الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جـــــامعة دمشق
كلية الطب البشري
قســم الأمراض الباطنة
الشعبة القلبية

القيمة التشخيصية لانخفاض قطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي

رسالة مُقدَّمة لنيل شهادة الدراسات العليا التخصصية الفرعية في أمراض القلب والأوعية

إعداد طالب الدراسات العليا
احمد عيد ابراهيم العبد الله

بإشراف
الدكتور: محمد علي المبارك
الأستاذ الدكتور في الشعبة القلبية – قسم الأمراض الباطنة من كلية الطب البشري – جامعة دمشق

1446 هـ/2024 م

قرار لجنة الحكم وتوقيعات لجنة المناقشة Approval

نُوقِشَت هذه الرسالة الموسومة بعنوان (القيمة التشخيصية لانخفاض قطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي) في جلسة علنية يوم الأربعاء بتاريخ 24/تموز/2024 م، وبعد الاطلاع على النسخة المُعدَّلة المُقدَّمة من قبل طالب الدراسات العليا: **احمد عيد ابراهيم العبدالله** تبين أنه تم التقيد بالملاحظات كلها، وأُجرِيَتْ التصويبات المطلوبة كلها، **وأُجِيزَت من قبل أعضاء لجنة التحكيم التالية أسماؤهم:**

الدكتور محمد علي المبارك: الأستاذ الدكتور في الشعبة القلبية، قسم الأمراض الباطنة، كلية الطب البشري، جامعة دمشق – رئيساً ومشرفاً.

الاسم : أ.د. محمد علي المبارك

الدكتور عمر القاسم: المدرس الدكتور في الشعبة القلبية، قسم الأمراض الباطنة، كلية الطب البشري، جامعة دمشق – عضواً.

الاسم : م.د. عمر القاسم

الدكتور بركات شاهين: المدرس الدكتور في قسم الفيزيولوجيا والأدوية والمداواة، كلية الطب البشري، جامعة دمشق – عضواً.

الاسم : م.د. بركات شاهين

تصريح خطي

أنا الموقع أدناه أصرح بعلمي الكامل وقبولي:

1- أن كل ما ينتج عن البحث والأطروحة هو ملكية فكرية ومالية بالتشارك مع جامعة دمشق، وأنني ألتزم بأخذ موافقة الجامعة في حال رغبتي بنشر البحث أو الأطروحة أو جزء منها نصاً أو مضموناً خارج إطار الجامعة (من دور نشر أو مكتبات أو مواقع الكترونية وغيرها من وسائل النشر).

2- أنه لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة اقتُبِسَ من عمل علمي آخر أو أُنجِزَ للحصول على شهادة أخرى في جامعة دمشق أو أية جامعة أو معهد تعليمي داخل الجمهورية العربية السورية أو خارجها.

الاسم والتوقيع:

احمد عيد ابراهيم العبدالله

شهادة المشرف

نشهد بأن العمل الموصوف في هذه الرسالة أو الأطروحة نتيجة عمل قام به المُرشَّح **احمد عيد ابراهيم العبدالله** تحت إشراف الأستاذ الدكتور **محمد علي المبارك** جامعة دمشق- كلية الطب البشري – قسم الأمراض الباطنة – الشعبة القلبية، وأية مراجع أخرى بُجِنَّت في هذه الرسالة مُوثّقة في النص.

المشرف

الأستاذ الدكتور محمد علي المبارك

شكر وتقدير Acknowledgment

الأستاذ الدكتور محمد علي المبارك

المشرف على هذا البحث، الأستاذ المتميز و صاحب الفضل الكبير، الذي أعطاني من وقته وعلمه كثيراً، ولم يبخل بأي معلومة أو ملاحظة، لك مني كل التقدير والحب، والشكر الخالص لإشرافه على هذا البحث، مع تمنياتي له بدوام الصحة والعافية.

المدرس الدكتور عمر القاسم

الذي تفضَّل مشكوراً بالمشاركة في لجنة الحكم على هذا البحث، وقدم نصائحه وملاحظاته بكامل المحبة والدعم، ولم يبخل بمساعدة أو معلومة، لك مني كل الشكر والاحترام والتقدير.

المدرس الدكتور بركات شاهين

الذي شرَّفني بتقويم البحث من خلال المشاركة في لجنة الحكم، وما قدمه من ملاحظات ونصائح، لك مني كل الشكر والاحترام والتقدير.

فهرس المحتويات Table of Contents

القسم	الصفحة
الجزء التمهيدي:	1
1- المقدمة	1
2- المشكلة البحثية	2
3- تساؤلات البحث	2
4- فرضيات البحث	2
5- مسلمات البحث	3
6- هدف البحث	3
7- أهمية البحث	3
8- حدود البحث	3
9- مناهج البحث وأدواته	4
10- الدراسات المرجعية	8
11- مكونات البحث	10
الجزء الأول: القسم النظري	12
الفصل الأول: التصلب العصيدي Atherosclerosis	13
1-1- تمهيد	13
1-2- الإمراضية Etiology	13
1-3- الوبائية Epidemiology	14
1-4- الفيزيولوجيا المرضية Pathophysiology	15
1-4-1- مراحل التصلب العصيدي Staging of Athersclerosis	15
1-5- القصة والفحص السريري History and Clinical Exam	22
1-6- التقويم Evaluation	22
1-7- العلاج والتدبير Treatment and Management	23
1-8- التشخيص التفريقي Differential Diagnosis	24
1-9- الإنذار Prognosis	24
1-10- الاختلاطات Complications	25

1-11- موجز	25
الفصل الثاني: المتلازمة الإكليلية الحادة Acute Coronary Syndrome	26
2-1- تمهيد	26
2-2- تصنيف الداء الشرياني الإكليلي العصيدي	26
2-3- خناق الصدر غير المستقرUA واحتشاء العضلة القلبية من دون ارتفاع قطعة ST (UA/NSTEMI)	29
2-3-1- التعريف	29
2-3-2- الآلية الإمراضية	30
2-3-3- التظاهرات السريرية	30
2-3-4- التدبير الحاد لاحتشاء العضلة القلبية دون ارتفاع قطعة ST (NSTEMI) Acute Management for Non-ST Elevation Myocardial Infarction (NSTEMI)	31
2-3-4-1- توصيات المعالجة بمضادات التصاق الصفيحات Antiplatelet	31
2-3-4-2- توصيات المعالجة بمضادات التخثر Anticoagulant	33
2-3-5- الاستراتيجية الغازية عند مرضى احتشاء العضلة القلبية دوزن ارتفاع قطعة ST (NSTEMI)	34
2-4- احتشاء العضلة القلبية مع ارتفاع قطعة ST (STEMI)	36
2-4-1- التظاهر السريري	36
2-4-2- الفحص السريري	37
2-4-3- التشخيص	37
2-4-4- التدبير الحاد لاحتشاء العضلة القلبية مع ارتفاع قطعة ST	39
2-5- موجز	43
الفصل الثالث: تشريح الشرايين الإكليلية Anatomy of Coronary Arteries	44
3-1- تمهيد	44
3-2- الشريان الإكليلي الأيسر (Left Coronary Artery)	44
4-3- الشريان الإكليلي الأيمن (Right Coronary Artery):	47
4-4- الشريان المسيطر Coronary Dominance	48

4-5- موجز	49
الفصل الرابع: القثطرة القلبية التشخيصية وتصوير الأوعية Diagnostic Cardiac Catheterization and Angiography	50
4-1- تمهيد	50
4-1-1- استخدامات قثطرة القلب الأيسر	51
4-1-2- استخدامات قثطرة القلب الأيمن	51
4-1-3- استخدامات قثطرة القلب الأيمن و الأيسر المتواقتة	52
4-2- تصوير الأوعية الإكليلية	52
4-2-1- استطبابات القثطرة الإكليلية التشخيصية	53
4-2-2- مضادات استطباب القثطرة القلبية	54
4-2-3- تقييم شدة الإصابة الإكليلية	54
4-3- موجز	57
الفصل الخامس: اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Stress Electrocardiogram Test	58
5-1- تمهيد	58
5-2- استطبابات ومضادات استطباب اختبار الإجهاد باستخدام تخطيط القلب الكهربائي	59
5-3- مضادات استطباب اختبار الإجهاد باستخدام تخطيط القلب الكهربائي	60
5-3-1- مضادات الاستطباب المطلقة	60
5-3-2- مضادات الاستطباب النسبية	61
5-4- محددات اختبار الجهد Limitations To Exercise ECG Testing	62
5-5- أنواع اختبار الجهد Types of Exercise	64
5-5-1- مقارنة أنواع اختبار الجهد	65
5-5-2- بروتوكولات اختبار الجهد الشائعة	66
5-5-2-1- برتوكول بروس Bruce	66
5-5-2-2- برتوكول بروس المُعدَّل Bruce Modified	66
5-5-2-3- بروتوكول نوتون Naughton	66
5-5-2-4- اختبار الدراجة	66
5-6- إجراء اختبار الجهد Exercise Test Procedure	68

5-6-1- تعليمات ما قبل الإجراء Pre-test instructions	68
5-6-2- مقابلة المريض والفحص السريري Patient interview and examination	69
5-6-3- الوصول إلى سرعة النبض الهدف Establishing the target heart rate	70
5-6-4- تخطيط القلب الكهربائي ECG	71
5-6-5- قياسات الضغط الدموي الشرياني Blood pressure measurements	73
5-6-6- الأعراض والجهد المُلاَحظ Symptoms and perceived exerti	73
5-6-7- إنهاء الاختبار Test endpoints	74
5-6-8- اختبار الجهد تحت الأعظمي Submaximal testing	77
5-6-9- فترة الراحة ما بعد إجراء اختبار الجهد Recovery period	78
5-6-10- الاختلاطات المهدد للحياة Life-threatening complications	79
5-6-11- تقرير اختبار الجهد	80
5-7- التغيرات التخطيطية خلال إجراء اختبار الجهد ECG Abnormalities During Exercise	81
5-7-1- الفيزيولوجيا الكهربائية لنقص التروية القلبية	82
5-7-2- تزحل القطعة ST ST segment depression	84
5-7-3- تزحل قطعة ST المائل والمقعر نحو الأعلى Upsloping ST segment depression	85
5-7-4- تزحل قطعة ST المائل نحو الأسفل أو الأفقي Horizontal or Downsloping ST Segment Depression	86
5-7-5- تزحل قطعة ST على الراحة Resting ST segment depression	86
5-7-6- ارتفاع قطعة ST ST Segment Elevation	87
5-7-7- ارتفاع قطعة ST في المسرى aVR	89
5-7-8- خوارج الإنقباض البطينية Ectopy	89
5-7-9- حصار الغصن Bundle branch block	89
5-8- الشذوذات التخطيطية خلال فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد ECG Abnormalities During Recovery	90

5-8-1- تزحل قطعة ST أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد ST segment depression during Recovery	90
5-8-2- خوارج الانقباض البطينية أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد Frequent ventricular ectopy during Recovery	91
5-9- موجز	91
الجزء الثاني: القسم العملي	**92**
الفصل الأول: أهداف البحث، التصميم، المواد والطرائق	**93**
1-1- تمهيد	93
1-2- خلفية البحث	93
1-3- تساؤلات البحث	94
1-4- هدف البحث	94
1-5- عينة الدراسة	94
1-6- مواد الدراسة وطرائقها	96
1-7- المُحدِّدات الأخلاقية	99
1-8- حجم العينة	100
1-9- المفاهيم والاعتبارات	100
استمارة البحث	103
الموافقة المستنيرة	104
1-10- طرق التحليل الإحصائي	105
1-11- موجز	106
الفصل الثاني: النتائج Results	**107**
2-1- تمهيد	107
2-2- الدراسة العامة لعينة البحث	107
2-2-1- دراسة العمر والجنس في عينة البحث	107
2-2-2- دراسة نتيجة اختبار الإجهاد في عينة البحث	108
2-2-3- دراسة نتيجة القثطرة القلبية	109
2-2-4- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع العمر والجنس	110
2-2-5- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع قياسات	111

الجسم	
2-2-6- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عوامل الخطر والسوابق المرضية	112
2-2-7- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع القياسات الحيوية	113
2-2-8- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع نتائج التحاليل المخبرية	114
2-2-9- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع الشرايين المصابة	115
2-2-10- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عدد الشرايين المصابة	116
2-2-11- دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريان على الأقل	117
2-2-12- دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريانين على الأقل	118
2-2-13- دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في ثلاثة شرايين أو LM	119
2-3- موجز	120
الفصل الثالث: المقارنة مع الدراسات العالمية المشابهة	**121**
3-1- تمهيد	121
3-2- مقارنة عامة بين الدراسات	121
3-3- مقارنة نتيجة اختبار الإجهاد بين الدراسات	122
3-4- مقارنة نتيجة القثطرة القلبية	123
3-5- مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع العمر والجنس	124
3-6- مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عوامل الخطر والسوابق المرضية	125
3-7- مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع القياسات الحيوية	127
3-8- مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع نتيجة القثطرة القلبية	128

3-9- مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عدد الشرايين المصابة	130
3-10- مقارنة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريان على الأقل	132
3-11- مقارنة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريانين على الأقل	134
3-12- مقارنة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في ثلاثة شرايين أو LM	136
3-13- موجز	138
الفصل الرابع: المناقشة Discussion	139
4-1- تمهيد	139
4-2- مقارنة نتائج دراستنا مع الدراسات العالمية المشابهة ومناقشة النتائج	139
4-3- موجز	144
الجزء الثالث: الخلاصة Conclusion	145
1-1- تمهيد	145
1-2- الإستنتاجات	145
1-3- صعوبات البحث	146
1-4- التوصيات	146
المراجع References	148
Abstract	160

قائمة الجداول List of Tables

اسم الجدول ورقمه	الصفحة
الجدول (1–1): يوضح البروتوكولات المُستَعملة في اختبار الجهد بواسطة البساط المتحرك حيث أن METs = المكافئ الاستقلابين حيث أن كل 1 METs = 3.5 مل أكسجين/كلغ/دقيقة	67
الجدول (1–2): يوضح تصنيف الجهد المُلاَحظ على المريض	74
الجدول (1–3): تصنيف إنهاء اختبار الجهد	75
الجدول (1–4): ملخص التوجيهات الإرشادية لـ AHA من أجل استطبابات إيقاف اختبار الجهد	75
الجدول (2–1): دراسة العمر والجنس في عينة البحث	107
الجدول (2–2): دراسة نتيجة اختبار الإجهاد في عينة البحث	108
الجدول (2–3): دراسة نتيجة القثطرة القلبية	109
الجدول (2–4): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع العمر والجنس	110
الجدول (2–5): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع قياسات الجسم	111
الجدول (2–6): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عوامل الخطر والسوابق المرضية	112
الجدول (2–7): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع القياسات الحيوية	113
الجدول (2–8): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع نتائج التحاليل المخبرية	114
الجدول (2–9): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع الشرايين المصابة	115
الجدول (2–10): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عدد الشرايين المصابة	116
الجدول (2–11): دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريان على الأقل	117
الجدول (2–12): دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريانين على الأقل	118

الجدول (2–13): دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في ثلاثة شرايين أو LM	**119**
الجدول (2–14): مقارنة عامة بين الدراسات	**121**
الجدول (2–15): مقارنة نتيجة اختبار الإجهاد بين الدراسات	**122**
الجدول (2–16): مقارنة نتيجة القثطرة القلبية	**123**
الجدول (2–17): مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع العمر والجنس	**124**
الجدول (2–18): مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عوامل الخطر والسوابق المرضية	**125**
الجدول (2–19): مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع القياسات الحيوية	**127**
الجدول (2–20): مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع نتيجة القثطرة القلبية	**128**
الجدول (2–21): مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عدد الشرايين المصابة	**130**
الجدول (2–22): مقارنة قدرة تزحل STعلى التنبؤ بوجود تضيق هام في شريان على الأقل	**132**
الجدول (2–23): مقارنة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريانين على الأقل	**134**
الجدول (2–24): مقارنة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في ثلاثة شرايين أو LM	**136**

قائمة الأشكال List of Figures

اسم الشكل ورقمه	الصفحة
الشكل (1–1): يوضح مراحل التصلب العصيدي	16
الشكل (1–2): يوضح مراحل التصلب العصيدي	21
الشكل (1–3): يوضح التدبير الحاد لـ NSTEMI	34
الشكل (1–4): يوضح اختيار الاستراتيجية الغازية لمرضى NSTE-ACS	36
الشكل (1–5): مظهر ارتفاع قطعة ST في الحالات غير STEMI	38
الشكل (1–6): يظهر ذرى المستوى المصلي للأنزيمات القلبية بعد الاحتشاء	39
الشكل (1–7): ويظهر االشريان الإكليلي الأيسر مع فروعه: الشريان الأمامي النازل الأيسر والشريان المنعكس الأيسر وفروعهما	46
الشكل (1–8): ويظهر الشريان الإكليلي الأيمن وفروعه	48
الشكل (1–9): يوضح الجذع الإكليلي الأيسر بالقثطرة القلبية مع تفرعيه (الشريان الأمامي النازل وفرعه الحاجزي) و(الشريان المنعكس وفرعه الهامشي)	50
الشكل (1–10): يوضح الشريان الإكليلي الأيمن وتفرعاته بالقثطرة القلبية	51
الشكل (1–11): يوضح كيف نستخدم الفثطرة القلبية في تقييم شدة الإصابة، حيث تصوير الآفة بوضعيتين متعامدتين على الأقل لنتجنب تقاصرها و إظهارها بشكل واضح بعيداً عن التراكب مع الأوعية المجاورة	55
الشكل (1–12): يوضح كيف نستخدم الفثطرة القلبية في تقييم شدة الإصابة، حيث نلاحظ تناقص في مساحة الوعاء بالمقطع العرضي مقارنةً مع قطر التضيق للشريان	56
الشكل (1–13): تظاهرات نقص التروية القلبية:	59
الشكل(1–14): يوضح خوارزمية لاختيار اختبار الجهد الأمثل	63
الشكل (1–15): طيف التغيرات التخطيطية خلال اختبار الجهد	81
الشكل (1–16): يظهر العلاقة بين كمونات العمل القلبية السريعة المتواسطة بواسطة الصوديوم وتخطيط القلب السطحي	82
الشكل (1–17): يوضح نقص تروية قلبية تحت الشغاف خلال اختبار الجهد كما هو مُوضّح من المسرى V5	83
الشكل (1–18): يظهر تزحلات قطعة ST نحو الأسفل أثناء اجراء اختبار الجهد	84

جدول المصطلحات والاختصارات الطبية Table of Abbreviations

الاختصار	الشرح
ECG	Electrocardiogram تخطيط القلب الكهربائي
AHA	American Heart Association الجمعية الأمريكية لأمراض القلب
HDL	High-Density Lipoprotein البروتين الشحمي مرتفع الكثافة
LDL	Low-Density Lipoprotein البروتين الشحمي منخفض الكثافة
S.td	Standard Deviation الانحراف المعياري

الملخص

خلفية البحث:

تزحل القطعة ST في مرحلة الإجهاد من أهم الموجودات أثناء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي لتشخيص الداء الوعائي الإكليلي الساد، لكن تزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة لم تدرس أهميتها التشخيصية بشكل كافٍ.

هدف البحث:

يهدف البحث لمقارنة الأهمية التشخيصية لانخفاض القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط مع الأهمية التشخيصية لانخفاض القطعة ST في مرحلة الإجهاد عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي في الكشف عن وجود الداء الوعائي الإكليلي الهام وامتداده.

مواد البحث وطرائقه:

تصميم الدراسة: **دراسة تقدمية مقطعية مستعرضة Prospective Cross-Sectional Study**، ضمت مرضى العيادة القلبية المُشتُبه بإصابتهم بالداء الوعائي الإكليلي الذين سيخضعون لإجراء قثطرة قلبية تشخيصية في مستشفيات جامعة دمشق (مستشفى المواساة الجامعي، مستشفى الأسد الجامعي) خلال أسبوع من إجراء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي، في الفترة ما بين 2022/6/15 م إلى 2023/6/15 م.

النتائج:

ضم البحث 260 مريضاً (متوسط العمر 52.9±7.3 عاماً، 72.7% ذكور) وكان لدى 70% تضيقاً هاماً في شريان إكليلي على الأقل، توزعوا إلى مجموعتين: المجموعة الأولى تضم المرضى مع تزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة) (227 مريضاً، 87.3%)؛ والمجموعة الثانية تضم المرضى مع تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط (33 مريضاً، 12.7%).

كانت المجموعتان متشابهتان من حيث العمر والجنس وعوامل الخطر القلبية، الفرق لم يكن مهماً إحصائياً.

في المجموعة الأولى كان هناك تضيقاً هاماً في شريان واحد لدى 27.8%، وفي شريانين لدى 26%، وفي ثلاثة شرايين و/أو في LM لدى 16.7%. في المجموعة الثانية كان هناك تضيقاً هاماً في شريان واحد لدى 30.3%، وفي شريانين لدى 24.2%، وفي ثلاثة شرايين و/أو في LM لدى 12.1%. الفرق لم يكن مهماً إحصائياً.

للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريان إكليلي واحد على الأقل كان لتزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط أصغر حساسية (12.1%) وأكبر نوعية (85.9%).

عند وجود تزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع مرحلة الإجهاد ارتفعت النوعية والقيمة التنبؤية الإيجابية بالمقارنة مع تزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة).

أيضاً عند التنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريانين على الأقل أو في ثلاثة شرايين و/أو في LM كانت النتائج مشابهة.

الاستنتاج:

إن الأهمية التشخيصية لتزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط مقاربة للأهمية التشخيصية لتزحل القطعة ST في مرحلة الإجهاد للتنبؤ بوجود إصابة إكليلية هامة وامتدادها.

كلمات رئيسة (مفتاحية): اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي، الداء الوعائي الإكليلي، تزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة.

الجزء التمهيدي:

1- المقدمة:

يُعَدُّ اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST) من الاختبارات الهامة المُستَخدمة لتشخيص الداء الوعائي الإكليلي coronary artery disease (CAD) [Narayanapillai et al., 2021, 305-309]، [Lachterman et al., 2020, 11-16]، [Rashid et al., 2019, 3e6]، [Lanza et al., 2018, 1417-1421]، وإن انخفاض القطعة ST المُحدثة باختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي من أهم الموجودات التخطيطية لتشخيص الداء الوعائي الإكليلي السادobstructive CAD [Gianrossi et al., 2019, 87-98]، كما أن انخفاض قطعة ST يشير إلى إنذار سيء عند مرضى الداء الوعائي الإكليلي.[Weiner et al., 2018, 772-779]، [Mark et al., 2020, 793-800]، [Morrow et al., 2018, 689-695].

إن حساسية ونوعية اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي في الكشف عن الداء الوعائي الإكليلي حوالي 68% و 77% على التوالي في دراسات عديدة [Gianrossi et al., 2019, 87-98]، وإن 12–16% من المرضى الذين لديهم نزحل قطعة ST في فترة العودة إلى الراحة كان لديهم داء وعائي إكليلي مُشتبه أو مؤكد [Lanza et al., 2018, 1417-1421]، [Soto et al., 2019, 670-672]،، وإن آلية انخفاض قطعة ST في (فترة العودة إلى الراحة في اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي) غير مفهومة.[Lachterman et al., 2020, 11-16]، [Karnegis et al., 2020, 544-554]، [Savage et al., 2018, 1405-1406].

2- المشكلة البحثية:

بسبب قلة الدراسات حول الأهمية التشخيصية لانخفاض القطعة ST في (فترة العودة إلى الراحة في اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي) [Hongbo et al., 2019, 742-746]، لذلك كان لا بد من إجراء دراسة لمقارنة امتداد الداء الوعائي الإكليلي ما بين فترة العودة إلى الراحة Recovery Period وما بين فترة الإجهاد Stress Period عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST) مع انخفاض القطعة ST.

3- تساؤلات البحث:

سنحاول في هذا البحث الإجابة عن الأسئلة الآتية:

1- ما هي قدرة انخفاض القطعة ST في فترة العودة إلى الراحة Recovery Period على التنبؤ بوجود إصابة إكليلية هامة وامتدادها.

2- ما هي قدرة انخفاض القطعة ST في فترة الإجهاد Stress Period على التنبؤ بوجود إصابة إكليلية هامة وامتدادها.

3- أيهما أكثر فائدة في التنبؤ بوجود وامتداد الإصابة الإكليلية الهامة.

4- فرضيات البحث:

يفترض البحث بأن لانخفاض القطعة ST في فترة العودة إلى الراحة Recovery Period وانخفاض القطعة ST في فترة الإجهاد Stress Period عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST) القدرة على التنبؤ بوجود إصابة إكليلية هامة وامتدادها، لكن هناك أفضلية لأحدهم في الدقة التنبؤية.

5- مسلمات البحث:

إن التنبؤ بوجود إصابة إكليلية هامة وامتدادها يساهم في وضع خطط العلاج بشكل أكثر فاعلية وبالتالي نتائج أفضل للتدبير، ويعتبر من الاختبارات الهامة المُستَخدمة لتشخيص الداء الوعائي الإكليلي coronary artery disease (CAD) وتقييم المخاطر.

6- هدف البحث:

يهدف البحث لمقارنة القدرة التشخيصية لانخفاض القطعة ST في فترة العودة إلى الراحة Recovery Period فقط مع القدرة التشخيصية لانخفاض القطعة ST في مرحلة فترة الإجهاد Stress Period عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST) في الكشف عن وجود الداء الوعائي الإكليلي الهام وامتداده.

7- أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في محاولة الكشف عن أهمية انخفاض القطعة ST في فترة العودة إلى الراحة في الكشف عن وجود داء وعائي إكليلي عند عدم وجود تغيرات في القطعة ST أثناء فترة الإجهاد عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST) مع انخفاض القطعة ST، وبالتالي الكشف عن حالات السلبية الكاذبة في فترة الإجهاد.

8- حدود البحث:

- اقتصرت الدراسة على المرضى المجرَى لهم قثطرة قلبية، وبالتالي فإن الخطورة القلبية لديهم مرتفعة مما قد يزيد من نسبة وجود تضيقاً هاماً في الشرايين الإكليلية.

- ❖ كان هنالك صعوبة في إجراء قثطرة قلبية لبعض المرضى في مشفى المواساة الجامعي بدمشق ومشفى الأسد الجامعي بدمشق بسبب تعطل بعض أجهزة القثطرة القلبية.
- ❖ جميع المرضى كان لديهم تزحل في القطعة ST إما في مرحلة الإجهاد أو في مرحلة العودة إلى الراحة أو في كلتيهما، ولم يكن اختبار الإجهاد سلبياً لدى أي مريض.

9- مناهج البحث وأدواته:

تصميم الدراسة: **دراسة تقدمية مقطعية مستعرضة Prospective Cross-Sectional Study**، شملت مرضى العيادة القلبية في الشعبة القلبية المُشتُبه بإصابتهم بالداء الوعائي الإكليلي والمراجعين لإجراء قثطرة قلبية تشخيصية في مستشفيات جامعة دمشق (مستشفى المواساة الجامعي، مستشفى الأسد الجامعي) وخضعوا لقثطرة قلبية خلال أسبوع من إجراء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST)، في الفترة ما بين 2022/6/15 م إلى 2023/6/15 م، **والذين تحققت لديهم المعايير الآتية:**

معايير القبول:

- ❖ العمر > 18 عاماً.
- ❖ المرضى المُشتُبه بإصابتهم بالداء الوعائي الإكليلي والمراجعين لإجراء قثطرة قلبية تشخيصية في مستشفيات جامعة دمشق (مستشفى المواساة الجامعي، مستشفى الأسد الجامعي).

معايير الاستبعاد:

- ☒ وجود مضاد استطباب لإجراء اختبار الإجهاد، أو عدم قدرة المريض على إجراء الاختبار لأي سبب (جسدي أو نفسي).
- ☒ رفض المريض إجراء اختبار الإجهاد أو القثطرة القلبية.

☒ احتشاء عضلة قلبية سابق منذ أقل من شهر.

☒ رجفان أذيني أو لا نظميات قلبية أخرى.

☒ وجود انخفاض قطعة ST قاعدي baseline > 1 ملم: عن طريق إجراء تخطيط القلب الكهربائي.

☒ حصار غصن أيسر.

☒ وجود ناظم خطا.

☒ داء صمامي: عن طريق إجراء تخطيط صدى القلب echocardiography.

☒ اعتلال عضلة قلبية ضخامي.

☒ دليل تخطيطي على وجود ضخامة بطين أيسر.

☒ وجود ارتفاع قطعة ST أثناء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي غير مسبوق بموجة Q: أثناء إجراء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي.

☒ عدم إجراء القثطرة القلبية خلال فترة أسبوع من إجراء اختبار الإجهاد.

☒ عدم اكتمال البيانات.

المواد والطرائق:

بعد تحقيق المريض لمعايير البحث وأخذ موافقته على الاشتراك في البحث تم إجراء الآتي:

- ❖ أخذ قصة سريرية مفصلة تتضمن معلومات حول الجنس والعمر والأعراض السريرية.
- ❖ تدوين نتيجة الفحص السريري وتخطيط القلب الكهربائي.
- ❖ إجراء تصوير صدوي للقلب.
- ❖ إجراء تحاليل مخبرية.

❖ إجراء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST): [Chareonthaitawee et al., 2023]:

- تمت زيادة سرعة اختبار الجهد كل 3 دقائق حتى الوصول للنبض (220−العمر)×0.8 بالنسبة للذكور و(210−العمر)×0.8 بالنسبة للإناث وخلال هذه المدة تمت مراقبة (التغيرات التخطيطية وأي أعراض خناقية كالألم الصدري الخناقي أو الزلة التنفسية والتوتر الدموي الشرياني) خلال اختبار الجهد، وإن المعايير لإيقاف اختبار الجهد تضمنت: تغيرات تخطيطية نوعية مثل: ارتفاع قطعة ST، اضطرابات نظم مثل (حصار قلب درجة ثالثة، رجفان أذيني، تسرع بطيني أو فوق بطيني)، زلة تنفسية أو ألم صدري خناقي متوسط إلى شديد أو ارتفاع أو انخفاض ضغط دموي شرياني غير طبيعي. وكانت معايير نقص التروية القلبية: وجود ارتفاع أو انخفاض أفقي Horizontal أو مائل نحو الأسفل downsloping في قطعة ST ≤ 1 ملم، وتم قياس ارتفاع أو انخفاض قطعة ST بناءً على (خط السواء في تخطيط القلب الكهربائي بين موجة T وموجة P) و(بعد نقطة J بحوالي 80-60 ميلي ثانية). وتم تقسيم المجموعات حسب نتيجة اختبار الجهد إلى ثلاث مجموعات: مجموعة اختبار جهد إيجابية: انخفاض ST ≤ 1 ملم في مسريين متتاليين، مجموعة اختبار جهد سلبية: لم يلاحظ فيها أي انخفاض في قطعة ST، مجموعة اختبار جهد غير مؤكد: انخفاض ST ما بين 1-0 ملم، وفي حال عدم وصول المريض إلى النبض الأعظمي تم اعتبار اختبار الجهد غير كامل وناقص المعلومات.
- فترة الراحة ما بعد إجراء اختبار الجهد Recovery Period: تم تسجيل تخطيط القلب الكهربائي بعد فترة قصيرة من الهدوء (15−20 ثانية من إيقاف اختبار الجهد) والمريض ما

يزال موجوداً على البساط المتحرك للجهاز أو جالساً على المعقد المجاور لجهاز اختبار الجهد.

- ✓ إذا لم يكن هنالك تغيرات تخطيطية هامة خلال فترة الجهد والاختبار مُجرَى لتشخيص نقص تروية قلبية فإن المريض يجب أن يعود إلى وضعية الاستلقاء خلال فترة الراحة Recovery Period، وإن زيادة العود الوريدي خلال فترة الاستلقاء ربما يكون نتيجة شذوذات احتشائية لا تُشَاهد على وضعية الوقوف على البساط المتحرك، وإن تغيرات قطعة ST المحدودة خلال فترة الراحة تُعتَبر منبئ لداء إكليلي كما هي الحال في التغيرات الحاصلة أثناء اختبار الجهد.
- ✓ إذا حدث لدى المريض شذوذات تخطيطية خلال فترة الجهد قد يكون من الآمن أن يجلس المريض خلال فترة الراحة Recovery Period وذلك للتقليل من خطورة نقص التروية المتزايدة واضطرابات النظم البطينية.

- ➢ تم تسجيل تخطيط القلب كل دقيقتين لمدة 7–10 دقائق حتى عاد معدل ضربات القلب إلى أقل من 100 ضربة/دقيقة أو عودة شكل الموجات على تخطيط القلب الكهربائي مشابهاً لتخطيط قلب المريض القاعدي. وتمت مقارنة هذه التخاطيط مع تخطيط القلب الكهربائي على الراحة resting period، كما تمت مراقبة شكل الموجة على تخطيط القلب الكهربائي خلال فترة الراحة Recovery Period وذلك لتقييم معدل ضربات القلب والنظم واستجابة قطعة ST. قد تحدث اضطرابات نظم بطينية خلال فترة recovery والتي ترتبط بمعدل وفيات عالي خلال هذه الفترة.

- إجراء قثطرة قلبية للمريض وتسجيل نتيجتها من حيث وجود أو غياب الإصابة الإكليلية وامتدادها (عدد الشرايين المصابة).
- تدوين المعلومات والبيانات على استمارة خاصة بالبحث، وبعد الانتهاء من جمع البيانات تم إدخالها إلى الحاسوب ودراستها إحصائياً باستخدام برنامج IBM SPSS واستخلاص النتائج.
- تمت مقارنة النتائج مع نتائج دراسات عالمية مشابهة.
- تم وضع توصيات على ضوء الاستنتاجات التي وصلت إليها الدراسة.

10- الدراسات المرجعية:

- **في دراسة للباحث Narayanapillai [Narayanapillai et al., 2021, 305-309]:** حيث درس الباحث (الموجودات السريرية وامتداد الداء الوعائي الإكليلي) ما بين فترة العودة إلى الراحة Recovery Period وما بين فترة الإجهاد Stress Period عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST) مع انخفاض القطعة ST، ووجد الباحث أن انخفاض القطعة ST أكثر شيوعاً في فترة الإجهاد Stress Period، وأن تكون الإصابات الإكليلية الهامة عند مرضى انخفاض قطعة ST في فترة الإجهاد Stress Period أكثر شيوعاً من فترة العودة إلى الراحة Recovery Period، وأن يكون وجود داء وعائي إكليلي وحيد single vessel diseases أكثر شيوعاً في فترة العودة إلى الراحة Recovery Period من فترة الإجهاد Stress Period.
- **في دراسة للباحث Lachterman [Lachterman et al., 2020, 11-16]:** حيث درس الباحث (الموجودات السريرية وامتداد الداء الوعائي الإكليلي) ما بين فترة العودة إلى الراحة Recovery Period وما بين فترة الإجهاد Stress Period عند مرضى اختبار الإجهاد

بتخطيط القلب الكهربائي (EST) Exercise Stress Testing مع انخفاض القطعة ST، ووجد الباحث أن انخفاض القطعة ST أقل شيوعاً في فترة الإجهاد Stress Period.

- **في دراسة للباحث Rashid [Rashid et al., 2019, 3e6]:** حيث درس الباحث (الموجودات السريرية وامتداد الداء الوعائي الإكليلي) ما بين فترة العودة إلى الراحة Recovery Period وما بين فترة الإجهاد Stress Period عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي (EST) Exercise Stress Testing مع انخفاض القطعة ST، ووجد الباحث أن الإصابات الإكليلية الهامة عند مرضى انخفاض قطعة ST في فترة الإجهاد Stress Period أكثر شيوعاً من فترة العودة إلى الراحة Recovery Period، وأن يكون وجود داء وعائي إكليلي متعدد Multiple vessel diseases أكثر شيوعاً في فترة الإجهاد Stress Period.
- **في دراسة للباحث Lanza [Lanza et al., 2018, 1417-1421]:** حيث درس الباحث (الموجودات السريرية وامتداد الداء الوعائي الإكليلي) ما بين فترة العودة إلى الراحة Recovery Period وما بين فترة الإجهاد Stress Period عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي (EST) Exercise Stress Testing مع انخفاض القطعة ST، ووجد الباحث أن الإصابات الإكليلية الهامة عند مرضى انخفاض قطعة ST في فترة الإجهاد Stress Period أكثر شيوعاً من فترة العودة إلى الراحة Recovery Period، وأن يكون وجود داء وعائي إكليلي وحيد single vessel diseases أكثر شيوعاً في فترة العودة إلى الراحة Recovery Period من فترة الإجهاد Stress Period.

11- مكونات البحث:

يتكون البحث من ثلاثة أجزاء والمراجع:

الجزء الأول:

وهو القسم النظري، ويتحدث عن الإطار النظري لموضوع دراستنا وعن التعاريف الأساسية ليكون لدى القارئ الإلمام الكامل، **ويتكون هذا الجزء من ستة فصول:**

وهو القسم النظري، ويتحدث عن الإطار النظري لموضوع دراستنا وعن التعاريف الأساسية ليكون لدى القارئ الإلمام الكامل، **ويتكون هذا الجزء من خمسة فصول:**

- **الفصل الأول: التصلب العصيدي:** ويحوي الوبائية والإمراضية وفيزيولوجيا التصلب العصيدي.
- **الفصل الثاني: المتلازمة الإكليلية الحادة:** ويحوي تصنيف المتلازمة الإكليلية الحادة و أعراضها و علاماتها و تشخيصها و علاجها .
- **الفصل الثالث: تشريح الشرايين الإكليلية:** ويحوي تشريح الجذع الإكليلي الأيسر والشريان الإكليلي الأيمن والشريان المسيطر.
- **الفصل الرابع: القثطرة القلبية التشخيصية وتصوير الأوعية:** ويحوي استطبابات إجراء القثطرة القلبية وكيفية قياس التضيق في الشرايين الإكليلية.
- **الفصل الخامس: اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي:** ويحوي لمحة عن استطبابات ومضادات استطبابات وأنماط و التغيرات التخطيطية خلال إجراء اختبار الجهد، و الشذوذات التخطيطية خلال فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد.

الجزء الثاني:

وهو الإطار العملي لدراستنا والخطط التي اتبعناها خلال مدة الدراسة للوصول إلى النتائج الماثلة أمامكم, **ويتكون هذا الجزء من أربعة فصول:**

- **الفصل الأول: أهداف البحث، التصميم، المواد والطرائق:** ويحوي خلفية البحث، وتساؤلات البحث، وهدف البحث، ومواد البحث وطرائقه (تصميم الدراسة – عينة الدراسة – معايير الإدخال والاستبعاد – المواد والطرائق)، المُحدِّدات الأخلاقية، حجم العينة، استمارة البحث العلمي المُستَخدمة، الموافقة المستنيرة، طرق التحليل الإحصائي المُستَخدمة.
- **الفصل الثاني: النتائج:** ويحوي عرض للنتائج الإحصائية التي وصلنا إليها في دراستنا.
- **الفصل الثالث: المقارنة مع الدراسات العالمية المشابهة:** ويحوي مقارنة نتائج دراستنا مع نتائج الدراسات العالمية المشابهة.
- **الفصل الرابع: المناقشة:** ويحوي مراجعة للنتائج التي توصلنا لها في دراستنا ومقارنتها مع نتائج الدراسات العالمية المُشَابهة.

الجزء الثالث: الخلاصة Conclusion: وتحوي الاستنتاجات والصعوبات والتوصيات، ويحوي خلاصة ما توصلنا إليه في هذا البحث والمقترحات المستقبلية للدراسات التي قد تُجرَى لاحقاً حول هذا الموضوع.

المراجع.

الجزء الأول: القسم النظري

الفصل الأول: التصلب العصيدي Atherosclerosis

1-1- تمهيد:

إن التصلب العصيدي هو مرض التهابي مزمن للشرايين وهو المُسبِّب الرئيسي لحوالي 50% من الوفيات في المجتمع الغربي، وهو بالأساس عملية تبدأ مع تراكم البروتينات الشحمية منخفضة الكثافة (LDL) وجزيئات البروتينات الشحمية المتبقية مترافق مع وجود حدثية التهابية فعالة في مناطق بؤرية من الشرايين خاصةً في المناطق التي تحتوي جرياناً غير صفائحي مضطرب مثل تفرعات الشرايين, كما يُعَدُّ التصلب العصيدي السبب الرئيسي للداء الوعائي القلبي التصلبي العصيدي ASCVD الذي يتظاهر بحدوث النوب القلبية heart artacks والسكته الدماغية والأمراض الوعائية المحيطية[4-1].

1-2- الإمراضية Etiology:

تتضمن الآلية المرضية للتصلب العصيدي عدة عوامل، ولكن أهم عوامل الخطورة لإحداث التصلب العصيدي تتضمن:

1- فرط كولسترول الدم hypercholesterolemia (LDL-cholesterol).
2- فرط التوتر الشرياني hypertension.
3- الداء السكري diabetes mellitus.
4- تدخين السجائر cigarette smoking.
5- العمر (الذكور الأكبر من عمر 45 سنة والنساء الأكبر من عمر 55 سنة)
6- الجنس الذكوري male gender.

7- القصة العائلية family history (الذكور الأقارب الأصغر من عمر 55 سنة والنساء الأقارب الأصغر من عمر 65 سنة).

8- قلة النشاط الفيزيائي.

9- البدانة Obesity.

10- الوجبات الغذائية الغنية بالحموض الدهنية المُشبَعة.

11- بعض الطفرات الجينية التي تُسهِم في خطورة حدوث التصلب العصيدي.

12- يُعَدُّ انخفاض البروتين الشحمي عالي الكثافة HDL-cholesterol عامل خطر ولكن العلاج الدوائي لرفع مستويات HDL أدى إلى حدوث نتائج سلبية مما أثار قلقاً وشكوكاً حول أهمية HDL في التصلب العصيدي[7-5].

1-3- الوبائية Epidemiology:

لأن غالبية حالات التصلب العصيدي هي حالات غير عرضية عموماً فإنه من الصعب تحديد نسبة حدوثه بدقة.

يُعَدُّ التصلب العصيدي السبب الرئيسي لحدوث الداء القلبي الوعائي الذي يتضمّن: الداء القلبي الإقفاري (الداء الشرياني الإكليلي), الداء الوعائي الدماغي، الداء الوعائي المحيطي كما يُعَدُّ الداء القلبي الإقفاري السبب الأول للوفيات في العالم بينما تشكّل السكته الدماغية السبب الخامس لها[11-8].

75% من حالات احتشاء العضلة القلبية الناجمة عن داء شرياني إكليلي تنجم عن تمزق العصيدة الشريانية وتحدث غالبية هذه الحالات عند الذكور الذين أعمارهم أكبر من 45 سنة بينما يزداد معدل الحدوث عند النساء بعد عمر 50 سنة.

يُعزَّى هذا الانتشار الأعلى لتصلب الشرايين لدى الرجال مقارنة بالنساء إلى الوظيفة الوقائية للهرمونات الجنسية الأنثوية وهذه الوقاية تزول مع بداية سن الضهي عند النساء.

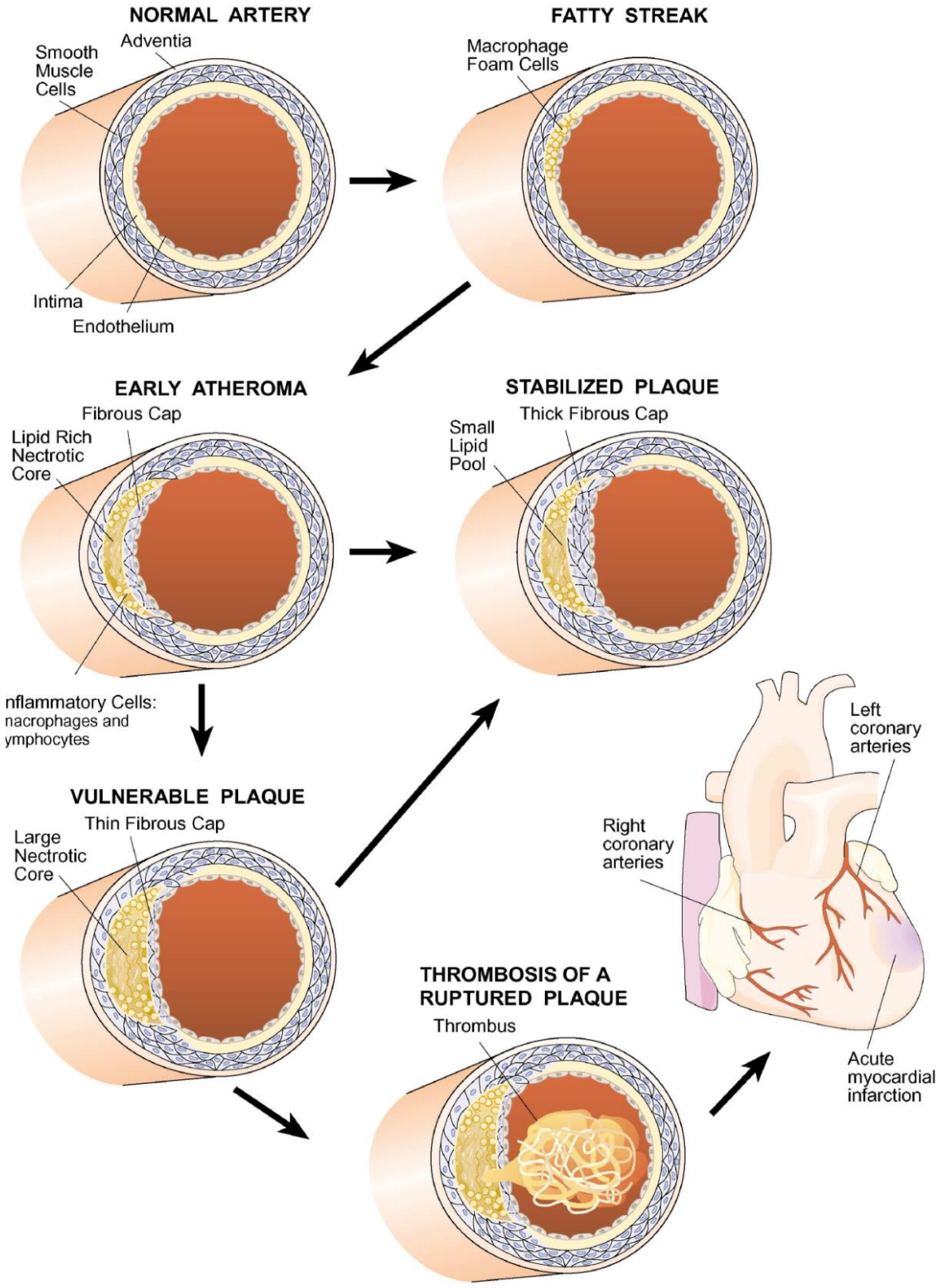
تُشكِّل السكتات الدماغية السبب الخامس للوفيات وهي السبب الرئيسي أيضاً للإعاقة الجسدية على المدى الطويل كما أنّ الشكل الغالب للسكته الدماغية هو الشكل الإقفاري (السكته الإقفارية ischemic stroke) المشابه بآليته للمرض القلبي الوعائي العصيدي[1].

1-4- الفيزيولوجيا المرضية Pathophysiology:

يتطور التصلب العصيدي تطوراً أساسياً من خلال عملية مستمرة لآفات على جدران الشرايين بسبب تكدس الشحوم داخل بطانة الشريان و احتباسها ضمن الحيز خارج خلوي مثل بروتيوغليكان proteoglycan التي بدورها تُحرِّض عملية التهابية مزمنة في المناطق الضعيفة من الشرايين وتؤدي تأثيراً مهماً في كل مراحل تطور العصيدة. تبدأ هذه العملية من نمو الخيوط الشحمية في بطانة الشرايين التي تتطور إلى صفائح ليفية شحمية التي ينشأ منها آفات عصيدية مُعقَّدة تكون مُعرَّضة للتمزق، وإن التمدد العصيدي إلى داخل لمعة الشرايين يُسبِّب تضيقها وانسدادها كما يحصل في الشرايين الإكليلية. وعلى أية حال فإن الداء العرضي يمكن أن يُخفَّف بوجود الدوران الجانبي الرادف collateral circulation إن التغيرات الجهازية الحاصلة في التصلب العصيدي تكون متشابهة في الشريان الأبهر والشرايين الإكليلية والشرايين السباتية، وإن العملية المستمرة للتصلب العصيدي تكون عادةً على شكل تسلسل مُطوَّل للتطور النسيجي لعدة صفوف من الآفات التي قد تكون واضحة للعيان[1].

1-4-1- مراحل التصلب العصيدي Staging of Athersclerosis:

هناك تغيرات نسيجية مهمة في تطور التصلب العصيدي وهي على الترتيب[1] الشكل (1-1) والشكل (1-2):



الشكل (1–1): يوضح مراحل التصلب العصيدي[12].

❖ **مرحلة الخيوط الشحمية الباكرة The Early Fatty Streak Phase:**

تبدأ مرحلة الخيوط الشحمية الباكرة خلال مرحلة الطفولة فيبدأ التثخن التكيفي في البطانة الشريانية ويأخذ بالتطور بأماكن الرض (الشد) بفعل الجريان المضطرب فيحدث احتباس للبروتينات الشحمية المُعدَّلة في البطانة الشريانية.

من سمات المناطق المعرضة للتصلب العصيدي تتميز بوجود زيادة تنظيم في العامل النووي nuclear fator-kappaB (NF-kB) وهو عامل محوري في شلال التفاعل الالتهابي، أما مناطق الجريان الموحد تُبدي تنظيماً أعلى (زيادة) في عامل شبيه كروبل Kruppel-like factor من النمط 2 و 4 (4 , 2-(KLF)) في بطانة الشريان ما ينجم عنه بطانة محمية من التعصّد تتصف بنمط ظاهري مضاد للالتهاب والختار.

عندما تغادر جزئيات البروتينات الشحمية منخفضة الكثافة LDL الدم إلى بطانة الشريان فإنها تتراكم بانحباسها بواسطة البروتيوغليكانات proteoglycans وتخضع لعملية تعديل modified وحينها يحدث أكسدة لـ LDL، وإن هذه الجزيئات المُؤكسدة تُقطَف بواسطة مستقبلات البالعات الكانسة scavenger receptors ممّا ينجم عنه تشكل خلايا رغوية foam cells.

يترافق ذلك مع نقص في النايتريك أوكسيد NO والبروستاسكلين prostacyclin و/أو زيادة في مثبط مُفعِّل البلازمينوجين نمط 1 plasminogen activator inhibitor type 1 (PAI-1) وجزيئات الالتصاق الخلوي cell adhesion molecules (CAMs)، بعد ذلك يحدث زيادة التصاق الوحيدات والخلايا اللمفاوية، ونموذجياً، قد يُعطِّل الخلل البطاني الناجم عن المنبهات الالتهابية الحاجز البطاني أو وظيفة الأنابيب الدقيقة مما يؤدي إلى زيادة النفاذية الوصلية التي

تتجلى بهجرة الخلايا المناعية والبروتينات الشحمية المُعصِّدة إلى البطانة الشريانية عبر الحاجز البطاني.

تنضج الوحيدات في البطانة الوعائية وتتحول إلى بلعمات مقيمة عن طريق عامل تحفيز مستعمرة البلاعم(M-CSF) وتتشرب بالشحوم المُعدَّلة لتصبح خلايا رغوية وهذا ما يميز هذه المرحلة[1].

❖ **مرحلة العصيدة الليفية المبكرة Early Fibro Atheroma Phase:**

بعد تشكل الخلايا الرغوية يحدث هجرة للخلايا العضلية الليفية الملساء من الطبقة المتوسطة إلى البطانة تحت بتأثير الأنجيوتنسين II وعامل النمو المُشتَق من الصفيحات (PDFG) وعامل النمو الشبيه بالأنسولين(IGF)، هذه الخلايا العضلية الملساء مهمة في تكوين الصفيحة الليفية الغنية بالكولاجين collagen-enriched fibrous plaque التي تتوضع تحت البطانة التي تُعَدُّ الواقية لجدار الوعاء من تمزق العصيدة، أيضاً فإن الخلايا اللمفاوية تؤثر تأثيراً مهماً من خلال استجابة الخلايا اللمفاوية المساعدة النمط 1 ونمط 2 (T-type-1 and 2 helper)، كما تؤثر الوسائط الالتهابية التالية تأثيراً مهماً: CAMs مثل (جزئيات الالتصاق الخلوي الوعائي vascular cell adhesion molecule 1 (VCAM-1) و P-Selectin و السيتوكينات مثل الإنترلوكين 1 والكيموكينات chemokines مثل البروتين الجاذب الكيماوي وحيد النواة monocyte chemoattractant protein-1 (MCP-I) 1 و CD40-CD40L)[1].

❖ **العصيدة المتقدمة (الهشة): اللويحة العصيدية الليفية رقيقة المحفظة وتمزقها Advancing (vulnerable) Atheroma: Thin-Cap Fibroatheroma and Its Rupture:**

- **العصيدة الهشّة (الضعيفة):**

وهي تظهر بعمر 55–65 سنة، تكون اللويحات العصيدية هشة و معرضة للتمزق بوجود: محفظة ليفية رقيقة ذات كثافة منخفضة من الخلايا العضلية الملساء, محتوى عالٍ من الشحوم والبالعات, وجود زيادة في العامل النسيجي في الخلايا.

اللويحة العصيدية ذات المحفظة الرقيقة مُحَاطة بلب نخري تجتاحه البالعات الغنية بالكولسترول وبلورات الكولسترول ولمفاويات تائية T وتميل هذه العصيدة عادةً للتمزق.

المحفظة الليفية تصبح هشة بوجود نشاط غير مضبوط للإنزيمات الحالة للبروتين مثل الإنزيمات المعدنية الحالة لبروتين الحيز خارج الخلوي matrix (MMPS) metalloproteinases التي تُعرِّي (تكشف) البطانة من ظهارتها وتحرّض الخثار من خلال تفعيل العامل النسيجي وتراكم الصفيحات الذي يمتد إلى داخل لمعة الشريان.

تُعرف هذه الآفة في الغالب بأنها لويحة ضعيفة بسبب خطر التمزق وتشكل الخثار الذي يهدد الحياة[1].

- **تمزق العصيدة Plaque Rupture:**

وهي مرحلة تمزق المحفظة الليفية مع تشكل خثار في هذه المنطقة يتأثر مع اللب النخري وعادةً ما يُشاهد في الجزء القريب من الشريان الإكليلي الأمامي النازل الأيسر، يتبعه الشريان المنعكس الأيسر والإكليلي الأيمن. إن السبب المباشر لتمزق العصيدة غير معروف ولكن العوامل الرئيسية تشمل: التعبير عن إنزيمات مثل

MMPs، الميلوبيروكسيداز Myeloperoxidase التي تنتجها الخلايا الالتهابية التي تضعف الغطاء الليفي، المناطق الشريانية ذات الشد (الرض) الجداري العالي, تكلس الخلايا البالعة، وترسب الحديد[1].

❖ **تطور اللب النخري ونموه Growth and Development of the Necrotic Core:**

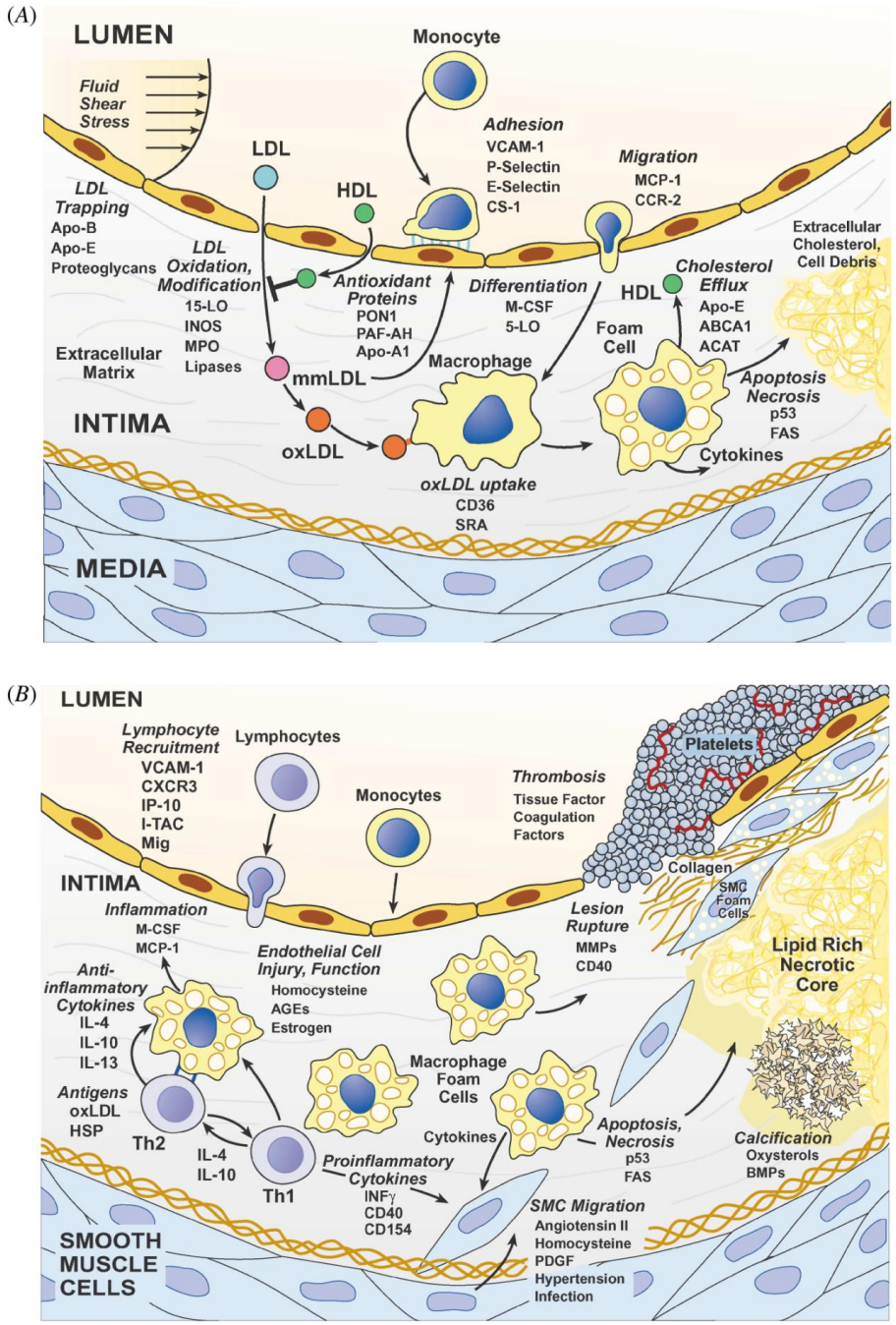
إن تطور اللب النخري ونموه يُعَدُّ عاملاً مرضياً مهماً يتسبب في إضعاف العصيدة وتمزقها، فأظهرت الدراسات بأن النزف المتكرر داخل العصيدة هو عامل مؤهب لتمدد اللب النخري حيث تُشبَع كريات الدم الحمراء بالشحوم كما تُعَدُّ مصدراً مهماً للكولسترول الحر الذي يُسهِم في تمزق العصيدة، وأظهرت دراسات أخرى دور إجهاد الشبكة البلازمية للبالعات endoplasmic reticulum stress pathway كآلية رئيسية في موت الخلايا البالعة في العصائد مُسبِّبةً تراكم البالعات الميتة، وأيضاً في المقارنة مع تشكل العصائد المبكرة فإنه كلما تقدمت مرحلة للعصائد تزداد كثافة الأوعية الصغيرة المتشكلة بآلية غير منتظمة وتكون مُعرَّضة للنزف، وبالنتيجة يُعَدُّ النزف داخل العصيدة وموت الخلايا البالعة إلى جانب عيب في تصريف الخلايا البلعمية واحدة من أهم أسباب تمدد اللب النخري[1].

❖ **تقرّح (تآكل) اللويحة Plaque Erosion:**

يحدث الخثار نتيجة تمزق اللويحة (الأشيع) أو تآكل اللويحة (أقل شيوعاً) أو نادراً التكلس، ويتميز تآكل اللويحة بمنطقة لا تحوي على ظهارة بطانية مع وجود التهاب أصغري والمنطقة المكشوفة تكون مُكوَّنة من خلايا عضلية ملساء وبروتيوغليكانات.شكلياً تحوي السطوح المتآكلة عدداً أقل من البالعات والخلايا اللمفاوية T، وإن حدوث التكلس هو أقل شيوعاً في التآكلات العصيدية منه في التمزقات وبشكلٍ أكثر أهمية فإن الخثار في التآكلات قد يمتثل إلى

الشفاء في مراحل متأخرة، إضافة لوجود واسمات انتقائية معينة مثل myeloperoxidase تكون مرتفعة عند المرضى الذين لديهم تناذر إكليلي حاد بسياق تآكل باللويحة مقارنةً مع التمزق في الحوادث الشريانية الإكليلية الحادة.

إن معظم التغيرات النسيجية المشروحة سابقاً تكون عيانية وتُرَى بالعين المجردة[1].



الشكل (1–2): يوضح مراحل التصلب العصيدي[12].

1-5- القصة والفحص السريري History and Clinical Exam:

يجب تحري الضغط الدموي الشرياني، والنبض المحيطي، وسماع صوت لغط bruits (البطن والسباتيين)، وجس الكتل البطنية النابضة، وتحري علامات قصور القلب، والإصابات الصمامية، والأورام الصفراء xanthomas [1].

1-6- التقييم Evaluation:

عند تقييم عوامل خطورة الداء القلبي الوعائي العصيدي يجب قياس مستويات الشحوم (LDL-cholesterol)، غلوكوز مصل الدم، البروتين الارتكاسي C عالي الحساسية (hsCRP).

يجب إجراء تصوير البطن بالأمواج فوق الصوتية لتحري وجود أمهات الدم البطنية عند كبار السن خاصةً عند وجود عوامل خطورة للداء القلبي الوعائي العصيدي ASCVD. عند تحري الداء الشرياني المحيطي PAD يجب استخدام الدوبلر Doppler لتحري المشعر العضدي الكاحلي ankle-brachial index ويكون هذا المشعر في الحالة الطبيعية ما بين 1.0-1.40 وهو مفيد جداً وذو فائدة اقتصادية لنفي وجود PAD. يُعَدُّ PAD مؤشراً على وجود داء قلبي وعائي عصيدي في أنحاء أخرى من الجسم مثل (الداء الشرياني الإكليليCAD). يجب إجراء تصوير بالأمواج فوق الصوتية للشريان السباتي في حال وجود لغط سباتي bruit، ومن المفيد إجراء تخطيط قلب كهربائي أو في بعض الأحيان إجراء اختبار جهد قلبي stress ECG. وإنه من المفيد إجراء اختبار مشعر الكالسيوم calcium score باستخدام الطبقي المحوري ذي الحزمة الالكترونية electron beam computed tomography (EBCT) ويجب تفسير النتائج حسب العمر، وإن اختبار مشعر الكالسيوم يوضح خطورة العصيدة plaque burden [1].

يُعَدُّ التصوير الوعائي الطريقة الأمثل لتحري الآفات العصيدية في الشرايين الإكليلية ويقيس بشكلٍ جيد شكل الشريان الحقيقي على الصورة الشعاعية coronary silhouette، وعلى كل حال يُعَدُّ التصوير الوعائي إجراءً غازياً يُجرَى عند المرضى عاليي الخطورة العرضيين وهو ليس اختبار تحري screening test.

بالنسبة للوسائل غير الغازية في تحري الداء القلبي الوعائي العصيدي فإنه استُخدِمَ التصوير الوعائي باستخدام الطبقي المحوري كوسيلة واعدة، حيث ويُستَخدم لتحري وجود عصائد الضعيفة الاستمساك بجدار الشريان (التداخل عليها بالقثطرة القلبية يمكن أن يحرر العصائد الضعيفة الاستمساك بجدار الشريان) وكذلك في التنبؤ بالحوادث الوعائية الإكليلية مستقبلاً

وهنالك تقنيات جديدة مثل الرنين المغناطيسي للقلب Cardiac MRI الذي أثبت فعاليته عند بعض المرضى ولكننا بحاجة لموازنة فائدته مع كلفته الاقتصادية[1].

1-7- العلاج والتدبير Treatment and Management:

إن التدبير الأمثل للداء القلبي الوعائي العصيدي هو علاج عوامل الخطورة مثل ارتفاع LDL-C والضغط الدموي الشرياني والداء السكري وغيرها. كما يجب تشجيع المرضى على ممارسة النشاط الفيزيائي من 90-150 دقيقة وتناول أطعمة صحية والابتعاد عن الدسم المُشبَعة مثل (اللحم الأحمر واللحم المُعَالج واللحم العضوي وما يماثلها) والدهون المتحولة trans fats مثل (الأطعمة المخبوزة)، وتناول ملح الطعام أقل من 5 غ في اليوم الواحد، ويجب أن يكون الطعام غنياً بالألياف والدسم أحادية اللاإشباع والسمك والفواكه والخضار، ويجب إيقاف التدخين وإلحاق المدخنين ببرامج إيقاف التدخين[13-16].

تُستَخدم الستاتينات لتخفيض LDL-C وبالتالي تخفيض الحوادث القلبية الوعائية والوفيات، ولضبط ارتفاع الضغط الدموي الشرياني يجري استخدام دوائين أو أكثر بما فيها مثبطات الإنزيم القالب للأنجيوتونسين ACEs ومثبطات مستقبلات الأنجيوتنسين ARBs والمدرات وحاصرات بيتا وحاصرات قنوات الكالسيوم والموسعات الوعائية، ويجب الإيضاح للمريض بأن الحفاظ على الضغط الجيد يمنع حدوث النشبة الدماغية، وإن الضغط المنصوح به هو أقل من 130/85، وبالنسبة لمرضى السكري هنالك عدد من العلاجات لضبط الداء السكري إضافةً للحمية والتمارين الرياضية والهدف هو إبقاء الخضاب الغلوكوزي HbA1c أقل من 7% والضغط الدموي الشرياني أقل من 130/85 و LDL-C أقل من 100 ملغ/دل في الوقاية الأولية.

عند مريض الداء الوعائي القلبي العصيدي ASCVD المتظاهر سريرياً يجب إجراء إعادة التوعية revascularization مثل رأب الأوعية angioplasty والمجازات Bypass، وتبقى حالّات الخثرة خيارات علاجية لـ CVA واحتشاء الطرف الحاد بسبب صمة أو خثرة[1]، (انظر الفصل الثاني).

1-8- التشخيص التفريقي Differential Diagnosis:

هنالك تشخيص تفريقي واسع للداء القلبي الوعائي العصيدي فإنه قد يُسبِّب الألم الصدري والدوار والعرج والضعف العضلي. إن الفحص السريري الجيد مع أخذ قصة سريرية مُفصَّلة والاستقصاءات المناسبة تنفي الداء القلبي الوعائي العصيدي[1].

1-9- الإنذار Prognosis:

يُعَدُّ إنذار الداء القلبي الوعائي العصيدي جيداً عند التحكم بعوامل الخطورة مثل (LDL-C مع علاج بالستاتينات وارتفاع الضغط الدموي الشرياني والداء السكري وإيقاف التدخين والتمارين الرياضية باستمرار مع الالتزام بالحمية الغذائية)، ويسوء الإنذار في حال وجود قصور قلب أو سكته إقفارية مع

وجود شلل واضطرابات استعرافية أو وجود تموت نخري في الطرف المصاب أوتمزق أم دم أبهرية بطنية[1].

1-10- الاختلاطات Complications:

قد يتظاهر الداء الوعائي القلبي العصيدي على شكل: (انظر الفصل الثاني)

1- داء شرايين إكليلية CAD.

2- حادث وعائي دماغي CVA.

3- نقص تروية عابر TIA.

4- داء شرياني محيطي PAD.

5- أمهات دم بطنية.

6- تضيق شريان كلوي خاصة عند الذكور.

1-11- موجز:

إن التصلب العصيدي السبب الرئيس لحدوث الداء القلبي الوعائي الذي يتضمّن: الداء القلبي الإقفاري (الداء الشرياني الإكليلي)، والداء الوعائي الدماغي، والداء الوعائي المحيطي، كما يُعَدُّ الداء القلبي الإقفاري السبب الأول للوفيات في العالم بينما تشكّل السكته الدماغية السبب الخامس لها.

الفصل الثاني: المتلازمة الإكليلية الحادة

Acute Coronary Syndrome

2-1- تمهيد:

إن خناق الصدر المستقر هو التظاهر المبدئي لمرضى داء الشرايين الإكليلية في نصف حالات مرضى داء الشرايين الإكليلية تقريباً، ويتظاهر الداء الشرياني الإكليلي العصيدي بنمطين هما خناق صدري مستقر ومتلازمة إكليلية حادة.

2-2- تصنيف الداء الشرياني الإكليلي العصيدي:

يتظاهر الداء الشرياني الإكليلي العصيدي بنمطين (خناق صدري مستقر–متلازمة إكليلية حادة).

إن خناق الصدر المستقر هو التظاهر المبدئي لمرضى داء الشرايين الإكليليةفي نصف حالات مرضى داء الشرايين الإكليلية تقريباً.

تُصنَّف المتلازمة الإكليلية الحادة إلى مجموعتين[17]:

- **المتلازمة الإكليلية الحادة من دون ارتفاع القطعة ST (NSTE-ACS)، والتي تقسم بدورها إلى تظاهرين، هما:**
  - خناق الصدر غير المستقر (UA).
  - احتشاء العضلة القلبية دون ارتفاع القطعة ST(NSTEMI).
- **احتشاء العضلة القلبية مع ارتفاع القطعة ST(STEMI)[17].**

وقد عرّفت الجمعية الأمريكية لأمراض القلب AHA الاحتشاء الحديث على أنّه: ارتفاع الخمائر القلبية (خاصة التربونين على الأقل قيمة واحدة فوق الحد الأعلى المرجعي)،مع وجود واحد على الأقل مما يأتي:

1- أعراض خناقية إقفارية.

2- تغيرات تخطيطيّة حديثة (تغيرات ST-T حديثة أو LBBB حديث).

3- تطور موجة Q مرضية على تخطيط القلب الكهربائي.

4- دليل تصويري على فقد حديث لعيوشية جزء معين من العضلة القلبية أو اضطراب حركية جُدُرْ حديث.

5- إثبات وجود خثرة ضمن الشريان الإكليلي بالتصوير الظليلي أو تشريح الجثة[18].

وقد صُنِّف احتشاء العضلة القلبية الحاد اعتماداً على سبب نقص التروية إلى خمسة أنماط:

النمط الأول:

احتشاء عضلة قلبية حاد عفوي تالٍ لتطور تشريحي مرضي في جدار الشريان الإكليلي، مثل تقرح اللويحات العصيدية أو تمزقه[18]ا.

النمط الثاني:

احتشاء عضلة قلبية حاد تالٍ لزيادة الحاجة للأوكسجين أو لنقص الإمداد بالأوكسجين، وأمثلته: تشنج الشريان الإكليلي، وصمة شريانية إكليلية، وفقر دم، واضطرابات النظم القلبية، وارتفاع الضغط الشرياني أو هبوطه، وقصور تنفسي[18].

النمط الثالث:

موت قلبي مفاجئ، أو غير متوقع وذلك قبل ظهور الواسمات القلبية في الدم[18].

النمط الرابع:

احتشاء العضلة القلبية المتعلق بزرع الشبكات ويقسم إلى قسمينA و B:

النمط A:

احتشاء عضلة قلبية حاد مترافق مع PCI. ويشخص بارتفاع الخمائر القلبية أكثر من خمسة أضعاف الحد المرجعي الأعلى الطبيعي، أو ارتفاع الخمائر أكثر من 20% إذا كانت الخمائر القلبية القاعدية مرتفعة **مع واحد على الأقل مما يأتي:**

1- أعراض خناقية إقفارية.

2- تغيرات إقفارية جديدة على ECG أو حصار غصن أيسر حديث.

3- دليل تصويري على فقد حديث لعيوشية جزء معين من العضلة القلبية أو اضطراب حركية جدر حديث.

4- بالتصوير الظليل يوجد فقدان السلوكيةلشريان كبير أو فرع جانبي أو بطء جريان مستمر أو ظاهرة عدم عودة الجريان no reflow [18].

النمط B :

احتشاء عضلة قلبية حاد مترافق مع خثار الشبكات: وجود خثار شبكة مكتشف بالتصوير الوعائي أو تشريح الجثة (في سياق إقفار العضلة القلبية) مترافق مع ارتفاع للخمائر القلبية (خاصة التربونين) على الأقل قيمة واحدة فوق الـ99% من الحد الأعلى المرجعي[18].

النمط الخامس:

هو احتشاء عضلة قلبية حاد مترافق مع جراحة المجازات الإكليلية، ويُشخَّص في حال ارتفاع الخمائر القلبية أكثر من عشرة أضعاف الحد الأعلى الطبيعي في حال كون التربونين القاعدي طبيعي **مع واحد على الأقل مما يأتي:**

1- Q مرضية حديثة أو حصار غصن أيسر حديث.

2- انسداد مجازة أو شريان إكليلي أصلي حديث مثبت بالتصوير الوعائي.

3- دليل تصويري على فقد حديث لعيوشية العضلة القلبية أو اضطراب حركي حديث بالجدار.

وبناءً على ذلك فإن تشخيص احتشاء العضلة القلبية الحاد يعتمد اعتماداً رئيساً على الارتفاع النموذجي للخمائر القلبية حتى لو غابت التغيرات التخطيطية النموذجية، من جهة أخرى يجب ألا يشخص الارتفاع البسيط في التربونين عند مرضى قصور الكلية على أنه احتشاء قلبي في حال غياب الأعراض السريرية والتغيرات التخطيطية النموذجية[18].

سوف ندرس باختصارأشكال المتلازمة الإكليلية الحادة، وتشخيصها، وطرق تدبيرها:

2-3- خناق الصدر غير المستقرUA واحتشاء العضلة القلبية من دون ارتفاع قطعة ST (UA/NSTEMI):

2-3-1- التعريف:

تُعَدُّ المتلازمة السريرية جزءاً من المتلازمة الإكليلية الحادة والسبب غالباً هو التصلب العصيدي، ولكن ليس دائماً، ويترافق مع خطر قلبي للموت القلبي والحوادث القلبية.

ويُعَدُّ خناق الصدر غير المستقر والاحتشاء من دون ارتفاع ST متلازمتين سريريتين متشابهتين

من حيث الآلية الإمراضية والتظاهر السريري، لكنهما مختلفتان بالشدة، حيث إن الإقفار القلبي في الاحتشاء يكون شديداً لدرجة أنه يسبب الأذية القلبية وتحرر الخمائر القلبية، مثل: الترويونين والكرياتنين كيناز.

ويتم تشخيص خناق الصدر غير المستقر بوجود أنزيمات النخر القلبي ضمن الطبيعي أو بمستويات منخفضة وذلك خلال المعايرة بفاصل 6 ساعات[19].

2-3-2- الآلية الإمراضية:

اضطراب توازن بين التزويد القلبي بالأكسجين والحاجة، وهما متلازمتان سريريتان، وليست تشخيصاً مُحدَّداً (خناق الصدر غير المستقر واحتشاء العضلة القلبية دون ارتفاع قطعة ST)**والأسباب موضحة كما يأتي:**

1- خثرة أو صمة خثارية تأتي من عصيدة متقرحة.

2- انسداد ميكانيكي ناتج عن تشنج إكليلي (شرايين نخابية أو شرايين دقيقة).

3- انسداد ميكانيكي ناجم عن ترقي الانسداد بالعصيدة.

4- التهاب الشريان الإكليلي.

5- تسلّخ الشريان الإكليلي[19].

ومن الممكن أن يجتمع أكثر من سبب لدى المريض الواحد[19].

2-3-3- التظاهرات السريرية:

يوجد عند المرضى الذين يعانون من خناق صدر ثلاث شكايات أساسية:

1- **الخناق على الراحةRest angina:** والذي تكون مدته عادةً أكثر من 20 دقيقة.

2- **خناق الصدر أول مرة New onset angina:** والذي يحدُّ من النشاط الفيزيائي.

3- **الخناق المتزايد Increasing angina:** والذي يكون أكثر تواتراً وأطول مدةً، أو يحدث بجهد فيزيائي أقل من الخناقات السابقة[19].

إن خناق الصدر غير المستقر و احتشاء العضلة القلبية دون ارتفاع قطعة STNSTEMI يختلفان عن بعضهما، حيث يشاهد ارتفاع الخمائر القلبية في NSTEMI [19].

2-3-4- التدبير الحاد لاحتشاء العضلة القلبية دون ارتفاع قطعة ST (NSTEMI):

Acute Management for Non-ST Elevation Myocardial Infarction (NSTEMI):

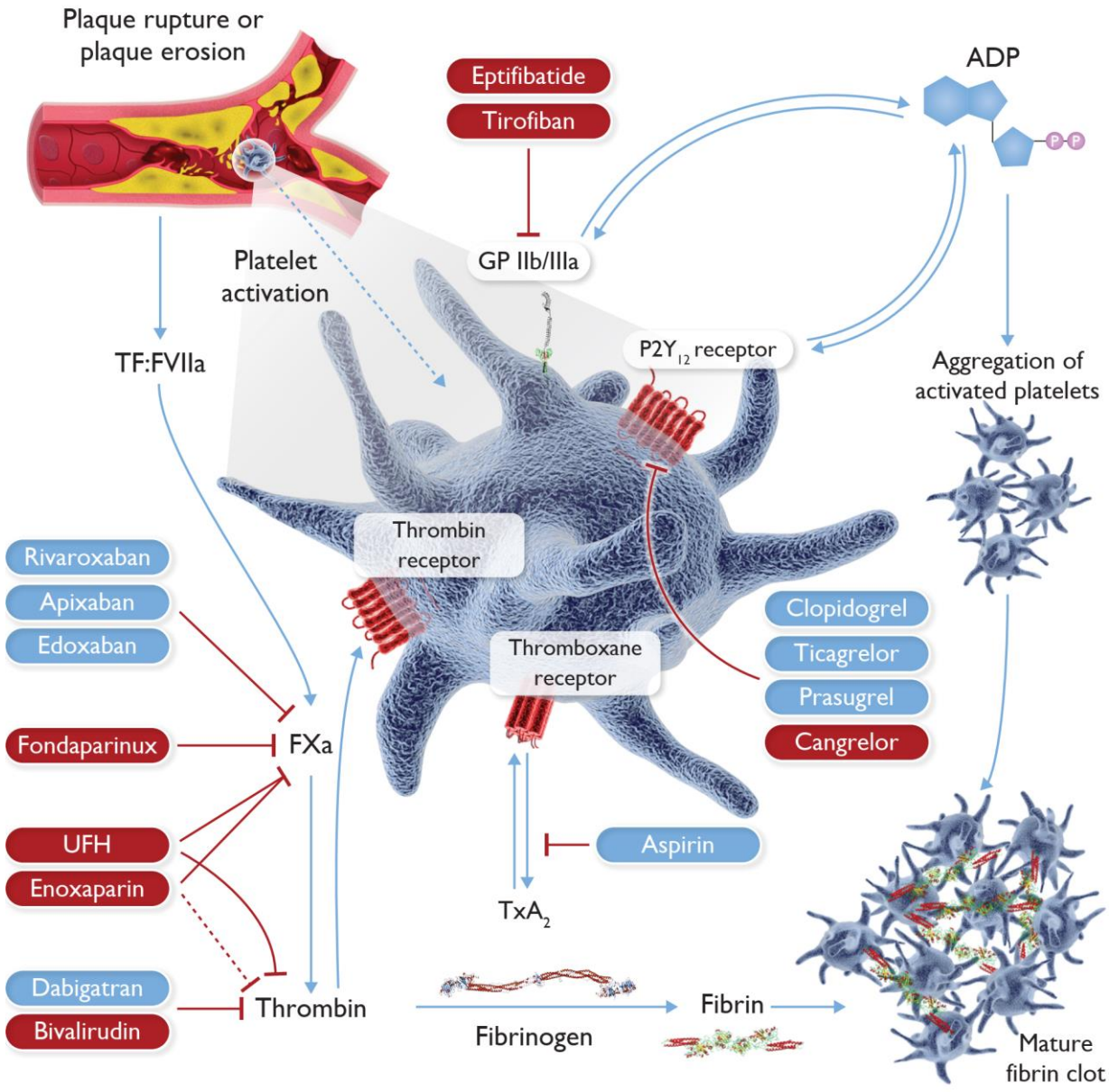
2-3-4-1- توصيات المعالجة بمضادات التصاق الصفيحات Antiplatelet:

- يُوصَى بالأسبرين لجميع المرضى الذين ليس لديهم مضاد استطباب لإعطاء جرعة التحميل الفموية Loading Dose (LD) الأولية عن طريق الفم والتي تتراوح ما بين 150-300 ملغ (أو 75-250 ملغ IV) و جرعة صيانة Maintenance Dose (MD) من 75-100 ملغ مرة واحدة فموياً على المدى الطويل (Class I - Level A)[20].
- يُوصَى في جميع مرضى المتلازمة الإكليلية الحادة باستخدام مثبط مستقبلات P2Y12 بالإضافة إلى الأسبرين، ويُعطَى كجرعة تحميل أولية عن طريق الفم متبوعاً بجرعة صيانة لمدة 12 شهراً ما لم يكن هنالك احتمالية خطر نزف عالي High Bleeding Risk (HBR) (Class I - Level A)[20].
- يُوصَى باستخدام مثبطات مضخة البروتون مع المعالجة الثنائية بمضادات الصفيحات Dual Antiplatelet Therapy (DAPT) في المرضى المُعرَضين لخطر كبير من النزيف المعدي المعوي (Class I - Level A)[20].

- يُوصَى باستخدام برازوغريل Prasugrel (والذي هو مُثبط مستقبل P2Y12) والذين سيجرون تداخل وعائي إكليلي بجرعة تحميل 60 ملغ، وجرعة صيانة 10 ملغ مرة واحدة يومياً (جرعة صيانة 5 ملغ مرة واحدة يومياً للمرضى الذين أعمارهم بين ≤ 75 سنة أو مع وزن الجسم < 60 كلغ) (Class I - Level B)[20].
- يُوصَى باستخدام تيكاغريلور Ticagrelor بغض النظر عن استراتيجية العلاج (غازية أو محافظة) بجرعة تحميل (180 ملغ، وجرعة صيانة 90 ملغ مرتين يومياً) (Class I - Level B)[20].
- يوصى باستخدام كلوبيدوغريل Clopidogrel بجرعة تحميل 300–600 ملغ، وجرعة صيانة 75 ملغ مرة واحدة فموياً) عند (عدم توفر، أو لا يمكن تحمل، أو وجود مضاد استطباب) لـ: برازوغريل أو تيكاغريلور (Class I - Level C)[20].
- في حال توقف المريض الذين يعاني من ACS عن DAPT للخضوع لـ CABG، فمن المُستَحسن استئناف DAPT بعد الجراحة لمدة 12 شهراً على الأقل (Class I - Level C).
- إن Prasugrel له الأفضلية على Ticagrelor لمرضى ACS الذين سيجرون إلى تداخل وعائي إكليلي PCI (Class IIa - Level B)[20].
- يجب النظر في مضادات مستقبلات GP IIb/IIIa (مثل Tirofiban) إذا كان هناك دليل على عدم (إعادة التدفق أو وجود مضاعفات خثارية) أثناء التداخل الوعائي الإكليلي PCI (Class IIa - Level C)[20].

2-3-4-2- توصيات المعالجة بمضادات التخثر Anticoagulant:

- ❖ يُوصَى بإعطاء مضادات التخثر حقناً لجميع المرضى الذين يعانون من ACS عند التشخيص مباشرةً (Class I - Level A)[20].
- ❖ يُوصَى بالاستخدام الروتيني لجرعة دفش وريدي للهيبارين غير المُجزأ Unfractionated Heparin (UFH) (دفش وريدي أثناء التداخل الوعائي الإكليلي بجرعة من 70-100 وحدة دولية/ كلغ) (Class I - Level C)[20].
- ❖ يُوصَى بإعطاء إينوكسبارين Enoxaparin وريدي أثناء التداخل الوعائي الإكليلي PCI عند المرضى الذين عُولِجوا معالدة مُسبَقة قبل التداخل الوعائي الإكليلي بالـ إينوكسبارين Enoxaparin تحت الجلد (Class IIa - Level B) [20].
- ❖ يُوصَى بإيقاف مضادات التخثر بالحقن مباشرةً بعد التداخل الوعائي الإكليلي (Class IIa - Level C) [20].
- ❖ بالنسبة للمرضى الذين يعانون من NSTE-ACS والذين لا يُتوقَّع إجراء قثطرة قلبية غازية =لديهم (أي في غضون 24 ساعة)، فإنه يُوصَى باستخدام Fondaparinux (Class I - Level B) [20].
- ❖ بالنسبة للمرضى الذين يعانون من NSTE-ACS والذين يُتوقَّع إجراء قثطرة قلبية غازية لديهم (أي في غضون 24 ساعة)، فإنه يُفضَّل إعطاء Enoxaparin كبديل عن الهيبارين الغير مُجزأ Unfractionated Heparin (UFH) (Class IIa - Level B) [74]، **كما هو مُوضَّح في الشكل (1-3).**



الشكل (1–3): يوضح التدبير الحاد لـ NSTEMI [20].

2–3–5– الاستراتيجية الغازية عند مرضى احتشاء العضلة القلبية دوزن ارتفاع قطعة ST (NSTEMI):

❖ يُوصَى باتباع استراتيجية باضعة أثناء دخول المستشفى لدى مرضى NSTE-ACS الذين لديهم معايير عالية الخطورة (Class I - Level A)[20].

- يُوصَى بإتباع مقاربة غازية انتقائية عند المرضى الذين ليس لديهم معايير عالية الخطورة very high أو خطورة عالية high-risk للإصابة بـ NSTE-ACS مع (مؤشر اشتباه إصابة منخفض للإصابة بـ NSTE-ACS) (Class I - Level A)[20].

- **<u>يُوصَى باستراتيجية غازية فورية للمرضى الذين يقوم العمل على تشخيص NSTEMI مع وجود واحد على الأقل من المعايير التالية (لأنهم على خطورة عالية لحدوث عواقب قلبية خطيرة على المدى القريب (Class I - Level C):</u>**

1- عدم استقرار هيموديناميكي أو صدمة قلبية.

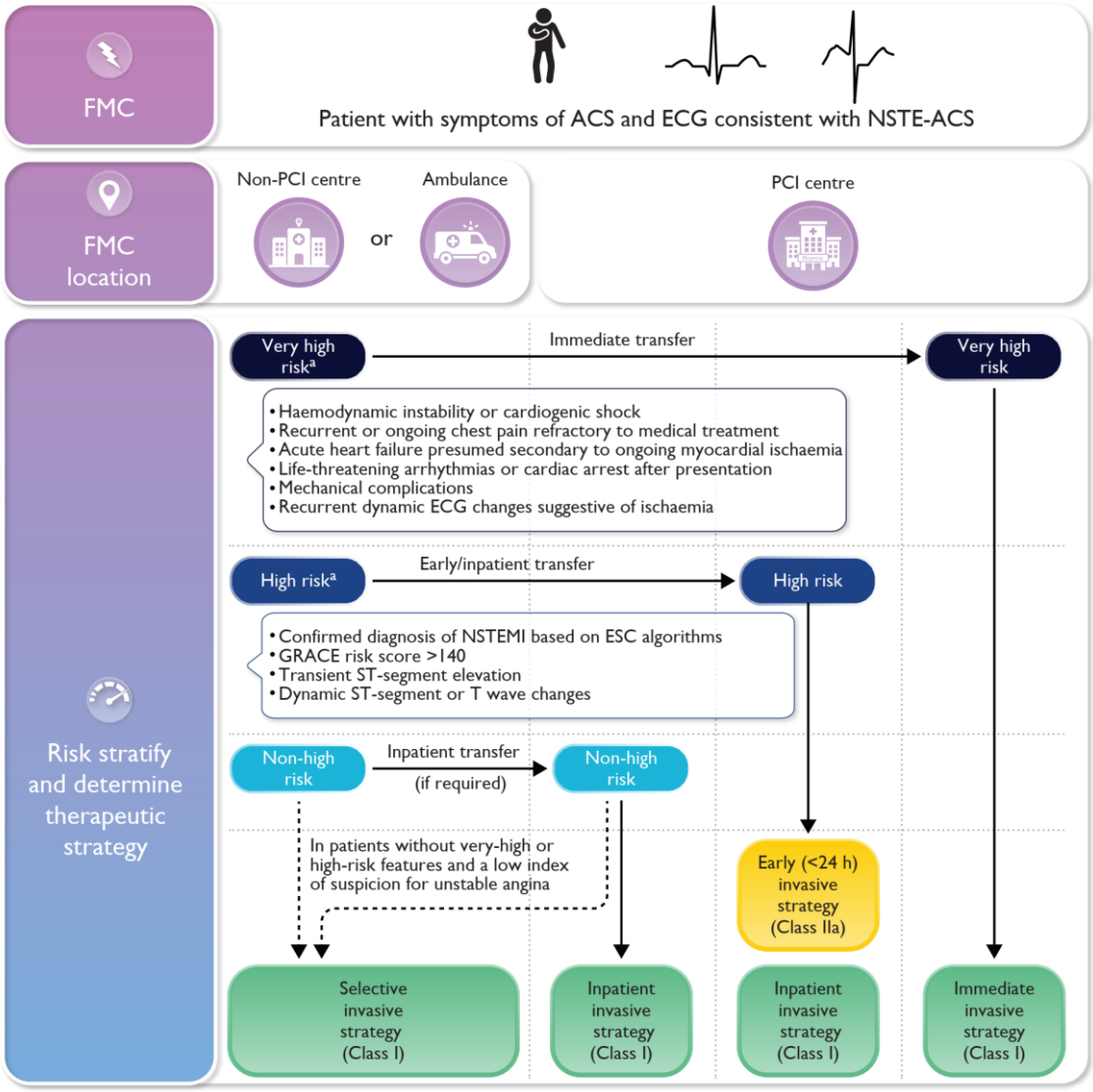
2- وجود خناق صدر على الراحة مستمر أو ناكس على الرغم من العلاج الدوائي المكثف.

3- اضطرابات نظم مهددة للحياة داخل المشفى.

4- وجود مضاعفات ميكانيكية لاحتشاء عضلة قلبية (وجود قصور تاجي جديد أو متدهور، أو وجود عيب حاجزي بطيني جديد، وجود أم دم بطينية).

5- اضطراب وظيفة بطين أيسر شديدة أو قصور قلب.

6- تغيرات ديناميكية متكررة في القطعة ST أو موجة T، وخاصةً الارتفاع المتقطع لقطعة ST [20]، **كما هو مُوضَّح في الشكل (1-4).**



الشكل (1-4): يوضح اختيار الاستراتيجية الغازية لمرضى NSTE-ACS [74].

2-4- احتشاء العضلة القلبية مع ارتفاع قطعة ST (STEMI):

2-4-1- التظاهر السريري:

يتظاهر احتشاء العضلة القلبية مع ارتفاع قطعة ST بألم صدري ضاغط و/أو حارق خلف القص، يستمر عادة > 30 دقيقة، منتشراً إلى الذراعين مع أرجحية للأيسر، وإلى الفك السفلي والمعصم.

ويمكن أن يتظاهر على شكل ألم شرسوفي ويختلط مع عسرة الهضم. ويترافق الألم الصدري عادةً مع تعرق غزير وغثيان وإقياء[18].

يكون الاحتشاء القلبي الحاد صامتاً في 25% من الحالات (مرضى الداء السكري وكبار السن ومرضى زراعة القلب). وبمسح مرضى الداء السكري وُجِدَأن 17% لديهم موجة Q المرضية[21].

وفي دراسة على مرضى الألم الصدري الحاد وجد أن نسبة الاحتشاء القلبي الحاد عند وجود ارتفاع جديد في قطعة ST ≥ 1 ملم كان 80%، و20% عند وجود تزحل جديد بقطعة ST أو انقلاب موجة T، و4% عندما يكون تخطيط القلب طبيعياً مع وجود داء شرياني إكليلي معروف مسبقاً لدى المريض ، و2% عندما يكون تخطيط القلب طبيعياً من دون وجود داء شرياني إكليلي معروف لدى المريض[22].

2-4-2- الفحص السريري:

- ❖ قد يكون طبيعياً بالكامل.
- ❖ قد نجد ترفعاً حرورياً (عادةً يظهر خلال 4-48 ساعة من الاحتشاء القلبي ويزول خلال أربعة أيام).
- ❖ قد نسمع S4.
- ❖ قد نسمع احتكاكات تامورية خلال 2-3 أيام من الاحتشاء العابر للجدار[18].

2-4-3- التشخيص:

يشكل تخطيط القلب الكهربائيحجر الأساس في التشخيص، ويساعد في تحديد مكان الأذية القلبية وامتدادها. وإن وجود ارتفاع قطعة ST أو الحصار الحديث للغصن الأيسر مع التظاهرات السريرية للاحتشاء القلبي يستوجب إعادة التروية الباكرة (Class I)[18] .

يُعرَّف ارتفاع قطعة ST بأنه ارتفاع قطعة STعندJ Point≤1mm في مسريين مرتبطين باستثناء المسريين V1-V2 ،حيث يتطلب ارتفاع ≤2mm عند الذكور ≤ 40 سنة، و≤ 2.5 mm عند الذكور< 40 سنة، و ≤1.5 mm عند الإناث. لكن يجب تمييز ارتفاع قطعة ST الناجم عن الاحتشاء القلبي عن الأسباب الأخرى لارتفاع قطعة ST [18] **كما هو مُوضَّح في الشكل (1–5)**، و **كما يظهر الشكل (1–6)** ذرى المستوى المصلي للأنزيمات القلبية بعد الاحتشاء.

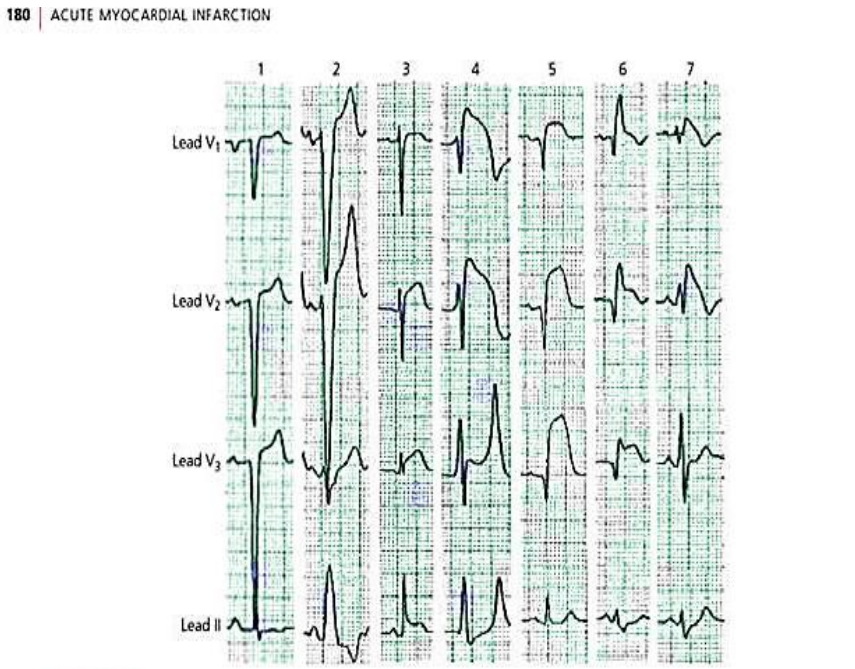


Figure 28.1 ST segment elevation in various conditions. **Tracing 1:** left ventricular hypertrophy. **Tracing 2:** LBBB. **Tracing 3**: acute pericarditis (the only tracing with ST segment elevation in both precordial leads and lead II and PR segment depression). **Tracing 4:** pseudoinfarction pattern in hyperkalaemia. The T wave in V_3 is tall, narrow, pointed, and tented. **Tracing 5**: acute anteroseptal infarction. **Tracing 6**: acute anteroseptal infarction and RBBB (remaining R' wave and distinct transition between the downstroke of R' and the beginning of the ST segment). **Tracing 7**: Brugada syndrome type 1 (rSR' and ST segment elevation limited to V_1 and V_2. The ST segment begins from the top of the R' and is downsloping).

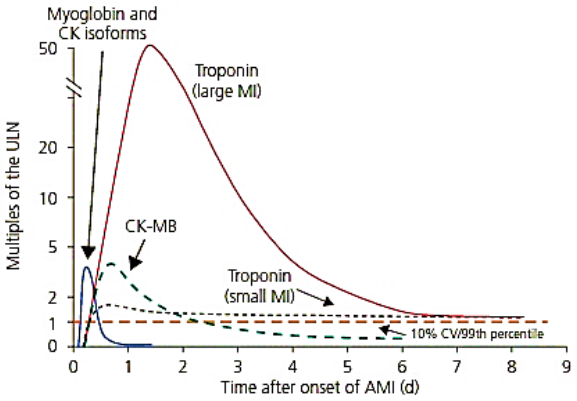
Wang K, *et al.* ST-segment elevation in conditions other than acute myocardial infarction. *N Engl J Med.* 2003;**349**:2128–35.

الشكل (1–5): مظهر ارتفاع قطعة ST في الحالات غير STEMI [18].

الإنزيمات القلبية:

Markers of cardiac damage

	Initial rise	Peak elevation	Return to normal
CK-MB	3–12 h	24 h	48–72 h
TnT	3–12 h	12–48 h	5–14 d
TnI	3–12 h	24 h	5–10 d



الشكل (1–6): يظهر ذرى المستوى المصلي للأنزيمات القلبية بعد الاحتشاء[18].

2-4-4- التدبير الحاد لاحتشاء العضلة القلبية مع ارتفاع قطعة ST:

أولاً: اختيار استراتيجية لإعادة التروية: يُفضَل بقوة PCI بدئية، خاصةً عند المرضى الذين لديهم صدمة قلبية المنشأ أو قصور قلب أو تأخر في التدبير أو مضاد استطباب لحالات الخثرة. إن المرضى الذين لديهم أعراض أكثر من 12 ساعة لا يجوز استخدام حالات الخثرة لديهم، ولكن من الممكن استخدامPCI خاصةً عند المرضى الذين لديهم دليل على استمرار الفعالية الخناقية أو هم على خطورة لحدوث الوفاة[23].

ثانياً: يجب المعالجة بحالات الخثرة عند عدم توفر PCI خلال 120 دقيقة من أول مشاهدة طبية مع أعراض < 12 ساعة من دون وجود مضاد استطباب لإجراء PCI [23].

ثالثاً: نعطي علاجاً مضاداً لالتصاق الصفيحات لكل المرضى بالإضافة للأسبرين:

1- **عند المرضى المعالجين بحالات الخثرة:** نعطي كلوبيدوغريل جرعة تحميل 300 ملغ إذا كان عمر المريض 75 سنة أو أقل، أما في حال كان عمر المريض أكبر من 75 سنة فنعطي جرعة تحميل كلوبيدوغريل 75 ملغ[23].

2- **عند المرضى من دون علاج بإعادة التروية:** نعطي تيكاغريلول ticagrelor جرعة تحميل 180 ملغ[23].

3- **عند المرضى المعالجين باستخدامPCI البدئية:** نعطي تيكاغريلول بجرعة تحميل 180 ملغ أو برازوغريل prasugrel بجرعة تحميل 60 ملغ (إذا لم يكن هنالك مضاد استطباب، مثل: نشبة دماغية سابقة أو نقص تروية عابر TIA، أو وجود مضاد استطباب نسبي لـ برازوغريل، مثل: عمر 75 سنة أو أكبر أو وجود وزن أقل من 60 كلغ). بالنسبة للمرضى الذين لديهم خطورة عالية للنزف أو وجود مضاد استطباب للـ برازوغريل أو تيكاغريلول نعطي كلوبيدوغريل 600 ملغ[23].

رابعاً: إعطاء مضادات التخثر anticoagulant لكل المرضى:

1- **عند المرضى المعالجين بالـ PCI البدئية:** من المُفضَّل استخدام الهيبارين غير المُجزأ UFH بدلاً من بيفاليرودين bibralirudin. هذه التوصية تفترض بأن المريض يتناول علاجاً مضاداً للصفيحات، مثل: (تيكاغريلول أو برازوغريل) والتي هي مُفضَّلة على الكلوبيدوغريل، أما في حال تناول المريض لـ كلوبيدوغريل فإنه يجب أن يأخذ بياليرودين: حيث إن جرعة الهيبارين غير المُجزأ هو دفشة وريدية بدئية من 50–70 وحدة/كلغ وجرعة قصوى 5000 وحدة. قد نحتاج إلى إعطاء هيبارين في حال اللجوء إلى إجراء قثطرة قلبية بالاعتماد على النتائج المخبرية لمراقبة

وظائف التخثر، **أما جرعة الـ بيفاليرودين فهي:** دفش وريدي بدئي 0.75 ملغ/كلغ ثم تسريب وريدي 1.75 ملغ/كلغ/ساعة ثم يتم إيقافها بعد PCI [23].

2- **<u>عند المرضى المُعَالجين بحالات الخثرة:</u>** من المُفضَّل إعطاؤهم إينوكساباريين enoxaparin في حالات خطورة عالية للنزف أو فوندابارينوكس fondaparinus عند وجود خطورة نزف، أما المرضى الذين من المُحتَمل إجراء PCI لديهم فإنه من الممكن استخدام الهيبارين غير المُجزأ[23].

a. **<u>جرعة الإينوكساباريين هي:</u>** عند المرضى < 75 سنة 30 ملغ دفش وريدي ثم 1 ملغ/كلغ تحت الجلد كل 12 ساعة بجرعة أعظمية 100 ملغ لأول جرعتين تحت الجلد، حيث إن أول جرعة تحت الجلد يجب أن يتم إعطاؤها بالتوافق مع جرعة الدفش الوريدي. يتم تعديل الجرعة عند مرضى القصور الكلوي (عندما تكون تصفية الكرياتينين CrCl أقل من 30 مل/دقيقة) بجرعة تحميل 30 ملغ وريدي متبوعة بـ 1 ملغ/كلغ تحت الجلد مرة واحدة يومياً، حيث تُعطى الجرعة الوحيدة أول يوم بالتزامن مع الدفش الوريدي[23].

- **<u>عند المرضى ≥ 75 سنة:</u>** لا حاجة لجرعة دفش وريدي بل يُعطَى 0.75 ملغ/كلغ تحت الجلد كل 12 ساعة بجرعة قصوى 75 ملغ لأول يوم، ويتم تعديل الجرعة في حالة القصور الكلوي (عندما تكون تصفية الكرياتينين CrCl أقل من 30 مل/دقيقة) من دون جرعة التحميل الوريدي، ونعطي 1 ملغ/كلغ تحت الجلد يومياً[23].

- **نعطي جرعة تعويضية دفش وريدي عند المريض الذي سيخضع لإجراء PCI بعد أكثر من جرعة علاجية من الإينوكساپارين:** وهذه الجرعة التعويضية تبلغ 0.3 ملغ/كلغ إذا كانت جرعة الإينوكساپارين الأخيرة قد أعطيت قبل 8–12 ساعة، ولا حاجة لإعطاء هذه الجرعة التعويضية إذا كانت آخر جرعة إينوكساپارين قد أخذت خلال أقل من 8 ساعات، أما إذا كانت آخر جرعة قد أخذت قبل أكثر من 12 ساعة فيتم استخدام الهيبارين غير المُجزأ[23].

b. جرعة الهيبارين غير المُجزأ: دفش وريدي من 60–100 وحدة/كلغ حتى جرعة أعظمية 4000 وحدة، متبوعة بتسريب وريدي لـ 12 وحدة/كلغ/ساعة (الجرعة الأعظمية 1000 وحدة/ساعة) يتم تعديلها حسب الوصول إلى aPTT الهدف (50–70 ثانية أي 1.5–2 ضعف الطبيعي)[23] .

c. جرعة الفوندابارينوكس: 2.5 ملغ وريد، متبوعة بـ 2.5 ملغ تحت الجلد كل 24 ساعة، يجب تجنب هذا الدواء في حال وجود قصور كلوي مع تصفية كرياتينين أقل من 30 مل/دقيقة[23].

3- بالنسبة للمرضى الذين لا يتلقون علاج إعادة التوعية: يجب استخدام الإينوكساپارين أو الهيبارين غير المُجزأ[23].

a. جرعة الإينوكساپارين: كما في جرعة فقرة حالات الخثرة.

b. جرعة الهيبارين غير المُجزأ: دفش وريدي 50–70 وحدة/كلغ حتى جرعة أعظمية 5000 وحدة متبوعة بـ 12 وحدة/كلغ/ساعة، ويتم تعديلها حتى الوصول إلى aPTT الهدف (50–70 ثانية أي يمعدل 1.5–2 ضعفي الطبيعي)[23].

2-5- موجز:

يُفضَل بقوة PCI بدئية، خاصةً عند المرضى الذين لديهم صدمة قلبية المنشأ أو قصور قلب أو تأخر في التدبير أو مضاد استطباب لحالات الخثرة. إن المرضى الذين لديهم أعراض أكثر من 12 ساعة لا يجوز استخدام حالات الخثرة لديهم، ولكن من الممكن استخدام PCI خاصةً عند المرضى الذين لديهم دليل على استمرار الفعالية الخناقية أو هم على خطورة لحدوث الوفاة .

الفصل الثالث: تشريح الشرايين الإكليلية

Anatomy of Coronary Arteries

3-1- تمهيد:

تتم تغذية القلب عن طريق الشريانين الإكليلين الأيمن والأيسر، اللذان ينشآن من الجيبين الإكليليين الأيمن والأيسر على التوالي. ويدعى الجيب الخلفي الجيب اللاإكليلي.

تختلف مساحة العضلة القلبية التي تتغذى من كلا الشريانين الإكليلين بين الأشخاص، ويغذي الشريان الإكليلي الأيمن عادة البطين الأيمن والجزء الخلفي من الحجاب، بينما يغذي الشريان الإكليلي الأيسر الجزء الأمامي للحجاب بين البطينين والجدار الحر الأمامي للبطين الأيسر، أما ما تبقى من جدر البطين الأيسر فعادة تصلها تروية دموية من فروع مشتركة من كلا الشريانين ويعتمد ذلك على الشريان الإكليلي المسيطر[24].

تتغذى العقدة الجيبية الأذينية بشكل رئيس من الشريان الإكليلي الأيمن RCA في 60% من الحالات ومن الشريان المنعكس الأيسر LCX عند البقية.

بينما تتغذى العقدة الأذينية البطينية من الـ RCA في 90% من الحالات ومن الـLCX عند البقية[24].

3-2- الشريان الإكليلي الأيسر (Left Coronary Artery):

ينشأ الشريان الإكليلي الأيسر من جيب فالسالفا الأيسر. ويدعى في بدايته الجذع الإكليلي الأيسر left main؛ حيث يعطي بعدها بقليل الشريان الأمامي النازل الأيسر left anterior

descending (LAD) والشريان المنعكس الأيسر left circumflex (LCX). ويعطي أحياناً فرعاً ثالثاً هو الشريان المتوسطي Intermedius **كما هو مُوضَّح في الشكل (1–7).**

يبلغ قطر الجذع الإكليلي الأيسر 3–6 ملم عند البالغ، بينما يتراوح طوله من قصير جداً إلى 10 – 15 ملم.

قد يغيب الـ LM عند بعض الأشخاص وعندها ينشأ الـ LAD و LCX من فوهة واحدة أو فوهتين منفصلتين. يسير الـ LM خلف الجذع الرئوي ويسير قليلاً إلى الخلف في البداية وبعدها إلى الأمام قبل التفرع[24].

يسير الـ LAD في الثلم بين البطينين الأمامي مباشرة فوق الحجاب بين البطينين ويغذي الجدار الأمامي للبطين الأيسر ومنطقة القمة، ويعطي الفروع التالية:

1– الشرايين الحجابية septal arteries والتي تخترق الحجاب بين البطينين وتغذي الثلثين الأمامين للحجاب.

2– الشرايين القطرية diagonal arteries والتي تسير على سطح الجدار الأمامي الجانبي للبطين الأيسر وتغذيه[24].

يمتد الـ LAD في مسيره حتى قمة القلب (التي تنتمي إلى البطين الأيسر)، ولكنه قد يتجاوز القمة ويدور حولها بإتجاه الجدار السفلي أو أنه ينتهي قبل القمة وعندها تأتي تروية القمة من الشريان النازل الخلفي posterior descending artery (PDA) أو من الشريان القطري[24].

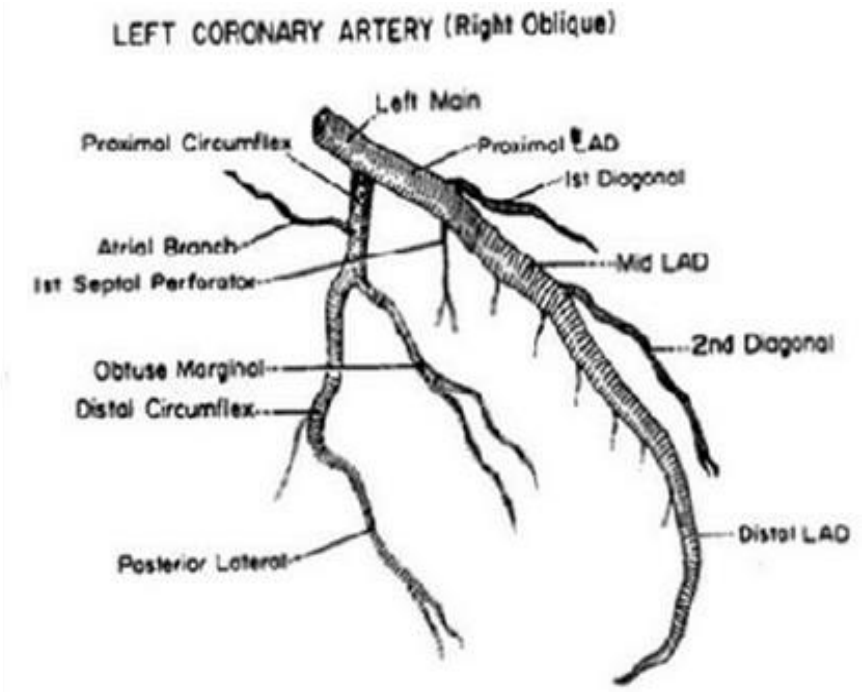
يقسم الـ LAD إلى ثلاث قطع؛ الأولى هي القريبة Proximal وتمتد من المنشأ إلى الفرع الأول الحجابي الرئيسي، وما تبقى يقسم بشكل متساوٍ ما بين القطعة المتوسطة mid والقطعة البعيدة distal.

أما الشريان المنعكس الأيسر LCX فإنه يسير في الثلم الأذيني البطيني الخلفي ويغذي الجدار الخلفي للبطين الأيسر. وفي حوالي 40% من الحالات ينشأ شريان العقدة الجيبية الأذينية من الجزء القريب لـ LCX. وهناك فرع آخر للأذين الأيسر ويُدعى Atrial circumflex [24].

تدعى الفروع الرئيسية لـ LCX بالشرايين الهامشية Obtuse marginal، والتي تغذي الجدار الجانبي الحر للبطين الأيسر[24].

يُقسَم الـ LCX حسب منشأ الشرايين الهامشية إلى ثلاث قطع؛ القطعة القريبة Proximal التي تمتد حتى منشأ الشريان الهامشي الأول، القطعة المتوسطة Mid التي تمتد بين الهامشيين الأول والثاني، القطعة البعيدة Distal التي تمتد بعد منشأ الهامشي الثاني.

قد تكون أحد الفروع الهامشية الإكليلية ضخمة Large obtuse marginal وتكون مسؤولة عن تروية معظم الجدار الجانبي للبطين الأيسر[24].



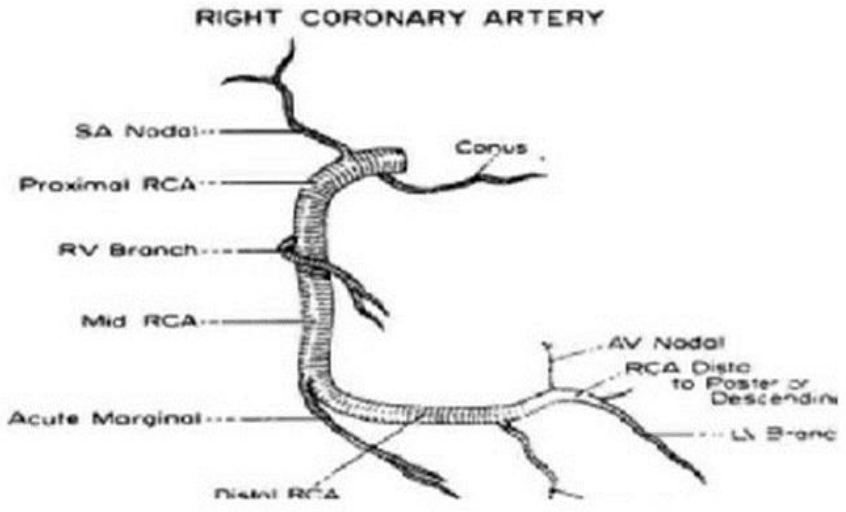
الشكل (1–7): ويظهر االشريان الإكليلي الأيسر مع فروعه: الشريان الأمامي النازل الأيسر والشريان المنعكس الأيسر وفروعهما[24]

4-3- الشريان الإكليلي الأيمن (Right Coronary Artery):

ينشأ من الجيب الأيمن لفالسالفا إلى الأسفل قليلاً من منشأ LM المقابل، ويسير في الأخدود الأذيني البطيني الأيمن ومنه إلى تصالب القلب Crux. وأهم فروعه كما هو مُوضَّح في لشكل (1-8):

- لدى 50% يكون الفرع الأول هو الشريان المخروطي conus artery الذي يغذي مخرج البطين الأيمن أما لدى البقية فإن الشريان المخروطي ينشأ بشكل منفصل من الأبهر.
- وفي 60% من الحالات ينشأ الشريان المغذي للعقدة الجيبية الأذينية من الـ RCA بعد منشأ الشريان المخروطي، ويسير خلفياً حول الوريد الأجوف العلوي بعكس عقارب الساعة، وقد يصدر عنه فرع مغذ للأذين الأيمن[24].
- عندما يسير الـ RCA على محيط القلب الأيمن في الثلم الأذيني البطيني يعطي عدة فروع مغذية للجدار الحر للبطين الأيمن والتي تدعى الفروع الهامشية الدقيقة Acute marginal.
- يعطي الجزء القريب من الـ RCA أحياناً فرعاً حجابياً يدعى Right superior septal perforator.
- إن أهم فروع الـ RCA والتي تشترك بتغذية البطين الأيسر هو الشريان الخلفي النازل PDA، والذي ينشأ عندما يصل الشريان الإكليلي الأيمن إلى منطقة صليب القلب. ويسير في الأخدود ما بين البطينين الخلفي ويغذي الثلث السفلي من الحجاب بين البطينين والجدار الخلفي للبطين الأيسر. يتميز الـ PDA بمساره الطويل حيث تصل ترويته الدموية حتى قمة البطين الأيسر، كما أن له العديد من الاختلافات التشريحية في منشأه ومسيره، كوجود PDA مضاعف أو نشوئه باكراً من الجزء القريب لل RCA، أو أن يكون سيء الشكل أو صغير الحجم[24].

ينشأ الشريان المغذي للعقدة الأذينية البطينية من الشريان الإكليلي الأيمن في 90% من الحالات ويتميز بمساره المستقيم موازياً للشريان الإكليلي الأيمن، ويتابع الـ RCA مسيره في الثلم الأذيني البطيني الخلفي ويسمى حينئذ الشريان الخلفي الجانبي Posterolateral artery (PLA) حيث يعطي فروعاً متعددة تروي السطح الخلفي الجانبي للبطين الأيسر تسمى Posterolateral Left ventricular (Branches- PLVs) وتكون موازية لـ PDA. [24].



الشكل (1–8): ويظهر الشريان الإكليلي الأيمن وفروعه[24]

4–4– الشريان المسيطر Coronary Dominance:

يُعرّف الدوران الإكليلي المسيطر نسبة للشريان الإكليلي الأكثر مسأهمة والأهم في تروية الجدار السفلي والخلفي الجانبي للبطين الأيسر على اعتبار أنه الجدار الذي يتميز بالعديد من الاختلافات حول مصدر تغذيته الشريانية الإكليلية. لدى العديد من الأشخاص يتروى الجدار السفلي والجدار الجانبي الخلفي للبطين الأيسر من RCA وفي عدد هام من المرضى يسأهم LCX في تغذية هذه المناطق من العضلة القلبية .

1– لدى 85% الناس تقريباً ينشأ الـ PDA و PLVs من RCA يسمى عندئذ دوران إكليلي أيمن مسيطر Right Dominant (وهو الأشيع).

2– لدى 8% من المرضى تقريباً ينشآ الـ PDA و PLVs من LCX فيسمى عندها دوران إكليلي أيسر مسيطر Left Dominant [24].

أما ما تبقى (7% من الحالات) فيسمى الدوران فيها بالدوران الإكليلي التشاركي Co-dominant أو ما يسمى بالتوازن في السيطرة Balanced-Dominant Circulation، وفي هذه الحالة فإن الشريان الإكليلي الأيمن يعطي ال PDA و الشريان المنعكس يعطي جميع الفروع الخلفية الجانبية PLVs [24].

4–5– موجز:

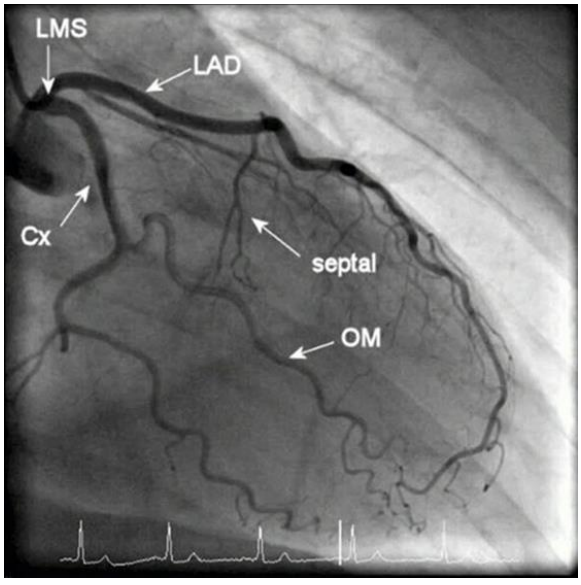
ينشأ الشريان الإكليلي الأيسر من جيب فالسالفا الأيسر. ويدعى في بدايته الجذع الإكليلي الأيسر left main؛ حيث يعطي بعدها بقليل الشريان الأمامي النازل الأيسر left anterior descending (LAD) والشريان المنعكس الأيسر left circumflex (LCX). ويعطي أحياناً فرعاً ثالثاً هو الشريان المتوسطي Intermedius، بينما ينشأ الشريان الإكليلي الأيمن من الجيب الأيمن لفالسالفا إلى الأسفل قليلاً من منشأ LM المقابل، ولدى 50% يكون الفرع الأول هو الشريان المخروطي conus artery الذي يغذي مخرج البطين الأيمن، أما لدى البقية فإن الشريان المخروطي ينشأ بشكل منفصل من الأبهر، وفي 60% من الحالات ينشأ الشريان المغذي للعقدة الجيبية الأذينية من الـ RCA بعد منشأ الشريان المخروطي، ويسير خلفياً حول الوريد الأجوف العلوي.

الفصل الرابع: القثطرة القلبية التشخيصية وتصوير الأوعية

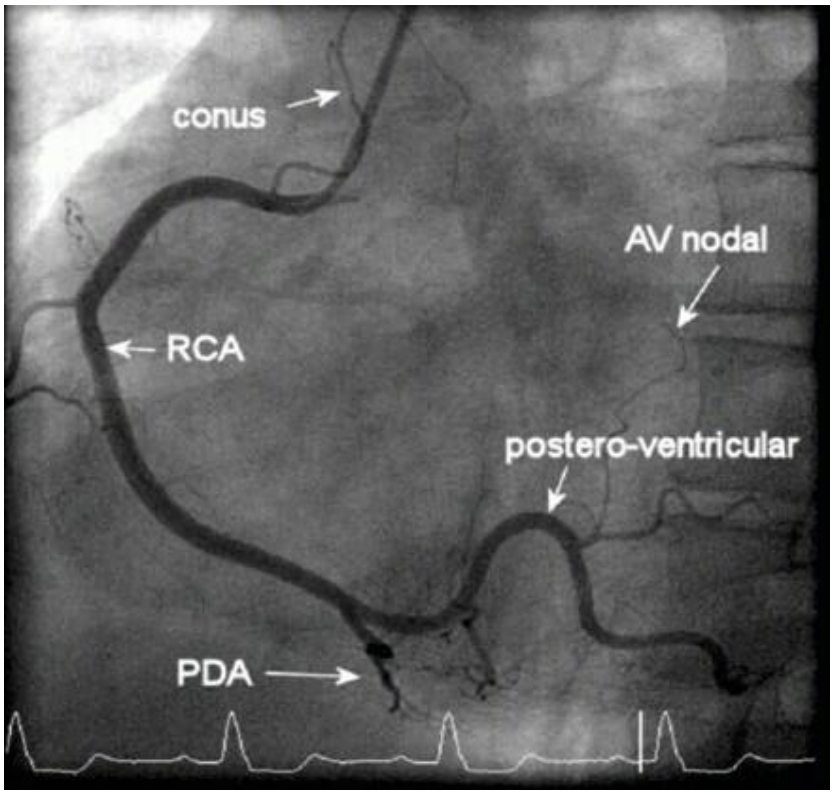
Diagnostic Cardiac Catheterization and Angiography

4-1- تمهيد:

رغم التحسن المترقي في التقنيات غير الراضة، فإن القثطرة القلبية تبقى الأداة السريرية المفتاحية في تقييم تشريح وفيزيولوجيا القلب والتوعية المتعلقة. وهي تشتمل على إدخال قثاطر (قطرها 2-3 ملم) إلى شريان محيطي أو وريد محيطي تحت التخدير الموضعي وإمرار طرفها البعيد إلى داخل القلب من أجل قياس الضغط أو لحقن عامل تباين شعاعي سائل. تُميِّز موجودات القثطرة القلبية المُشخِّصة مدى وشدة الداء القلبي وبذلك فهي تساعد في وضع الخطة العلاجية الأكثر ملائمة من أجل العلاج الدوائي أو الجراحي أو المعتمد على القثطرة، ويظهر الشكل (1-9) الجذع الإكليلي الأيسر وتفرعاته بالقثطرة القلبية، بينما يظهر الشكل (1-10) الشريان الإكليلي الأيمن وتفرعاته[25].



الشكل (1-9): يوضح الجذع الإكليلي الأيسر بالقثطرة القلبية مع تفرعيه (الشريان الأمامي النازل وفرعه الحاجزي) و(الشريان المنعكس وفرعه الهامشي)[25]



الشكل (1–10): يوضح الشريان الإكليلي الأيمن وتفرعاته بالقثطرة القلبية[25]

4–1–1– استخدامات قثطرة القلب الأيسر:

1– تصوير الشرايين الإكليلية.

2– تقييم وظيفة البطين الأيسر.

3– تقييم شدة الإصابة الصمامية.

4– قياس ضغوط القلب الأيسر وتسجيلها.

5– جزء من دراسة قثطرة القلب الأيمن والأيسر المتواقتة[25].

4–1–2– استخدامات قثطرة القلب الأيمن:

1– خلال الإجراءات التداخلية (الإنظام القلبي، دراسة الإلكتروفيزيولوجي، أمراض القلب الخلقية، التداخل على الصمة الرئوية، الخزعة القلبية).

2– تقييم ارتفاع توتر رئوي مشكوك به.

3- قياس ضغوط القلب الأيمن وتسجيلها.

4- جزء من قثطرة القلب الأيمن والأيسر المتواقتة[25].

4-1-3- استخدامات قثطرة القلب الأيمن و الأيسر المتواقتة:

1- تقييم صارفة shunt داخل القلب.

2- تقييم أمراض الصمام التاجي.

3- الشك بالتهاب تامور عاصر.

4- قياس المقاومة الوعائية الرئوية والجهازية.

5- خلال الإجراءات التداخلية (خاصة أمراض القلب الخلقية)[25].

4-2- تصوير الأوعية الإكليلية:

يشمل هذا الإجراء الشائع على حقن انتخابي لعامل تباين شعاعي داخل الشرايين الإكليلية. يتم وضع ذروة القثطار في فوهة الشرايين الإكليلية اليمنى واليسرى ويتم حقن المادة الظليلة أثناء تسجيل الصورة الشعاعية. يتم في العادة رؤية كل شريان إكليلي من عدة زوايا وإتجاهات للسماح بتقييم شدة التضيق وتقليل تراكب الأوعية المجاورة[26].

بالإضافة إلى كشف التضيقات، فإن تصوير الأوعية الإكليلية يقيم سرعة الجريان الإكليلية درجة الإمتلاء الشعري في العضل القلبي، و وجود شذوذات خلقية في الدوران الإكليلي، و تقييم سلوكية المجازات الإكليلية.

وبُعَدُّ تحليل موضع وشدة وشكل الآفات التضيقية، يتم اتخاذ القرار بالإجراء العلاجي المناسب (جراحة المجازات الإكليلية أو التداخل المعتمد على القثطرة أو العلاج الدوائي)[26].

4-2-1- استطبابات القثطرة الإكليلية التشخيصية:

عند مرضى لديهم داء قلب إكليلي معروف أو مشكوك به و لديهم خناق صدر مستقر:

- ❖ خناق صدر درجة 3 أو 4 حسب تصنيف CCS.
- ❖ معايير عالية الخطورة بالاستقصاءات غير الغازية.
- ❖ مرضى تم إنعاشهم من موت قلبي مفاجئ أو لديهم تسرع بطيني مستمر أو تسرع بطيني غير مستمر متعدد الأشكال[27,28].

عند مرضى لديهم متلازمة إكليلية حادة (خناق صدر غير مستقر أو احتشاء بدون ارتفاع قطعة ST):

- ❖ خناق صدر غير مستقر معند على العلاج الدوائي البدئي.
- ❖ خناق صدر ناكس بعد الاستقرار البدئي.
- ❖ خناق صدر غير مستقر لديه خطورة عالية أو متوسطة استقر على العلاج الدوائي.
- ❖ خناق صدر عالي أو متوسط الخطورة بالاستقصاءات غير الغازية[27,28].

عند مرضى احتشاء العضلة القلبية مع ارتفاع قطعة ST:

- ❖ مريض خلال 12 ساعة من بدء الأعراض لإجراء Primary PCI.
- ❖ مريض تم إنعاشه من موت قلبي مفاجئ ولديه احتشاء عضلة قلبية مؤكد أو مشكوك به.
- ❖ صدمة قلبية خلال 18 ساعة من بدء الصدمة.
- ❖ نكس الاحتشاء أو تمدد رقعة الاحتشاء بعد الاستقرار البدئي.
- ❖ فشل حالات الخثرة (عدم تراجع ارتفاع قطعة ST 70% أو أكثر خلال ساعة أو ساعة ونصف من تطبيق إعادة التوعية).

❖ بعد نجاح تطبيق حالات الخثرة خلال 3 –24 ساعة[27,28].

4-2-2- مضادات استطباب القثطرة القلبية:

مضاد الاستطباب المطلق الوحيد: هو رفض المريض[27,28].

مضادات الاستطباب النسبية:

☒ قصور الكلية الحاد.

☒ وذمة رئة.

☒ تحسس على المادة الظليلة.

☒ ارتفاع توتر شرياني غير مضبوط.

☒ نزف هضمي حاد.

☒ نشبة حادة.

☒ اعتلالات تخثر غير معالجة.

☒ ترفع حروري مجهول السبب أو مرض حُمَّوِيّ غير معالج[27,28].

4-2-3- تقييم شدة الإصابة الإكليلية:

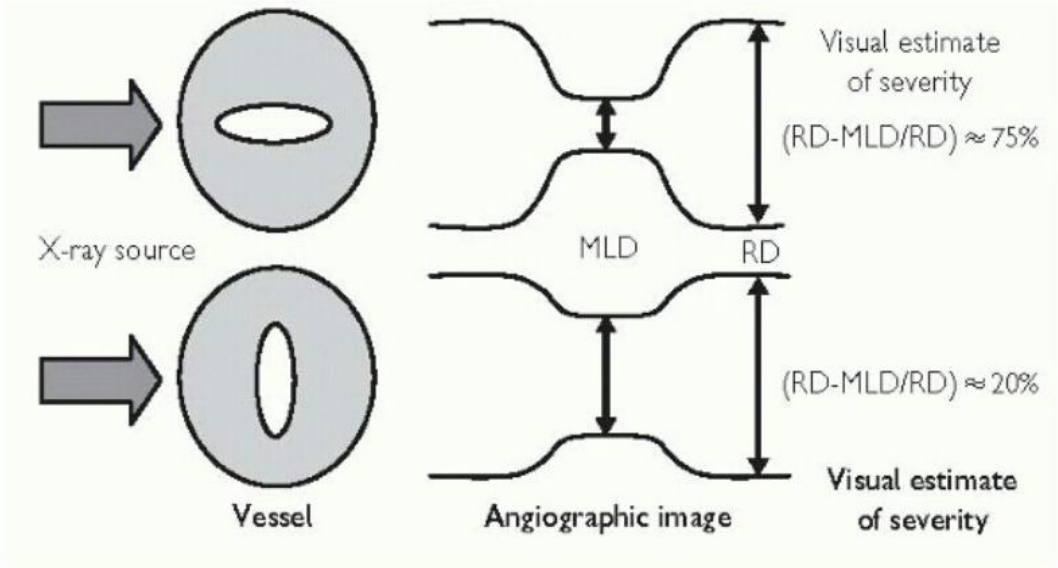
يتم عادة تقدير شدة الإصابة بواسطة النظر للنسبة المئوية للتضيق القطري لكل آفة بالنسبة للقطعة المرجعية المجاورة (غير المصابة) كما هو مُوضَّح في الشكلين (1-11) و (1-12).

إنه بسبب الطبيعة الديناميكية لصور التصوير الوعائي، فإنه ليس مفاجئاً أن تكون هذه الطريقة غير دقيقة نسبياً، حيث أن تقييم الآفات الخفيفة والشديدة غالباً يكون دقيقاً مع اختلاف حوالي 20% بالزيادة أو النقصان للآفات المتوسطة الشدة[25].

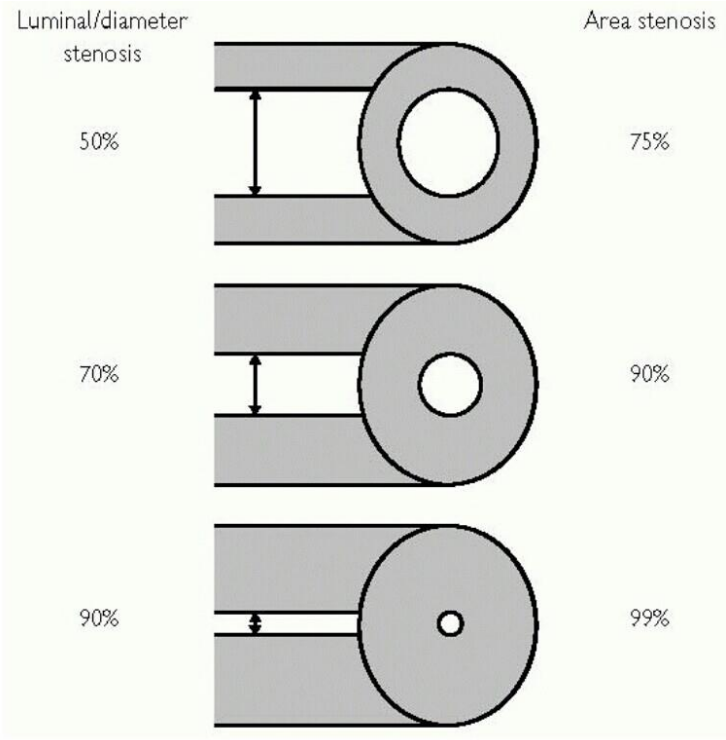
بشكلٍ عام تكون الآفة محددة للجريان عندما يتجاوز التضيق في قطر لمعة الشريان الإكليلي 70% (يعادل مساحة تضيق حوالي 90%) حيث يُعَدُّ التضيق هام هيموديناميكياً، وبالنسبة للجذع الإكليلي الأيسر عندما يتجاوز تضيق اللمعة 50% (يعادل مساحة تضيق حوالي 75%).

تُصنَّف شدة الآفات إلى خفيف (30% أو أقل)، متوسط (30–70%)، شديد (> 70%).

ويتم تصوير الآفة بوضعيتين متعامدتين على الأقل لنتجنب تقاصرها و إظهارها بشكل واضح بعيداً عن التراكب مع الأوعية المجاورة[25].



الشكل (1–11): يوضح كيف نستخدم الفثرة القلبية في تقييم شدة الإصابة، حيث تصوير الآفة بوضعيتين متعامدتين على الأقل لنتجنب تقاصرها و إظهارها بشكل واضح بعيداً عن التراكب مع الأوعية المجاورة[25]



الشكل (1-12): يوضح كيف نستخدم الفثرة القلبية في تقييم شدة الإصابة، حيث نلاحظ تناقص في مساحة الوعاء بالمقطع العرضي مقارنةً مع قطر التضيق للشريان[25]

كما أنه يمكن حساب شدة التضيق الإكليلي بواسطة برنامج خاص زُوِّد به حاسوب جهاز التصوير الوعائي، حيث أن معظم مخابر القثطرة الحديثة أصحبت مُزَوّدة بهذه البرامج حيث تمكننا من حساب شدة التضيق الإكليلي مباشرة أثناء الإجراء وذلك بالاستناد إلى قطر القسطار المستخدم، حيث يتم حساب طول الآفة وقطر التضيق وقطر الوعاء، وبالتالي معرفة مساحة التضيق[25].

<u>طرائق تصويرية أخرى بديلة:</u>

- **<u>الإيكو داخل الأوعية Intravascular ultrasound (IVUS):</u>** يقدم لنا معلومات تشريحية إضافية بالتصوير الصدوي المباشر.
- **<u>سلك الضغط Pressure wire:</u>** يقيس الجريان الإحتياطي الجزئي Fractional Flow Reserve (FFR) ويقدم لنا معلومات فيزيولوجية إضافية.

و لكن هذه الطرق محدودة الإستخدام في الممارسة الروتينية بسبب كلفتها العالية[25].

4-3- موجز:

تُستَطب القثطرة القلبية عند مرضى احتشاء العضلة القلبية مع ارتفاع قطعة ST:

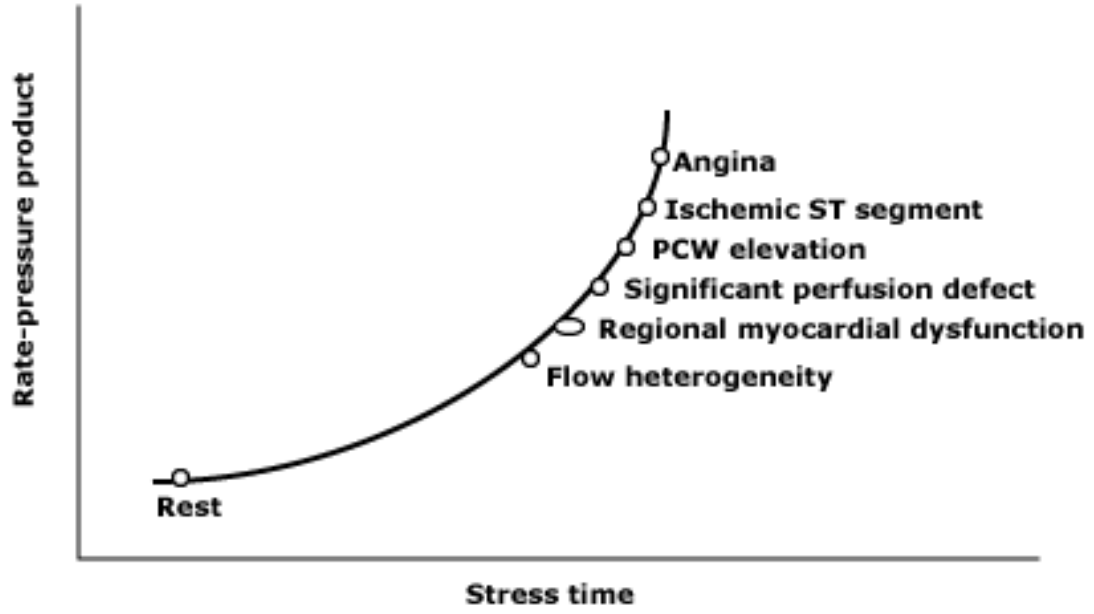
- ❖ مريض خلال 12 ساعة من بدء الأعراض لإجراء Primary PCI.
- ❖ مريض تم إنعاشه من موت قلبي مفاجئ ولديه احتشاء عضلة قلبية مؤكد أو مشكوك به.
- ❖ صدمة قلبية خلال 18 ساعة من بدء الصدمة.
- ❖ نكس الاحتشاء أو تمدد رقعة الاحتشاء بعد الاستقرار البدئي.
- ❖ فشل حالات الخثرة (عدم تراجع ارتفاع قطعة ST 70% أو أكثر خلال ساعة أو ساعة ونصف من تطبيق إعادة التوعية).
- ❖ بعد نجاح تطبيق حالات الخثرة خلال 3 -24 ساعة[25].

الفصل الخامس: اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي

Stress Electrocardiogram Test

5-1- تمهيد:

يُعتَبر اختبار الجهد وسيلة هامة لتشخيص وإنذار الداء القلبي الإكليلي، إضافةً أنهُ يقيِّم سعة النشاط (السعة الوظيفية للنشاط=يعني المقدرة على القيام بالنشاط الفيزيائي)، وإن اختبار الجهد يتحقق من وجود نقص التروية القلبي بشكلٍ غير مباشر والتي هي عبارة عن نتيجة فيزيولوجية لاضطراب النسبة بين توصيل الأكسجين إلى العضلة القلبية (أي تدفق الدم عبر الشريان الإكليلي) وحاجة العضلة القلبية للأكسجين (عمل العضلة القلبية)[29]، **، كما هو مُوَضَّح في الشكل (1-13).**



الشكل (1-13): تظاهرات نقص التروية القلبية: حيث PCW الضغط الشعري الأسفيني الرئوي، حيث يظهر الشكل العلاقة ما بين تطور تظاهرات نقص التروية القلبية وزيادة معدل الضغط الإسفيني الشعري الرئوي، بينما في اختبار الجهد بواسطة تخطيط صدى القلب (إيكوغرافي القلب) والتصوير بالنظائر المشعة يظهر اضطراب حركة قطع جدر القلب regional wall motion قبل ظهور تغيرات نقص التروية القلبية أو خناق الصدر على تخطيط القلب الكهربائي[29].

وإن التسلسل الموجود في الشكل (1-13) يساعدنا في تفسير لماذا تكون القياسات المُجرَاة بواسطة تخطيط صدى القلب (إيكوغرافي القلب) أو التصوير بالنظائر المشعة أكثر حساسية من قياسات تخطيط القلب الكهربائي، وذلك لأن (تغيرات نقص التروية القلبية المُعبَّر عنها على شكل اضطراب في حركية قطع جدر القلب) في اختبار الجهد باستخدام تخطيط صدى القلب أو التصوير بالنظائر المشعة تظهر قبل التغيرات المُشَاهدة في اختبار الجهد باستخدام تخطيط القلب الكهربائي، وبشكلٍ مشابه فإن نقص التروية الصامت عادةً يمكن تشخيصه بواسطة تخطيط صدى القلب على شكل اضطرابات في حركية قطع جدر القلب في تخطيط صدى القلب قبل ظهور الأعراض الصامتة أو التغيرات التخطيطية لمرضى نقص التورية الصامت على تخطيط القلب الكهربائي (والتي قد لا تظهر أبداً على تخطيط القلب الكهربائي)[29].

5-2- استطبابات ومضادات استطباب اختبار الإجهاد باستخدام تخطيط القلب الكهربائي:

هنالك عدة مرضى من الممكن استخدام اختبار الجهد بتخطيط القلب الكهربائي لديهم من أجل تحديد التشخيص والإنذار بما في ذلك المرضى التاليين:

1- وجود أعراض تقترح وجود نقص تروية قلبية.

2- استبعاد مرضى المتلازمة الإكليلية الحادة أو احتشاء العضلة القلبية الحاد.

3- وجود متلازمة إكليلية حادة حديثة مُعَالجة دوائياً دون إجراء قثطرة قلبية.

4- وجود داء إكليلي معروف وتغيرات في الحالة السريرية للمريض.

5- سوابق إعادة توعية إكليلية revascularization.

6- موجودات شاذة أو مشبوهة في تصوير الطبقي المحوري للشرايين الإكليلية.

7- داء قلبي صمامي.

8- اضطرابات نظم مؤكدة.

9- استطباب لتقييم العضلة القلبية قبل إجراء عمل جراحي غير قلبي[30].

5-3- مضادات استطباب اختبار الإجهاد باستخدام تخطيط القلب الكهربائي:

إن اختبار الجهد يمتلك عدداً من المخاطر بالإضافة إلى أنه يكون غير مريح لبعض المرضى، وعلى الرغم من أن الإجراء يُعتَبر آمن لمعظم المرضى إلا أنه من الممكن أن تظهر بعض الاختلاطات الخطيرة مرة واحدة من كل 10000 اختبار جهد[31] مثل (احتشاء العضلة القلبية الحاد، الموت القلبي المفاجئ) لذا يجب عند تقييم كل مريض الموازنة ما بين الفوائد والاختلاطات وذلك من أجل اتخاذ القرار المناسب.

هناك ارشادات توجيهية لإجراء اختبار الجهد بتخطيط القلب الكهربائي وذلك لمعرفة مضادات الاستطباب المطلقة والنسبية[32,33].

5-3-1- مضادات الاستطباب المطلقة:

1- احتشاء عضلة قلبية حاد (خلال اليومين الماضيين).

2- خناق صدر غير مستقر مستمر حتى الآن.

3- اضطراب نظم قلبي غير معالج مع وجود تأثير هيموديناميكي.

4- وجود التهاب شغاف قلب فعال.

5- تضيق أبهري شديد عرضي.

6- قصور قلب غير معاوض.

7- صمة رئوية حادة، احتشاء رئوي، أو خثار وريدي عميق.

8- التهاب عضلة قلبية أو التهاب تامور حاد.

9- تسلخ أبهر حاد.

10-عجز فيزيائي والذي يمنع من إكمال الاختبار بشكلٍ كامل[32,33].

5-3-2- مضادات الاستطباب النسبية:

1- وجود انسداد معروف في الجذع الإكيلي الأيسر الرئيسي Left Main.

2- وجود تضيق أبهري متوسط إلى شديد دون وجود علاقة مؤكدة مع الأعراض.

3- اضطرابات النظم التسارعية مع معدلات بطينية غير مسيطر عليها.

4- حصار غصن كامل أو متقدم مكتسب.

5- اعتلال عضلة قلبية ضخامي انسدادي مع وجود مدروج عالي على الراحة.

6- نشبة حديثة أو نوبة نقص تروية عابر TIA.

7- اضطراب عقلي مع مقدرة محدودة على التعاون.

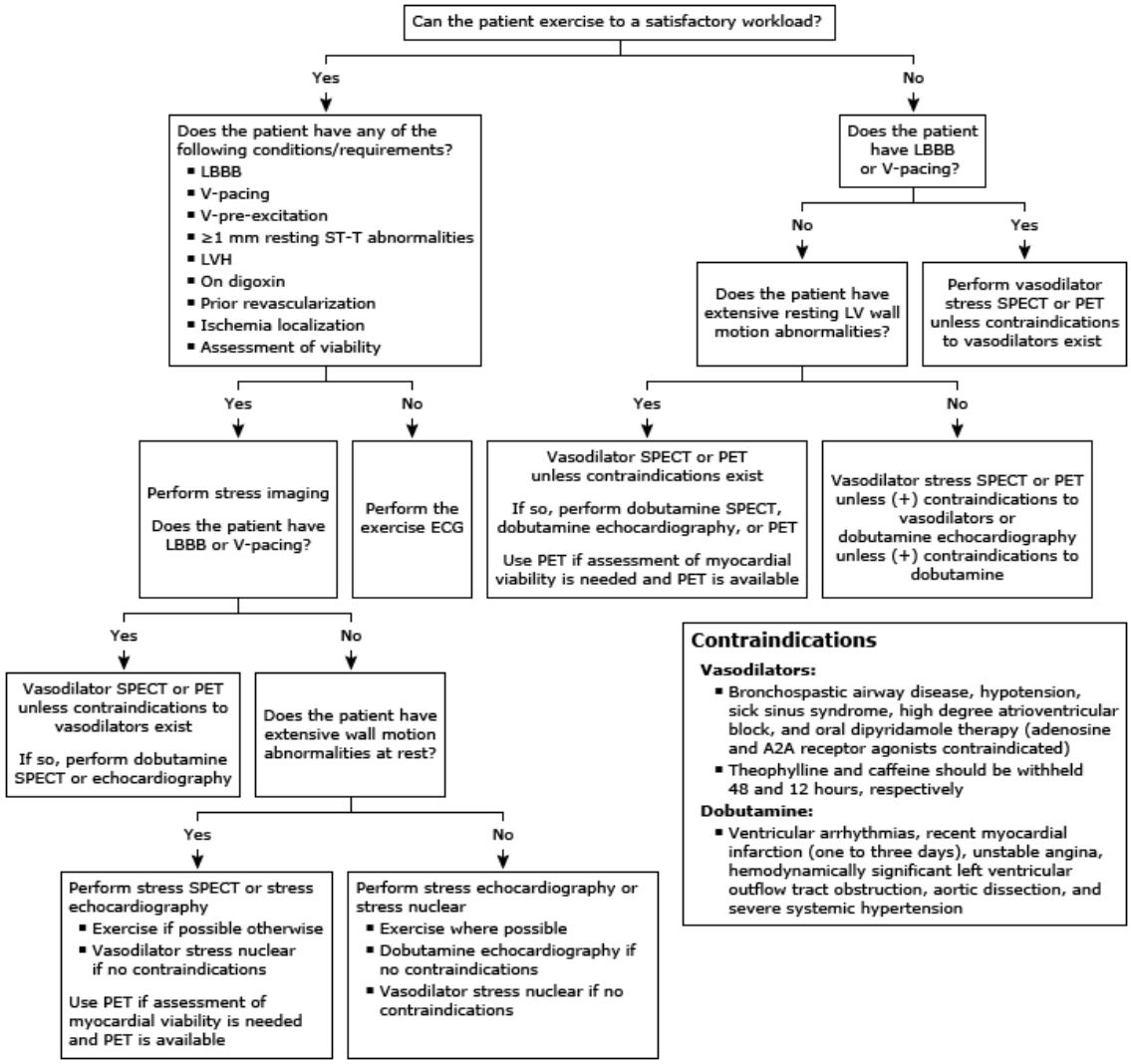
8- ارتفاع ضغط شرياني على الراحة مع وجود ضغط انقباضي أو انبساطي > 110/200 ملم زئبقي.

9- حالات طبية غير معالجة مثل وجود فقر دم هام أو وجود اضطراب شوارد أو فرط نشاط درق[32,33].

5-4- محددات اختبار الجهد Limitations To Exercise ECG Testing:

هنالك مجموعة من المرضى لا يُعَدُّ اختبار الجهد لديهم هو الاختبار الأساسي التشخيصي وهؤلاء هم:

1- المرضى الذين غير قادرين على إجراء اختبار الجهد بشكلٍ كامل بسبب (عرج الساق، التهاب مفاصل، داء رئوي، أو وجود حالات أخرى)، وإن اختبار الجهد الذي يفشل في تحقيق 85% من سرعة النبض الأعظمي المتوقعة يُخفِّف من حساسية اكتشاف الداء القلبي الإقفاري حتى لو كان الاختبار سلبياً (غياب أعراض الخناق أو موجودات طبيعية على ECG)[33,34]. هناك مشاكل محتملة باستخدام سرعة النبض الأعظمي المتوقعة لوحدها وهذا يشمل تغيرات مهمة في سرعة النبض الأعظمي المتوقعة وأيضاً الاستخدام المشارك لبعض الأدوية التي تنقص من معدل سرعة ضربات القلب بالإضافة للاستجابة المبكرة بتسرع القلب الزائد والتي قد تؤدي إلى نتائج خاطئة بسبب الاعتقاد أن المريض قد حقق شروط اختبار الجهد الكافي. إن المرضى الغير قادرين على القيام باختبار الجهد من الممكن أن يخضعوا لاختبار الجهد الدوائي pharmacologic stress testing [29]، **كما هو موضح في الشكل (1-14)**.



الشكل(1–14): يوضح خوارزمية لاختيار اختبار الجهد الأمثل[29]

إن المرضى الذين لديهم تغيرات تخطيطية على الراحة والتي قد تتداخل في تفسير نتائج اختبار الجهد، **<u>وهنالك عدد من الشذوذات التخطيطية والتي تتداخل في تشخيص نقص التروية القلبية وتشمل:</u>**

1- الاستثارة المبكرة البطينية مثل Wolf-Parkinson-White.

2- نظم بطيني مُعَالج بناظم الخطا.

3- حصار غصن أيسر.

4- تزحل قطعة ST أكثر من 1 ملم على الراحة.

5- استخدام الديجوكسين والذي يترافق مع شذوذات في قطعة ST-T.

6- ضخامة بطين أيسر مع شذوذات قطعة ST-T.

7- نقص البوتاسيوم مع شذوذات قطعة ST-T [29].

وبشكلٍ معاكس يمكن تقييم نقص التروية القلبية بشكلٍ دقيق عند المرضى الذين لديهم حصار غصن أيمن أو المرضى الذين لديهم تزحل قطعة ST أقل من 1 ملم على الراحة.

إن حساسية ونوعية اختبار الجهد تم استنتاجها من عدد من الدراسات المتعلقة باستجابة تخطيط القلب الكهربائي على الجهد وإجراء تصوير وعائي إكليلي لمرضى الداء الوعائي الإكليلي، جنس المريض وعمره وعوامل الخطورة الإكليلية وصفات الألم الصدري كل ما سبق مهم في تشخيص نقص التروية الإكليلية وحساب الاحتمالية قبل إجراء الاختبار والتي تؤثر على احتمالية التشخيص بعد الاختبار، لذا فإن الدقة التشخيصية لاختبار الجهد تتعلق بما سبق من العوامل السابقة الذكر[29].

5-5- أنواع اختبار الجهد Types of Exercise:

هنالك طريقتين شائعتين لتنفيذ اختبار الجهد: الأولى هي البساط المتحرك والثانية هي قياس ديناميكية الدراجة[31]، ويتم استخدام البساط المتحرك بشكلٍ أشيع ويختلف استطباب الاستعمال حسب خبرة الفاحص وتوفر المعدات، ويتم استخدام الدراجة عند المرضى الذين لديهم مشكلة في حمل أوزانهم عند المشي على جهاز اختبار الجهد، وتُقاس الديناميكية بواسطة الذراع أو بواسطة الدراجة ergometry [31]، وإن قياس الديناميكية في الدراجة مُفضَّل على الذراع وذلك بسبب مشاركة مجموعة العضلات الصغيرة عند استخدام الذراع مما يُسبِّب الحصول على نتائج أقل من المتوقع من حمل العمل الأعظمي.

5-5-1- مقارنة أنواع اختبار الجهد:

كل نوع من أنواع اختبارات الجهد لديه مميزات ومساوىء، وكل مركز أو مشفى لديه من وسائل اختبار الجهد وليس وسيلة واحدة عادةً[29].

- إن بروتوكولات اختبار الجهد بواسطة البساط المتحرك أكثر مرونة من الدراجة لأنه من الممكن التحطم بالسرعة ودرجة الميلان حيث يمكن تغييرها بشكل فردي[29].
- اختبار الجهد بالدراجة والذراع أقل كلفة مادية وأقل إحداثاً للضجيج ومن الممكن حمله من مكان إلى آخر ويحتاج إلى حيز مكاني صغير[29].
- يكون تخطيط القلب الكهربائي عند استعمال الدراجة خاصةً عند وجود حمل عمل عالي وذلك بسبب الحركة الأقل للجزء العلوي من الجسم، كما يكون قياس الضغط الدموي الشرياني أقل سهولة أثناء التمرين بالدراجة لأن الجزء العلوي من الجسم يكون ساكناً[29].
- سابقاً كان الأشخاص الأكثر ضعفاً week مثل المرضى الذين يعانون من اضطرابات المشية والتوازن والاضطرابات المفصلية يتم تنفيذ اختبار الجهد بواسطة الدراجة أو الذراع بشكلٍ أفضل من البساط المتحرك وبشكلٍ معاكس بعض الأشخاص الذين ليسوا ذات خبرة جيدة في التعامل مع الدراجة يعانون من تعب العضلة مربعة الرؤوس الفخذية قبل الوصول إلى الجهد القلبي الوعائي الأعظمي وبالتلي تشارك العضلات الصغيرة في قياس الديناميكية بواسطة الذراع مما ينجم عنه تقدير أقل لحمل العمل الأعظمي[29].

5-5-2- بروتوكولات اختبار الجهد الشائعة:

5-5-2-1- برتوكول بروس Bruce:

هو البروتوكول المُفضَّل للاستخدام ف اختبارات الجهد لأن الأكثر موثوقية[35]، يُقسَّم إلى عدة مراحل متتالية وكل مرحلة 3 دقائق وتتطلب كل مرحلة أن يمشي المريض بشكلٍ أسرع، وتزداد درجة ميلان الجهاز في كل مرحلة.

5-5-2-2- برتوكول بروس المّعدَّل Bruce Modified:

يُستَخدم عند المرضى المقعدين الذين لا يمكنهم إجراء بروتوكول البروس الاعتيادي لأنه قد يكون صعباً عليهم أو بسبب خطورة تطبق بعد المتلازمة الإكليلية الحادة حيث أن الجهد الشديد غير منصوح به في المرحلة المباشرة ما بعد المتلازمة الإكليلية الحادة. يضيف بروتوكول بروس المُعدَّل حملي عمل إضافيين منخفضين في بداية اختبار الجهد كلاهما يتطلب جهداً أقل من المرحلة 1 [29].

5-5-2-3- بروتوكول نوتون Naughton:

يُستَعمل هذا البروتوكول عند المرضى في مرحلة ما بعد احتشاء العضلة القلبية لتصنيف المرضى إلى عاليي الخطورة ومنخفضي الخطورة واعتماد استراتيجية التدبير الأمثل لهؤلاء المرضى[36]، يُستَعمل هذا الجهاز لأجل اختبار الجهد الوظيفي مع تقنيات تحليل الغاز لقياس قبط الأكسجين وحجم الأكسجين الأعظمي VO2max.

5-5-2-4- اختبار الدراجة:

يجب أن يبدأ اختبار الدراجة على شكل دعس على الدراجة مع مقاومة بسيطة لعدة دقائق ثم يُزَاد مُعدَّل العمل بمعدل تدريجي من 15-25 واط (90-150 كيلو بوند/دقيقة kilopon meters/min)،

وكل 1–2 دقيقة بالاعتماد على استجابة النبض عند المريض، وإن الهدف هو من 8–12 دقيقة، وإن المرضى المُقعَدين بشدة قد يحتاجون إلى فئات تدريجية أقل[29] **كما هو مُوضَّح في الجدول (1–1).**

الجدول (1–1): يوضح البروتوكولات المُستَعملة في اختبار الجهد بواسطة البساط المتحرك حيث أن METs = المكافئ الاستقلابين حيث أن كل 1 METs = 3.5 مل أكسجين/كلغ/دقيقة[29]

اسم اختبار الجهد	المرحلة	السرعة (ميل/ساعة)	درجة ميلان الجهاز (%)	الوقت الكلي (دقيقة9)	METs
بروس المعدل Modified Bruce	0	17	0	3	2.3
	1/2	1.7	5	6	3.4
Bruce	1	1.7	10	3	4.5
	2	2.5	12	6	7
	3	3.4	14	9	10
	4	4.2	16	12	13
	5	5	18	15	15
	6	5.5	20	18	18
	7	5.5	22	21	20
نوتون المعدل Naughton modified	1	2	0	2	2
	2	2	3.5	4	3
	3	2	7	6	4
	4	2	10.5	8	5
	5	2	14	10	6
	6	2	17.5	12	7
	7	2.6	14	14	8
	8	3	14	16	9
	9	3.4	14	18	10
	10	3.7	14	20	11
نوتون Naughton	1	1	0	3	2
	2	1.5	0	6	2.5
	3	2	3.5	9	3
	4	2	7	12	4
	5	2	10.5	15	5
	6	2	14	18	6
	7	2	17.5	21	7
	8	3	12.5	24	8
	9	3	15	27	9
	10	3	17.5	30	10
	11	3	20	33	11

5-6- إجراء اختبار الجهد Exercise Test Procedure:

5-6-1- تعليمات ما قبل الإجراء Pre-test instructions:

يجب أن يخضع المرضى لتعليمات قبل إجراء اختبار الجهد بعدم تناول الطعام أو المشروبات أو التدخين لمدة لا تقل عن 3 ساعات قبل إجراء اختبار الجهد، وهذا ما يسمح للمريض بالوصول إلى حمل العمل المطلوب workload في اختبار الجهد. يجب أن يرتدي المرضى ملابس مريحة وأحذية تساعد على المشي أثناء تنفيذ اختبار الجهد، وقبل الاختبار يجب الشرح للمريض عن اختبار الجهد بما في ذلك الفوائد والمخاطر المتوقعة وأن يعطي المريض الموافقة على اجراء اختبار الجهد[29].

عند طلب الاختبار يجب أن يُستَفسر من المريض عن الأدوية التي يتناولها وهذا يشمل الأدوية التالية:

1- **حاصرات بيتا:** (حاصرات قنوات الكالسيوم من نوعية غير ديهيدروبيريدين non-dihydropyridine مثل الديلتيازيم و الفيراباميل) وبعض الأدوية المضادة لاضطرابات النظم مثل السوتالول والأميودارون لأن هذه الأدوية تنقص من سرعة القلب العظمى المطلوبة.

2- **ديجوكسين:** والذي ينقص من سرعة النبض العظمى اللازم الوصول إليها في اختبار الجهد ويرتبط استخدامه بنقص نوعية لموجودات الداء القلب الإكليلي.

3- **النترات:** والتي تخفف من استجابة نقص التروية التالي للجهد عند مرضى الداء الوعائي الإكليلي[29].

يجب أن يُعطَى المريض تعليمات نوعية حول أدويته من قبل الطبيب الفاحص حول إمكانية أخذها من عدمه، وعلى العموم لا يوجد اجماع حول سحب أو الاستمرار بتناول حاصرات بيتا أو غيرها من الأدوية قبل إجراء الاختبار. فعلى سبيل المثال على الرغم من أن حاصرات بيتا تنقص من

معدل ضربات القلب الأعظمية إلا أنه لا يوجد أي فروق بين تناول حاصرات بيتا من عدم تناولها عند تقييم مريض يُشَك بإصابته بداء قلبي إكليلي[37]، لذا لا يُطلَب من المريض إيقاف أدويته قبل إجراء اختبار الجهد على الرغم من أن هذا القرار يجب أن يُؤخَذ لكل حالة على حدى.

5-6-2- مقابلة المريض والفحص السريري Patient interview and examination:

يجب أن تكون مقابلة المريض قصيرة يؤديها طبيب مختص قبل إجراء الاختبار لتقييم مضادات الاستطباب لإجراء الاختبار وجمع المعلومات التي تسهم في تفسير نتائج الاختبار.

يجب معرفة كل الأدوية التي يتناولها المريض ويجب معرفة الأدوية التي لها تأثير على الاستجابة الهيموديناميكية لاختبار الجهد والتي قد تؤثر على النتائج[29].

يجب إجراء فحص قلبي محدود مع الانتباه إلى تحري النفخات القلبية وبشكلٍ خاص تضيق الأبهر أو وجود أي دليل على قصور قلب احتقاني أو موجودات صدرية مثل الوزيز.

إن وجود اضطراب نظم مُؤَكد عبر الفحص السريري أو تخطيط القلب الكهربائي على الراحة يجب أن يُوثَّق لأنه قد يكون له تأثير على اختبار الجهد، ومن الأمثلة الهامة على ذلك هو الرجفان الأذيني والرفرفة الأذينية والتي لم تُعَالج بشكلٍ مناسب قد تؤدي إلى زيادة في معدل ضربات القلب أثناء إجراء اختبار الجهد. إن اضطرابات النظم التسارعية البطينية وفوق البطينية غير المعالجة تُعَدُّ مضاد استطباب لإجراء اختبار الجهد[29].

5-6-3- الوصول إلى سرعة النبض الهدف Establishing the target heart rate:

من أجل تحقيق أفضل وسيلة تشخيصية باستخدام اختبار الجهد يجب أن يحقق المريض سرعة النبض الهدف والتي تُعرَّف على أنها 85% من سرعة النبض الأعظمية المتوقعة predicted maximal heart rate، وإن الفشل في الوصول إلى هذا الهدف عند وجود راحة صدرية أو عدم وجود دليل على نقص تروية على تخطيط القلب الكهربائي ينقص من القوة التشخيصية لاختبار الجهد لنفي الداء القلبي الإقفاري[34,38]. على كل حال يجب أن يكون اختبار الجهد محدود بالأعراض (عند وجود أعراض يجب إيقاف اختبار الجهد) أكثر من كونه يُوقَف عند تحقيق سرعة النبض الهدف لأنه في بعض المرضى عند تحري الأعراض قد لا يحدث إلا عند وصول إلى سرعة نبض أعلى من القيمة المتوقعة[29].

تنخفض سرعة النبض الأعظمية بسبب تقدم العمر وتُستَخدم المعادلة التالية لحساب القيمة الأعظمية لسرعة النبض[39]:

سرعة النبض الأعظمي Maximal HR= 220- العمر (بالسنوات)

إن هذه المعادلة تناسب عموم الجمهرة، أما سرعة النبض الأعظمية بالنسبة لأي شخص كان قد تختلف عن هذه المعادلة بمقدار 10%، وقد وجدت بعض الدراسات أن هذه المعادلة تُنقِص من تقدير القيمة الحقيقة لسرعة النبض الأعظمي عند المرضى الأكبر سناً[40]، **وإن المعادلة التالية تُعتَبر هي المعادلة الأكثر دقة في تقدير سرعة النبض الأعظمي عند البالغين الأصحاء:**

سرعة النبض الأعظمي = 208 - (0.7 × العمر (بالسنوات))

بشكلٍ معاكس فإن سرعة النبض الأعظمي عند النساء تبدو أعلى مما هي عليه في الحقيقة عند استخدام المعادلة التقليدية التي هي: (سرعة النبض الأعظمي = 220 –العمر (بالسنوات)[41,42].

ومن أجل تبسيط والاستمرارية يُفضَّل استخدام المعادلة التقليدية في حساب سرعة النبض الأعظمي.

5-6-4- تخطيط القلب الكهربائي ECG:

يجب إجراء تخطيط القلب الكهربائي ذو 12 مسرى على الراحة وقراءته من قبل شخص مُؤَّهل قبل البدء بالاختبار، ويجب البحث في تخطيط القلب الكهربائي عن أي مضادات استطباب لإجراء اختبار الجهد، وفي حال كان هنالك اضطرابات تظهر على تخطيط القلب الكهربائي تؤدي إلى تقييم خاطىء لنقص التروية القلبية فإنه يجب إجراء الاختبار مع المساعدة بتقنية تصويرية imaging modality **كما هو مُوضَّح في الشكل (1-14)[29].**

إن تخطيط القلب الكهربائي على الراحة يجب إجراؤه بوضعيتي الوقوف والاستلقاء وذلك لأن وضعية المريض قد تؤثر على محور الموجة T وموجة QRS، كما يجب قبل بدء الاختبار إجراء تخطيط قلب كهربائي إضافي بشكل تالي لتعديل بسيط في تخطيط القلب الكهربائي التقليدي ذو الـ 12 مسرى حيث يتم نقل الكترودات الذراع والساق إلى الجذع، ويتم هذا الإجراء من أجل تخفيف تشويش الحركة على تخطيط القلب الكهربائي[29].

- ❖ من المهم وضع الكترود الذراع على قاعدة الكتف داخل حافة العضلة الدالية وأسفل عظم الترقوة بـ 1-2 سم، وإن المساري التي تُوضَع بشكل أكثر أنسيةً تعطي إيجابيات وسلبيات كاذبة لاحتشاء العضلة القلبية[43].
- ❖ الكترودات الساق يجب أن تُوضَع أسفل السرة وفوق العرف الحرقفي الأمامي العلوي[29].

❖ تبقى المساري الصدرية من V1 وحتى V6 في مكانها نفسه في تخطيط القلب التقليدي[29].

يجب مقارنة تخطيط القلب الكهربائي أثناء اختبار الجهد مع تخطيط القلب أثناء الوقوف، أما تخطيط القلب الكهربائي أثناء فترة الراحة ما بعد اجراء اختبار الجهد recovery ECG فيجب مقارنته مع تخطيط القلب الكهربائي على الراحة قبل إجراء اختبار الجهد resting ECG بنفس الوضعية[29].

خلال اختبار الجهد قد يمسك المريض المقابض بشكلٍ خفيف للحفاظ على التوازن لكن يجب أن يُعلَم المريض بأهمية عدم مسك المقابض بقوة لأن ذلك يُقلل من حمل العمل وبالتالي يؤثر على نتيجة المريض في اختبار الجهد وكما يُحدِث تشوش في ECG. يجب تسجيل المعلومات في نهاية كل مرحلة من الاختبار وفي أي وقت يتم فيه تحري شذوذ على شاشة المونيتور، وبشكلٍ مشابه خلال فترة recovery يجب إجراء تخطيط القلب الكهربائي كل دقيقتين ولمدة 7–10 دقائق حتى يعود معدل ضربات القلب إلى أقل من 100 ضربة/دقيقة أو حتى عودة شكل أي موجة على ECG إلى ما كانت عليه في resting ECG، وبالإضافة يجب مراقبة مراقبة شكل الموجة على بعض المساري المُختَارة بشكلٍ مستمر خلال فترة الجهد وخلال فترة الراحة لتقييم سرعة النبض والنظم وتغيرات قطعة ST. قد تحدث اضطرابات النظم البطينية خلال فترة recovery period وترتبط بوجود زيادة في خطورة الوفاة خلال متابعة المريض[44].

إن تفسير نتائج اختبار الجهد تركز على وجود أو غياب التغيرات الإقفارية على ECG أو تحريض أي اضطراب نظم[29].

5-6-5- قياسات الضغط الدموي الشرياني Blood pressure measurements:

يجب أن يُقَاس الضغط الدموي الشرياني لدى المريض عند الراحة بوضعيتي الوقوف والإستلقاء وخلال الدقيقة الأخيرة من كل مرحلة من اختبار الجهد، ولتسهيل القياس يجب أن يكون الساعد مستقيماً وتُوضَع اليد على كتف أو إبط الشخص الذي يقوم بقياس الضغط الدموي الشرياني. يجب أن يرتفع الضغط الانقباضي خلال كل مرحلة من مراحل اختبار الجهد حتى الوصول إلى الضغط الأعظمي، بينما الضغط الانبساطي قد يهبط أو يبقى على حاله دون تغيير[29].

5-6-6- الأعراض والجهد المُلاَحظ Symptoms and perceived exerti:

إن تطور الزلة التنفسية خلال جزء من مرحلة من اختبار الجهد أو تطور ألم صدري هي موجودات مهمة خاصةً إذا كان المريض يخضع لاختبار تشخيصي. يجب المراقبة بحذر لكل من التعابير الوجهية للمريض واللون وتخطيط القلب الكهربائي والضغط الدموي الشرياني مما يمكن من تصنيف الألم الصدري إلى خناقي أو غير خناقي[29].

ليس من الضروري إيقاف اختبار الجهد إذا كان الإنزعاج الصدري خفيف الشدة، وكان الضغط الدموي الشرياني وسرعة النبض مناسبين وتخطيط القلب الكهربائي لا يبدي وجود تغيرات تخطيطية شاذة على قطعة ST. إن استطبابات إيقاف اختبار الجهد تتضمن: زيادة شدة الألم الصدري – هبوط الضغط الإنقباضي – تزحل أو ارتفاع قطعة ST ملحوظ – وزيادة تواتر خوارج الانقباض البطينية[29].

بالإضافة للمراقبة وتسجيل وجود الألم الصدري أو الزلة التفنسية، فإن مستوى الجهد المُلاَحظ عند المريض في آخر خمس ثواني من كل دقيقة من اختبار الجهد باستخدام مقاييس مُعَرَّفة مثل مقياس تصنيف الجهد المُلاَحظ RPE أو Borg [32,45]، **كما هو مُوضَّح في الجدول (1-2)**.

الجدول (1–2): يوضح تصنيف الجهد المُلاَحظ على المريض[32,45]	
أعداد	المقياس الأصلي Original Scale
6	خفيف جداً جداً
7	
8	
9	خفيف جداً
10	
11	خفيف بشكلٍ معتدل
12	
13	شديد نوعاً ما
14	
15	شديد
16	
17	شديد جداً
18	
19	شديد جداً جداً
20	

5–6–7– إنهاء الاختبار Test endpoints:

إن المدة المثالية لاختبار الجهد هي تلك المدة التي تمضي حتى يشعر المريض بأنه لا يستطيع الاستمرار أكثر من ذلك، وهذا ما يُدعَى اختبار الجهد الأعظمي المُحدَّد بالأعراض، وعلى أية حال فإن قرار إيقاف اختبار الجهد قد يعود إلى المريض نفسه أو إلى البروتوكول المُحدَّد أو إلى الطبيب[32,45]، **كما هو مُوضَّح في الجدول (1–3) و (1–4).**

الجدول (1-3): تصنيف إنهاء اختبار الجهد[29]	
إنهاء الاختبار حسب المريض	1- المريض يرغب بإيقاف اختبار الجهد. 2- ألم صدري هام. 3- تعب ملحوظ أو زلة تنفسية شديدة. 5- أعراض أخرى مُحدِّدة لإجراء الاختبار مثل: الدوخة، معص عضلي في الساق، شعور عدم ارتياح في المفاصل.
إنهاء الاختبار حسب الفاحص	1- المريض لا يبدو بخير (رنح، تخليط ذهني، شحوب، زرقة). 2- هبوط ضغط جهدي (أي الضغط الانقباضي أقل من الضغط الانقباضي عند الوقوف المُقَاس في فترة rest period. 3- الضغط الانقباضي > 250 ملم زئبقي. 4- الضغط الانبساطي > 120 ملم زئبقي. 5- انهاء اختبار الجهد بسبب تغيرات في تخطيط القلب الكهربائي: (تزحل قطعة ST واضح – حصار غصن جديد لا يمكن تمييزه عن التسرع البطيني – حصار أذيني بطيني عالي الدرجة جديد (موبيتز II أو حصار تام) – وجود تسرع بطيني أو رجفان بطيني – زيادة خوارج الانقباض البطينية مثل (خوارج انقباض مبكرة، خوارج انقباض ثنائية أو ثالثية، تسرع بطيني غير مستمر nonsustained خاصةً عند وجود علامات نقص تروية) – وجود تسرعات فوق بطينية أخرى. 6- عطل في جهاز اختبار الجهد.
ايقاف الجهد وفق البروتوكول المُستَعمل	1- سرعة النبض المُحدَّدة (مثل 120-140 نبضة/دقيقة). 2- حمل عمل مُحدَّد مثل (5 METs).

الجدول (1-4): ملخص التوجيهات الإرشادية لـ AHA من أجل استطبابات إيقاف اختبار الجهد[29]	
تصنيف الاستطبابات	الاستطبابات
استطبابات مطلقة	1- هبوط الضغط الانقباضي > 10 ملم زئبقي عن الضغط الإنقباضي القاعدي، على الرغم من زيادة حمل العمل خاصةً إذا ترافق مع علامات نقص تروية قلبية.

	2- خناق صدر معتدل إلى شديد يُعرَّف على أنه خناق صدر مستوى ثاني ويقترب من المستوى الثالث لخناق الصدر. **3- زيادة الأعراض العصبية (الرنح، الدوار، أو قرب الغشي near syncope).** **4- علامات على الإرواء الضعيف (الزرقة أو الشحوب).** **5- صعوبات تقنية في مراقبة تخطيط القلب الكهربائي أو الضغط الدموي الانقباضي.** **6- رغبة المريض في التوقف.** **7- وجود تسرع بطيني مستمر sustained.** **8- وجود ارتفاع قطعة ST > 1 ملم ف المساري عدا V1 و aVR دون وجود موجات Q المرضية.**
الاستطبابات النسبية	**1- هبوط في الضغط الانقباضي ≤ 10 ملم زئبقي عن الضغط الانقباضي القاعدي، على الرغم من زيادة حمل العمل مع غيابب أية علامات أخرى لنقص التروية القلبية.** **2- تغير قطعة ST أو QRS مثل تزحل قطعة ST المفرط (> 2 مل تزحل أفقي horizontal أو تزحل مائل نحو الأسفل downsloping) أو تغير محور مركب QRS ملحوظ.** **3- اضطرابات نظم عدا التسرع البطيني المستمر، وتتضمن هذه الاضطرابات (خوارج انقباض باكرة متعددة البؤر، خوارج انقباض ثلاثية، تسرع بطيني فوق اشتدادي SVT، حصار قلب، تباطؤ قلب).** **4- تعب، قصر نفس، وزير، معص عضلي في الساق، عرج.** **5- تطور حصار غصن أو اضطراب نقل بين البطينات intraventricular conduction الذي لا يمكن تمييزه عن التسرع البطيني.** **6- ألم صدري متزايد.** **7- ارتفاع ضغط (ارتفاع ضغط انقباضي > 250 ملم زئبقي و/أو ارتفاع ضغط انبساطي > 115 ملم زئبقي).**
المستوى	**مقياس المستويات الأربعة للخناق في اختبار تحمل الجهد**
1	**بداية خناق، تكون خفيفة ولكن من الممكن تمييزها عن الألم الخناقي**

	المعتاد على الجهد أو عدم الارتياح الذي يكون المريض معتاداً عليه.
2	**نفس الألم، متوسط الشدة وبالتأكيد غير مريح ولكن من الممكن تحمله.**
3	**ألم خناقي شديد في مستوى يجعل المريض يتوقف عن اكمال اختبار الجهد.**
4	**ألم صدري غير محمول وهو أشد ألم شعر به المريض على الإطلاق.**

هنالك بعض المشاكل التي تواجه الفاحص عند استخدام سرعة القلب الأعظمي كنقطة لإنهاء الاختبار وتشمل:

1- تغيرات ضمن المريض الواحد في سرعة النبض الأعظمي.

2- استخدام مشارك لحاصرات بيتا أو أدوية أخرى تؤدي إلى بطىء القلب.

3- حدوث استجابة مبكرة لتسرع قلب مفرط مما يؤدي إلى وصول باكر لسرعة النبض الأعظمي قبل حدوث تطور للأعراض أو الوصول إلى سعة الجهد العظمى[29].

5-6-8- اختبار الجهد تحت الأعظمي Submaximal testing:

إن مرضى المتلازمة الإكليلية الحادة المستقرين (احتشاء عضلة قلبية أو خناق صدر غير مستقر) من الممكن أن يخضعوا إلى اختبار جهد تحت أعظمي قبل تخريجهم من المشفى ما لم يحتاج إلى إجراء عملية مجازات إكليلية أو تداخل وعائي إكليلي عبر الجلد PCI [29].

يستعمل اختبار الجهد تحت الأعظمي نقاط الاختبار التالية:

1- وصول سرعة النبض الذروي إلى 120-130 نبضة/دقيقة أو 70% من سرعة النبض الأعظمي المتوقعة حسب العمر بالسنوات.

2- مستوى عمل أعظمي يُقدَّر بـ 5 METs.

3- وجود خناق بسيط أو زلة تنفسية.

4- تزحل قطعة ST $\leq$ 2 ملم.

5- هبوط ضغط جهدي.

6- وجود ثلاثة أو أكثر من خوارج الانقباض البطينية المتعاقبة[29].

5-6-9- فترة الراحة ما بعد إجراء اختبار الجهد Recovery period:

يجب تسجيل تخطيط القلب الكهربائي بعد فترة قصيرة من الهدوء (15-20 ثانية من إيقاف اختبار الجهد) والمريض ما يزال موجوداً على البساط المتحرك للجهاز أو جالساً على المعقد المجاور لجهاز اختبار الجهد. يوجد استثناء وحيد وهو ما يُدعَى بالإيكوغرافي الجهدي حيث يتم إجراء إيكو القلب مباشرةً بعد انتهاء فترة اختبار الجهد الأعظمي دون الحاجة لفترة راحة[29].

- ❖ إذا لم يكن هنالك تغيرات تخطيطية هامة خلال فترة الجهد والاختبار مُجرَى لتشخيص نقص تروية قلبية فإن المريض يجب أن يعود إلى وضعية الإستلقاء خلال فترة الراحة recovery period. إن زيادة العود الوريدي خلال فترة الاستلقاء ربما يكون نتيجة شذوذات احتشائية لا تُشَاهد على وضعية الوقوف على البساط المتحرك. إن تغيرات قطعة ST المحدودة خلال فترة الراحة تُعتَبر منبئ لداء إكليلي كما هي الحال في التغيرات الحاصلة أثناء اختبار الجهد[46,47].
- ❖ إذا حدث لدى المريض شذوذات تخطيطية خلال فترة الجهد قد يكون من الآمن أن يجلس المريض خلال فترة الراحة recovery period وذلك للتقليل من خطورة نقص التروية المتزايدة واضطرابات النظم البطينية[29].

يجب تسجيل تخطيط القلب كل دقيقتين لمدة 7-10 دقائق حتى يعود معدل ضربات القلب إلى أقل من 100 ضربة/دقيقة أو عودة شكل الموجات على تخطيط القلب الكهربائي مشابهاً لتخطيط قلب المريض القاعدي. يجب أن تُقَارن هذه التخاطيط مع تخطيط القلب الكهربائي على الراحة resting

period، بالإضافة يجب مراقبة شكل الموجة على تخطيط القلب الكهربائي خلال فترة الراحة recovery period وذلك لتقييم معدل ضربات القلب والنظم واستجابة قطعة ST. قد تحدث اضطرابات نظم بطينية خلال فترة recovery والتي ترتبط بمعدل وفيات عالي خلال هذه الفترة[44].

5-6-10- الاختلاطات المهدد للحياة Life-threatening complications:

على الرغم من كونها إلا أن اختبار الجهد قد يكون له اختلاطات خطيرة، وإن حدوث الاختلاطات القلبية الجدية مثل (احتشاء العضلة القلبية والتسرع البطيني المتسرع sustained والموت) تُقدَّر بـ 0.01% [31].

في المحاولة للإقلال من الاختلاطات والمقدرة على تشخيص وتدبير الاختلاطات المهددة للحياة، هنالك عدد من المتطلبات والبروتوكولات التي لا بد من اتباعها وهي كما يلي:

1- أشخاص مدربين على القيام باختبار الجهد وعلاج وإجراءات الإنعاش.
2- وجود طبيب أو غيره من العناصر الصحية خلال فترة اجراء الاختبار.
3- اجراء مراقبة مستمرة لتخطيط القلب الكهربائي خلال وبعد فترة اجراء الاختبار.
4- أخذ قصة سريرية قبل اختبار الجهد مع فحص سريري كامل.
5- إجراء تخطيط قلب كهربائي على الراحة قبل اجراء اختبار الجهد,
6- وعي المريض بكل الأعراض والعلامات المحددة لإجراء الاختبار.
7- وجود أدوية وأدوات إنعاش قلبي رئوي.
8- الانتباه إلى نقطة إنهاء الاختبار.
9- لا يجب أن يتحمم المريض حتى راحة المريض بشكلٍ كامل[29].

5-6-11- تقرير اختبار الجهد:

يجب كتابة تقرير مختصر عند الانتهاء من اختبار الجهد بواسطة الشخص الذي أجرى الاختبار ويتم تدقيق من قبل الطبيب المشرف على المريض، **ويجب أن يحوي التقرير كل مما يلي على الأقل:**

1- اسم المريض.

2- الشخص الفاحص.

3- استطباب الفحص.

4- تاريخ الفحص.

5- البروتوكول المُستَخدم.

6- مدة الاختبار.

7- سرعة القلب القاعدية وسرعة القلب العظمى.

8- ضغط الدم وحمل العمل المُنجَز.

9- توصيف استجابة ضغط الدم الغير طبيعية في حال كانت موجودة.

10-الأعراض.

11-سبب أو أسباب إيقاف الاختبار.

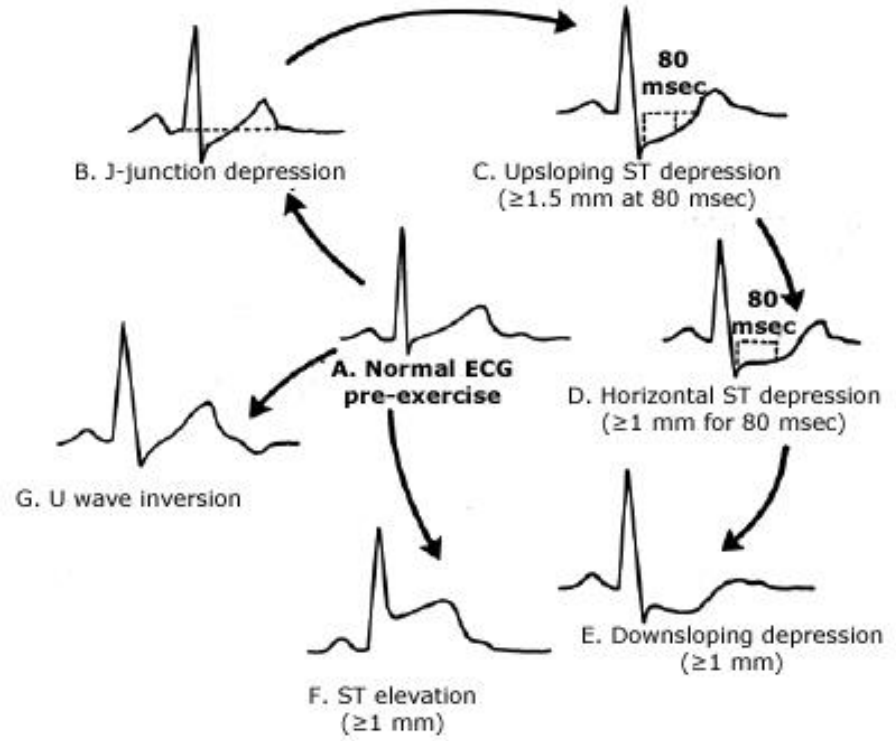
12-تغيرات تخطيطية أو اضطراب نظم أو وجود تزحل قطعة ST أعظمي.

13-السعة الوظيفية[29].

5-7- التغيرات التخطيطية خلال إجراء اختبار الجهد ECG

:Abnormalities During Exercise

إن أهم التغيرات التخطيطية خلال إجراء اختبار الجهد ترتبط بتغيرات قطعة ST وإن الطيف الكامل للتغيرات الإقفارية على ECG يشمل تغيرات في القطعة ST والموجة T والموجة U [29]، **كما هو مُوضَّح في الشكل (1-15).**



الشكل (1-15): طيف التغيرات التخطيطية خلال اختبار الجهد

A. يظهر تخطيط قلب كهربائي على الراحة.

B. يظهر زحول النقطة J الطبيعي خلال فترة الجهد.

C. تزحل ST المائل والمقعر نحو الأعلى upsloping.

D. تزحل ST الأفقي horizontal بسبب نقص تروية تحت الشغاف.

E. تزحل ST مائل نحو الأسفل downsloping بسبب نقص تروية تحت الشغاف.

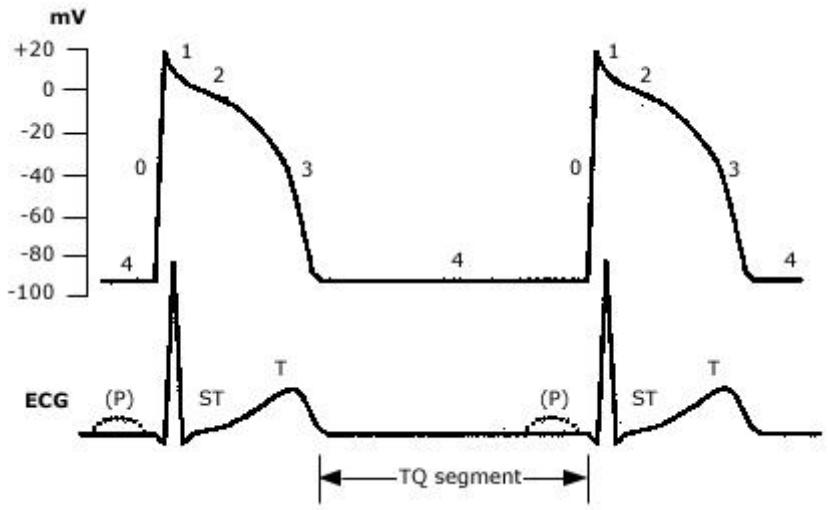
F. ارتفاع قطعة ST المُسبَّب بسبب نقص التروية نقص تروية عابر للجدار transmural.

G. انقلاب موجة U [29].

إن هذه التغيرات التخطيطية من الممكن تحريها فقط بشكلٍ جيد إذا كان التخطيط القاعدي خالي من التغيرات المرضية التي تؤدي إلى خطأ في تفسير النتائج[29].

5-7-1- الفيزيولوجيا الكهربائية لنقص التروية القلبية:

إن النتائج الفيزيولوجية الكهربائية القلبية لنقص التروية القلبية مسؤولة عن الشذوذات الوصفية في الموجة ST-T والتي تُرَى على تخطيط القلب الكهربائي في اختبار الجهد عند المرضى الذين لديهم داء قلبي إكليلي، وبما مُعقَّد QRS يعكس الزمن اللازم لزوال استقطاب البطين كمفعل للاننتشار الأمامي عبر العضلة القلبية (المرحلة 0 من كمون العمل)[29] ، **كما هو مُوضَّح في الشكل (1-16).**



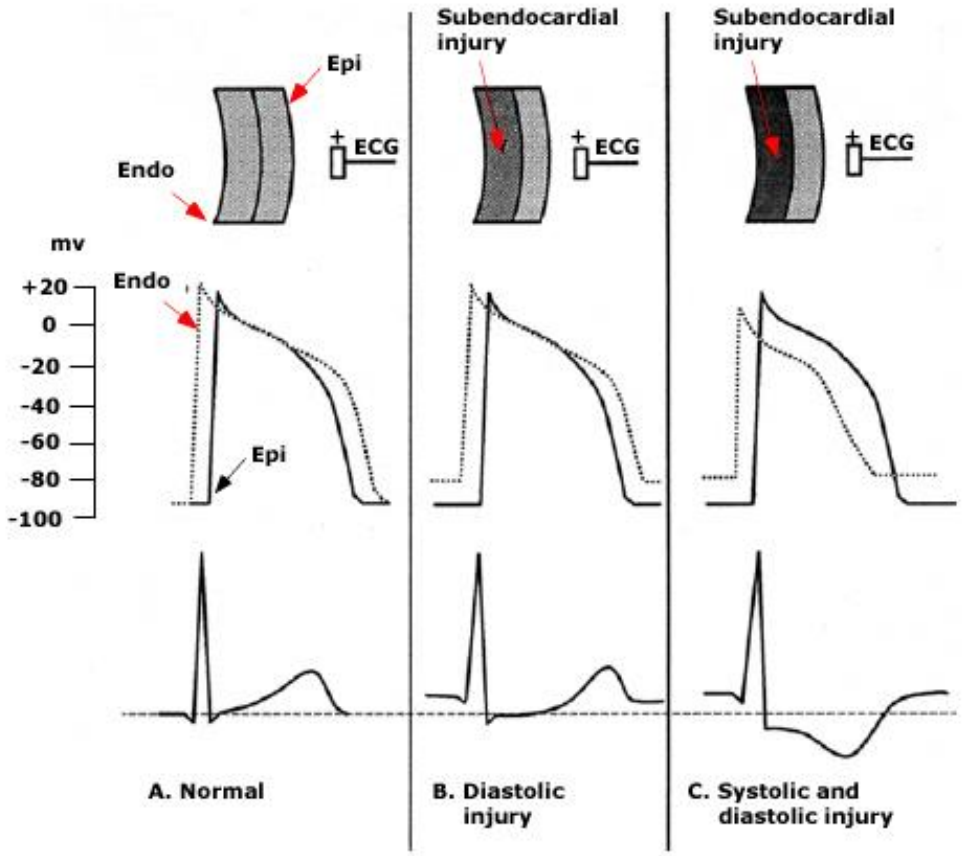
الشكل (1-16): يظهر العلاقة بين كمونات العمل القلبية السريعة المتواسطة بواسطة الصوديوم وتخطيط القلب السطحي[29].

إن كل مرحلة من كمونات العمل القليبة تستجيب كـ انحراف أو فترة على تخطيط القلب الكهربائي السطحي، والمرحلة 4 وهي مرحلة كمون الغشاء على الراحة مسؤول عن القطعة TQ وهذه القطعة لها دور بارز في التظاهرات الإقفارية على تخطيط القلب الكهربائي[29].

تتزامن القطعة ST مع المنحنى أو المرحلة 2 من عود الاستقطاب البطيني وتعكس الموجة T الزمن لعود الاستقطاب في المرحلة 3، أما المرحلة 4 هي مرحلة كمون الغشاء على الراحة مسؤولة عن

القطعة TQ وعادةً هذه القطعة لا تُعتَبر هامة لكن في الحقيقة تلعب دوراً هاماً في تخطيط القلب وتظاهرات نقص التروية عليه[48,49].

تصبح كمونات العمل متغيرة خلال نقص التروية القلبية المُوضَّع، وإن رسم التغيرات الإقفارية على شكل كمونات العمل يتم جمعها عن طريقة المنطقة تحت التامور والمنطقة تحت شغاف القلب للطين الأيسر **وهذا ما هو مُوضَّح في الشكل (1-17).**



الشكل (1-17): يوضح نقص تروية قلبية تحت الشغاف خلال اختبار الجهد كما هو مُوضّح من المسرى V5

A. تخطيط قلب على الراحة طبيعي.

B. إصابة انبساطية صادرة عن أذية الخلايا تحت الشغاف مما يُسبِّب ارتفاع القطعة TQ أي تزحل ST الكاذب.

C. إصابة انقباضية انبساطية ناجمة عن أذية الخلايا تحت الشغاف مما يُسبِّب ارتفاع القطعة TQ أي تزحل القطعة ST الحقيقي[29].

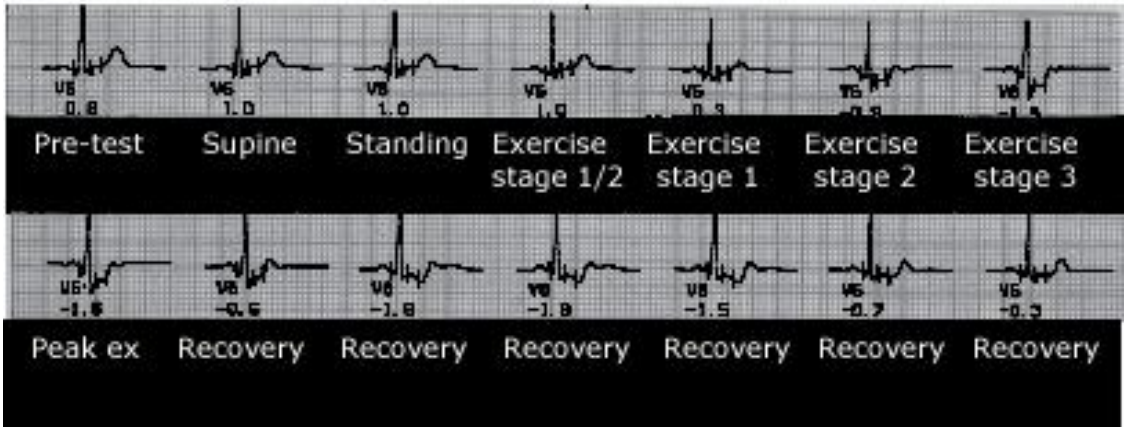
5-7-2- تزحل القطعة ST segment depression ST:

إن تزحل القطعة ST الذي يحدث خلال اختبار الجهد هو العلامة الواسمة المُشخِّصة لنقص التروية القلبية على ECG، ويُعتَبر التخطيط إيجابي لتشخيص نقص التروية القلبية إذا كان تزحل ST ≤ 1 ملم بشكلٍ أفقي horizontal أو مائل للأسفل downsloping في مسرى أو أكثر وهذا التزحل يبدأ ويستمر بعد 80 ميلي ثانية من النقطة J [29].

إن نقص التروية تحت الشغاف الذي يحدث خلال فترة الجهد يُحدِث تزحل قطعة ST مع/بدون ارتفاع قطعة ST، **وإن ترقي تزحل قطعة ST يحدث على الشكل التالي:**

1- تزحل قطعة ST (المائل والمقعر نحو الأعلى upsloping) يظهر أولاً خلال فترة الجهد وهو أقل نوعية لنقص التروية القلبية من التزحل الأفقي horizontal [50].

2- تزحل قطعة ST أفقي horizontal أو مقعر نحو الأسفل downsloping ST ≤ 1 ملم، **كما هو مُوضَّح في الشكل (1-18)**، وعادةً تترافق بانقلاب موجة T والذي قد يُشَاهد خلال فترة الجهد لكنه عادةً ما يظهر خلال فترة recovery، إن وجود horizontal أو downsloping للقطعة ST المتزحلة نحو الأسفل هو أكثر نوعية لنقص التروية القلبية[29].



الشكل (1-18): يظهر تزحلات قطعة ST نحو الأسفل أثناء اجراء اختبار الجهد[29].

إن حساسية ونوعية ST depression في تشخيص نقص التروية القلبية والداء القلبي الإكليلي الساد يختلف باختلاف المعايير المُستَعملة لتعريف الاختبار الغير طبيعي، وإن نتائج الاختبار التي تميز بشكلٍ مطلق بين المرضى والأشخاص الطبيعين (نوعية عالية) لا تكون موجودة عادةً عند بعض المرضى (حساسية أقل)[29].

إن المساري V4 و V5 و V6 تُعتَبر أكثر المساري حساسيةً لتحري تزحل قطعة ST في نقص التروية تحت الشغاف، أما V5 لوحده عادةً هو أفضل مسرى وحيد لتحري نقص التروية القلبية تحت الشغاف[51,52]، وإن تزحل ST في المساري الصدرية الجانبية لا يحدد موقع الشريان الإكليلي المسؤول عن تغيرات نقص التروية عند المريض والذين لديهم تخطيط قلب طبيعي على الراحة[53]، وإن تزحل قطعة ST الموجود في المساري II و aVF هو عادةً استجابة إيجابية كاذبة وذو قيمة قليلة في تشخيص الداء الإكليلي[51]. وعلى كل حال فإن تزحل قطعة ST الأكبر الذي يشمل عدة مساري يميز نقص تروية قلبية واسع[53].

5-7-3- تزحل قطعة ST المائل والمقعر نحو الأعلى Upsloping ST segment depression:

إن تزحل نقطة J وهي عبارة عن نهاية QRS وبداية القطعة ST يُشَاهد مع تسرع نبضات القلب خلال الجهد، وعادةً يرتبط بإعادة استقطاب أذيني يمتد خلال QRS أكثر من كونه نقص تروية قلبية، وفي ظل هذه الظروف فإن قطعة ST تعود إلى وضعها الطبيعي خلال فترة قصيرة ضمن فترة قصيرة أقل من 80 ميلي ثانية[29].

هنالك معلومات متضاربة حول القيمة التنبؤية لتزحل قطعة ST المائلة والمقعرة نحو الأعلى المتصاعدة ببطىء في تشخيص نقص التروية القلبية والداء القلبي الإكليلي الساد. إن الدراسات البدئية

تقترح أن المرضى مع هذه الموجودات لديهم احتمالية أعلى للإصابة بداء قلبي إكليلي[54,55]، وعند المرضى الذين لديهم تزحل ST على الجهد وهم غير عرضيين فإن الإنذار عند هؤلاء المرضى لا يختلف عن أولئك الذين لديهم تخطيط جهد طبيعي[56].

على الرغم من أن تزحل قطعة ST المائل والمقعر نحو الأعلى يزيد حساسية لكنه ينقص من نوعية تشخيص نقص التروية القلبية والداء القلبي الإكليلي، وهنا تتفق الأكاديمية الأمريكية لأمراض القلب مع أن استخدام تزحل قطعة ST الأفقي أو نحو الأسفل بمقدار ≤ 1 ملم كمعيار لتمييز التخطيط الغير طبيعي عن الطبيعي في حالة الراحة[32].

5-7-4- تزحل قطعة ST المائل نحو الأسفل أو الأفقي Horizontal or Downsloping ST Segment Depression:

إن تزحل قطعة ST الأفقي horizontal أو المائل نحو الأسفل downsloping ≤ 1 ملم عادةً يكون عالي النوعية لنقص التروية القلبية. في دراسة تحليلية بينت بأن متوسط الحساسية 68% والنوعية 77% للداء القلبي الإكليلي الساد[50]، وإن المجال الواسع في الحساسية والنوعية يعكس المعايير المختلفة لاعتبار اختبار الجهد غير طبيعي، أما عند اعتبار المعيار هو التزحل الأفقي horizontal لقطعة ST أو المائل نحو الأسفل downsloping ≤ 1 ملم فإن الحساسية تقارب 60% والنوعية تقارب 90%، وإن تطور تزحل قطعة ST المائل نحو الأسفل downsloping أو الأفقي horizontal له أهمية إنذارية[29].

5-7-5- تزحل قطعة ST على الراحة Resting ST segment depression:

إن تزحل قطعة ST على الجهد هو مؤشر لا يمكن الاعتماد عليه لتشخيص نقص التروية القلبية خاصةً إذا كان تخطيط القلب الكهربائي المرجعي على الراحة resting baseline ECG يحتوي

على شذوذات مثل (حصار الغصن الأيسر، ضخامة البطين الأيسر، العلاج بالديجوكسين)، وإن تزحل قطعة ST على الراحة عند بعض المرضى قد يدل على وجود داء إكليلي في حال غياب الشذوذات السابقة، وعند هؤلاء المرضى يكون لدينا اختبار الجهد له نفس القيمة التشخيصية diagnostic value مع ارتفاع في الحساسية وانخفاض في النوعية لتشخيص الداء القلبيب الإكليلي الانسدادي obstructive coronary heart disease (عند مقارنته مع اختبار الجهد لدى المرضى بدون وجود تزحل قطعة ST على الراحة)[29].

إن وجود درجات صغيرة من تزحلات قطعة ST أثناء اختبار الجهد له أيضاً قيمة إنذارية، حيث أن وجود (تزحلات صغيرة من تزحلات قطعة ST أصغر من 0.5 ملم والتي ربما تشتد أو يتبعها تزحل قطعة ST مائل نحو الأسفل أو تزحل قطعة ST مُسطَّح ≤ 1 ملم خلال أو بعد اختبار الجهد) يُعتَبر عامل إنذاري مستقل أو خطر لحدوث داء إكليلي في المستقبل (الخطورة النسبية 2.73)[29].

5-7-6- ارتفاع قطعة ST Segment Elevation ST:

إن ارتفاع قطعة ST المُحرَّض بالجهد غير شائع باستثناء المساري التي كان فيها مسبقاً موجة Q ناجمة عن احتشاء عضلة قلبية عابر للجدار، وعند هؤلاء المرضى يكون ارتفاع قطعة ST ناجم عن اضطراب حركية جدار عضلة القلب أكثر من كونه ناجم عن نقص تروية قلبية[57]، ويوجد استثناء واحد لهذه القاعدة ألا وهو عند المرضى الذين يعانون من وجود إصابة شريان إكليلي وحيد Single Vessel Disease (SVD) حيث يرتبط هنا ارتفاع قطعة ST مع (تزحل قطعة ST في المساري التعاكسية (علامة المرآة) reciprocal depression في المنطقة المناظرة المقابلة للمنطقة المحتشية) وإن هذه التغيرات تُعَدُّ مؤشر على حيوية وعيوشية المنطقة المحتشية[58].

إن ارتفاع قطعة ST عند المرضى الذين يكون لديهم تخطيط قلب طبيعي على الراحة تشير إلى وجود نقص تروية عابرة للجدار، **ويمكن أن يحدث عند نوعين من المرضى:**

1- **المرضى المصابين بخناق متناوب variant angina (خناق برينزميتال Prinzmetal's angina):** حيث يأتيهم نوبات من الألم الصدري على الراحة ومترافق عادةً بارتفاع قطعة ST ناجم تشنج في الشريان الإكليلي، وإن ارتفاع قطعة ST المُحرَّض بالجهد عند 10-30% من هؤلاء المرضى[59,60].

2- **مجموعة المرضى الذين لديهم داء إكليلي شديد الدرجة وغالباً لديهم داء إكليلي متعدد الأوعية:** حيث يتطور لدى هؤلاء المرضى نقص تروية عابر للجدار ناجم عن نقص التروية الدموية الإكليلية في شدفة segment من شدفات جدار العضلة القلبية خلال الجهد، وبدلاً من حدوث تزحل قطعة ST عند هؤلاء المرضى فإنه يحدث ارتفاع قطعة ST في المساري التي تُعبِّر عن الشريان الإكليلي الهدف المسؤول عن نقص التروية، بينما يحدث تزحل قطعة ST في المساري V5 و V6 بغض النظر عن الشريان الإكليلي الهدف المسؤول عن نقص التروية[52]، أما ارتفاع قطعة ST المُشَاهد على المساري الأمامية فإنه يدل على إصابة الشريان الإكليلي الأمامي النازل الأيسر LAD أما ارتفاع قطعة ST على المساري السفلية فإنه يشير إلى وجود إصابة في القسم القريب من الشريان الإكليلي الخلفي النازل PDA في عدد كبير من الحالات[29].

إن ارتفاع قطعة ST المُحرَّض بالجهد في المساري (بدون وجود موجات Q مرضية تنخرية سابقة وحيث لا يوجد ارتفاع قطعة ST المُحرَّض بالجهد في المسرى aVR) قد تشير إلى كونها مُحدِثة لاضطرابات النظم القلبية arrhythmogenic [29].

5-7-7- ارتفاع قطعة ST في المسرى aVR:

عادةً يكون اتجاه قطعة ST في المسرى aVR يكون معاكساً لاتجاه قطعة ST في المساري الأساسية الأخرى في تخطيط القلب الكهربائي، ويتم مراقبة تغيرات القطعة ST في المسرى aVR وذلك بحثاً عن نقص تروية قلبية، حيث لُوحِظ أن ارتفاع قطعة ST في المسرى aVR عند المرضى كان هو المشعر الأكثر تنبؤاً بحدوث الداء الوعائي الإكليلي في الجذع الإكليلي الأيسر الرئيسي LMCA أو بحدوث الداء الوعائي الإكليلي في منشأ أو فوهة الشريان الإكليلي الأمامي النازل الأيسر Ostium of LAD [61] وكانت الحساسية 75% والنوعية 81%.

5-7-8- خوارج الإنقباض البطينية Ectopy:

تحدث خوارج الإنقباض البطينية عند حوالي 7-20% من المرضى الذين يخضعون لاختبار الجهد وخاصةً المرضى المُشخَّص لديهم داء قلبي إكليلي أو مشكوك لديهم بوجود داء قلبي إكليلي، وقد بينت الدراسات وجود ارتباط بين خوارج الانقباض المُحرَّضة بالجهد وما بين احتمالية زيادة خطر حدوث الوفاة في الداء الوعائي الإكليلي، وتنقص احتمالية خطر حدوث الوفاة في حال حدوث خوارج الانقباض خلال فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد[62].

تحدث خوارج الانقباض الأذينية بشكلٍ متكرر أيضاً أثناء اختبار الجهد ولكن بينت الدراسات أنها ليست عامل مستقل للتنبؤ بنقص التروية القلبية[62].

5-7-9- حصار الغصن Bundle branch block:

إن المرضى الذين لديهم (حصار غصن أيمن RBBB على تخطيط القلب الكهربائي المرجعي baseline ECG وارتفاع ST للأعلى وبشكلٍ عمودي upright ST segment وموجات T في المساري V5 و V6، وتزحل قطعة ST مائل نحو الأسفل أو تزحل قطعة ST أفقي مُحرَّض بالجهد

بمقدار ≤ 0.1 ميلي فولت في المساري V5 و V6) هي مؤشرات أكيدة على نقص التروية القلبية، بينما وجود حصار غصن أيسر LBBB في تخطيط القلب الكهربائي القاعدي قبل إجراء اختبار الجهد قد يخفف من إمكانية كشف نقص التروية القلبية على اختبار الجهد بسبب الشذوذات في موجات ST و T المترافقة مع حصار الغصن الأيسر في تخطيط القلب الكهربائي القاعدي[29].

إن تطور حصار الغصن الأيسر أثناء اختبار الجهد غير شائع، ولكنه يُعتَبر واسماً لزيادة خطر حدوث الداء القلبي الإكليلي CHD أو مؤشر لداء في جهاز النقل القلبي conduction system disease [29].

5-8- الشذوذات التخطيطية خلال فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد ECG Abnormalities During Recovery:

بما أنه هنالك تغيرات تخطيطية تحدث خلال الجهد والتي تعبر عن نقص التروية القلبية، فإنه هنالك تغيرات تخطيطية تحدث خلال فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد ولها أهمية تشخيصية وإنذارية[29].

5-8-1- تزحل قطعة ST أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد ST segment depression during Recovery:

هنالك قلة من المرضى تُقدَّر نسبتهم بـ 8% في إحدى الدراسات يعانون من تزحل قطعة ST أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد بدلاً من حدوث تزحل قطعة ST أثناء الجهد، وإن حصول هذه التغيرات خلال فترة الراحة قد يُعبِّر عن احتمالية عالية لحدوث الداء القلبي الإكليلي، وهذه التغيرات ذات أهمية إنذارية مشابهة للأهمية الإنذارية للتغيرات التي تحصل لتزحل قطعة ST أثناء اختبار الجهد حتى عند المرضى الذين يبدون أصحاء[46,47]، وتتشابه موجودات القثطرة القلبية بتصوير الشرايين الإكليلية

مع النتائج المتوقعة من تزحل قطعة ST أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد أو مع النتائج المتوقعة من تزحل قطعة ST أثناء الجهد[46]، وإن ضم نتائج تزحل قطعة ST أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد يرفع من حساسية اختبار الجهد من 50% حتى 59% دون أن يغير من القيمة التنبؤية[29].

5-8-2- خوارج الانقباض البطينية أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد Frequent ventricular ectopy during Recovery:

إن حدوث اضطرابات النظم البطينية المتكررة أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد يشير إلى إمكانية حدوث وفيات مرتفعة، وقد بينت الدراسات أن نسبة حدوث خوارج انقباض بطينية أثناء الجهد 1-3% بينما كانت نسبة حدوث خوارج انقباض بطينية أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد 2% وكانت نسبة حدوث خوارج الانقباض البطينية (أثناء فترة الجهد وأثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد مجتمعتين) 2% [44]، وخلال فترة متابعة استمرت لمدة 5 سنوات فقد بينت أن نسبة الوفيات تكون مرتفعة عند المرضى الذين يحدث لديهم خوارج انقباض متكررة أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد بالمقارنة مع نسبة الوفيات عند المرضى الذين يحدث لديهم خوارج انقباض متكررة أثناء الجهد[29].

5-9- موجز:

إذاً فإن اختبار الجهد يتحقق من وجود نقص التروية القلبي بشكلٍ غير مباشر، وبالتالي فإنَّ المرضى الذين يعانون من تزحل قطعة ST أثناء فترة الراحة ما بعد اختبار الجهد بدلاً من حدوث تزحل قطعة ST أثناء الجه فإن ذلك قد يُعبِّر عن احتمالية عالية لحدوث الداء القلبي الإكليلي، وهذه التغيرات ذات أهمية إنذارية مشابهة للأهمية الإنذارية للتغيرات التي تحصل لتزحل قطعة ST أثناء اختبار الجهد حتى عند المرضى الذين يبدون أصحاء.

الجزء الثاني: القسم العملي

الفصل الأول: أهداف البحث، التصميم، المواد والطرائق

Objective, Design, Materials and Methods of the Research

1-1- تمهيد:

يستعرض هذا الفصل الجانب العملي من الدراسة في الأهداف وطريقة تصميم الدراسة والطرائق المُستَخدمة والمنهج الإحصائي المُتَّبع.

1-2- خلفية البحث:

يُعَدُّ اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST) من الاختبارات الهامة المُستَخدمة لتشخيص الداء الوعائي الإكليليcoronary artery disease (CAD) [63-66].

إن انخفاض القطعة ST المُحدثة باختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي من أهم الموجودات التخطيطية لتشخيص الداء الوعائي الإكليلي الساد Obstructive CAD [67]، كما أن انخفاض قطعة STيشير إلى إنذار سيء عند مرضى الداء الوعائي الإكليلي[68-70].

إن حساسية ونوعية اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي في الكشف عن الداء الوعائي الإكليلي حوالي 68% و 77% على التوالي في دراسات عديدة[67]، وإن 12-16% من المرضى الذين لديهم نزحل قطعة ST في فترة العودة إلى الراحة كان لديهم داء وعائي إكليلي مُشتُبه أو مؤكد[66,71]، وإن آلية انخفاض قطعة ST في (فترة العودة إلى الراحة في اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي) غير مفهومة[64,72,73].

1-3- تساؤلات البحث:

سنحاول في هذا البحث الإجابة عن الأسئلة الآتية:

1- ما هي قدرة انخفاض القطعة ST في فترة العودة إلى الراحة Recovery Period على التنبؤ بوجود إصابة إكليلية هامة وامتدادها.

2- ما هي قدرة انخفاض القطعة ST في فترة الإجهاد Stress Period على التنبؤ بوجود إصابة إكليلية هامة وامتدادها.

3- أيهما أكثر فائدة في التنبؤ بوجود وامتداد الإصابة الإكليلية الهامة.

1-4- هدف البحث:

يهدف البحث لمقارنة القدرة التشخيصية لانخفاض القطعة ST في فترة العودة إلى الراحة Recovery Period فقط مع القدرة التشخيصية لانخفاض القطعة ST في مرحلة فترة الإجهاد Stress Period عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST) في الكشف عن وجود الداء الوعائي الإكليلي الهام وامتداده.

1-5- عينة الدراسة:

مرضى العيادة القلبية في الشعبة القلبية المُشتُبه بإصابتهم بالداء الوعائي الإكليلي والمراجعين لإجراء قثطرة قلبية تشخيصية في مستشفيات جامعة دمشق (مستشفى المواساة الجامعي، مستشفى الأسد الجامعي) وخضعوا لقثطرة قلبية خلال أسبوع من إجراء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST)، في الفترة ما بين 2022/6/15 م إلى 2023/6/15 م، **والذين تحققت لديهم المعايير الآتية:**

معايير القبول:

- ❖ العمر > 18 عاماً.
- ❖ المرضى المُشتبه بإصابتهم بالداء الوعائي الإكليلي والمراجعين لإجراء قثطرة قلبية تشخيصية في مستشفيات جامعة دمشق (مستشفى المواساة الجامعي، مستشفى الأسد الجامعي).

معايير الاستبعاد:

- ☒ وجود مضاد استطباب لإجراء اختبار الإجهاد، أو عدم قدرة المريض على إجراء الاختبار لأي سبب (جسدي أو نفسي).
- ☒ رفض المريض إجراء اختبار الإجهاد أو القثطرة القلبية.
- ☒ احتشاء عضلة قلبية سابق منذ أقل من شهر.
- ☒ رجفان أذيني أو لا نظميات قلبية أخرى.
- ☒ وجود انخفاض قطعة ST قاعدي baseline > 1 ملم: عن طريق إجراء تخطيط القلب الكهربائي.
- ☒ حصار غصن أيسر.
- ☒ وجود ناظم خطا.
- ☒ داء صمامي: عن طريق إجراء تخطيط صدى القلب echocardiography.
- ☒ اعتلال عضلة قلبية ضخامي.
- ☒ دليل تخطيطي على وجود ضخامة بطين أيسر.
- ☒ وجود ارتفاع قطعة ST أثناء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي غير مسبوق بموجة Q: أثناء إجراء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي.

☒ عدم إجراء القثطرة القلبية خلال فترة أسبوع من إجراء اختبار الإجهاد.

☒ عدم اكتمال البيانات.

1-6- مواد الدراسة وطرائقها:

نمط الدراسة: دراسة تقدمية مقطعية مستعرضة Prospective Cross-Sectional Study.

مكان الدراسة: (مشفى المواساة الجامعي بدمشق، مشفى الأسد الجامعي بدمشق)/سوريا.

زمان الدراسة: المدة الممتدة من 2022/6/15 م إلى 2023/6/15 م.

متغيرات الدراسة:

1- العمر.
2- الجنس.
3- السوابق المرضية.
4- عادة التدخين.
5- الأعراض السريرية.
6- نتائج الفحص السريري.
7- نتيجة الفحص الصدوي للقلب.
8- نتيجة اختبار الإجهاد القلبي.
9- نتيجة القثطرة القلبية.

طريقة الدراسة ومراحل العمل:

بعد تحقيق المريض لمعايير البحث وأخذ موافقته على الاشتراك في البحث تم إجراء الآتي:

❖ أخذ قصة سريرية مفصلة تتضمن معلومات حول الجنس والعمر والأعراض السريرية.

- ❖ تدوين نتيجة الفحص السريري وتخطيط القلب الكهربائي.
- ❖ إجراء تصوير صدوي للقلب.
- ❖ إجراء تحاليل مخبرية.
- ❖ إجراء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي Exercise Stress Testing (EST) [75]:
  - ➢ تمت زيادة سرعة اختبار الجهد كل 3 دقائق حتى الوصول للنبض (220–العمر)×0.8 بالنسبة للذكور و(210–العمر)×0.8 بالنسبة للإناث وخلال هذه المدة تمت مراقبة (التغيرات التخطيطية وأي أعراض خناقية كالألم الصدري الخناقي أو الزلة التنفسية والتوتر الدموي الشرياني) خلال اختبار الجهد، وإن المعايير لإيقاف اختبار الجهد تضمنت: تغيرات تخطيطية نوعية مثل: ارتفاع قطعة ST، اضطرابات نظم مثل (حصار قلب درجة ثالثة، رجفان أذيني، تسرع بطيني أو فوق بطيني)، زلة تنفسية أو ألم صدري خناقي متوسط إلى شديد أو ارتفاع أو انخفاض ضغط دموي شرياني غير طبيعي. وكانت معايير نقص التروية القلبية: وجود ارتفاع أو انخفاض أفقي Horizontal أو مائل نحو الأسفل downsloping في قطعة ST ≤ 1 ملم، وتم قياس ارتفاع أو انخفاض قطعة ST بناءً على (خط السواء في تخطيط القلب الكهربائي بين موجة T وموجة P) و(بعد نقطة J بحوالي 80-60 ميلي ثانية). وتم تقسيم المجموعات حسب نتيجة اختبار الجهد إلى ثلاث مجموعات: مجموعة اختبار جهد إيجابية: انخفاض ST ≤ 1 ملم في مسريين متتاليين، مجموعة اختبار جهد سلبية: لم يلاحظ فيها أي انخفاض في قطعة ST، مجموعة اختبار جهد غير مؤكد: انخفاض ST ما بين 1-0 ملم، وفي حال عدم وصول المريض إلى النبض الأعظمي تم اعتبار اختبار الجهد غير كامل وناقص المعلومات.

- فترة الراحة ما بعد إجراء اختبار الجهد Recovery Period: تم تسجيل تخطيط القلب الكهربائي بعد فترة قصيرة من الهدوء (15–20 ثانية من إيقاف اختبار الجهد) والمريض ما يزال موجوداً على البساط المتحرك للجهاز أو جالساً على المعقد المجاور لجهاز اختبار الجهد.
  - ✓ إذا لم يكن هنالك تغيرات تخطيطية هامة خلال فترة الجهد والاختبار مُجرَى لتشخيص نقص تروية قلبية فإن المريض يجب أن يعود إلى وضعية الاستلقاء خلال فترة الراحة Recovery Period، وإن زيادة العود الوريدي خلال فترة الاستلقاء ربما يكون نتيجة شذوذات احتشائية لا تُشَاهد على وضعية الوقوف على البساط المتحرك، وإن تغيرات قطعة ST المحدودة خلال فترة الراحة تُعتَبر منبئ لداء إكليلي كما هي الحال في التغيرات الحاصلة أثناء اختبار الجهد.
  - ✓ إذا حدث لدى المريض شذوذات تخطيطية خلال فترة الجهد قد يكون من الآمن أن يجلس المريض خلال فترة الراحة Recovery Period وذلك للتقليل من خطورة نقص التروية المتزايدة واضطرابات النظم البطينية.
- تم تسجيل تخطيط القلب كل دقيقتين لمدة 7–10 دقائق حتى عاد معدل ضربات القلب إلى أقل من 100 ضربة/دقيقة أو عودة شكل الموجات على تخطيط القلب الكهربائي مشابهاً لتخطيط قلب المريض القاعدي. وتمت مقارنة هذه التخاطيط مع تخطيط القلب الكهربائي على الراحة resting period، كما تمت مراقبة شكل الموجة على تخطيط القلب الكهربائي خلال فترة الراحة Recovery Period وذلك لتقييم معدل ضربات القلب والنظم واستجابة

قطعة ST. قد تحدث اضطرابات نظم بطينية خلال فترة recovery والتي ترتبط بمعدل وفيات عالي خلال هذه الفترة.

- ❖ إجراء قثطرة قلبية للمريض وتسجيل نتيجتها من حيث وجود أو غياب الإصابة الإكليلية وامتدادها (عدد الشرايين المصابة).
- ❖ تدوين المعلومات والبيانات على استمارة خاصة بالبحث، وبعد الانتهاء من جمع البيانات تم إدخالها إلى الحاسوب ودراستها إحصائياً باستخدام برنامج IBM SPSS واستخلاص النتائج.
- ❖ تمت مقارنة النتائج مع نتائج دراسات عالمية مشابهة.
- ❖ تم وضع توصيات على ضوء الاستنتاجات التي وصلت إليها الدراسة.

1-7- المُحدِّدات الأخلاقية:

تقتضي أخلاقيات البحث العلمي احترام حقوق الآخرين وآراءهم وكرامتهم سواءً كانوا من الزملاء الباحثين أو من المشاركين في البحث أو من المُستَهدفين من البحث.

وتتبنى مبادئ أخلاقيات البحث العلمي عامةً قيمتي العمل الإيجابي وتجنب الضرر، وهاتان القيمتان يجب أن تكونا ركيزتي الاعتبارات الأخلاقية خلال عملية البحث.

وفي بحثنا سيتم الالتزام بالاعتبارات الأخلاقية من المصداقية، الثقة، وسرية المعلومات، وذلك من خلال العودة إلى سجلات المرضى والحصول على نتائج الاستقصاءات التي تم إجراؤها لهم دون إلحاق الأذى بهم.

1-8- حجم العينة:

تم حساب حجم عينة البحث المطلوبة باستخدام معادلة ريتشارد جيجر على الشكل الآتي:

$$n = \frac{\left(\frac{z}{d}\right)^2 \times (0.50)^2}{1 + \frac{1}{N}\left[\left(\frac{z}{d}\right)^2 \times (0.50)^2 - 1\right]}$$

حيث: N: هو حجم المجتمع (حوالي 800 مريض)؛ وP: نسبة توفر الخاصية و المحايدة = 0.50؛ وZ: الدرجة المعيارية لمستوى الثقة 0.95 وتساوي 1.96؛ وd: نسبة الخطأ 0.05.

وبتطبيق المعادلة يكون حجم العيّنة المطلوب 260 مريضاً.

1-9- التعاريف والاعتبارات:

- **الداء السكري Diabetes Mellitus**: إن التعريفات المرجعية لإرشادات الرابطة الأمريكية للداء السكري ADA متوافقة مع إرشادات منظمة الصحة العالمية WHO وهي أحد المعايير الآتية عند مريض لديه أعراض كلاسيكية للسكري (بوال، عطاش، نقص وزن، تشوش رؤية)[76,77]:
  - ✓ سكر الدم الصيامي Fasting Plasma Glucose (FPG) ≤ 126 ملغ/دل، ويعرف الصيام بعدم تناول السعرات الحرارية لمدة 8 ساعات على الأقل.
  - ✓ سكر الدم بعد ساعتين من اختبار تحمل السكر Oral Glucose Tolerance Test (OGTT) أو Impaired glucose tolerance (IGT) ≤ 200 ملغ/دل، ويعاير غلوكوز الدم بعد ساعتين من تناول 75 غ من الغلوكوز المذاب في الماء.
  - ✓ الخضاب الغلوكوزي HbA1c ≤ 6.5%.
  - ✓ معايرة سكر الدم العشوائي Random Plasma Glucose ≤ 200 ملغ/دل (11.1 ميلي

مول/مول mmol/mol) مع وجود أعراض كلاسيكية لارتفاع غلوكوز الدم أو أزمة ارتفاع غلوكوز الدم.

أما في حال عدم وجود أعراض واضحة يجب تكرار المعايرة على نفس العينة أو عينة أخرى في يوم لاحق، وإذا كان هناك نتيجتان إيجابيتان لاختبارين مختلفين (مثل FPG معHbA1c) فهذا كافي لتشخيص الداء السكري.

- **<u>التدخين:</u>** يُعتَبر بحسب مركز السيطرة على الأمراض والوقاية منها الأمريكي يُعتَبر المريض مدخناً حالياً في حال كان قد دخن 100 سيجارة في حياته ويدخن السجائر حالياً[78].
- **<u>ارتفاع التوتر الشرياني:</u>** يُعَدُّ المريض مصاباً بارتفاع الضغط الشرياني إذا كان مريضاً معروفاً ومشخصاً مسبقاً بأنه مريض مصاب بارتفاع ضغط شرياني، أو كان الضغط الانقباضي ≤ 140 ملم زئبقي و/أو الضغط الانبساطي ≤ 90 ملم زئبقي في أكثر من قياس[79].
- **<u>القصة العائلية:</u>** يُعتَبر المريض لديه قصة عائلية في حال حدوث حادث قلبي وعائي عند أحد أقارب الدرجة الأولى عند الرجال قبل عمر 55 سنة أو قبل 65 سنة عند النساء[80].
- **<u>اضطراب شحوم الدم:</u>** إذا كان المريض معروفاً و مُشَّخصاً مُسبَقاً باضطراب شحوم الدم أو لديه اضطراب في قيم التحاليل المخبرية **<u>وفق القيم التالية[81,82]:</u>**
  - Total CholesteroL ≤ 200 ملغ / دل.
  - LDL ≤ 130 ملغ/دل.
  - الشحوم الثلاثية ≤ 150 ملغ/دل.
  - HDL > 40 ملغ/دل.

❖ **تحديد امتداد الداء الوعائي الإكليلي (عدد الشرايين الإكليلية المصَابة) بالتصوير الوعائي الإكليلي (القثطرة القلبية)[83]:**

1- **تعريف الداء الوعائي الإكليلي الوحيد (Single Vessel Disease (SVD:** هو وجود تضيق أو أكثر من تضيق ≤ 70% في لمعة شريان إكليلي رئيسي ما عدا (القسم القريب من الشريان الأمامي النازل حيث يكون التضيق هاماً عندما يكون ≤ 50%).

2- **تعريف الداء الوعائي الإكليلي ثنائي الأوعية (Two Vessel Disease (2VD):** هو وجود تضيق أو أكثر من تضيق ≤ 70% في لمعة شريانين إكليليين رئيسيين.

3- **تعريف الداء الوعائي الإكليلي ثلاثي الأوعية (Triple Vessel Disease (3VD):** هو وجود تضيق أو أكثر من تضيق ≤ 70% في لمعة ثلاثة شرايين إكليلية رئيسية.

4- **تعريف تضيق الجذع الإكليلي الأيسر الرئيسي (LMCA≥50%):** هو يعادل داء إكليلي متعدد الأوعية.

وفيما يأتي نسخة عن استمارة البحث والموافقة المستنيرة:

استمارة بحث: القيمة التشخيصية لانخفاض قطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي

الاسم: العمر: الجنس: الوزن: رقم الاستمارة:

- **السوابق المرضية:** ☐ **سوابق NSTEACS** ☐ **سوابق STEMI منذ أكثر من شهر** ☐ **سوابق PCI**
  ☐ **سوابق CABG** ☐ **سوابق HTN** ☐ **سوابق DM**
- **الأعراض السريرية قبل إجراء اختبار الجهد:**

☐ **زلة تنفسية حسب NYHA =** ☐ **ألم صدري خناقي وصفي**

☐ **ألم صدري خناقي غير وصفي** ☐ **ألم صدري غير خناقي**

- **الضغط الدموي الشرياني =** **معدل الحصيل القلبي للبطين الأيسر EF% =**

سوء وظيفة انبساطية: ☐ **نعم** ☐ **لا**

- **اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي:**

☐ اختبار جهد إيجابي ☐ اختبار جهد سلبي

☐ انخفاض القطعة ST في فترة العودة إلى الراحة ☐ لا انخفاض القطعة ST في فترة العودة إلى الراحة

- **<u>التصوير الوعائي الإكليلي (القثطرة القلبية):</u>**

LM:

LAD:

PLAD:

MLAD:

DLAD:

الواسطي:

LCX:

RCA:

- **<u>التشخيص:</u>**

☐ **CAD** ☐ **Non-CAD**

- **<u>تقييم امتداد الإصابة الإكليلية:</u>**

☐ **قثطرة قلبية طبيعية** **0 vessel disease**

☐ **داء وعائي إكليلي وحيد هام** **1 vessel disease**

☐ **داءين وعائيين إكليليين هامين** **2 vessel disease**

☐ **داء وعائي إكليلي متعدد الأوعية** **3 vessel disease**

منظم الاستمارة:

احمد عيد إبراهيم العبدالله

الموافقة المستنيرة للاشتراك في البحث العلمي الذي عنوانه:

القيمة التشخيصية لانخفاض قطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي

نحن بصدد إجراء بحث علمي عن (**القيمة التشخيصية لانخفاض قطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي**) في مشفى المواساة والأسد الجامعيين بدمشق.

بناءً على ذلك ندعوكم للمشاركة في هذا البحث، ولكم مطلق الحرية في قبول أو رفض ذلك، **لكن قبل اتخاذ قراركم نرجو منكم قراءة المعلومات الآتية:**

- ✓ سيتم الاطلاع على معلومات من ملفكم الطبي من قبل الأطباء والباحثين المشاركين في هذه الدراسة وذلك بعلم إدارة المشفى.
- ✓ لن يتم نشر أية معلومات متعلقة بكم ذات طابع شخصي.
- ✓ في حال الموافقة على الدخول في الدراسة سيتم متابعة حالتكم واستخدام المعلومات الموجودة في الملف الطبي ضمن الدراسة أو سؤالكم عن بعض المعلومات إن لم تكون واردة في الملف.
- ✓ إن عدم الموافقة على الدخول في الدراسة لن يؤثر على تدبير المرض خلال إقامتكم في المشفى، وسيتم اعتماد الخطة العلاجية المتبعة تقليدياً في المشفى.

لقد قرأت المعلومات الواردة أعلاه وكانت لدي الفرصة لأطرح الأسئلة وحصلت على إجابات مقنعة، لذلك أعلن موافقتي على الدخول في الدراسة.

اسم المشترك وتوقيعه: **اسم الطبيب وتوقيعه:**

احمد عيد إبراهيم العبدالله

1-10- طرق التحليل الإحصائي:

بعد الانتهاء من جمع البيانات أُدخِلَت دورياً إلى الحاسوب عبر برنامج SPSS (IBM SPSS Statistics الإصدار 23 سنة 2015) الذي تم اعتُمِدَ في تحليل المعلومات واستُخلِصَت النتائج بالاعتماد على المعايير والاختبارات الإحصائية التالية:

- **المتوسط الحسابي** $\overline{X}$:

ويحسب من العلاقة الآتية

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

حيث: $\overline{X}$: المتوسط الحسابي.

Xi: مفردات العينة.

n : عدد المفردات

- **الانحراف المعياري** σ : ويحسب بالعلاقة الآتية:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X} - X_i)^2}{n-1}}$$

حيث σ : الانحراف المعياري.

X_i: مفردات العينة.

n :عدد المفردات.

$\overline{X}$: المتوسط الحسابي.

- مُثِّلَت القيم الإحصائية المستمرة بـ (المتوسط الحسابي ± الانحراف المعياري).
- حُسِبَ المتوسط الحسابي والتكرارات لمختلف المتغيرات ونسبتها.
- اعتُمِدَ الاختبار الإحصائي test Chi-square X2 (لدراسة المتغيرات الفئوية) و Student's t test و Mann-Whitney U test (لدراسة المتغيرات المستمرة) لدراسة الفروقات بين

المجموعات وإظهار الأهمية الإحصائية لهذه الفروقات، فاعتُمِدَت قيمة $P\leq 0.05$ ليكون هناك فرق إحصائي مهم.

المصطلحات الإحصائية:

1. **الحساسيّة Sensitivity (Se):** تُعبِّر عن الدقة في كشف المرض باختبار ما عندما يكون المرض موجوداً.
2. **النوعيّة Specificity (Sp):** تُعبِّر عن الدقة في نفي وجود المرض باختبار ما عند غياب المرض.
3. **القيمة التنبؤية الإيجابية Predictive value for a positive result (PPV):** هي احتمال أن يكون الشخص مُصَاباً عندما يكون الاختبار إيجابياً.
4. **القيمة التنبؤية السلبية Predictive value for a negative result (NPV):** هي احتمال أن يكون المرض غائباً عندما يكون الاختبار سلبياً.
5. **الدقة Accuracy:** هي مقياس إحصائي يستخدم لتقييم قدرة اختبار ما على تحديد أو استثناء قيمة ما أو حدث ما، وفي علم التحليل التنبئي فإنه يقيم مستوى دقة اختبار ما على التنبؤ بوقوع حدث بالمقارنة مع قياس حدوثه الفعلي في العينة

1-11- موجز:

في نهاية هذا الفصل نكون قد ألقينا الضوء على تفاصيل الجزء العملي من الدراسة مع تعريف مُفصَّل بآلية العمل والطرق الإحصائية المُتَّبعة في البحث للوصول إلى إجابة على السؤال البحثي.

الفصل الثاني: النتائج Results

2-1- تمهيد:

في نهاية البحث اكتملت بيانات 260 مريضاً أجروا اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي وقثطرة قلبية حققوا معايير البحث، وبدراسة هذه البيانات إحصائياً باستخدام برنامج SPSS (IBM SPSS Statistics الإصدار 23 سنة 2015)، **ووصلنا للنتائج الآتية:**

2-2- الدراسة العامة لعينة البحث:

2-2-1- دراسة العمر والجنس في عينة البحث:

الجدول (2-1): دراسة العمر والجنس في عينة البحث		
	Mean	St.D
العمر (عاماً)	52.9	7.3
	N.	%
الإناث	71	%27.3
الذكور	189	%72.7
المجموع	260	%100

من الجدول (2-1) نلاحظ الآتي:

- بلغ متوسط عمر المرضى 52.9 عاماً (الانحراف المعياري 7.3).
- نسبة الذكور(72.7%) أكبر من نسبة الإناث.

2-2-2- دراسة نتيجة اختبار الإجهاد في عينة البحث:

الجدول (2-2): دراسة نتيجة اختبار الإجهاد في عينة البحث		
	N.	%
تزحل ST على الجهد فقط	48	%18.5
تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط	33	%12.7
تزحل ST على الجهد (± في مرحلة العودة إلى الراحة)	227	%87.3
تزحل ST على الجهد مع مرحلة العودة إلى الراحة	179	%68.8

من الجدول (2-2) نلاحظ الآتي:

- 48 مريضاً حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد فقط.
- 33 مريضاً حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط.
- 227 مريضاً حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد مع أو بدون مرحلة العودة إلى الراحة.
- 179 مريضاً حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد وفي مرحلة الراحة معاً.

2-2-3- دراسة نتيجة القثطرة القلبية:

الجدول (2-3): دراسة نتيجة القثطرة القلبية		
	N.	%
0 (لا تضيق هام)	78	%30
1 (تضيق هام في شريان واحد)	73	%28.1
2 (تضيق هام في شريانين)	67	%25.8
3 (تضيق هام في ثلاثة شرايين أو LM)	42	%16.2

من الجدول (2-3) نلاحظ الآتي:

- 78 مريضاً كانت الشرايين الإكليلية لديهم سليمة أو لم يكن لديهم تضيقاً هاماً.
- 73 مريضاً لديهم تضيقاً هاماً في شريان إكليلي واحد.
- 67 مريضاً لديهم تضيقاً هاماً في شريانين إكليليين.
- 42 مريضاً لديهم تضيقاً هاماً في ثلاثة شرايين إكليلية أو في الجذع الإكليلي الأيسر.

2-2-4- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع العمر والجنس:

الجدول (2-4): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع العمر والجنس					
	مرحلة الجهد		مرحلة العودة إلى الراحة فقط		P
	Mean	St.D	Mean	St.D	
العمر (عاماً)	52.9	7.3	52.9	7.4	0.985
	N.	%	N.	%	P
الإناث	61	%26.9	10	%30.3	0.679
الذكور	166	%73.1	23	%69.7	

من الجدول (2-4) نلاحظ الآتي:

- متوسط العمر متقارب بين مجموعتي البحث، والفرق غير مهماً إحصائياً.
- نسبة الذكور أكبر من نسبة الإناث في مجموعتي البحث، وكانت نسبة الذكور أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد، لكن لم يكن الفرق بين المجموعتين مهماً إحصائياً.

2-2-5- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع قياسات الجسم:

الجدول (2-5): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع قياسات الجسم					
	مرحلة الجهد		مرحلة العودة إلى الراحة فقط		P
	Mean	St.D	Mean	St.D	
الطول (سم)	169.3	5.5	169.6	5.6	0.732
الوزن (كغ)	77.8	8.1	77.1	8.5	0.656
BMI (كغ/م^2)	27.1	2.2	26.8	2.3	0.390

من الجدول (2-5) نلاحظ الآتي:

- متوسط الطول والوزن متقارب بين المجموعتين، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.
- متوسط مشعر كتلة الجسم أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الإجهاد، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.

2-2-6- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عوامل الخطر والسوابق المرضية:

الجدول (2-6): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عوامل الخطر والسوابق المرضية					
	مرحلة الجهد		مرحلة العودة إلى الراحة فقط		P
	N.	%	N.	%	
BMI >30 كغ/م^2	38	%16.7	4	%12.1	0.501
Smoking	122	%53.7	17	%51.5	0.810
HTN	140	%61.7	18	%54.5	0.433
DM	88	%38.8	8	%24.2	0.106
Dyslipidemia	97	%42.7	13	%39.4	0.717
Family H.	65	%28.6	9	%27.3	0.871
Previous ACS	41	%18.1	5	%15.2	0.682

من الجدول (2-6) نلاحظ أن نسبة انتشار عوامل الخطر القلبية وكذلك وجود سوابق ACS أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الإجهاد، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.

2-2-7- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع القياسات الحيوية:

الجدول (2-7): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع القياسات الحيوية					
P	مرحلة العودة إلى الراحة فقط		مرحلة الجهد		
	St.D	Mean	St.D	Mean	
0.543	4.68	55.97	5.01	55.41	LVEF
0.111	9.2	135.1	10.8	138.3	SBP mmHg
0.273	7.2	78.6	7.9	80.2	DBP mmHg
0.366	7.7	80.2	7.5	81.5	Pulse b/m

من الجدول (2-7) نلاحظ الآتي:

- متوسط الفعالية الانقباضية للبطين الأيسر أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.
- متوسط ضغط الدم الانقباضي والانبساطي ومعدل النبض أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الإجهاد، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.

2-2-8- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع نتائج التحاليل المخبرية:

الجدول (2-8): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع نتائج التحاليل المخبرية					
	مرحلة الجهد		مرحلة العودة إلى الراحة فقط		P
	Mean	St.D	Mean	St.D	
Glucose	128.6	33	120.8	21.9	0.190
Crea	0.96	0.17	0.94	0.13	0.399
T. Choles	177.7	37.1	182.7	40.2	0.475
TG	146.3	64.7	147.2	76.5	0.944

من الجدول (2-8) نلاحظ الآتي:

- متوسط الغلوكوز والكرياتينين أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الإجهاد، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.
- متوسط الكوليسترول والشحوم الثلاثية أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.

2-2-9- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع الشرايين المصابة:

الجدول (2-9): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع الشرايين المصابة					
	مرحلة الجهد		مرحلة العودة إلى الراحة فقط		P
	N.	%	N.	%	
طبيعية/لا تضيق هام	67	%29.5	11	%33.3	0.655
تضيق هام	160	%70.5	22	%66.7	
LM	4	%1.8	0	%0	0.442
LAD	135	%59.5	20	%60.6	0.901
LCx	67	%29.5	9	%27.3	0.791
RCA	86	%37.9	9	%27.3	0.237

من الجدول (2-9) نلاحظ الآتي:

- نسبة المرضى الذين لديهم تضيقاً هاماً أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الإجهاد، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.
- نسبة المرضى الذين لديهم تضيقاً هاماً في الجذع الإكليلي الأيسر وLCx وRCA أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الإجهاد، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.
- نسبة المرضى الذين لديهم تضيقاً هاماً في LAD أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.

2-2-10- دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عدد الشرايين المصابة:

الجدول (2-10): دراسة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عدد الشرايين المصابة					
	مرحلة الجهد		مرحلة العودة إلى الراحة فقط		P
	N.	%	N.	%	
0 (لا تضيق هام)	67	%29.5	11	%33.3	0.892
1 (تضيق هام في شريان واحد)	63	%27.8	10	%30.3	
2 (تضيق هام في شريانين)	59	%26	8	%24.2	
3 (تضيق هام في ثلاثة شرايين أو LM)	38	%16.7	4	%12.1	

من الجدول (2-10) نلاحظ الآتي:

- نسبة المرضى الذين لم يكن لديهم تضيقاً هاماً أو لديهم تضيقاً هاماً في شريان إكليلي واحد أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.
- نسبة المرضى الذين لديهم تضيقاً هاماً في شريانين إكليليين أو ثلاثة شرايين إكليلية أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الإجهاد، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.

2-2-11- دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريان على الأقل:

الجدول (2-11): دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريان على الأقل					
مرحلة التزحل	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
الجهد فقط	15.4	74.4	58.3	27.4	33.1
العودة إلى الراحة فقط	12.1	85.9	66.7	29.5	34.2
الجهد (± العودة إلى الراحة)	87.9	14.1	70.5	33.3	65.8
الجهد مع العودة إلى الراحة	72.5	39.7	73.7	38.3	62.7

من الجدول (2-11) نلاحظ الآتي:

- للتنبؤ بوجود تضيق هام في شريان إكليلي واحد على الأقل كان تزحل ST على الجهد (± تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة) يتمتع بأعلى حساسية لكن نوعيته كانت منخفضة.
- تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط كانت له أعلى نوعية لكن كانت حساسيته منخفضة، كذلك كانت الحساسية منخفضة في حالة تزحل ST في مرحلة الجهد فقط.
- تزحل ST في مرحلة الجهد مع مرحلة العودة إلى الراحة كانت له حساسية جيدة ونوعية منخفضة أيضاً، لكن كانت له أعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية.

2-2-12- دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريانين على الأقل:

الجدول (2-12): دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريانين على الأقل					
مرحلة التزحل	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
الجهد فقط	13.8	78.1	31.3	55.7	51.2
العودة إلى الراحة فقط	11.0	86.1	36.4	57.3	54.6
الجهد (± العودة إلى الراحة)	89.0	13.9	42.7	63.6	45.4
الجهد مع العودة إلى الراحة	75.2	35.8	45.8	66.7	52.3

من الجدول (2-12) نلاحظ الآتي:

- للتنبؤ بوجود تضيق هام في شريانين إكليليين على الأقل كان تزحل ST على الجهد (± تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة)يتمتع بأعلى حساسية لكن نوعيته كانت منخفضة.
- تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط كانت له أعلى نوعية لكن كانت حساسيته منخفضة، كذلك كانت الحساسية منخفضة في حالة تزحل ST في مرحلة الجهد فقط.
- تزحل ST في مرحلة الجهد مع مرحلة العودة إلى الراحة كانت له حساسية جيدة ونوعية منخفضة، لكن كانت له أعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية.

2-2-13- دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في ثلاثة شرايين أو LM:

الجدول (2-13): دراسة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في ثلاثة شرايين أو LM					
مرحلة التزحل	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
الجهد فقط	11.9	80.3	10.4	82.5	69.2
العودة إلى الراحة فقط	9.5	86.7	12.1	83.3	74.2
الجهد (± العودة إلى الراحة)	90.5	13.3	16.7	87.9	25.8
الجهد مع العودة إلى الراحة	78.6	33.0	18.4	88.9	40.4

من الجدول (2-13) نلاحظ الآتي:

- للتنبؤ بوجود تضيق هام في ثلاثة شرايين إكليلية على الأقل أو في الجذع الإكليلي الأيسر كان لتزحل ST على الجهد (± تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة) أعلى حساسية لكن نوعيته كانت منخفضة جداً.
- تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط كانت له أعلى نوعية لكن كانت حساسيته منخفضة، كذلك كانت الحساسية منخفضة في حالة تزحل ST في مرحلة الجهد فقط.
- تزحل ST في مرحلة الجهد مع مرحلة العودة إلى الراحة كانت له حساسية جيدة ونوعية منخفضة، لكن كانت له أعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية.

2-3- موجز:

في نهاية هذا القسم نجد أن مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST على الجهد مشابهة لمجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط من حيث المتغيرات الديموغرافية وعوامل الخطر ونتيجة القثطرة القلبية. تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً تمتع بأعلى نوعية وأصغر حساسية، وإن الجمع بين تزحل ST على الجهد مع مرحلة العودة إلى الراحة للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريان أو شريانين أو ثلاثة شرايين كانت حساسيته أقل قليلاً من تزحل ST على الجهد لكن كانت نوعيته أكبر بالإضافة لتمتعه بأعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية.

الفصل الثالث: المقارنة مع الدراسات العالمية المشابهة

3-1- تمهيد:

تمت مراجعة خمس دراسات درست علاقة انخفاض القطعة ST في اختبار الإجهاد مع نتيجة القثطرة القلبية، وتم استخراج المعلومات والبيانات المتوفرة ودراستها ومقارنة النتائج مع نتائج الدراسة الحالية، **وفيما يأتي أهم نقاط المقارنة التي وجدناها.**

3-2- مقارنة عامة بين الدراسات:

الجدول (2-14): مقارنة عامة بين الدراسات

الباحث	الدولة	السنة	العدد	تضيق هام	العمر	الذكور
الدراسة الحالية	سورية	2024	260	%70	7.3±52.9	%72.7
Narayanapillai[63]	الهند	2015	250	%87.6	18±56	%72.8
Lachterman[64]	أمريكا	1990	328	%75.6	8.8±59	%100
Rashid[65]	باكستان	2009	100	%91	19±51	%84
Lanza[66]	إيطاليا	2004	653	%84.2	9±60	%81
Katheria[84]	الهند	2021	300	%78.3	7.9±48.8	%83.7

من الجدول (2-14) نلاحظ الآتي:

- دراسات المقارنة من دول مختلفة من حيث التطور، وتراوحت سنوات نشرها ما بين 1990-2023.
- تراوح حجم عينة البحث في الدراسات ما بين 100-653 مريضاً، وفي غالبيتها كان حجم العينة مقارب للدراسة الحالية.
- كانت نسبة وجود تضيقاً هاماً في الشرايين الإكليلية في الدراسة الحالية أصغر من النسبة في دراسات المقارنة حيث تراوح ما بين 75.6-91%.

❖ تراوح متوسط أعمار المرضى ما بين 48.8–60 عاماً، ونسبة الذكور ما بين 72.7–100%.

3-3- مقارنة نتيجة اختبار الإجهاد بين الدراسات:

الجدول (2-15): مقارنة نتيجة اختبار الإجهاد بين الدراسات					
	جهد فقط	راحة فقط	جهد	جهد + راحة	لا تزحل
الدراسة الحالية	%18.5	%12.7	%87.3	%68.8	–
Narayanapillai[63]	–	%12	%87	–	–
Lachterman[64]	%5.8	%7.9	%43.3	%37.5	%48.9
Rashid[65]	–	%27	%73	–	–
Lanza[66]	–	%12.1	%87.9	–	–
Katheria[84]	%21	%16.7	%83.3	%62.3	–

من الجدول (2-15) نلاحظ الآتي:

❖ كان هناك اختلاف بين الدراسات حول تفاصيل تقييم تزحل ST بحسب المرحلة حيث أنه في ثلاث دراسات [63,65,66] تم اعتماد تزحل ST في مرحلة الجهد وفي مرحلة العودة إلى الراحة فقط، وفي دراستين [64,84] كان هناك تفصيل أكثر، وفقط في دراسة واحدة كان هناك مرضى لديهم نتيجة اختبار الإجهاد القلبي سلبية.

❖ تراوحت نسبة المرضى الذين لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد فقط ما بين 5.8–21%، ونسبة المرضى الذين لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط ما بين 7.9–27%، ونسبة المرضى الذين لديهم تزحل ST على الجهد ما بين 43.3–87.9%، ونسبة المرضى الذين لديهم تزحل ST في مرحلتي الجهد ومرحلة العودة إلى الراحة معاً ما بين 37.5–68.8%، وفي دراسة واحدة[64] كانت نسبة المرضى الذين لديهم اختبار الإجهاد سلبياً 48.9% ولم يكن هناك مرضى في باقي الدراسات لديهم اختبار الإجهاد سلبياً.

3-4- مقارنة نتيجة القثطرة القلبية:

الجدول (2-16): مقارنة نتيجة القثطرة القلبية				
	0	1	2	3 أو LM
الدراسة الحالية	%30	%28.1	%25.8	%16.2
Narayanapillai[63]	%12.4	%18.8	%24.4	%44.4
Lachterman[64]	%24.4	%19.8	%35.9	%19.8
Rashid[65]	%9	%35	%19	%37
Lanza[66]	%15.8	%25.7	%30.9	%27.6
Katheria[84]	%21.7	%39.7	%20	%10.6

من الجدول (2-16) نلاحظ الآتي:

- تراوحت نسبة المرضى الذين لم يكن لديهم تضيقاً إكليلياً هاماً ما بين 9-30%.
- تراوحت نسبة المرضى الذين لديهم تضيقاً إكليلياً هاماً في شريان واحد ما بين 18.8-39.7%.
- تراوحت نسبة المرضى الذين لديهم تضيقاً هاماً في شريانين واحد ما بين 19-35.9%.
- تراوحت نسبة المرضى الذين لديهم تضيقاً هاماً في ثلاثة شرايين أو في الجذع الإكليلي الأيسر ما بين 10.6-44.4%.

3-5- مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع العمر والجنس:

الجدول (2-17): مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع العمر والجنس						
		مرحلة الجهد		العودة إلى الراحة فقط		P
		Mean	St.D	Mean	St.D	
العمر (عاماً)	الدراسة الحالية	52.9	7.3	52.9	7.4	0.985
	Narayanapillai[63]	56.3	16	54.2	14	0.59
	Lachterman[64]	60	8	63	7	0.05<
	Rashid[65]	46	13	48	18	0.18
	Lanza[66]	60	8	59	9	0.53
		N.	%	N.	%	P
الذكور	الدراسة الحالية	166	%73.1	23	%69.7	0.679
	Narayanapillai[63]	159	%72.3	23	%76.7	0.67
	Lachterman[64]	142	%100	26	%100	1
	Lanza[66]	469	%82	60	%76	0.22

من الجدول (2-17) نلاحظ الآتي:

- في جميع الدراسات متوسط العمر متقارب بين المجموعتين، والفرق غير مهم إحصائياً.
- في جميع الدراسات نسبة الذكور متقاربة بين المجموعتين والفرق بينهما غير مهم إحصائياً.

3-6- مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عوامل الخطر والسوابق المرضية:

الجدول (2-18): مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عوامل الخطر والسوابق المرضية						
		مرحلة الجهد		مرحلة العودة إلى الراحة فقط		P
		N.	%	N.	%	
Smoking	الدراسة الحالية	122	%53.7	17	%51.5	0.810
	Katheria[84]	15	%30	70	%28	0.082
HTN	الدراسة الحالية	140	%61.7	18	%54.5	0.433
	Narayanapillai[63]	117	%53.2	22	%73.3	0.049
	Katheria[84]	23	%46	96	%38.4	0.317
DM	الدراسة الحالية	88	%38.8	8	%24.2	0.106
	Narayanapillai[63]	84	%38.2	15	%50	0.21
	Lanza[66]	106	%18.5	13	%16.4	0.66
	Katheria[84]	21	%42	85	%34	0.281
Previous ACS	الدراسة الحالية	41	%18.1	5	%15.2	0.682
Previous NSTEACS	Narayanapillai[63]	79	%35.9	9	%30	0.55
Previous STEMI	Narayanapillai[63]	56	%25.5	8	%26.6	0.89
Post MI	Lachterman[64]	142/56	%39.4	26/10	%38.5	0.05<
MI Previous	Lanza[66]	296	%52	60	%53	0.79
Unstable angina	Lanza[66]	85	%15	11	%14	0.95
Previous ACS	Katheria[84]	1	%2	24	%9.6	0.076

من الجدول (2-18) نلاحظ الآتي:

- في الدراسة الحالية وفي دراسة Katheria [84] نسبة المدخنين أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.
- في الدراسة الحالية وفي دراسة Katheria [84] نسبة المصابين بارتفاع التوتر الشرياني أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد لكن لم يكن الفرق مهماً

إحصائياً، بينما في دراسة Narayanapillai [63] كانت النسبة أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة بفارقٍ مهمٍ إحصائياً.

- ❖ في الدراسة الحالية وفي دراسة Lanza [66] وفي دراسة Katheria [84] نسبة المصابين بالداء السكري أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد، بينما في دراسة Narayanapillai [63] كانت النسبة أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة، وفي جميع الدراسات لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.
- ❖ كان هناك اختلاف بين الدراسات حول نسبة وجود سوابق حوادث قلبية، لكن في جميع الدراسات لم يكن الفرق بين المجموعتين مهماً إحصائياً.

3-7- مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع القياسات الحيوية:

الجدول (2-19): مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع القياسات الحيوية						
		مرحلة الجهد		مرحلة العودة إلى الراحة فقط		P
		Mean	St.D	Mean	St.D	
LVEF	الدراسة الحالية	55.41	5.01	55.97	4.68	0.543
	Narayanapillai[63]	64.1	12	66.4	12	0.18
	Lachterman[64]	60	15	60	15	0.05<
	Lanza[66]	52	8	52	9	0.91
SBP mmg	الدراسة الحالية	138.3	10.8	135.1	9.2	0.111
	Narayanapillai[63]	138	20	137	18	0.76
	Lanza[66]	140	22	137	19	0.15
Pulse b/m	الدراسة الحالية	81.5	7.5	80.2	7.7	0.366
	Narayanapillai[63]	73.5	18	70.6	16	0.84
	Lanza[66]	75	16	78	17	0.24

من الجدول (2-19) نلاحظ أنه في جميع الدراسات كان متوسط الفعالية الانقباضية و ضغط الدم الانقباضي وكذلك معدل النبض متقارب بين المجموعتين، ولم يكن الفرق بين المجموعتين مهماً إحصائياً.

3-8- مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع نتيجة القثطرة القلبية:

الجدول (2-20): مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع نتيجة القثطرة القلبية						
		مرحلة الجهد		مرحلة العودة إلى الراحة فقط		P
		N.	%	N.	%	
تضيق هام	الدراسة الحالية	160	%70.5	22	%66.7	0.655
	Narayanapillai[63]	193	%87.8	26	%86.7	0.87
	Rashid[65]	68	%93	23	%85	0.19
	Lanza[66]	488	%85	62	%78	0.14
	Katheria[84]	48	96	187	74.8	0.001>
LM	الدراسة الحالية	4	%1.8	0	%0	0.442
	Narayanapillai[63]	29	%13.2	2	%6.7	0.39
	Rashid[65]	5	%6.8	1	%3.7	0.48
LAD	الدراسة الحالية	135	%59.5	20	%60.6	0.901
	Narayanapillai[63]	151	%68.6	17	%56.7	0.22
	Rashid[65]	59	%80.8	20	%74	0.31
	Lanza[66]	362	%63	42	%53	0.19
LCx	الدراسة الحالية	67	%29.5	9	%27.3	0.791
	Narayanapillai[63]	148	%67.3	18	%60	0.54
	Rashid[65]	43	%58.9	11	%40.7	0.08
	Lanza[66]	304	%53	39	%49	0.55
RCA	الدراسة الحالية	86	%37.9	9	%27.3	0.237
	Narayanapillai[63]	146	%66.4	15	%50	0.1
	Rashid[65]	38	%52	5	%18.5	0.002
	Lanza[66]	327	%57	32	%40	0.015

من الجدول (2-20) نلاحظ الآتي:

- في جميع الدراسات كانت نسبة المرضى الذين لديهم تضيقاً هاماً في الشرايين الإكليلية أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد، وفقط في دراسة واحدة[84] كان الفرق مهماً إحصائياً.
- في الدراسات الثلاث نسبة وجود تضيق في الجذع الإكليلي الأيسر أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد، وفي الدراسات الثلاث لم يكن الفرق مهماً إحصائياً.
- في الدراسة الحالية كانت نسبة إصابة الشريان الأمامي النازل أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة، بينما في باقي الدراسات كانت النسبة أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد، لكن لم يكن الفرق مهماً إحصائياً في جميع الدراسات.
- في جميع الدراسات كانت نسبة إصابة الشريان المنعكس وكذلك الجذع الإكليلي الأيمن أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد، وفقط في دراستين[65,66] كان الفرق بنسبة إصابة الجذع الإكليلي الأيمن مهماً إحصائياً.

3-9- مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عدد الشرايين المصابة:

الجدول (2-21): مقارنة علاقة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة مع عدد الشرايين المصابة						
		مرحلة الجهد		مرحلة العودة إلى الراحة فقط		P
		N.	%	N.	%	
الدراسة الحالية	0	67	%29.5	11	%33.3	0.892
	1	63	%27.8	10	%30.3	
	2	59	%26	8	%24.2	
	3 أو LM	38	%16.7	4	%12.1	
Narayanapillai[63]	0	27	%12.3	4	%13.3	0.13
	1	36	%16.4	11	%36.7	
	2	56	%25.5	5	%16.7	
	3 أو LM	101	%45.9	10	%33.4	
Rashid[65]	0	5	%6	4	%14.8	0.129
	1	22	%30	13	%48	
	2	16	%23	3	%11.1	
	3 أو LM	30	%41	7	%26	
Lanza[66]	0	86	%15	17	%22	0.045
	1	144	%25	24	%30	
	2	178	%31	24	%30	
	3 أو LM	166	%29	14	%18	
Katheria[84]	0	63	%25.2	2	%4	0.006
	1	92	%36.8	27	%54	
	2	48	%19.2	12	%24	
	3 أو LM	27	%10.8	5	%10	

من الجدول (2-21) نلاحظ الآتي:

❖ في الدراسة الحالية وفي ثلاث من دراسات المقارنة [63,65,66] كانت نسبة عدم وجود تضيقاً هاماً أو وجود إصابة في شريان إكليلي واحد أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل

ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط بينما نسبة وجود تضيق في شريانين أو ثلاثة أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد، وكان الفرق مهماً إحصائياً في دراسة واحدة فقط[66].

- في دراسة Katheria [84] كانت نسبة عدم وجود تضيقاً هاماً أو وجود تضيقاً هاماً في ثلاثة شرايين أكبر في أكبر مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الجهد، بينما نسبة وجود إصابة في شريان أو شريانين كانت أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط، وكان الفرق مهماً إحصائياً.

3-10- مقارنة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريان على الأقل:

الجدول (2-22): مقارنة قدرة تزحل STعلى التنبؤ بوجود تضيق هام في شريان على الأقل						
مرحلة التزحل		Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
الدراسة الحالية	الجهد فقط	15.4	74.4	58.3	27.4	33.1
	الراحة فقط	12.1	85.9	66.7	29.5	34.2
	الجهد (± الراحة)	87.9	14.1	70.5	33.3	65.8
	الجهد مع الراحة	72.5	39.7	73.7	38.3	62.7
Narayanapillai[63]	الراحة فقط	11.9	87.1	86.7	12.3	21.2
	الجهد (± الراحة)	88.1	12.9	87.7	13.3	78.8
Lachterman[64]	الجهد فقط	7	99	95	–	–
	الراحة فقط	8	95	84	–	–
	الجهد (± الراحة)	50	78	87	–	–
	الجهد مع الراحة	43	79	86	–	–
	الجهد أو الراحة	59	73	87	–	–
Rashid[65]	الراحة فقط	25.3	55.6	85.2	6.8	28
	الجهد (± الراحة)	74.7	44.4	93.2	14.8	72
Lanza[66]	الراحة فقط	11.3	83.5	78.5	15	22.7
	الجهد (± الراحة)	88.7	16.5	85.0	21.5	77.3
Katheria[84]	الجهد فقط	23.8	89.2	88.9	24.5	38
	الراحة فقط	20.4	96.9	96.0	25.2	37
	الجهد (± الراحة)	79.6	3.1	74.8	4.0	63
	الجهد مع الراحة	55.7	13.8	70.1	8.0	46.7

من الجدول (2-22) نلاحظ الآتي:

- في أربع دراسات [63,65,66,84] بالإضافة للدراسة الحالية كانت أعلى الحساسية للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريان إكليلي واحد على الأقل أكبر لتزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، وأعلى نوعية لتزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط.
- في الدراسة الحالية كانت أعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية لتزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة إلى الراحة معاً، وفي ثلاث دراسات [63,65,66] كانت أعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية لتزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، وفي دراسة واحدة[84] كانتا أكبر في حالة تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط.
- في دراسة Lachterman [64] كانت أعلى حساسية لتزحل ST في مرحلة الجهد أو العودة إلى الراحة، وأعلى نوعية وقيمة تنبؤية إيجابية لتزحل ST في مرحلة الجهد فقط.
- تراوحت حساسية تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط ما بين 8–25.3% ونوعيته ما بين 55.6–96.9%، بينما تراوحت حساسية تزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة) ما بين 81.5–90.1% ونوعيته ما بين 13.9–38.6%، أما حساسية تزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة للراحة معا ما بين 52.2–75.2% ونوعيته ما بين 28.3–35.8%.
- في الدراسة الحالية وفي دراسة Lachterman [64] وفي دراسة Katheria [84] كانت نوعية تزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة إلى الراحة معاً أكبر من نوعية تزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، بينما كانت الحساسية أصغر.

3-11- مقارنة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريانين على الأقل:

الجدول (2-23): مقارنة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في شريانين على الأقل						
		Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
الدراسة الحالية	الجهد فقط	13.8	78.1	31.3	55.7	51.2
	الراحة فقط	11.0	86.1	36.4	57.3	54.6
	الجهد (± الراحة)	89.0	13.9	42.7	63.6	45.4
	الجهد مع الراحة	75.2	35.8	45.8	66.7	52.3
Narayanapillai[63]	الراحة فقط	14.8	80.8	51.6	40.6	42.5
	الجهد (± الراحة)	85.2	19.2	59.4	48.4	57.5
Rashid[65]	الراحة فقط	17.9	61.4	37	37.0	37
	الجهد (± الراحة)	82.1	38.6	63	63.0	63
Lanza[66]	الراحة فقط	9.9	84.9	48.1	40.1	41
	الجهد (± الراحة)	90.1	15.1	59.9	51.9	59
Katheria[84]	الجهد فقط	29.3	87.5	54	71.2	68.1
	الراحة فقط	18.5	84.2	37	67.4	62.3
	الجهد (± الراحة)	81.5	15.8	32.6	63	37.7
	الجهد مع الراحة	52.2	28.3	26.7	54.2	36.2

من الجدول (2-23) نلاحظ الآتي:

- في أربع دراسات [63,65,66,84] بالإضافة للدراسة الحالية كانت أعلى حساسية للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريانين إكليليين على الأقل أكبر لتزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، وأعلى نوعية لتزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط باستثناء في دراسة واحدة[84] كانت أعلى نوعية لتزحل ST على الجهد فقط.

- في الدراسة الحالية كانت أعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية لتزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة إلى الراحة معاً، وفي ثلاث دراسات[63,65,66] كانت أعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية لتزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، وفي دراسة واحدة[84] كانتا أكبر في حالة تزحل ST في مرحلة الجهد فقط.
- تراوحت حساسية تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط ما بين 9.9–18.5% ونوعيته ما بين 61.4–86.1%، بينما تراوحت حساسية تزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة) ما بين 50–88.7% ونوعيته ما بين 3.1–78%، أما حساسية تزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة للراحة معا ما بين 43–72.5% ونوعيته ما بين 13.8–79%.
- في الدراسة الحالية وفي دراسة Katheria [84] كانت نوعية تزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة إلى الراحة معاً أكبر من نوعية تزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، بينما كانت الحساسية أصغر.

3-12- مقارنة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في ثلاثة شرايين أو LM:

الجدول (2-24): مقارنة قدرة تزحل ST على التنبؤ بوجود تضيق هام في ثلاثة شرايين أو LM						
مرحلة التزحل		Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Accuracy
الدراسة الحالية	الجهد فقط	11.9	80.3	10.4	82.5	69.2
	الراحة فقط	9.5	86.7	12.1	83.3	74.2
	الجهد (± الراحة)	90.5	13.3	16.7	87.9	25.8
	الجهد مع الراحة	78.6	33.0	18.4	88.9	40.4
Narayanapillai[63]	الراحة فقط	9	85.6	33.3	54.1	51.6
	الجهد (± الراحة)	91	14.4	45.9	66.7	48.4
Lachterman[64]	الجهد فقط	2	93	5	–	–
	الراحة فقط	8	92	19	–	–
	الجهد (± الراحة)	66	62	30	–	–
	الجهد مع الراحة	65	69	34	–	–
	الجهد أو الراحة	74	54	29	–	–
Rashid[65]	الراحة فقط	18.9	68.3	25.9	58.9	50
	الجهد (± الراحة)	81.1	31.7	41.1	74.1	50
Lanza[66]	الراحة فقط	7.8	86.3	17.7	71.1	64.6
	الجهد (± الراحة)	92.2	13.7	28.9	82.3	35.4
Katheria[84]	الجهد فقط	21.9	82.4	14	88.9	75.4
	الراحة فقط	15.6	83.2	10.9	88.3	75.4
	الجهد (± الراحة)	84.4	16.8	11.7	89.1	24.6
	الجهد مع الراحة	62.5	34.4	11.1	87.5	37.7

من الجدول (2-24) نلاحظ الآتي:

❖ في أربع دراسات [63,65,66,84] بالإضافة للدراسة الحالية كانت أعلى حساسية للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في ثلاثة شرايين إكليلية أو LM أكبر لتزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة

إلى الراحة)، وأعلى نوعية لتزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط، وفي دراسة واحدة[64] كانت حساسية تزحل ST في مرحلة الجهد أو العودة إلى الراحة أكبر ونوعية تزحل ST في مرحلة الجهد فقط أكبر تليها حساسية تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة.

- ❖ في الدراسة الحالية كانت أعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية لتزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة إلى الراحة معاً، وفي أربع دراسات [63,65,66,84] كانت أعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية لتزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة).
- ❖ في دراسة Lachterman [64] كانت أعلى حساسية لتزحل ST في مرحلة الجهد أو العودة إلى الراحة، وأعلى نوعية وقيمة تنبؤية إيجابية لتزحل ST في مرحلة الجهد فقط.
- ❖ تراوحت حساسية تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط ما بين 8–18.9% ونوعيته ما بين 68.3–92%، بينما تراوحت حساسية تزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة) ما بين 66–92.2% ونوعيته ما بين 13.3–62%، أما حساسية تزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة للراحة معا ما بين 62.5–78.6% ونوعيته ما بين 33–69%.
- ❖ في الدراسة الحالية وفي دراسة Lachterman [64] وفي دراسة Katheria [84] كانت نوعية تزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة إلى الراحة معاً أكبر من نوعية تزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، بينما كانت الحساسية أصغر.

3-13- موجز:

بنتيجة مقارنة نتائج الدراسة الحالية مع نتائج دراسات المقارنة وجدنا أنه في أغلب دراسات المقارنة كانت المتغيرات الديموغرافية وعوامل الخطر القلبية ونتيجة القثطرة القلبية بنسب متقاربة بين مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل St في مرحلة الجهد ومجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الراحة فقط، وكان نوعية تزحل ST في مرحلة العودة للراحة فقط أكبر، وإن نوعية تزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة إلى الراحة معاً أكبر من نوعية تزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، بينما كانت الحساسية أصغر.

الفصل الرابع: المناقشة Discussion

4-1- تمهيد:

في هذه الدراسة تمت دراسة القيمة التشخيصية لانخفاض قطعة ST عند مرضى اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي، حيث خضع جميع المرضى لاختبار الجهد ومن ثم قثطرة قلبية، وتمت دراسة علاقة الإجراءين معاً، وفيما يأتي سنناقش نتائج الدراسة الحالية ونتائج دراسات المقارنة المشابهة.

4-2- مقارنة نتائج دراستنا مع الدراسات العالمية المشابهة ومناقشة النتائج:

ضم البحث 260 مريضاً بمتوسط عمر 52.9±7.3 عاماً وقد كان متقارب مع متوسط العمر في دراسات المقارنة، وشكل الذكور 72.7% من عينة البحث.

خضع جميع المرضى لاختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي وقد حدث تزحل ST في مرحلة الإجهاد فقط لدى 18.5% وفي مرحلة العودة إلى الراحة فقط لدى 12.7% وفي مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة) وفي مرحلة الإجهاد مع مرحلة العودة إلى الراحة معاً لدى 68.8%، وقد كانت نسبة حدوث تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط في دراسات المقارنة ما بين 7.9-27%.

العديد من الدراسات أظهرت الأهمية السريرية لاختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي في تقييم المخاطر لدى المرضى المشتبه بإصابتهم بالداء الوعائي الإكليلي [87-85]، وتم اقتراح العديد من المعلمات في اختبار الجهد لتحسين دقته على التنبؤ بوجود داء وعائي إكليلي هام [91-86]، لكن الدراسات التي تطرقت لتزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط قليلة، حيث أن أسباب تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط مازالت غير واضحة.

وجدت إحدى الدراسات[92] أن بعض المرضى لديهم مستوى مرتفع من الكاتيكولامينات في البلازما في مرحلة العودة إلى الراحة، مما يزيد من حاجة العضلة القلبية للأكسجين بسبب زيادة انقباض القلب وقد يحدث خللاً في التوازن بين الوارد والحاجة مما يزيد خطر نقص التروية الحاد.

تم الكشف عن وجود تضيقاً هاماً في الشرايين الإكليلية لدى 70% من المرضى بنتيجة القثطرة القلبية، وهذه النسبة أصغر قليلاً من النسب الواردة في دراسات المقارنة والتي تراوحت ما بين 75.6–91%، وقد كان لدى 73 مريضاً تضيقاً هاماً في شريان إكليلي واحد ولدى 67 مريضاً تضيقاً هاماً في شريانين إكليليين ولدى 42 مريضاً تضيقاً هاماً في ثلاثة شرايين إكليلية أو في الجذع الإكليلي الأيسر.

تم تقسيم عينة البحث إلى مجموعتين بهدف دراسة الاختلافات بين مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط مع مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة).

كان متوسط عمر المرضى متقارب بين مجموعتي البحث كما توزع مرضى المجموعتين بحسب الجنس بنسب متقاربة، ولم يكن الفرق مهماً إحصائياً، وكذلك لم يكن الفرق مهماً إحصائياً في دراسات المقارنة من حيث العمر والجنس.

كانت متوسطات قياسات الجسم (الطول والوزن ومشعر كتلة الجسم) متقاربة بين مجموعتي البحث، والفرق لم يكن مهماً إحصائياً.

كانت نسبة انتشار عوامل الخطر القلبية المدروسة (البدانة، التدخين، ارتفاع التوتر الشرياني، الداء السكري، اضطراب شحوم الدم، القصة العائلية لداء وعائي إكليلي، سوابق متلازمة إكليلية حادة) متقاربة بين مجموعتي البحث، ولم يكن الفرق مهماً إحصائياً، وهذا يشير لكون عينة البحث من المرضى

مرتفعي الخطورة مما أدى لوجود استطباب لإجراء قثطرة قلبية. أيضاً في دراسات المقارنة كانت نسبة انتشار عوامل الخطر القلبية متقاربة بين مجموعتي البحث والفرق غير مهم إحصائياً.

كانت متوسطات الفعالية الانقباضية للبطين الأيسر وضغط الدم الانقباضي والانبساطي ومعدل النبض ونتائج التحاليل المخبرية متقاربة بين مجموعتي البحث والفرق بينهما غير مهمٍ إحصائياً. وهذا كان مشابهاً لنتائج دراسات المقارنة.

كانت نسبة وجود تضيقاً هاماً أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، لكن لم يكن الفرق بين المجموعتين مهماً إحصائياً. وكذلك كانت نتائج دراسات المقارنة مشابهة لكن فقط في دراسة واحدة [84] كان الفرق مهماً إحصائياً.

كانت نسبة إصابة الشرايين الإكليلية المختلفة متقاربة بين المجموعتين والفرق لم يكن مهماً إحصائياً، وهذا كان مشابهاً لنتائج دراسات المقارنة، لكن في دراستين [65,66] كان الفرق بنسبة إصابة الجذع الإكليلي الأيمن مهماً إحصائياً.

كانت نسبة وجود تضيقاً هاماً في شريان إكليل واحد أكبر في مجموعة الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط، بينما نسبة وجود تضيقاً هاماً في شريانين أو ثلاثة أو LM أكبر في مجموعة المرضى الذين حدث لديهم تزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، ولم يكن الفرق بين المجموعتين مهماً إحصائياً، وهذا كان مشابهاً لنتائج دراسات المقارنة، لكن في دراستين [66, 84] كان الفرق مهماً إحصائياً، وبالتالي يوجد اختلاف بين الدراسات حول الأهمية الإحصائية لهذه العلاقة.

بالنتيجة لم يكن هناك اختلاف هام بين مجموعتي البحث وبالتالي أهمية تزحل ST في مرحلة العودة للراحة فقط مشابهة لأهمية تزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة).

بدراسة القدرة التنبؤية لتزحل ST في مراحل اختبار الإجهاد على التنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريان إكليلي واحد على الأقل وجدنا أن أعلى حساسية كانت لتزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة) تليها حساسية تزحل ST في مرحلة الإجهاد مع مرحلة العودة إلى الراحة، في حين كانت الحساسية منخفضة جداً لتزحل ST في مرحلة الإجهاد فقط أو في مرحلة العودة إلى الراحة فقط. وهذا كان مشابهاً لنتائج أغلب دراسات المقارنة.

من ناحيةٍ أخرى كانت أعلى نوعية لتزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط، وهذا أيضاً كان مشابهاً لنتائج أغلب دراسات المقارنة وهذا يشير لأهميتها التشخيصية في هذه الدراسات.

كانت القيمة التنبؤية الإيجابية والسلبية أكبر لتزحل ST في مرحلة الإجهاد مع مرحلة العودة إلى الراحة وكانتا قريبتين للقيمة التنبؤية الإيجابية والسلبية لزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة) وكذلك في مرحلة العودة إلى الراحة فقط، وفي ثلاث من دراسات المقارنة [63,65,66] كانت القيمة التنبؤية الإيجابية والسلبية لتزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة) أكبر قليلاً من مرحلة العودة إلى الراحة فقط، وفي دراسة Lachterman [64] كانت أعلى قيمة تنبؤية إيجابية لتزحل ST في مرحلة الإجهاد فقط تليها القيمة التنبؤية الإيجابية لتزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة) والتي كانت قريبة من القيمة التنبؤية الإيجابية لتزحل ST في مرحلة الإجهاد أو الراحة فقط وفي مرحلتي الإجهاد مع العودة إلى الراحة معاً، وفي دراسة Katheria [84] كانت القيمة التنبؤية الإيجابية والسلبية أكبر لتزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط.

بدراسة القدرة التنبؤية لتزحل ST في مراحل اختبار الإجهاد على التنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريانين إكليليين على الأقل وجدنا أن أعلى حساسية كانت لتزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة) تليها حساسية تزحل ST في مرحلة الإجهاد مع مرحلة العودة إلى الراحة، وكانت

الحساسية منخفضة جداً لتزحل ST في مرحلة الإجهاد فقط أو في مرحلة العودة إلى الراحة فقط. وهذا كان مشابهاً لنتائج أغلب دراسات المقارنة.

كانت أكبر نوعية للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريانين إكليليين لتزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط، في حين كانت النوعية منخفضة لتزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، وقد توافقت نتائج ثلاث دراسات مع هذه النتيجة [63,65,66]، وفي دراسة Katheria [84] كانت أكبر نوعية لتزحل ST في مرحلة الإجهاد فقط والتي كانت قريبة لتزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط.

كانت أعلى حساسية لتزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة) للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في ثلاثة شرايين أو LM، تليها حساسية تزحل ST في مرحلتي الجهد مع العودة إلى الراحة، في حين كانت أكبر نوعية لتزحل ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط، وهذا كان مشابها لنتائج دراسات المقارنة.

إن تزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريان أو شريانين أو ثلاثة شرايين يتمتع بنوعية عالية، بينما كانت حساسيته أقل من تزحل ST في مرحلة الإجهاد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، وكانت نوعية تزحل ST في مرحلتي الجهد والعودة إلى الراحة معاً أكبر من نوعية تزحل ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة)، بينما كانت الحساسية أصغر.

بالنتيجة يمكن القول أن تزحل القطعة ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة) يتمتع بأعلى دقة (Accuracy) للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريان إكليلي واحد على الأقل (65.8%)، لكن نوعية تزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط وعلى الرغم من انخفاض حساسيتها (12.1%) فقد كانت نوعيتها مرتفعة جداً (85.9%)، وإن وجودها بشكل منعزل يشير لخطر وجود

تضيقاً إكليلياً هاماً بنسبة وصلت إلى 66.7% والتي كانت قريبة من النسبة عند وجود تزحل القطعة ST في مرحلة الجهد (± مرحلة العودة إلى الراحة) (70.5%)، بالإضافة إلى أن دقتها كانت أكبر للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في شريانين أو أكثر (54.6%) وكذلك للتنبؤ بوجود إصابة في ثلاثة شرايين (74.2%)، وبالتالي فإن الأهمية التشخيصية لتزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط مقاربة لأهمية تزحل القطعة ST في مرحلة الإجهاد للتنبؤ بوجود إصابة إكليلية هامة وامتدادها.

4-3- موجز:

بنتيجة الدراسة الحالية والدراسات المشابهة وجدنا أن الأهمية التشخيصية لتزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة مقاربة لأهمية تزحل القطعة ST في مرحلة الإجهاد لكن حساسيتها أصغر في حين أن نوعيتها أكبر.

.

الجزء الثالث: الخلاصة Conclusion

1-1- تمهيد:

إن اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي من الوسائل التشخيصية المستخدمة بشكل واسع لتقييم الخطورة القلبية، وإن تحليل نتائجه وعلاقتها مع وجود تضيقاً إكليلياً هاماً وامتداده مازالت قيد الدراسة بشكل مستمر لزيادة قدرته التشخيصية، وفي هذا البحث تمت دراسة الأهمية التشخيصية لتزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة ومقارنتها مع تزحل القطعة ST في مرحلة الإجهاد والتي كان التركيز عليها بشكل أساسي في غالبية الدراسات، وقد خلصت للاستنتاجات الآتية:

1-2- الاستنتاجات:

- مجموعة المرضى الذين لديهم تزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط مشابهة لمجموعة المرضى الذين لديهم تزحل القطعة ST في مرحلة الإجهاد من حيث المتغيرات السكانية وعوامل الخطر، ولم يكن الفرق بينهما مهماً إحصائياً.
- نسبة وجود تضيقاً هاماً في الشرايين الإكليلية في مجموعة المرضى الذين لديهم تزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة فقط (66.7%) مقارب للنسبة في مجموعة المرضى الذين حيث تزحل القطعة ST في مرحلة الإجهاد (70.5%)، وكذلك كان توزع المرضى في المجموعتين بحسب عدد الشرايين الإكليلية المصابة متقارب والفرق هير مهمٍ إحصائياً.
- للتنبؤ بوجود تضيقاً هاماً في الشرايين الإكليلية كانت أعلى حساسية لتزحل القطعة ST في مرحلة الجهد (± في مرحلة العودة إلى الراحة) تليها حساسية تزحل القطعة ST في مرحلتي الجهد والعودة إلى الراحة معاً، بينما كانت أعلى نوعية لتزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى

الراحة فقط تليها نوعية تزحل ST في مرحلة الإجهاد فقط، وكانت أعلى قيمة تنبؤية إيجابية وسلبية لتزحل القطعة ST في مرحلتي الجهد والعودة إلى الراحة معاً تليهما القيمة التنبؤية الإيجابية والسلبية لتزحل القطعة ST في مرحلة الجهد (± في مرحلة العودة إلى الراحة).

- ❖ إن وجود تزحل القطعة ST في مرحلة العودة إلى الراحة عندما تشارك مع تزحل القطعة ST في مرحلة الجهد زاد من النوعية والقيمة التنبؤية الإيجابية والسلبية مع انخفاض في الحساسية والتي بقيت جيدة (>70%).

1-3- صعوبات البحث:

- ❖ اقتصرت الدراسة على المرضى المجرَى لهم قثطرة قلبية، وبالتالي فإن الخطورة القلبية لديهم مرتفعة مما قد يزيد من نسبة وجود تضيقاً هاماً في الشرايين الإكليلية.
- ❖ كان هنالك صعوبة في إجراء قثطرة قلبية لبعض المرضى في مشفى المواساة الجامعي بدمشق ومشفى الأسد الجامعي بدمشق بسبب تعطل بعض أجهزة القثطرة القلبية.
- ❖ جميع المرضى كان لديهم تزحل في القطعة ST إما في مرحلة الإجهاد أو في مرحلة العودة إلى الراحة أو في كلتيهما، ولم يكن اختبار الإجهاد سلبياً لدى أي مريض.

1-4- التوصيات:

بناءاً على نتائج الدراسة الحالية والدراسات المشابهة فإننا نقترح الآتي:

- ❖ عند إجراء اختبار الإجهاد بتخطيط القلب الكهربائي يجب الاهتمام بحدوث تزحل في القطعة ST في مرحلة الراحة وعدم الاكتفاء بمراقبة تزحلها في مرحلة الإجهاد لأنه على الرغم من ارتفاع حساسية تزحل القطعة ST في مرحلة الإجهاد فإن تزحلها في مرحلة العودة إلى الراحة يزيد من النوعية والقيمة التنبؤية الإيجابية.

❖ نقترح إجراء دراسات مشابهة تشمل مرضى لديهم نتيجة اختبار الإجهاد سلبية مع فترة متابعة (في حال عدم خضوعهم لقثطرة قلبية) لتوثيق نتائج الدراسة الحالية والحصول على نتائج أكثر شمولية.

References المراجع

1. Pahwa, R., Jialal, I. (2020). **Atherosclerosis.** In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507799/.

2. Dichgans, M., Pulit, S..L., Rosand, J. (2019). **Stroke genetics: discovery, biology, and clinical applications.** Lancet Neurol. 2019 Jun;18(6):587-599. https://doi.org/10.1016/s1474-4422(19)30043-2.

3. Mohd Nor, N.S., Al-Khateeb, A.M., Chua, Y.A., Mohd Kasim, N.A., Mohd Nawawi, H. (2019). **Heterozygous familial hypercholesterolaemia in a pair of identical twins: a case report and updated review.** BMC Pediatr. 2019 Apr 11;19(1):106. https://doi.org/10.1186/s12887-019-1474-y.

4. Paul, S., Lancaster, G.I., Meikle, P.J. (2019). **Plasmalogens: A potential therapeutic target for neurodegenerative and cardiometabolic disease.** Prog. Lipid Res. 2019 Apr;74:186-195. https://doi.org/10.1016/j.plipres.2019.04.003.

5. Reiss, A.B., Grossfeld, D., Kasselman, L.J., Renna, H.A., Vernice, N.A., Drewes, W. et al. (2019). **Adenosine and the Cardiovascular System.** Am J Cardiovasc Drugs. 2019 Oct;19(5):449-464. https://doi.org/10.1007/s40256-019-00345-5.

6. Shafi, S., Ansari, H.R., Bahtham, W., Aouabdi, S. (2019). **The Impact of Natural Antioxidants on the Regenerative Potential of Vascular Cells.** Front Cardiovasc Med. 2019;6:28. https://dx.doi.org/10.3389%2Ffcvm.2019.00028.

7. Doodnauth, S.A., Grinstein, S., Maxson, M.E. (2019). **Constitutive and stimulated macropinocytosis in macrophages: roles in immunity and in the pathogenesis of atherosclerosis.** Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci. 2019 Feb 04;374(1765):20180147. https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0147.

8. Ala-Korpela, M. (2019). **The culprit is the carrier, not the loads: cholesterol, triglycerides and apolipoprotein B in atherosclerosis and coronary heart disease.** Int J Epidemiol. 2019 Oct 01;48(5):1389-1392. https://doi.org/10.1093/ije/dyz068.

9. Watson, M., Dardari, Z., Kianoush, S., Hall, M.E., DeFilippis, A.P., Keith, R.J. et al. (2019). **Relation Between Cigarette Smoking and Heart Failure (from the Multiethnic Study of Atherosclerosis).** Am. J. Cardiol. 2019 Jun 15;123(12):1972-1977. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2019.03.015.

10. Whelton, S.P., Deal, J.A., Zikusoka, M., Jacobson, L.P., Sarkar , S., Palella, F.J. et al. (2019). **Associations between lipids and subclinical coronary atherosclerosis.** AIDS. 2019 May 01;33(6):1053-1061. https://dx.doi.org/10.1097%2FQAD.0000000000002151.

11. Carmona, F.D., López-Mejías, R., Márquez, A., Martín, J., González-Gay, M.A. (2019). **Genetic Basis of Vasculitides with Neurologic Involvement.** Neurol Clin. 2019 May;37(2):219-234. https://doi.org/10.1016/j.ncl.2019.01.006.

12. Lusis, A.J. et al. (2004). **Genetics of atherosclerosis.** Annu Rev Genomics Hum Genet. 2004;5:189-218. https://doi.org/10.1146/annurev.genom.5.061903.175930.

13. Perez-Martinez, P., Katsiki, N,. Mikhailidis, D.P. (2020). **The Role of n-3 Fatty Acids in Cardiovascular Disease: Back to the Future.** Angiology. 2020 Jan;71(1):10-16. https://doi.org/10.1177%2F0003319719842005.

14. Spannella, F., Giulietti, F., Di Pentima, C., Sarzani, R. (2019). **Prevalence and Control of Dyslipidemia in Patients Referred for High Blood Pressure: The Disregarded "Double-Trouble" Lipid Profile in Overweight/Obese.** Adv Ther. 2019 Jun;36(6):1426-1437. https://doi.org/10.1007/s12325-019-00941-6.

15. Esper, R.J., Nordaby, R.A. (2019). **Cardiovascular events, diabetes and guidelines: the virtue of simplicity.** Cardiovasc Diabetol. 2019 Mar 28;18(1):42. https://doi.org/10.1186/s12933-019-0844-y.

16. Arnett, D.K., Blumenthal, R.S., Albert, M.A., Buroker, A.B., Goldberger, Z.D., Hahn, E.J. et al. (2019). **2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines.** Circulation. 2019 Sep 10;140(11):e596-e646. https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000678.

17. Reeder, G.S., Kennedy, H.L., Cannon, C.P., Hoekstra, J., Jaffe, A.S., Saperia, G.M. (2016). UpToDate.com. **Criteria for the diagnosis of acute myocardial infarction**. https://www.inem.pt/wp-content/uploads/2018/04/Criteria-for-the-diagnosis-of-acute-myocardial-infarction.pdf.

18. Gibson, C.M., Morrow, D.A., Jaffe, A.S., Saperia, G.M. (2022). Uptodate.com. **Elevated cardiac troponin concentration in the absence of an acute coronary syndrome.** https://www.uptodate.com/contents/elevated-cardiac-troponin-concentration-in-the-absence-of-an-acute-coronary-syndrome?search=Elevated%20cardiac%20troponin%20concentration%20in%20the%20absence%20of%20an%20acute%20coronary%20syndrome&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1.

19. 2007 Writing Committee Members, Anderson, J.L., Adams, C.D., Antman, E.M. et al. (2013). **2012 ACCF/AHA focused update incorporated into the ACCF/AHA 2007 guidelines for the management of patients with unstable angina/non-ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines.** Circulation. 2013;127(23):e663-e828. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.01.014.

20. Simons, M., Breall, J.A., Cannon, C.P. et al. (2023). UpToDate.com. **Overview of the acute management of non-ST-elevation acute coronary syndromes.** https://www.uptodate.com/contents/overview-of-the-acute-management-of-non-st-elevation-acute-coronary-syndromes.

21. Davis, T.M., Coleman, R.L., Holman, R.R. (2013). **Prognostic significance of silent myocardial infarction in newly diagnosed type 2 diabetes mellitus: United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS) 79.** Circulation. 2013;127(9) :980-987. https://doi.org/10.1161/circulationaha.112.000908.

22. Lee, T.H., Goldman, L. (2000). **Evaluation of the patient with acute chest pain.** New England Journal of Medicine. 2000;342(16):1187-1195. https://doi.org/10.1056/nejm200004203421607.

23. Simons, M., Breall, J.A., Hoekstra, J. et al. (2019). UpToDate.com **Overview of the acute management of non-ST elevation acute**

coronary syndromes. https://www.uptodate.com/contents/overview-of-the-acute-management-of-non-st-elevation-acute-coronary-syndromes.

24. Green, C. E. (1995). **Normal Coronary Anatomy and Variations.** Coronary Cinematography. 1995; 19-27. https://www.appliedradiology.com/articles/normal-coronary-anatomy-and-anatomic-variations.

25. Mitchell, A.R.J. et al. (2019). **Cardiac Catheterization and Coronary Intervention,** 2nd Edition. Copyright 2019 Oxford University Press > Table of Contents > Chapter 3 - Cardiac Catheterization. https://global.oup.com/academic/product/cardiac-catheterization-and-coronary-intervention-9780198705642?cc=us&lang=en&.

26. Mitchell, A.R.J. et al. (2019). **Cardiac Catheterization and Coronary Intervention,** 2nd Edition. Copyright 2019 Oxford University Press > Table of Contents > Chapter 5 - Coronary Angiography. https://global.oup.com/academic/product/cardiac-catheterization-and-coronary-intervention-9780198705642?cc=us&lang=en&.

27. **ACC/AHA Guidelines for Coronary Angiography**. (1999). J Am Coll Cardiol 1999;33(6):1756-1824. https://doi.org/10.1161/01.CIR.99.17.2345.

28. Mitchell, A.R.J. et al. (2019). **Cardiac Catheterization and Coronary Intervention,** 2nd Edition. Copyright 2019 Oxford University Press > Table of Contents > Chapter 1 - Introduction. https://global.oup.com/academic/product/cardiac-catheterization-and-coronary-intervention-9780198705642?cc=us&lang=en&.

29. Chareonthaitawee, P., Askew, J.W., Pellikka, P.A. (2020). UpToDate.com **Exercise ECG testing: Performing the test and interpreting the ECG results.** https://www.uptodate.com/contents/exercise-ecg-testing-performing-the-test-and-interpreting-the-ecg-results.

30. Fihn, S.D., Gardin, J.M., Abrams, J. et al. (2012). **2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS Guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for**

Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. J Am Coll Cardiol. 2012;60:e44. https://doi.org/10.1161/cir.0b013e3182776f83.

31. Myers, J., Arena, R., Franklin, B. et al. (2009). **Recommendations for clinical exercise laboratories: a scientific statement from the american heart association.** Circulation. 2009;=119:3144. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192520.

32. Gibbons, R.J., Balady, G,J., Bricker, J.T. et al. (2022). **ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines).** Circulation. 2002;106:1883. https://doi.org/10.1016/s0735-1097(02)02164-2.

33. Fletcher, G.F., Ades, P.A., Kligfield, P. et al. (2013). **Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association.** Circulation. 2013;128:873. https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44.

34. Hlatky, M.A., Pryor, D.B., Harrell, F.E. Jr, et al. (1984). **Factors affecting sensitivity and specificity of exercise electrocardiography.** Multivariable analysis. Am J Med. 1984;77:64. https://doi.org/10.1016/0002-9343(84)90437-6.

35. Bruce, R.A., Kusumi, F., Hosmer, D. (1973). **Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease.** Am Heart J. 1973;85:546. https://doi.org/10.1016/0002-8703(73)90502-4.

36. Naughton, J., Sevellus, G. et al. (1963). **Physiologic responses of normal and pathologic subjects to a modified work capacity test.** J Sports Med. 1963;31:201. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14099069/.

37. Herbert, W.G., Dubach, P., Lehmann, K.G. (1991). **Froelicher VF. Effect of beta-blockade on the interpretation of the exercise ECG: ST level versus delta ST/HR index.** Am Heart J. 1991;122:993. https://doi.org/10.1016/0002-8703(91)90463-r.

38. Gauri, A.J., Raxwal, V.K., Roux. L. et al. (2001). **Effects of chronotropic incompetence and beta-blocker use on the exercise treadmill test in men.** Am Heart J 2001;142:136. https://doi.org/10.1067/mhj.2001.115788.

39. Gerstenblith, G., Lakatta, E.G., Weisfeldt, M.L. (1976). **Age changes in myocardial function and exercise response.** Prog Cardiovasc Dis. 1976;19:1. https://doi.org/10.1016/0033-0620(76)90005-0.

40. Tanaka, H., Monahan, K.D., Seals, D.R. (2001). **Age-predicted maximal heart rate revisited.** J Am Coll Cardiol. 2001;37:153. https://doi.org/10.1016/s0735-1097(00)01054-8.

41. Gulati, M., Shaw, L.J., Thisted, R.A. et al. (2010). **Heart rate response to exercise stress testing in asymptomatic women: the st. James women take heart project.** Circulation. 2010;122:130. https://doi.org/10.1161/circulationaha.110.939249.

42. Ahmed, H.M., Al-Mallah, M.H., Keteyian, S.J. et al. (2017). **Sex-Specific Maximum Predicted He.art Rate and Its Prognosis for Mortality and Myocardial Infarction.** Med Sci Sports Exerc. 2017;49:1704. https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001285.

43. Gamble, P., McManus, H., Jensen, D. et al. (1984). **A comparison of the standard 12-lead electrocardiogram to exercise electrode placements.** Chest. 1984;85:616. https://doi.org/10.1378/chest.85.5.616.

44. Frolkis, J.P., Pothier, C.E., Blackstone, E.H. et al. (2003). **Frequent ventricular ectopy after exercise as a predictor of death.** N Engl J Med. 2003;348:781. https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa022353.

45. Fletcher, G.F., Balady, G.J., Amsterdam, E.A. et al. (2001). **Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association.** Circulation. 2001;104:1694. https://doi.org/10.1161/hc3901.095960.

46. Lachterman, B., Lehmann, K.G., Abrahamson, D. et al. (1990). **"Recovery only" ST-segment depression and the predictive accuracy of the exercise test.** Ann Intern Med 1990; 112:11-16. https://doi.org/10.7326/0003-4819-112-1-11.

47. Rywik, T.M., Zink, R.C., Gittings, N.S. et al. (1998). **Independent prognostic significance of ischemic ST-segment response limited to recovery from treadmill exercise in asymptomatic subjects.** Circulation. 1998;97:2117. https://doi.org/10.1161/01.cir.97.21.2117.

48. Vincent, G.M., Abildskov, J.A., Burgess, M.J. (1977). **Mechanisms of ischemic ST-segment displacement. Evaluation by direct current recordings.** Circulation. 1977;56:559. https://doi.org/10.1161/01.CIR.56.4.559.

49. Holland, R.P., Brooks, H. (1975). **Precordial and epicardial surface potentials during Myocardial ischemia in the pig. A theoretical and experimental analysis of the TQ and ST segments.** Circ Res. 1975;37:471. https://doi.org/10.1161/01.res.37.4.471.

50. Gianrossi, R., Detrano, R., Mulvihill, D. et al. (1989). **Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease.** A meta-analysis. Circulation. 1989;80:87. https://doi.org/10.1161/01.cir.80.1.87.

51. Miranda, C.P., Liu, J., Kadar, A. et al. (1992). **Usefulness of exercise-induced ST-segment depression in the inferior leads during exercise testing as a marker for coronary artery disease.** Am J Cardiol. 1992; 69:303. https://doi.org/10.1016/0002-9149(92)90224-m.

52. Mark, D.B., Hlatky, M.A., Lee, K.L. et al. (1987). **Localizing coronary artery obstructions with the exercise treadmill test.** Ann Intern Med. 1987;106:53. https://doi.org/10.7326/0003-4819-106-1-53.

53. Tavel, M.E.,, Shaar, C.. **Relation between the electrocardiographic stress test and degree and location of myocardial ischemia.** Am J Cardiol. 1999;84:119. https://doi.org/10.1016/s0002-9149(99)00219-2.

54. Rijneke, R.D., Ascoop, C.A., Talmon, J.L. (1980). **Clinical significance of upsloping ST segments in exercise electrocardiography.** Circulation. 1980;61:671. https://doi.org/10.1161/01.CIR.61.4.671.

55. Stuart, R,J., Ellestad, M.H. (1976). **Upsloping S-T segments in exercise stress testing. Six year follow-up study of 438 patients and correlation with 248 angiograms.** Am J Cardiol. 1976;37:19. https://doi.org/10.1016/0002-9149(76)90493-8.

56. Rywik, T.M., O'Connor, F.C., Gittings, N.S. et al. (2002). **Role of nondiagnostic exercise-induced ST-segment abnormalities in predicting future coronary events in asymptomatic volunteers.** Circulation. 2002;106:2787. https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000039329.47437.3B.

57. Stiles, G.L., Rosati, R.A., Wallace, A.G. (1980). **Clinical relevance of exercise-induced S-T segment elevation.** Am J Cardiol. 1980;46:931. https://doi.org/10.1016/0002-9149(80)90347-1.

58. Nakano, A., Lee, J.D., Shimizu, H. et al. (1999). **Reciprocal ST-segment depression associated with exercise-induced ST-segment elevation indicates residual viability after myocardial infarction.** J Am Coll Cardiol. 1999;33:620. https://doi.org/10.1016/s0735-1097(99)00028-5.

59. Lahiri, A., Subramanian, B., Millar-Craigm, M. et al. (1980). **Exercise-induced S-T segment elevation in variant angina.** Am J Cardiol. 1980;45:887. https://doi.org/10.1016/0002-9149(80)90136-8.

60. Matsuda, Y., Ozaki, M., Ogawa, H. et al. (1983). **Coronary arteriography and left ventriculography during spontaneous and exercise-induced ST segment elevation in patients with variant angina.** Am Heart J. 1983;106:509. https://doi.org/10.1016/0002-8703(83)90694-4.

61. Uthamalingam, S., Zheng, H., Leavitt, M. et al. (2011). **Exercise-induced ST-segment elevation in ECG lead aVR is a useful indicator of significant left main or ostial LAD coronary artery stenosis.** JACC Cardiovasc Imaging. 2011;4:176. https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2010.11.014.

62. Bunch, T.J., Chandrasekaran, K., Gersh, B.J. et al. (2004). **The prognostic significance of exercise-induced atrial arrhythmias.** J Am Coll Cardiol. 2004;43:1236. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.10.054.

63. Narayanapillai, J., Madhavan, S., Rajendran, D. et al. (2021). **'Recovery only' vs. 'during exercise' ST segment depression in exercise stress test - clinical & angiographic correlation.** J Indian Coll Cardiol. 2021;5(4):305-309. https://doi.org/10.1016/j.jicc.2015.07.003.

64. Lachterman, B., Lehmann, K.G., Abrahamson, D. et al. (2020). **'Recovery only' ST-segment depression and the predictive accuracy of the**

exercise test. Ann Intern Med. 2020;112:11-16. https://doi.org/10.7326/0003-4819-112-1-11.

65. Rashid, M.A., Mallick, N.H., Alam, S.A. et al. (2019). **Usefulness of ST segment depression limited to the recovery phase of exercise stress test.** J Coll Physicians Surg Pak. 2019;19:3-6. https://www.jcpsp.pk/archive/2009/Jan2009/02.pdf.

66. Lanza, G.A., Mustilli, M., Sestito, A. et al. (2018). **Diagnostic and prognostic value of ST segment depression limited to the recovery phase of exercise stress test.** Heart. 2018;90:1417-1421. https://doi.org/10.1136/hrt.2003.031260.

67. Gianrossi, R., Detrano, R., Mulvihill, D, et al. (2019). **Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease: a meta-analysis.** Circulation. 2019;80:87-98. https://doi.org/10.1161/01.cir.80.1.87.

68. Weiner, D.A., Ryan, T.J., McCabe, C.H. et al. (2018). **Prognostic importance of a clinical profile and exercise test in medically treated patients with coronary artery disease.** J Am Coll Cardiol. 20148;3:772-779. https://doi.org/10.1016/s0735-1097(84)80254-5.

69. Mark, D.B., Hlatky, M.A., Harrell, F.E. et al. (2020). **Exercise treadmill score for predicting prognosis in coronary artery disease.** Ann Intern Med. 2020;106:793-800. https://doi.org/10.7326/0003-4819-106-6-793.

70. Morrow, K., Morris, C.K., Froelicher, V.F. et al. (2018). **Prediction of cardiovascular death in men undergoing noninvasive evaluation for coronary artery disease.** Ann Intern Med. 2018;118:689-695. https://doi.org/10.7326/0003-4819-118-9-199305010-00005.

71. Soto, J.R., Watson, D.D., Beller, G.A. et al. (2019). **Incidence and significance of ischemic ST-segment depression occurring solely during recovery after exercise testing.** Am J Cardiol. 2019;88:670-672. https://doi.org/10.1016/s0002-9149(01)01812-4.

72. Karnegis, J.N., Matts, J., Tuna, N. et al. (2020). **Comparison of exercisepositive with recovery-positive treadmill graded exercise tests.** Am J Cardiol. 2020;60:544-554. https://doi.org/10.1016/0002-9149(87)90302-x.

73. Savage, M.P., Squires, L.S, Hopkins, J.T. et al. (2018). **Usefulness of ST segment depression as a sign of coronary artery disease when confined to the post exercise recovery period.** Am J Cardiol. 2018;60:1405-1406. https://doi.org/10.1016/0002-9149(87)90632-1.

74. Hongbo, Y., Zheyong, H., Yi, L. et al. (2019). **Limited value of recovery phase-limited ST segment depression of treadmill exercise test.** Chin Med J. 2019;127(4):742-746. http://dx.doi.org/10.3760/cma.j.issn.0366-6999.20130948.

75. Chareonthaitawee, P., Askew, W., Kaski, J.C. et al. (2023). **Exercise ECG testing: Performing the test and interpreting the ECG results.** Official reprint from UpToDate: This topic last updated: Jan 16, 2020. Topic 1494 Version 24.0. https://www.uptodate.com/contents/exercise-ecg-testing-performing-the-test-and-interpreting-the-ecg-results.

76. Elflein, J. (2019). **Estimated number diabetics worldwide.** https://www.statista.com/statistics/271464/percentage-of-diabetics-worldwide.

77. Mcculloch D.K., Nathan, D.M. e al. (2022). UpToDate.com. **Classification of diabetes mellitus and genetic diabetic syndromes.** https://www.uptodate.com/contents/classification-of-diabetes-mellitus-and-genetic-diabetic-syndromes.

78. Centers for Disease Control and Prevention: National Center for Health Statistics, National Health Interview Survey, **Adult Tobacco Use Information:** Glossary: Current smoker. last reviewed: August 29, 2018. https://www.cdc.gov/nchs/nhis/tobacco/tobacco_glossary.htm.

79. Whelton, P.K., Carey, R.M. et al. (2017). **2017 ACC/ AHA/ AAPA/ ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines.** Hypertension. 2017;71:e13-e115. https://doi.org/10.1161/HYP.0000000000000065.

80. Berg, A.O., Baird, M.A., Botkin, J.R. et al. (2018). **National Institutes of Health State-of-the-Science Conference Statement: Family History and Improving Health.** Ann Intern Med. 2018;151:872. https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-12-201812150-00165.

81. Genuth, S., Alberti, K.G., Bennett, P. et al. (2020). **Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus.** DiabetesCare. 2020;26:3160-3167. https://doi.org/10.2337/diacare.26.11.3160.

82. Jellinger, P.S., Handelsman, Y., Rosenblit, P.D. et al. (2017). **American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology guidelines for management of dyslipidemia and prevention of cardiovascular disease.** Endocrine Practice. 2017;23, 1-87. https://doi.org/10.4158/ep171764.appgl.

83. Gersh, B.J. et al. (2022). UpToDate.com. **Prevalence of and risk factors for coronary heart disease in patients with diabetes mellitus.** https://www.uptodate.com/contents/prevalence-of-and-risk-factors-for-coronary-heart-disease-in-patients-with-diabetes-mellitus/print.

84. Katheria, R., Setty, S.K., Arun, B.S. et al. (2021). **Significance of 'recovery ST-segment depression' in exercise stress test.** Indian heart journal. 2021;73(6):693-696. https://doi.org/10.1016/j.ihj.2021.10.001.

85. Myers, J., Prakash, M., Froelicher, V. et al. (2002). **Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing.** The New England journal of medicine. 2002;346(11):793-801. https://doi.org/10.1056/NEJMoa011858.

86. Prakash, M., Myers, J., Froelicher, V.F. et al. (2001). **Clinical and exercise test predictors of all-cause mortality: results from > 6,000 consecutive referred male patients.** Chest. 2001;120(3):1003-1013. https://doi.org/10.1378/chest.120.3.1003.

87. Tavel, M.E., Shaar, C. (1999). **Relation between the electrocardiographic stress test and degree and location of myocardial ischemia.** The American journal of cardiology. 1999;84(2):119-124. https://doi.org/10.1016/s0002-9149(99)00219-2.

88. Mark, D.B., Hlatky, M.A., Harrell, F.E. et al. (1987). **Exercise treadmill score for predicting prognosis in coronary artery disease.** Annals of internal medicine. 1987;106(6):793-800. https://doi.org/10.7326/0003-4819-106-6-793.

89. Simoons M. L. (1977). **Optimal measurements for detection of coronary artery disease by exercise electrocardiography.** Computers and biomedical research, an international journal. 1977;10(5):483-499. https://doi.org/10.1016/0010-4809(77)90023-4.

90. Kligfield, P., Ameisen, O., Okin, P.M. (1989). **Heart rate adjustment of ST segment depression for improved detection of coronary artery disease.** Circulation. 1989;79(2):245-255. https://doi.org/10.1161/01.cir.79.2.245.

91. Rautaharju, P.M., Prineas, R.J., Eifler, W.J. et al. (1986**). Prognostic value of exercise electrocardiogram in men at high risk of future coronary heart disease: Multiple Risk Factor Intervention Trial experience.** Journal of the American College of Cardiology. 1986;8(1):1-10. https://doi.org/10.1016/s0735-1097(86)80084-5.

92. Dimsdale, J.E., Hartley, L.H., Guiney, T. et al. (1984). **Postexercise peril. Plasma catecholamines and exercise.** JAMA. 1984;251(5):630-632. https://doi.org/10.1001/jama.251.5.630.

Abstract

Background:

ST-segment depression in the stress period is one of the most important findings during the Exercise Stress Testing (EST) for the diagnosis of obstructive CAD, but ST-segment depression in recovery period has not been sufficiently studied its diagnostic significance.

Objective:

The research aims to compare the diagnostic significance of ST-segment depression in the recovery period only with the diagnostic significance of ST-segment depression in the stress period in exercise stress testing (EST) to detecting the presence and extension of significant coronary artery disease.

Materials and methods:

Study design: **A Prospective Cross-Sectional Study**, included cardiology clinic patients with suspected coronary artery disease who would undergo diagnostic cardiac catheterization at Damascus University Hospitals (Al-Mowasat University Hospital, Al-Assad University Hospital) within a week of Exercise Stress Testing, in the period between 15/June/2022 to 15/June/2023.

Results:

The research included 260 patients (mean age 52.9±7.3 years, 72.7% male) and 70% had significant stenosis in at least one coronary artery. They were divided into two groups: The first group included patients with ST-segment depression in the stress period (± recovery period) (227 patients, 87.3%); The second group included patients with ST-segment depression in recovery period only (33 patients, 12.7%).

The two groups were similar in terms of age, gender, and cardiac risk factors, the difference was not statistically significant.

In the first group, there was significant stenosis in one artery in 27.8%, in two arteries in 26%, and in three arteries or in LM in 16.7%. In the second group, there was significant stenosis in one artery in 30.3%, in two arteries in 24.2%, and in three arteries or in LM in 12.1%. The difference was not statistically significant.

For predicting significant stenosis in at least one coronary artery, ST-segment depression in recovery period only had the smallest sensitivity (12.1%) and greatest specificity (85.9%).

When ST-segment depression was present in the recovery period and stress period, the specificity and positive predictive value increased compared to ST-segment depression in the stress period (± recovery period).

Also, when significant stenosis was predicted in at least two or three arteries and/or the LM, the results were similar.

Conclusion:

The diagnostic significance of ST-segment depression in the recovery

period only is comparable to the diagnostic significance of ST-segment depression in the stress period for predicting the presence of significant stenosis in the coronary arteries and its extension.

Keywords: Exercise Stress Testing, Coronary artery disease, ST Segment Depression in Recovery Period.

Syrian Arab Republic
Ministry Of High Education
Damascus University
Faculty of Medicine
Internal Medicine Department
Cardiovascular Division

The Diagnostic Value of ST Segment Depression in Recovery Period in Stress Electrocardiogram Patients

A dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Specialized Higher Studies Certificate in Cardiovascular Diseases

by

Dr. Ahmad Eed Ibrahim Alabdullah

Supervisor

Prof. Dr. Muhammed Ali Al-Mubarak

2024