الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة دمشق
كلية الطب البشري
قسم الأمراض الباطنة

القيمة الإنذارية لتأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد اختبار الجهد

Prognostic value of delayed heart rate recovery after treadmill stress test

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في الأمراض الباطنة العامّة

إعداد طالبة الدراسات العليا

نور محمد خليل ادريس

إشراف

الأستاذ الدكتور

محمد المبارك

2022 م

تصريح

اسمي **نور محمد خليل ادريس**، أقدّم هذا البحث لنيل شهادة الدراسات العليا في أمراض الباطنة العامّة بعنوان:

القيمة الإنذارية لتأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد اختبار الجهد

وأصرّح على مسؤوليتي الكاملة أنّ العمل المقدّم فيما يلي من إنتاجي بالكامل وكل المعلومات المستقاة من مصادر أخرى فيه مسندة إلى أصحابها بكل دقّة، وأنّ الاقتباسات الحرفية من الأعمال الأخرى –إن وجدت– لا تتجاوز الحجم الأدنى الضروري للاقتباس، ومبينة بوضوح وحُصرت بين علامات تنصيص ("....") ومسندة صراحةً إلى مصادرها.

كلمة شكر:

- لله الحمدُ أولاً وأخيراً الذي أعانني ووفقني بفضله وكرمه.
- أشكرُ والدي على ثقته الدائمة بنجاحي.
- أشكر والدتي على دعواتها الحثيثة واهتمامها الذي تجاوزني بمراحل.
- أشكر إخوتي وأخواتي الذين كانوا لي السند الدائم بحضورهم وغيابهم.
- ودائماً الشكر لزوجي الغالي الذي دعمني ووقف بجانبي، فكان لي نعم الزوج والسند.
- الشكر لفلذة كبدي وأملي الدائم في هذه الحياة ولدي الغالي أنس.
- أشكر أهل زوجي على أملهم فيني، وإحاطتي بالتشجيع والدعاء.
- كما أتقدم بجزيل الشكر للأستاذ الدكتور محمد المبارك؛ لتفضله بالإشراف على رسالتي، وتشجيعه الدائم لي وملاحظاته البناءة في إعداد هذه الرسالة.
- وأتوجه بشكري لكل من أحبوني، وكانوا عوناً لي بتحقيق هذا النجاح...

د. نور محمد خليل ادريس

فهرس المحتويات

فهرس المحتويات 4

فهرس الأشكال 8

فهرس الجداول 9

الاختصارات 10

ملخص البحث 13

الباب الأول: القسم التمهيدي 15

- المقدمة 15
- المشكلة البحثية 16
- هدف البحث 16
- مسوّغات البحث 16
- فرضيات البحث 17
- محددات البحث 17
- مناهج البحث، وأدواته 17
- مكونات البحث 19

- الدراسات المرجعية 20

الباب الثاني: القسم النظري 21

- الفصل الأول: لمحة تشريحية وفيزيولوجية عن تكوين القلب، وآليات عمله 22
  - تشريح القلب العياني 22
  - البنية النسيجية للقلب 24
  - لمحة فيزيولوجية عن عمل القلب 26
- الفصل الثاني: فيزيولوجيا الجهد، وتكيف القلب مع الجهد 28
  - قبط الأوكسجين الإجمالي بالجسم 28
  - قبط الأوكسجين الأعظمي بالجسم 29
  - العلاقة بين تزويد القلب بالأوكسجين، وحاجته في أثناء الجهد 30
  - متطلبات العضلة القلبية للأوكسجين 30
  - تزويد العضلة القلبية بالأوكسجين 31
- الفصل الثالث: اختبار الجهد 33
  - مزايا اختبار الجهد وعيوبه 33
  - الاستطبابات 34
  - مضادات الاستطباب 40

- محددات اختبار الجهد 42
- تحضير المريض 44
- بروتوكولات الجهد 45
- الاختلاطات الممكنة 48
- البيانات 50
- انهاء اختبار الجهد 56
- تفسير البيانات 58

• الفصل الرابع: عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد إيقاف اختبار الجهد. 62

الباب الثالث: القسم العملي 64

- هدف البحث، وطريقة إجرائه 64
  - هدف البحث 64
  - خلفية البحث، وأهميته 64
  - مناهج البحث، وأدواته 65
- نص الموافقة المستنيرة 69
- استمارة البحث العلمي 70
- نتائج الدراسة 71

- الإحصاء الوصفي 71
- الإحصاء الاستدلالي 79

- مناقشة النتائج، والمقارنة بالدراسات العالمية 81
- الخلاصة 86
- المراجع 87
- Abstract 89

فهرس الأشكال

الشكل 1: الوجه الأمامي للقلب 23

الشكل 2: الوجه الخلفي للقلب 24

الشكل 3: الجهاز الكهربائي للقلب 25

الشكل 4: الاستجابة الفيزيولوجية للجهد الحاد 32

الشكل 5: صورة ترسيمية لاختبار الجهد 33

الشكل 6: متلازمة وولف باركنسون وايت تخطيطياً 35

الشكل 7: تأثير الديجوكسين في التخطيط 36

الشكل 8: ناظم خطى بطين أيمن على التخطيط 36

الشكل 9: حصار الغصن الأيمن 37

الشكل 10: حصار الغصن الأيسر 38

الشكل 11: أنواع تزحلات ST في أثناء الجهد 52

فهرس الجداول

الجدول 1: احتمالية وجود الداء الإكليلي عند مرضى الألم الصدري 42

الجدول 2: الحساسية والنوعية لاختبار الجهد التخطيط، الصدوي والنظائر المشعة 43

الجدول 3: بروتوكول بروس 47

الجدول 4: الحالات التي تؤهب لحدوث مضاعفات من اختبار الجهد 50

الجدول 5: الاستطبابات المطلقة؛ لإنهاء اختبار الجهد 56

الجدول 6: الاستطبابات النسبية؛ لإنهاء اختبار الجهد 57

الاختصارات

ACEI Angiotensin Converting Enzyme Inhibitors.

AF Atrial Fibrillation.

AHA American Heart Association.

AMPHR Age predicted maximum heart rate.

ATP Adenosine Tri Phosphate.

AVN Atrio Ventricular Node.

BP Blood Pressure.

CABG Coronary Artery Bypass Grafting.

CAD Coronary Artery Disease.

CRI Chronotropic response index.

CRT Cardiac Resynchronization Treatment.

DTS Duke Treadmill Score.

ECG Electro Cardiography.

EF Ejection Fraction.

HR Heart Rate.

HRR Heart Rate Recovery.

LBBB Left Bundle Branch Block.

LVH Left Ventricular Hypertrophy.

MET Metabolic Equivalent.

MI Myocardial Infraction.

PPV Positive Prediction Value.

RBBB Right Bundle Branch Block.

RPE Rating of Perceived exertion.

SAN Sino Atrial Node.

SBP Systolic Blood Pressure.

SVT Supra Ventricular Tachycardia.

VO_2 Total body oxygen uptake.

VOmax Maximal body oxygen uptake.

VT Ventricular Tachycardia.

WPW Wolf Parkinson Wight.

ملخص البحث

الخلفية: إنّ اختبار الجهد التخطيطي وسيلة تشخيصية وإنذارية جيدة في تقييم مرضى الداء الإكليلي، وتعدُّ خياراً تشخيصياً مثالياً لمرضى الألم الصدري؛ مع احتمالية متوسطة للداء الإكليلي. وسُجّل عددٌ من النتائج الشاذة؛ وخصوصاً تأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد الاختبار وعدّها كمعيار إنذاري سيِّئ يتنبأ بالحوادث المستقبلية القلبية من احتشاء، وموت قلبي.

الهدف: إنّ الهدف من هذه الدراسة هو معرفة القيمة الإنذارية؛ لتأخر عودة سرعة القلب للقاعدي بعد اختبار الجهد التخطيطي.

المواد، والطرائق: دراسة مستقبلية Prospective study شملت المرضى المرشحين لاختبار جهد؛ مع تخطيط ممن راجعوا العيادات القلبية لمستشفيات جامعة دمشق (المواساة الجامعي والأسد الجامعي) في المدة الممتدة من 2020/12/1 وحتى 2021/12/1. تضمنت البيانات التي جمعت العمر والجنس والسوابق المرضية والسوابق الدوائية، ومدة الجهد، وتسجيل حدوث تبدلات دالة على نقص تروية أو احتشاء في أثناء الاختبار (سيُستبعد كل من طور تبدلات إقفارية أو احتشائية في أثناء الاختبار) وستسجّل سرعةُ القلب بعد دقيقة من إيقاف اختبار الجهد. سيُقسم المرضى إلى مجموعتين: مرضى ذوو معدل طبيعي لعودة سرعة القلب للقيمة القاعدية ومرضى ذوو تأخر عودة سرعة القلب للقاعدي، وسيُتابع المرضى متابعةً دوريةً كل ثلاثة أشهر؛ بزيارة للعيادة القلبية أو بمتابعة هاتفية على مدار مدة الدراسة، وسيُسجل حدوث احتشاء عضلة قلبية أو وفيات في كلا مجموعتي الدراسة.

النتائج: شملت الدراسة 100 مريض، استُبعد اثنان بسبب حدوث علامات احتشاء عضلة قلبية في أثناء الاختبار، و15 مريضاً؛ بسبب حدوث تبدلات تخطيطية إقفارية خلال الاختبار؛ ومن ثمَّ دُرس 83 مريضاً (53 ذكوراً، 30 إناثاً، متوسط العمر 63 $\pm$ 10 سنوات). وبالنسبة للتوزع حسب سرعة عودة القلب للسواء؛ فحوالي 44 مريضاً حدث لديهم تأخر بعودة سرعة القلب، و39 مريضاً لم تتأخر سرعة عودة القلب للسواء بنسب 53% و 47% على التوالي. وبالنسبة للاختلاطات الحاصلة على المدى البعيد، فكانت في مجموعة تأخر عودة سرعة القلب للسواء 2 وفاة و 10 احتشاء عضلة قلبية؛ مقارنة بحالة وفيات واحدة بالمجموعة الثانية، وحالتي احتشاء فقط. وكانت النتائج ذات قيمة إحصائية مهمة (P-value= 0.031).

الخلاصة: إنّ تأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية على اختبار الجهد التخطيطي ذو قيمة إنذارية مهمة، وقادر على التنبؤ بالوفيات، واحتشاء العضلة القلبية عند المرضى.

الباب الأول: القسم التمهيدي

أولاً: المقدمة:

إنّ اختبار الجهد التخطيطي وسيلة تشخيصية وإنذارية تستعمل في استطبابات عدة. يستعمل اختبار الجهد لتشخيص الداء الإكليلي عند المرضى البالغين؛ مع احتمالية متوسطة لوجود الداء الإكليلي[1]. كما يستعمل اختبار الجهد لتقييم الخطورة والإنذار عند المرضى الذين لديهم أعراض أو سوابق داء إكليلي وهو الاستطباب الرئيس حالياً لإختبار الجهد[2]. يقيم اختبار الجهد عدداً من المتغيرات: مقدار تسرع القلب على الجهد، ومقدار تغير الضغط الدموي الشرياني على الجهد، والسعة الوظيفية على الجهد METs، كما يقيم وجود تبدلات تخطيطية مشيرة لنقص التروية أو حدوث لانظميات على الجهد، وأخيراً يقيّم ظهور أي أعراض خناقية أو غشي على الجهد[2]. وبعد إيقاف اختبار الجهد يجب أن يعود النبض إلى قيمه القاعدية قبل اختبار الجهد، وفي أثناء مدة زمنية لا تتجاوز دقيقة حسب الدراسات السابقة[3].

بناءً على ذلك يمكن تعريف تأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد الجهد Abnormal Heart Rate Recovery بكون معدل تباطؤ القلب دون 12 ضربة/دقيقة بعد إيقاف الجهد بدقيقة، أو معدل تباطؤ دون 18 ضربة/دقيقة بعد إيقاف الجهد والجلوس فوراً أو الاستلقاء فوراً (بعد دقيقة)، أو تباطؤ دون 22 ضربة/دقيقة بعد دقيقتين من إيقاف الجهد[3].

لقد تبين أنّ تأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية على اختبار الجهد عامل مستقل منبئ بسوء إنذار وبزيادة معدل الحوادث القلبية والوفيات القلبية عند المرضى العرضيين واللاعرضيين[3].

ثانياً: المشكلة البحثية:

لاختبار الجهد التخطيطي استطبابات متنوعة ومهمة، منها: استطبابات تشخيصيّة وأخرى إنذاريّة. يعدّ تشخيص الداء الإكليلي الاستطباب الرئيس لإجراء اختبار الجهد التخطيطي. وكثيراً ما يغفل الأطباء عن الأهمية الإنذاريّة لهذا الاختبار. وحتى عند إجراء الاختبار يتحرّى عددٌ من الأطباء فقط عن ظهور أعراض نقص التروية القلبية؛ كالألم الصدري الوصفي أو علاماتها؛ كهبوط الضغط والتبدلات التخطيطية المشيرة لنقص التروية كتزحل القطعة ST للأسفل، دون إعطاء الأهمية لفترة الراحة من اختبار الجهد. وإنّ التركيز في هذا البحث يبين لنا أهمية مراقبة المريض في فترة الراحة بعد إيقاف اختبار الجهد أو انتهائه؛ وخصوصاً تأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد اختبار الجهد.

ثالثاً: هدف البحث:

تهدف الدراسة إلى معرفة إذا كان هناك قيمة إنذارية لتأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد اختبار الجهد.

رابعاً: مسوّغات البحث:

شيوع استعمال اختبار الجهد التخطيطي، وسهولة إجرائه، وبساطة تكلفته، واقتصار عددٍ من الأطباء على القيمة التشخيصية للاختبار. ولذا نسوّغ في هذه الدراسة الأهمية الإنذارية لاختبار الجهد التخطيطي؛ وخصوصاً تأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد الانتهاء من الاختبار.

خامساً: فرضيات البحث:

من المتوقع وجود قيمة إنذارية لتأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد اختبار الجهد من حيث الحوادث المميتة والبقيا.

سادساً: محددات البحث:

- صغر حجم العينة.
- قصر مدّة الدراسة.

سابعاً: مناهج البحث، وأدواته:

- تصميم البحث:

بحث حشدي مستقبلي في أثناء المدة الممتدة من تاريخ 1 كانون الأول 2020 وحتى 1 كانون الأول 2021.

- معايير القبول في البحث:

معايير الاشتمال:

المرضى المرشحون لاختبار جهد تخطيطي بعمر فوق 18 سنة، وهم:

- ✓ مرضى الخناق المستقر.
- ✓ بعد احتشاء العضلة القلبية.
- ✓ الداء القلبي الصمامي.
- ✓ اللانظميات.
- ✓ الأدواء القلبية الخلقية.

معايير الاستبعاد:

المرضى الذين حصل لديهم ازدياد بمعدل النبض أكثر من 10% بالمراقبات المتتالية في مدّة الراحة بعد اختبار الجهد.

المرضى الذين لديهم مضاد استطباب لاختبار الجهد:

- ✓ الخناق غير المستقر/ احتشاء العضلة القلبية الحاد أول 48 ساعة.
- ✓ تسلخ الأبهر.
- ✓ قصور القلب غير المعاوض.
- ✓ التهاب الشغاف الخمجي.
- ✓ الصمة الرئوية والخثار الوريدي العميق.
- ✓ التهاب العضلة القلبية/التهاب التأمور.
- ✓ عدم القدرة على إجراء الجهد لأسباب فيزيائية، مثل تنكس مفصل الركبة.

- طريقة الدراسة:

جُمعت المعلومات الآتية عن المرضى: العمر– الجنس – العمل – الأدوية المستعملة لدى المريض مع جرعاتها – نمط الحياة (التدخين والكحول) – الشكاية الرئيسة والسوابق العائلية. حُضر المرضى لاختبار الجهد (كإيقاف حاصرات بيتا والديجوكسين بحال تناولها) ومن ثمّ أُجري اختبار جهد تخطيطي؛ وفق بروتوكول بروس، وسُجّل أي تبدلات تخطيطية أو أعراض خناقية؛ مشيرةً إلى اختبار جهد إيجابي، وهؤلاء المرضى مستبعدون من الدراسة؛ نظراً للحاجة لتطبيق علاجات دوائية قد تؤثر في النتيجة (مثل: تطور نوبة SVT على اختبار الجهد يستدعي إعطاء حاصر كلس أو حاصر بيتا وريدياً للمريض وقبوله بالعناية). كما سُجِّلت سرعة النبض قبل اختبار الجهد، وعلى ذروة الجهد، وبعد اختبار الجهد بدقيقة، وسُجّل إلكترونياً عن طريق كمبيوتر اختبار الجهد الموصول على المريض.

سُجِّلت هذه المعلومات بالاستمارة المرفقة، وتُوبِعَ المرضى المشمولين بالدراسة عن طريق الاتصال بهم هاتفياً، أو مراجعة المشفى كل 3 أشهر.

ثامناً: مكونات البحث:

يتكون البحث من ثلاثة أبواب:

I. **الباب الأول:** القسم التمهيدي.
II. **الباب الثاني:** القسم النظري لموضوع دراستنا، وعن التعاريف الأساسية؛ ليكوّن القارئ فكرة عن اختبار الجهد، ويتكون من أربعة فصول:

الفصل الأول: لمحة تشريحية، وفيزيولوجية عن تكوين القلب، وآليات عمله.

الفصل الثاني: فيزيولوجيا الجهد، وتكيف القلب مع الجهد.

الفصل الثالث: اختبار الجهد.

الفصل الرابع: عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد إيقاف اختبار الجهد.

III. **الباب الثالث:** ويتضمن القسم العملي: وهو الإطار العلمي لدراستنا والخطط التَي اتبعناها في مدّة الدّراسة؛ للوصول إلى نتائج في هذا البحث، ويتكون من خمسة فصول:

1. **الفصل الأول:** هدف البحث، وطريقة اجراؤه: ويحتوي على مقدمة البحث، وهدف البحث، وأهميته، ومسوغات البحث، وفرضيات البحث، ومواد البحث وطرقه (تصميم الدّراسة، وعينة البحث، ومعايير الاشتمال والاستبعاد، وطرق العمل) وكذلك الدّراسة الإحصائية المتبعة، ونموذج الموافقة المستنيرة، والاستمارة التّي استعملت في البحث.

2. **الفصل الثاني:** نتائج البحث: ويحتوي على عرض النتائج الإحصائية التّي توصلنا لها في دراستنا.

3. **الفصل الثالث:** المناقشة، والمقارنة بالنتائج العالمية: ويحتوي على مراجعة للنتائج، ومقارنتها بنتائج الدّراسات العالمية المشابهة.

4. **الفصل الرابع:** الخلاصة: ويحوي خلاصة لما توصلنا إليه في هذا البحث.

7. **الفصل الخامس:** التوصيات.

تاسعاً: الدراسات المرجعية:

1- الدراسة اليابانية Satoshi Yanagisawa وزملاؤه:

The prognostic value of treadmill exercise testing in very elderly patients: heart rate recovery as a predictor of mortality in octogenarians

وهي دراسة مستقبلية نُشرت في شهر شباط عام 2011 بمجلة Europace وشملت 97 مريضاً، وبعد متابعة لمدة 2.6 سنة وسطياً كانت نسبة الوفيات أقل عند المرضى مع معدل عودة سرعة قلب سوية مقارنةً بالمرضى ذوي تأخر معدل عودة سرعة القلب للقاعدي.

2- الدراسة الأمريكية لجونسون Nils P Johnson وزملاؤه:

Prognostic value of late heart rate recovery after treadmill exercise

وهي دراسة مستقبلية نشرت 29 آذار عام 2012، نشرت في مجلة Am J Cardiol شملت 66 مريضاً، وبعد متابعة 9.9 ± 1.5 سنة وسطياً تبيّن وجود فرق إحصائي هام بخفض نسبة الوفيات والاحتشاء القلبي لصالح المرضى مع عودة سرعة قلب للقاعدي سوية مقارنةً بالمرضى ذوي تأخر عودة سرعة القلب للقاعدي.

3- الدراسة الإيطالية لـ Carmela Nappi وزملاؤه:

Prognostic value of heart rate reserve in patients with suspected coronary artery disease undergoing stress myocardial perfusion imaging

وهي دراسة حشدية نشرت في تموز 2021 في مجلة Journal of Nuclear Cardiology شملت 866 مريضاً، وبعد متابعة 7 سنوات تبين وجود فرق إحصائي هام بنسبة الوفيات والاحتشاء القلبي عند مجموعة تأخر عودة سرعة القلب للسواء.

الباب الثاني: القسم النّظري

يتألف الباب الثاني من أربعة فصول:

الفصل الأول: لمحة تشريحية وفيزيولوجية عن تكوين القلب، وآليات عمله.

الفصل الثاني: فيزيولوجيا الجهد، وتكيف القلب مع الجهد.

الفصل الثالث: اختبار الجهد.

الفصل الرابع: عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد إيقاف اختبار الجهد (Recovery heart Rate).

الفصل الأول: لمحة تشريحية وفيزيولوجية عن تكوين القلب، وآليات عمله

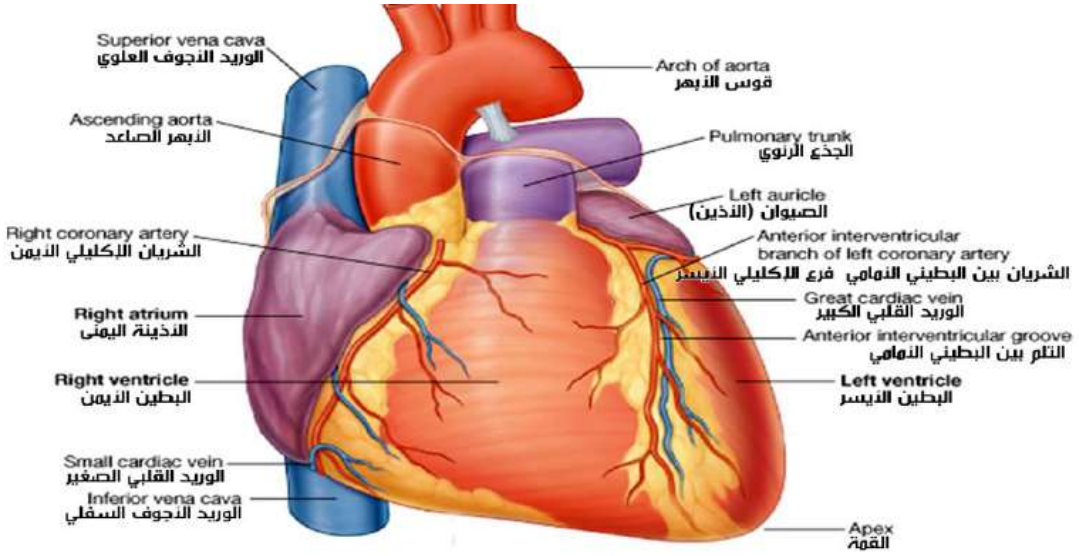
1 – 1 تشريح القلب العياني:

التأمور: طبقة خارجية تحيط بالقلب، وتحوي ســـائلاً مزلقاً يحمي القلب من الصـــدمات والاحتكاك. والكمية الطبيعية للسائل التاموري أقل من 50 مل. الضغط الطبيعي ضمن جوف التامور مشابه لضغط جوف الجنب، فهو سلبي أو صفر تقريباً[4].

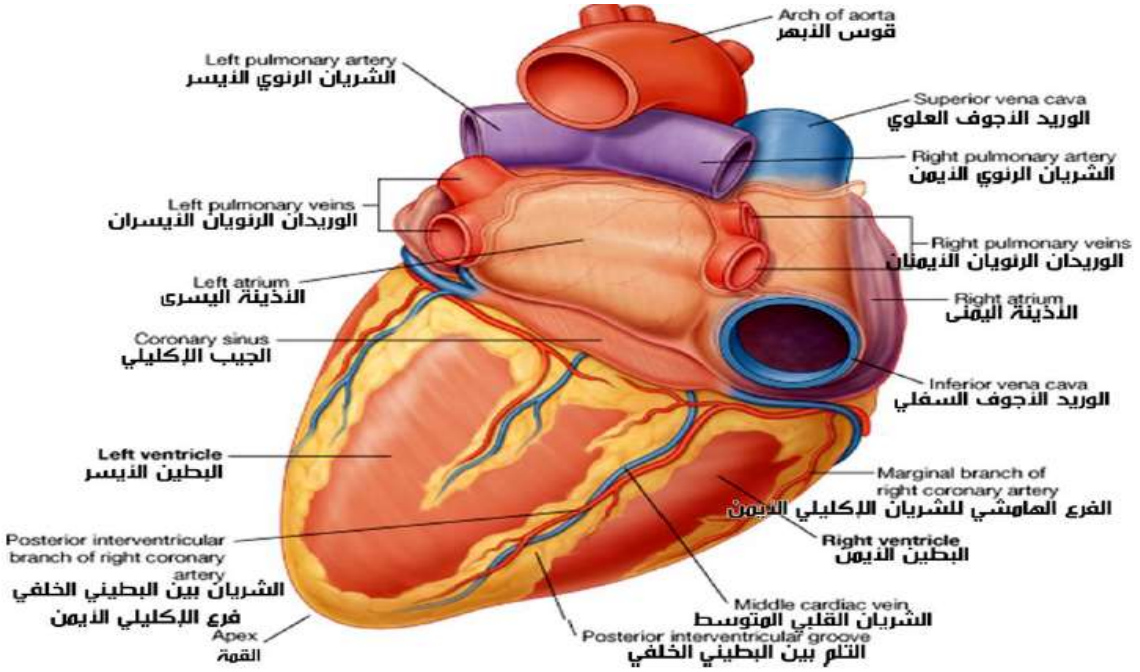
العضل القلبي: أذينتان: يمنى ويسرى، وبطينان أيمن وأيسر. توجد لسينة للأذينة اليسرى، وهي زائدة ملتفة خلف الأذينة يكون جريان الدم بطيئاً فيها. عند حدوث رجفان أذيني تكون اللسينة هي مكان تشكل 90% من الخثرات. لا تظهر بمعظم الحالات اللسينة على الإيكو القلبي عبر جدار الصدر؛ بل تحتاج لإيكو عبر المريء. الكتلة العضلية للأجواف اليسرى أكبر من الكتلة العضلية للأجواف اليمنى. تكون الكتلة العضلية للأذينات معزولة كهربائياً 100% عن الكتلة العضلية للبطينات؛ إذ يوجد حلقة ليفية بمستوى الصمامات تفصل الأذينات عن البطينات، ويُنقل التنبيه من الأذينات للبطينات؛ عبر طرق ناقلة متخصصة. يتكون الجهاز الناقل للقلب من العقدة الجيبية الأذينية SAN والعقدة الأذينية البطينية AVN وحزمة هيس وفروعها التي تنتهي بألياف بوركنجي. المكان الوحيد لنقل التيار الكهربائي من الأذينات للبطينات هو العقدة الأذينية البطينية AVN، وبالحالة الفيزيولوجية يتم النقل باتجاه واحد أي من الأذينات نحو البطينات، ولا يحدث العكس (يحدث في نوب SVT). لا يوجد سبل أو مسالك إضافية لنقل التنبيه من الأذينات نحو البطينات (يحدث في متلازمة وولف باركنسون وايت). بحال وجد السبيل الإضافي فهو أسرع نقلاً من العقدة الأذينية البطينية للتيار والأدوية المؤثرة في السبيل الإضافي تختلف عن الأدوية المؤثرة في العقدة الأذينية البطينية[4].

الصمامات: صمامات أذينية بطينية: مثلث الشرف والتاجي، صمامات بطينية شريانية: الأبهري والرئوي. يكون للصمامات الأذينية البطينية مكونات عدة: عضلات حليمية، وحبال وترية، ووريقات الصمام، وحلقة ليفية محيطة بالصمام. الصمامات البطينية الشريانية: لها ثلاثة شرف، تفتح وتغلق حسب مدروج الضغط[4].

الشغاف: طبقة مبطنة لأجواف القلب، ملساء[4].



الشكل 1: الوجه الأمامي للقلب.



الشكل 2: الوجه الخلفي للقلب.

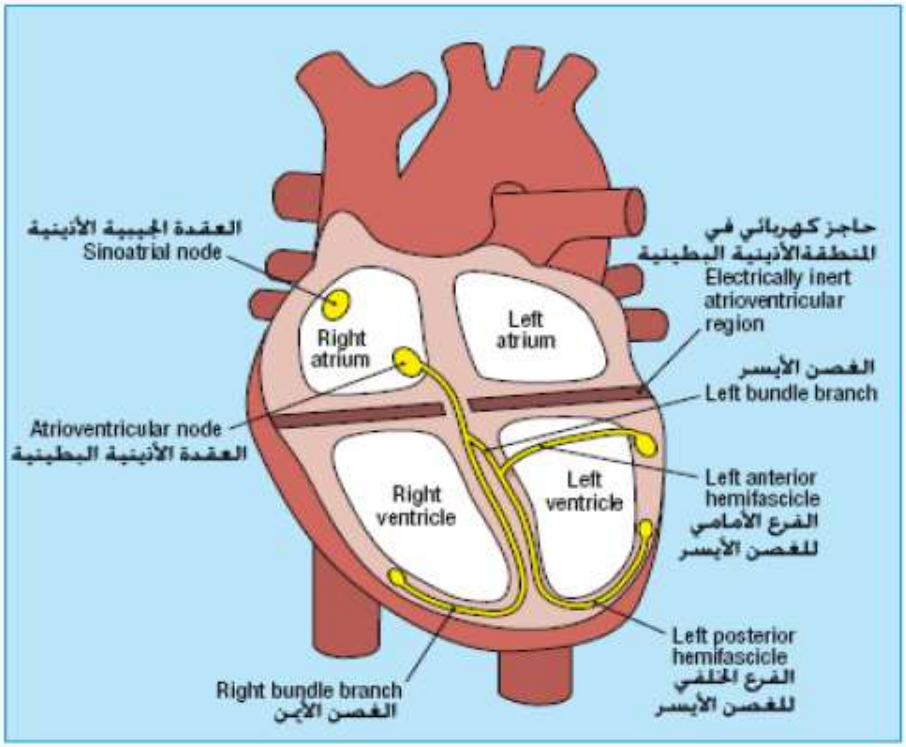
1 – 2 البنية النسيجية للقلب:

يتكون القلب نسيجياً من:

النسيج المولِّد للنظم الكهربائي: وهو الجهاز الناقل، يبدأ توليد التيار الكهربائي بالقلب في العقدة الجيبية الأذينية SAN، ثم ينتقل التنبيه عبر طرق خاصة إلى الأذينات؛ فيحدث تنبيه للأذينات، ومن ثم يصل إلى العقدة الأذينية البطينية AVN. وكما ذكرنا فإنّ الـ AVN هي الممر الوحيد للتيار الكهربائي من الأذينات إلى البطينات. كما نذكر بصورة مهمة أنّ التيار الكهربائي يعبر الـ AVN باتجاه واحد؛ أي من الأذينات إلى البطينات ولا يمرّ رجوعاً بالحالة الطبيعية أبداً. ومروره بالعكس يعني حدوث لانظمية (كالتسرع الوصلي أو البطيني). تولّد SAN النظم بسرعة 60–100/د. النظم الناتج عن العقدة الجيبية يدعى بالنظم الجيبي، ويتميز النظم الجيبي بوجود موجة P قبل كل مركب QRS، يكون مركب QRS في النظم الجيبي ضيق؛ أي زمنه قصير 60–100 مل ثا؛ نتيجة مرور التنبيه الكهربائي بالطرق الناقلة النظامية. بحال تعطل الناظم الأساسي SAN لأي سبب يقوم الناظم الثانوي باستلام المهمة، وهو AVN

حيث يولِّد نظماً بسرعة 40–60 /د يدعى بالنظم الوصلي، يتميز النظم الوصلي بغياب موجات P، ويكون المركب ضيقاً أي سوي؛ لأنّ التنبيه يمر عبر أغصان حزمة هيس وفروعها (أي ضمن الطرق الناقلة). بحال تعطل الناظم الثانوي تقوم ألياف بوركنجي البطينية بتوليد نظم بطيني ذاتي بسرعة 25–40/د والمركب عريض؛ لأنّ التنبيه يسير عبر الخلايا العضلية، وليس عبر الاسلاك الناقلة[4].

النسيج العضلي القلبي: يستجيب للتنبيه الكهربائي الذي يأتي بالوقت المناسب، فيتقلص. هناك تناغم في التقلص بين الأذينات والبطينات؛ أي تتقلص الأذينة عندما يكون البطين مسترخياً في طور الامتلاء، ومن ثم يتقلص البطين؛ ليفرغ محتواه من الدم. هناك تزامن بالتقلص بين البطينين؛ أي يتقلصان بزمن واحد، وإنّ تعطّل الغصن الأيسر في حزمة هس (حصار غصن أيسر) يؤدي لنقص في قلوصية القلب، ويفاقم قصور القلب. وهناك علاج يدعى إعادة التزامن القلبي يعيد هذا التزامن[4] .



الشكل 3: الجهاز الكهربائي للقلب.

1 – 3 لمحة فيزيولوجية عن عمل القلب:

تعد العضلة القلبية الجهاز الأساسي في جسم الإنسان، وتؤكد الوفاة بتوقف قلب الكائن الحي، ولا بد من وجود شروط مهمة لعمل القلب بالصورة الصحيحة:

1. درجة حرارة طبيعية للجسم 36.5–37.5 مئوية، وهي الدرجة المثالية لعمل القلب وبسرعة طبيعية: يؤدي انخفاض حرارة الجسم إلى نقص التلقائية في توليد التيار الكهربائي، فتحدث البطاءة القلبية الجيبية، وإلى زيادة مقاومة الطريق الناقل للتيار القلبي، فقد يحدث الحصار القلبي. ويتوقف القلب عن العمل بدرجات حرارة دون 33 سيليزيوساً. يؤدي ارتفاع الحرارة بالجسم إلى زيادة بالتلقائية، وبسرعة نقل التيار الكهربائي؛ فتظهر التسرعات الجيبية بدايةً وبدرجات حرارة أعلى يحدث اختلاف بكمونات العمل بين أجزاء القلب، فتحدث التسرعات القلبية المختلفة. يتوقف القلب بدرجات حرارة مرتفعة تتجاوز 42 مئوية[5].

2. وسط حامضي قلوي مناسب: يكون PH الدم الطبيعي بين 7.35 و 7.45 وإنّ الحماض يؤدي لبطاءات قلبية، والقلاء يؤدي لتسرعات قلبية. يتوقف العمل بالحماض الشديد كمرضى القصور الكلوي والاختناق[5] .

3. مستوى أكسجة طبيعي: إشباع الدم الطبيعي بالأكسجين: SO2 = 97% بهواء الغرفة – والضغط الجزئي للأكسجين بالدم PO2= 80–120 ملم ز، وإنّ نقص الأكسجة يؤدي لاضطراب بكمون العمل القلبي، وتحريض بؤر الاستثارة، وهي أن تتحرض منطقة من النسيج القلبي العضلي؛ فتصبح بؤرة مولِّدة للنظم، "فتحدث خوارج الانقباض والتسرعات". يؤدي نقص الأكسجة الشديد إلى توقف القلب عن العمل، وهو سبب الموت المباشر بمعظم حالات الوفيات[5] .

4. مستوى سكر طبيعي: تحتاج الخلايا العضلية إلى السكر لتوليد الطاقة، ويؤدي نقص السكر البسيط إلى تحريض الجهاز الودي، فيحدث تسرع قلب، أما نقص السكر المديد يؤدي لبطاءات قلبية حتى توقف القلب[5] .

5. مستوى خضاب طبيعي: إذ يؤدي فقر الدم إلى نقص أكسجة نسيجي؛ مما يحرض الاستثارة والتسرعات القلبية، وعلاوة عن ذلك فإنّ فقر الدم المديد يؤدي لزيادة بعمل القلب (نقص أكسجة النسج ← زيادة سرعة القلب)، ومع مرور الزمن يحدث إجهاد للقلب ← قصور قلب عالي النتاج[5] .

6. مستوى هرمون درقي طبيعي: الهرمونات الدرقية ضرورية لعمل القلب وضبط التحكم العصبي بالقلب، فمع نقص الهرمونات الدرقية تحدث البطاءة القلبية رغم وجود الأدرينالين، وبزيادة مستوى الهرمونات الدرقية تحدث التسرعات القلبية وصولاً للرجفان الأذيني[5] .

7. مستويات طبيعية للبوتاسيوم والكالسيوم والمغنزيوم: هذه الشوارد ضرورية لاكتمال كمون العمل بالخلايا القلبية، وإنّ نقص أيٍّ من هذه الشوارد يؤدي لتطاول مدة كمون العمل، والتأهب لحدوث تسرعات قلبية خطيرة. يؤدي ارتفاع البوتاسيوم الشديد إلى توقف القلب بوضعية استرخاء[5] .

8. مستويات كورتيزول طبيعية[5] .

الفصل الثاني: فيزيولوجيا الجهد، وتكيّف القلب مع الجهد

2 – 1 قبط الأوكسجين الإجمالي بالجسم:

تتطلب العضلات طاقة للتقلص والاسترخاء، وإنَّ معظم هذه الطاقة مشتقة من المستقلبات التأكسدية لإنتاج مركب الأدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP، وهكذا فإنَّ متطلبات الطاقة في أثناء الراحة وعلى أي مستوى من الجهد الجسدي يمكن تقييمها من خلال قياس قبط أوكسجين الجسم الإجمالي VO2. إنَّ معادلة فيك تُظهر أنَّ ال VO2 يساوي حاصل جداء نتاج القلب، واستخلاص الأوكسجين المحيطي (مثال: فرق الأوكسجين بين الشريان والوريد) [6].

إنَّ الـ VO2 يمكن التعبير عنه بسهولة بمضاعفات احتياج الأوكسجين القاعدي (أو ما يسمى المكافئ الاستقلابي Metabolic Equivalents METs) إذ إنَّ مكافئاً استقلابياً واحداً MET 1 هو مصروف الطاقة القاعدي للجسم على الراحة، ويعادل تقريباً 3.5 مل أوكسجين لكل كغ من وزن الجسم بالدقيقة الواحدة (3.5 mLO2/kg/m). وفق هذا النظام المريح يمكن جدولة كمية الطاقة المستهلكة عند أي جهد جسدي مقابل الطاقة المستهلكة في أثناء الراحة. وفقاً لذلك فإنَّ النشاط 5 METs يتطلب خمسة أضعاف الطاقة المستهلكة من الجسم في أثناء الراحة[6] .

2 – 2 قبط الأوكسجين الأعظمي بالجسم VO2 max [7]:

هو أكبر كمية من الأوكسجين يمكن قبطها في المستويات الأعلى من التمارين المتضمنة مجموعات عضلية كبيرة، وبالتعريف لا يمكن تجاوز هذا المستوى رغم ازدياد الجهد. يتعلق الـ VO2 max بالعمر، الجنس، الوراثة، التمرين، العادات، والحالة القلبية الوعائية[7] .

إنَّ نتاج القلب الأعظمي هو حاصل تضاعف سرعة القلب (2–3 أضعاف مستويات الراحة)، وازدياد حجم الضربة. إنَّ حجم الضربة عند شخص ذي صحة جيدة يشكل عموماً 50–60% من الـ VO2 max. إنَّ استخلاص الأوكسجين المحيطي يمكن أن يزداد حتى ثلاثة أضعاف، والفرق الأعظمي بالأكسجة بين الشرايين والأوردة له حدود فيزيولوجية حوالي 15–17 مل أوكسجين لكل 100 مل دم. في أثناء اختبار الجهد السريري لا يستمر المرضى بالاختبار حتى الوصول لـ VO2 max بل إلى مستوى الـ VO2 الذي حدثت معه أعراض سريرية تستدعي إيقاف الاختبار أو إلى الوصول إلى ذروة التمرين التي يمكن تحملها. يدعى هذا المستوى مستوى قبط الأوكسجين الذروي VO2 peak [7] .

Resting VO2= C.O x A–VO2 Difference

Maximal Exercise VO2= C.O x A–VO2 Difference

= HR (2–3x resting) x SV (2x resting) x A–VO2 Difference (3x resting)

Fick equations at rest and during exercise.

A–VO2 Difference; Arteriovenous oxygen difference. C.O; Cardiac output. HR; Heart rate. S.V; Stroke volume. VO2; Total body oxygen uptake.

2 – 3 العلاقة بين تزويد القلب بالأكسجين، واحتياج القلب للأوكسجين في أثناء الجهد [8]:

يحصـــل الإقفار القلبي عندما تتجاوز احتياجات العضـــلة القلبية للأوكســـجين الكميات المتوفرة عبر الأوعية الإكليلية. إنَّ عدداً من العوامل تؤثر في التوازن الدقيق بين مقدار التزويد بالأوكســجين والاحتياجات المطلوبة. يجرى اختبار الجهد؛ ليؤكد هذه الارتباطات، ولمراقبة الاســـتجابة الفيزيولوجية للجهد. إنَّ هذا يجعل الطبيب ليس قادراً فقط على تقييم تطور الإقفار؛ بل أيضاً تحديد مستوى استهلاك الطاقة الذي يحصل عليه الإقفار. (الشكل 4: الاستجابة الفيزيولوجية للجهد الحاد)[8] .

2 – 4 متطلبات العضلة القلبية للأوكسجين[9] :

يتعلق احتياج العضلة القلبية للأوكسجين بسرعة القلب HR، وضغط الدم BP، وقلوصية البطين الأيسر، وأخيراً التوتر الجداري للبطين الأيسر. إنَّ التوتر الجداري مرتبط بضغط البطين الأيسر، وثخانة الجدار، وحجم البطين الأيسر [9].

وإنَّ التغيرات في أيّ من هذه العوامل المترابطة يمكن أن يؤثّر في احتياج العضلة القلبية للأوكسجين. من هذه المتغيّرات؛ الضغط والنبض، وهي الأسهل قياساً ومراقبةً [9].

إنّ حاصـل جداء سـرعة القلب والضـغط الانقباضـي يدعى *بجداء الضـغط بالنبض* وهو مشـعر موثوق لمقدار احتياج العضلة القلبية للأوكسجين، ويمكن سريرياً تقييمه بسهولة. في أثناء تمارين التحمل الحادّة (كالمشي أو ركوب الدّراجة) يرتفع نتاج القلب اسـتجابةً للاحتياجات الاسـتقلابية للعضـلات المتقلصـة. يحصـل في أثناء التمرين إخماد للمقوية المبهمية مع ازدياد بالمقوية الوديّة التي تؤدّي إلى زيادة قلوصـية العضـلة القلبية، وزيادة سـرعة القلب. يزداد أيضـاً حجم الضـربة؛ بسبب زيادة العود الوريدي من العضـلات المتقلصـة، وإعادة توزّع الجريان الدموي من الأحشـاء والكلى والجلد إلى العضـلات المتقلصـة. إنَّ تراكم المنتجات الاسـتقلابية بالعضـلات المتقلصـة يسـبب توسـعاً وعائياً بشـرينات العضـلات الذي بدوره يزيد جريان الدم للعضـلات الهيكلية نحو أربعة أضـعاف جريان الراحة، كما يحصـل

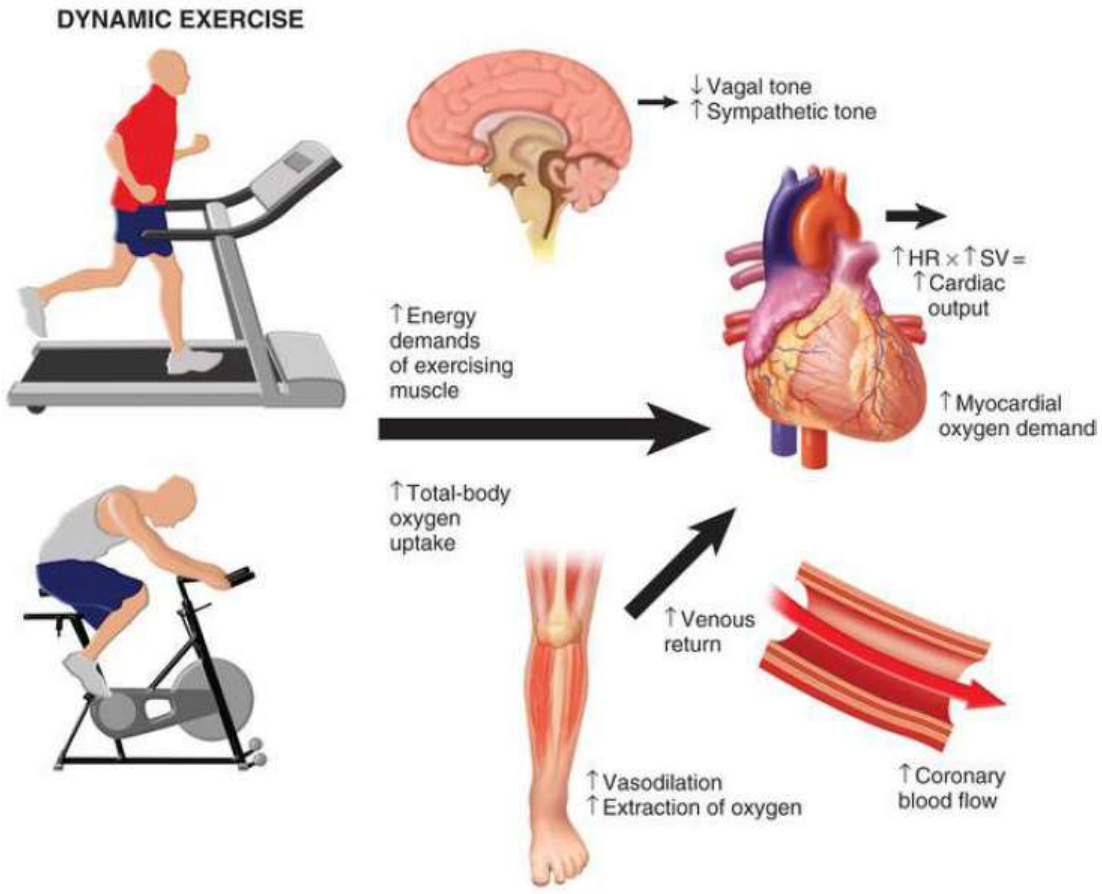
انخفاض في مقاومة تدفق الدم نحو الشريان الأبهري. إنَّ كل ماسبق يسمح بزيادة حجم الضربة، يزداد الضغط الإنقباضي بالمقام الأول؛ بسبب زيادة نتاج القلب؛ بينما الضغط الإنبساطي يبقى ثابتاً أو يهبط نتيجة نقص المقاومة الوعائية. إنَّ ارتفاع الضّغط الانقباضي في أثناء الجهد أكثر من ارتفاع النبض في أثناء تمارين المقاومة وتمارين التّحمل. ومن ثمَّ فإنَّ كلاً من تمارين التحمل وتمارين المقاومة تزيد من استهلاك العضلة القلبية للأوكسجين؛ بسبب ازدياد النبض، والضغط، وقلوصية البطين الأيسر، والتوتر الجداري. (الأخير ينجم عن ازدياد ضغط البطين الأيسر، وحجمه خلال الجهد)[9] .

2 – 5 تزويد العضلة القلبية بالأوكسجين[10] :

يزداد الجريان الدموي الإكليلي في أثناء الجهد استجابةً لِـ: التحريض العصبي الخلطي (بصورة أساسية تنبيه مستقبلات بيتا الوديّة). ونتيجة لتحرير المواد البطانية؛ بما فيها أوكسيد النترات. يحصل عند الأشخاص الأصحاء في أثناء الجهد الحاد توسع بالشرايين الإكليلية، وزيادة بالجريان الدموي الإكليلي؛ استجابة لزيادة احتياج العضلة القلبية للأوكسجين[10] .

بالأعم الأغلب يضطرب الجريان الإكليلي، نتيجة وجود لويحات عصيدية في الشريان الإكليلي، قد تسبب اللويحة تضيقاً خفيفاً أو انسداداً كاملاً في الشريان. هناك عوامل عدة تؤثر في أهمية تضيق اللمعة بما فيها درجة الانسداد، عدد وحجم الأوعية الرادفة، وأهمية الكتلة العضلية المروّاة، والخصائص الديناميكية للتضيق، وسعة التنظيم الذاتي للسرير الوعائي. عموماً إنَّ تحدد 50–70% من قطر اللمعة سوف يعطّل ذروة التوهج الوعائي الانعكاسي الذي يحصل استجابةً للجهد؛ بينما التضيق أكثر أو يساوي 90% سوف يحدد جريان الراحة وينقصه. ومع ذلك فإنَّ الجهد يحرض تبدلات موضعية في المقوية الوعائية؛ نتيجة لتغيير الاستجابة العصبية، وسوء الوظيفة البطانية، وعوامل موضعية. وهذه التغييرات يمكن أن تؤثر في تزويد العضلة القلبية بالدم المؤكسج. إنَّ الشرايين المصابة بالتصلب العصيدي غالباً

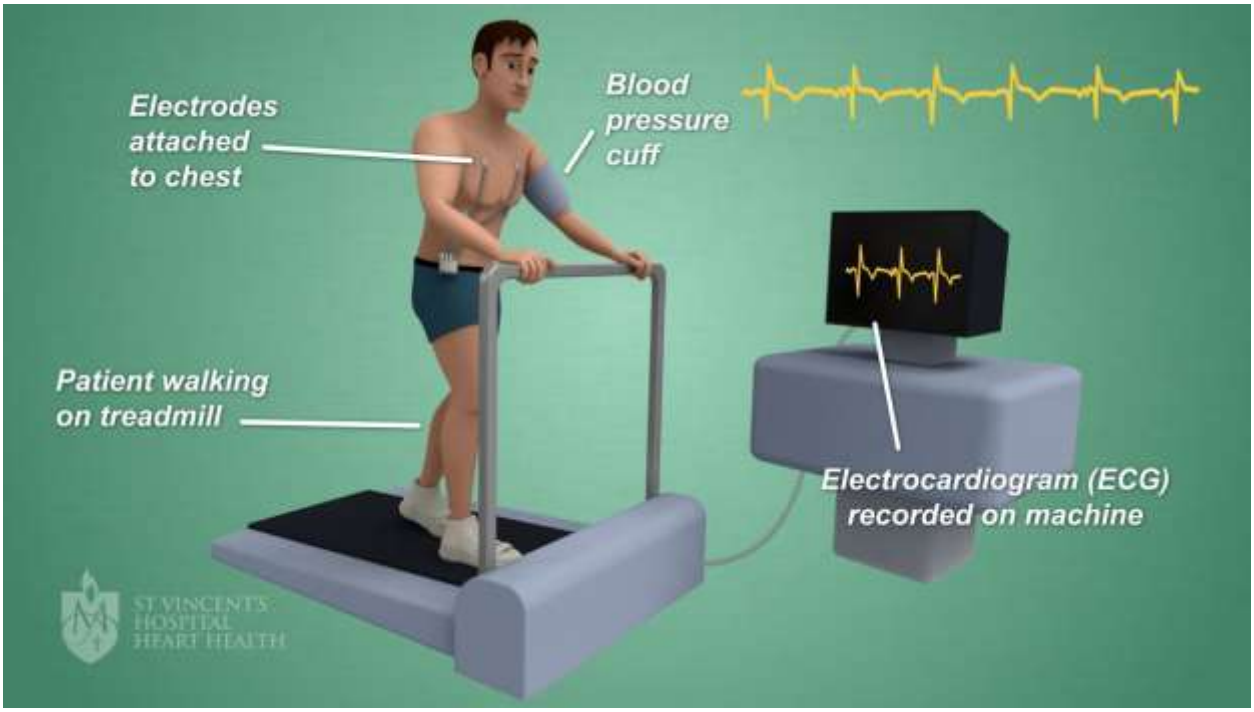
ما تفشل بالتوسع. ومن المحتمل أن تتقبض استجابة للجهد؛ الأمر الذي يؤدي إلى نقص إضافي بالوارد الدموي على أرضية زيادة الطلب[10] .



الشكل 4: الاستجابة الفيزيولوجية للجهد الحاد.

الفصل الثالث: اختبار الجهد

يعد اختبار تحمل الجهد القلبي وسيلة تشخيصية وإنذارية مهمة؛ لتقييم مرضى الداء الإكليلي المحتمل أو المعروف.



الشكل 5: صورة ترسيمية لاختبار الجهد: بساط متحرك مع كمبيوتر لتفسير المتغيرات الحيوية والتخطيطية.

3 – 1 مزايا اختبار الجهد وعيوبه[11] :

3-1-1 مزايا اختبار الجهد:

قدرته على تقييم الكفاية الوظيفية (والتي تعد منبئاً قوياً عن معدل الوفيات)، وانتشاره الواسع، وسهولة تطبيقه، وكلفته المنخفضة نسبياً. إنَّ اختبار الجهد مناسب جداً للمرض المسنين؛ مع احتمالية متوسطة بإصابتهم بداء الشريان الإكليلي (CAD).

3-1-2 عيوب اختبار الجهد:

لا يمكن استعماله كفحص ماسح لداء الشريان الإكليلي CAD لدى المرض اللاعرضيين. حساسية ونوعية منخفضة والتي يمكن أن تزداد بالاختبار الدقيق للمرضى المرشحين لهذا الفحص.

3 – 2 الاستطبابات[12] :

قسمت إلى ثلاث مجموعات؛ اعتماداً على درجة الشك أو على خطورة الداء المشخص؛ وهي كالآتي:

3 -2 – 1 في تشخيص الداء الوعائي الإكليلي الحاد (CAD):

Class1: المرضى البالغون المتضمنون المرضى الذين لديهم حصار غصن أيمن RBBB أو أقل من 1 ملم تزحل في ST على الراحة؛ مع احتمال متوسط لإصابتهم بـCAD؛ اعتماداً على الجنس، العمر، والأعراض.

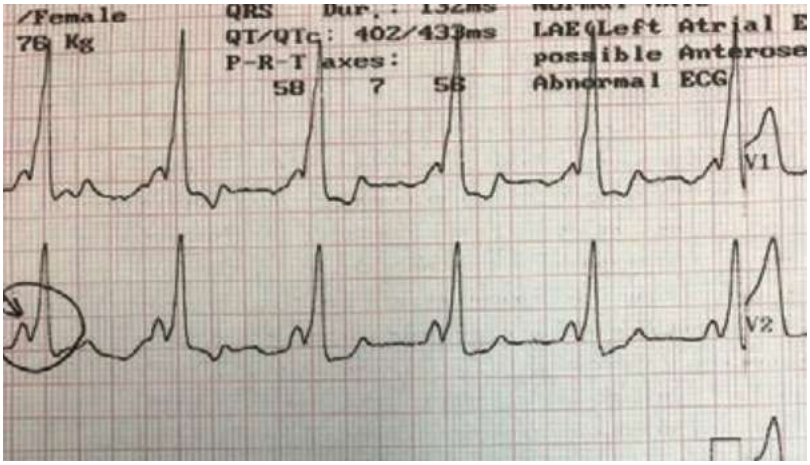
Class2a: مرضى الخناق التشنّجي.

Class2b:

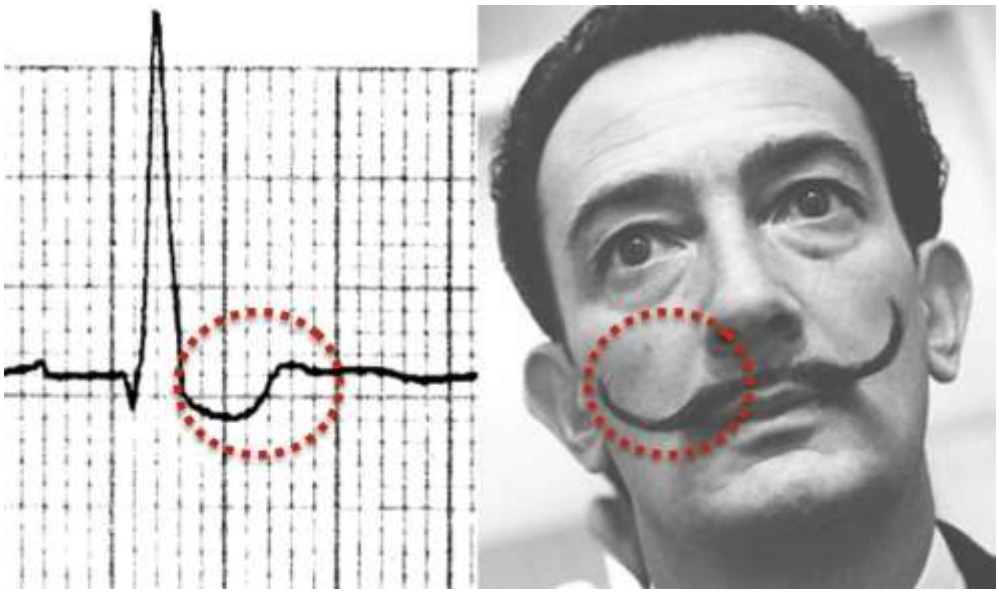
- ✓ المرضى الذين لديهم احتمالية عالية للـ CAD؛ اعتماداً على العمر، والأعراض، والجنس.
- ✓ المرضى الذين لديهم احتمالية منخفضة للـ CAD؛ اعتماداً على العمر، والأعراض، والجنس.
- ✓ المرضى الذين لديهم تزحل أقل من 1 ملم في ST ويتناولون الديجوكسين.
- ✓ المرضى الذين لديهم معايير تخطيطية لضخامة البطين الأيسر LVH؛ مع تزحل أقل من 1 ملم في ST من خط السواء.

Class 3:

- ✓ المرضى مع تغيرات تخطيطية أساساً (متلازمة وولف باركنسون وايت WPW، ناظم خطى بطيني، أكثر من 1 ملم تزحل ST بالراحة أو LBBB تام).
- ✓ المرضى الذين لديهم احتشاء عضلة قلبية مؤكد أو لديهم موجودات بالقثطرة للداء القلبي الإكليلي ومشخص لهم أصلاً CAD.



الشكل 6: متلازمة وولف باركنسون وايت تخطيطياً.



الشكل 7: تخطيط قلب كهربائي يظهر تأثير الديجوكسين وكيفية تزحل ST للأسفل بشكل الشارب المفتول.

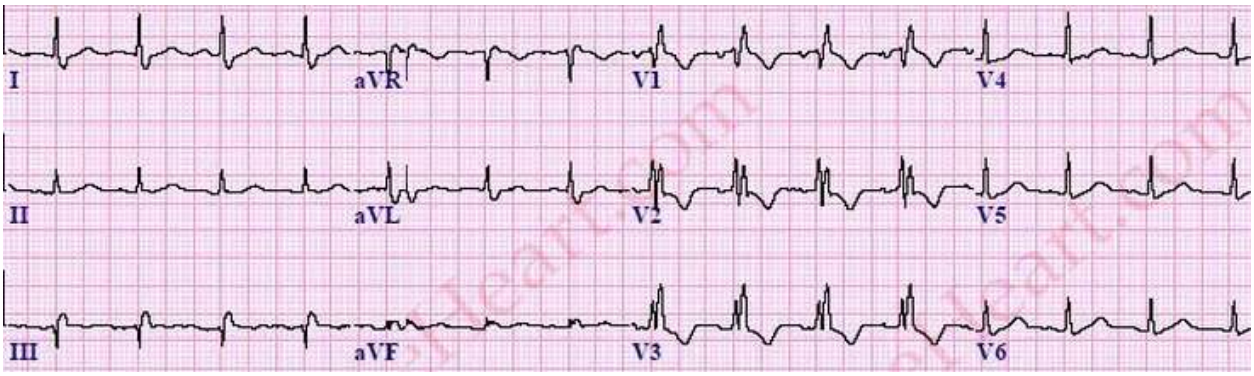
الشكل 8: تخطيط قلب كهربائي يظهر الأشواك الدالة على ناظم خطى بطيني أيمن.

3 – 2 – 2 تقييم الخطورة والإنذار عند المرضى الذين لديهم أعراض أو قصة داء قلبي إكليلي CAD

Class 1:

- ✓ المرضى المتجهون لإجراء تقييم أولي، ولديهم CAD مشكوك أو معروف (ماعدا المرضى في class2b يتضمنون الذين لديهم RBBB أو تزحل أقل من 1 ملم لـST بالراحة.
- ✓ المرضى الذين لديهم CAD مشكوك أو معروف ومقيَّمين سابقاً، والآن لديهم تغيرات في حالتهم السريرية.

- ✓ مرضى خناق الصدر غير المستقر منخفض الخطورة بعد قبولهم بـ 8–12 ساعة، وليس لديهم إقفار فعّال أو أعراض قصور قلب.
- ✓ مرضى خناق الصدر غير المستقر متوسطي الخطورة بعد قبولهم بـ 2–3 أيام، وليس لديهم إقفار فعّال أو أعراض قصور قلب.



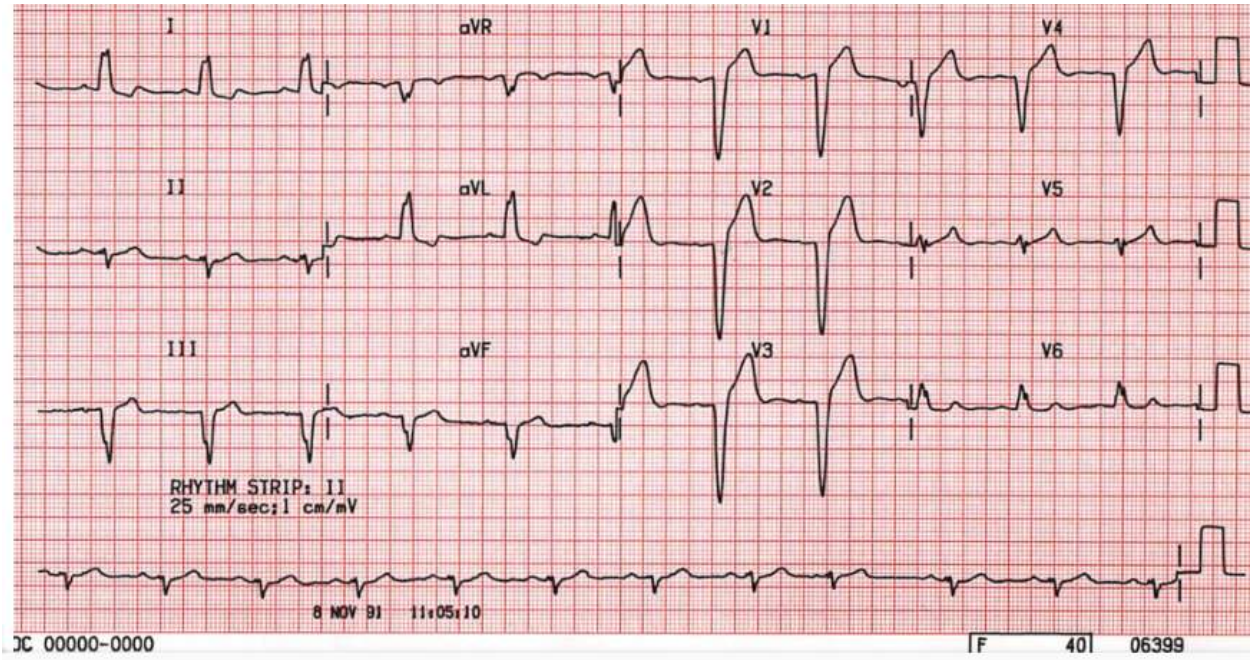
الشكل 9: تخطيط قلب يظهر نموذج حصار الغصن الأيمن.

Class2a:

مرضى خناق الصدر غير المستقر متوسطي الخطورة؛ مع علامات بدئية قلبية طبيعية، وعدم تغير تخطيط القلب لدى إعادته، العلامات القلبية بعد 6 –12 ساعة من بدء الأعراض كانت طبيعية، وعدم وجود دليل للإقفار في أثناء المراقبة.

Class2b:

- ✓ المرضى مع تغيرات تخطيطية أساساً: (WPW، نظم بطيني صنعي، تزحل 1 ملم أو أكثر في ST بالراحة، LBBB أو أي عيب توصيل داخل بطيني مع QRS > 120 ميللي ثانية).
- ✓ المرضى المستقرون على نظام دوائي، ويخضعون لمسح دوري لتقييم المعالجة.



الشكل 10: تخطيط قلب كهربائي يظهر حصار الغصن الأيسر.

Class 3:

- ✓ المرضى الخطرون ومتوقع لهم حياة محدودة و/أو مرشحون لإعادة التروية.
- ✓ مرضى خناق الصدر غير المستقر عالي الخطورة.

3 – 2 – 3 بعد احتشاء العضلة القلبية:

Class 1:

- ✓ قبل التخريج لتحديد الإنذار، وصفة النشاط، أو تقييم المعالجة الدوائية (تحت أعظمي حوالي اليوم4–6).
- ✓ باكراً بعد التخريج لتحديد الإنذار، وإعادة التأهيل القلبي إذا لم يجر اختبار الجهد قبل التخريج (محدد بالأعراض حوالي 14–21 يوماً).
- ✓ متأخراً بعد التخريج لتحديد الإنذار، وصفة النشاط، وتقييم المعالجة الدوائية، وإعادة التأهيل القلبي إذا كان اختبار الجهد الباكر تحت أعظمي (محدد بالأعراض، حوالي 3–6 أسابيع).

Class2a:

بعد التخريج لتوجيه النشاط أو التدريب على الجهد كجزء من إعادة التأهيل القلبي للمرضى الذين خضعوا لإعادة التروية الإكليلية.

Class 2b:

- ✓ المرضى مع تغيرات تخطيطية (حصار غصن أيسر، WPW، وضخامة بطين أيسر، ومعالجة بالديجوكسين، ونظم بطيني صنعي، وأكثر من 1 ملم تزحل ST بالراحة).
- ✓ مسح دوري للمرضى المشاركين في التمارين أو إعادة التأهيل القلبي.

Class 3:

- ✓ مراضة شديدة محددة للحياة؛ مع استطباب لإعادة التروية.
- ✓ مرضى احتشاء العضلة القلبية الحاد، وقصور القلب الاحتقاني غير المعاوض، واللانظيمات القلبية، أو حالات غير قلبية يمكن أن تحدد من قابلية الجهد.
- ✓ قبل التخريج، المرضى المنتقون؛ لإجراء القثطرة الإكليلية (يستطب لديهم إجراء اختيار جهد بالثاليوم).

3 – 2 – 4 اختبار الجهد للأشخاص اللاعرضيين أو داء وعائي إكليلي معروف:

Class 1: لا يوجد.

Class 2a: الأشخاص اللاعرضيين مع داء سكري، ويريدون إجراء نشاط قوي.

Class 2b:

- ✓ الأشخاص الذين لديهم عوامل خطورة متعددة.
- ✓ الرجال > 45 سنة والنساء > 55 سنة بدون أعراض.
- ✓ يريدون البدء بنشاط قوي (خاصة غير النشيطين).
- ✓ لديهم عمل إذ إنّ مرضهم يمكن أن يهدد أمان الناس (الطيارون مثلاً).
- ✓ لديهم خطورة عالية للإصابة بـ (CAD)؛ بسبب أمراضهم الأخرى.

Class 3: مسح روتيني للرجال أو النساء اللاعرضيين.

3 – 3 مضادات الاستطباب[12] :

مقسمة إلى مضادات استطباب مطلقة، ومضادات استطباب نسبية.

3 – 3– 1 مضادات الاستطباب المطلقة Absolute:

- ✓ احتشاء عضلة قلبية حاد (في يومين).
- ✓ خناق صدر غير مستقر عالي الخطورة.
- ✓ لانظميات غير مسيطر عليها، مسببة لأعراض أو اضطراب هيموديناميكي.
- ✓ قصور قلب عرضي غير مسيطر عليه.
- ✓ صمة رئوية حادة أو احتشاء رئة.

- ✓ أم دم مسلخة مشكوك بها أو مشخصة.
- ✓ التهاب عضلة قلبية مشتبهة أو مشخص، التهاب تامور أو التهاب شغاف.
- ✓ مرض حاد غير قلبي قد يزداد سوءاً بإجراء الجهد (مثل الإنتان، أو قصور كلوي، أو انسمام درقي).
- ✓ تثبيط عاطفي كبير (نفسية).

3 – 3 – 2 مضادات الاستطباب النسبية relative:

- ✓ تضيق LM أو نظيره.
- ✓ داء صمامي متوسط الشدة.
- ✓ ضغط انبساطي بالراحة > 110 ملم ز أو ضغط انقباضي بالراحة > 200 ملم ز.
- ✓ اضطرابات شاردية (مثل: نقص المغنزيوم، أو نقص البوتاسيوم).
- ✓ وجود ناظم خطا صنعي ثابت السرعة.
- ✓ درجة عالية من الحصار الأذيني البطيني.
- ✓ ضربات بطينية هاجرة مركبة أو متتالية.
- ✓ أم دم بطينية.
- ✓ داء استقلابي غير مسيطر عليه (سكري، انسمام درقي، وذمة مخاطية).
- ✓ مرض إنتاني مزمن (مثل: داء وحيدات النوى، التهاب كبد، إيدز).
- ✓ أمراض عصبية عضلية، عضلية هيكلية، أو رثوية قد تتفاقم بالتمرين.
- ✓ حمل متقدم أو مختلط.
- ✓ اعتلال عضلة قلبية ضخامي والأشكال الأخرى لانسداد طريق الجريان.
- ✓ ضعف نفسي يؤدي إلى عدم تعاون المريض.

3 – 4 محددات اختبار الجهد[13] :

قبل إجراء اختبار الجهد يجب على الطبيب فهم نظرية Baye وقيود أو محددات الاختبار.

3 – 4 – 1 نظرية Bayes:

توضح أنَّ احتماليّة النتيجة الإيجابية للاختبار تتأثر باحتماليّة إيجابيّة الاختبار عند الأشخاص المقرر إجراء الاختبار لهم (احتمالية مشروطة). أي إنَّه كلما زاد احتمال وجود داء إكليلي (حسب المعطيات التشخيصية) قبل إجراء اختبار الجهد زاد احتمال أن تكون الإيجابية بالاختبار إيجابية حقيقية. الاحتمالية قبل الاختبار تحدد بـ الأعراض، العمر، الجنس، وعوامل الخطورة. وتقسم إلى: منخفضة جداً، منخفضة، متوسطة، وعالية الخطورة.

Age	Gender	Typical/definite angina pectoris	Atypical/probable angina pectoris	Nonanginal chest pain	Asymptomatic
30–39	Men	Intermediate	Intermediate	Low	Very low
	Women	Intermediate	Very low	Very low	Very low
40–49	Men	High	Intermediate	Intermediate	Very low
	Women	Intermediate	Low	Low	Very low
50–59	Men	High	Intermediate	Intermediate	Low
	Women	Intermediate	Intermediate	Low	Very low
60–69	Men	High	Intermediate	Intermediate	Low
	Women	High	Intermediate	Intermediate	Low

From Institute for Clinical Systems Improvement. Health Care Guideline: Cardiac Stress Test Supplement, 6th ed. 2004.

الجدول 1: يبين احتمالية كون الألم الصدري ناجم عن داء إكليلي؛ حسب العمر، والجنس، وعوامل الخطورة، وطبيعة الألم الصدري، ويقسم المرضى إلى منخفض جداً، منخفض، متوسط وعالي الخطورة.

3 – 4 – 2 الحساسية والنوعية:

إنَّ احتمال أن يدل التخطيط غير الطبيعي على داء إكليلي هو أعلى عند شخص مسن مع عوامل خطورة متعددة من شخص شاب بدون عوامل خطورة، فالحساسيّة والنوعية تختلف حسب الأشخاص.إنَّ أفضل استعمال لاختبار الجهد هو في تقييم مريض؛ مع خطورة متوسطة وقصة مرضية غير نموذجية أو مريض خطورة منخفضة مع قصة نموذجية. بصورة عامة، الحساسية 68%، النوعية 70% وهذه القيم تنخفض عند الأشخاص ذوي الخطورة المنخفضة. إنَّ اختبار الجهد يكون ذا حساسية ونوعية أعلى عند الأشخاص ذوي الخطورة العالية، معظم هؤلاء المرضى يفضل إجراء الاختبارات الغازية لهم؛ لنحصل على تشخيص أدق، وعلاج أحياناً.

Stress Testing

Modality	Sensitivity	Specificity
Exercise test	68%	77%
Nuclear Imaging	87-92%	80-85%
Stress Echo	80-85%	88-95%

الجدول 2: يظهر الحساسية والنوعية لاختبار الجهد التخطيط، الصدوي والنظائر المشعة.

3 – 4 – 3 القيمة التنبؤية الإيجابية Positive Predictive Value (PPV):

بعد معرفة الاحتمالية قبل الاختبار والحساسية والنوعية، فإنَّه يمكن حساب الـPPV. إنَّ الـ PPV هي وحدة قياس لاحتمال أنَّ هذه الموجودات غير الطبيعية للاختبار تعني إيجابية حقيقة، وهي تعتمد بصورة كبيرة على الاحتمالية قبل الاختبار، مثلاً عند الأشخاص منخفضي الخطورة تكون PPV = 21% فقط، ولكنها ترتفع إلى 83% عند الأشخاص عاليي الخطورة.

3 – 5 تحضير المريض[14] :

3 – 5 – 1 التعليمات قبل إجراء الاختبار[14] :

يجب الامتناع عن تناول الطعام، الكحول، أو الكافئين أو التدخين خلال 3 ساعات السابقة للاختبار؛ فضلاً عن الراحة، وتجنب الجهد الشديد أو التمارين في يوم الاختبار نفسه. كما يجب ارتداء لباس يسمح بحرية الحركة (حذاء مناسب، قميص واسع بكم قصير وأزرار تفتح من الأمام). يجب تنبيه المرضى الخارجيين إلى أنَّ هذا الإجراء قد يؤدي إلى التعب، ويفضل أن يكون معهم مرافق يوصلهم إلى منزلهم. إذا كان الاختبار لأغراض تشخيصية، قد يكون من المساعد إيقاف الأدوية الموصوفة مسبقاً بعد مناقشة الطبيب؛ إذ إنَّ الأدوية الخناقية تؤخر الاستجابة الهيموديناميكية للجهد، وتنقص بصورة كبيرة حساسية التغيرات التخطيطية لنقص التروية. يجب إيقاف حاصرات بيتا بالجرعات العالية والمتوسطة تدريجياً خلال 2–4 أيام لتقليل الاستجابة الوديّة الناجمة عن سحب الدواء. إذا كان الاختبار لأغراض وظيفية، يجب الاستمرار بالأدوية. كما يجب إحضار لائحة بالأدوية التي يتناولها المريض.

3 – 5 – 2 الأدوية[14] :

قبل اختبار الجهد التشخيصي، يجب إيقاف الأدوية القلبية الوعائية بإشراف من الطبيب، هذا يزيد حساسية الاختبار. حاصرات بيتا تمثل مشكلة خاصة؛ إذ إنّ المرضى الذين يتناولونها ليس لديهم زيادة مناسبة في نظم القلب بإنجاز الجهد. لايشجع على إيقاف حاصرات بيتا بصورة مفاجئة؛ بسبب حدوث تسرع القلب الانعكاسي. أحسن طريقة

هي السحب التدريجي في عدة أيام قبل اختبار الجهد إذا كان الاختبار تشخيصي. ولكن هذا ليس ممكن دائماً، لذلك يمكن في الحالات التي لايمكن إيقاف حاصرات بيتا الاستمرار بها وتسجيل ذلك كملاحظة في تقرير الاختبار. إنَّ الديجوكسين قد يسبب مشاكل في تفسير الاختبار؛ لذلك يجب سحب الدواء قبل أسبوعين من الاختبار. الأدوية الأخرى التي يتناولها المريض يستمر بها في يوم إجراء الاختبار؛ وذلك لكي يكون أقرب لحالة المريض خارج غرفة الجهد.

3 – 6 بروتوكولات الجهد[15] :

هناك مزايا ومساوئ لكل بروتكول، الاختبار يعتمد على صفات المريض، الأجهزة المتوفرة والألفة والراحة الشخصية.

3 – 6 – 1 البروتكول الأفضل:

هو الذي ينجز العمل الأعظمي، ويزيد حساسية، ونوعية الاختبار.

1. العمل المنجز: إنَّ البروتكول الأفضل يجسد الزيادة التدريجية في درجة العمل (الإجهاد)؛ وبذلك يمكن تحديد قمة العمل المنجز الحقيقية للمريض. إذا كان هناك زيادة كبيرة في العمل، فإنّ الاستهلاك الأعظمي للأوكسجين VO2max يهبط بين مرحلتين. الاختبار مريح أيضاً للمريض إذا كانت الزيادة في العمل ليست كبيرة.

2. المدة: أفضل مدة حوالي 8–12 دقيقة، الفترات الأطول من ذلك قد تؤدي إلى معاناة عضلية أكثر منها قلبية وعائية. الفترات الأقصر لا تسمح بوقت كاف للمريض للتحمية، وإنجاز العمل (الجهد الأعظمي).

3. طول المرحلة: نصل إلى استهلاك الأكسجين الثابت بعد دقيقتين من الجهد حسب العمل المنجز. البروتكول المفضل أن تكون طول المرحلة 2–3 دقائق.

4. طريقة التمرين: على الرغم من أن الدرّاجة هي أفضل طريقة للاختبار إلا أن البساط هو أشيع في الولايات المتحدة. إنَّ الميزة الأولية للدراجة هي إمكانية القياس المباشر للجهد المجرى بالواط Watt والذي له علاقة خطية مباشرة باستهلاك الأوكسجين MVO2. أمّا بالبساط المتحرك، فيمكن للفاحص تقرير تقريبي للجهد (العمل المنجز) لأن الجهد

المجرى يعتمد على كفاءة المشي، ووزن المريض، والتغير في صرف الطاقة بين المشي والجري. من الميزات الأخرى للدراجة: الوضعية الثابتة التي تعطي تسجيلاً أدق للـ .ECG والضغط الدموي، والحيز الأصغر الذي تشغله، والاستعمال الهادئ، وكلفة بدئية أقل للتجهيزات. **إنَّ** اختبار الجهد بالبساط يستعمل في الولايات المتحدة بصورة أوسع؛ لأنَّ معظم الأمريكيين غير معتادين على ركوب الدراجة، وذلك قد يؤدي إلى تمرين أقل للوصول إلى قمة جهد كاذبة من التي يصل إليها بالبساط.

3 – 6 – 2 أنواع البروتوكولات:

1. برتوكول بروس Bruce:

يتميز أنَّه استعمل بصورة واسعة في الماضي، وفي الدراسات القديمة؛ لذلك فالمقارنات أسهل، وهو مناسب للأشخاص البدينين؛ لأن المرحلة النهائية فيه لايمكن إكمالها. من أهم مساوئ هذا الاختبار الزيادة الكبيرة في الجهد بين المراحل؛ وهذا يعني أن قمة الجهد قد تقع بين المراحل عند عدد من الناس، وهذه المشكلة تؤثر في تقييم القدرة الوظيفية، وتؤدي لنقص حساسية الاختبار. كما أنَّ المرحلة الرابعة لبروتكول بروس هي مرحلة مركبة بين المشي والجري. وهذا يؤدي إلى جهد مجرى Work load، واستهلاك أكسجين متغاير.

Bruce Protocol

Stage	Minutes	% grade	km/h	MPH	METS
1	3	10	2.7	1.7	5
2	6	12	4.0	2.5	7
3	9	14	5.4	3.4	10
4	12	16	6.7	4.2	13
5	15	18	8.0	5.0	15
6	18	20	8.8	5.5	18
7	21	22	9.6	6.0	20

الجدول 3: بروتوكول بروس.

2. بروتكول بروس المعدل:

طوّر للمرضى الأقل ملاءمة . أُضيفت المرحلة 0 وَ 1/2. بسرعة 1.7 ميل/ساعة (2.7 كم/ساعة) مع 0% و5% (درجة) على التوالي، هذا يزودنا بجهد (عمل Work load) أقل للمرضى ذوي الكفاءة القلبية الضعيفة. وحتّى هذه الجهود الخفيفة قد تكون عظيمة جداً على بعض المرضى الواهنين، وقد تؤدي إلى تعب مبكر.

3. البروتكولات الأخرى:

طُوِّرت بروتكولات عدة أفضل من بروتكول بروس، لديها تدرج أكبر في زيادة الجهد، ويمكن تعديلها لتناسب كل شخص.

- ✓ The Naughton Protocol: جيد للأشخاص المسنين والواهنين، ويسمح بزيادة تدريجية بالجهد.

- ✓ The Balk Protocol: جيد للأشخاص سليمي البنية، وصغار السن، يحافظ على سرعة 3–3.5 ميل/ساعة (4.8، 5.6 أو 6.4 كم/ساعة) تزيد المراحل كل دقيقتين.
- ✓ The cornel Protocol: جيد لمجال واسع من مستويات اللياقة؛ اعتماداً على درجة البدء. يسمح بزيادة تدريجية في درجة التمرين وسرعته.
- ✓ Ramp protocols: هي بروتوكولات يقودها الحاسب، إذ تستمر بالزيادة في الجهد Work load حتى نصل إلى الإجهاد الأعظمي. ولكن في هذه الحالة قد لا تصل إلى حالة موثوقة على أي جهد معطى.

3 – 7 الاختلاطات الممكنة[16] :

إنَّ اختلاطات اختبار الجهد نادرة، خاصة عند الأشخاص ذوي الصحة الجيدة، وليس لديهم داء قلبي إقفاري، راقب عدد من الباحثين أعداداً كبيرة من المرضى؛ وبنشاطات مختلفة ليحددوا الخطورة.

3 – 7 – 1 توقف القلب:

بشكل عام يوجد حوالي حالة توقف قلبي واحدة لكل 565.000 شخص في أثناء اختبار الجهد. عند المرضى المشخص لهم CAD يوجد حالة توقف قلب واحدة لكل 59.000 شخص. قد يسرع اختبار الجهد ظهور الأعراض الإكليلية الحادة. سُجِّل احتشاء العضلة القلبية الحاد بنسبة 1.4 لكل 10.000 اختبار جهد تقريباً. عند المرضى منخفضي الخطورة لـCAD يكون خطر حدوث توقف القلب في أثناء الجهد أقل بكثير. في دراسة واحدة لم تسجل أي مضاعفات عند 380.000 اختبار جهد لمرضى شباب ليس لديهم مرضى قلبي.

3 – 7 – 2 اللانظميات القلبية:

هي مضاعفات محتملة لاختبار الجهد، وهي أكثر احتمالاً لدى المرضى الذين لديهم سوابق لانظميات (النسبة 9%) بالمقابل تكون النسبة 0.1% بصورة عامة. يعد الرجفان الأذيني أشيع لانظمية قلبية (9.5 لكل 10.000

اختبار) إنَّ التسرع البطيني VT أقل شيوعاً (5.8 لكل 10.000 اختبار) أمّا الرجفان البطيني VF هو الأقل شيوعاً (0.67 لكل 10.000 اختبار).

3 – 7 – 3 الوفاة:

الوفاة في أثناء اختبار الجهد نادرة جداً عند المرضى المراقبين جيداً، ولكنها قد تحدث بنسبة 1 لكل 25.000 اختبار. ويكون السبب حينها الموت القلبي المفاجئ أو الاحتشاء MI.

3 – 7 – 4 المضاعفات الأخرى المحتملة:

القلبيـــة: توقف القلب، ونقص التروية القلبية (خناق صدر أو احتشاء قلبي)، واللانظميات السريعة ، وارتفاع الضغط، وانخفاض الضغط، وتمزق أم دم، واللانظميات البطيئة، مثل: حصار غضن، وحصار العقدة AV، وقصور قلب احتقاني.

التنفسيـة: الربو المحرض بالجهد، والريح الصدرية، والتشنج القصبي، والتأق المحرض بالجهد، وتفاقم مرض رئوي كامن.

الهضميـة: إقياء، وتشنج معوي، وإسهال.

العصبيـــة: دوار، وحادث وعائي دماغي، وغشي أو فقد وعي.

العضلية الهيكلية: أذيات ميكانيكية، وألم أو أذية مفصلية، وأذية الظهر، وتشنج عضلي، وتفاقم مرض عضلي هيكلي.

الحالات المرضية التي يمكن أن تزيد المضاعفات:

. اعتلال عضلة قلبية ضخامي	. شذوذات شريان إكليلي
. ضخامة بطين أيسر مجهولة السبب	. متلازمة مارفان
. تضيق أبهري	. سوء تصنع بطين أيمن
. شذوذات قلبية خلقية	. التهاب عضلة قلبية
. التهاب تامور	. الداء النشواتي
. الساركوئيد	. متلازمة تطاول QT
. السمة المنجلية	. الموت المفاجئ

الجدول 4: الحالات التي تؤهب لحدوث مضاعفات من اختبار الجهد.

3 – 8 البيانات[17-18-19]:

3 – 8 – 1 بيانات الـ ECG:

إنَّ التغيرات التخطيطيّة تكتسب جُلَّ الاهتمام، والأكثر حساسيّة هو قطعة ST، الفيزيولوجيا المرضية لتغيرات ST هو تزحلها النّاجم عن تيار الإقفار الصادر عن الخلايا القلبية المتأثرة. إنَّ القطعة TP قد تكون مفيدة عند الراحة ويجب أن تستعمل عند الإمكان، ولكنَّها تقصر أو تغيب في أثناء التمرين.

التغيرات التخطيطية التي قد تخفي التشخيص الصحيح لتغيرات ST هي: حصار غضن أيسر، وضخامة بطين أيسر؛ مع اضطراب عود استقطاب، والمعالجة بالديجيتال، ونظم بطيني صنعي، ومتلازمة وولف باركتسون وايت WPW، وتغيرات ST المترافقة مع تسرع فوق بطيني أو AF، وتغيرات ST مع انسدال الدسام التاجي وفقر الدم الشديد.

1. تغيرات القطعة ST:

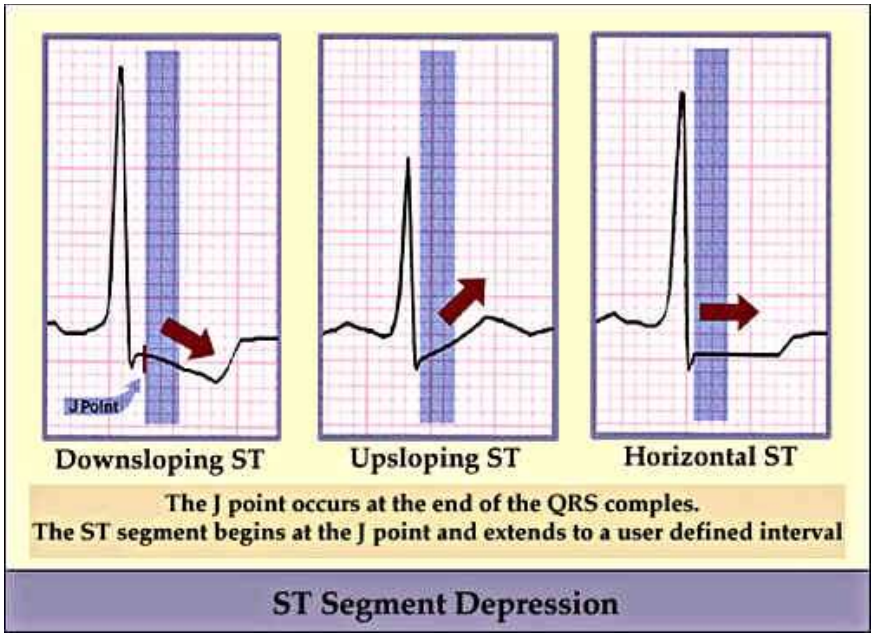
لا يوجد إجماع حول المكان الذي نقيس منه وصلةST، عادة تقيس 80 ميلي ثانية من نقطة J. ولكن بعض الباحثين يقترح القياس من نقطة J أو من منتصف القطعة ST (باستعمال نهاية موجة T أو قمة موجة T لتحديد نهاية القطعة ST). تقاس من خط السواء الكهربائي، والذي يمكن أن يُحدّد بناءً على فاصلة PR. إذا كانت ST مرتفعة عند الراحة، فإن أي تزحل (للأسفل) يحدث بالتمرين يُقاس من خط السواء أيضاً، عود الاستقطاب الباكر للقطعة ST بالراحة هو طبيعي. أما إذا كانت ST متزحلة (للأسفل) عند الراحة، فإن أي تزحل جديد يقاس من خط التزحل الأساسي. في أثناء التمرين يحدث تزحل للنقطة J أشدّه عند قمة التمرين، ويعود للسواء في أثناء فترة الراحة Recovery، هذا التزحل الطبيعي يكون منحدراً للأعلى، وأقل من 1 مم أسفل خط السواء (الذي يقيس 80 ميللي ثانية بعد نقطة J). إنَّ تزحل ST لا يحدّد منطقة الإقفار.

إنَّ تزحل ST على الأقل 1ملم الأفقي أو المنحدر للأسفل غير طبيعي، وكذلك تزحل ST على الأقل 2ملم المائل للأعلى غير طبيعي. إنَّ تغيرات ST غير الطبيعية قبل الجهد من غير المرجح أن تحدد الإقفار المحرض بالجهد. ويجب أن يحذف تزحل ST الأساسي من التزحل الأعظمي بالجهد.

إنَّ المعايير التي تزيد احتمالية نقص التروية هي: عدد المساري المستعملة (العدد الأكبر يزيد الاحتمالية)، الجهد المطلوب Work load الذي يحدث عنده تزحل ST (الجهد الأقل يزيد الاحتمالية)، زاوية الانحدار (الانحدار للأسفل يعطي احتمالية أكبر من التزحل الأفقي)، ربط القطعة ST بنظم القلب (مشعر ST/HR)، الوقت اللازم بعد الجهد Recovery لعودة ST إلى الطبيعي (الوقت الأكبر يزيد الاحتمالية)، وأخيراً مدى التزحل. إنَّ التغيرات في المساري الجانبية هو أكثر نوعية وخاصة V5، والتغيرات في المساري السفلية لوحدها تعطي على الأغلب نتيجة إيجابية كاذبة.

إنَّ ارتفاع القطعة ST له مدلول يعتمد على وجود أو غياب موجات Q التابعة لاحتشاء سابق؛ إذ إنَّ ارتفاع ST مع موجة Q تابعة لاحتشاء سابق هي موجودة شائعة عند المرضى الذين حدث لديهم احتشاء قلبي، وهي تحدث بنسبة 50% بالاحتشاء الأمامي، و15% بالاحتشاء السفلي، ولايكون سببها الإقفار. يُعتقد أن آليتها ناجمة عن عسرة حركية

العضلة القلبية أو أم دم بطينية. وقد يكون هناك تزحل ST للأسفل في الاتجاهات المقابلة. المرضى الذين لديهم موجات Q أكبر وأوسع يكون ارتفاع ST أوضح لديهم. وهؤلاء يكون لديهم EF أقل من المرضى الذين لديهم موجات Q بدون ارتفاع ST، هذه التبدلات لاتقتضي وجود الإقفار (على الرغم أنها قد تدل على العيوشية) ويجب أن تفسر على أنّها طبيعية. أمّا ارتفاع ST بدون موجة Q تابعة لاحتشاء سابق تشير إلى إقفار عابر للجدار واضح، وهي قد تشير إلى مكان الإقفار، ومن ثمَّ فإنَّ هذه الموجودات يجب أن تفسر على أنَّها غير طبيعية. إنَّ عودة ST للطبيعي أو نقص التغيرات في ST خلال التمرين قد يكون علامة لنقص التروية، هذه الظاهرة تحدث عندما يلغي كل من تزحل ST وارتفاع ST بعضهما، وهذا التأثير نادر، ولكن يجب الانتباه له في حال كان اختبار جهد بدون تغيرات تخطيطية، ولكن مع شك قوي بوجود داء قلبي إقفاري CAD.



الشكل 11: أنواع تزحلات القطعة ST للأسفل خلال اختبار الجهد.

2. موجات R:

قد تتغير بالارتفاع في أثناء التمرين، دون قيمة تشخيصية.

3. تغيرات موجة T وموجة U:

إنَّ موجة T تنخفض تدريجياً بصورة طبيعية في بداية التمرين، وتبدأ بالارتفاع عند الجهد الأشدّ. ويجب أن ترجع إلى الطبيعي بعد دقيقة واحدة من الراحة. انقلاب T ليس علامة نوعيّة للإقفار وقد تحدث بصورة طبيعية. إذا كانت الموجة U مرتفعة عن خط السواء، فإن انقلابها في الجهد قد ينجم عن الإقفار أو ضخامة بطين أيسر أو داء صمامي.

4. اللانظميات:

إنَّ الضربات البطينية والأذينية الهاجرة التي تحدث في أثناء التمرين ليست منبئة عن العواقب، ولكن الضربات البطينية الهاجرة في أثناء الراحة Recovery قد تنبئ عن عواقب سيئة. التسرع البطيني المستمر والرجفان البطيني غير طبيعيين، ولكن نادرا الحدوث.

5. الوقت اللازم لزوال التبدلات:

كلما ازداد الوقت اللازم لزوال التبدلات التخطيطية في مرحلة Recovery ازدادت احتمالية نقص التروية. كما أنّ فترة الشفاء Recovery السريعة دقيقة واحدة تشير لاحتمالية أقل، وأن الداء القلبي ليس شديداً.

6. حصار الغصن أو تأخر النقل:

إنّ حصار الغضن الأيسر المحرض بالجهد ينبئ عن إنذار سيئ.

3 – 8 – 2 السرعة الأعظمية للقلب حسب العمر Age – predicted maximum heart rate (APMHR)

حُدّد بناء على قياس السرعة الأعظمية عند عينة من الناس والارتكاس للعوامل المختلفة التي يمكن أن تؤثر في سرعة القلب. إنه من المعروف أن سرعة القلب الأعظمية تقل كلما ازداد العمر، ومعظم المعادلات تتعلق بالعمر، أكثر معادلتين شيوعاً، هما:

APMHR = 220 – age

APMHR = 200 – ½ age

قد تكون APMHR أقل بكثير أو أكثر من السرعة الأعظمية الفعلية المقيسة للمريض. لذلك يجب ألا يستعمل سرعة القلب كمشعر للجهد الأعظمي في تقرير إنهاء الاختبار ما عدا اختبار الجهد تحت الأعظمي. إذا لم تتجاوز سرعة القلب 85% من APMHR، ولايوجد تغيرات تخطيطية حقيقية، فإن الاختبار يقرأ على أنه غير مشخص، أما إذا حدثت تغيرات تخطيطية حقيقية، فإن الاختبار يقرأ بأنه مشخص؛ اعتماداً على سرعة القلب المنجزة.

3 – 8 – 3 تقييم الجهد المحسوس: Rating of Perceived exertion (RPE)

وهو أحسن واسم للمستوى الأعظمي للجهد.

1 . إن أفضل مؤشر لنسبية الجهد الأعظمي المنجز هو مقياس RPE وهو مقياس شخصي يقدر مدى التعب الذي يشعر به الشخص في أثناء اختبار الجهد. ورغم أنه شخصي، ولكن يظهر أنه قابل للتطوير بحيث تتناسب الدرجة العظمى منه مع الجهد الأعظمي. **مقياس Borg** : يستعمل في الغالب، يتدرج من 6 إلى 20 متناسبة مع سرعة القلب من 60 . 200/د في أثناء الجهد. **مقياس Borg المعدل** : من 0 إلى 10، يتضمن كلمات متعددة مهمة لتقدير دقيق لمستوى العمل. هذا المقياس ليس خطياً، ويكون التغيرات في RPE قريبة من بعضها عند مستويات الجهد الأعلى.

2 . إن مستوى الجهد الأعظمي يعطى درجة أعلى من 18 (مقياس Borg) أو (مقياس Borg المعدل)، والحصة التنفسية Respiratory quotient (RQ) أكثر من 1.1 (إذا كان CO2 مراقب على المونيتور).

3 – 8 – 4 مراقبة الضغط الدموي:

مهم في اختبار الجهد للسلامة ولتشخيصCAD ويجب أخذه في جميع مراحل المشي، ولكن قد يكون غير عملي في مراحل الجري. إنَّ ضغط الدم الانقباضي (SBP) يرتفع بصورة طبيعية في أثناء التمرين، وإن فشل SBP في الارتفاع في أثناء زيادة الجهد أو هبوطه عادة يشير إلى وجود CAD وهو استطباب لإنهاء الاختبار. أمّا ضغط الدم الانبساطي ينخفض مع التمرين، وقد يصل حتى الصفر في أثناء الجهد الشديد، وهو غير مفيد في التشخيص أو السلامة.

3 – 8 – 5 الأعراض:

إنَّ وجود الأعراض وتغيرها أو غيابها مع الوقت يجب أن تسجل في التقرير النهائي.

3 – 8 – 6 السعة الوظيفية:

إنَّ الفحص الوظيفي مؤشر قوي للإنذار، المرضى الذين ينجزون أكثر من 6 مكافئات استقلابية Metabolic equivalents (METs) للجهد يكون معدل الوفيات أقل بكثير من الأشخاص الذين لايمكنهم ذلك، مهما كان التخطيط. بناءً على العمر والجهد المنجز يمكن تقسيم السعة الوظيفية إلى 5 مجموعات، عند 3400 مريض دون قصة قصور أبهري مشخص خضعوا لاختبار جهد في عيادة Cleveland، أولئك الذين كانوا ضمن مجموعات الأفضل كان لديهم معدل وفيات خلال 2.5 سنة أقل من 2% مقارنة بـ 6% و14% للمجموعات الضعيفة. وكانت الخطورة النسبية للسعة الوظيفية القليلة في هؤلاء المرضى 4 تقريباً.

3 – 9 إنهاء اختبار الجهد[22-21-20] :

إنَّ الجمعية الأمريكية لأمراض القلب AHA والكلية الأمريكية للطب الرياضي قد وضعوا استطبابات متشابهة لإنهاء اختبار الجهد. إنَّ قرار متى يجب إيقاف الاختبار يتعلق بمهارة الطبيب وحكمته.

3 – 9 – 1 الاستطبابات المطلقة:

كل الحالات الخطرة، هبوط الضغط الانقباضي؛ مع زيادة الجهد هو علامة إنذار سيئ؛ وغالباً ما تشير إلى CAD، وليس دائماً.

جدول بالاستطبابات المطلقة لإنهاء الاختبار:

- ✓ احتشاء عضلة قلبية حاد أو الشك بوجوده.
- ✓ بداية خناق صدر متوسط أو شديد أو زيادة ألم خناقي.
- ✓ هبوط في الضغط الانقباضي؛ مع زيادة الجهد مترافق مع علامات وأعراض أو هبوط الضغط إلى أقل من ضغط الراحة.
- ✓ لانظميات خطرة (حصار AV درجة II أو III ,VT مستمر، زيادة الضربات البطينية الباكرة، رجفان أذيني مع استجابة بطينية سريعة).
- ✓ علامات الإرواء الضعيف : شحوب، زرقة أو جلد رطب وبارد.
- ✓ ضعف في التنفس غير عادي أو شديد .
- ✓ علامات عصبية مركزية: ترنح، دوار، مشاكل بصرية أو بالمشي، تخليط.
- ✓ العجز التقاني عن مراقبة التخطيط.
- ✓ طلب المريض.

3 – 9 – 2 الاستطبابات النسبية:

هي الموجودات التي يجب أن يكون فيها حذر ومناقشة دقيقة للاختبار والتي يمكن أن تسبب إنهاء الاختبار وهذه تعتمد بشكل شديد على محاكمة الطبيب المجرى للاختبار.

جدول بالاستطبابات النسبية لإنهاء الاختبار:

- ✓ تغيرات تخطيطية صريحة : تزحل St أفقي أو منحدر للأسفل > 2 ملم أو ارتفاع St أكثر من 2 ملم ما عدا AVR.
- ✓ أي ألم صدري زاد بالجهد.
- ✓ مظاهر فيزيائية أو شفهية لتعب شديد أو ضعف تنفسي.
- ✓ الوزيز.
- ✓ تشنجات عضلية أو تعرق متقطع (درجة 3 على 4).
- ✓ ارتفاع الضغط المفرط (الانقباضي > 260 ملمز، الانبساطي > 115 ملمز).
- ✓ لانظميات أقل خطورة مثل SVT.
- ✓ حصار غصن محرض بالجهد، لايمكن تميزه عن التسرع البطيني.
- ✓ المظهر العام للمريض.

3 – 9 – 3 استطبابات إنهاء اختبار الجهد تحت الأعظمي:

يتضمن أي واحدة من التقاط الانتهائية الآتية:

1 . علامات أو أعراض نقص التروية.

2 . إنجاز جهد لـ6 MET.

3 . 85% من APMHR.

4 . سرعة قلب > 110/د للمرضى المتناولين لحاصرات بيتا.

5 . تحقيق علامة 17 في Borg RPE أو 7 في Borg RPE المعدل.

3 – 9 – 4 الاستشفاء بعد التمرين Recovery:

في جميع اختبارات الجهد الروتينية، تضيف فترة الراحة السلامة للاختبار. وتستمر هذه الفترة من 30 ثانية إلى دقائق عدة, كقاعدة عامة يسمح بوقت كاف حتى تهبط سرعة القلب إلى أقل من 115/د، الفترة الأقصر تزيد حساسية التخطيط بسبب زيادة العود الوريدي وذلك، بالرجوع إلى مساري وضعية الاستلقاء لزيادة توتر الجدار، تزيد هذه الآلية نفسها أيضاً خطورة الاختبار. في حالة إيكو القلب الجهدي تحذف فترة الراحة؛ وذلك لفحص القلب أقرب ما يكون إلى سرعة القلب الأعظمية.

3 – 10 تفسير البيانات[23–24] :

على الطبيب الخبير تفسير اختبار الجهد. على الرغم من استعمال مصطلح سلبي وإيجابي، فإنهما لايصفان بصورة دقيقة نتائج الاختبار ويفضل تجنبهما. **المعلومات التي يجب أن تدرج في تقرير الاختبار هي** البروتوكول المستعمل، ومدة الاختبار، والسرعة القصوى للبساط ودرجته، والسعة الوظيفية، والسرعة القصوى للأغلب، ونسبتها بالنسبة للسرعة الأعظمية المتوقعة، والضغط الدموي بالراحة والضغط الأعلى الذي وصل، والأعراض، واللانظميات، والتغيرات التخطيطية، والجهد الأعظمي بـMET أو VO2 الأعظمي.

3 – 10 – 1 نتائج الاختبار:

قد تكون طبيعية، غير طبيعية، طبيعية عدا، أو غير مشخصة. غير المشخصة تكون عندما لاينجز المريض 85% من APMHR، وليس لديه تغيرات تخطيطية أو أنَّ التغيرات التخطيطية الأساسية أخفت تغيرات ST بالجهد.

3 – 10 – 2 الإنذار[24]:

مخطط Duke البياني: هو مخطط بسيط يحلل شذوذات قطعة ST، شدة الخناق في أثناء التمرين، وسعة التمرين ليعطي معدل بقاء لخمس سنوات ومعدل الوفيات السنوي، فهو مفيد في تحديد الإنذار، ودرجة الإجراء الغازي التي تحتاجها في معالجة المريض. حاصل بساط Duke (DTS) The Duke Treadmill Score هو شكل رقمي للمخطط ومصادق عليه من دراسات عدة كمؤشر قوي للوفيات.

DTS = مدة التمرين بالدقيقة – (5 × انحراف ST الأعظمي) – (4 × نقاط الخناق)

في المعادلة السابقة:

0 = لاخناق 1 = خناق غير محدد الاختبار 2 = خناق محدد بالتمرين

- خطورة منخفضة: مشعر ديوك أكبر أو يساوي 5.
- خطورة متوسطة: مشعر ديوك بين – 10 و +5.
- خطورة عالية: مشعر ديوك دون – 10.

سرعة القلب بـRecovery: عرِّفت على أنّها انخفاض سرعة القلب من قمة التمرين حتى 1 دقيقة بعد إنهاء التمرين، وهذا يعطي أهمية إنذارية كبيرة. إنَّ انخفاض سرعة القلب 12 ضربة/د أو أقل يعد غير طبيعي في فترة الراحة. بالنسبة للمرضى الذين يستلقون مباشرة مثل: في إيكو القلب الجهدي، فإن القيمة أقل من 18 ضربة/د تعد غير طبيعية.

مشعر الاستجابة النظمي (CRI) Chronotropic response index: هو قياس لسرعة القلب الأعظمي وعلاقتها مع الاحتياطي النظمي، لايمكن حسابه في المرضى الذين يتناولون حاصرات بيتا، الاستجابة الطبيعية يجب أن يكون CRI أكثر من 0.8.

CRI = (Peak HR – Resting HR)/ (age – Predicted maximum HR – resting HR)

3 – 10 – 3 ملحق بأحداث المبادئ في تفسير نتائج اختبار الجهد:

- ✓ تزحل ST الإقفاري يحدث بصورة طبيعية في المساري الجانبية (I ,V4 – V6).
- ✓ بوجود موجات Q، قد تكون التغيرات معزولة (II ,V2).
- ✓ التغيرات في كلا المساري الجانبية والسفلية يدل على إقفار شديد.
- ✓ التغيرات المعزولة في الاتجاهات الأمامية او السفلية غالباً تعبر عن موجودات إيجابية كاذبة .
- ✓ تزحل ST لا يحدد أي منطقة ناقصة التروية من العضلة القلبية.
- ✓ تزحل ST بدون خناق يدل على CAD خفيف، وخطورة منخفضة.
- ✓ تزحل ST يكون غير مفسر في : حصار غضن أيسر، CABG سابق، أو احتشاء بموجة Q، أو ضخامة بطين أيسر، أو استعمال الديجيتال، أو WPW، أو وجود ناظم خطا بطيني صنعي.
- ✓ ارتفاع ST فوق مناطق Q يشير إلى موت عضلة قلبية أو أم دم.
- ✓ ارتفاع ST فوق مناطق ليس فيها Q يشير إلى إقفار عابر للجدار موضع.

- ✓ **علامات الإنذار السيئ هي:** هبوط الضغط الجهدي، وهبوط في الضغط الانقباضي أقل من قيمته قبل الجهد، وخناق أدى لإيقاف الاختبار، وسعة وظيفية قليلة (5 MET>)، وتزحل ST منحدر للأسفل خاصة في Recovery، وتزحل ST الذي يستمر لفترة طويلة من Recovery، وتزحل ST يبدأ باكراً جداً.

الفصل الرابع: القيمة الإنذارية لتأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد اختبار الجهد[22-25]

تُعرَّف بتباطؤ سرعة القلب بعد اختبار الجهد، وهناك ارتباطات عديدة حسب دراسات سابقة بين تأخر عودة سرعة القلب للقاعدي، والتنبؤ بالمرض القلبي الوعائي والوفيات لسبب قلبي والوفيات لأسباب غير قلبية. بعض هذه الدراسات أجريت على مرضى بدون سوابق مرض قلبي وعائي وبعضها أجري على مرضى عرضيين أُحيلوا لاختبار الجهد.

يُعتقد أنَّ زمن تباطؤ القلب يعكس التوازن بين عودة تفعيل الجهاز نظير الودي، وانخفاض الفعالية الوديّة، ومستويات الكاتيكولامين الجائلة بعد الانتهاء من الجهد. لطالما عُرف أنَّ عودة تفعيل الجهاز العصبي الذاتي نظير الودي يؤدي الدور الرئيس في الاختلافات بين الأشخاص في المقدار الزمني لتباطؤ سرعة القلب بعد الجهد.

ويكون هذا التأثير في ذروته في أول 30 ثانية بعد الانتهاء من الجهد. رغم معرفتنا السابقة، فإنَّ الـ HRR يُعرَّف بسرعة القلب بعد انتهاء الجهد بدقيقة واحدة. تزداد سرعة القلب في أثناء الجهد؛ نتيجة زيادة المقوية الودية، وانخفاض المقوية نظيرة الودية. عند إيقاف اختبار الجهد، وفي الظروف الطبيعية تحدث العملية المعاكسة.

عند الرياضيين والأشخاص الطبيعيين يحصل استجابة ثنائية الطور، إذ يحصل هبوط مبدئي بسرعة القلب أول 30 ثانية يتلوه هبوط آخر بعد ذلك. هذه الاستجابة ثنائية الطور يمكن أن تختفي بعد إعطاء الأتروبين، وتصبح مشابهة للاستجابة الحاصلة عند مرضى قصور القلب.

تعرَّف عودة سرعة القلب الشاذّة بطرق عدة، لكنَّ التعريف الأكثر قبولاً أن تكون أقل من 12 ضربة بالدقيقة في أول دقيقة من إيقاف اختبار الجهد، وأقل من 18 ضربة بالدقيقة بعد مرور أكثر من دقيقة بعد إيقاف الاختبار والمريض بوضعية جلوس أو وقوف، وأقل من 22 ضربة بالدقيقة بعد مرور دقيقتين.

تترافق عودة سرعة القلب الشاذّة مع ازدياد بكل أسباب الوفيات عند المرضى غير العرضيين والمرضى الذين لديهم داء إكليلي مثبت. إنَّ هذا الترابط غير معتمد على مشعر الاستجابة الذاتيّة للجهد (Chronotropic index)، حصر مستقبلات بيتا، وشدّة الداء الإكليلي، وسوء وظيفة البطين الأيسر، ومشعر ديوك Duke، وتزحل القطعة ST للأسفل.

إنَّ سرعة القلب الشاذّة بفترة الراحة يمكن أن تُضاف إلى مقدار استخلاص الأوكسجين الذروي في زيادة القيمة الإنذارية لاختبار الجهد. عند الأخذ بالحسبان عدة متغيرات لتقييم الإنذار، فإنَّ تأخر عودة سرعة القلب بعد الجهد يعد منبئاً مستقلاً بالحوادث القلبية اللاحقة.

معظم الدراسات التي أجريت في هذا السياق ركّزت على الطور الباكر من تأخر عودة سرعة القلب بعد الجهد، وكان لها الدور الأهم في تحديد الإنذار من الطور المتأخر.

الباب الثالث: الدراسة العملية

الفصل الأول: هدف البحث، وطريقة إجرائه:

هدف البحث:

تهدف الدراسة إلى معرفة إذا كان هناك قيمة إنذارية لتأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد اختبار الجهد.

خلفية البحث وأهميته:

إنّ اختبار الجهد التخطيطي وسيلة تشخيصية وإنذارية تستعمل في عدة استطبابات. يستعمل اختبار الجهد لتشخيص الداء الإكليلي عند المرضى البالغين؛ مع احتمالية متوسطة لوجود الداء الإكليلي[1]. كما يستعمل اختبار الجهد لتقييم الخطورة، والإنذار عند المرضى الذين لديهم أعراض أو سوابق داء إكليلي وهو الاستطباب الرئيس حالياً لإختبار الجهد[2]. يقيم اختبار الجهد عدداً من المتغيرات: مقدار تسرع القلب على الجهد، ومقدار تغير الضغط الدموي الشرياني على الجهد، والسعة الوظيفية على الجهد METs. كما يقيم وجود تبدلات تخطيطية مشيرة لنقص التروية أو حدوث لانظميات على الجهد، وأخيراً يُقيم ظهور أي أعراض خناقية أو غشي على الجهد[2]. وبعد إيقاف اختبار الجهد يجب أن يعود النبض إلى قيمه القاعدية قبل اختبار الجهد وفي أثناء مدة زمنية لا تتجاوز دقيقة حسب الدراسات السابقة[3].

بناءً على ذلك يمكن تعريف تأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد الجهد Abnormal Heart Rate Recovery بكون معدل تباطؤ القلب دون 12 ضربة/دقيقة بعد إيقاف الجهد بدقيقة، أو معدل تباطؤ دون 18 ضربة/دقيقة بعد إيقاف الجهد والجلوس فوراً أو الاستلقاء فوراً (بعد دقيقة)، أو تباطؤ دون 22 ضربة/دقيقة بعد دقيقتين من إيقاف الجهد[3].

لقد تبين أنّ تأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية على اختبار الجهد عامل مستقل منبئ بسوء إنذار، وبزيادة معدل الحوادث القلبية، والوفيات القلبية عند المرضى العرضيين واللاعرضيين[3].

مناهج البحث، وأدواته:

- **تصميم البحث:**

بحث حشدي مستقبلي في الفترة الممتدة من تاريخ 1 كانون الأول 2020 وحتى 1 كانون الأول 2021.

- **مكان الدراسة، وزمنها:**

العيادة القلبية، وعيادة اختبار الجهد في مستشفيات جامعة دمشق (مستشفى المواساة الجامعي، مستشفى الأسد الجامعي) في الفترة الممتدة من تاريخ 1 كانون الأول 2020 وحتى 1 كانون الأول 2021.

- **معايير القبول في البحث:**

معايير الاشتمال:

المرضى المرشحون لاختبار جهد تخطيطي بعمر فوق 18 سنة، وهم:

- ✓ مرضى الخناق المستقر.
- ✓ بعد احتشاء العضلة القلبية.
- ✓ الداء القلبي الصمامي.
- ✓ اللانظميات.
- ✓ الأدواء القلبية الخلقية.

معايير الاستبعاد:

المرضى الذين حصل لديهم ازدياد بمعدل النبض أكثر من 10% بالمراقبات المتتالية في فترة الراحة بعد اختبار الجهد.

المرضى الذين لديهم مضاد استطباب لاختبار الجهد:

- ✓ الخناق غير المستقر.
- ✓ احتشاء العضلة القلبية الحاد أول 48 ساعة.
- ✓ تسلخ الأبهر.
- ✓ قصور القلب غير المعاوض.
- ✓ التهاب الشغاف الخمجي.
- ✓ الصمة الرئوية.
- ✓ الخثار الوريدي العميق.
- ✓ التهاب العضلة القلبية/التهاب التأمور.
- ✓ عدم القدرة على إجراء الجهد لأسباب فيزيائية مثل تنكس مفصل الركبة.

- **طريقة الدراسة:**

جُمعت المعلومات التالية عن المرضى: العمر– الجنس – العمل – الأدوية المستعملة لدى المريض مع جرعاتها – نمط الحياة (التدخين والكحول) – الشكاية الرئيسة والسوابق العائلية. حُضِّر المرضى لاختبار الجهد (كإيقاف حاصرات بيتا والديجوكسين بحال تناولها) ومن ثمّ أُجري اختبار جهد تخطيطي؛ وفق بروتوكول بروس، وسُجّل أي تبدلات تخطيطية أو أعراض خناقية مشيرةً إلى اختبار جهد إيجابي، وهؤلاء المرضى مستبعدون من الدراسة، نظراً للحاجة لتطبيق علاجات دوائية قد تؤثر في النتيجة (مثل: تطور نوبة SVT على اختبار الجهد يستدعي إعطاء حاصر كلس أو حاصر بيتا وريدياً للمريض وقبوله بالعناية). كما سُجّلت سرعة النبض قبل اختبار الجهد، وعلى ذروة الجهد، وبعد اختبار الجهد بدقيقة، وسُجّل إلكترونياً عن طريق كمبيوتر اختبار الجهد الموصول

على المريض. سُجِّلت هذه المعلومات بالاستمارة المرفقة، وتمّ تُوبِعَ المرضى المشمولين بالدراسة عن طريق الاتصال بهم هاتفياً، أو مراجعة المشفى كل 3 أشهر.

- **المتغيرات المدروسة، وقيمها الطبيعية:**

معدل عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد إيقاف اختبار الجهد: الطبيعي أن يكون أكثر من 12 ضربة بالدقيقة.

- **الميزانية:**

لا يوجد كلف في هذه الدراسة.

- **المحددات الأخلاقية:**

تقتضـــي أخلاقيات البحث العلمي احترام حقوق الآخرين وآرائهم وكرامتهم ســـواءً كانوا من الزملاء الباحثين أو المشاركين في البحث أو المستهدفين في البحث، وتتبنى مبادئ أخلاقيات البحث العلمي عامة قيمتيّ العمل الإيجابي وتجنب الضـــرر، وهاتان القيمتان يجب أن تكونا ركيزتي المحددات الأخلاقية في أثناء عملية البحث، وفي بحثنا هذا جرى الالتزام بالمحددات الأخلاقية من المصداقية والثقة والالتزام بسرية المعلومات.

- **تحليل البيانات:**

جمعت البيانات التي دونت في الاستبيانات، وعولجت، وصنفت في مجموعات وجداول ومخططات بيانية تعكس الدراسة جيداً ودراستها إحصائياً عبر برنامج SPSS ثم قورنت النتائج التي جرى الوصول إليها بالنتائج العالمية.

أجري التحليل باستعمال برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS)، وكذلك حزمة Office 2019.

عدت قيمة P value الأقل من 0.05 (P value <0.05) مهمة إحصائياً.

1. الإحصاء الوصفي (Description Statistical):

- للمتغيرات الفئوية: اعتمدنا على التكرار، والنسب المئوية والأشكال البيانية (pie chart) و (Bar chart).
- للمتغيرات المتواصلة: استعملت مقاييس النزعة المركزية (المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والمجال).

2. الإحصاء الاستدلالي (Inferential Statistical):

بالنسبة لاختبار العلاقات الإحصائية بين الخصائص القاعدية استعملنا الأساليب الإحصائية الآتية:

- اختبار ت ستودنت (t – student test) والتعبير عنه ب " t " لمقارنة المتغيرات المتواصلة.
- اختبار كاي مربع (chi–square) والتعبير عنه ب " X^2 " لمقارنة المتغيرات الفئوية ذات التوزع الطبيعي.

- **الاستبيان، والموافقة المستنيرة**

نص الموافقة المستنيرة:

أنا .... أوافق بإرادتي على إجراء اختبار جهد مع قياس سرعة نبض القلب في أثناء الاختبار وبعده، وذلك بعد أن شرح الطبيب طريقة الإجراء بالتفصيل وأخبرني بهدف البحث وأهميته، وأنّ البحث يجرى تحت إشراف جامعة دمشق–كلية الطب البشري–قسم الأمراض الباطنة، أنه ليس من مخاطر محتملة أو تكلفة مادية، وبإمكاني الانسحاب من الدراسة دون أي عواقب، ولن يؤثر رفضي على الخدمة الطبية المقدمة، وبناء على ما تقدم أوافق على المشاركة في البحث.

عنوان المريض: **رقم الهاتف:**

توقيع المريض: **توقيع الباحث:**

استمارة البحث العلمي

اسم المريض : ***العمر:***

الجنس: ***العمل:***

السوابق المرضية:

السوابق الدوائية:

الشكاية الرئيسة:

الفحص السريري: ***BP:*** ***HR:***

تخطيط القلب الكهربائي ECG قبل بدء الاختبار:

اختبار الجهد التخطيطي وفق بروتوكول بروس:

الضغط الشرياني قبل بدء الاختبار:

سرعة النبض قبل بدء الاختبار:

الزمن الذي أتمه المريض باختبار الجهد:

الضغط الشرياني بنهاية الاختبار:

سرعة النبض بنهاية الاختبار:

سرعة النبض بعد إيقاف الجهد بدقيقة:

بعد سنة من مراقبة المرضى ذوو معدل تباطؤ قلب أقل من 12 / د على اختبار الجهد:

تطور احتشاء عضلة قلبية:

الوفيات:

السبب المباشر للوفاة:

السبب غير المباشر للوفاة:

الفصل الثاني: نتائج الدراسة

استُفيد من برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية SPSS–25 في تحليل البيانات التي جمعت واستُعمل عدد من الأساليب الإحصائية؛ إذ شملت عينة الدراسة 100 حالة استُبعدت حالتان؛ بسبب وجود علامات احتشاء عضلة قلبية في أثناء اختبار الجهد، كما استبعدت 15 حالة؛ بسبب وجود تبدلات تخطيطية في أثناء اختبار الجهد، ومن ثمّ تبقى لدينا 83 ضمن الرسالة.

1- الإحصاء الوصفي:

يتمثل في استطلاع لانتشار كل المتغيرات المدروسة (العمر، الجنس،..)، وذلك من خلال تحديد النسب المئوية لما سبق وإضافة أشكال بيانية لإغناء النتائج.

كان متوسط العمر في دراستنا 63 سنة بانحراف 10.

الجدول (1)

توزع عينة الدراسة حسب العمر:

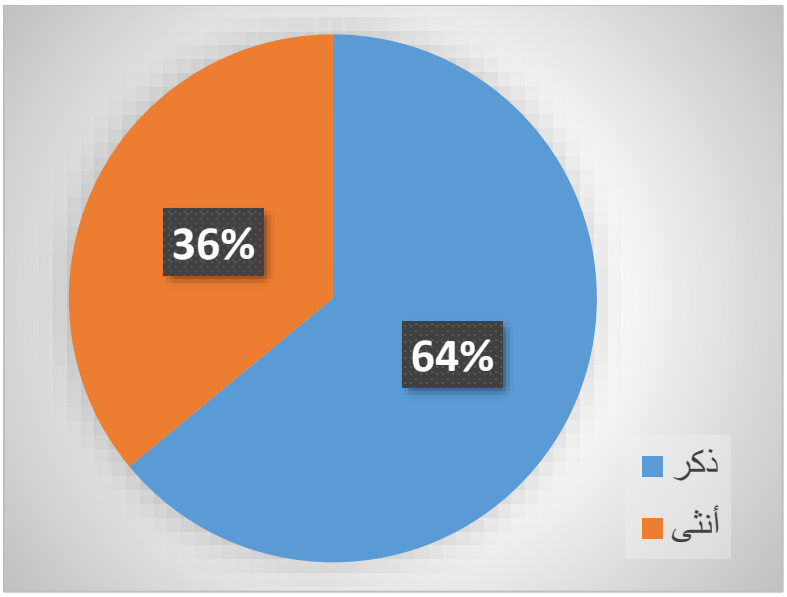
المتوسط الحسابي	63
الانحراف المعياري	10

في حين كانت نسبة الذكور هي الأعلى بنسبة 64% من مجمل الحالات.

الجدول (2)

توزع عينة الدراسة حسب الجنس:

	العدد	**النسبة**
ذكر	53	64
أنثى	30	36
المجموع	**83**	**100**



المخطط البياني (1)

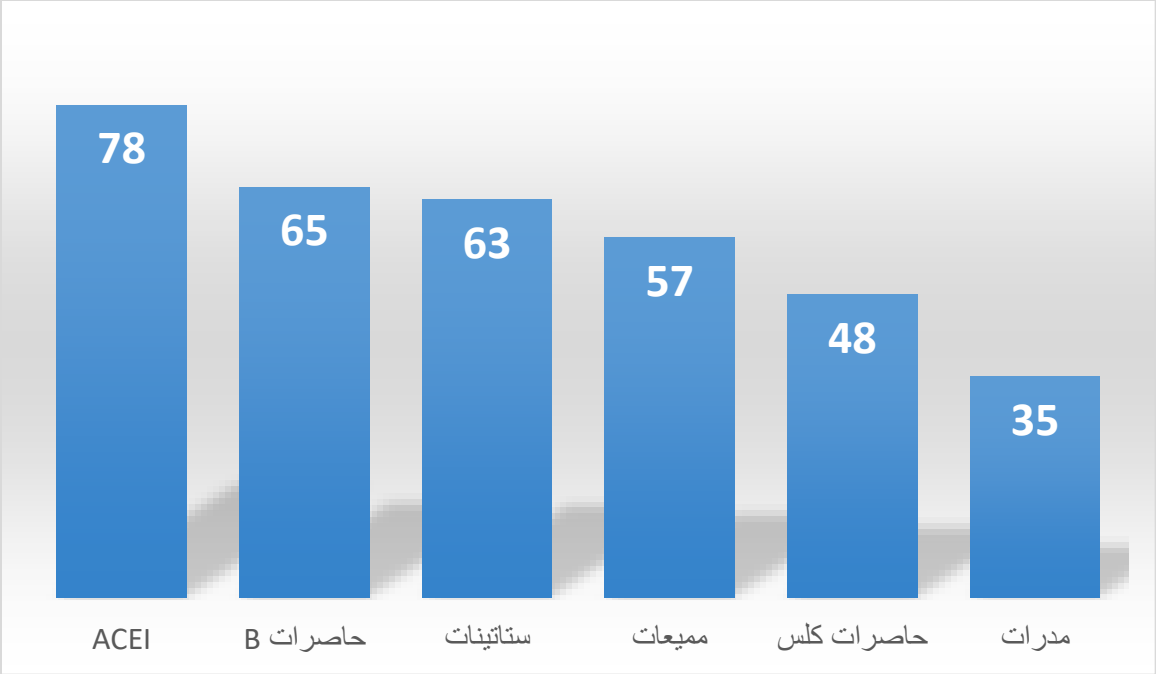
الرسم بالفطيرة لتوزع عينة الدراسة حسب الجنس.

وبالحديث عن السوابق الدوائية للمرضى كان هنالك 78% من مجمل المرضى يتناولون أدوية مثبطة للإنزيم القالب للأنجيوتنسين (ACEI)، و 65% يتناولون حاصرات المستقبلات بتا (B)، و 63% يتناولون الستاتينات، أما الممعيات فقد كان 57% من المرضى يتناولون مميعات، و 48% يتناولون حاصرات الكلس، و 35% يتناولون مدرات.

الجدول (3)

توزع عينة الدراسة حسب السوابق الدوائية:

	العدد	النسبة المئوية
ACEI	65	%78
حاصرات B	53	%65
ستاتينات	52	%63
مميعات	47	%57
حاصرات كلس	40	%48
مدرات	29	%35



المخطط البياني (2).

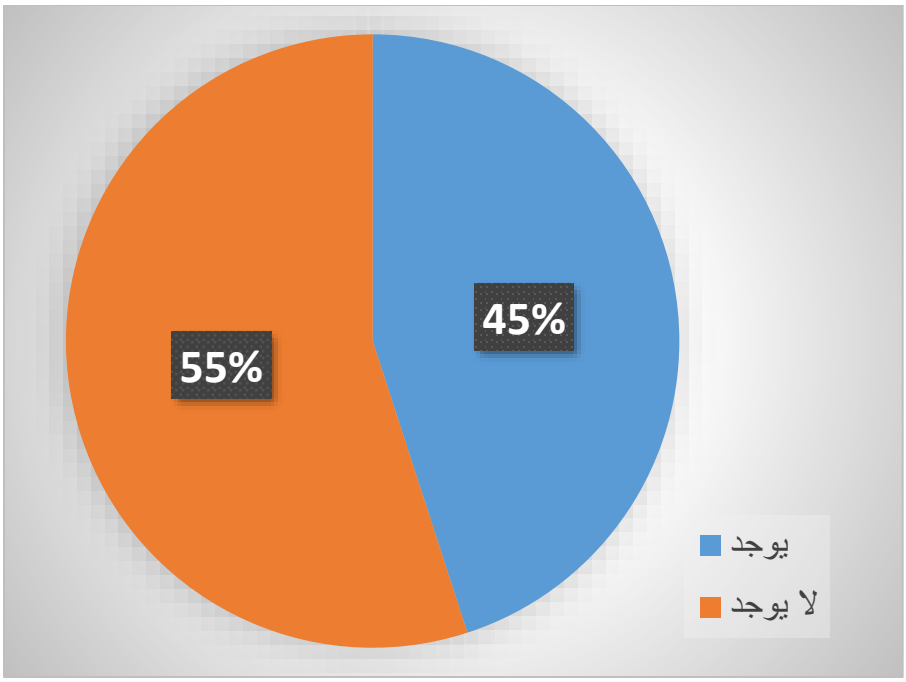
الرسم بالأعمدة لتوزع عينة الدراسة حسب السوابق الدوائية.

وفيما يخص التدخين، فقد كان 45% من المرضى مدخنين.

الجدول (4)

توزع عينة الدراسة حسب وجود التدخين:

	العدد	النسبة
يوجد	37	%45
لا يوجد	46	%55
المجموع	**83**	**%100**



المخطط البياني (3)

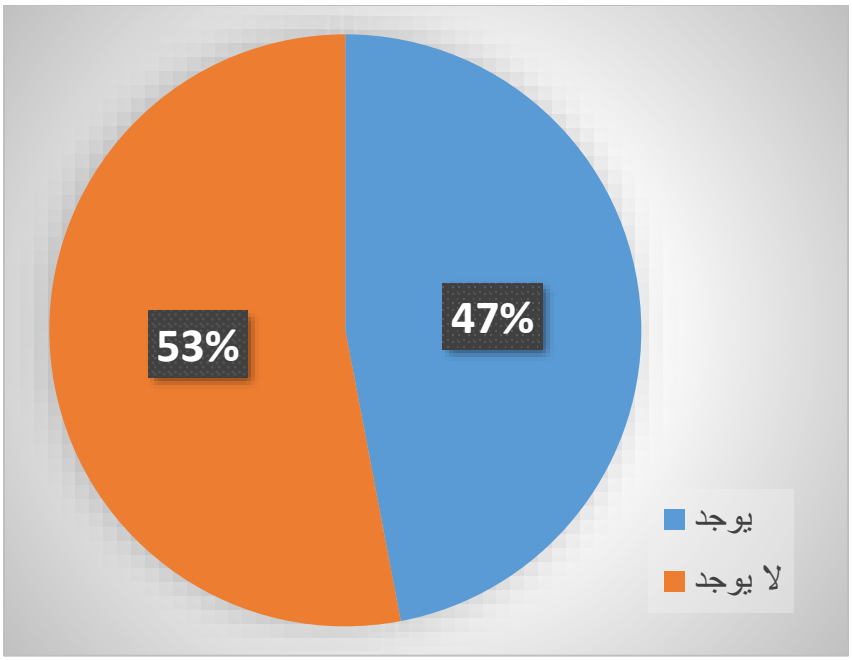
الرسم بالفطيرة لتوزع عينة الدراسة حسب وجود التدخين.

وبسؤال المرضى عن وجود مرض وعائي إكليلي سابق، فقد كان 47% من المرضى مشخص لهم مرض وعائي إكليلي سابق.

الجدول (5)

توزع عينة الدراسة حسب وجود مرض وعائي إكليلي سابق لدى المرضى:

	العدد	النسبة
يوجد	39	%47
لا يوجد	44	%53
المجموع	**83**	**%100**



المخطط البياني (4)

الرسم بالفطيرة لتوزع عينة الدراسة حسب وجود مرض وعائي إكليلي سابق لدى المرضى

أما بالحديث عن اختبار الجهد، فقد كان متوسط التمارين لدى المرضى 10.3 دقيقة بانحراف 2.5.

الجدول (6)

توزع عينة الدراسة حسب مدة التمارين

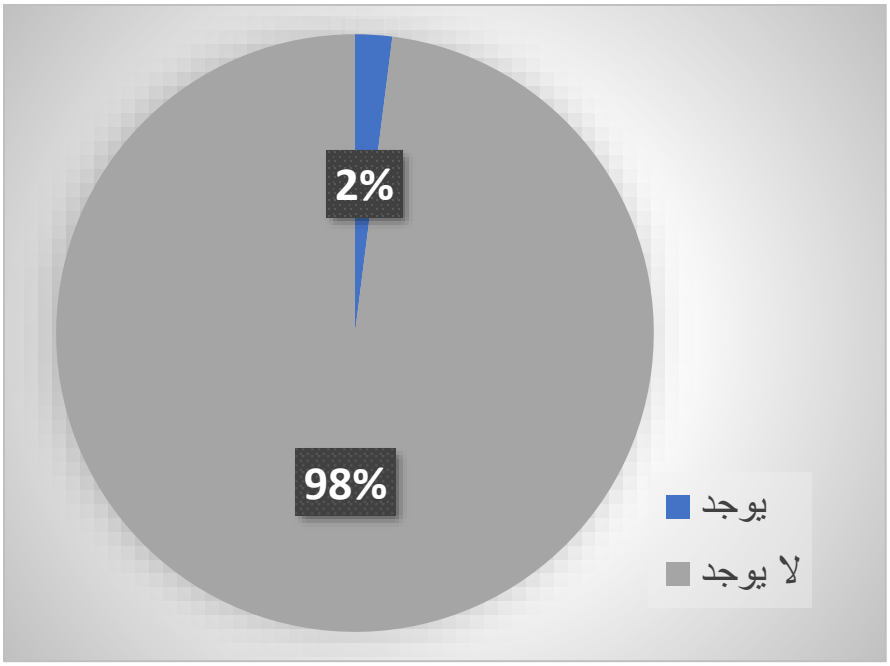
المتوسط الحسابي	10.3
الانحراف المعياري	2.5

في حين كانت لدينا حالتان من مجمل العينة، بنسبة 2% ظهرت لديهم علامات احتشاء على التخطيط في أثناء التمارين، استبعدوا.

الجدول (7)

توزع عينة الدراسة حسب وجود علامات احتشاء على التخطيط في أثناء التمارين:

	العدد	**النسبة**
يوجد	2	%2
لا يوجد	98	%98
المجموع	**100**	**%100**



المخطط البياني (5)

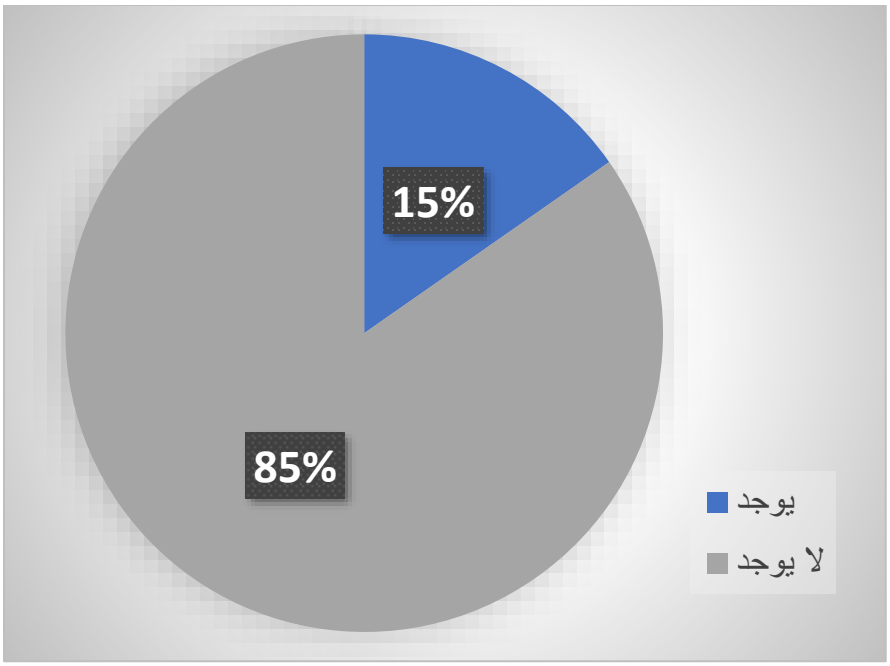
الرسم بالفطيرة لتوزع عينة الدراسة حسب وجود علامات احتشاء على التخطيط في أثناء التمارين.

كما استبعد 15 حالة، بنسبة 15.3% من مجمل العينة؛ بسبب وجود تبدلات على التخطيط في أثناء التمارين.

الجدول (8)

توزع عينة الدراسة حسب وجود تبدلات على التخطيط في أثناء التمارين:

	العدد	النسبة
يوجد	15	%15.3
لا يوجد	83	%84.7
المجموع	**98**	**%100**



المخطط البياني (6)

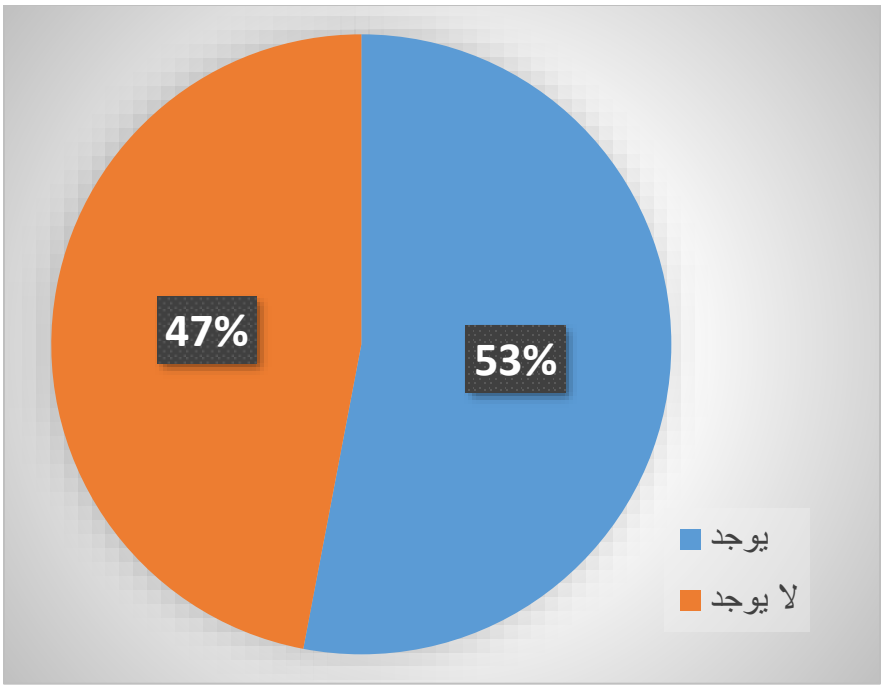
الرسم بالفطيرة لتوزع عينة الدراسة حسب وجود تبدلات على التخطيط في أثناء التمارين.

وبعد إيقاف التمارين كان لدينا 44 مريضاً قد تأخرت لديهم عودة النبض إلى القيم الطبيعية بنسبة 53%.

الجدول (9)

توزع عينة الدراسة حسب عودة النبض المتأخر:

	العدد	النسبة
يوجد	44	%53
لا يوجد	39	%47
المجموع	**83**	**%100**



المخطط البياني (7)

الرسم بالفطيرة لتوزع عينة الدراسة حسب عودة النبض المتأخر.

وختاماً مع معدل انخفاض ضربات القلب بعد الدقيقة الأولى، إذ كان المتوسط الحسابي 20 ضربة بالدقيقة بانحراف 5.

الجدول (10)

توزع عينة الدراسة حسب معدل انخفاض ضربات القلب بعد الدقيقة الأولى:

المتوسط الحسابي	20
الانحراف المعياري	5

2- الإحصاء الاستدلالي:

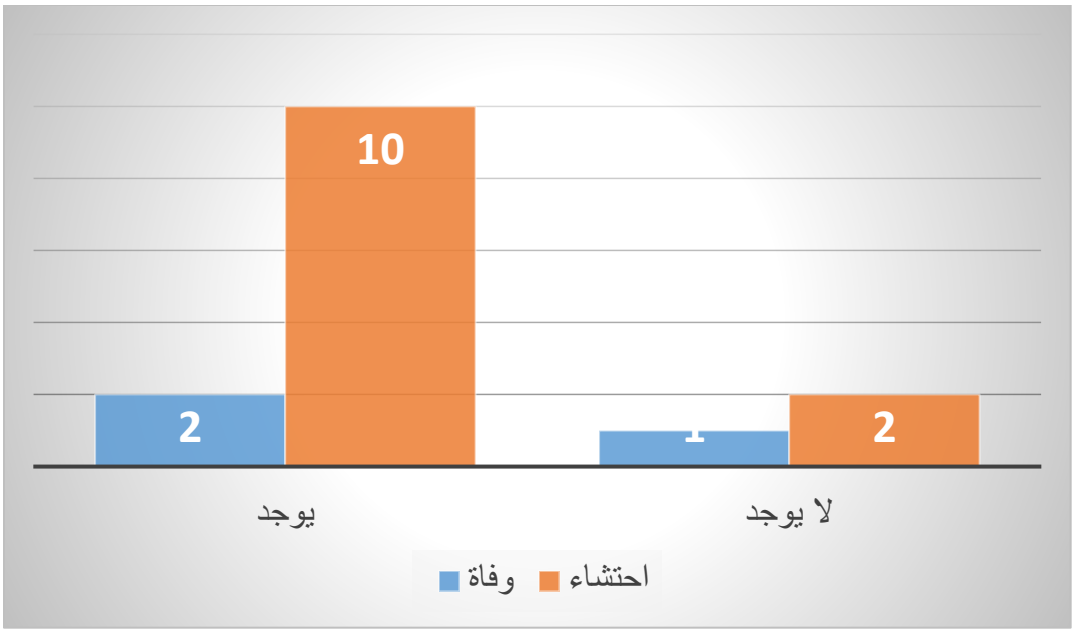
استعمل اختبار الاستقلال Chi Square لدراسة فيما إذا وجدت علاقة بين متغيرين وصفيين؛ وذلك من خلال تطبيق إحصائية كاي تربيع وعدّت قيمة P-value<0.05 قيمة مرجعية للدلالة على وجود علاقة إحصائية بين المتغيرات المدروسة.

بعد متابعة المرضى لمدة عام كامل من أجل معرفة الاختلاطات المترتبة على عودة النبض بشكل متأخر؛ إذ كانت 80% من الاختلاطات الناتجة لدى المرضى الذين تأخر لديهم عودة النبض بصورة طبيعية، إذ حدث لدى المرضى الذين تأخر لديهم عودة النبض وفيتان من ثلاثة وفيات، و10 حالات احتشاء من بين 12 حالة، كما تبين وجود علاقة إحصائية بينهما؛ لأن قيمة (P-value: 0.031<0.05

الجدول (11)

العلاقة بين المرضى الذين حدث لديهم عودة النبض بشكل متأخر وحدوث اختلاطات بعد المراقبة لمدة سنة من تاريخ الاختبار:

		الاختلاطات		المجموع	
		وفاة	احتشاء	العدد	النسبة
عودة نبض متأخر	يوجد	2	10	12	80
	لا يوجد	1	2	3	20
المجموع		3	12	15	100
P-value= 0.031					



المخطط البياني (8).

الرسم بالأعمدة لدراسة العلاقة بين المرضى الذين حدث لديهم عودة النبض بشكل متأخر وحدوث اختلاطات بعد المراقبة لمدة سنة من تاريخ الاختبار.

الفصل الثالث: مناقشة النتائج، والمقارنة بالدراسات العالمية:

بمناقشة ومقارنة نتائج دراستنا بنتائج دراسات عالمية مشابهة كانت النسب متقاربة إلى حدٍّ ما حيث كانت:

- شملت دراستنا 83 مريضاً في حين شملت دراسة Johnson et-al 66 مريضاً أما دراسة Yanagisawa et-al فقد شملت 97 مريضاً، أما دراسة Nappi et-al فقد شملت 866 مريضاً.
- متوسط العمر في دراستنا 63 سنة بانحراف 10، في حين كان 55 سنة بانحراف 11 في دراسة Johnson et-al، و 81.1 سنة بانحراف 1.8 في دراسة Yanagisawa et-al ، أما بدراسة Nappi et-al فكان العمر الوسطي 58 سنة بانحراف 11.
- في حين كانت نسبة الذكور في دراستنا 64% من مجمل الحالات، أما في دراسة Johnson et-al، فقد كانت نسبة الذكور 57%، وفي دراسة Yanagisawa et-al كانت النسبة 66% وأخيراً بدراسة Nappi فكانت نسبة الذكور 42%.
- وبالحديث عن السوابق الدوائية للمرضى كان هنالك 78% من مجمل المرضى في دراستنا يتناولون أدوية مثبطة للإنزيم القالب للأنجيوتنسين (ACEI)، و 65% يتناولون حاصرات المستقبلات بتا (B)، و 63% يتناولون الستاتينات. أما الممعيات، فقد كان 57% من المرضى يتناولون مميعات، و48% يتناولون حاصرات الكلس، و 35% يتناولون مدرات، في حين كان 30% من المرضى في دراسة Johnson et-al يتناولون ممعيات، 22% يتناولون حاصرات B، 14% يتناولون ACEI، 30% ستاتينات، 11% حاصرات كلس، و11% مدرات. أما في دراسة Yanagisawa et-al فقد كانت النسب كالآتي: 64% ممعيات، 46% ستاتينات، 29% ACEI، 58% حاصرات B، و52% حاصرات كلس، أما يما يخص دراسة Nappi وزملاؤه فكان 88% من المرضى موضوعين على ACEI و78% من المرضى موضوعين على حاصرات بيتا و55% ستاتينات و48% مدرات.
- وفيما يخص التدخين، فقد كان 45% من المرضى مدخنين في دراستنا، و 13% من مرضى دراسة Johnson et-al كانوا مدخنين، في حين كانت نسبة المدخنين 21% في دراسة Yanagisawa et-al وبما يخص دراسة Nappi et–al فكان 27% من العينة مدخنين.
- وبمقارنة وجود مرض وعائي إكليلي سابق لدى المرضى، فقد كان 47% من المرضى مشخص لهم مرض وعائي إكليلي سابق في دراستنا، في حين كانت النسبة في دراسة Johnson et-al فقد كانت النسبة 27%، و 61% من المرضى في دراسة Yanagisawa et-al كان لديهم مرض وعائي إكليلي سابق أما دراسة Nappi وزملاؤه فكان 33% لديهم مرض وعائي.

- فيما يخص اختبار الجهد، فقد كان متوسط التمارين لدى المرضى في دراستنا 10.3 دقيقة بانحراف 2.5، في حين كان متوسط التمارين في دراسة Johnson et-al 9.9 دقيقة بانحراف 3.2، و4.9 دقيقة في دراسة Yanagisawa et-al بانحراف 2، أما بدراسة Nappi et al فكان متوسط التمرين 8.8 دقيقة بانحراف 3.
- كانت لدينا حالتان من مجمل العينة؛ بنسبة 2% ظهرت لديهم علامات احتشاء على التخطيط في أثناء التمارين، في حين كانت النسبة Johnson et-al في دراسة هي 6% وبدراسة Yanagisawa et-al حوالي 8% ولم يظهر علامات دالة على احتشاء في دراسة Nappi et al.
- كما كان لدينا 15 حالة بنسبة 15.3% من مجمل العينة وجود لديها تبدلات على التخطيط في أثناء التمارين، كما ظهرت تبدلات تخطيطية لدى 22% من المرضى في دراسة Johnson et-al، وظهرت لدى 14.4% من مرضى دراسة Yanagisawa et-al، أما بدراسة Nappi et al فكانت النسبة 23%.
- وبعد إيقاف التمارين كان لدينا 44 مريضاً قد تأخرت لديهم عودة النبض إلى القيم الطبيعية؛ بنسبة 53%، في حين كانت نسبة المرضى الذين تأخر لديهم عودة النبض إلى القيم الطبيعية في دراسة Johnson et-al هي 42% من مجمل الحالات؛ بينما كانت النسبة 33% بدراسة Yanagisawa et-al، بدراسة Nappi وزملاؤه فكانت النسبة 43%.
- وبمقارنة معدل انخفاض ضربات القلب في الدقيقة الأولى؛ إذ كان المتوسط الحسابي 20 ضربة بالدقيقة بانحراف 5 في دراستنا، أما في دراسة Johnson et-al فقد كان المتوسط الحسابي لانخفاض ضربات القلب بعد الدقيقة الأولى هو 23 ضربة بالدقيقة بانحراف 9؛ بينما كان بدراسة Yanagisawa et-al حوالي 16 ضربة بالدقيقة بانحراف 7، أما بدراسة Nappi وزملاؤه فكانت 17 ضربة بانحراف 6.

- أما بالنسبة لتطور الحوادث الوعائية من موت واحتشاء في أثناء المراقبة لسنة، فكان عدد الوفيات 2 بمجموعة تأخر عودة النبض؛ مقارنة بوفاة واحدة في مجموعة عودة النبض السوية، وكان عدد حالات الاحتشاء القلبي الحاصلة 10 حالات في مجموعة تأخر عودة النبض؛ مقارنةً بحالتي احتشاء فقط في مجموعة عودة النبض السوية؛ بينما كانت التطورات خلال سنة في دراسة Johnson et–al حوالي 4 وفيات و 13 احتشاء في مجموعة تأخر عودة النبض، مقارنةً بحالة وفاة واحدة وحالة احتشاء واحدة في مجموعة عودة النبض السوية، أما مقارنة بدراسة Yanagisawa et–al، فكانت النتائج في مجموعة تأخر عودة النبض 8 حالات وفاة و8 حالات احتشاء، مقارنةً بـ 2 حالة وفاة و2 حالة احتشاء في مجموعة عودة النبض السوية. وفيما يخص دراسة Nappi et al، فكان هناك 61 وفاة و42

احتشاء في مجموعة تأخر عودة النبض مقارنةً مع 27 وفاة مع 11 احتشاء في مجموعة العودة السوية للنبض بفرق إحصائي هام.

		الاختلاطات		المجموع	
		وفاة	احتشاء	العدد	النسبة
عودة نبض متأخر	يوجد	2	10	12	80
	لا يوجد	1	2	3	20
المجموع		**3**	**12**	**15**	**100**
P-value= 0.031					

دراستنا.

		الاختلاطات		المجموع	
		وفاة	احتشاء	العدد	النسبة
عودة نبض متأخر	يوجد	4	13	17	89
	لا يوجد	1	1	2	11
المجموع		**5**	**14**	**19**	**100**
P-value= 0.028					

دراسة Johnson et-al.

		الاختلاطات		المجموع	
		وفاة	احتشاء	العدد	النسبة
عودة نبض متأخر	يوجد	8	8	16	80
	لا يوجد	2	2	4	20
المجموع		**10**	**10**	**20**	**100**
P-value= 0.021					

دراسة Yanagisawa et-al.

		الاختلاطات		المجموع	
		وفاة	احتشاء	العدد	النسبة
عودة نبض متأخر	يوجد	61	42	103	73
	لا يوجد	27	11	38	27
المجموع		88	53	141	100
P-value= 0.001					

دراسة Nappi et-al.

	دراستنا				الدراسة الإيطالية				الدراسة الأمريكية				الدراسة اليابانية			
السنة	2022				تموز 2021				آذار 2012				شباط 2011			
العدد	83				866				66				97			
الذكور	٪64				٪42				٪57				٪66			
العمر	63 سنة				58 سنة				55 سنة				81 سنة			
مدة التمرين	10.3 دقيقة				8.8 دقيقة				9.9 دقيقة				4.9 دقيقة			
مدة المتابعة	سنة واحدة				7 سنة				1.5 سنة				2.6 سنة			
عودة النبض		وفاة		احتشاء		وفاة		احتشاء		وفاة		احتشاء		وفاة		احتشاء
		عدد	نسبة	عدد	نسبة	عدد	نسبة	عدد	نسبة	عدد	نسبة	عدد	نسبة	عدد	نسبة	عدد	نسبة
المتأخرة	يوجد	2	٪2.4	10	٪12	61	٪7	42	٪4.8	4	٪6	13	٪19	8	٪8.2	8	٪8.2
	لا يوجد	1	٪1.2	2	٪2.4	27	٪3	11	٪1.2	1	٪1.5	1	٪1.5	2	٪2	2	٪2
	P value	0.031				0.001				0.028				0.021			
الخلاصة		إنّ المرضى ذوو تأخر معدل عودة سرعة القلب للقاعدي أكثر عرضة لحدوث الاحتشاء والوفيات من المرضى ذوو معدل طبيعي لعودة سرعة القلب للقاعدي.			إنّ المرضى ذوو تأخر عودة سرعة القلب بعد اختبار الجهد مع نظائر مشعة أكثر عرضة للوفيات والاحتشاء والسكتة الدماغية من المرضى ذوو معدل طبيعي لعودة سرعة القلب للقاعدي.				إنّ المرضى ذوو تأخر معدل عودة سرعة القلب للقاعدي أكثر عرضة لحدوث الاحتشاء والوفيات من المرضى ذوو معدل طبيعي لعودة سرعة القلب للقاعدي.				إنّ المرضى ذوو تأخر معدل عودة سرعة القلب للقاعدي أكثر عرضة لحدوث الاحتشاء والوفيات من المرضى ذوو معدل طبيعي لعودة سرعة القلب للقاعدي.			

الفصل الرابع: الخلاصة

وجدنا في دراستنا أنّ تأخر عودة سرعة القلب للقيمة القاعدية بعد إيقاف اختبار الجهد ذات قيمة إنذارية مهمة وتتنبأ بتطور احتشاء العضلة القلبية والوفيات.

الفصل الخامس: التوصيات

- أن تجرى الدراسة بعدد أكبر من المراكز.
- متابعة المرضى ذوي معدل تباطؤ غير طبيعي لسرعة القلب بعد اختبار الجهد بصورة دورية وتطبيق العلاجات المطيلة للبقيا عند مرضى الداء الإكليلي.
- اعتماد اختبار الجهد التخطيطي كاستقصاء مساهم في تحديد الإنذار عند مرضى الداء الإكليلي، وتطبيقه بصورة أوسع.
- أن تجرى دراسات مشابهة على اختبار الجهد الصدوي، ومع النظائر المشعة، وليس فقط التخطيطي.

المراجع References:

1. **Manual of cardiovascular medicine fifth edition, chapter 45, interpretation of data, prognosis, 2019.**
2. **Falcone C, Buzzi MP, Klersy C, Schwartz PJ. Rapid heart rate increase at onset of exercise predicts adverse cardiac events in patients with coronary artery disease. Circulation 2017;112:1959–1964.**
3. **. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. N Engl J Med 2019; 341:1351–1357.**
4. **Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 14th Edition, heart anatomy, 2020.**
5. **Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, 14th Edition, physiological conditions of cardiac functioning, 2020.**
6. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, Total-Body Oxygen Uptake, 154, 2019.**
7. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, Myocardial Oxygen Demand and Supply Relationships During Exercise, 154, 2019.**
8. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, Myocardial Oxygen Demand and Supply Relationships During Exercise, 154, 2019.**
9. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, Myocardial Oxygen Demand, 156, 2019.**
10. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, Indications, 160, 2019.**
11. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, Advantages and disadvantages, 163, 2019.**
12. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, Contraindications, 166, 2019.**
13. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, Limitations, 171, 2019.**
14. **Manual of cardiovascular medicine fifth edition, chapter 45, pre-test preparation, 2018.**
15. **Manual of cardiovascular medicine fifth edition, chapter 45, stress protocols, 2018.**
16. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, Complications, 2019.**
17. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, interpretation of data, prognosis, 2019.**
18. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, termination of stress test, 2019.**

19. **G A Lanza, M Mustilli, A Sestito, F Infusino, G A Sgueglia, F Crea, Diagnostic and prognostic value of ST segment depression limited to the recovery phase of exercise stress test, 2017.**
20. **Julian Loh MD, Mohammed Rizwan Amanullah MD, Chai Keat See MD, Hak Chiaw Tang MD, Kurugulasigamoney Gunasegaran MD, Nadira Hamid MD, Jeffrey Lau MD, PhD, Chung Yin Lee MD, See Hooi Ewe MD, PhD, Zee Pin Ding MD, Anders Sahlén MD, PhD, Predicting premature termination of exercise during Bruce protocol stress echocardiography, 2020.**
21. **.JOSEPH T. DOYLE and SANDRA H. KINCH, The Prognosis of an Abnormal Electro-cardiographic Stress Test, 2015.**
22. **Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine 2-Volume Set, chapter 13, results, 2019.**
23. **Asim M. Rafique MD, Simon Biner MD, abIndraneil Ray MD, James S.Forrester MD, Kirsten Tolstrup MD, Robert J.Siegel MD, Meta-Analysis of Prognostic Value of Stress Testing in Patients With Asymptomatic Severe Aortic Stenosis, 2021.**
24. **Cole CR, Foody JM, Blackstone EH, Lauer MS. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. Ann Intern Med 2000;132:552–555, 2012.**
25. **Nishime EO, Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Lauer MS. Heart rate recovery and treadmill exercise score as predictors of mortality in patients referred for exercise ECG. JAMA 2000;284:1392–1398.**
26. **Jouven X, Empana JP, Schwartz PJ, Desnos M, Courbon D, Ducimetière P. Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. N Engl J Med 2005;352:1951–1958.**
27. **Johnson NP, Holly TA, Goldberger JJ. QT dynamics early after exercise as a predictor of mortality. Heart Rhythm 2010;7:1077–1084.**
28. **Arbit B, Azarbal B, Hayes SW, et al. Prognostic contribution of exercise capacity, heart rate recovery, chronotropic incompetence, and myocardial perfusion single-photon emission computerized tomography in the prediction of cardiac death and all-cause mortality. Am J Cardiol. 2015;116:1678–1684.**

Abstract

BACKGROUND: The EKG is a good prognostic and diagnostic tool in the evaluation of patients with coronary disease, and it is an ideal diagnostic option for patients with chest pain with an intermediate risk of coronary disease. Many abnormal results were recorded, especially the delay in recovery heart rate to the baseline value after the test and considering that as a bad prognostic criterion for predicting future cardiac events such as infarction and cardiac death.

OBJECTIVE: The aim of this study is to know the prognostic value of the delayed return to baseline heart rate after the ECG stress test.

MATERIALS AND METHODS: A prospective study that included patients nominated for a stress test with ECG who visited the cardiac clinics of Damascus University Hospitals (University Mowasat and University Assad) in the period from 1/12/2020 to 1/12/2021. The data collected included age, sex, medical history, drug history, duration of exertion, and the occurrence of ischemic or infarctive changes during the test (all ischemic or infarct phases will be excluded during the test) and the heart rate will be recorded one minute after stopping the stress test. Patients will be divided into two groups: patients with normal

recovery heart rate and patients with delayed recovery heart rate. Patients will be followed up with periodic follow-up every three months with a visit to the cardiac clinic or by telephone follow-up throughout the study period, and the occurrence of myocardial infarction and death will be recorded in both study groups.

RESULTS: The study included 100 patients, 2 were excluded because of signs of myocardial infarction during the test, 15 patients were excluded because of the occurrence of ischemic changes during the test, therefore 83 patients were studied (53 males, 30 females, average age 63 + 10 years). As for the distribution according to the rate of return of the heart to normal, about 44 patients had a delay in the return of the heart rate to normal, and 39 patients did not have a delay in the rate of return of the heart to normal, at rates of 53% and 47%, respectively. As for the complications that occurred in the long term, there were 2 deaths and 10 myocardial infarctions in the delayed return group, compared with one death in the second group and only two infarctions, and the results were statistically significant (P-value = 0.031).

CONCLUSION: The delay in restoring the heart rate to baseline value on the ECG has an important prognostic value and can predict mortality and myocardial infarction in patients.