butcher,J., et al.,1998-The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. Med Sci Sports Exerc , 30, 975-991 .

17- قمحية ، أحمد حسان ، معصراني ، محمد معتز ، 1993 - الطب الوقائي و الصحة العامة و الاحصـــاء الحيوي ،دار المعاجم ، دمشق