

## دراسة تتبعية لبعض متغيرات التخطيط الكهربائي للقلب (ECG) عند أداء جهد هوائي على الأطفال بعمر (١١-١٢) سنة

أ.م.د. محمد توفيق عثمان\* السيد عامر عون الدين محمد شيت\*

\*قسم التربية الرياضية/كلية التربية الأساسية/جامعة الموصل/العراق. [Mohtwfeq2003@yahoo.com](mailto:Mohtwfeq2003@yahoo.com)

\*\*وزارة العلوم والتكنولوجيا قسم نينوى / الشعبة العلمية.

(الاستلام ١١ تشرين الأول ٢٠١١ ..... القبول ٢٣ شباط ٢٠١٢)

### المخلص

يعد استكشاف التأثير والاستجابة المباشرة لجهد هوائي مقتن في متغيرات الـ (ECG) وكذلك التعرف على قيم هذه المتغيرات في ظرفي الراحة وأثناء جهد هوائي لدى صغار السن بعمر (١١-١٢) سنة ومن ذوي الصحة الجيدة ضرورة واضحة لأجل الوصول إلى قاعدة علمية تبنى على أساسها التمارين والوحدات التدريبية بما يتلاءم وقدرات هذه الأعمار من خلال الكشف والمقارنة في متغيرات البحث، كما تعد نتائج هذه البحوث والدراسات جزء من القاعدة اللازمة لنجاح أي عمل ميداني رياضي بما تتفق وأراء الخبراء والمهتمين بأن الوصول إلى المستويات الرياضية العليا يتطلب إعدادا للنواحي البدنية والمهارية والوظيفية، وإن الدراسة الحالية تهدف إلى: التعرف على قيم بعض متغيرات الـ (ECG) قبل وأثناء أداء جهد هوائي للأطفال بعمر (١١-١٢) سنة. والكشف عن الفروق في قيم بعض متغيرات الـ (ECG) بين مراحل القياس المختلفة للأطفال بعمر (١١-١٢) سنة. ولغرض التحقق من فروض البحث تم استخدام المنهج الوصفي لملاءمته وطبيعة البحث، وقد تم اختيار العينة بطريقة عشوائية والتي شملت على (30) تلميذاً من مدرستي بلال الحبشي والمثنى الابتدائيتين للبنين من مركز مدينة الموصل. واستخدم الباحثان الاختبار والقياسات كوسائل لجمع البيانات، والتي شملت ما يأتي: اختبار بروس للجهد الهوائي، القياسات الجسمية، وقد تم اخذ بعض المتغيرات التي تعد مؤشرات حيوية لكفاية عمل جهاز القلب والتي شملت بعض ما يقيسه جهاز تخطيط كهربائية القلب (ECG) Electrocardiograph وهي: معدل ضربات القلب (HR) Heart Rate وتضخم البطين الأيسر (LVH) Left Ventricular Hypertrophy وتضخم البطين الأيمن (RVH) Right Ventricular Hypertrophy وفترة (QRS Interval) QRS وفترة (S-T Interval) S-T وفترة (Q-T Interval) Q-T وفترة (P-R Interval) P-R والقطعة (P-R Segment) P-R والموجة (T wave) T ومحور القلب (Heart Axis). ولغرض التحقق من أهداف البحث قام الباحثان بإجراء اختبار بروس للجهد الهوائي على جميع أفراد عينة البحث للمدة (٢٤ / ٣ / ٢٠٠٨ / ٤ / ٢٠٠٨). وقد استخدمت الوسائل الإحصائية الآتية: (الوسط الحسابي، الانحراف المعياري، معامل الاختلاف، اختبار (t) لوسطين حسابيين مرتبطين، معادلة التغيير النسبي). وقد استنتج الباحثان ما يلي: كان ارتفاع متغير الـ HR واضحاً بين مراحل القياس المختلفة للجهد الهوائي. وكان هناك انخفاض واضح لأزمنة الانبساط أكثر من أزمنة الانقباض في مراحل الجهد الهوائي التتبعي والمعبر عنها بمتغيرات قياس جهاز الـ ECG. وعلى الرغم من عدم ظهور اختلافات واضحة في قيم فولتية القلب من خلال متغيرات الـ (LVH)، (RVH ، T Wave) إلا أن هناك تزايداً في فولتية البطين الأيمن أكثر من البطين الأيسر خاصة في المرحلة الوسطية من الاختبار التتبعي. وعلى الرغم من عدم ظهور اختلافات واضحة لمتغير (Heart Axis) إلا أن هناك انحرافاً بسيطاً لمحور القلب باتجاه اليمين حتى المرحلة الوسطية من القياس التتبعي ومن ثم عودته إلى وضعه الطبيعي في المراحل النهائية من القياس التتبعي.

### A Consecutive Study of Some Electrocardiogram Variables of during Applying Aerobic Stress to (11-12) Years Old Children

Asst. Prof. Dr. Mohammad T. Othman Aimar A. Mohammad

### Abstract

Exploring the effect and immediate response of standard aerobic stress in the circulatory system dynamic variables, and recognizing their values at rest, during and directly after aerobic stress in healthy children (11-12) are obviously necessary to reach a scientific basis. The exercises and training modules will be built on such a basis in concord with the children's abilities through discovering and comparing the research variables. Moreover, the results of these studies are part of the basis that is necessary for any sports field work. This agrees with the experts and other concerned views that high sports levels require for physical, skill, and physiological preparation. This study aims to: recognize the

values of some physiological variables before, during aerobic stress in (11-12) years old children. Also to discover the different values of the physiological variables between the different measure stages in (11-12) years old children..

To validate the research hypotheses, the researcher used the descriptive method for being suitable to the research methodology. The samples was randomly selected and included (30) male pupils from Bilal Al-Habashi and Al-Muthanna primary schools in Mosul.

The researchers used Bruce test for aerobic stress and body measurements to collect data. Some variables were taken as vital indicators for the adequate functioning of the cardio-circulatory system. The variables covered some variables were related to the electrocardiogram (ECG) such as: Heart Rate (HR), Left Ventricular Hypertrophy (LVH), Right Ventricular Hypertrophy (RVH), QRS Interval, S-T Interval, Q-T Interval, P-R Interval, P-R Segment, T-wave and Heart Axis. To validate the study aims, the researchers applied Bruce test for aerobic stress in all the subjects between (24/3/2008 to 2/4/2008).

The researchers used the following statistical tools: (Arithmetic Mean, Standard Deviation, Coefficient of Variation "C.V", Paired- Sample t-test and Relative Change Equation). It is concluded that there is clear increase of HR over the different measure stages of the aerobic stress. And there is more evident decrease of the Diastolic duration than the Systolic duration in successive stress stages, expressed by the variables of the ECG measurements. And there is more increase in the right ventricle' voltage than the that of the left ventricle, especially in the intermediate stage of the consecutive test, although there are no obvious differences in the heart voltage values throughout the variables (LHV, RVH and T-Wave). Finally, although there are no obvious differences in Heart Axis, there is a simple rightward deviation of the heart axis to the intermediate stage of the consecutive test, and up to normalcy at the final stages of the consecutive test.

١ - التعريف بالبحث:

١-١ المقدمة وأهمية البحث:

إن الطفل يختلف عن البالغ في قيم متغيرات الجهاز الدوري، إذ يُعتَقَد أن الكثير من هذه المتغيرات تتطور مع نموه. فلو لاحظنا استجابة جهاز الدوران عند الأطفال للتمرين، نرى أن لديهم معدلات عالية لعدد ضربات القلب تصل إلى أكثر من (٢٠٠) ضربة دقيقة، والمرحلة العمرية التي انتقها الباحثان لها خصوصية وأهمية كبيرة في حياة الإنسان من حيث البناء والنمو الجسماني، فهي تسبق مباشرة الانتقال إلى مرحلة المراهقة والشباب وما يتبعها من تغييرات كبيرة وبتأثير النمو الطبيعي للإنسان لمرحلة المراهقة والبلوغ، إن التعرف على تأثير الجهد يفيد في معرفة ما يؤثر الجهد فيه وما سيتأثر به، وبهذا نستطيع إن نقف على نوع المتغيرات المتأثر في نوع الجهد، وهذا يفيدنا كقاعدة بيانات نستطيع إن نطلق منها إلى عملية التدريب وتنشئة الطفل بدنيا بصورة صحيحة. وعلى الرغم من توافر الدراسات التي تناولت الاستجابة لدى الأطفال لأداء التمارين المختلفة مثل دراسة (Shi, 2000) الذي تناول التركيب القلبي والوظيفي لدى الرياضيين الناشئين، بهدف الكشف عن تأثير تدريبات المطاولة الطويلة المدى في الاستجابات الوظيفية خلال فترة الراحة والتمرين لدى رياضيين ناشئين، وكذلك دراسة (Forsstrom et al, 1986) تأثير النشاط البدني في متغيرات معدل نبض القلب في أثناء الاختبارات المتعلقة بالنبض على أطفال المدارس بأعمار (٧) سنوات ، ودراسة (Li et al, 2005) التي هدفت إلى الكشف عن تأثير جهد هوائي متوسط الشدة في الاستجابات الوظيفية خلال فترة الراحة والتمرين لدى الأطفال من المدرسة المتوسطة. ومن خلال ما تقدم نلاحظ أن هناك قلة في دراسة تأثير الجهد الهوائي في أثناء أداء التمرين، والذي سيعكس لنا سبب التغيير الحاصل بعد التمرين.

من هنا، فإن أهمية البحث الحالي تكمن في استكشاف التأثير والاستجابة اللحظية لجهد هوائي مقنن في قيم متغيرات الـ (ECG) ، وكذلك في التعرف إلى قيم هذه المتغيرات في ظرفي الراحة وفي أثناء الجهد الهوائي لدى صغار السن بعمر (١١-١٢) سنة من ذوي الصحة الجيدة، إذ تعد ضرورة واضحة لأجل الوصول إلى قاعدة علمية

## دراسة تتبعية لبعض متغيرات التخطيط الكهربائي .....

تبنى على أساسها التمارين والوحدات التدريبية بما يتلاءم وقدرات هذه الأعمار من خلال الكشف والمقارنة في متغيرات البحث، كما أنها تسهم ولو بنزر يسير في المعرفة بهذا الاتجاه الذي يتطلب البحث والتقصي وتطوير النتائج لخدمة العملية التدريسية والتدريبية وصولاً إلى الأداء والانجاز الأفضل وحسن التعامل البدني مع هذه الفئة.

### ٢-١ مشكلة البحث:

ومن خلال الاطلاع على الدراسات المشابهة في العلوم الرياضية والطبية نلاحظ أن هناك بحثاً لا تحصى درست أثر تدريب معين لجهد معين لأشخاص بالغين، كما إنه من خلال ملاحظتنا للدراسات السابقة نلمس أن هناك قياسين: قبلي (قبل أداء الجهد) وبعدي (بعد أداء الجهد) والسؤال الذي يطرح نفسه: ماذا حصل في أثناء الجهد لهذه المتغيرات الوظيفية؟

ومن خلال البحث الحالي يمكننا أن نجيب عن التساؤلات الآتية:

◆ ماذا يحدث لبعض متغيرات القلب في أثناء الجهد الهوائي عند الأطفال في المرحلة المتأخرة من الطفولة بعمر (١١ - ١٢) سنة؟

◆ وما مدى تأثير الجهد فيها؟

من خلال تناول بعض المتغيرات التي تعد مؤشرات حيوية لكفاية عمل جهاز القلب والتي ستشمل على بعض متغيرات جهاز تخطيط كهربائية القلب (ECG) وهي: معدل ضربات القلب (HR) Heart Rate وتضخم البطين الأيسر (LVH) Left Ventricular Hypertrophy وتضخم البطين الأيمن (RVH) Right Ventricular Hypertrophy وفترة (QRS Interval) QRS وفترة (S-T Interval) S-T وفترة (Q-T Interval) T وفترة (P-R Interval) P-R والقطعة (P-R Segment) P-R والموجة (T wave) T ومحور القلب (Heart Axis).

### ٣-١ هدفاً للبحث:

يهدف البحث إلى ما يأتي:

١. التعرف الى قيم بعض المتغيرات الـ (ECG) قبل وفي أثناء أداء جهد هوائي للأطفال بعمر (١١-١٢) سنة.
٢. الكشف عن الفروق في قيم بعض متغيرات الـ (ECG) بين مراحل القياس المختلفة للأطفال بعمر (١١-١٢) سنة.

### ٤-١ فرض البحث :

- وجود فروق معنوية بين مراحل الاختبارات (قبل، وفي أثناء الجهد) في استجابة متغيرات الـ (ECG) للأطفال بعمر (١١-١٢) سنة.

### ٥-١ مجالات البحث:

١-٥-١ المجال البشري: تلاميذ من المرحلة الابتدائية ممن يتراوح أعمارهم بين (١١-١٢) سنة.

٢-٥-١ المجال الزمني: ابتداء من ١٥ / ١١ / ٢٠٠٧ ولغاية ٢ / ٤ / ٢٠٠٨

٣-٥-١ المجال المكاني: مختبر الفسلجة التابع لكلية التربية الرياضية - جامعة الموصل.

٢- الإطار النظري والدراسات المشابهة:

١-٢ الإطار النظري:

### ١-١-٢ معدل ضربات القلب (HR) Heart Rate:

يختلف معدل ضربات القلب في الظروف المختلفة، مثلاً إن معدل ضربات قلب الطفل عند ولادته يتراوح (١٣٠-١٥٠) ضربة في الدقيقة وقت الراحة، وينخفض هذا المعدل إلى (١٢٠) ضربة في الدقيقة عندما يبلغ الطفل

سنة من عمره ويستمر في الانخفاض حتى يصل إلى (٩٠) ضربة في الدقيقة عندما يبلغ الطفل العاشرة من عمره، بينما ينبض القلب طبيعياً في الشخص البالغ حوالي (٧٠) ضربة في الدقيقة (عبد الفتاح، ١٩٨٨، ٣٣٩-٣٤٠). ويعد معدل ضربات القلب من المؤشرات المهمة التي يمكن من خلالها الاستدلال على شدة العبء الملقى على الجسم في أثناء الجهد البدني. فاضرابات القلب ترتفع بصورة مطردة مع زيادة الجهد البدني، إلى أن تصل أقصى معدل لها في أثناء الجهد البدني الأقصى. وفي المعتاد فإن معدل ضربات القلب القسوى تصل لدى الشاب السليم إلى حوالي (٢٠٠) ضربة في الدقيقة. ومع التقدم في العمر بعد العشرينات تنخفض ضربات القلب القسوى تدريجياً وبمعدل يصل إلى حوالي ضربة في الدقيقة كل سنة. أي حوالي (١٠) ضربات كل عقد من الزمن (الهزاع، ٢٠٠٨، ٢-١).

#### ٢-١-٢ التأثير العصبي في معدل ضربات القلب:

يزود القلب بأعصاب ودية (Sympathetic) وأعصاب لاودية (Parasympathetic) المتمثل بالعصب التائه (Vague Nerve). تأتي هذه الأعصاب من الجهاز العصبي المستقل الذاتي (Autonomic). تتصل الأعصاب الودية واللاودية بكل من الـ (S-A node) والـ (AV node)، فضلا عن أن الأعصاب الودية تتصل بشكل واضح مع عضلات البطين.

يؤدي تحفيز الأعصاب الودية (Sympathetic) إلى:

١. زيادة نشاط الـ (S-A node)، وزيادة معدل إطلاق جهد الفعل فيها ويزيد انحدار جهد منظم خطى القلب (Pacemaker).

٢. زيادة حساسية عضلة القلب لتأثير جهد الفعل الناشئ من الـ (S-A node).

٣. زيادة قوة انقباض جميع خلايا العضلة القلبية المكونة للأذنين والبطينين.

بوجه عام، يزيد من معدل ضربات القلب في حالة الجهد، وبسبب هذا فإن خلايا الـ (S-A node) سوف تصل إلى عتبة الجهد بسرعة أكبر وتسبب زيادة في معدل ضربات القلب ولا تزيد السرعة فقط في الـ (S-A node) ولكن تزيد التوصيل خلال الـ (AV node) أيضا، تكون هذا التأثيرات بفعل النورإبينفرين (Norepinephrine) المفروز من النهايات العصبية للأعصاب الودية (Sympathetic).

أما التحفيز الأعصاب اللاودية فيؤدي إلى تأثيرات معاكسة لتأثيرات الأعصاب الودية بشكل عام، وتنتج بفعل الاسيتايل كولين (Acetylcholine) المفروز من النهايات العصبية للأعصاب اللاودية (Parasympathetic) المتمثل بالعصب التائه أو المبهم (Vague Nerve) وهي على النحو الآتي:

١. تثبيط نشاط الـ (S-A node)، مما يؤدي إلى تناقص معدل ضربات القلب.

٢. تثبيط حساسية الخلايا الموصلة (Junctional Cells) التي تربط بين خلايا الأذنين العضلية والـ (AV node)، مما يؤدي إلى تثبيط سرعة انتشار حالة إزالة الاستقطاب في خلايا البطينين وانخفاض نشاط القلب عموماً.

وإذا ما زادت تأثير هذه الأعصاب، فإن ذلك قد يؤدي إلى عدم قدرة الـ (S-A node) على استحداث موجات الاستثارة أو عدم مرورها عبر الخلايا الموصلة لتصل إلى الـ (AV node). (زايد ومبارك، ١٩٩٥، ٧٣).

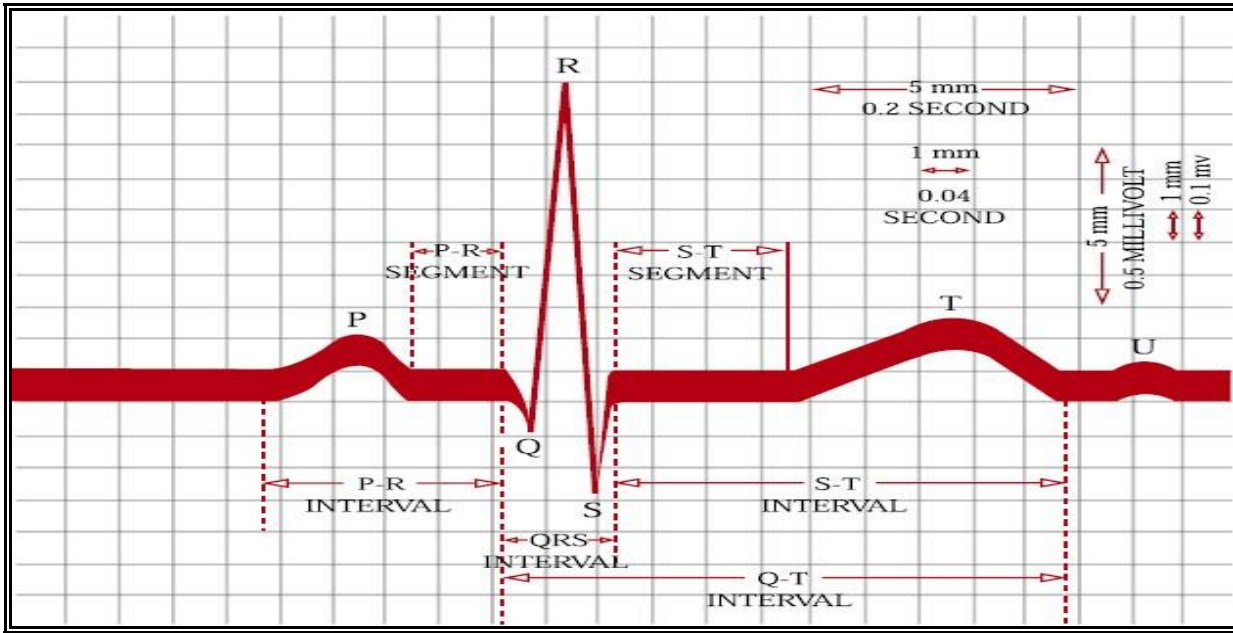
## ٣-١-٢ تخطيط كهربائية القلب (ECG) :Electrocardiograph

هو عبارة عن تسجيل لتغيرات الجهد الكهربائي في أثناء انقباض وانبساط القلب (زايد ومبارك ، ١٩٩٥ ، ٧٣)، ونتمكن بواسطة التخطيط الكهربائي للقلب من تسجيل تيار العمل القلبي ونطلع بواسطته على سير المرض القلبي الطبيعي أو اضطرابه، وأول من لاحظ وجود هذا التيار هو العالم الفسيولوجي الألماني انثوفنس (Woolter Einthoven) سنة (١٩٠٣) ويعتمد أساساً على أن تقلص العضلة القلبية يولد تياراً كهربائياً يسير خلال العضلة القلبية أثناء عملها إلى سطح الجسم (الدوري والأمين، ١٩٨٥ ، ٣٥)، فعندما تمر الدفعة القلبية تنتشر منها تيارات كهربائية إلى الأنسجة المحيطة به، وتنتشر نسبة صغيرة من هذه التيارات إلى سطح الجسم، فإذا وضع مسار كهربائي مقابل جوانب القلب يصبح بالإمكان تسجيل الجهود الكهربائية التي تولدها هذه التيارات (غابتون وهول، ١٩٩٧، ١٤٩). وعندما تنتشر موجة الإثارة خلال القلب تحدث تغيرات في الجهد الكهربائي (Electrical Potential) يمكن تسجيلها بوضع أقطاب كهربائية على سطح الجسم لأن الدم وأنسجة الجسم تعد موصلات جيد للكهرباء. يمكننا أن ننظر إلى القلب على أنه مولد كهربائي مغروس في وسط موصل، ويمكننا في هذه الحالة تسجيل التغيرات الكهربائية التي تحدث في أثناء انقباض القلب بوضع قطبين (Electrodes) على سطح الجسم في موقعين معينين وتوصيل القطبين بواسطة أسلاك إلى جهاز كلفاني (galvanometer) خاص (عبد الفتاح، ١٩٨٨ ، ٣٤٤). والنقطة المهمة التي يجب أن نذكرها هي أن جهاز الـ ECG يستخدم المعلومات المجموعة من أربعة أقطاب طرفية وستة أقطاب صدرية لكي يعطي صورة واضحة (ثلاثية الأبعاد) لنشاط القلب الكهربائي من (١٢) نقطة مختلفة. ومن هذه الـ (١٢) منظراً أو توصيلة اخذ الاسم (12 Lead ECG). (Houghton & Gray, 2003, 4-5)

## ١-٣-١-٢ تخطيط القلب الطبيعي The Normal Electrocardiogram

يوضح (الشكل ١) سلسلة من الانحرافات عن خط السواء الكهربائي (\*) (Iso-electric Line) سميت الموجات (Waves) الرئيسية في الـ (ECG) بـ (P, Q, R, S, T, U). تمثل كل موجة زوال استقطاب أو عودة استقطاب لمنطقة معينة من القلب وتعرف المسافات بين الانحرافات بالقطع أو الشداف (Segment) في التخطيط، ويطلق على زمن أي حدث في الدورة القلبية بالفترة (Interval) (الشكل ١) (مسلم، ٢٠٠٦ ، ٧٤).

(\*) خط السواء الكهربائي (Iso-electric Line) أو خط القاعدة (Base Line): وهو الخط الذي يكون فيه الجهد الكهربائي متساوياً (الجوادي،



الشكل رقم (١) : يوضح موجات وفترات وأجزاء الـ ECG

(Mark, 2004, 4)

#### ١-٢-٣-١-١ الموجة P (P Wave):

وهي تمثل زوال الاستقطاب الأذيني وانتقال موجة الإثارة من الـ (SA node) إلى الأذنين، وبصورة عامة فإن زوال الاستقطاب للـ (SA node) لا يسبب أية موجة في الـ (ECG)، ولكن أية إشارة تظهر بعد انتشار النبضة من الـ (SA node) لزوال استقطاب الأذين تنشأ الموجة (P). وبما أن الأذنين يحتويان على ألياف عضلية قليلة فإن الفولتية المنشأة بواسطة استقطاب الأذين صغيرة نسبياً. ومن وجهة نظر معظم التوصيلات يكون اتجاه الكهربية لهذه الموجة موجياً، عدا التوصيلة AVR (موقع القطب الموجب أعلى يمين الصدر) لأن التيار يجري بعيداً عنها ولكنها تنظر إلى الأذين من الجهة المعاكسة. وتتراوح قوة هذه الموجة (٠.٢-٠.٣) ملي فولت، وتبلغ مدتها حوالي (٠.٠٨-٠.١٢) ثانية، وتمثل هذه المدة الزمن اللازم لانتشار موجة الإثارة في العضلة الأذينية (الشكل ١ - a, b, c).

#### ١-٢-٣-١-٢ الجزء P-R (P-R Segment):

بعد مرور النبضة الكهربية خلال الأذين تصل إلى الـ (AV node)، وإن تحفيزها لا يعطي أية موجة على الـ (ECG) لكننا نستطيع حساب الزمن الذي تستغرقه النبضة الكهربية لعبور هذه العقدة والذي يمثل بالفترة ما بين نهاية موجة (P) وبداية موجة (Q)، وإن هذه الفترة ناتجة عن تأخير توصيل تحفيز في الـ (AV node) وهي لغرض السلامة، أي تمنع الانتشار السريع لنبضة الأذين أثناء الارتجاج الأذيني إلى البطين بالسرعة نفسها (الشكل ١ - d).

#### ١-٢-٣-١-٣ فترة P-R (P-R Interval):

تقاس هذه الفترة من بداية الموجة (P) إلى بداية الموجة (Q)، وتتراوح طبيعياً بين (٠.١٢-٠.٢٠) ثا أو (٣-٥) مربعات صغيرة. وهي تمثل الزمن المستغرق لمرور موجة زوال الاستقطاب من منشئها في الـ SA node وعبر الأذين (التحفيز الأذيني) مروراً بالـ (AV node) إلى البطين (التأخير الحاصل في الـ AV node) أي قبل زوال استقطاب البطين (الشكل ١ - a, b, c, d).

٢-١-٣-١-٤ معقد QRS (QRS Complex):

وهو مجموعة من الانحرافات أو الموجات الموجبة أو السالبة التي تمثل فقدان استقطاب البطين (التحفيز البطيني) والذي يحدث في البطينين قبل انقباضهما، وتبلغ قوة هذه الموجة حوالي ملي فولت واحد تتراوح مدتها بين (٠.٠٦-٠.١٠) ثانية، ولكنها لا تزيد عن (٠.١٢) ثانية. ويجري التيار عادة بين الحزم من اليسار إلى اليمين وهو مسؤول عن أول انعكاس في معقد (QRS)، وهو إما أن يكون إلى أسفل خط السواء أو يكون إلى الأعلى ويعتمد على الجهة التي تنتظر منها التوصيلة إلى جانب القطب، ويتكون مما يأتي:

- إذا كان الانعكاس الأول لمعقد (QRS) إلى أسفل خط السواء تسمى موجة (Q).
  - إذا كان الانعكاس الأول إلى أعلى خط السواء تسمى موجة (R) سواء سبق بموجة (Q) أم لم يسبقه.
  - أول انحراف سالب يتبع الموجة (R) يسمى الموجة (S).
- ومعقد (QRS) إما أن يكون موجباً أو سالباً عندها ويعتمد على أيهما أكبر موجة (R) أو موجة (S) وهذا بدوره يعتمد على الجهة التي تنتظر منها التوصيلة إلى القلب.

يحوي البطين الأيسر عادة ألياف عضلية أكبر من البطين الأيمن، لهذا فان الفولتية التي تنشأ عن زوال استقطاب البطين الأيسر هي التي تغلب على معقد (QRS). مثلاً التوصيلة التي تنتظر إلى القلب من الجهة اليمنى ستري فولتية قليلة تتحرك باتجاهها (موجة R) والتي تمثل زوال استقطاب البطين الأيمن وفولتية عالية تتحرك بعيداً عنها (موجة S) والتي تمثل زوال استقطاب البطين الأيسر، إذ يكون معقد الـ (QRS) الذي تغلب عليه موجة (S) سالباً؛ وبالعكس فإن التوصيلة التي تنتظر إلى القلب من الجهة اليسرى ستري فولتية كبيرة (موجة R) تتحرك باتجاهها، وفولتية قليلة تتحرك بعيداً عنها (موجة S)، إذ يكون معقد الـ (QRS) الذي تغلب عليه موجة (R) موجباً. لهذا يكون هناك تحول تدريجي عبر التوصيلات الصدرية من اليمين إلى اليسار، أي من (QRS) سالب إلى (QRS) موجب (الشكل ١ - e).

٢-١-٣-١-٥ قطعة S-T (S-T Segment):

وهي القطعة الممتدة من نهاية الموجة (S) إلى بداية الموجة (T) (الشكل ٤)، تمثل هذه القطعة كمية الوقت في نهاية الانقباض البطيني وتكون هذه القطعة عادة متعادلة كهربائياً (على شكل خط مستقيم) ولكنها قد تتراوح بين (٠.٠٥-) و (٢+) ملم، ويكون ارتفاعها وانخفاضها بالمقارنة مع الخط الممتد من نهاية موجة (T) إلى بداية موجة (P) (الشكل ١ - f).

٢-١-٣-١-٦ فترة S-T (S-T Interval):

تقاس هذه الفترة من نهاية الموجة (S) إلى نهاية الموجة (T) وتتراوح طبيعياً بين (٠.٢٩-٠.٣٥) ثا. يمثل هذا المؤشر الزمن الكلي لإعادة الاستقطاب (Depolarization) في البطينين (انبساط بطيني) والذي يعادل الزمن الكلي للانبساط في البطينين (الشكل ١ - f).

٢-١-٣-١-٧ موجة T (T Wave):

تمثل عودة استقطاب لعضلة البطين أثناء انبساط البطين، وتبلغ قوتها وارتفاعها (٠.٣) ملي فولت ومدتها حوالي (٠.١٦) ثانية (الشكل ١ - g).

٢-١-٣-١-٨ الفترة Q-T (Q-T Interval):

وهي المسافة المحصورة من بداية الموجة (Q) إلى نهاية الموجة (T) والتي تحسب الوقت الكامل لتحفيز البطين واستشفائه، والمعدل الطبيعي لها (٠.٣٥-٠.٤٥) ثانية (الشكل ١ - e, f, g).

٢-١-٣-١-٩ الموجة U (U Wave):

أصلها غير محدد ولكنها قد تمثل زوال استقطاب الحاجز بين البطينين أو زوال الاستقطاب البطيء للبطين. يصعب تحديد موجة (U)، ولكنها إذا ظهرت واضحة فإنها تكون عادة في التوصيلات الصدرية (V2-V4). (محمد توفيق، ٢٠٠٥، ٣٨-٤٠) (عبد الفتاح، ١٩٨٨، ٣٤٩-٣٥٠)

٢-١-٤ الجهد الهوائي Aerobic Effort:

وهو عبارة عن الحمل الواقع على الجسم والذي يكون فيه النظام الهوائي هو المسيطر لتزويد الجسم بالطاقة. يتطلب النظام الهوائي لإنتاج الطاقة توفر الأوكسجين، فهو يعمل عندما يكون شدة النشاط البدني منخفضة والتي تستمر لأكثر من (٢-٤) دقائق لتصل إلى ساعات عدة، ولذلك فهو النظام الرئيس لمد الجسم بالطاقة اللازمة لمعظم أنشطة الإنسان. (محمد توفيق، ٢٠٠٥، ٧٣) (سعد الدين، ٢٠٠٠، ٦٣)

٢-٢ الدراسات المشابهة:

٢-٢-١ دراسة (Forsstrom et al, 1986):

"تأثير النشاط البدني في متغيرات معدل نبض القلب أثناء الاختبارات المتعلقة بالنبض على أطفال المدارس بأعمار (٧) سنوات"

هدف البحث هو الكشف عن الاختلافات في السيطرة على معدل نبض القلب بين أطفال نشيطين بدنياً وأطفال غير نشيطين. شملت عينة البحث (٣٥) طفلاً بأعمار (٧) سنوات من الذكور ومن صفتين متجانسين من مدرسة في مركز المدينة. وتم تقسيمهم إلى: (١٢ طفلاً) نشيطين بدنياً، و(١٠ أطفال) طبيعيين، و(١٣ طفلاً) وخاملين. كانت آلية الاختبار على الدراجة الثابتة المتعلقة بالنبض والتي قدمها (Arstila)، وتم تنظيم حمل الاختبار للدراجة ذاتياً للحصول على زيادة خطية في معدل نبض القلب مع تسارع (٨) ضربات كل دقيقة، وتمت مواصلة أداء الاختبار حتى التعب في معدل منتظم (٦٠ دورة/الدقيقة)، تم استخراج معدل ضربات القلب عن طريق جهاز الـ (ECG) في أثناء الاختبار حيث كان يسجل بصورة مستمرة من التوصيلات الطرفية ثنائية القطب لجهاز الـ (ECG) إلى شريط مغناطيسي عن طريق مسجل شريطي رباعي الأقطاب.

استخدم الباحثان اختبار (t) لمقارنة القيم. ومن النتائج التي توصل إليها:

- إن معدل ضربات القلب للمجاميع الثلاثة في بداية الاختبار لم تختلف بصورة ملحوظة
- الارتدادات بين معدل ضربات القلب والوقت كانت خطية لجميع المختبرين.
- إن الانخفاض طويل الأمد كان أكبر في المجموعة النشطة مما عليه في المجموعة الخاملة.

(Rutenfranz et al ., 1986, 141)

٢-٢-٢ دراسة (Li et al, 2005):

"الثقة والصلاحية لاختبار (٦) دقائق مشياً لدى الأطفال ذوي الصحة الجيدة"

هدف البحث هو الكشف عن تأثير جهد هوائي متوسط الشدة في الاستجابات الوظيفية خلال فترة الراحة والتمرين لدى الأطفال من المدرسة المتوسطة، وشملت عينة البحث (٧٤) طفل بلغ متوسط أعمارهم (١٤.٢) سنة ويانحرف معياري (١.٢). تم فحصهم طبياً بعدها أجري لهم اختبار بروس للجهد الهوائي على جهاز السير المتحرك لقياس المتغيرات الوظيفية للجهاز الدوري التنفسي (كالسعة الحيوية والنبض وضغط الدم قبل الجهد وبعده مباشرة)، وبعد ثلاثة أسابيع تم إعادة الاختبار.



## دراسة تتبعية لبعض متغيرات التخطيط الكهربائي .....

تم استخدام الوسائل الإحصائية الآتية: الوسط الحسابي والانحراف المعياري واختبار F. وقد توصل الباحثون إلى إن الاختبار ذو صدق وثبات وموضوعية لتقييم تحمل الجهد الهوائي لجهاز الدوري التنفسي لدى الأطفال. (Li et al., 2005, 1057 – 1060)

### ٣- إجراءات البحث:

٣-١ منهجية البحث: استخدم الباحثان المنهج الوصفي بأسلوب المسحي لملاءمته وطبيعة البحث.

### ٣-٢ عينة البحث وتجانسها:

تم اختيار العينة بصورة عشوائية من مجتمع البحث المتكون من تلامذة المدارس الابتدائية والذين تتراوح أعمارهم بين (١١-١٢) سنة من مركز مدينة الموصل والتي شملت (٣٠) تلميذاً، من مدرستين: بلال الحبشي والمثنى الابتدائيتين للبنين. وقد راعى الباحثان أن يكون جميع أفراد العينة دون سن البلوغ، إذ تم التأكد من عدم ظهور شعر الوجه وتحت الإبطن وعدم خشونة الصوت، كما تم التأكد من أنهم لا يعانون من أي مرض مزمن<sup>(\*)</sup> يؤثر في سير تجربة البحث، ويبين الجدول رقم (١) بعض المعلومات عن أفراد عينة البحث.

الجدول رقم (١): يبين بعض المعالم الإحصائية عن متغيرات عينة البحث

متغيرات المعالم الإحصائية	العمر (سنة)	الطول (سم)	الوزن (كغم)	المساحة السطحية للجسم (م <sup>٢</sup> )	مؤشر كتلة الجسم
المتوسط الحسابي (س)	١١.٥٠٩	١٣٩.٨٠٠	٣٤.٤٨٣	١.١٥٩	١٧.٥٣٦
الانحراف المعياري (±ع)	٠.٣٠١	٦.٦٧٧	٦.٧٥٠	٠.١٢٨	٢.٤٨٨
معامل الاختلاف (خ)	%٢.٦١٧	%٤.٧٧٦	%١٩.٥٧٤	%١١.٠١	%١٤.١٨٧

نلاحظ من الجدول أعلاه تجانس العينة في المتغيرات المقاسة إذ كانت قيم معامل الاختلاف بين أفراد العينة

أقل من (٣٠%) وهذا يدل على تجانس أفراد العينة. (التكريتي والعبيدي، ١٩٩٩، ١٦١)

### ٣-٣ الأجهزة المستخدمة:

١. جهاز السير المتحرك Treadmill كهربائي نوع (TMX425 Trackmaster 2004).
٢. جهاز تخطيط القلب الكهربائي أثناء الجهد (Stress (ECG) نوع QRS Card ECG والذي يعمل ضمن برنامج (QRS Card ECG).
٣. أقطاب توصيل لاصق أثناء الجهد Stress ECG electrodes نوع (Arbo).
٤. سائل هلامي (Gel ECG) نوع (ZERO – GEL).
٥. جهاز قياس الطول والوزن نوع (Detecto) يقيس لأقرب (٢٠٠) غرام.
٦. ساعة توقيت الكترونية يدوية تقيس لأقرب (١٠٠١) ثانية.
٧. محرار رقمي (Thermo-Hygometer) لقياس درجة الحرارة والرطوبة النسبية للمحيط نوع (Delta Trak)، صيني المنشأ.

(\*) الدكتور احمد هاشم حمودي/دبلوم عالي/قسم العناية المركزة-مستشفى الخنساء للولادة والأطفال بالموصل

٣-٤ وسائل جمع البيانات:

استخدم الباحثان الاختبار والقياسات كوسائل لجمع البيانات والتي شملت ما يأتي:

٣-٤-١ اختبار الجهد الهوائي (اختبار بروس) **Bruce test**:

لقد صمم اختبار (بروس) في الأصل لتشخيص مرض الشريان التاجي عند البالغين، لكنه وجد شعبية كبيرة بين أطباء الأطفال المتخصصين بالقلب، وان احد الفوائد الرئيسية لهذا الاختبار بأنه يمكن تتبع حالة الشخص في كل من الصغير والكبير ، كما تمكنا البيانات القديمة من مقارنة حالة الشخص مع النتائج الحالية.

(Cumming et al., 1978, 69-75) (Paridon et al., 2006, 1914)

الهدف من الاختبار: يعد هذا الاختبار مقياسا للقدرة الهوائية.

الأدوات: جهاز السير المتحرك (Treadmill) كهربائي ذو معيار للسرعة والانحدار، ساعة توقيت.

مواصفات الاختبار: يتكون الاختبار من سبعة مراحل، اجري الاختبار على خمسة مراحل من اصل سبعة ، لان الاطفال لم يجتازوا المرحلة الخامسة، لكل مرحلة سرعة وانحدار، ويستغرق أداء كل مرحلة ثلاث دقائق. الجدول

الرقم (٢) يبين اختبار بروس للجهد الهوائي.

الجدول الرقم (٢) يبين مراحل اختبار بروس (Bruce test)

الانحدار ( % )	السرعة ( كم / ساعة )	الوقت الكلي ( دقيقة )	المواصفات	
			مراحل الاختبار	
١٠	٢.٧٤	٣ . ١	المرحلة الأولى	١
١٢	٤.٠٢	٦ . ٣	المرحلة الثانية	٢
١٤	٥.٤٧	٩ . ٦	المرحلة الثالثة	٣
١٦	٦.٧٦	١٢ . ٩	المرحلة الرابعة	٤
١٨	٨.٠٥	١٥ . ١٢	المرحلة الخامسة	٥
٢٠	٨.٨	١٨ . ١٥	المرحلة السادسة	٦
٢٢	٩.٧	٢١ . ١٨	المرحلة السابعة	٧

(Adams, 2002, 255)

٣-٤-٢ القياسات الجسمية:

٣-٤-٢-١ قياس الطول(سم) والوزن(كغم) Height, H & Weight, W:

٣-٤-٢-٢ حساب المساحة السطحية للجسم (م<sup>٢</sup>) Body Surface Area (BSA):

(Mcardle et al., 2006, 264)

٣-٤-٢-٣ حساب مؤشر كتلة الجسم (BMI) Body Mass Index (BMI):

(Mcardle et al., 2006, 580)

٣-٤-٣ قياسات المتغيرات الوظيفية:

٣-٤-٣-١ معدل ضربات القلب (ضربة/دقيقة) Heart Rate (HR):

تم احتساب معدل ضربات القلب باستخدام الجهاز (QRS Card ECG) وذلك من خلال ربط التوصيلات الخاصة بالجهاز على جسم أفراد العينة وعن طريق ربط الجهاز بالحاسوب عن طريق برنامج (QRS Card ECG) والذي نستطيع من خلاله الحصول على النبض بصورة مباشرة .

٣-٤-٤-٤ القياسات الخاصة بجهاز تخطيط القلب الكهربائي ال ECG:

من اجل الحصول على نتائج الاختبار تم استخدام جهاز تخطيط الكهربية للقلب نوع (QRS Card ECG)، ويعمل ضمن برنامج (QRS Card ECG) على الحاسوب وهو من البرامج الجاهزة المتخصصة.

٣-٤-٤-٣ فترة P-R (ثانية) (P-R Interval): التوصيلة (II)

٣-٤-٤-٣ الجزء P-R (ثانية) (P-R Segment): التوصيلة (II)

٣-٤-٤-٣ زمن الانقباض البطيني (ثانية) (QRS Interval): التوصيلة (II) (الحوادي، ١٩٨٩، ١٦).

٣-٤-٤-٣ زمن الانقباض البطيني (ثانية) (S-T Interval): التوصيلة (II) (Goldman, 1979, 25)

٣-٤-٤-٣ الفترة Q-T (ثانية) (Q-T Interval): التوصيلة (II)

٣-٤-٤-٣ الموجة T (ملي فولت) (T Wave): التوصيلة (II) (Goldman, 1979, 23-24).

٣-٤-٤-٣ تضخم البطين الأيسر (ملي فولت) (LVH): التوصيلة الصدرية (V5)

(Mark, 2004, 61) (Hazle & Schaffer, ND, 3)

٣-٤-٤-٣ تضخم البطين الأيمن (ملي فولت) (RVH): في التوصيلة (V1)

(Mark, 2004, 62) (Hazle & Schaffer, ND, 3)

٣-٤-٤-٣ تحديد زاوية محور القلب من الوضع الأمامي (درجة) (Heart Axis):

لقد تم تحديد اتجاه المحور من الوضع الأمامي من خلال متابعة ارتفاع الموجتين (R) و (S) في التوصيلتين (I) و (AVF)، إذ قيست الموجة (R) وقيست الموجة (S)، وتم جمعهما جبرياً، وتم بعدها استخدام معادلة (Novosel et al.):

$$EA = \pm \arctan \frac{aVF}{\sqrt{3(I - aVF)}}$$

حيث أن ال EA = ال Heart Axis بينما ال Arctan = معكوس ظل الزاوية.

(Novosel et al., 1999, 3)

٣-٥ التجربة النهائية: لغرض التحقق من أهداف البحث قام الباحثان بإجراء اختبار بروس للجهد الهوائي على جميع أفراد عينة البحث للمدة (٢٤/٣/٢٠٠٨-٢٠٠٨/٤/٢٠٠٨). ولغرض ضبط تجربة البحث قام الباحثان بمراعاة النقاط الآتية:

١. بالتعاون مع إدارة المدرستين (بلال الحبشي والمثنى الابتدائيتين للبنين) تم اخذ موافقة أولياء أمورهم للمشاركة في تجربة البحث الرئيسية.

٢. تم إخضاع عينة البحث إلى الفحص الطبي السريري من قبل طبيب أخصائي (\*) وذلك لغرض التأكد من صحة العينة وسلامتها وخلوهم من أي مرض مزمن أو إصابة ولادية.

(\*) الدكتور احمد هاشم حمودي/دبلوم عالي/قسم العناية المركزة-مستشفى الخنساء للولادة والأطفال بالموصل

### دراسة تتبعية لبعض متغيرات التخطيط الكهربائي .....

٣. تمت مراعاة إجراء الاختبار الهوائي تحت الظروف نفسها من حيث المكان والوقت ومن حيث الأجهزة والأدوات المستخدمة وكذلك تسلسل إجراء القياسات الوظيفية.
  ٤. إجراء الاختبار في ظروف درجة حرارة طبيعية (٢٠-٢٤)م.
  ٥. إجراء الاختبار في ظروف رطوبة نسبية طبيعية (٣٠-٣٥) %.
  ٦. وقد حرص الباحثان على أن يكون فريق العمل هو نفسه لجميع القياسات الوظيفية.
  ٧. وقد تم اخذ القياسات حسب المراحل الآتية:
    - القياسات القبلية: تضمن القياس القلبي (في حالة الراحة) القياسات الجسمية والقياسات الخاصة بجهاز الـ (ECG).
    - القياسات أثناء الجهد الهوائي: تم اخذ قياس في نهاية كل مرحلة (نهاية الدقيقة الثالثة من كل مرحلة) من مراحل الاختبار، وقد تضمنت القياسات الخاصة بجهاز الـ (ECG).
    - القياسات في الدقيقة الأخيرة: تم اخذ هذا القياس في نهاية الجهد مباشرة ، والذي يعبر عن أعلى شدة وصلها المختبر في أثناء أداء الاختبار، وقد تضمنت القياسات الخاصة بجهاز الـ (ECG).
- وقد تم إجراء التجربة على وفق التسلسل الآتي:
١. يتم اخذ قياسي الطول والوزن.
  ٢. تلتصق المجسات على جسم المفحوص في الأماكن المخصص لها ثم يلف الرباط الشريطي (Cuff) على عضد المختبر بعدها يجلس المختبر على الكرسي لأخذ القياس القبلية لمتغيرات ضغط الدم والـ (ECG) ، ثم يصعد المفحوص على جهاز السير المتحرك.
  ٣. يتم إجراء إحماء بإعطاء المختبر دقيقتين قبل المرحلة الأولى بسرعة (٢.٧٤) كم/ساعة وبانحدار صفر على جهاز السير المتحرك. وحسب ضوابط اختبار بروس المطور.
  ٤. يبدأ بعدها المختبر بأداء اختبار بروس (الجدول ٣).
  ٥. ويستمر الاختبار بزيادة السرعة والانحدار إلى أن يصل المختبر مرحلة استنفاد الجهد.
  ٦. يعتبر الاختبار قد انتهى لحظة مسك المختبر الحاجز الجانبي لجهاز السير المتحرك ، تخزن قراءات الـ (ECG) .
- ٣-٦ الوسائل الإحصائية: تم استخدام الوسائل الإحصائية الآتية:
١. الوسط الحسابي The Arithmetic Mean.
  ٢. الانحراف المعياري Standard Deviation.
  ٣. النسبة المئوية لمعامل الاختلاف (C.V) Coefficient of Variation.
  ٤. اختبار t لعينتين مترابطتين "اختبار الفرق بين وسطين للعينة نفسها" Paired - Samples t-Test.
  ٥. معادلة التغيير النسبي (Equation of Relative Change): (التكريري والعيدي، ١٩٩٩، ١٠١-٣١٠)
- وقد تم إدخال البيانات باستخدام البرنامج (Excel 2003) ، ومعالجتها باستخدام الحزمة الإحصائية (SPSS,11.5).

دراسة تتبعية لبعض متغيرات التخطيط الكهربائي .....

٤- عرض النتائج ومناقشتها:

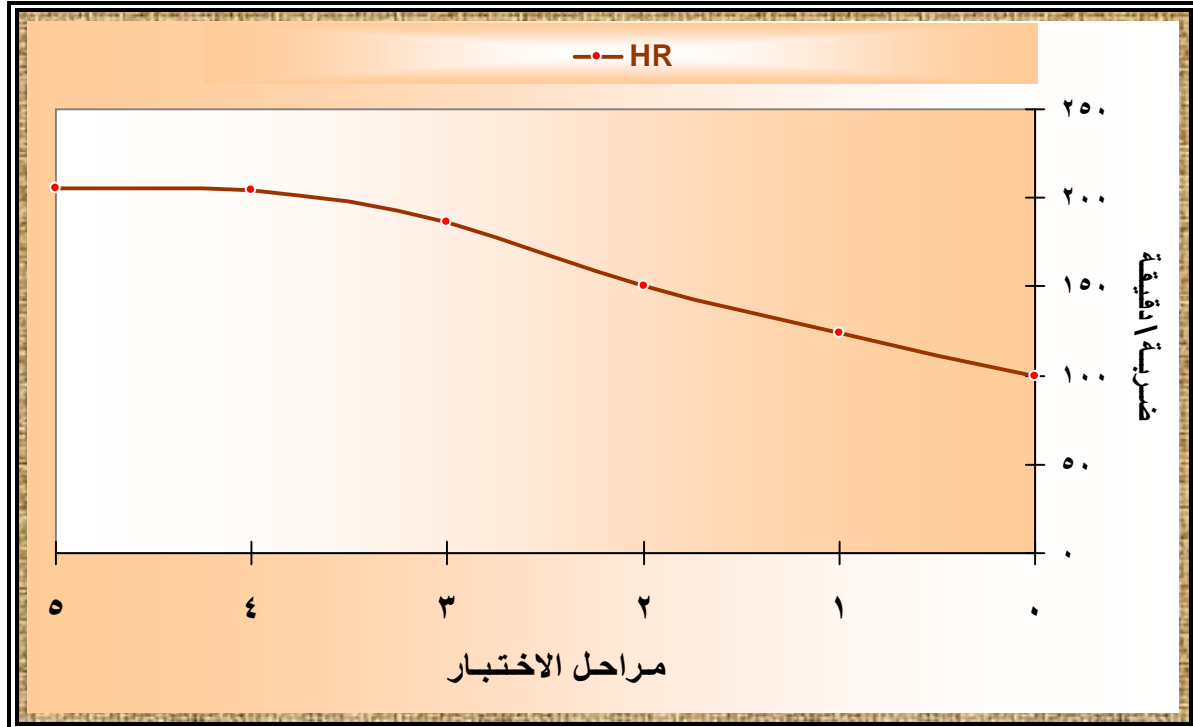
٤-١ عرض نتائج تأثير الجهد الهوائي في متغيرات معدل ضربات القلب ومناقشتها:

٤-١-١ عرض نتائج تأثير الجهد الهوائي في متغيرات معدل ضربات القلب:

الجدول رقم (٣) يبين المعالم الإحصائية الخاصة بمتغير معدل ضربات القلب وكذلك الفرق بين كل مرحلة والمرحلة التي تليها مباشرة

المتغير	مراحل القياس	عدد العينة	س	ع+	التغيير النسبي %	قيمة t المحتسبة	المعنوية
معدل ضربات القلب HR (ضربة/دقيقة)	قبل الجهد	٣٠	٩٩.٦٦٧	١٢.٨٣٧	٢٤.٨٨٣	١٥.١٧١-	**.....
	المرحلة الأولى	٣٠	١٢٤.٤٦٧	١٢.٠٢٨			
	المرحلة الأولى	٣٠	١٢٤.٤٦٧	١٢.٠٢٨	٢٠.٤٦١	-	**.....
	المرحلة الثانية	٣٠	١٤٩.٩٣٣	١٣.٩٩٢		٢١.٩٢٨	
	المرحلة الثانية	٣٠	١٤٩.٩٣٣	١٣.٩٩٢	٢٤.١٦٦	-	**.....
	المرحلة الثالثة	٣٠	١٨٦.١٦٧	١١.٥٥٥		٢٤.٦١٣	
	المرحلة الثالثة	٢٨	١٨٤.٥٠٠	٩.٩٣٥		١٠.٧٠٥	**.....
	المرحلة الرابعة	٢٨	٢٠٤.٢٥٠	٨.٣٧٤		١٤.١٠٠	
	المرحلة الرابعة	١٠	٢٠٣.٧٠٠	٩.٧٧٦		٠.٦٣٨	٠.٤٢٩
	المرحلة الخامسة	١٠	٢٠٥.٠٠٠	٨.٧٥٦			

\* معنوي عند نسبة الخطأ  $\leq (٠.٠٥)$ . \*\* معنوي عند نسبة الخطأ  $\leq (٠.٠١)$



الشكل رقم (٢) : يوضح منحنى التغيير أثناء الاختبار لمعدل HR بالدقيقة .

يتبين من الجدول رقم (٣) والشكل رقم (٢) ما يأتي :

- توافر فروق ذات دلالة معنوية بين جميع مراحل القياس لمتغير (HR) حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) اقل من نسبة الخطأ (٠.٠١) ، عدا الفرق بين المرحلتين الرابعة والخامسة حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أكبر من نسبة الخطأ (٠.٠٥) .

#### ٤-١-٢ مناقشة نتائج تأثير الجهد الهوائي في متغيرات معدل ضربات القلب:

يتضح من الجدول الرقم (٣) والشكل الرقم (٢) إن هناك ارتفاعاً في قيمة معدل ضربات القلب في حالة الراحة قبل الجهد إلى (١٠٠) ضربة في الدقيقة عن القيمة الطبيعية وهي بحدود (٨٠) ضربة في الدقيقة، ويعزو الباحثان هذا الارتفاع في قيمة معدل ضربات القلب قبل الجهد إلى الحالة النفسية، الأمر الذي يقع فيه أفراد العينة من التفكير والتوجس فضلاً عن ربط أقطاب الـ(ECG) على جسم المختبر إذ ينتج عن هذه الحالة زيادة التوتر النفسي مما يؤدي إلى تنبيه عصبي قادم من القشرة المخية إلى إفراز هرمون من الغدة الكظرية (فوق الكلوية) وهو الأدرينالين (Adrenalin) إلى الدم مما يؤدي إلى حدوث تغيرات عديدة أهمها ازدياد عدد ضربات القلب ومعدل الشهيق والزفير وكذلك زيادة ضغط الدم الانقباضي دون أداء جهد نتيجة العامل النفسي (قبع، ١٩٨٩، ١١٩-١٢٠). من خلال ما تقدم نلاحظ حدوث ارتفاع مباشر في سرعة الـ(HR) بمجرد البدء بالتمارين وإن الزيادة كانت معنوية وتدرجية في نبض القلب من المرحلة الأولى إلى المرحلة الرابعة (٠-١٢) دقيقة من زمن الاختبار.

ويعزو الباحثان ذلك إلى أن سرعة الـ(HR) تزداد فجأة قبل أو في بداية التمرين نتيجة لإثارة المركز القلبي في منطقة النخاع المستطيل (Medulla oblongata) بإيعاز من القشرة الدماغية وكذلك بالإيعازات المنعكسة للمستقبلات الميكانيكية والأليضية في العضلة الهيكلية نفسها ومن العضلة المتحركة نفسها (Rowland, 2005, 115). إن سبب هذه الفروقات في زيادة النبض هو زيادة احتياج العضلات للدم سواء من ومع زيادة شدة التمرين وهذا ما أكدته (Washington et al.) الذين أشاروا إلى أن الـ(CO) (Cardiac output) يزداد على الأغلب بصورة خطية خلال تمرين متزامن مع زيادة الأوكسجين المستهلك؛ وفي هذه الزيادة تكون زيادة الـ(CO) معتمدة على زيادة الـ(HR) (Washington, et al., 1994, 2167-2168). حيث يشير (Jardins) إلى أن الـ(SV) يصل إلى أقصاه أثناء التمرين عندما تصل قيمة الـ(CO) إلى (٥٠)% من قيمتها القصوى، لهذا فإن أي زيادة إضافية للنتاج القلبي سيكون على حساب الزيادة التدريجية في الـ(HR) (Jardins, 2008, 537)، كما أن الـ(CO) لدى الأطفال يعتمد عادة على الـ(HR) أكثر من اعتماده على الـ(SV) وذلك بسبب صغر حجم الجسم وهذا ما أكدته (Washington et al.) الذين أشاروا إلى أن الأطفال عندهم انخفاض ملحوظ في الـ(SV) بسبب صغر حجم الجسم. ففي الأطفال البالغين يعوض صغر حجم القلب وانخفاض حجم الضربة عن طريق زيادة معدل الـ(HR) في معدل الجهد المحدد لهذا فإنهم يميلون إلى أن أقصى نبض لديهم يكون أعلى من البالغين. لكن بعد البلوغ ينخفض أقصى نبض مع تقدم العمر بمعدل (٠.٧) أو (٠.٨) ضربة لكل دقيقة لكل سنة من العمر.

ويعزو الباحثون (Washington et al.) الزيادة في معدل الـ(HR) أثناء الجهد إلى انخفاض في نغمة العصب التائه (vagal tone) هذه الاستجابة تكون متبوعة بزيادة السيلات الودية إلى القلب وأوعية الدم الجهازية، إذ يشير (Washington et al.) إلى أنه خلال التمرين المتحرك سيزداد معدل الـ(HR) بصورة خطية مع الشغل خلال المستوى المنخفض والمتوسط الشدة للتمرين بمعدل عمل ثابت (Steady State) خلال دقيقة واحدة، ويزداد بصورة نسبية مع معدل الشغل (Washington, et al., 1994, 2167-2168).

وقد لخص (Mcardle et al.) العوامل التي تعمل على زيادة الـ(HR) خلال التمرين إلى ما يأتي :

- ١) زيادة الفعاليات الودية.
- ٢) انخفاض في الفعاليات اللاودية.
- ٣) الأوامر الصادرة من المراكز الدماغية.

دراسة تتبعية لبعض متغيرات التخطيط الكهربائي .....

(٤) معلومات راجعة من المتحسسات المفصلة عند بدء التمرين الموجودة بالمفاصل والعضلات.

(Mcardle et al., 2006, 346)

أما في المرحلة الأخيرة فنجد عدم حدوث فروق معنوية في الاختبار المتدرج ويعزوها الباحثان إلى أن اغلب المختبرين وصلوا إلى قيم نبضهم القصوى في المرحلة الرابعة والخامسة ممن استمر في أداء الاختبار إلى المرحلة الخامسة، وهذا ما لاحظناه من خلال نسبة التغير البالغة (٠.٦٣٨%) والتي كانت اقل من قيمة المرحتين التي تسبقها (الرابعة والثالثة)، ومما يدعم هذا الافتراض إذا أخذنا بنظر الاعتبار المعادلة التي نقوم بها بطرح العمر من (٢٢٠) (أي الحد الأقصى للنبض) فتكون النتيجة (٢٢٠ - ١٢ = ٢٠٨) ضربة في الدقيقة (الجوادي، ١٩٨٩، ١٠٧) وهذا يتفق مع نتائج بحثنا إذ نلاحظ انه في الدقيقتين الرابعة والخامسة كان معدل النبض (٢٠٣ و ٢٠٥) على التوالي، وهو قريب جدا من المعدل الافتراضي للنبض القصوي.

٤-٢ عرض نتائج تأثير الجهد الهوائي في المتغيرات الخاصة بقياس جهاز الـ ECG ومناقشتها :

٤-٢-١ عرض نتائج تأثير الجهد الهوائي في المتغيرات الخاصة بقياس جهاز الـ ECG:

الجدول رقم (٤) يبين المعالم الإحصائية الخاصة بمتغيرات جهاز الـ ECG وكذلك الفرق بين كل مرحلة والمرحلة التي تليها مباشرة

المتغيرات	مراحل القياس	عدد العينة	س	ع±	التغير النسبي %	قيمة t المحتسبة	المعنوية	
P-R Interval (ثانية)	قبل الجهد	٣٠	٠.١٣	٠.٠٢	- ٢.٢٩٥	١.٨٨٥	٠.٠٦٩	
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.١٣	٠.٠٢	- ٥.٦٣٨	٢.٢٩٥	*٠.٠٢٩	
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.١٢	٠.٠٢	-	٨.٢٦٧	**٠.٠٠٠	
	المرحلة الثالثة	٣٠	٠.٠٩	٠.٠٢	٢٣.٠٧١			
	المرحلة الثالثة	٢٨	٠.٠٩	٠.٠٢	- ٨.٦٧٢	٣.٠٨١	**٠.٠٠٥	
	المرحلة الرابعة	٢٨	٠.٠٩	٠.٠١				
	المرحلة الرابعة	١٠	٠.٠٩	٠.٠١	- ٥.٨٢٣	١.٩٢٧	٠.٠٨٦	
	المرحلة الخامسة	١٠	٠.٠٨	٠.٠١				
	P-R Segment (ثانية)	قبل الجهد	٣٠	٠.٠٤	٠.٠١	- ١.٢٠٥	٠.١٣٠	٠.٨٩٧
		المرحلة الأولى	٣٠	٠.٠٤	٠.٠٢	-	١.٢٧١	٠.٢١٤
المرحلة الثانية		٣٠	٠.٠٣	٠.٠٢	١٥.٣٦٦			
المرحلة الثانية		٣٠	٠.٠٣	٠.٠٢	-	١.١٣٠	٠.٢٦٨	
المرحلة الثالثة		٣٠	٠.٠٣	٠.٠١	١٢.٩٦٨			
المرحلة الثالثة		٢٨	٠.٠٣	٠.٠١	- ٧.٧١٧	٠.٩١٠	٠.٣٧١	
المرحلة الرابعة		٢٨	٠.٠٣	٠.٠١				
المرحلة الرابعة		١٠	٠.٠٣	٠.٠١	١٩.٧٩٢	١.٣٦٠	٠.٢٠٧	

المتغيرات	مراحل القياس	عدد العينة	س	ع+	التغيير النسبي %	قيمة t المحتسبة	المعنوية
QRS Interval (ثانية)	المرحلة الخامسة	١٠	٠.٠٣	٠.٠٢			
	قبل الجهد	٣٠	٠.٠٩	٠.٠٢	- ١.٨٣٧	٠.٥٦٥	٠.٥٧٦
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.٠٩	٠.٠٢			
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.٠٩	٠.٠٢	- ٥.١٤٦	١.٧٨٦	٠.٠٨٥
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.٠٨	٠.٠٢			
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.٠٨	٠.٠٢	- ٢.٥٨٩	٠.٨٩٩-	٠.٣٧٦
	المرحلة الثالثة	٣٠	٠.٠٨	٠.٠٢			
	المرحلة الثالثة	٢٨	٠.٠٨	٠.٠٢	- ٥.٢٢٤	١.٤٩٧	٠.١٤٦
	المرحلة الرابعة	٢٨	٠.٠٨	٠.٠١			
	المرحلة الخامسة	١٠	٠.٠٧	٠.٠١	- ٠.٩٦٤	٠.٢٢٩-	٠.٨٢٤
ST Interval (ثانية)	قبل الجهد	٣٠	٠.٢٤	٠.٠٣	-	٦.٩٣١	**٠.٠٠٠
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.٢١	٠.٠٣	١٣.٣٤٥		
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.٢١	٠.٠٣	-	٥.٧٤٧	**٠.٠٠٠
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.١٨	٠.٠٤	١١.٨٦٦		
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.١٨	٠.٠٤	-	١١.٠٩٦	**٠.٠٠٠
	المرحلة الثالثة	٣٠	٠.١٤	٠.٠٣	٢٥.٨٣٩		
	المرحلة الثالثة	٢٨	٠.١٤	٠.٠٢	-	٣.٢٥٩	**٠.٠٠٠٣
	المرحلة الرابعة	٢٨	٠.١٢	٠.٠٣	١٢.١٧٩		
	المرحلة الخامسة	١٠	٠.١٣	٠.٠٢	- ٣.٥٦٣	٠.٨٣٢	٠.٤٢٧
	المرحلة الخامسة	١٠	٠.١٣	٠.٠٣			
QT Interval (ثانية)	قبل الجهد	٣٠	٠.٣٣	٠.٠٣	-	٩.٧٠٥	**٠.٠٠٠
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.٢٩	٠.٠٢	١٠.٣١٤		
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.٢٩	٠.٠٢	- ٩.٩٠١	٧.٠٠١	**٠.٠٠٠
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.٢٦	٠.٠٢			
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.٢٦	٠.٠٢	-	١٣.١٢٧	**٠.٠٠٠
	المرحلة الثالثة	٣٠	٠.٢٢	٠.٠١	١٧.١٤٥		
	المرحلة الثالثة	٢٨	٠.٢٢	٠.٠١	- ٩.٦٠١	٥.١٤٦	**٠.٠٠٠
	المرحلة الرابعة	٢٨	٠.٢٠	٠.٠٢			
	المرحلة الخامسة	١٠	٠.٢٠	٠.٠١	- ١.٩٥٦	٠.٦٧٩	٠.٥١٤
	المرحلة الخامسة	١٠	٠.٢٠	٠.٠٣			



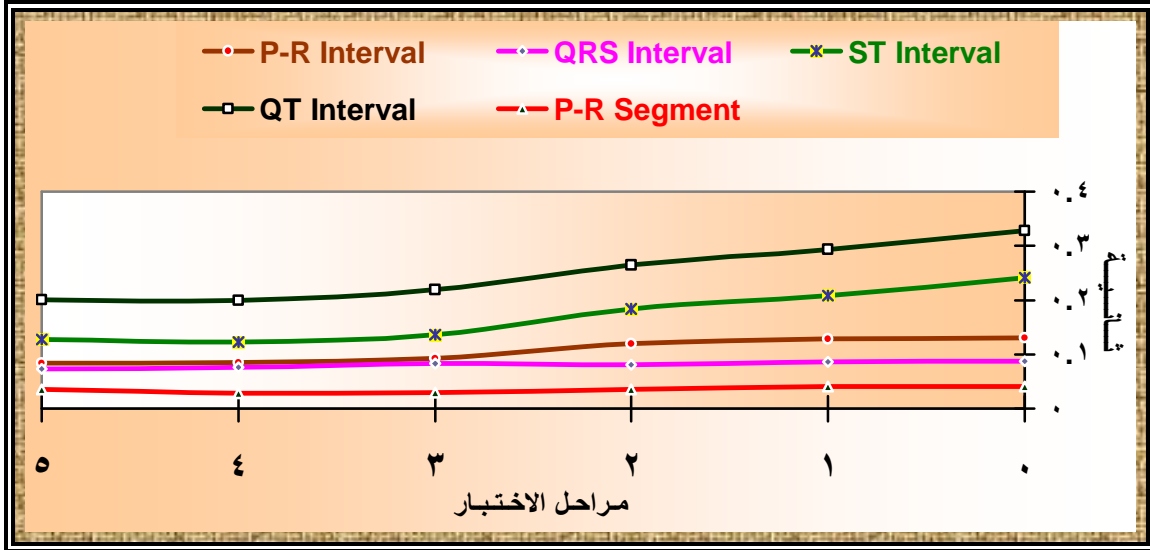
المتغيرات	مراحل القياس	عدد العينة	س	ع±	التغيير النسبي %	قيمة t المحتسبة	المعنوية
T-Wave (مللي فولت)	قبل الجهد	٣٠	٠.٣٣	٠.١٣	٧.٨٧٠-	١.٢٨٨	٠.٢٠٨
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.٣١	٠.١٤			
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.٣١	٠.١٤	٩.٦٤٦-	١.٢٧٨	٠.٢١١
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.٢٨	٠.١١			
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.٢٨	٠.١١	٩.٠٢٢	١.٥٤٣-	٠.١٣٤
	المرحلة الثالثة	٣٠	٠.٣٠	٠.١٢			
	المرحلة الثالثة	٢٨	٠.٣١	٠.١٢	٢.٢٠٩	٠.٤٠٠-	٠.٦٩٢
	المرحلة الرابعة	٢٨	٠.٣١	٠.١٥			
	المرحلة الرابعة	١٠	٠.٣٠	٠.١٥	٤.٨١١	٠.٤٣٣-	٠.٦٧٥
	المرحلة الخامسة	١٠	٠.٣١	٠.١٤			

المتغيرات	مراحل القياس	عدد العينة	س	ع±	التغيير النسبي %	قيمة t المحتسبة	المعنوية
تضخم البطين الأيسر LVH (مللي فولت)	قبل الجهد	٣٠	٢.٠٤	٠.٧٦	٦.٢٧٢	١.٤١٩-	٠.١٦٦
	المرحلة الأولى	٣٠	٢.١٧	٠.٦٩			
	المرحلة الأولى	٣٠	٢.١٧	٠.٦٩	٢.٧٧٦-	١.٦٥٨	٠.١٠٨
	المرحلة الثانية	٣٠	٢.١١	٠.٦٩			
	المرحلة الثانية	٣٠	٢.١١	٠.٦٩	٩.٨٠٢-	٤.٩٣٤	*٠.٠٠٠
	المرحلة الثالثة	٣٠	١.٩٠	٠.٧٣			
	المرحلة الثالثة	٢٨	١.٩٠	٠.٧٦	٦.٤٣٤-	٢.٢٦٢	*٠.٠٣٢
	المرحلة الرابعة	٢٨	١.٧٨	٠.٦٨			
	المرحلة الرابعة	١٠	٢.٠٤	٠.٨٦	٣.٨٧١-	٠.٨٣٤	٠.٤٢٦
	المرحلة الخامسة	١٠	١.٩٦	٠.٩٧			
تضخم البطين الأيمن RVH R/S ratio (مللي فولت)	قبل الجهد	٣٠	٠.٣٧	٠.٤٢	٦.٥٧١-	٠.٣٨٦	٠.٧٠٣
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.٣٥	٠.٢٣			
	المرحلة الأولى	٣٠	٠.٣٥	٠.٢٣	٦.٥٩٩	١.٣٨٠-	٠.١٧٨
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.٣٧	٠.٢٠			
	المرحلة الثانية	٣٠	٠.٣٧	٠.٢٠	١١.٢٩٥	٢.٦٥٨-	*٠.٠١٣
	المرحلة الثالثة	٣٠	٠.٤١	٠.٢٥			
	المرحلة الثالثة	٢٨	٠.٤٢	٠.٢٦	٠.٧٩١	٠.١١٢-	٠.٩١١
	المرحلة الرابعة	٢٨	٠.٤٢	٠.٢٥			
	المرحلة الرابعة	١٠	٠.٣٨	٠.٢٤	٢.٢٠٥-	٠.١٤٨	٠.٨٨٦
	المرحلة الخامسة	١٠	٠.٣٧	٠.١٣			
Heart Axis درجة (زاوية انحراف)	قبل الجهد	٣٠	٣٧.٨٧-	١٤.١٢	١٤.١٠٩-	١.٢٢٩	٠.٢٢٩
	المرحلة الأولى	٣٠	٣٢.٥٣-	١٩.٢٨			
	المرحلة الأولى	٣٠	٣٢.٥٣-	١٩.٢٨	١.٨٨٨-	٠.٤٥٧	٠.٦٥١
	المرحلة الثانية	٣٠	٣١.٩١-	١٦.١٧			
	المرحلة الثانية	٣٠	٣١.٩١	١٦.١٧	٩.٧٩٨-	٢.٣١٠	*٠.٠٢٨
المرحلة الثالثة	٣٠	٢٨.٧٩	٢٠.١١				

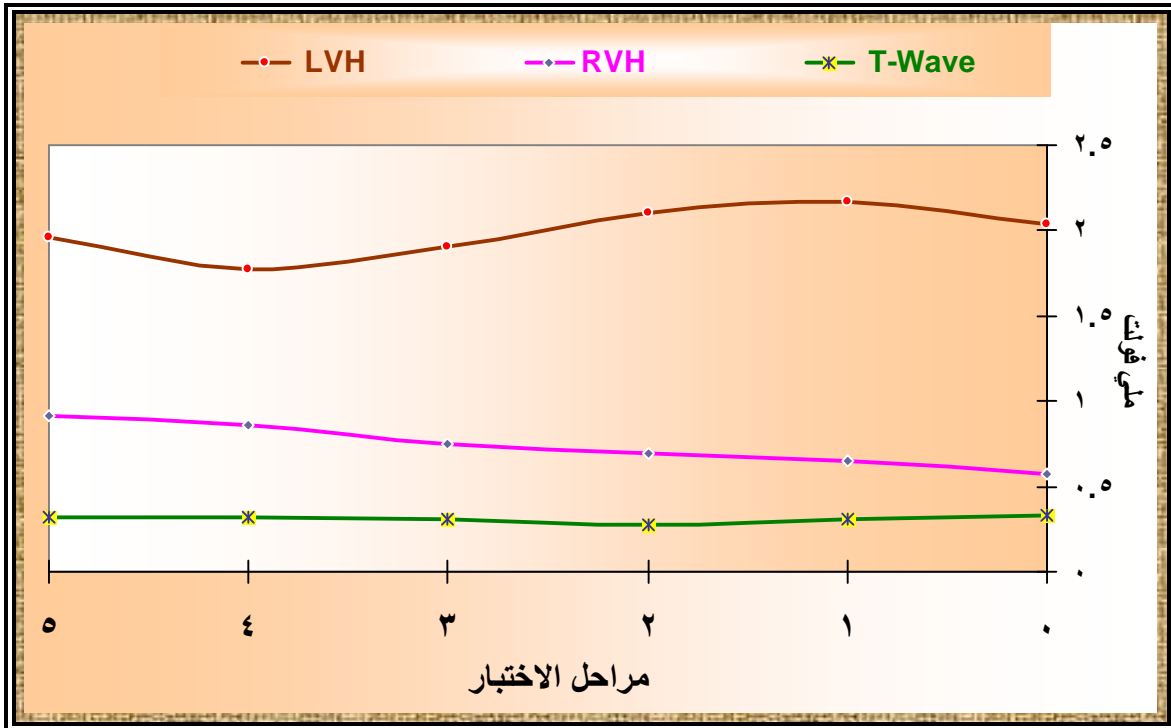
دراسة تتبعية لبعض متغيرات التخطيط الكهربائي .....

المتغيرات	مراحل القياس	عدد العينة	س	ع±	التغيير النسبي %	قيمة t المحتسبة	المعنوية
	المرحلة الثالثة	٢٨	٢٦.٩٩	١٨.٩٤	١٨.٥٣٣	١.١٧٥-	٠.٢٥٠
	المرحلة الرابعة	٢٨	٣١.٩٩	١٤.٤٠			
	المرحلة الرابعة	١٠	٤٠.٢٦	١٥.٩٢	٩.١٩٩-	١.٠٩٧	٠.٣٠١
	المرحلة الخامسة	١٠	٣٦.٥٥	١٠.٨١			

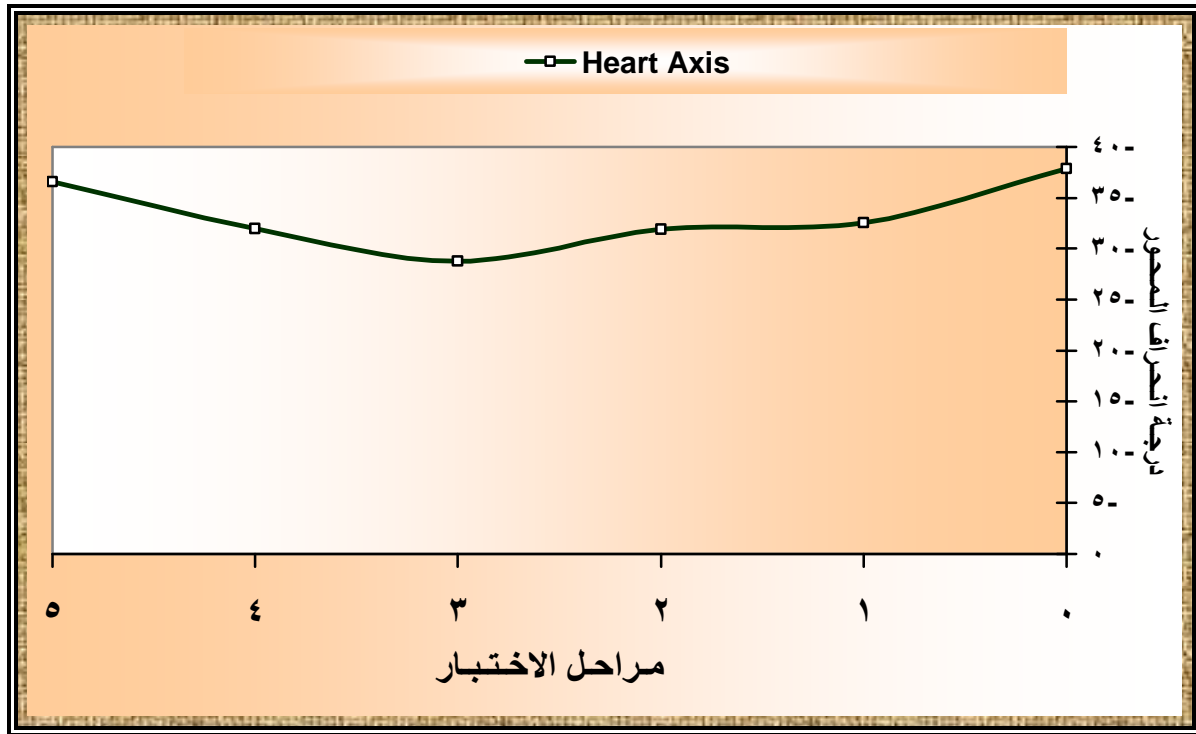
\* معنوي عند نسبة الخطأ  $\leq (٠.٠٥)$ . \*\* معنوي عند نسبة الخطأ  $\leq (٠.٠١)$



الشكل الرقم (٣): يوضح منحنى التغيير أثناء الاختبار والخاصة بقياس جهاز الـ ECG والمتعلقة بالأزمة .



الشكل الرقم (٤): يوضح منحنى التغيير أثناء الاختبار والخاصة بقياس جهاز الـ ECG والمتعلقة بالارتفاعات التي تقاس بالملي فولت



الشكل الرقم (٥): يوضح منحنى التغيير أثناء الاختبار الخاصة بقياس جهاز الـ ECG والمتعلقة بانحراف محور القلب من الاتجاه الأمامي والتي تقاس بالدرجة عن المحور الأفقي

يتبين من الجدول رقم (٤) والأشكال (٣ ، ٤ ، ٥) ما يأتي:

- توافر فروق ذات دلالة معنوية لمتغير (P-R Interval) بين جميع مراحل القياس حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أقل من نسبة الخطأ؛ عدا الفرق بين قياسي ما قبل الجهد ونهاية المرحلة الأولى وكذلك الفرق بين المرحلتين الرابعة والخامسة، إذ كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أكبر من نسبة الخطأ.
- توافر فروق ذات دلالة معنوية لمتغيري (S-T Interval و Q-T Interval) بين جميع مراحل القياس حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أقل من نسبة الخطأ؛ عدا الفرق بين المرحلتين الرابعة والخامسة إذ كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أكبر من نسبة الخطأ.
- عدم توافر فروق ذات دلالة معنوية لمتغير (LVH) بين جميع مراحل القياس، حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أكبر من نسبة الخطأ. عدا الفرق بين قياس المرحلتين الثانية والثالثة وكذلك الفرق بين المرحلتين الثالثة والرابعة، حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أقل من نسبة الخطأ.
- عدم توافر فروق ذات دلالة معنوية بين جميع مراحل القياس لمتغير (RVH)، حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أكبر من نسبة الخطأ. عدا الفرق بين قياس المرحلتين الثانية والثالثة، حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أقل من نسبة الخطأ.
- عدم توافر فروق ذات دلالة معنوية بين جميع مراحل القياس لمتغير (Heart Axis)، حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أكبر من نسبة الخطأ. عدا الفرق بين قياس المرحلتين الثانية والثالثة، حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أقل من نسبة الخطأ.

- عدم توافر فروق ذات دلالة معنوية بين جميع مراحل القياس لمتغيرات (P-R Segment و QRS Interval و T-Wave)، حيث كانت القيمة المعنوية لاختبار (t) أكبر من نسبة الخطأ.

#### ٤-٢-٢ مناقشة نتائج تأثير الجهد الهوائي في المتغيرات الخاصة بقياس جهاز الـ ECG:

يتبين من الجدول رقم (٤) والشكل رقم (٣) وبشكل عام ان هناك انخفاضاً في متوسطات قيم الفترات (Intervals) وكذلك الأجزاء (Segments) (المسافات بين الانحرافات) في أثناء الاختبار في المخططات الخاصة بقياس جهاز الـ ECG) والمتعلقة بالأزمنة، أي ان الموجات (Waves) الرئيسية في الـ ECG) التي تمثل زوال استقطاب أو عودة استقطاب لمنطقة معينة من القلب أصبحت متقاربة من بعضها، والأزمنة التي تفصل بينها تقل مع تقدم مراحل الاختبار وارتفاع شدة التمرين وزيادة معدل الـ HR) بغض النظر عن القيم المعنوية. ويعزو الباحثان إلى ان الدورة القلبية يحدث فيها نقص في كل من زمن الانقباض والانقباض أثناء الجهد الهوائي، ويكون تأثير ذلك أكثر في زمن الانقباض بينما لا يتأثر زمن الانقباض كثيراً (عبد الفتاح، ٢٠٠٣، ٤٠١)، وهذا ما أكدته نتائج البحث الحالي حيث لوحظ ان هناك فروقاً معنوية بين جميع مراحل قياس (ST Interval) (والذي يمثل زمن الانقباض البطيني) عدا الفرق بين المرحلتين الأخيرتين، وكذلك عدم وجود فروق معنوية بين جميع مراحل الاختبار في متغير (QRS Interval) (والذي يمثل زمن الانقباض البطيني).

**بالنسبة لمتغير (P-R Interval) والذي يمثل الزمن المستغرق لمرور موجة زوال الاستقطاب من منشئها في الـ SA node) وعبر الأذنين (التحفيز الأذيني) مروراً بالـ AV node) إلى البطين، فإننا نلاحظ بصورة عامة وجود فروق معنوية بين مراحل القياس التتبعي، ويعزو الباحثان ذلك إلى زيادة الدم الوريدي الراجع إلى القلب الذي يحفز منعكسات الشد الموجود في الجدار الأذيني (المنعكس الأذيني Atrial Reflex) إذ يشير (Martini et al.) إلى انه عندما ينمط (يزداد اتساعه نتيجة الامتلاء الأذيني بالدم العائد) جدار الأذنين الأيمن فانه يحفز مستقبلات الشد (Stretch Receptors) في الجدار الأذيني والتي تحفز انعكاسياً زيادة في معدل الـ HR) نتيجة لزيادة نشاط الأعصاب الودية (Martini et al., 2001, 683-684). فخلايا الـ SA node) تستقبل إشارات مباشرة من العصب الودي، وان هذا التزود العصبي مهم إذ انه يغير تردد جهد الفعل المنشأ من هذه الخلايا، والذي يعد طبيعياً المحدد الوحيد لزيادة معدل الـ HR). فعندما يزداد التحفيز الودي، يزداد تردد جهد الفعل، ويزداد معدل الـ HR)، والذي يعمل على زيادة الـ CO).**

كما ان هذه الأعصاب تعمل أيضاً على الـ AV node) والأجزاء الأخرى المكونة لنظام التوصيل، وإن التأثير العصبي هذا يعمل على زيادة سرعة توالي لجهد الفعل، فعندما تزداد الفعالية الودية، فان جهد الفعل ينتقل بصورة أسرع، ويعمل على تقليل التأخر في توصيل الإشارة من الأذنين إلى البطين ويقصر الزمن المستغرق في نقل جهد الفعل عبر البطينين. وبالنتيجة، فان تقلص البطينين يبدأ بوقت مبكر بعد تقلص الأذنين وينجز بصورة أسرع، ويعمل على تقليل فترة الانقباض (Germann & Stanfield, 2002, 394).

أما بالنسبة لمتغير (P-R Segment) والذي يمثل الزمن الذي تستغرقه النبضة الكهربائية لعبور الـ AV node) فنلاحظ عدم ظهور فروق معنوية بين جميع مراحل الاختبار، وإن هذه الحالة هي حالة صحية، فلو كان هذا الانخفاض بصورة معنوية لما أتيح الوقت الكافي للبطينين بان يمتلأ وهذا ما أكده (غايتون وهول) والذي أشار إلى انه 'لحسن الحظ ان جهاز التوصيل في القلب منظم بشكل لا يجعل مرور الاستثارة من الأذنين إلى البطين سريعاً جداً فينتج ذلك بعض الوقت للأذنين ليفرغاً محتوياتهما إلى البطينين قبل ان يبدأ تقلصهما' (غايتون وهول، ١٩٩٧، ١٤٣).

على الرغم من عدم ظهور فروق معنوية في الـ (P-R Segment) إلا إننا نلاحظ ان هناك انخفاضا في زمن هذه الفترة، وهذا يكون نتيجة التحفيز الودي إذ ان التحفيز الودي يعمل على تقليل الزمن الذي تستغرقه الإشارة الكهربائية لعبور الـ (AV node)، حيث يشير (محمد توفيق) إلى ان النورإيبينفرين المفروز من نهايات الأعصاب الودية وكذلك الإيبينفرين المفروز من الغدة الكظرية يعملان على زيادة نشاط الـ (SA node) فضلا عن زيادة التوصيل خلال الـ (AV node) (محمد توفيق، ٢٠٠٥، ٤٢).

أما بالنسبة لمتغير (QRS Interval) والذي يمثل الزمن الكلي لزوال الاستقطاب (Depolarization) في البطينين، والذي يعادل الزمن الكلي للانقباض في البطينين يعود سببه إلى ان فترة الانقباض تكون عادة قليلة نسبيا والتغيير الحاصل في هذه المرحلة طفيف وهذا ما دلت عليه نسب التغيير وهي (-١.٨٣٧ و ٥.١٤٦ و ٢.٥٨٩ و -٥.٢٢٤ و ٠.٩٦٤) على التوالي.

وعلى الرغم من عدم ظهور فروق معنوية في الـ (QRS Interval) إلا إننا نلاحظ ان هناك انخفاضا في زمن هذه الفترة وهذا ما أكده (Ellestad) بأنه "يحدث عادة انخفاض قليل في زمن معقد الـ (QRS) خلال التمرين وذلك بسبب زيادة الكاتيكولامين (Catecholamine) الذي يعمل على زيادة سرعة التوصيل في ألياف بيركنجي وخلال عضلة البطين". (Ellestad, 1996, 241-243).

أما بالنسبة لمتغير (S-T Interval) الذي يمثل الزمن الكلي لإعادة الاستقطاب (Repolarization) في البطينين، والذي يعادل الزمن الكلي للانقباض في البطينين فإننا نلاحظ وجود فروق معنوية بين جميع مراحل القياس التتبعي. ويعزو الباحثان هذا الفرق إلى زيادة عدد الـ (HR) والذي أدى إلى انخفاض زمن الامتلاء والذي أدى بدوره إلى انخفاض في حجم الضربة. وهذا ما أيدته نتائج بحث (محمد توفيق) إذ لاحظ وجود انخفاض معنوي في زمن الانقباض البطيني (S-T Interval)، والذي عزاه إلى زيادة معدل الـ (HR) (محمد توفيق، ٢٠٠٥، ١٢٢-١٢٣)، وهذا ما أكده (Nottin et al.) الذي أشار إلى "ان الزيادة في معدل الـ (HR) تكون مصاحبة لانخفاض في كل من زمن الانقباض وزمن الانقباض. فحتى إذا كانت هناك زيادة في الضخ العضلي (Muscle Pump) الذي يعمل على تعزيز الدم الوريدي العائد إلى القلب، فإن زيادة النبض في التمارين القسوى سوف تعمل على خفض زمن الامتلاء الذي سيؤدي بالنتيجة إلى انخفاض في قياس القطر الداخلي للبطين الأيسر في الانقباض" (Nottin et al., 2002, 90).

أما بالنسبة لمتغير (Q-T Interval) الذي يمثل الوقت الكامل لتحفيز البطين واستشفائه، فإننا نلاحظ بصورة عامة وجود انخفاض معنوي بين جميع مراحل القياس التتبعي ويعزو الباحثان هذا إلى العوامل المؤثرة نفسها في كل من متغيري (QRS Interval) و (S-T Interval) وهو زيادة معدل الـ (HR) وهذا ما أكده (عبد الفتاح) الذي أشار إلى أنه "في حالة زيادة معدل الـ (HR) من (٧٥ - ١٨٠) ضربة/دقيقة (أثناء التدريب) فيحدث نقص في زمن كل من الانقباض والانقباض ويكون تأثير ذلك أكثر في زمن الانقباض بينما لا يتأثر زمن الانقباض كثيراً" (عبد الفتاح، ٢٠٠٣، ٤٠١).

أما بالنسبة لمتغيرات (RVH، LVH، T Wave) التي تعبر عن ارتفاع الموجات يذكر (Ellestad) ان الارتفاع الكلي لمعقد (QRS) في التمرين يكون عادة منخفضا عندما يصل الجهد إلى قمة العمل وهو مرتبط مع وظيفة البطين الأيسر، وكذلك بالنسبة إلى (الموجة T) إذ يوجد انخفاض فيها أيضا، وهناك ميل لانحراف المحور نحو اليمين (Right Heart Axis Deviation). فعند زيادة حجم الضربة (SV)، ربما تزداد (الموجة T)، التي تحدث

بصورة مبكرة أثناء التمرين ذي الجهد المتوسط الشدة؛ وان الانخفاض في (الموجة R) يحدث عادة بصورة مباشرة بعد انتهاء التمرين أكثر من انخفاضه في أثناءه.

فبعدما يبدأ التمرين ويرتفع معدل الـ(HR) فان ارتفاع (الموجة R) يزداد أيضا إلى ان يصل النبض إلى (١٢٠) أو (١٣٠) نبضة دقيقة، بعدها تبدأ (الموجة R) بالانخفاض تدريجيا مع ارتفاع النبض. وإن ظاهرة انخفاض فولتية معقد الـ (QRS) في مختلف التوصيلات خلال التمرين القسوي وللموجتين (R و S) تكون موجودة في الأشخاص الأصحاء أكثر منها في الأشخاص غير الأصحاء. كما إن الانخفاض في الارتفاع بعد أداء أعلى جهد ناتج عن الانخفاض في الحجم في نهاية انقباض البطين الأيسر (Left Ventricular End Systolic Volume) وربما الحجم في نهاية انبساط البطين الأيسر (Left Ventricular End Diastolic Volume) أيضا. والتي كثيرا ما تحدث بعد بلوغ الـ(CO) قيمته.

وهذه الظاهرة درسها (Brody) في عام (١٩٥٦)، و (Pibperger et al.) في عام (١٩٧١). وإن الأبحاث الأخيرة أطلق عليها مصطلح (Brody Effect)، إذ دلت نتائج هذه الأبحاث على ان قوة البطين الأيسر تنخفض عندما تقل حجم الضربة (SV) وان قوة البطين الأيمن تزداد في الوقت نفسه (-Ellestad, 1996, 241, 243). وهذا ينطبق مع ما جاء في نتائج البحث حيث لوحظ من خلال نسب التغير لـ (LVH) ان هناك انخفاضا مع تتابع الجهد الهوائي حيث بلغت على التوالي (٦.٢٧٢، -٢.٧٧٦، -٩.٨٠٢، -٦.٤٣٤، -٣.٨٧١) فيما نلاحظ ان هناك زيادة في نسب التغير لـ (RVH) حيث بلغت على التوالي (-٦.٥٧١، ٦.٥٩٩، ١١.٢٩٥، ٠.٧٩١، -٢.٢٠٥).

أما بالنسبة لمتغير محور القلب من الوضع الأمامي (Heart Axis) والذي يمثل اتجاه المحور القلبي فإننا نلاحظ انه على الرغم من عدم وجود فروق معنوية بين مراحل الاختبار التتبعي في زاوية محور القلب الكهربائي عدا الفرق المعنوي بين المرحلتين الثانية والثالثة، فانه ومن خلال مقارنة متوسطات الانحرافات مع القيم الطبيعية لزاوية محور القلب (الملحق ١) نلاحظ وجود انحراف في زاوية محور قلب للمرحلة الثالثة نحو اليسار، إذ بلغت (٢٨.٧٨٧) درجة في الربع الأول فقد انحرقت (١٠) درجات عن الوضع الطبيعي باتجاه اليمين. ويعزو الباحثان هذا إلى أنه "عندما يتضخم أحد البطينين ينزاح محور القلب نحو البطين المتضخم لسببين، أولا وجود كمية ألياف عضلية في الجهة المتضخمة من القلب أكثر من الجهة الأخرى مما يساعد على زيادة توليد الجهد الكهربائي فيها. وثانيا احتياج موجة زوال الاستقطاب إلى وقت أطول للسريان خلال البطين المتضخم من وقت سريانه خلال الجهة الأخرى السوية" (غايتون وهول، ١٩٩٧، ١٦٤). وهذا يدعم ما اشرنا اليه سابقا إلى ان قوة البطين الأيسر تنخفض عندما تقل حجم الضربة (SV) وان قوة البطين الأيمن تزداد في الوقت نفسه.

#### ٥- الاستنتاجات والتوصيات:

##### ١-٥ الاستنتاجات:

١. في ضوء عرض النتائج ومناقشتها تم التوصل إلى الاستنتاجات الآتية:
٢. كان ارتفاع متغير الـ (HR) واضحا بين مراحل القياس المختلفة للجهد الهوائي.
٣. كان هناك انخفاض واضح لأزمنة الانبساط أكثر من أزمنة الانقباض في مراحل الجهد الهوائي التتبعي والمعبر عنها بمتغيرات قياس جهاز الـ (ECG).
٤. على الرغم من عدم ظهور اختلافات واضحة في قيم فولتية القلب من خلال متغيرات الـ (RVH ، LVH ، T Wave) إلا أن هناك تزايدا في فولتية البطين الأيمن أكثر من البطين الأيسر خاصة في المرحلة الوسطية من الاختبار التتبعي.

٤. على الرغم من عدم ظهور اختلافات واضحة لمتغير (Heart Axis) إلا أن هناك انحرافا بسيطا لمحور القلب باتجاه اليمين حتى المرحلة الوسطية من القياس التتبعي ومن ثم عودته إلى وضعه الطبيعي في المراحل النهائية من القياس التتبعي.

#### ٢-٥ التوصيات:

١. لأجل الوصول إلى قاعدة علمية وظيفية تبنى على أساسها التمارين والوحدات التدريبية توصي باعتبار القياسات الوظيفية لجهاز الدوران ولعضلة القلب بجهاز الـ ECG التي أفرزتها نتائج الدراسة القاعدة اللازمة لتقويم الحالة الوظيفية وكدليل للمراقبة بعناية خلال دراسة التمارين للأطفال بعمر (١١-١٢) سنة بما يتلاءم وقدرات هذه الأعمار على مختلف المستويات.
٢. ضرورة اختبار كفاية ديناميكية الجهازين الوعائي والقلبي أثناء الجهد وملاحظة التأثير والاستجابة للحظية للجهد، في تقييم الحالة الصحية والانتقاء الرياضي للأشبال والناشئين ومن ذوي الصحة الجيدة ، عن طريق جهاز تخطيط القلب الكهربائي وضغط الدم أثناء الجهد كمؤشر أولي بسيط، لنجاح أي عمل ميداني رياضي والوصول إلى المستويات الرياضية العليا.
٣. ضرورة توظيف النظريات والأسس العلمية كافة للوصول إلى الأداء الأمثل الذي يحقق أفضل انجاز وذلك عن طريق إجراء الاختبارات البدنية ذات الأداء الأقصى(أقصى جهد إلى حد التعب).
٤. من الضروري تفهم المتخصصين في المجال الرياضي أهمية أخذ قياسات وظيفية أثناء الجهد والتي تعطي صورة واضحة لأسباب التغيير لبعده الجهد وأنها تقيس التغير الحاصل في المتغير الوظيفي للجهد والوقوف على حقائق لم تكن بالحسبان في اخذ القياس قبل الجهد وبعده فقط.
٥. ضرورة توفر الأجهزة التقنية الخاصة بقياس المتغيرات الوظيفية أثناء الجهد وأثناء الحركة.

#### المصادر العربية والأجنبية:

- التكريتي، وديع ياسين والعبيدي، حسن محمد عبد (١٩٩٩): التطبيقات الإحصائية واستخدامات الحاسوب في بحوث التربية الرياضية، دار الكتب للطباعة و النشر، الموصل، العراق.
- الجوادي، عبد الإله أحمد (١٩٨٩): المختصر في تخطيط كهربائية القلب، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر والتوزيع، الموصل، العراق.
- الدوري، قيس إبراهيم والأمين، طارق عبد الملك (١٩٨٥): الفسلجة، كتاب منهجي لطلبة كلية التربية الرياضية، جامعة الموصل، مديرية دار الكتاب للطباعة والنشر، الموصل، العراق.
- زايد، عبد الله عبد الرحمن ومبارك، عبد الرحمن الخوجي (١٩٩٥): علم وظائف الأعضاء العام . الفيزيولوجيا العامة، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا.
- سعد الدين، محمد سمير (٢٠٠٠): علم وظائف الأعضاء والجهد البدني، ط ٢، طباعة وتوزيع منشأة المعارف، الإسكندرية، مصر.
- عبد الفتاح، أبو العلا احمد (٢٠٠٣): فسيولوجيا التدريب والرياضة، ط٣، دار الفكر العربي، القاهرة، مصر.
- عبد الفتاح، رشدي فتوح (١٩٨٨): أساسيات عامة في علم الفسيولوجيا، ط٢، ذات السلاسل للطباعة والنشر والتوزيع، الكويت.
- غايتون، آرثر سي وهول، جون يز (١٩٩٧): المرجع في الفيزيولوجيا الطبية، ترجمة صادق الهلالي، ط٩، المكتبة الطبية القومية، دار أكاديمية أنترناشيونال، بيروت، لبنان.
- قبيع، عمار عبد الرحمن (١٩٨٩): الطب الرياضي، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.

- محمد توفيق، محمد توفيق عثمان (٢٠٠٥): الاستجابات الفسيولوجية والمورفولوجية لجهاز الدوران قبل أداء جهدين هوائي ولاهوائي وبعدهما، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية التربية الرياضية، جامعة الموصل، العراق.
- مسلم، عمار جاسم (٢٠٠٦): قلب الرياضي، شركة آب للطباعة الفنية المحدودة، بغداد، العراق.
- الهزاع، هزاع بن محمد (٢٠٠٨): ضربات القلب لدى الإنسان، مجلة صحة القلب، العدد (١٠)، جمعية القلب السعودية، الرياض، السعودية.
- [www.sha.org.sa/arabic/journal\\_arabic/issue\\_10/art8\\_iss10.htm](http://www.sha.org.sa/arabic/journal_arabic/issue_10/art8_iss10.htm)
- Adams, Gene M. (1998): **Exercise Physiology, Laboratory Manual**, 3<sup>th</sup> ed, McGraw-Hill Companies, Boston, U.S.A.
- Adams, Gene M. (2002): **Exercise Physiology, Laboratory Manual**, 4<sup>th</sup> ed, McGraw-Hill Companies, Boston, U.S.A.
- Cumming, GR. *et al.*, (1978): **Bruce Treadmill Test In Children, Normal Values In A Clinic Population**. American Journal of Cardiology. Vol. (41).69-75.
- Ellestad, Myrvin H. (1996): **Stress Testing: Principles And Practice**, 4<sup>th</sup> ed., F.A. Davic Company, Philadelphia, U.S.A.
- Germann, William J. & Stanfield, Cindy L. (2002): **Principles Of Human Physiology**, Benjamin Companies, San Francisco, U.S.A.
- Goldman, M. J. (1979): **Principles Of Clinical Electrocardiography**, 10<sup>th</sup> ed., Lange medical publication, California, U.S.A.
- Hazle, Matthew and Schaffer, Mike (N.D): **Guide To Interpretation Of The Pediatric ECG**, the Children's Hospital<sup>®</sup> Affiliated with University of Colorado and health sciences center, Denver. Vol 34.
- Houghton, Andrew R. & Gray, David (2003): **Making Sense OF The ECG: A Hands-On Guide**, 2<sup>nd</sup> ed., Arnold. A member Of The Hotter Headline Group, London, Oxford University Press Inc. New York, U.S.A.
- Jardins, Terry Des (2008): **Cardiopulmonary Anatomy and Physiology: Essentials for Respiratory Care**, 5<sup>rd</sup> ed., Delmar Publishers, U.S.A.
- Li AM, Yin J, Yu CC, Tsang T, So HK, Wong E, Chan D, Hon EK, and Sung R. (2005): **The Six-Minute Walk Test In Healthy Children, Reliability And Validity** , European Respiratory Journal Volume 25 Number 6 (1057 - 1060).
- Mark, Roger G. (2004): **Clinical Electrocardiography And Arrhythmias**, Quantitative Physiology: Organ Transport Systems, 6.022J/2.792J/HST542J, [http://www.clin\\_elec\\_card.htm](http://www.clin_elec_card.htm)
- Martini, Frederic H., Ober, William C. , Garriso, Claire W. , Welch, Kathleen and Hutchings Ralph T. (2001): **Fundamentals Of Anatomy & Physiology**, 5<sup>th</sup> ed., Published by Pearson Education, Inc., Prentice Hall, New Jersey. U.S.A.
- Mcardle, William D., Katch, Frank I. and Katch, Vector L. *et al.*, (2006): **Essentials Of Exercise Physiology**, 3<sup>th</sup> ed., Lippincott Williams & Wilkins, New York, U.S.A.
- Nottin, S., Vinet, A. , Stecken,F. , N'guyen, L. D. , Ounissi, F. , Lecoq, A. M. and Obert, P. (2002): **Central And Peripheral Cardiovascular Adaptations To Exercise In Endurance-Trained Children**, Act a Physiological Scandinavia, Vol. (175).
- Novosel, Dragutin, Noll, Georg, and Lüscher, Thomas F. (1999): **Corrected Formula for the Calculation of the Electrical Heart Axis**, Croatian Medical Journal, Vol. (40), No. (1), 1-3.



- Paridon, Stephen M., Alpert, Bruce S., Boas, Steven R. , Caldarera, Marco E. , Caldarera, Laura L. , Daniels, Stephen R. , Kimball, Thomas R. , Knilans, Timothy K. , Nixon, Patricia A. ,Rhodes, Jonathan , and Yetman, Angela T. , (2006): **Clinical Stress Testing In The Pediatric Age Group A Statement From The American Heart Association Council On Cardiovascular Disease In The Young, Committee On Atherosclerosis, Hypertension, And Obesity In Youth, Cardiology Training Programs**, American Heart Association, Circulation, Vol. (113)
- **(QRS Card ECG) - help:** for Windows Copyright<sup>®</sup>, 2001, Dulse, Biomedical. <http://www.qrs card ecg.com>.
- Rowland, Thomas W., (2005) **Chidrens's Exercise Physiology**, 2<sup>nd</sup> ed. Human Kinetics ,
- Rutenfranz, Joseph and Mocellin, Rolf (1986) **Children And Exercise XII**, International Seriesn On Sport Sciences, Vol. (17).
- Shi, Jian Rong (2002): **Cardiac Structure And Function In Young Athletes**, Dissertation submitted for the degree of Master of Applied Science, Department of Human Movement, Recreation and Performance, Victoria University of Technology, U.S.A.
- Tiger, Steven *et al.* (2000): **Mathematical Concept In Clinical Science**, Prentice Hall, Inc., New Jersey, U.S.A...
- Washington, Reginald L., Bricker JT, Alpert BS, Daniels SR, Deckelbaum RJ, Fisher EA, Gidding SS, Isabel-Jones J, Kavey RE, and Marx GR, Washington, Reginald L. et al., (1994): **Guidelines for Exercise Testing in the Pediatric Age Group From the Committee on Atherosclerosis and Hypertension in Children, Council on Cardiovascular Disease in the Young**, Circulation , Journal of the American Heart Association, Vol. (90).