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

تقييم حساسية ونوعية الدوبلر القلبي والنسيجي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر

رسالة مقدمة لنيل شهادة الدراسات العليا في الأمراض الداخلية القلبية

إعداد طالب الدراسات العليا

د أحمد محمد المحمد الحسين

برئاسة:

أ.د أمين سليمان

بإشراف:

أ.د محمد المبارك

دمشق 2024م

لجنة الحكم وتوقيعات لجنة المناقشة

تصريح خطي

أنا طالب الدراسات العليا أحمد المحمد الحسين أصرح بأن البحث الموصوف في الأطروحة بعنوان (تقييم حساسية ونوعية الدوبلر القلبي والنسيجي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر) لا يوجد أي جزء منه أخذ بالكامل من عمل أخر أو أنجز للحصول على شهادة أخرى في هذه الجامعة أو جامعة أخرى أو أي معهد تعليمي وأنّ كافة الأعمال والنتائج المذكورة هي نتيجة مجهود شخصي وبتوجيه من الأستاذ المشرف، وأنّ أية معلومات أو نتائج ذكرت قد نسبت إلى مصادرها ومؤلفيها في النص وفي قائمة المراجع.

شكر وتقدير

أخص بالشكر الجزيل والعرفان لكل من أشعل شمعة في دروب عملنا وإلى من وقف على المنابر وأعطى حصيلة فكره لينير عقولنا فوجب علينا شكرهم ونحن نخطو خطواتنا الأولى في غمار الحياة ....

الشكر لأعضاء الهيئة التدريسية في قسم الباطنة وخاصة في قسم الباطنة القلبية

الشكر المخصوص للأستاذ الدكتور محمد المبارك الذي أشرف على هذا البحث.

والشكر للسادة الأساتذة أعضاء لجنة الحكم لتفضلهم بمناقشة هذا البحث.

الشكر للعاملين في الجهاز الطبي والكادر التمريضي والجهاز الفني والإداري في هيئة المشفى.

فهرس المحتويات

الفصل	الصفحة
الملخص	1
الجزء التمهيدي	2
الإطار النظري	5
المقدمة	5
لمحة تشريحية	5
الدورة القلبية	17
فيزيولوجيا قصور القلب	22
الأشكال السريرية لقصور القلب	23
التغيرات الديناميكية في قصور القلب	23
الآليات المعاوضة في قصور القلب	27
معايير الوظيفة الانبساطية للبطين الأيسر	30
الدوبلر النسيجي	38
الدراسة العملية	41
النتائج	43
المناقشة	57
الاستنتاجات	61
التوصيات	61
قائمة المراجع	62

فهرس الجداول

الجدول	الصفحة
جدول 1: التغيرات الحاصلة ضمن مرحلة التقلص الأسوي	19
جدول 2: التغيرات الحاصلة في مرحلة القذف الأقصى	20
جدول 3: التغيرات الحاصلة في مرحلة القذف المقلل	20
جدول 4: التغيرات الحاصلة في مرحلة الاسترخاء اللاتقاصري	21
جدول 5: التغيرات الحاصلة في مرحلة الامتلاء السريع	21
جدول 6: التغيرات الحاصلة في مرحلة الامتلاء المقلل	22
جدول 7: توزع أفراد العينة تبعاً لقيم الضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر LVEDP	43
جدول 8: القيم الإحصائية الوصفية لقيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر	45
جدول 9: القيم الإحصائية الوصفية لأعمار أفراد العينة	46
جدول 10: توزع أفراد العينة تبعاً للجنس	47
جدول 11: القيم الإحصائية الوصفية لقيم مشعر كتلة الجسم	48
جدول 12: ارتفاع التوتر الشرياني لدى أفراد العينة	49
جدول 13: الداء السكري لدى أفراد العينة	50
جدول 14: عادات التدخين لدى أفراد العينة	51
جدول 15: توزع إصابة الشرايين الإكليلية لدى أفراد العينة	53
جدول 16: الوظيفة الانقباضية لدى أفراد العينة	53
جدول 17: المقاييس القلبية الصدوية لدى أفراد العينة	55
جدول 18: دور الدوبلر القلبي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA	56

جدول 19: Velocity of Propagation (VP)	59

الجدول	الصفحة
جدول 20: maximum velocity of tricuspid regurgitation (TRmax)	59
جدول 21: Deceleration Time (DT)	60
جدول 22: E/EA	60
جدول 23: دور الدوبلر القلبي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA	63

فهرس المخططات البيانية

المخطط البياني	الصفحة
مخطط بياني 1: توزع أفراد العينة تبعاً لقيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر LVEDP وفق مخطط أعمدة	43
مخطط بياني 2: توزع أفراد العينة تبعاً لقيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر LVEDP وفق مخطط دائري	44
مخطط بياني 3: متوسطات قيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر وفق مخطط أعمدة	45
مخطط بياني 4: متوسطات الأعمار لدى مجموعتي الدراسة وفق مخطط أعمدة	46
مخطط بياني 5: توزع أفراد العينة تبعاً للجنس وفق مخطط أعمدة	47
مخطط بياني 6: متوسطات قيم BMI لدى مجموعتي الدراسة وفق مخطط أعمدة	48
مخطط بياني 7: ارتفاع التوتر الشرياني لدى أفراد العينة وفق مخطط أعمدة	49
مخطط بياني 8: الداء السكري لدى أفراد العينة وفق مخطط أعمدة	50
مخطط بياني 9: عادات التدخين لدى أفراد العينة وفق مخطط أعمدة	51
مخطط بياني 10: توزع إصابة الشرايين الإكليلية لدى أفراد العينة وفق مخطط أعمدة	52

مخطط بياني 11: الوظيفة الانقباضية لدى أفراد العينة وفق مخطط أعمدة 54

الملخص

خلفية البحث: إن استخدام تقنية الدوبلر القلبي والدوبلر النسيجي يقدم معلومات هامة حول وظيفة البطين الأيسر الانبساطية، وعليه تم إجراء هذه الدراسة لتقييم فعالية هذه التقنيات غير الغازية في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بالمقارنة مع القثطرة القلبية.

هدف البحث: تقييم حساسية ونوعية الدوبلر القلبي والنسيجي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة نسبة E/EA .

المواد والطرائق: شملت هذه الدراسة 82 مريضاً من المراجعين لإجراء قثطرة قلبية حيث سيتم قياس ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر في سياق القثطرة القلبية، كما سيتم إجراء إيكو قلبي للمرضى بتقنية الدوبلر القلبي والنسيجي وحساب مجموعة من المقاييس القلبية الصدوية واستخدام البرنامج إحصائي (SPSS) لتحري وجود علاقة بين ضغوط نهاية الانبساط المقاسة بالقنطرة وبين النسبة E/Ea المقاسة بالدوبلر ومن ثم حساب كل من الحساسية والنوعية للدوبلر القلبي والنسيجي في تقديرضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة نسبة E/EA.

النتائج: وجد ارتباط إحصائي هام بين ارتفاع ضغط نهاية الانبساط وزيادة قيمة النسبة E/EA في سياق هذه الدراسة، كما بلغت حساسية تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA 75.2% (p-value=0.003<<0.05) في حين بلغت النوعية 71.8% (p-value=0.006<<0.05)، وعليه خلصنا إلى كون الدوبلر القلبي والنسيجي حساس ونوعي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA.

الكلمات المفتاحية: ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر، الدوبلر القلبي والنسيجي.

الجزء التمهيدي

مقدمة:

لا تقل أهمية الوظيفة الانبساطية للقلب أبداً عن الوظيفة الانقباضية، حيث يكون تأثير معظم الأمراض القلبية في المراحل الباكرة على الوظيفة الانبساطية قبل الوظيفة الانقباضية، وبالتالي فإن اضطراب الوظيفة الانبساطية يعطي مؤشرا على ترقي الإصابة القلبية، لا بل إن سوء الوظيفة الانبساطية وحده قد يكون مسؤولا عن الأعراض القلبية مثل الزلة التنفسية الجهدية والانتيابية الليلية.

وبشكل مماثل يعتبر التقييم المتكرر لضغوط الملء الانبساطية ذو أهمية بالغة في مراقبة مرضى القصور القلبي والكشف المبكر عن ترقي المرض أو انكسار المعاوضة أو الحاجة لرفع جرعة المدرات.

من هنا برزت أهمية تقييم الوظيفة الانبساطية للقلب بطرائق متعددة، لعل من أهمها الطرق غير الغازية باستخدام الصدى القلبي وخاصة تقنية الدوبلر المطبق على الجريان التقدمي للصمام التاجي.

وبدوره يعتمد الجريان التقدمي للصمام التاجي على عوامل متعددة تتضمن مطاوعة البطين الأيسر، حركية وريقات الصمام التاجي، والضغط ضمن الأذينة اليسرى.

في الآونة الأخيرة برزت تقنية الدوبلر النسيجي لتقييم ضغوط الملء والوظيفة الانبساطية للبطين الأيسر كطريقة واعدة ومهمة تتميز بأنها أقل تأثراً بالعوامل السابقة التي تؤثر على جريان التاجي التقدمي.

أهمية البحث:

تقييم حساسية ونوعية الإجراءات غير الغازية عبر إيكو القلب باستخدام تقنية الدوبلر والدوبلر النسيجي لتقييم الوظيفة الانبساطية بالمقارنة مع الإجراءات الغازية بالقثطرة القلبية.

الفرضية البحثية:

يفترض أن إيكو القلب قادر على تقييم ضغوط نهاية الانبساط بشكل موثوق بالمقارنة مع الطريقة المعيارية الغازية في مختبر القثطرة القلبية.

السؤال البحثي:

ما مدى حساسية ونوعية تقنية الدوبلر القلبي في تقييم ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر؟

منهج البحث وأدواته:

تجرى الدراسة على المرضى المراجعين لإجراء قثطرة قلبية بشكل روتيني في مستشفى الأسد والمواساة الجامعيين بدمشق وهي دراسة رقابية observational study وصفية تحليلية (descriptive-analytic).

زمان ومكان الدراسة:

لمدة عام من 1-6-2023 و حتى 31-5-2024 في مستشفى الأسد والمواساة الجامعيين بدمشق.

كيفية الاعتيان:

سيتم اختيار المرضى المراجعين لإجراء القثطرة القلبية في المراكز المذكورة سابقا بشكل عشوائي خلال فترة زمنية هي مدة الدراسة، وسيتم شملهم بالدراسة بعد أخذ الموافقة المستنيرة منهم.

كيفية جمع البيانات

سيتم جمع الاستمارات الخاصة بالمرضى المشاركين في الدراسة والمحققين المعايير الدخول، حيث سيتم قياس الضغط في نهاية الانبساط للبطين الأيسر من خلال القثطرة القلبية بعد التأكد من الشروط التالية:

- استخدام قثطار ذي نهاية مفتوحة مثل jr4 .
- التأكد من خط الضغط وخلوه من الفقاعات الهوائية .
- وضع مقياس الضغط الهيموديناميكي في سوية الخط الإبطي المتوسط للمريض .

ثم وبعد القثطرة الإكليلية سيتم نقل المريض إلى وحدة تصوير القلب بالأمواج فوق الصوتية وسيتم إجراء إيكو قلب للمريض وحساب القيم التالية:

- نهاية الانبساط وحجوم نهاية الانقباض للبطين الأيسر ووظيفته الانقباضية باستخدام طريقة Simpson على مقطعين 4_Chamber 2_ Chamber
- قياس الموجة E والموجة A باستخدام الدوبلر النبضي على وريقات الدسام التاجي وحساب النسبة بينهما
- قياس الموجة EA باستخدام الدوبلر النسيجي على الحلقة الوحشية للدسام التاجي
- حساب النسبة E/Ea
- استخدام برنامج إحصائي (SPSS) لتحري وجود علاقة بين ضغوط نهاية الانبساط المقاسة بالقثطرة وبين النسبة E/Ea المقاسة بالدوبلر.

معايير القبول والاستبعاد:

معايير القبول:

يدخل في الدراسة كل المرضى المراجعين لإجراء قثطرة إكليلية والذين أخذت موافقتهم المستنيرة المسبقة على الدخول في الدراسة.

معايير الاستبعاد:

سيتم استبعاد المرضى الذين لديهم عوامل تؤثر على الإنفراغ الأذيني البطيني:

- مرضى الرجفان الأذيني.
- كل مرضى اضطرابات النقل على المستوى الأذيني البطيني مثل الحصارات بمختلف درجاتها.
- الآفات الصمامية المتوسطة والشديدة وخاصة آفات الصمام التاجي.
- المرضى الذين لديهم فرط حمل حجمي انكسار معاوضة قلبية.

الدراسات المرجعية:

الدراسة الأولى دراسة وصفية تحليلية نشرت عام 2014 أجراها الباحث **Hajahmadi Poorrafsanjani M** وزملاؤه بعنوان:

Evaluate the sensitivity and specificity echocardiography in trans-Doppler and tissue Doppler method in the estimation of left ventricular end-diastolic pressure

شملت مائة وعشرة مرضى متتالين تم إجراء قياس ضغوط البطين الأيسر خلصت إلى أن قياس ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر باستخدام الدوبلر أكثر دقة في المرضى الذين يعانون من وظيفة انقباضية غير طبيعية من المرضى طبيعي الوظيفة الانقباضية.

الدراسة الثانية دراسة مقارنة نشرت عام 2020 أجراها الباحث Zhang F وزملاؤه بعنوان :

Echocardiographic evaluation of left ventricular end diastolic pressure in patients with diastolic heart failure: A comparative study with real-time catheterization.

شملت 120 مريض تم اختيارهم بشكل مستقبلي وتم فرزهم بناءً على قيم LVEDP وتم التوصل إلى أهمية قياس LVEDF عبر لإيكو لدى المرضى الذين لديهم وظيفة انقباضية غير طبيعية.

الإطار النظري

المقدمة

لا تقل أهمية الوظيفة الانبساطية للقلب أبداً عن الوظيفة الانقباضية، حيث يكون تأثير معظم الأمراض القلبية في المراحل الباكرة على الوظيفة الانبساطية قبل الوظيفة الانقباضية، وبالتالي فإن اضطراب الوظيفة الانبساطية يعطي مؤشرا على ترقي الإصابة القلبية، لا بل إن سوء الوظيفة الانبساطية وحده قد يكون مسؤولا عن الأعراض القلبية مثل الزلة التنفسية الجهدية والانتيابية الليلية. [1-3]

وبشكل مماثل يعتبر التقييم المتكرر لضغوط الملء الانبساطية ذو أهمية بالغة في مراقبة مرضى القصور القلبي والكشف المبكر عن ترقي المرض أو انكسار المعاوضة أو الحاجة لرفع جرعة المدرات.

من هنا برزت أهمية تقييم الوظيفة الانبساطية للقلب بطرائق متعددة، لعل من أهمها الطرق غير الغازية باستخدام الصدى القلبي وخاصة تقنية الدوبلر المطبق على الجريان التقدمي للصمام التاجي. [1-4]

وبدوره يعتمد الجريان التقدمي للصمام التاجي على عوامل متعددة تتضمن مطاوعة البطين الأيسر، حركية وريقات الصمام التاجي، والضغط ضمن الأذينة اليسرى.

في الآونة الأخيرة برزت تقنية الدوبلر النسيجي لتقييم ضغوط الملء والوظيفة الانبساطية للبطين الأيسر كطريقة واعدة ومهمة تتميز بأنها أقل تأثراً بالعوامل السابقة التي تؤثر على جريان التاجي التقدمي. [1-3]

لمحة تشريحية:

القلب عضو عضلي أجوف، مؤلف من أربع حجيرات، حجرتين أذينيتين وحجرتين بطينيتين. تشكل الأذينتان المفصولتان عن البطينات بحلقة ليفية (من الوجهة الوظيفية) مضخة عضلية أولية، تتلقى الدم باستمرار من الأوردة الكبيرة، أما البطينان لديهما جدار عضلي سميك ويعملان كمضخة عضلية ثانية متوافقة حيث يضخ البطين الأيمن Right Ventricle الدم إلى الرئتين في حين يضخ البطين الأيسر Left Ventricleالدم إلى بقية الجسم.

يساهم القلب بشكل رئيسي في خلق ضغط دموي داخل الجهاز الوعائي، هذا الضغط يتعلق إلى حد كبير بكمية الدم التي يضخها القلب، كما يحقق الارتباط التشريحي بين الدورانين الجهازي والرئوي.

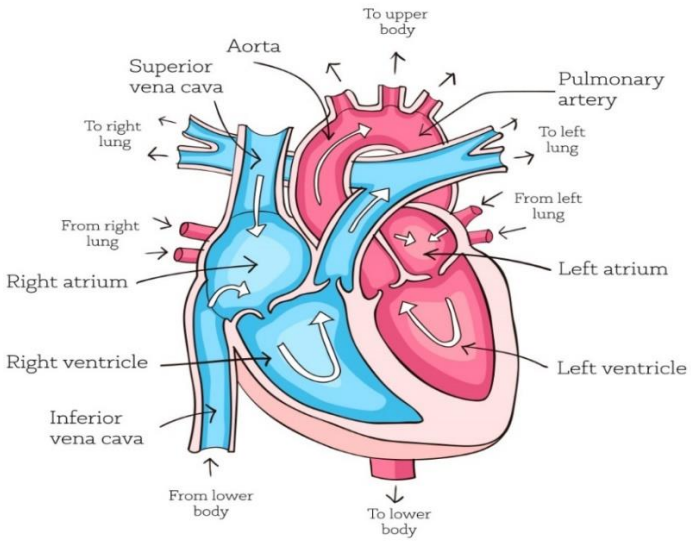
أظهرت الدراسات في الآونة الأخيرة أن القلب ليس مضخة عضلية فحسب، وإنما يعمل كغدة صماوية إذ تم اكتشاف الببتيد الأذيني المدر الصوديوم Atria Natriuretic Peptide المفرز استجابة لارتفاع ضغط الدم وتم عزله وتحديد تأثيراته في استتباب مستوى الماء والصوديوم والبوتاسيوم.

يضم القلب أربع حجيرات (2 أذينية و2 بطينية) تلتحم على صقل ليفي واحد يمنح القلب مرتكزاً للألياف العضلية ويشمل على أربع حلقات يحدد كل منها فوهة صمامية (رسم توضيحي 1). [1–4]

الأذينتان Atria

الأذينتان جوفان بجدران عضلية رقيقة وأعمدة لحمية قليلة، يؤلفان من الناحية الوظيفية كتلة عضلية واحدة منفصلة عن البطينين بحلقة ليفية.

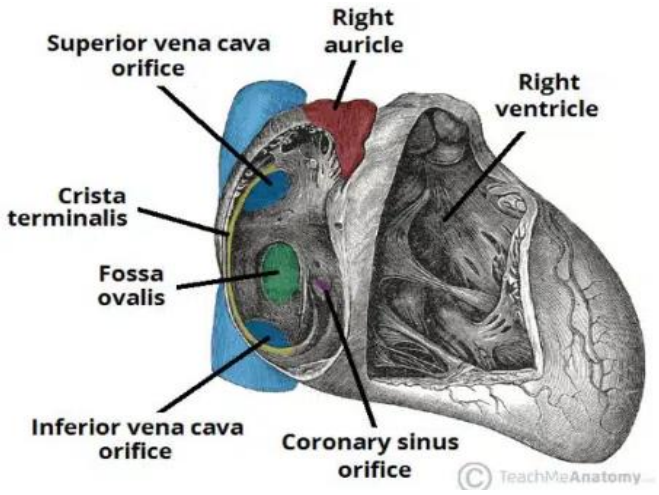
تتكون الأذينتان من ألياف عضلية مخططة ذات بناء خلوي منفصل، وهي متفرعة ومتفاغرة فيما بينها بشدة، وبذلك تشكل شبكة خلوية وظيفية واحدة synsytium ومستقلة تشريحياً عن الشبكة الخلوية العضلية البطينية [4,5] .



رسم توضيحي 1: تشريح القلب، الحجيرات، الشرايين، مسرى الدم دخولا وخروجا.

الأذينة اليمنى Right Atrium

يصب فيها الوريد الأجوف العلوي Superior Vena Cava والوريد الأجوف السفلي Inferior Vena Cava، وينفتح عليها الجيب الإكليلي Coronary Sinus الذي يقع أمام فوهة الأجوف السفلي وأنسيها قرب الحاجز بين الأذينتين. وتلحق به زائدة الأذين الأيمن Right Atrial Appendage وهي عبارة عن جيب أذيني لم يحدد بدقة دوره الوظيفي حتى الآن (رسم توضيحي 2). [4,5]



رسم توضيحي 2: نصف القلب الأيمن، الأذينة اليمنى والحاجز بين الأذينين.

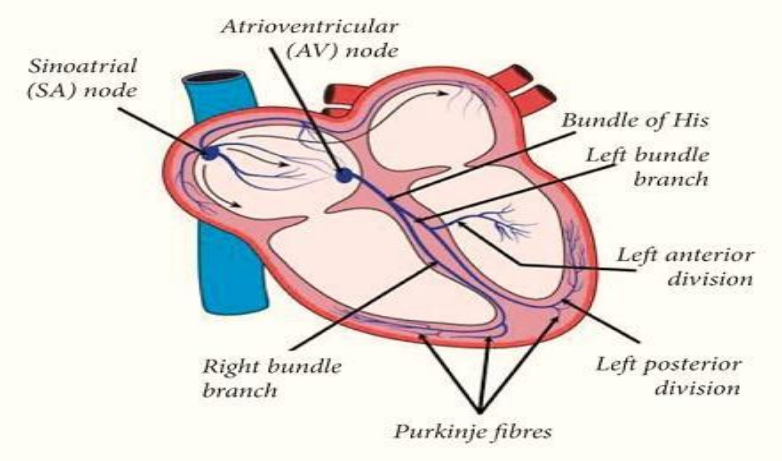
الأذينة اليسرى Left Atrium

تشتمل الأذينة اليسرى على جدار:

- وحشي أملس تنفتح عليه زائدة الأذين الأيسر Left Atrial Appendage (اللسينة).
- آخر إنسي يؤلف الحاجز بين الأذينين.
- ثالث خلفي يحوي فوهات الأوردة الرئوية الأربعة.
- رابع أمامي يوافق الفوهة الصمامية الأذينية البطينية
- جداران ضيقان علوي وسفلي. [4,5]

تدفع الأذينتان في أثناء تقلصهما نحو 30% فقط من العود الوريدي المتجمع بهما إلى البطين عبر الصمامات الموافقة، لذلك تعد الأذينتان مدخرا ومستودعا للدم أكثر من كونهما مضخة عضلية، لأن قرابة 70% من العود الوريدي ينساب إلى البطين دون ضخ في مرحلة الاسترخاء البطيني المبكر وقبل حدوث التقلص الأذيني.

تشتمل الأذينتان في بنائهما على العقدة الجيبية الأذينية Sino Atrial Node والعقدة الأذينية البطينية Atrio ventricular node والمسالك الناقلة فيما بينهما، إضافة إلى مستقبلات العديد من المنعكسات القلبية وخلايا ذات إفراز داخلي تطلق للدوران مباشرة الببتيد الأذيني الطارح للصوديوم ANP (رسم توضيحي 3).



رسم توضيحي 3: يوضح العقدة AV والعقدة SA والألياف الناقلة القلبية.

البطينات Ventricles

يؤدي البطينان ولاسيما الأيسر منهما الجزء الأهم والأعظم من الوظيفة الحركية للعضلة القلبية.

يتركبان من ألياف عضلية مخططة تشبه تماماً الألياف الأذينية من حيث كونها ذات بناء خلوي منفصل، تتفرع بشدة ثم تعود لتلتحم من جديد لتكون شبكة خلوية حقيقة وظيفية واحدة [5].

الفارق الوحيد بينهما أن الألياف العضلية البطينية أكثر غزارة وتعقيداً، إلا أنه يمكن تميز ثلاث جمل منها:

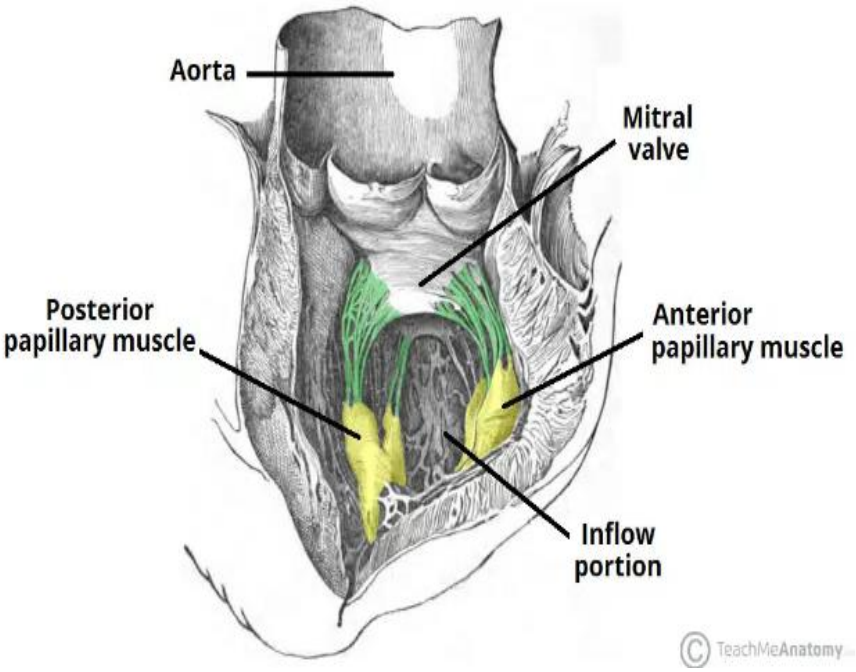
- **الجملة الأولى:** طويلة ذات مسار حلزوني، وتعمل في أثناء تقلصها على تقريب قاعدة البطين من القمة بشكل حلزوني وبالتالي تقاصر المحور الطولاني للجوف البطيني.
- **الجملة الثانية:** وهي عبارة عن ألياف قصيرة شديدة الانحناء على مستوى الصقل الليفي، وتتوضع بين الألياف الحلزونية السطحية والعميقة، وتكون غزيرة في البطين الأيسر، وهي مسؤولة إلى حد بعيد عن كون جداره أكثر ثخانة من جدار البطين الأيمن، ويؤدي تقلص هذه الألياف إلى تقاصر القطر المعترض للجوف البطيني.

- وتشكل الألياف العضلية في **الجملة الثالثة** ما يسمى بالعضلات الحليمية، Papillary Muscles وهي تبدي بعد مسار قصير بروزات في الجوف البطيني، وتنتهي بحبال وترية Chordae Tendinaeتتصل بشرفات (مصاريع) الصمامات الأذينية البطينية، وتعمل في أثناء تقلصها على سحب الشرف الصمامية نحو البطين وتمنعها من التبارز كثيراً تجاه الجوفين الأذينيين، كما تسهم في خفض الحاجز الأذيني البطيني تجاه قمة القلب [5.6].

البطين الأيسر Left Ventricle

يأخذ البطين الأيسر شكالاً مخروطيا، ويملأ الجزء الأمامي من الجدارين الأيمن والأيسر عمد لحمية في حين يكون القسم الخلفي أملسا.

يشتمل البطين الأيسر على جملتين من العضلات الحليمية (أمامية وخلفية) أما قاعدته فتحوي على الصمامين التاجي والأبهري (رسم توضيحي 4) [5].



رسم توضيحي 4: العضلات الحليمية والجزء الداخلي من البطين الأيسر.

البطين الأيمن Right Ventricle

يتوضع أمام البطين الأيسر في صورة الصدر الجانبية، ويشبه هرماً مثلث السطوح.

يشتمل هذا البطين على ثلاث زمر من العضلات الحليمية، ويكون جوفه محجباً غير أملس، ويعتمد في 50% من وظيفته على تقلص البطين الأيسر .[5]

يستقر في قاعدة البطين الأيمن الصمام ثلاثي الشرف والصمام الرئوي.

واعتمادا على ما تقدم فإن حادثتين تتدخلان من أجل إنقاص حجم الجوف البطيني وبالتالي زيادة الضغط فيه وقذف الدم منه وهما:

a. تناقص المحور الطولاني أي المسافة بين القاعدة والقمة
b. تناقص المحور العرضاني بسبب انتقال الجدر الحرة للبطينين تجاه الحاجز ما بين البطينين.

وعلى الرغم من أن انخفاض الحاجز الأذيني البطيني تجاه ذروة القلب يلعب دوراً محدوداً في زيادة الضغط وبالتالي قذف الدم بالنسبة لتناقص القطر العرضاني للجوف البطيني إلا أنه في المقابل يتداخل بشدة في ملء الجوفين الأذينيين وذلك بإسهامه في إحداث انخفاض مفاجئ في الضغط الأذيني مما يؤدي إلى مزيد من الجذب للدم العائد باتجاههما .[5,6]

- يبطن أجواف القلب غشاء رقيق يسمى **الشغاف Endocardium** وهو يتمادى مع بطانة الشرايين والأوردة المتصلة بالقلب كما أن الصمامات القلبية تتركب من انثناء الشغاف حول نسيج ضام ليفي.
- يحاط القلب من الخارج **بالتامور Pericardium** الذي يتألف من قسمين هما: التامور الليفي والتامور الجداري.

يقوم التامور بوظائف متعددة يمكن تلخصيها بما يلي: [7,6]

a. يساعد التامور الليفي على تثبيت القلب في المنصف Mediastinum ويقي من تغير وضعيته ومن تزوي الأوعية الكبيرة.
b. يشكل السائل الرائق اللزج والمتوضع بين وريقتي التامور المصلي مسافة انزلاق تسهل حركات التقلص والاسترخاء بأقل احتكاك ممكن.
c. يؤلف التامور حاجزاً يمنع انتشار الأخماج من جوف الجنب والرئتين إلى القلب.

d. يقي التامور القلب من التوسع الفجائي في أثناء الجهد.
e. يقي التامور أو يخفف وذمة الرئة عندما يتوسع البطين الأيسر.
f. يقي التامور الرئتين من الرض الناتج عن التقلص البطيني المتكرر.
g. يؤدي استئصال التامور إلى انخفاض ضغط القلب الامتلائي وحدوث قصور الصمامات الأذينية البطينية.
h. في غياب التامور الأيسر الولادي، يتبارز الشريان الرئوي الأصلي والأذينة اليسرى من خلال المنطقة الغائبة وقد يؤدي ذلك إلى الموت المفاجئ.

ويؤدي تجمع السائل (مصلي، دموي أو قيحي) في الجوف التاموري لأي سبب مرضي إلى انضغاط القلب وتحدد حركته ونقص امتلائه وهبوط نتاجه وبالتالي قصوره، كما أن التهاب التامور يسبب التصاق وريقتيه مما يؤثر سلبا على عمل القلب [7].

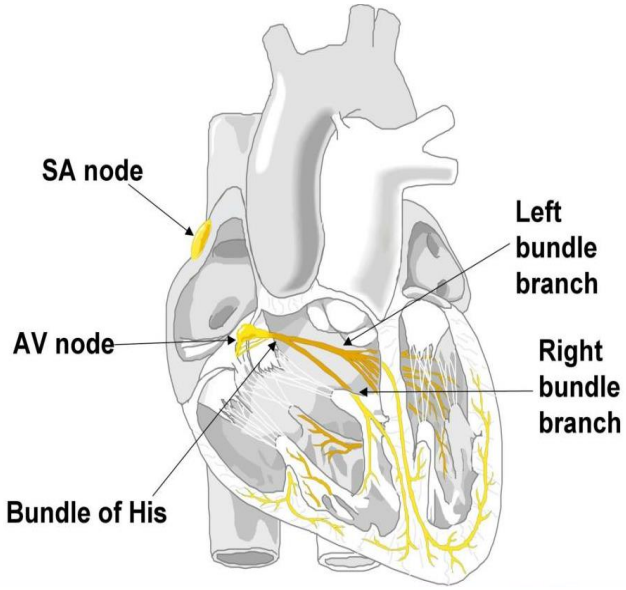
الجهاز العقدي الناقل

يتكون الجهاز العقدي الناقل من :[7,8]

العقدة الجيبية الأذينية Sino-Atrial Node

وهي الناظمة البدئية المسيطرة في القلب Pacemaker لأنها تمتلك خصائص وظيفية متميزة تمكنها من الإثارة الذاتية Self-Excitation بقدرة كبرى، وهي تتصف بالخصائص التالية:

- **الموقع Site:** تتوضع العقدة الجيبية الأذينية في الجدار الوحشي العلوي للأذينة اليمنى أسفل فوهة الوريد الأجوف العلوي ووحشيها، تحت التامور بمليمتر واحد.
- **البنية الداخلية:** تدعم العقدة بنسيج ضام يتوضع بانتظام حول الشريان المركزي الذي يعد صفة ثابتة فيها عند الإنسان حيث يغذيها بفروعه ثم يعبرها ليغذي قسماً من العضلة الأذينية المجاورة.



رسم توضيحي 5: ناظمة الخطى والجهاز العقدي الناقل.

تحتوي هذه العقدة على نموذجين على الأقل من الخلايا العضلية المتخصصة:

a. خاليا صغيرة مدورة Small Round Cells تمتلك خصائص وظيفية متميزة تمكنها من إصدار التنبيهات تلقائيا تدعى الخلايا P (الحرف الأول من Pacemaker أي ناظمة للقلب).

b. خاليا رشيقة Slended متشابكة مع الخلايا P ومع الألياف العضلية الناقلة.

تضم العقدة الجيبية الأذينية أليافا غزيرة ودية ولا ودية وهي غنية بإنزيم الكولينستيراز Cholinesterase، لذلك فإن تأثير تنبيه العصب المبهم عليها سريع الزوال بسبب الإماهة السريعة للأستيل كولين.

المسالك بين العقد

كان يعتقد ولوقت طويل أن التفعيل الأذيني يتم بتقدم متتابع لموجة التنبيه من الناظمة البدئية نحو المحيط كما الاهتزازات التي تحدث في مجمع مائي بعد إلقاء حجر فيه.

ولكن نتائج الدراسات النسيجية الفيزيولوجية والكهربائية المتتابعة أظهرت غير ذلك، إذ تبين أن انتقال موجة التنبيه يتم عبر سبل مميزة نصف متخصصة تتكون من مزيج من ألياف بوركنجي وخلايا عضلية قلبية.

أما النسج الأخرى بين العقد فإنها تبدي مقاومة كهربائية عالية، وبالتالي لا يمكن أن تشكل سبلا ناقلة للتنبيه.

العقدة الأذينية البطينية Atrio-Ventricular Node

- **الموقع Site:** تتوضع في الجدار الحاجزي الخلفي للأذينة اليمنى خلف الصمام ثالثي الشرف وبجوار فوهة الجيب الإكليلي، وتتمادى حافتها الأمامية أو البعيدة بشكل تدريجي مع حزمة هيس التي تخترق بدورها الجسم الليفي المركزي مباشرة بعد منشئها.
- أصغر **حجما** من العقدة من الجيبية الأذينية.
- **البنية الداخلية:** تشتمل العقدة الأذينية البطينية على شريان مركزي ولكنه غير مسيطر على البنية كما في الناظمة البدئية، ويتم إرواء هذه العقدة بوساطة شريان يتفرع عن الشريان الإكليلي الذي يغذي الجدار الخلفي للقلب وهو الشريان الإكليلي الأيمن Right coronary artery في 50% من البشر، والشريان الأيسر المنعطف Left circumflex artery لدى 15% الباقية، ويتفرع هذا الشريان إلى شبكة وعائية تنتهي في المكان الذي تتفرع فيه حزمة هيس Bundle Of His إلى فرعين رئيسين [7,8].

يميز في العقدة الأذينية البطينية النماذج التالية من الخلايا [7,8]:

a. خاليا مدورة صغيرة هي الخلايا P وتشبه خاليا العقدة الجيبية الأذينية ولكنها أقل عدداً ومتناثرة.
b. خلايا رشيقة متطاولة وهي المسيطرة في هذه العقدة.
c. خلايا عضلية قلوصة.

تمتلك العقدة الأذينية البطينية خصائص وظيفية عدة [7]:

- تستطيع بعض خالياها (الخلايا P) إصدار التنبيهات تلقائياً في حال توقف الناظمة البدئية عن العمل لذلك تسمى هذه العقدة الناظمة الثانوية.
- تمرر التنبيهات باتجاه واحد فقط من الأذينتين إلى البطينين إلا في حالات مرضية شاذة.
- تحوي أليافاً غزيرة ودية ولا ودية.
- عدد الموصلات الفضوية بين أغشية خلاياها أقل.
- تتعرض موجة التنبيه الواردة إليها لإبطاء فجائي في سرعة التوصيل حيث تمكث فيها نحو 100 ملي ثانية، ويعد النقل البطيء للغاية ضمن هذه العقدة المسؤول الرئيس عن تأخر التقلص البطيني عن الأذيني مما يتيح الوقت الكافي للأذينتين كي يفرغا محتوياتهما إلى البطينين الموافقين قبل أن يبدأ التقلص البطيني، ويرجع بطء التوصيل في هذه العقدة إلى أسباب عديدة.

حزمة هيس Bundle Of Hiss

تشكل استمرارا للنهاية البعيدة للعقدة الأذينية البطينية.

لا يوجد من حيث المظهر الخارجي أيةً حدود فاصلة بين الاثنتين، إذ تندمج العقدة مع حزمة هيس، بينما توجد فروق واضحة من حيث البنية الداخلية، إذ تغيب في حزمة هيس البنية الشبكية لتحل محلها ألياف متوازية تشكل حبالا ليفية تخترق الجسم الليفي المركزي وتتجه إلى الأمام والأسفل حتى تصل إلى الحاجز بين البطينين حيث تنقسم إلى فرعين هما:

الغصن الأيمن Right Bundle Branch – الغصن الأيسر Left Bundle Branch.

يطلق تعبير **الوصل الأذيني البطيني** على مجموع العقدة الأذينية البطينية وحزمة هيس [7].

- **الغصن الأيمن Right Bundle Branch**

يسير إلى الأسفل على الوجه الأيمن للحاجز بين البطينين تحت الشغاف حتى يصل قرب قاعدة العضلة الحليمية الأمامية، ويتفرع في النهاية إلى تغصنات صغيرة تتجه إلى الجدار الحر للبطين الأيمن [8].

- **الغصن الأيسر Left Bundle Branch**

يسير إلى الأسفل على الوجه الأيسر للحاجز بين البطينين [8].

على خلاف الغصن الأيمن فإنه ينقسم إلى عدة غصينات:

a. علوي وهو الأكثر أهمية إذ يتوزع على الوجه العلوي الأمامي للبطين الأيسر الذي يمثل القسم الأعظم منه.
b. خلفي سفلي يتوزع في الوجه الخلفي السفلي للبطين الأيسر.
c. حاجزي صغير.

يتميز الفرع الأمامي العلوي بأنه طويل ويأخذ ترويته الدموية من مصدر واحد، بينما يكون الفرع الخلفي السفلي قصيرا ويتغذى من مصدرين.

بما أن الفرع الأول أقرب إلى شرف الصمام الأبهري فإنه أكثر قابلية للتأذي من الفرع الثاني.

تمتلك **ألياف بوركنجي Purkinje Fibers** المكونة لحزمة هيس وتفرعاتها (باستثناء القسم الأول الذي يخترق الحاجز الليفي الأذيني البطيني) ميزات وظيفية هامة، فهي ألياف ضخمة بالنسبة للألياف العضلية البطنية، كما أنها تنقل موجة التنبيه القلبي بسرعة تصل إلى 4 متر في الثانية مما يسمح بنقل فوري للتنبيه القلبي عبر كامل الجهاز البطيني، وتخترق ألياف بوركنجي الانتهائية نحو ثلث المسافة في الكتلة العضلية البطينية [7,8] .

الجهاز الصمامي للقلب

تتصف الصمامات القلبية بخصائص آلية عالية جدا تتعدى جميع ميزات الأجهزة الصمامية الصنعية، فهي تنغلق بإحكام شديد ولا تحدث سوى مقاومة بسيطة عندما تكون مفتوحة [7,9].

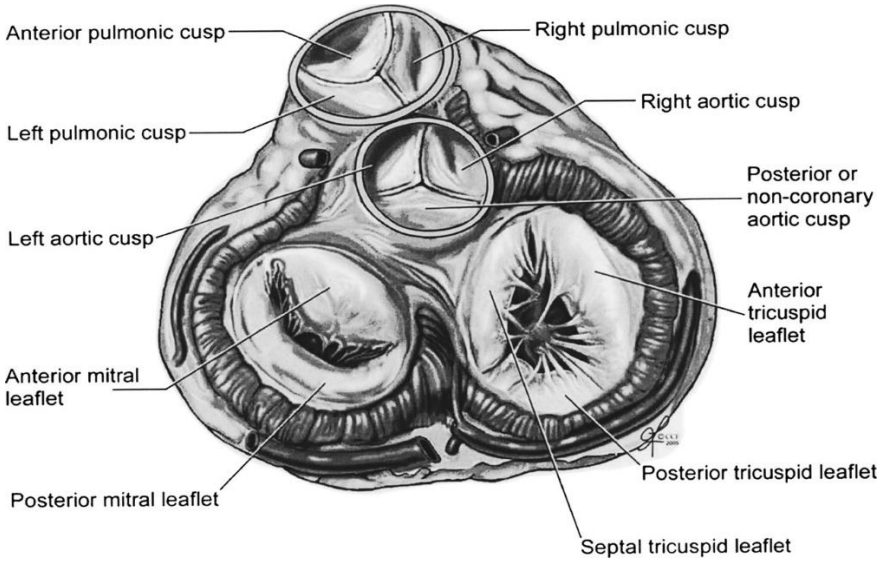
الصمامات الأذينية البطينية Atrio-Ventricular Valves

تنفصل الأذينتان عن البطينان بأجهزة صمامية تسمح للدم بالمرور باتجاه واحد فقط من الأذينتين إلى البطينين وتمنع عودته في أثناء التقلص البطيني.

يتشابه تركيب الصمامين الأذينيين البطينيين الأيسر والأيمن باستثناء عدد الشرفات المكونة لكل منها.

يتركب **الصمام التاجي Mitral valve** الذي يفصل الأذين الأيسر عن البطين الأيسر من شرفتين تتصلان بحبال وترية ليفية تلتحم على عضلتين حليميتين Two Papillary Muscles.

في حين يتركب الصمام الذي يفصل بين الأذين الأيمن عن البطين الأيمن والمسمى **الصمام ثلاثي الشرف Tricuspid valve** من ثلاث شرفات مثلثة الشكل ترتبط بحبال وترية ليفية تلتحم بدورها مع ثلاث زمر من العضلات الحليمية (رسم توضيحي 6) [7,9].



رسم توضيحي 6:مظهر علوي يظهر الصمامات والشرف الصمامية المرتكزة على الحلقة الليفية.

الصمامات الهلالية الأبهرية والرئوية Semilunar Valves

تحتوي الفوهتان الشريانيتان الأبهرية والرئوية على الجهاز الصمامي نفسه، إذ يتألف كل منهما من ثلاث شرف متساوية هلالية الشكل تتوضع على شكل عش الحمام الذي يتجه تقعره نحو الشريان (رسم توضيحي 6).

يحتوي القسم المتوسط من الحافة الحرة لكل شرفة صمامية انتفاخ يساعد على الانغلاق التام، ويبلغ قطر الفوهة الصمامية الرئوية 2–2.5 سم ويكون أكبر بقليل بالنسبة للصمام الأبهري.

إن الفارق التشريحي الوظيفي الهام بين الصمامين الأبهري والرئوي هو وجود انخفاض فوق كل شرفة صمامية أبهرية في الجدار الشرياني يسمى جيب فالسافا Valsava الذي يعتقد بأنه يساعد على ملء الشرايين الإكليلية المغذية للقلب.

يؤدي الضغط المرتفع في البطينين في أثناء تقلصهما إلى انفتاح شرفات الصمام الهلالية، وتنغلق بعد ذلك نتيجة لتفوق الضغط في الجذوع الشريانية على الضغط في بداية الاسترخاء.

يكون الأبهر والشريان الرئوي متعامدان عند منشئهما، ويكون الشريان الرئوي في الأمام والأبهر خلفه، وتتجه قوس الأبهر نحو الجهة اليسرى والعمود الفقري، تضطرب هذه العلاقات في بعض الآفات الخلقية القلبية [7,9].

الدورة القلبية The Cardiac Cycle

الدورة القلبية هي الفترة الممتدة من بدء ضربة قلبية إلى بدء ضربة تالية، وتشكل مجموعة من التظاهرات تبدأ بتولد تلقائي (ذاتي) لكامن الفعل في العقدة الجيبية الذي ينتشر بسرعة عبر مسالك الجهاز القلبي الناقل مسبباً على التوالي تقلص الأذينتين ثم البطينين بعد تأخر زمني يقارب 113 ملي ثانية، وتلي ذلك فترة استرخاء لأجواف القلب كافة [16].

تتكرر حوادث الدورة القلبية بانتظام، وتستغرق 80 ملي ثانية عندما يكون النظم القلبي 72 مرة في الدقيقة، وتكون أطوار الدورة القلبية في الجانب الأيسر من القلب مشابهة تقريباً لتلك التي تحدث في الجانب الأيمن مع بعض الفروق التي يعد الضغط المنخفض الأيمن أهمها.

مراحل الدورة القلبية [16,20]

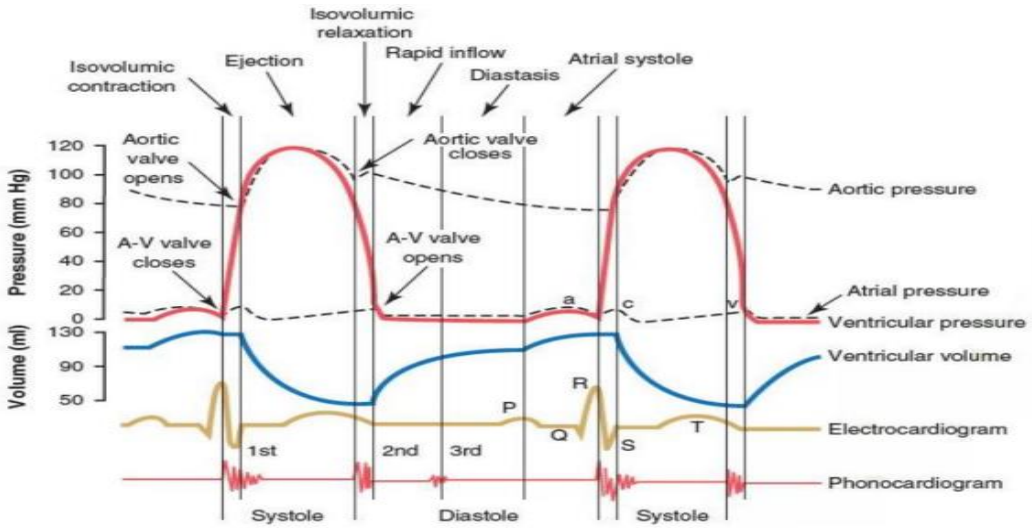
a. طور الانقباض الأذيني Atrial Systolic Phase

تبدأ حوادث الدورة القلبية بالانقباض الأذيني الذي يشرع من جوار مصب الوريد الأجوف العلوي، وينتشر بسرعة إلى الأذين الأيمن ثم الأيسر وبناء على ذلك فإن الانقباض الأذيني لا يحدث في وقت واحد غير أن الفرق بينهما ضئيل لدرجة تقبل معها بأنهما ينقبضان معاً.

تحدث في أثناء هذا الطور التغيرات التالية:

- **طور الانقباض الأذيني:** يستغرق فترة زمنية محدودة تعادل 0,1 ثانية عندما يكون النظم القلبي حوالي 72 مرة/د.
- **الضغط الأذيني:** يتزايد الضغط الأذيني لمرات ثلاث تمثل في المخطط المرافق الموجات a, c, v.
- **الموجة a:** تنجم عن التقلص الأذيني الذي يؤدي الى رفع الضغط في الأذين الأيسر نحو 7–8 ملم ز.
- **الموجة c:** تحد في بدء التقلص الأذيني نتيجة لتبارز الصمامات الأذينية البطينية تجاه الأذينين بفعل الضغط الأذيني المرتفع.

- **الموجة v:** تنجم عن تراكم الدم البطيء في الأذينتين قبل انفتاح الصمامات الأذينية البطينية، وتحدث قرب نهاية التقلص البطيني وتتلاشى عند انفتاح الصمامات المذكورة وتدفق الدم بفعل مدروج الضغط الذي يحدثه الاسترخاء البطيني.
- **تغيرات حجوم الأجواف القلبية:** يتناقص في طور الانقباض الأذيني حجم الأذينتين، في حين يزداد تدريجيا حجم البطينين عندما يتلقيان الدم.
- **حالة الصمامات القلبية:** تستمر الصمامات الأذينية البطينية مفتوحة بسيي تفوق الضغط الأذيني على الضغط البطيني بينما تكون الصمامات الهلالية الأبهرية والرئوية مغلقة.
- **أصوات القلب:** قد ينشأ في هذا الطور الصوت الرابع نتيجة لامتلاء البطينات المترافق مع انقباض الأذينات الفعال، وهو صوت غير مسموع في الحالات الطبيعية.
- **عمل الأذينات كمضخة:** يجري الدم باستمرار من الأوردة الكبيرة الى الأذينتان، وبصورة تقريبه فإن 70% من الدم ينساب الى البطينين قبل بدء التقلص الأذيني، وبالتالي فإن التقلص الأذيني يعل على ضخ نحو 30% فقط من الدم الى البطينين, وبالتالي فإن القلب بإمكانه الاستمرار بعمله بشكل مقبول في ظروف الراحة الطبيعية حتى في غياب ال 30% التي يدفعها الانقباض الأذيني ويحدث قلس دموي طفيف نحو الوريد الأجوف العلوي في أثناء التقلص الأذيني ويتسبب ذلك في نشوء موجات الضغط في الأوردة القريبة من القلب (نبض وريدي).
- **الأحداث الكهربائية:** تنشأ الموجة P نتيجة لانتشار موجة زوال الاستقطاب في الأذينتين ويعقب ذلك تلص ميكانيكي أذيني بعد حوالب 0,02 ثانية [17,18].



رسم توضيحي 7: أطوار الدورة القلبية، توزع الضغوط خلالها، وتخطيط القلب الكهربائي.

b. طور الانقباض البطيني Ventrial Systolic Phase

يمر طور الانقباض البطيني بثلاث مراحل:

1. مرحلة التقلص متساوي الحجوم (اللاتقاصري) Isometric Contraction Phase

يحدث في هذه الصفحة تقلص بطيني لكن دون ضخ للدم، وتدعى هذه الفترة بالتقلص اللاتقاصري أو التقلص أسوي الحجوم أو أسوي المقاسات، Isometric or Isovolemic Contraction ويقصد من هذه التعابير أن التوتر يكون مزداداً في الألياف العضلية البطينية ولكن دون حدوث تقاصر في أطوالها.

تحدث التغيرات في هذه المرحلة كما هو موضح في الجدول 1.

المدة	تستغرق هذه الصفحة 0,05 ثانية عندما يكون النظم القلبي نحو 72 مرة في الدقيقة.
الحجم البطيني	يبقى الحجم البطيني ثابتاً ولا يحدث تغير في أطوال الألياف العضلية البطينية التي يزداد توترها فقط.
الضغط	يرتفع الضغط البطيني بسرعة ويصبح أعلى من الضغط الأذيني.
حالة الصمامات القلبية	تنغلق الصمامات الأذينية البطينية بسبب ارتفاع الضغط البطيني المفاجئ وتكون بهذه الفترة الصمامات الهلالية الأبهرية والرئوية مغلقة.
أصوات القلب	يسمع في هذه الصفحة الصوت القلبي الأول، والذي ينشأ بشكل رئيس عن انغلاق الصمامات الأذينية البطينية.
الأحداث الكهربائية	يظهر المركب QRS بعد نحو 0,12-0,20 ثانية من حدوث الموجة P. ويعزى هذا المركب الموجي لانتشار موجة زوال الاستقطاب في الحاجز الفاصل بين البطينين وفي ذورة القلب وجدران البطينين، وهو يسبق حدوث التقلص البطيني بنحو 0,02 ثانية.

جدول 1: التغيرات الحاصلة ضمن مرحلة التقلص الأسوي.

2. مرحلة القذف الأقصى Maximum Ejection Phase

إن تراكم الدم في البطينين يؤدي إلى رفع الضغط فيهما، وعندما يتجاوز الضغط البطيني الـ 60 ملم ز في البطين الأيسر والـ 16 ملم ز في البطين الأيمن تنفتح الصمامات الهلالية الأبهرية والرئوية ويبدأ اندفاع الدم بسرعة عبر الصمامات المفتوحة ونتيجة للتقلص البطيني الذي يؤدي إلى مزيد من الضغط في الجوفين البطينين، حيث يصل في البطين الأيسر إلى نحو 146 ملم ز وفي البطين الأيمن نحو 60 ملم ز، ويتسبب ذلك بالوصول إلى ذروة من الضغط الانقباضي تقّدر بنحو 120 ملم ز في الشريان الأبهر و 25 ملم ز في الشريان الرئوي (الجدول 2).

المدة	تستغرق هذه الصفحة 0,15 ثانية عندما يكون النظم القلبي نحو 72 مرة في الدقيقة.
الحجم البطيني	يتناقص الحجم البطيني بسرعة نتيجة لتقاصر الألياف العضلية البطينية، وبالتالي تقاصر القطرين الطولاني والمعترض للبطينين.
الضغط	يزداد الضغط البطيني بحيث يفوق الضغط في الجذوع الشريانية، ويبقى مرتفعاً في حين يهبط الضغط الأذيني بعد التقلص البطيني وهبوط الحاجز الأذيني البطيني إلى الأسفل، ثم يأخذ الضغط الأذيني بالارتفاع تدريجياً نتيجة لتدفق الدم الوريدي وتراكمه في الأذين، مع استمرار الصمامات الأذينية البطينية معلقة.
حالة الصمامات القلبية	تنفتح الصمامات الهلالية الأبهرية والرئوية بسبب تفوق الضغط البطيني على الضغط في الجذوع الشريانية، في حين تبقى الصمامات الأذينية البطينية مغلقة.
حركية الدم	يندفع الدم بسرعة كبيرة في هذه الصفحة، من البطينين إلى الجذوع الشريانية الموافقة.
الأحداث الكهربائية	يبدأ في هذه الصفحة نشوء الموجة T التي تعزى إلى عود الاستقطاب البطيني.

جدول 2: التغيرات الحاصلة في مرحلة القذف الأقصى.

3. مرحلة القذف المقلل Reduced Ejection Phase

تتميز هذه المرحلة باستمرار تدفق الدم من البطينين إلى الجذوع الشريانية الموافقة، ولكن بسرعة أقل من سرعة التدفق في المرحلة السابقة (الجدول 3).

المدة	تستغرق هذه الصفحة 0,1 ثانية عندما يكون النظم القلبي نحو 72 مرة في الدقيقة.
الحجم البطيني	يستمر الحجم البطيني بالتناقص بسبب التقلص وقذف الدم من البطينين ولكن بدرجة أقل من مرحلة القذف السريع، كما يستمر الحجم الأذيني بالتزايد بسبب تراكم الدم المتدفق من الأوردة.
الضغط	يبقى الضغط البطيني في هذه الفترة أعلى من الضغط في الجذوع الشريانية وفي الأذينين على الرغم من أنه ينخفض قليلاً نتيجة لتدفق التدم من البطينين.
حالة الصمامات القلبية	تستمر الصمامات الهلالية مفتوحة والصمامات الأذينية البطينية معلقة.
حركية الدم	يستمر في هذه الصفحة تدفق الدم من البطينين إلى الجذوع الشريانية الموافقة ولكن بسرعة بطيئة.
الأحداث الكهربائية	ترتسم على مخطط القلب الكهربائي ذروة الموجة T في هذه الفترة. وينتهي التقلص البطيني بشكل مفاجئ في نهاية الصفحة.

جدول 3: التغيرات الحاصلة في مرحلة القذف المقلل.

c. طور الاسترخاء البطيني Ventricular relaxation phase

1. مرحلة الاسترخاء متساوي الحجوم (اللاتقصري) Isometric Relaxation Phase

يحدث في هذه المرحلة نقص في توتر الألياف العضلية القلبية البطينية دون تبدل في أطوالها ولا يتغير حجم الجوف البطيني (الجدول 4).

المدة	تستغرق هذه الصفحة 0,06 ثانية عندما يكون النظم القلبي نحو 72 مرة في الدقيقة.
الحجم البطيني	لا يتغير حجم الجوفين البطينين.
الضغط	ينخفض الضغط البطيني في حين يستمر الضغط الأذيني بالتصاعد ولكنه يبقى أدنى من الضغط البطيني.
حالة الصمامات القلبية	تكون في هذه الصفحة الصمامات القلبية كافة مغلقة.
الأحداث الكهربائية	يرتسم في هذه الصفحة القسم الأخير من الموجة T.

جدول 4: التغيرات الحاصلة في مرحلة الاسترخاء اللاتقاصري.

2. مرحلة الامتلاء السريع Rapid Filling Phase

تتميز هذه المرحلة باندفاع الدم السريع من الأذينتين إلى البطينين بسبب تفوق الضغط الأذيني على الضغط البطيني (الجدول 5).

المدة	تستغرق هذه الفترة 0,1 ثانية عندما يكون النظم القلبي نحو 72 مرة في الدقيقة.
الحجم البطيني	يزداد الحجم الأذيني تدريجياً بسبب استرخاء الألياف العضلية البطينية وتزايد أطوالها بالإضافة إلى الامتلاء البطيني بالدم المتدفق من الأذينين.
الضغط	ينخفض الضغط البطيني ويصبح أقل من الضغط الأذيني.
حالة الصمامات القلبية	تنفتح الصمامات الأذينية البطينية نتيجة لتفوق الضغط الأذيني على الضغط البطيني وتبقى الصمامات الهلالية مغلقة.
حركية الدم	يندفع الدم بسرعة من الأذينين إلى البطينين.
أصوات القلب	يمكن أن يسمع في هذه الفترة الصوت القلبي الثالث والذي ينجم عن التدفق السريع للدم واهتزاز جدار البطينين.
الأحداث الكهربائية	ترتسم في هذه الصفحة الموجة U التي تعزى إلى عود الاستقطاب في الجهاز البطيني الناقل.

جدول 5: التغيرات الحاصلة في مرحلة الامتلاء السريع.

3. مرحلة الامتلاء المقلل Reduced Filling Phase

تتميز هذه الصفحة باستمرار تدفق الدم من الأذينتين إلى البطينين ولكن بشكل بطيء (الجدول 6).

المدة	تستغرق هذه الصفحة 0,2 ثانية عندما يكون النظم القلبي 72 مرة في الدقيقة.
الحجم البطيني	يستمر الحجم البطيني بالتزايد بسبب الاسترخاء العضلي والامتلاء الدموي، في حين يستمر الحجم الأذيني بالتناقص.
الضغط	يستمر الضغط الأذيني بالتفوق على الضغط البطيني الذي يأخذ بالتزايد تدريجياً بسبب امتلاء البطينين بالدم.
حالة الصمامات القلبية	تبقى الصمامات الأذينية البطينية مفتوحة والصمامات الهلالية مغلقة.

جدول 6: التغيرات الحاصلة في مرحلة الامتلاء المقلل.

فيزيولوجيا قصور القلب

يعرف قصور القلب (فيزيولوجيا) بأنه عجز القلب عن ضخ كميات من الدم تكفي حاجة الجسم) عدم قدرته على تأمين ما يتطلبه الجسم والمغذيات والمواد الأخرى المختلفة والضرورية لعمليات التكوين والنمو والترميم).

يستطيع القلب في الحالات السوية أن يتكيف بعمله مع تغيرات حاجة الجسم في الشروط الوظيفية المختلفة ويعجز عن ذلك في قصوره قد يكون قصور القلب خفيا لا يكتشف إلا عندما يزداد احتياج الجسم للأوكسجين كما في الجهد أو قد يكون واضحا جليا تظهر أعراضه أثناء الراحة [7,10].

يمكن أن يتظاهر القصور القلبي بشكلين أساسين:

a. نقص نتاج القلب.
b. حجز الدم في الأوردة مما يزيد الضغط الوريدي الجهازي.

الأشكال السريرية لقصور القلب

قصور القلب الأيسر وحيد الجانب Unilateral left heart failure

عندما يقصر الجانب الأيسر دون قصور مرافق في الجانب الأيمن، يستمر ضخ الدم إلى الرئتين بقوة القلب الأيمن، ولكن ضخ الدم إلى الدوران الجهازي يكون غير كاف مما يؤدي الى ارتفاع ضغط الملء الوسطي الرئوي (بسبب انزياح كميات كبيرة من الدم من الدوران الجهازي إلى الدوران الرئوي).

يؤدي وجود كميات كبيرة من الدم في الرئتين إلى ارتفاع الضغط الشعري الرئوي، وإذا تجاوز قيمة الضغط التناضحي الغرواني للمصورة (تحدث الوذمة الرئوية) وترشح السوائل من الشعريات إلى الأفضية [7,10].

قصور القلب منخفض النتاج Low-output heart failure

يعجز القلب، في كثير من الحالات، بعد الهجمات القلبية الحادة أو بعد فترات مديدة من التأذي القلبي البطيء والمترقي عن ضخ حتى الكمية الدنيا من الدم الضرورية للحفاظ على حياة الجسم.

تبدأ عند هذه النقطة جميع أنسج الجسم بالمعاناة والتأذي مما يؤدي غالبا إلى الموت خلال بضع ساعات إلى بضعة أيام، ويكون مظهر الحالة عند ذلك هو مظهر الصدمة الدورانية، إذ يعاني الجهاز القلبي الوعائي من نقص المغذيات مشاركا في ذلك بقية الجسم، فتسوء حالته مما يعجل حدوث الموت وتدعى متلازمة الصدمة الدورانية [7,10].

التغيرات الديناميكية في قصور القلب

Dynamics of the Circulation in Cardiac Failure

- نتاج القلب: ينخفض نتاج القلب خاصة في احتشاء القلب، الآفات الصمامية، التهاب التامور العاصر والمزمن. يكون في بعض الحالات مرتفعا في البداية ثم ينخفض عند ترقي الحالة (نواسير شريانية وريدية_ فرط نشاط الدرق)
- الضغط الدموي: يهبط الضغط الشرياني بشكل معتدل في قصور القلب وهو ناجم عن ضعف القدرة التقلصية للقلب أيضا. ينجم في بعض الحالات عن التوسع الوعائي المحيطي (نقص المقاومة الوعائية المحيطية).

- حجم الدم الفعال: ينقص حجم الدم الدائر في بعض حالات قصور القلب وينجم ذلك عن ادخار الدم في الأوعية الشعرية (الحشوية والكبدية). يساهم في ذلك تخفيف جهاد العضلة القلبية، كما يمكن أن تترافق بعض حالات قصور القلب بزيادة حجم الدم الدائر ويرجع ذلك إلى خروج الدم من مدخراته وزيادة تكوينه.
- سرعة جريان التيار الدموي: تنقص السرعة بقصور القلب [2,8].

الآليات المعاوضة في قصور القلب

a. إعادة توزيع الدم التفضيلي خاصة عند إضافة حمل جديد كالجهد أو الحمى أو فقر الدم. يعاد توزيع الدم بحيث تتلقى الأعضاء الحيوية الهامة (دماغ–قلب) كميات كافية من الدم على حساب الجلد والعضلات.
b. يحدث كجواب انعكاسي على ارتفاع الضغط الدموي في الأذين الأيمن والوريدين الأجوفين، بالإضافة إلى ازدياد نشاط الجملة الودية مما يؤدي إلى زيادة نتاج القلب ليقترب من الحدود السوية إلا أنه بنفس الوقت يزيد عمل القلب وبالتالي من استهلاك الأكسجين مما يسرع في تطور الحالة سلبا.
c. يؤدي إلى زيادة طول الليف العضلي القلبي عند التقلص (ستارلنغ) وهذا يزيد نتاج القلب ولكن لفترة وجيزة فقط.
d. تتضخم العضلة القلبية بسبب العمل الزائد الذي تقوم به زلا يترافق هذا التضخم بزيادة الأوعية الدموية أو عناصر الجهاز الناقل القلبي مما يؤهب إلى حدوث تظاهرات قصور التروية القلبية [8,10].

الزلة التنفسية

يكون ضيق النفس في البدء جهديا ثم يصبح في المراحل المتقدمة من قصور القلب اضطجاعيا، تتضافر عدة عوامل لإحداث ضيق النفس في مقدمتها:

a. ارتفاع الضغط في الأوعية الشعرية الرئوية: الذي يسبب ارتشاح السائل إلى الحيز الخلالي (وذمة) وبالتالي نقص مطاوعة الرئة.
b. التنبيه المباشر والانعكاسي للمركز التنفسي نتيجة لتغير تركيب الدم الغازي والكيماوي (زيادة CO_2، نقص O_2، نقص PH.

c. تعب العضلات التنفسية السريع في الحالات المتقدمة من هبوط إنتاج القلب وبالتالي نقص تروية تلك العضلات.

الوذمة الرئوية

تنتج الوذمة الرئوية الحادة عن الدائرة المعيبة التالية

a. ازدياد مؤقت في الحمل على البطين الأيسر المضعف سابقا وينتج هذا الازدياد عن زيادة العود الوريدي من الدوران المحيطي. وبما أن قدرة ضخ القلب الأيسر محدودة فإن الدم يبدأ بالتجمع في الرئتين.
b. إن ازدياد الدم في الرئتين يرفع الضغط الشعري الرئوي فتبدأ كمية قليلة من السائل بالرشح إلى النسيج الرئوي والأسناخ.
c. إن ازدياد السائل في الرئتين ينقص درجة أكسجة الدم.

تطور الوذمات في القلب

تنجم الوذمة في قصور القلب عن [5,10]:

a. يؤدي فشل القلب في ضخ الدم بشكل أساسي من الأوردة إلى الشرايين إلى ارتفاع كل من الضغط الوريدي والضغط الشعري.
b. انخفاض الضغط الشرياني يؤدي إلى نقص النتاج البولي واحتباس الملح والماء.
c. يؤدي نقص الجريان الدموي الكلوي إلى زيادة إفراز الرينين (زيادة احتباس الملح والماء).
d. يشترك إفراز الهرمون المضاد للإدرار في تكوين الوذمة قلبية المنشأ في حالة نقص حجم الدم الفعال.

يسبب قصور القلب الأيسر الحاد احتقانا رئويا ووذمة رئة سريعة التطور قد تكون مميتة.

بينما يسبب قصور القلب الأيسر المترقي ببطء وذمة محيطة بسبب نقص النتاج القلبي وتفعيل جملة الرينين أنجيوتنسين وحبس Na ودور الADH.

يسبب قصور القلب الأيمن المترقي ببطء، ارتفاع الضغوط الوريدية الجهازية وتشكل وذمات محيطية وحبن وانصباب الجنب.

لا يسبب قصور القلب الأيسر الحاد ولا قصور القلب الأيمن الحاد وذمات محيطية، لأن تشكلها يحتاج لفترة زمنية مديد [10,13].

آلية المعاوضة الشكلية للعضلة القلبية في الإجهاد القلبي

الضخامة القلبية المتراكزة Concentric Hypertrophy

وتعني حدوث تسمك منتظم في جدار البطين دون زيادة هامة في أقطاره. وتحدث بسبب زيادة عدد القسيمات العضلية في الخلية القلبية بشكل طولي فوق بعضها.

أي يحدث زيادة بالكتلة العضلية البطينية على حساب تسمك الجدران. وتنتج عن زيادة الحمل البعدي.

يؤدي تسمك جدران البطين إلى سوء استرخاء واضطراب الوظيفة الانبساطية ومن ثم ارتفاع ضغط نهاية الانبساط [12,16].

الضخامة العضلية غير المتراكزة Eccentric Hypertrophy

تعني حدوث توسع في أقطار البطين دون حدوث سماكة هامة في جدرانه.

وتحدث بسبب زيادة عدد القسيمات العضلية بجانب بعضها بشكل جانبي. أي يحدث زيادة بالكتلة العضلية البطينية على حساب توسع البطين.

وتنتج عن زيادة الحمل القبلي. يسبب التوسع الهام سوء الوظيفة الانقباضية مما يؤدي إلى:

- زيادة حجم نهاية الانبساط ثم زيادة ضغط نهاية الانبساطLVEDP [12,16].

قصور القلب الأيمن

أشيع الأسباب هو قصور البطين الأيسر بسبب ارتفاع ضغوط إملاء البطين الأيسر مما ينعكس على الأذينة اليسرى، ويليه ارتفاع الضغط الرئوي بعد الشعري وحدوث إجهاد مزمن للبطين الأيمن (زيادة الحمل البعدي عليه).

أهم الأسباب الأخرى هي الآفات الرئوية المزمنة التي تشكل إجهادا على البطين الأيمن بسبب فرط التوتر الرئوي (الشعري).

أهم التظاهرات هي نقص نتاج القلب الأيسر بسبب عدم وجود حصيل دموي كاف اليه.

يحدث أيضا ارتفاع ضغوط ملء نهاية الانبساط بالبطين الأيمن وارتفاع ضغط الأذينة اليمنى ارتفاع الضغط الوريدي الجهازي الذي يؤدي لوذمات محيطية وأحيانا حبن وانصباب جنب وضخامة كبد.

إن حدوث قصور البطين الأيمن عند مريض لديه قصور بطين أيسر يخفف الحمل الدوراني على الرئتين ويخفف الزلة التنفسية على حساب تطور وذمات محيطية شديدة [15,17].

إيضاح خصائص ووظيفة البطين الأيسر عن طريق دراسة منحنى العلاقة ما بين الضغط والحجم [19,22]

D تمثل مطاوعة البطين الأيسر،

S تمثل إنقباضيته،

A تمثل الحجم بنهاية الانقباض

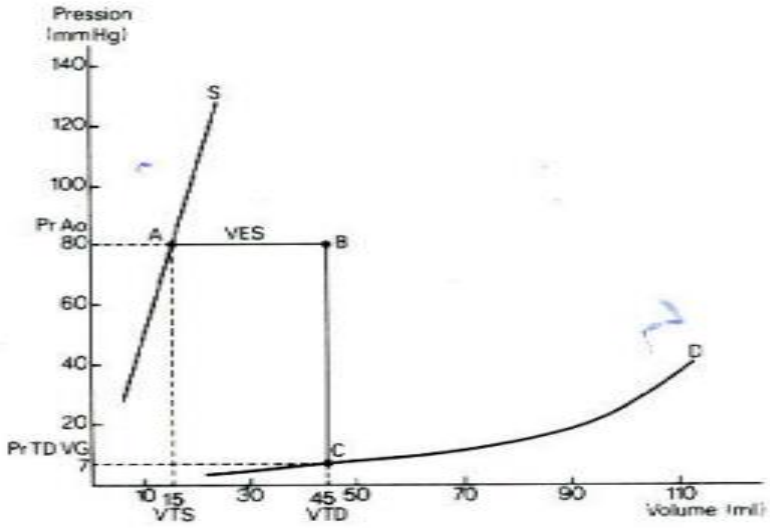
(End Systolic Volume) (VTS ,ESV) = 15 مل الضروري لإنتاج التوتر الأبهري PaO= 80 ملم/ز.

B تمثل الحجم بنهاية الانبساط EDV (End Diastolic Volume)

Ejection volume (EV)

الحجم الانقباضي المقذوف + الحجم بنهاية الانقباض VTS, ESV = 15+45 =45 مل.

C تمثل الضغط بنهاية الانبساط (End Distolic pressur) (EDP), PTD الناتج عن الحجم المذكور = 7 ملم/ز وهو نفس الضغط ضمن الأذينة اليسرى(بغياب تضيق تاجي) والأوردة الرئوية والشعيرات الرئوية Capillary وهو الحمل البعدي afterload, للبطين الأيمن. (رسم توضيحي 8)



رسم توضيحي 8:منحنى العلاقة بين الحجم والضغط

معايير الوظيفة الانبساطية للبطين الأيسر LV. Diastolic function

[22,26]

1. ارتخاء البطين الأيسر LV Relaxation

هي عملية فعالة Actif أي مستهلكة للطاقة تبدأ مبكرا منذ وسط الانقباض وتمتد إلى ما بعد انفتاح الدسام التاجي وتنتهي عادة في بدء الانبساط وفي بعض الحالات المرضية قد تمتد حتى نهاية الانبساط.

تلعب دورا فيزيولوجيا مهما في آلية انغلاق الصمام الأبهري أثناء الانبساط وتسهل الإملاء الشرياني الإكليلي Coronary filling حيث يلعب هبوط البطين الأيسر وتوسعه الناتج عن الارتخاء دورا أساسيا في الإمتلاء السريع الأولي في بدء الانبساط.

كلما كانت عملية الارتخاء سريعة وكاملة يكون الإمتلاء البطيني الحجمي الانبساطي سريعا وسهلا وبتوتر منخفض في جوف البطين الأيسر

عندما يكون الارتخاء جزئيا وبطيئا فإنه يؤثر على كامل الانبساط بإزدياد الضغط في جوف البطين الأيسر مما يسبب إعاقة لإتمام الإمتلاء البطيني.

يمكن دراسة اضطرابات الارتخاء عن طريق دراسة أشكال الجريان التاجي transmitral flow بالإيكو دوبلر.

2. مطاوعة البطين الأيسر LV. Compliance

هو تمدد البطين الأيسر أثناء امتلائه الانبساطي بشكل منفعل Passif.

يرتفع الضغط في جوف البطين الأيسر أثناء الانبساط بفعل الحجم الدموي، هذا الارتفاع بالضغط يبدأ ببطء ثم يصبح سريعا وحادا مع استمرار الإمتلاء بالحجم الدموي. مما يستدعي زيادة مطاوعة الألياف العضلية عن طريق تمددها لاستيعاب هذه الحجوم بدون ارتفاع الضغط بنهاية الانبساط في جوف البطين الأيسر.

3. دراسة الوظيفة الانبساطية بدراسة منحنى الجريان التاجي Acceleration And Deceleration Flow

بالنظر للرسم التوضيحي 9

- **موجة الامتلاء البطيني المبكر E :**

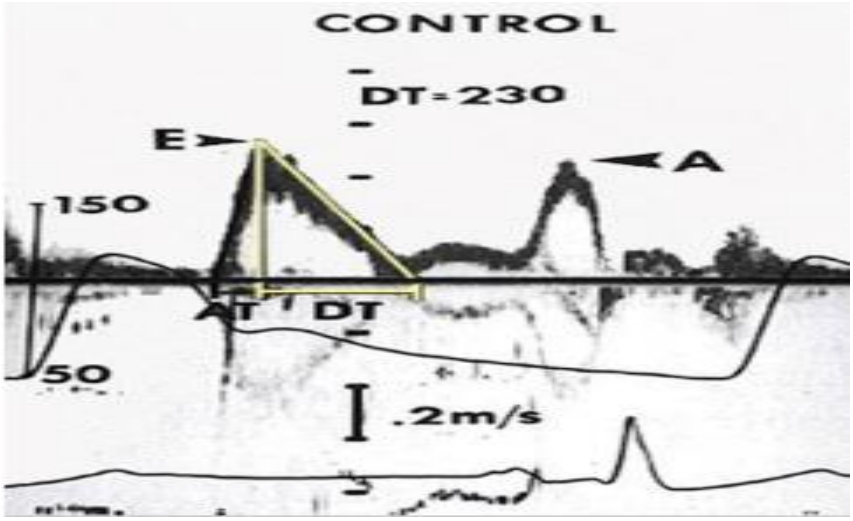
تتألف من جزء صاعد متسارع acceleration ينجم عن فارق بالضغط pressure gradient ما بين الأذينة والبطين ناتج عن الارتخاء البطيني وبالتالي فهو متناسب طردا مع الضغط الأذيني وعكسا مع زمن الارتخاء البطيني وبالتالي فإن نقص الارتخاء المؤدي لارتفاع الضغط الأذيني سيؤدي إلى تطاول ال DT أي (Deceleration time).

- **الجزء النازل deceleration لموجة E:**

يعكس ارتفاع الضغط في جوف البطين بتدفق الحجم الدموي إليه من الأذينة لذلك فهو متعلق بقابلية الألياف العضلية البطينية على التمدد والمطاوعة وبالتالي فإن تدهور المطاوعة سيؤدي بشكل ملحوظ إلى قصر ال DT بسبب الإنهاء المبكر والغير كامل للتفريغ الأذيني– البطيني.

- **موجة A :**

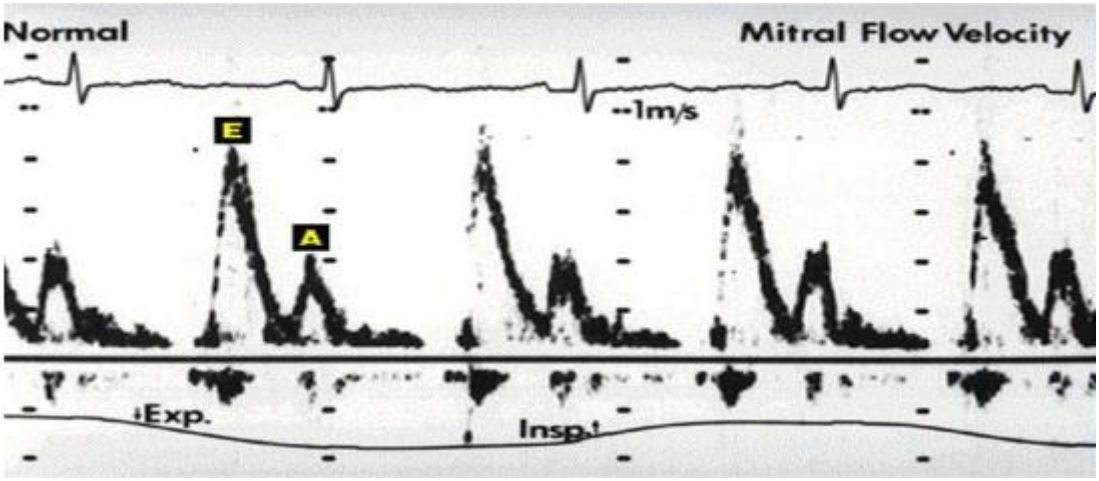
تعبر عن الانقباض الأذيني وهي مسؤولة في الحالات الطبيعية عن تفريغ حوالي 21%من الحصيل القلبي إلى البطين الأيسر



رسم توضيحي 9

4. دراسة معايير الوظيفة الانبساطية الطبيعية

- دراسة نسبة E/A, E/A Ratio: متغيرة حسب العمر: يلاحظ في الحالات الطبيعية عند شخص في متوسط العمر (حتى ال50 سنة) بأن E/A= 1-2.
- قياس ال Deceleration Time (DT): في الحالات الطبيعية يساوي 150-220 ms.
- قياس ال Isovolemic relaxation time (IVRT): وهو الزمن ما بين انغلاق الصمام الأبهري وانفتاح الصمام التاجي في الحالة الطبيعية = 60-100 ms. (رسم توضيحي 10).



رسم توضيحي 10: سرعة التدفق التاجي.

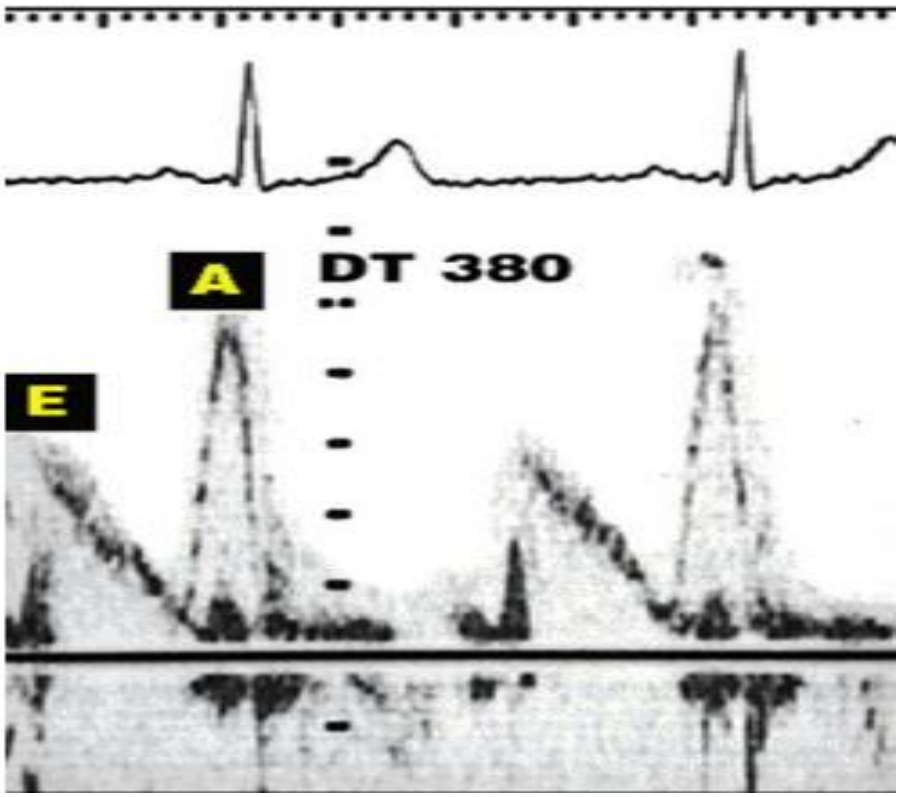
5. اضطراب الوظيفة الانبساطية بنقص أو تأخر الارتخاء Delayed Relaxation

تشاهد في اعتلال العضلة القلبية بفرط التوتر الشرياني وقد تكون أول تظاهر للإصابة القلبية مما يكسبها أهمية عند المرضى الشباب وتشاهد في اعتلال العضلة القلبية الضخامي وحالات نقص التروية (رسم توضيحي 11).

يلاحظ بأن الانقباض الأذيني A شديد ويؤمن بشكل معاوض 75% من حصيل القلب.

- E/A ratio أقل من 1.
- DT متطاول لأكثر من 220 ms.
- IVRT متطاول لأكثر من 100 ms.

يشاهد هذا الشكل طبيعيا بتقدم العمر بعد سن ال60 دالا على اضطراب ارتخاء البطين الأيسر فيزيولوجيا بتقدم العمر.



رسم توضيحي 11

6. اضطراب الوظيفة الانبساطية المترافق مع شكل طبيعي كاذب Pseudo-normal pattern

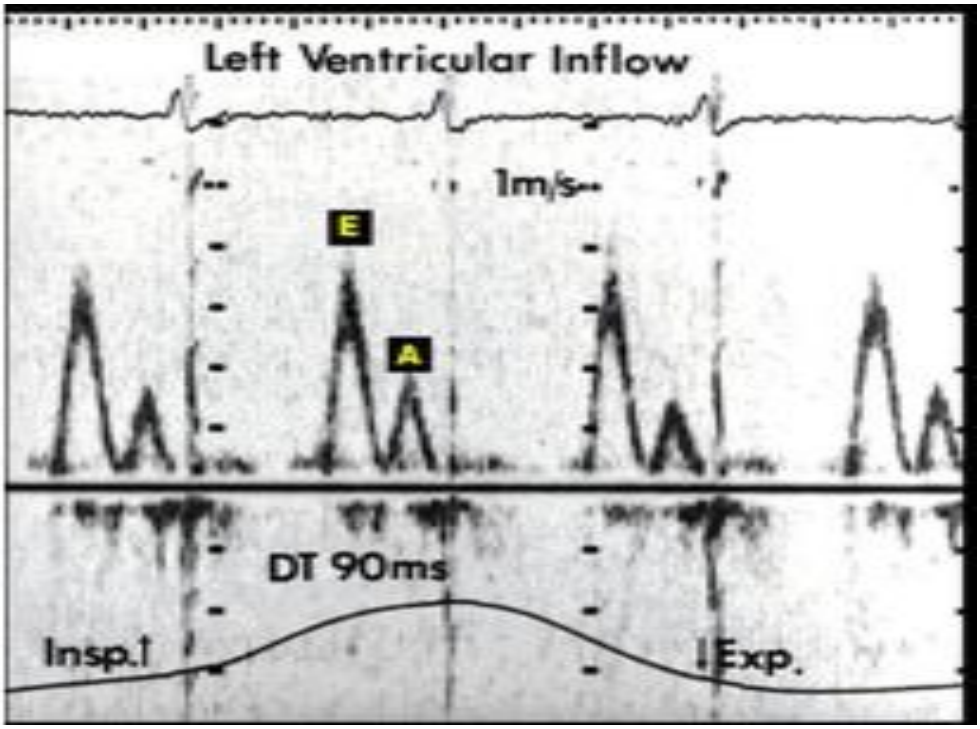
تتميز باشتراك اضطراب الارتخاء مع ارتفاع الضغط في جوف الأذينة اليسرى كآلية معاوضة للحمل القبلي Preload compensation للمحافظة على حجم مقذوف مناسب في المراحل المتقدمة لاضطراب الوظيفة الانبساطية قبل الوصول إلى نقص المطاوعة.

يصعب التمييز في بعض الأحيان ما بين الشكل الطبيعي الحقيقي والشكل الحقيقي الكاذب المرضي إلا أنه يلاحظ توسع ملحوظ بالأذينة اليسرى في الحالات المرضية قد يترافق مع ضخامة جدارية بطينية يسرى.

يمكن التمييز ما بين الشكل الطبيعي والمرضي أيضا بمتابعة تطور اضطراب الوظيفة الانبساطية الذي يبدأ باضطراب الارتخاء أي E/A اقل من 1 ثم يتطور المرض بارتفاع الضغط تدريجيا ضمن جوف

الأذينة اليسرى وتوسعها مما يؤدي إلى أخذ شكل طبيعي كاذب للجريان التاجي ينتهي بشكل يميز اضطراب المطاوعة.

ويكون منحنى دراسة E/A بشكل حرف U.



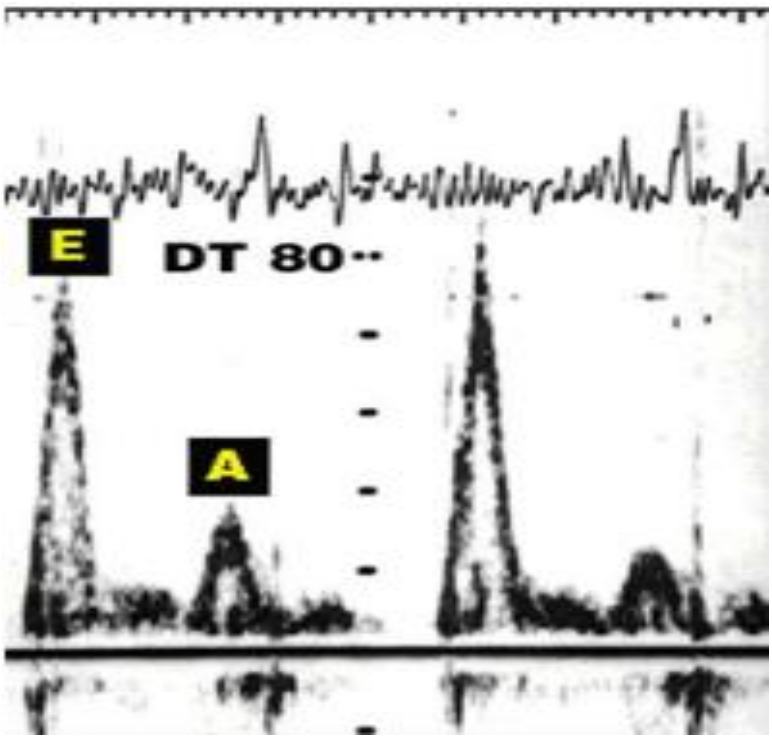
رسم توضيحي 12: تدفق البطين الأيسر

7. اضطراب الوظيفة الانبساطية بنقص المطاوعة compliance

تشاهد في المراحل المتقدمة جدا لاعتلالات العضلة القلبية لذلك تدل على سوء الإنذار خاصة إذا كانت مسبوقة باضطراب الارتخاء وتشاهد في الاعتلالات التحددية وتعبر عن تليف متصلب تحددي stiffness لذلك تسمى restrictive pattern .

- E/A Ratio: اكثر من 2 بسبب التطاول الشديد ل E وتضاؤل شديد ل A بسبب إعاقة الامتلاء البطيني بعدم قابلية الألياف على التمدد.
- DT يكون قصيرا جدا لا يتجاوز 150 ms.
- IVRT يكون قصيرا جدا لا يتجاوز 60 ms.

لا يمكن لهذا الشكل أن يكون طبيعيا في أي حال من الأحوال (رسم توضيحي 13).



رسم توضيحي 13

المشكلة مع تقييم الدوبلر للوظيفة الانبساطي the problem with transmitral doppler assessment of diastolic function

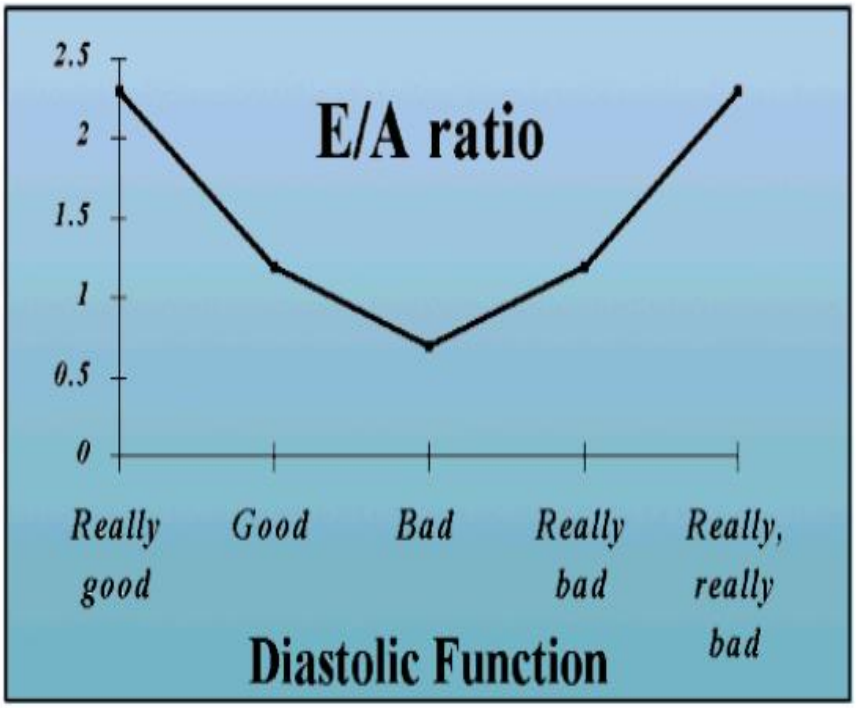
حساسية الحمل القبلي preload sensitivity (رسم توضيحي 14)

منحنى تطور E/A Ratio يلاحظ الشكل الطبيعي في البداية يدل على وظيفة انبساطية جيدة.

بتطور المرض يبدأ الشكل باضطراب الارتخاء أي E/A أقل من 1 ثم تدرجيا يعود إلى الطبيعي بتوسع الأذينة اليسرى وازدياد الضغط بداخلها كآلية معاوضة للمحافظة على حجم مقذوف مناسب.

ينتهي المرض بتليف تصلبي واضطراب شديد بالمطاوعة بشكله المعروف.

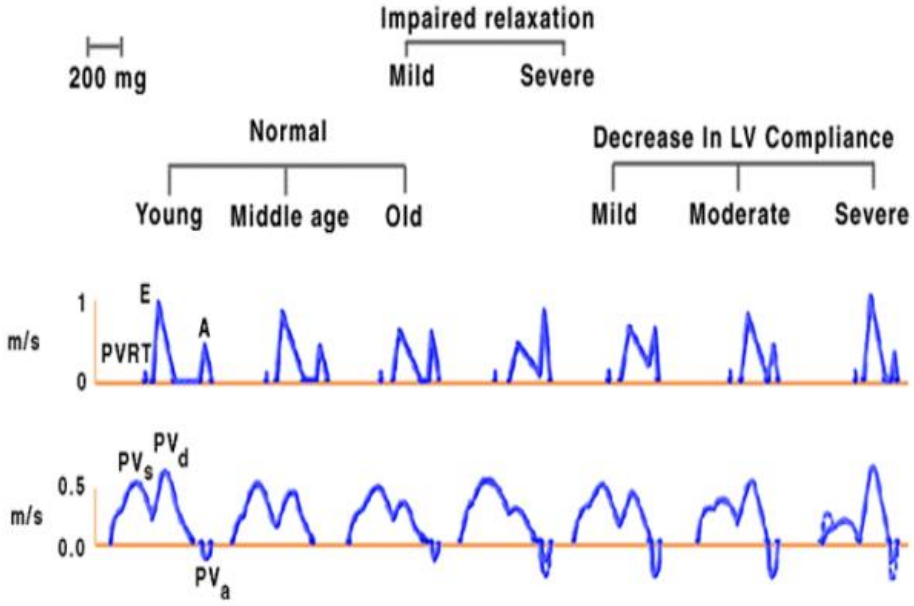
يأخذ شكل منحنى تطور E/A Ratio شكل حرف U.



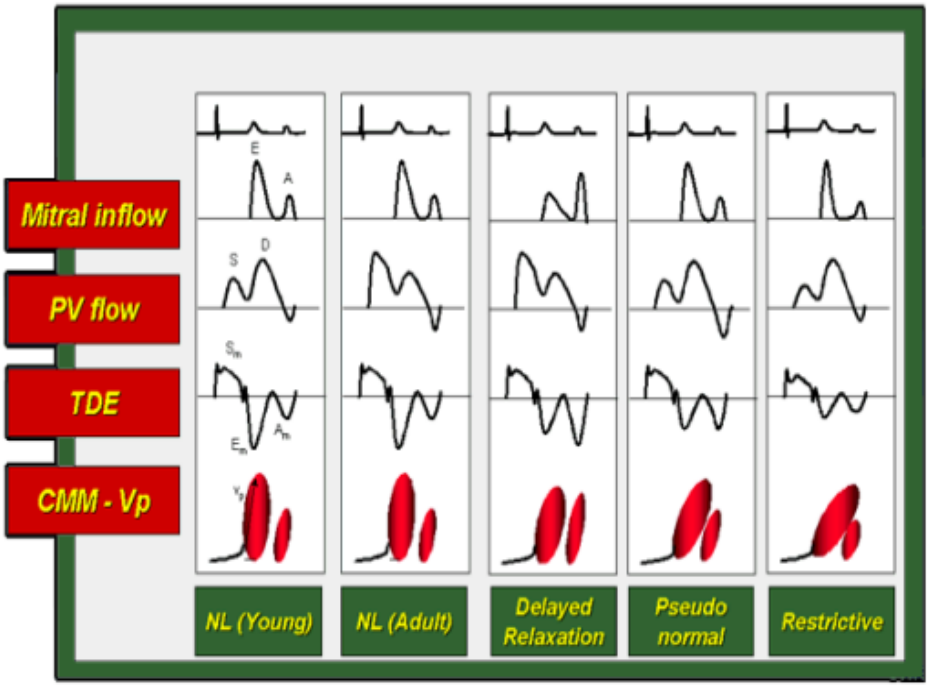
رسم توضيحي 14: منحنى تطور E/A Ratio

8. العوامل المؤثرة على معايير الوظيفة الانبساطية

- **تقدم العمر:** يلاحظ انقلاب E/A Ratio بتقدم العمر بشكل فيزيولوجي دون وجود اعتلال قلبي حيث تأخذ شكل يوحي بتأخر الارتخاء، في إحدى الدراسات تبين ما يلي
  - E/A = 2 ما بين عمر 20–30 سنة.
  - E/A = 1,5 في عمر 40 سنة.
  - E/A = 1 فوق عمر 50 سنة.
  - E/A أقل من 1 بعد عمر ال60 سنة.
- **دور الانقباض الأذيني:** يلاحظ بأن الانقباض الأذيني يؤمن 30% من حجم الإمتلاء البطيني قبل سن ال 60، و40% بعد سن ال 60 سنة وحوالي 50% بعد سن ال 80 وترتفع هذه النسب عند وجود اعتلال عضلة قلبية مترافق مع اضطراب بالوظيفة الانبساطية.
- **سرعة النبض القلبي:** يلاحظ قصر فترة الانبساط واندماج موجتي E و A بشكل موجة وحيدة عندما يتجاوز النبض القلبي 90/د مما يمنع دراسة صحيحة للوظيفة الانبساطية خاصة بوجود رجفان اذيني أو اضطرابات نظم سريعة بطينية أو فوق بطينية.
- **وجود آفة تشريحية على مستوى الدسام التاجي:** كتضيق أو قصور يمنع أي دراسة للوظيفة الانبساطية بشكل صحيح.



رسم توضيحي 15: التاريخ الطبيعي لامتلاء البطين الأيسر Natural History of LV Filling



رسم توضيحي 16:أنماط الوظيفة الانبساطية Patterns Of Diastolic Function

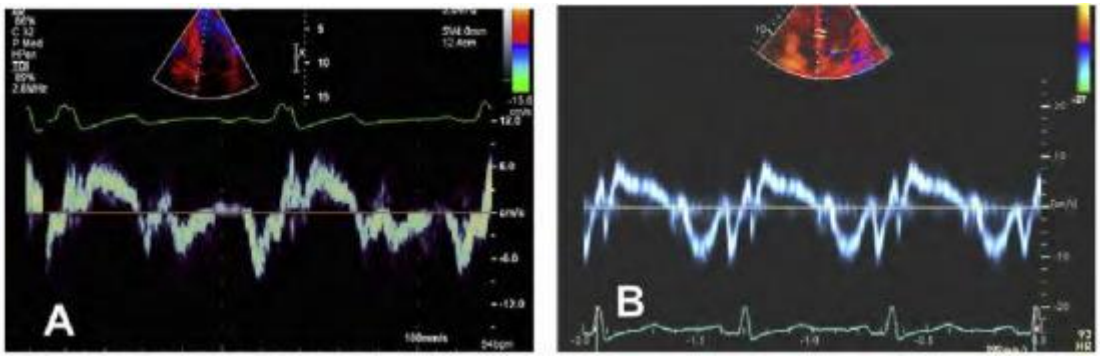
الدوبلر النسيجي Tissue Doppler

تعد تقنية الدوبلر النسيجي تقنية حديثة وفريدة حيث تعتمد على مبدأ الإشارات منخفضة التردد عالية السعة وتكون السرعات المسجلة بهذه التقنية اقل بشكل مهم من سرعات الجريانات الدموية.

تكون تقنيات الدوبلر النسيجي ذات حساسية عالية في تقييم الوظيفة الانبساطية طالما لا يوجد تأثير موضع يؤثر على حركة حلقة الصمام التاجي, وتتميز هذه التقنيات بأنها اقل تأثرا بالحمل القبلي من طريقة قياس الجريان عبر التاجي.

انطلاقا من المقطع القمي رباعي الحجرات نقوم بتسجيل 'E (وهي عبارة عن سرعة الدوبلر النسيجي للحلقة التاجية) عن طريق وضع عينة الدوبلر النابض PW على الناحية الوحشية للحلقة التاجية ثم على الناحية الأنسية.

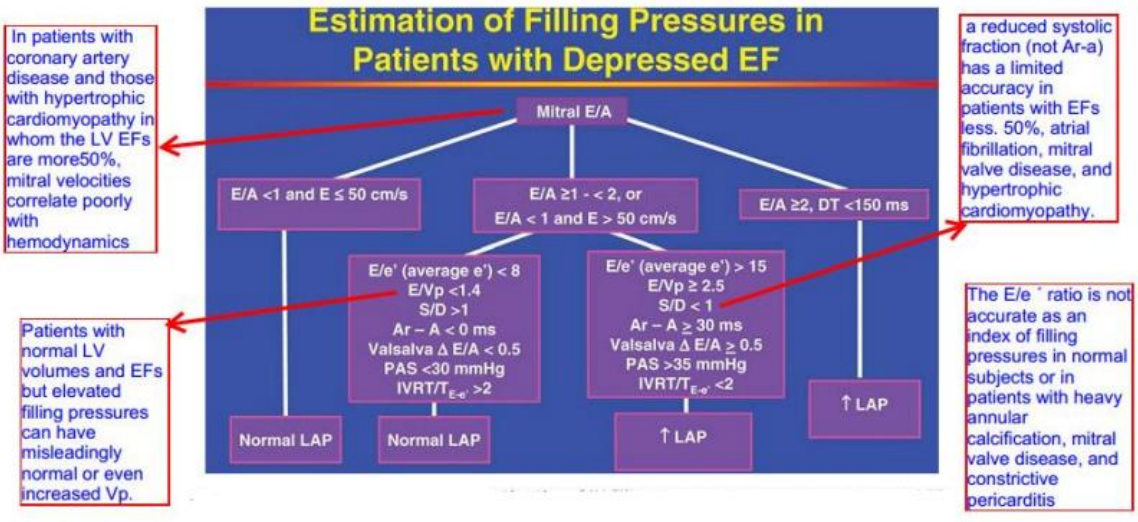
تبلغ القيمة الطبيعية ل 'E الحجابية أكثر من 8 سم/ثانية بينما تبلغ القيمة الطبيعية ل 'E الوحشية أكثر من 10 سم/ثانية [22,27].



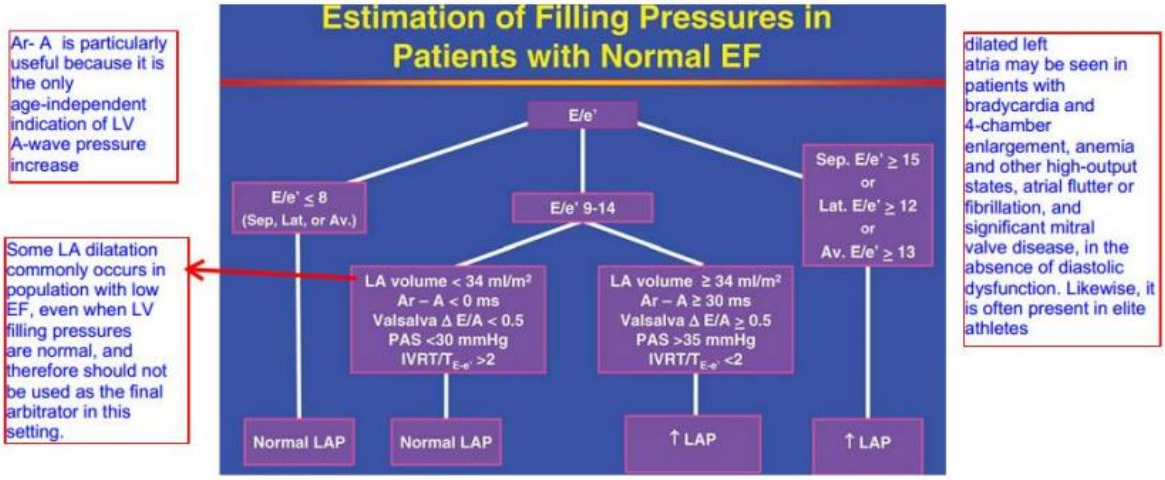
رسم توضيحي 17

وترتبط قيمة ال E' بشكل لصيق مع قابلية البطين الأيسر على الاسترخاء بشكل سوي. أما بالنسبة لضغط الأذينة اليسرى فيتم تقييمه عن طريق حساب النسبة E/E' فإذا كانت هذه النسبة أكبر من 15 فهذا يدل على ارتفاع هام في ضغط الأذينة اليسرى.

وإن كانت هذه النسبة أقل من 3 فهذا يدل على ان ضغط الأذينة اليسرى ضمن الحدود السوية. أما إذا كانت هذه النسبة تتراوح بين 14–9 فهي قيمة غير محددة وعندها نعتمد على مشعرات اخرى لتحديد ضغط الأذينة اليسرى بشكل أدق مثل دوبلر جريان الأوردة الرئوية او حجم الأذينة اليسرى او الضغط الشرياني الرئوي أو تغير موجات جريان التاجي مع مناورة فلسالفا (الشكل 17). [23,27]



رسم توضيحي 18: خوارزمية تشخيصية لتقدير ضغط امتلاء البطين الأيسر مع انخفاض EFs



رسم توضيحي 19:خوارزمية تشخيصية لتقدير ضغط ملء البطين الأيسر باستخدام EFs الطبيعي

الدراسة العملية

تصميم الدراسة:

- مكان الدراسة: مستشفى المواساة والأسد الجامعيين.
- نمط الدراسة: رقابية وصفية تحليلية.
- زمن الدراسة: لمدة سنة من 1-6-2023 وحتى 31-5-2024 .

معايير القبول والاستبعاد:

معايير القبول:

يدخل في الدراسة كل المرضى المراجعين لإجراء قثطرة إكليلية والذين أخذت موافقتهم المستنيرة المسبقة على الدخول في الدراسة.

معايير الاستبعاد:

سيتم استبعاد المرضى الذين لديهم عوامل تؤثر على الإنفراغ الأذيني البطيني:

- مرضى الرجفان الأذيني.
- كل مرضى اضطرابات النقل على المستوى الأذيني البطيني مثل الحصارات بمختلف درجاتها.
- الآفات الصمامية المتوسطة والشديدة وخاصة آفات الصمام التاجي.
- المرضى الذين لديهم فرط حمل حجمي انكسار معاوضة قلبية.

كيفية الاعتيان:

سيتم اختيار المرضى المراجعين لإجراء القثطرة القلبية في المراكز المذكورة سابقا بشكل عشوائي خلال فترة زمنية هي مدة الدراسة، وسيتم شملهم بالدراسة بعد أخذ الموافقة المستنيرة منهم.

كيفية جمع البيانات

سيتم جمع الاستمارات الخاصة بالمرضى المشاركين في الدراسة والمحققين لمعايير الدخول، حيث سيتم قياس الضغط في نهاية الانبساط للبطين الأيسر من خلال القثطرة القلبية بعد التأكد من الشروط التالية:

- استخدام قثطار ذي نهاية مفتوحة مثل jr4 .
- التأكد من خط الضغط وخلوه من الفقاعات الهوائية .
- وضع مقياس الضغط الهيموديناميكي في سوية الخط الإبطي المتوسط للمريض .

ثم وبعد القثطرة الإكليلية سيتم نقل المريض إلى وحدة تصوير القلب بالأمواج فوق الصوتية وسيتم إجراء إيكو قلب للمريض وحساب القيم التالية:

- نهاية الانبساط وحجوم نهاية الانقباض للبطين الأيسر ووظيفته الانقباضية باستخدام طريقة Simpson على مقطعين 4_Chamber 2_ Chamber
- قياس الموجة E والموجة A باستخدام الدوبلر النبضي على وريقات الدسام التاجي وحساب النسبة بينهما
- قياس الموجة EA باستخدام الدوبلر النسيجي على الحلقة الوحشية للدسام التاجي
- حساب النسبة E/Ea
- استخدام برنامج إحصائي (SPSS) لتحري وجود علاقة بين ضغوط نهاية الانبساط المقاسة بالقثطرة وبين النسبة E/Ea المقاسة بالدوبلر.

النتائج

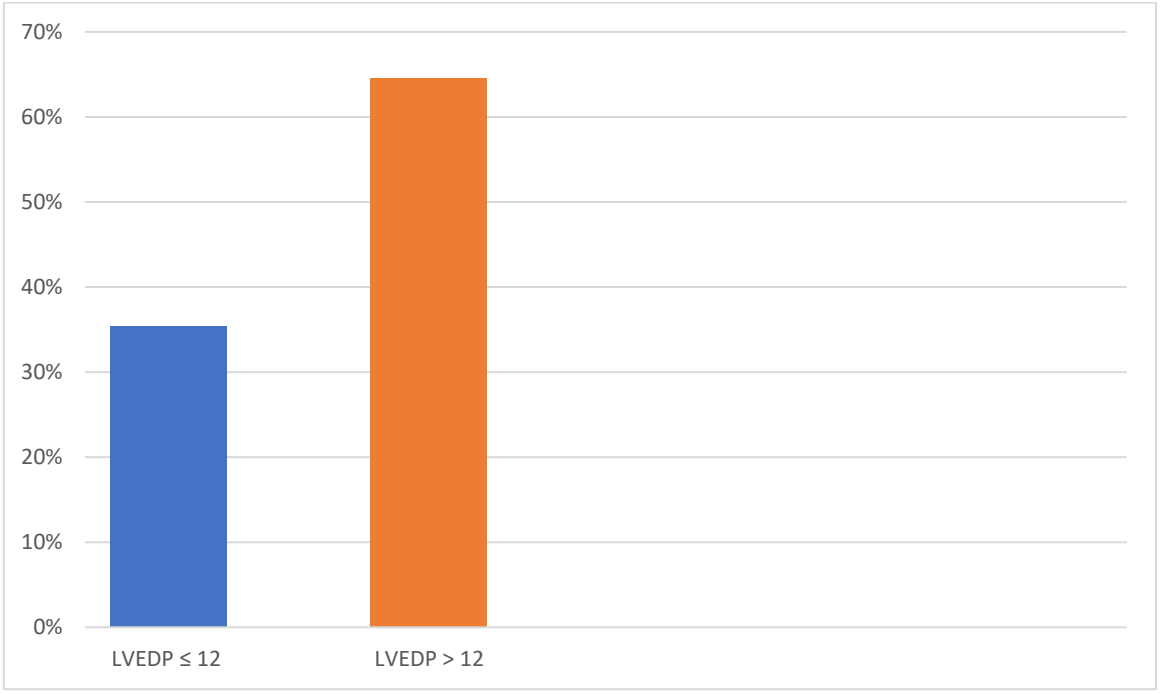
ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر

بلغ عدد أفراد عينتنا 82 مريضاً، تم تقسيمهم إلى مجموعتين تبعاً لقيمة ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر LVEDP المقاس في سياق القثطرة القلبية، بحيث تم اعتبار قيم LVEDP طبيعية عندما تكون (LVEDP ≤ 12mmHg) في حين تم اعتبار هذه القيم مرتفعة عندما تكون (LVEDP > 12mmHg)

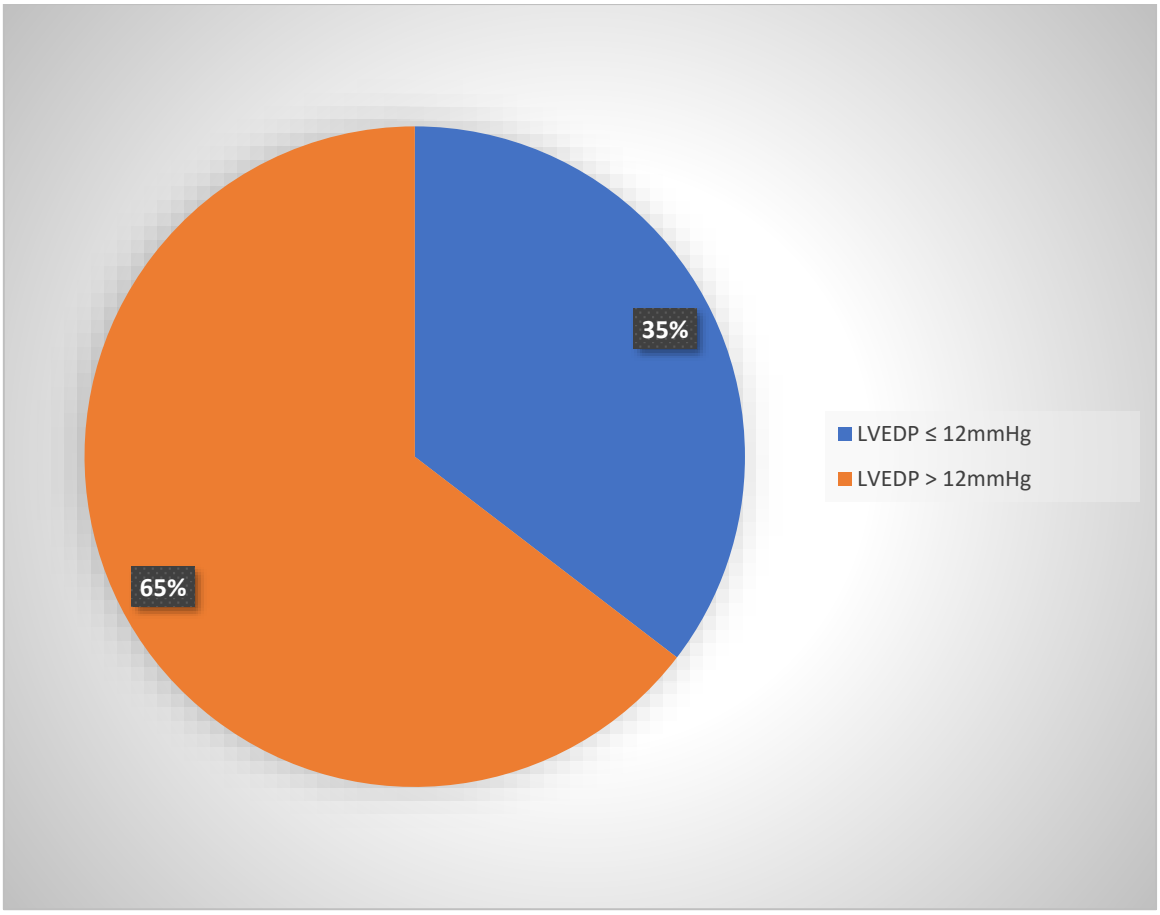
1. المجموعة الأولى: بلغ عدد أفرادها 29 مريض وكانت LVEDP ≤ 12mmHg
2. المجموعة الثانية بلغ عدد أفرادها 53 مريض وكانت LVEDP > 12mmHg

جدول 7: توزع أفراد العينة تبعاً لقيم الضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر LVEDP

RDW	العدد	النسبة المئوية
LVEDP ≤ 12mmHg	29	35.4%
LVEDP > 12mmHg	53	64.6%



مخطط بياني1 : توزع أفراد العينة تبعاً لقيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر LVEDP وفق مخطط أعمدة



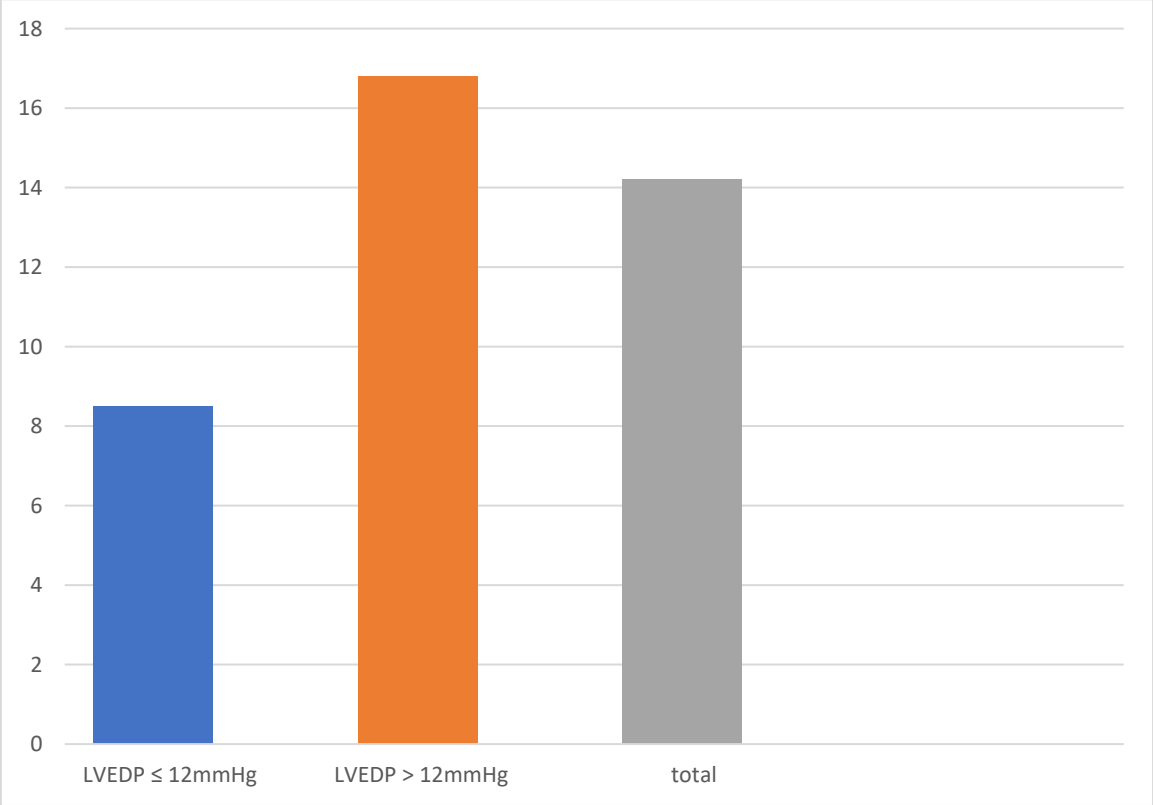
مخطط بياني 2: توزع أفراد العينة تبعاً لقيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر LVEDP وفق مخطط دائري

ننتقل لدراسة القيم الإحصائية الوصفية لقيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر LVEDP، فقد تراوحت هذه القيم ما بين 6 و21.5 بمتوسط حسابي بلغ 14.2.

تراوحت قيم LVEDP في سياق المجموعة الأولى ما بين 6 و11.8 وقد بلغ المتوسط الحسابي لهذه القيم 8.5.

أما بالنسبة للمجموعة الثانية فقد تراوحت قيم LVEDP بين 12.4 و21.5، بمتوسط حسابي بلغ 16.8، وقد وجدنا فرق إحصائي هام بين مجموعتي الدراسة فيما يتعلق بمتوسطات قيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر p-value=0.02.

جدول 8: القيم الإحصائية الوصفية لقيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر				
p-value	total	LVEDP > 12mmHg	LVEDP ≤ 12mmHg	
0.02	14.2	16.8	8.5	Mean
	15.5	9.1	6.8	Range
	6	12.4	6	Minimum
	21.5	21.5	11.8	Maximum



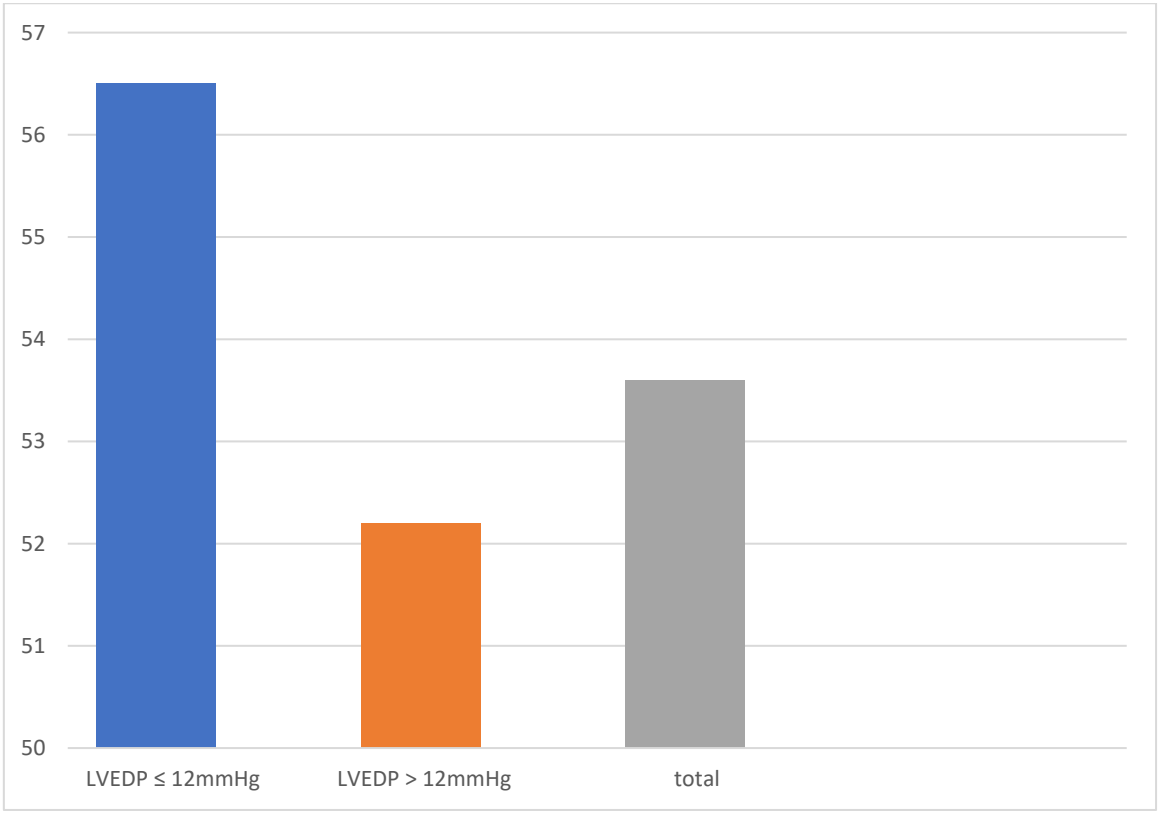
مخطط بياني 3: متوسطات قيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر وفق مخطط أعمدة

العمر

تراوحت أعمار أفراد العينة ما بين 29 سنة 73 سنة بمتوسط حسابي بلغ 53.6 سنة، أما بالنسبة لأعمار أفراد المجموعة الأولى فقد تراوحت ما بين 32 سنة و73 سنة، وبلغ المتوسط الحسابي لأعمار أفراد هذه المجموعة 56.5 سنة، أما بالنسبة للمجموعة الثانية فقد تراوحت أعمار أفراد هذه المجموعة بين 29 سنة و67 سنة، بمتوسط حسابي بلغ 52.2 سنة، وبالدراسة الإحصائية لم نجد فرق إحصائي هام بين مجموعتي الدراسة فيما يتعلق بمتوسطات الأعمار، أي أنه لا يوجد في سياق دراستنا ارتباط بين العمر وقيم ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر.

جدول 9: القيم الإحصائية الوصفية لأعمار أفراد العينة

p-value	total	LVEDP > 12mmHg	LVEDP ≤ 12mmHg	
0.11	53.6	52.2	56.5	Mean
	44	38	41	Range
	29	29	32	Minimum
	73	67	73	Maximum



مخطط بياني 4: متوسطات الأعمار لدى مجموعتي الدراسة وفق مخطط أعمدة

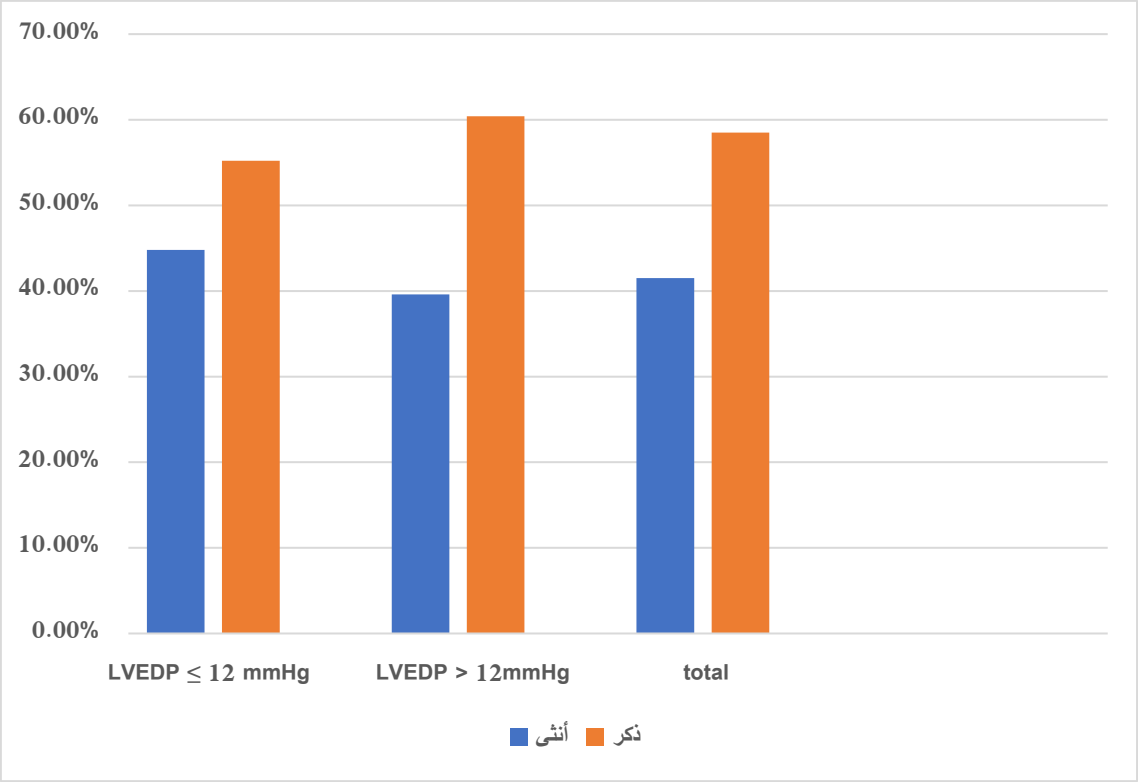
الجنس

ننتقل لدراسة توزع أفراد العينة تبعاً للجنس إذ نلاحظ تفوق نسبة الذكور على نسبة الإناث، فقد بلغت نسبة الذكور 57.5% في حين بلغت نسبة الإناث 42.5% فقط من مجمل أفراد العينة.

نلاحظ هذا التفوق في كلا مجموعتي الدراسة أيضاً، ففي سياق المجموعة الأولى بلغت نسبة الذكور (58.9%) ونسبة الإناث (41.1%)، وفي سياق المجموعة الثانية بلغت نسبة الذكور (55.7%) في حين بلغت نسبة الإناث (44.3%)، دون وجود فرق إحصائي هام بين مجموعتي الدراسة فيما يتعلق بتوزع الأفراد تبعاً للجنس.

جدول 10: توزع أفراد العينة تبعاً للجنس

	أنثى		ذكر		P-value
	العدد	النسبة المئوية	العدد	النسبة المئوية	
LVEDP ≤ 12 mmHg	13	44.8%	16	55.2%	0.15
LVEDP > 12 mmHg	21	39.6%	32	60.4%	
Total	34	41.5%	48	58.5%	



مخطط بياني 5: توزع أفراد العينة تبعاً للجنس وفق مخطط أعمدة

مشعر كتلة الجسم BMI

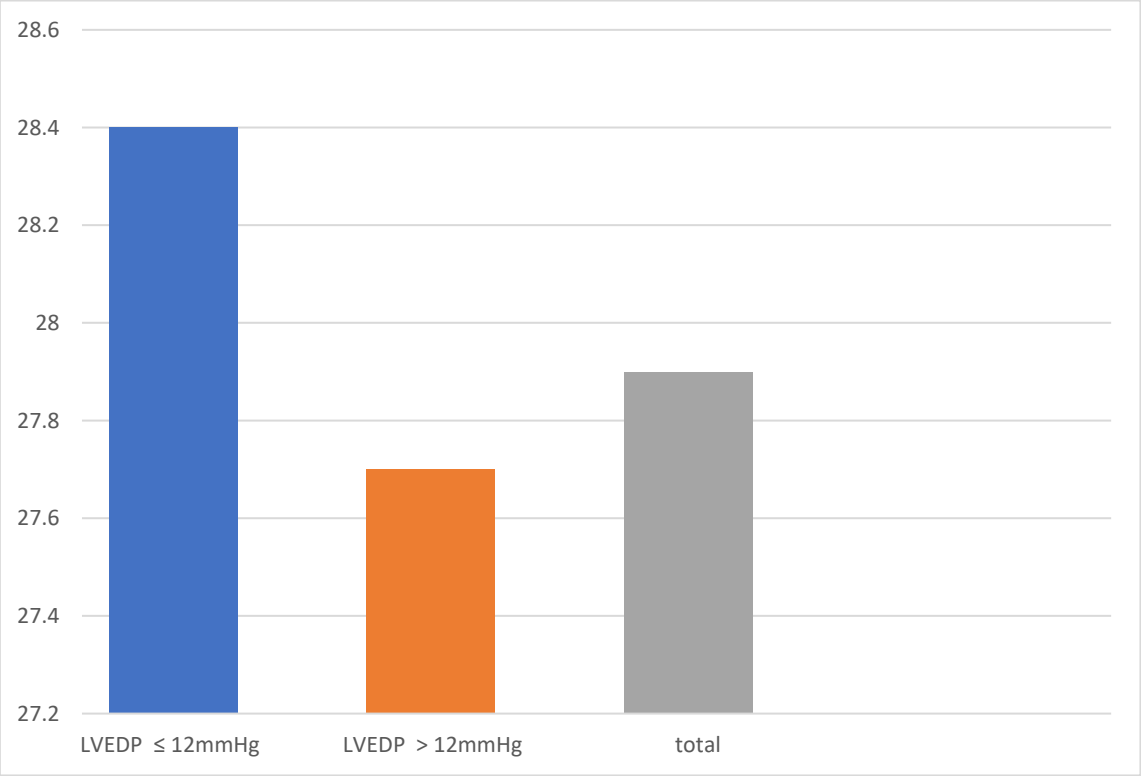
ننتقل لدراسة القيم الإحصائية الوصفية لقيم مشعر كتلة الجسم لدى أفراد العينة، فقد تراوحت هذه القيم ما بين 18.7 و44.6 بمتوسط حسابي يقدر ب 27.9.

أما بالنسبة لقيم BMI لدى أفراد المجموعة الأولى فقد تراوحت ما بين 18.7 و42 وبلغ المتوسط الحسابي لهذه القيم 28.4، وتراوحت هذه القيم لدى أفراد المجموعة الثانية ما بين 20.9 و44.6 بمتوسط حسابي بلغ 27.7.

لم نجد فرق إحصائي هام بين مجموعتي الدراسة فيما يتعلق بمتوسطات قيم مشعر كتلة الجسم.

جدول 11: القيم الإحصائية الوصفية لقيم مشعر كتلة الجسم

p-value	total	LVEDP > 12 mmHg	LVEDP ≤ 12 mmHg	
0.11	27.9	27.7	28.4	Mean
	25.9	23.7	23.3	Range
	18.7	20.9	18.7	Minimum
	44.6	44.6	42	Maximum



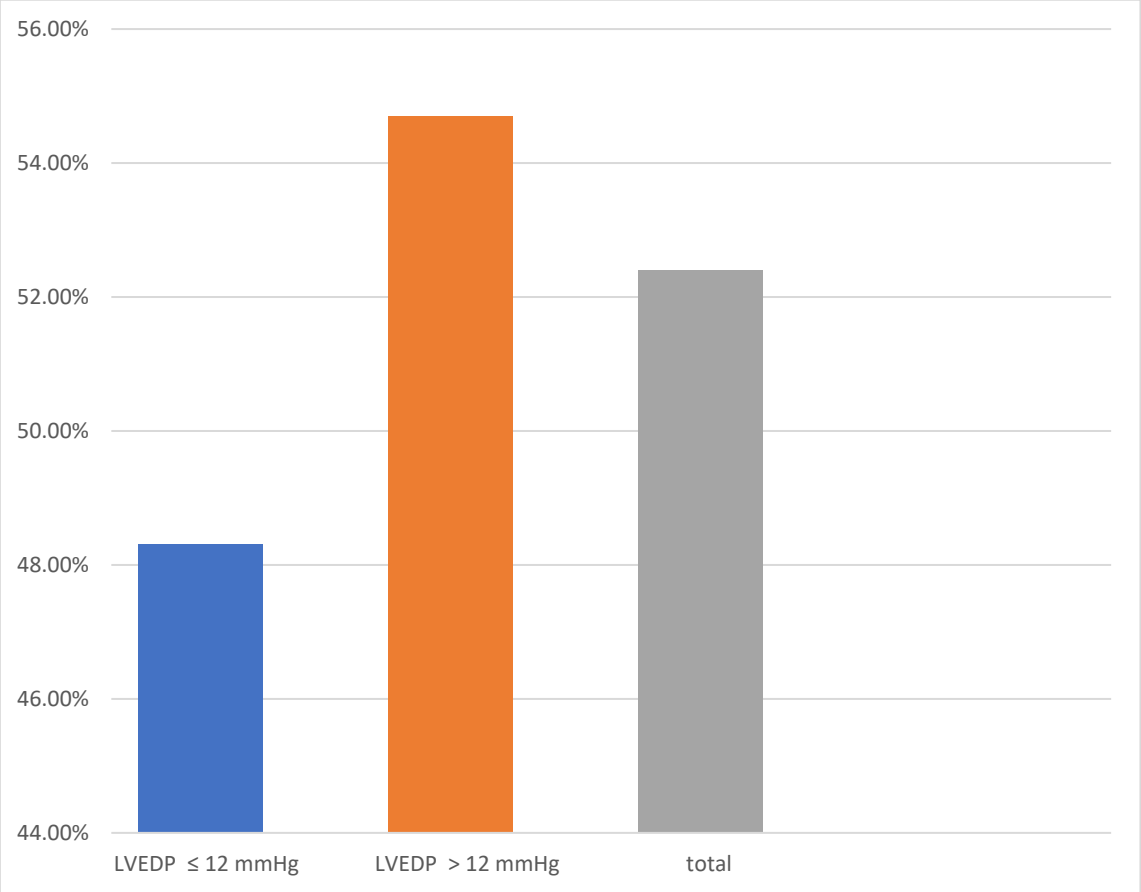
مخطط بياني 6: متوسطات قيم BMI لدى مجموعتي الدراسة وفق مخطط أعمدة

ارتفاع التوتر الشرياني

ننتقل لدراسة انتشار ارتفاع التوتر الشرياني والذي يعتبر أحد أهم عوامل خطر الاضطرابات القلبية ونلاحظ أن 52.4% من أفراد العينة لديهم ارتفاع توتر شرياني، كما كانت النسب مقاربة في سياق مجموعتي الدراسة فبلغت نسبة ارتفاع التوتر الشرياني 48.3% في سياق المجموعة الأولى، و54.7% لدى أفراد المجموعة الثانية دون وجود فرق إحصائي بين المجموعتين فيما يتعلق بانتشار ارتفاع التوتر الشرياني

جدول 12: ارتفاع التوتر الشرياني لدى أفراد العينة

	ارتفاع الضغط الشرياني		P-value
	العدد	النسبة المئوية	
LVEDP ≤ 12mmHg	14	48.3	0.15
LVEDP > 12mmHg	29	54.7	
Total	43	52.4	



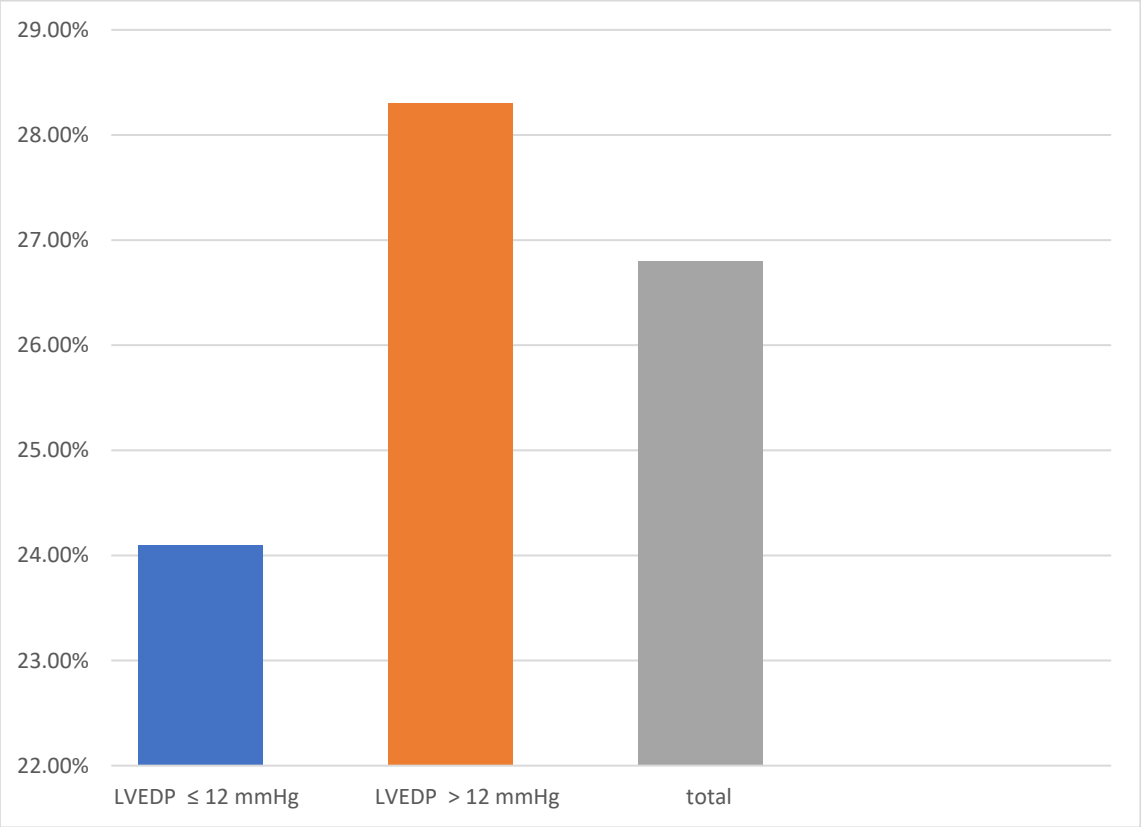
مخطط بياني 7: ارتفاع التوتر الشرياني لدى أفراد العينة وفق مخطط أعمدة

السكري

أما بالنسبة للداء السكري والذي يعتبر أيضاً أحد عوامل الخطر للعديد من الاضطرابات القلبية بشكل عام، فقد بلغت نسبة انتشاره 26.8% من مجمل أفراد العينة، و24.1% في سياق المجموعة الأولى (LVEDP ≤ 12)، و28.3% لدى أفراد المجموعة الثانية (LVEDP > 12)، وبالدراسة الإحصائية لم نجد فرق إحصائي هام بين مجموعتي الدراسة فيما يتعلق بانتشار الداء السكري بين الأفراد.

جدول 13: الداء السكري لدى أفراد العينة

	الداء السكري		P-value
	العدد	النسبة المئوية	
LVEDP ≤ 12 mmHg	7	24.1	0.13
LVEDP > 12 mmHg	15	28.3	
Total	22	26.8	



مخطط بياني 8: الداء السكري لدى أفراد العينة وفق مخطط أعمدة

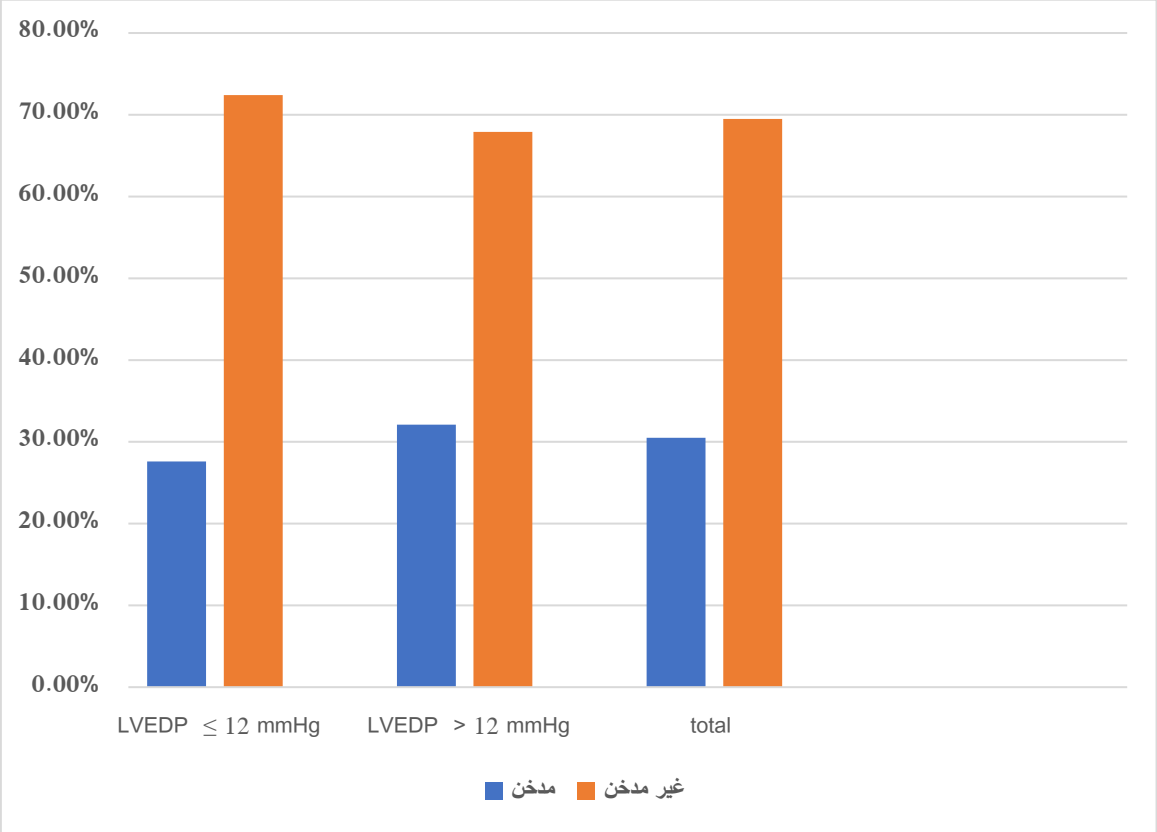
عادات التدخين

لدى دراسة توزع أفراد العينة تبعاً لعادات التدخين، بلغت نسبة المدخنين 30.5% من مجمل أفراد العينة، أما في بالنسبة لمجموعتي الدراسة فقد بلغت في سياق المجموعة الأولى 27.6% وفي المجموعة الثانية 32.1%.

لم نلاحظ فرق إحصائي هام بين مجموعتي الدراسة فيما يتعلق بعادات التدخين.

جدول 14: عادات التدخين لدى أفراد العينة

	مدخن		غير مدخن		P-value
	العدد	النسبة المئوية	العدد	النسبة المئوية	
LVEDP ≤ 12mmHg	8	27.6%	21	72.4%	0.14
LVEDP > 12mmHg	17	32.1%	36	67.9%	
Total	25	30.5%	57	69.5%	



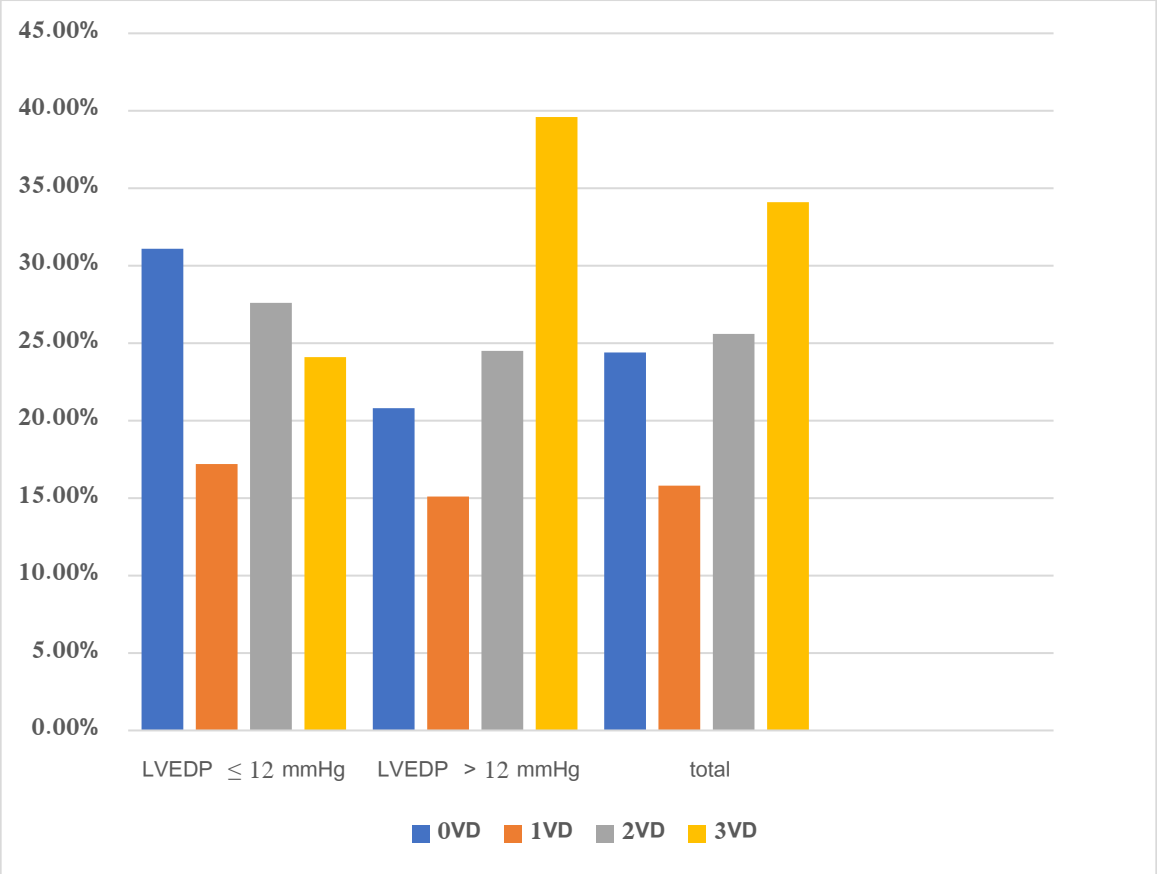
مخطط بياني 9:عادات التدخين لدى أفراد العينة وفق مخطط أعمدة

إصابة الشرايين الإكليلية

لدى دراسة توزع إصابة الشرايين الإكليلية لدى أفراد العينة فقد كانت نسبة المرضى الذين لديهم شرايين إكليلية طبيعية أكبر بشكل هام إحصائياً لدى أفراد المجموعة الأولى والذين لديهم ضغوط نهاية انبساط سوية، مقارنة بأفراد المجموعة الثانية الذين لديهم ضغوط نهاية انبساط عالية، فقد بلغت نسبتهم 31.1% لدى أفراد المجموعة الأولى و20.8% لدى أفراد المجموعة الثانية.

لم نجد فروق إحصائية هامة بين مجموعتي الدراسة فيما يتعلق بنسبة انتشار إصابة الشرايين الإكليلية الأحادية والثنائية، فقد كانت النسبة متقاربة بين المجموعتين.

في حين تفوقت نسبة المرضى الذين لديهم إصابة ثلاثية في الشرايين الإكليلية بشكل هام إحصائياً لدى أفراد المجموعة الثانية (LVEDP > 12) على أفراد المجموعة الأولى (LVEDP ≤ 12)، فقد بلغت نسبتهم 24.1% في سياق المجموعة الأولى و39.6% لدى أفراد المجموعة الثانية.



مخطط بياني 10: توزع إصابة الشرايين الإكليلية لدى أفراد العينة وفق مخطط أعمدة

جدول 15: توزع إصابة الشرايين الإكليلية لدى أفراد العينة				
3VD	2VD	1VD	0VD	
24.1% (7)	27.6% (8)	17.2% (5)	31.1% (9)	LVEDP ≤ 12 mmHg
39.6% (21)	24.5% (13)	15.1% (8)	20.8% (11)	LVEDP > 12 mmHg
34.1% (28)	25.6% (21)	15.8% (13)	24.4% (20)	Total
0.01	0.09	0.11	0.03	p-value

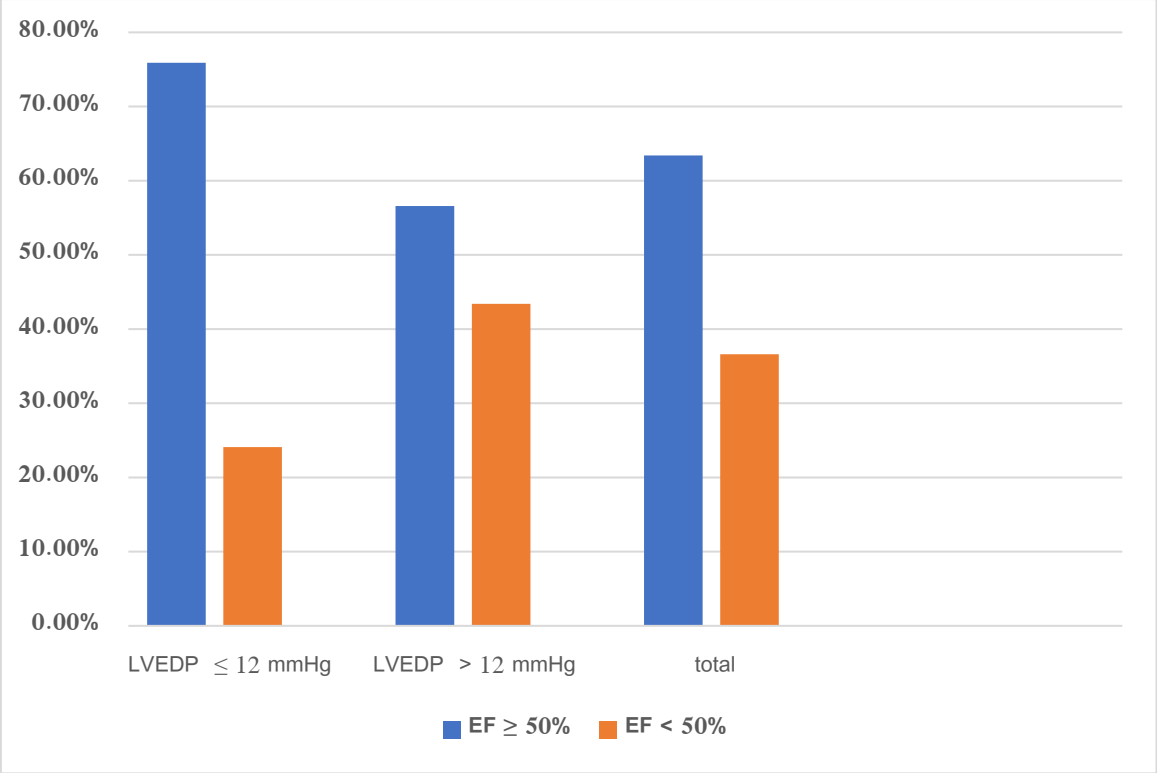
الوظيفة الانقباضية

في سياق هذه الدراسة بلغت نسبة أفراد العينة الذين لديهم وظيفة انقباضية سوية (EF ≥ 50%) 63.4% من مجمل أفراد العينة، في حين وجد سوء وظيفة انقباضية (EF < 50%) لدى 36.6% من أفراد العينة.

ولدى دراسة العلاقة بين كل من الوظيفة الانقباضية والوظيفة الانبساطية لدى أفراد العينة، وجد فرق إحصائي هام بين مجموعتي الدراسة، حيث أن نسبة الأفراد الذين لديهم بوظيفة انقباضية سوية كانت أكبر بشكل هام إحصائياً في سياق المجموعة الأولى (LVEDP ≤ 12) مقارنة بالمجموعة الثانية (LVEDP > 12).

كذلك الأمر فإن نسبة الأفراد الذين لديهم سوء في الوظيفة الانقباضية كانت أكبر بشكل هام إحصائياً في سياق المجموعة الثانية (LVEDP > 12) مقارنة بالمجموعة الأولى (LVEDP ≤ 12)، وعليه فهناك علاقة هامة إحصائياً تربط بين كل من سوء الوظيفة الانقباضية وسوء الوظيفة الانبساطية في سياق هذه الدراسة.

جدول 16: الوظيفة الانقباضية لدى أفراد العينة			
p-value	EF < 50%	EF ≥ 50%	
0.00	24.1% (7)	75.9% (22)	LVEDP ≤ 12 mmHg
	43.4% (23)	56.6% (30)	LVEDP > 12 mmHg
	36.6% (30)	63.4% (52)	Total



مخطط بياني 11: الوظيفة الانقباضية لدى أفراد العينة وفق مخطط أعمدة

المقاييس القلبية الصدوية

لدى دراسة متوسطات قيم العديد من المقاييس القلبية الصدوية المجراة لأفراد العينة وجدنا ما يلي:

فيما يتعلق ب VP (Velocity of Propagation) فقد كانت قيم هذا المقياس متقاربة بين مجموعتي الدراسة دون وجود فرق إحصائي هام بين المجموعتين، أي أنه لا يوجد علاقة هامة إحصائياً تربط بين قيم ضغط نهاية الانبساط والمقياس الصدوي VP.

في حين كانت قيم TRmax (maximum velocity of tricuspid regurgitation) أكبر بشكل هام إحصائياً لدى أفراد المجموعة الثانية (LVEDP > 12) مقارنة بالمجموعة الأولى (LVEDP ≤ 12)، وعليه نستنتج وجود علاقة إحصائية هامة تربط بين ارتفاع ضغط نهاية الانبساط وزيادة قيمة النسبة TRmax .

لم نجد في سياق دراستنا فرق إحصائي هام بين مجموعتي الدراسة فيما يتعلق بقيم DT (Deceleration Time)، أي أنه لا ارتباط إحصائي هام بين قيم ضغط نهاية الانبساط والمقياس الصدوي DT.

أما بالنسبة لـE/EA فقد وجد فرق إحصائي هام بين مجموعتي الدراسة، أي أن هذه النسبة كانت أكبر بشكل هام إحصائياً لدى أفراد المجموعة الثانية (LVEDP > 12) مقارنة بالمجموعة الأولى (LVEDP ≤ 12)، أي أن هناك ارتباط بين ارتفاع ضغط نهاية الانبساط وزيادة قيمة النسبة E/EA في سياق هذه الدراسة.

جدول 17:المقاييس القلبية الصدوية لدى أفراد العينة

	LVEDP ≤ 12	LVEDP > 12	p-value
(cm/s) VP	53	51	0.06
(cm/s) TRmax	236	253	0.003
(cm/s) DT	196	202	0.23
E/EA	8.9	13.3	0.00

تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA

فيما يتعلق بالاختبارات الإحصائية المستخدمة لأجل المتغيرات الكمية من المشعرات المركزية (mean–mode–median) وللمقارنة بين القيم المتغيرة لE/EA مع ضغوط نهاية انبساط البطين الأيسر المقاسة تم استخدام (Pearson's correlation coefficient logistic regression) معامل الانحدار المنطقي لعلاقة بيرسون، حيث تم إجراء التحليل الإحصائي ومن ثم رسم المنحنى حيث تم حساب ضغط نهاية الانبساط بدلالة E/EA بالمعادلة التالية:

$$LVEDP=1.31\ E/EA +6.32 \pm 7.8mHg\ (P<0.05,\ r=0.4)$$

بتأمل الجدول 12 فقد بلغت حساسية تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA 75.2% (p–value=0.003<<0.05) في حين بلغت النوعية 71.8% (p–value=0.006<<0.05)، **وعليه نجد أن الدوبلر القلبي والنسيجي حساس ونوعي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA.**

جدول 18: دور الدوبلر القلبي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA	
القيمة التنبؤية الإيجابية	74.6
القيمة التنبؤية السلبية	68.2
الحساسية	75.2
النوعية	71.8

المناقشة

لطالما كانت هناك حاجة ملحة لإيجاد طرق غير غازية لتقييم امتلاء البطين الأيسر وحساب الضغط ضمنه، وفي الآونة الأخيرة فقد شكلت تقنيات دوبلر الإيكو القلبي وسيلة غير غازية فعالة لتقييم الضغوط القلبية [28].

وقد كان تقييم التدفق التاجي من خلال الإيكو دوبلر القلبي طريقة سريرية وغير غازية لتقييم وظائف القلب الانبساطية، والتي تحدد أشكال مختلفة من امتلاء البطين الأيسر.

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على الجريان التاجي كالنبض والتنفس واضطرابات التوصيل القلبي وعمر المريض.

يشكل الدوبلر القلبي النسيجي تقنية جديدة ويوصى بها لتقييم الوظيفة الانبساطية مع حركة الحلقة التاجية بشكل مستقيم، وتكمن أهميته في تقييم امتلاء البطين الأيسر وخلوه نسبيا من تأثير التحميل المسبق الاختلافات [29,30]

تتميز تقنيات الدوبلر مقارنة بالطرق الغازية بما يلي:

1. لا تتطلب صبغة أو نيوكليدات شعاعية.
2. لا تتضمن تعرض للأشعة السينية.
3. إجراء آمن لا يتضمن أي مخاطر
4. تتيح التقييم والقياس المتكرر
5. لا يسبب تغيرات هيموديناميكية
6. إجراء سهل نسبياً
7. يوفر معلومات فورية
8. يظهر اضطرابات القلب الشائعة والتغيرات.

إلا أن هناك العديد من السلبيات التي تترافق مع استخدام هذه التقنيات تتضمن ما يلي:

1. عدم تحقيق جودة الفيديو المطلوبة في بعض المرضى
2. التقنيات المتعلقة بالطبيب الفاحص
3. مع تغيير موقع التصوير تتغير العينة [31].

هدفت هذه الدراسة إلى استبدال الطرق الغازية بأساليب أكثر حساسية ودقة، وتحديد دقة الدوبلر القلبي والنسيجي في تقدير ضغط نهاية انبساط البطين الأيسر في اكتشاف الحالات ذات اضطرابات الانبساط القلبية، حيث شملت هذه الدراسة 82 حالة تم تقسيمهم إلى مجموعتين تبعاً لقيمة ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر LVEDP المقاس في سياق القثطرة القلبية وخلصنا إلى مجموعة نتائج ستتم مناقشتها ومقارنتها مع الدراسات العالمية.

إصابة الشرايين الإكليلية

تم في سياق هذا البحث دراسة توزع إصابة الشرايين الإكليلية لدى أفراد العينة تبعا لقيمة ضغط نهاية الانبساط للبطين الأيسر، وقد وجد أن نسبة المرضى الذين لديهم شرايين إكليلية طبيعية أكبر بشكل هام إحصائياً لدى أفراد مجموعة ($LVEDP \leq 12$) مقارنة بأفراد مجموعة ($LVEDP > 12$)، كما تفوقت نسبة أفراد العينة الذين لديهم إصابة ثلاثية في الشرايين الإكليلية بشكل هام إحصائياً لدى أفراد مجموعة ($LVEDP > 12$) على أفراد مجموعة ($LVEDP \leq 12$)، وبالمقارنة مع دراسة M. Hajahmadi وزملاؤه المجراة في إيران فقد وجدت نتائج مشابهة لما وجد في دراستنا حيث كذلك الأمر كانت الشرايين الإكليلية طبيعية بنسبة أكبر لدى أفراد مجموعة ($LVEDP \leq 12$)، وارتفعت نسبة إصابة الشرايين الإكليلية الثلاثية لدى أفراد مجموعة ($LVEDP > 12$)، أي أنه في سياق دراستنا ودراسة M. Hajahmadi نجد ارتباط هام بين خلل الوظيفة الانبساطية وإصابة الشرايين الإكليلية [32].

الوظيفة الانقباضية

تمت دراسة العلاقة بين كل من الوظيفة الانقباضية والوظيفة الانبساطية في سياق هذا البحث، وقد وجد أن نسبة الأفراد الذين لديهم بوظيفة انقباضية سوية كانت أكبر بشكل هام إحصائياً في سياق مجموعة ($LVEDP \leq 12$) مقارنة بمجموعة ($LVEDP > 12$)، في حين كانت نسبة الأفراد الذين لديهم سوء في الوظيفة الانقباضية أكبر بشكل هام إحصائياً في سياق مجموعة الثانية ($LVEDP > 12$) مقارنة بالمجموعة الأولى ($LVEDP \leq 12$) أي وجدنا علاقة هامة إحصائياً تربط بين اضطرابات كل من الوظيفة الانبساطية والانقباضية وبالمقارنة مع نتائج دراسة M. Hajahmadi فقد وجد نتائج مشابهة [32].

المقاييس القلبية الصدوية

(VP) Velocity of Propagation

لم نجد في سياق هذا البحث علاقة هامة إحصائياً تربط بين قيم ضغط نهاية الانبساط والمقياس الصدوي VP، وبتأمل الجدول 18 نجد أنه وبخلاف دراستنا فقد وجد في دراسة Fen Zhang وزملاؤه ارتباط إحصائي بين ضغط نهاية الانبساط والمقياس الصدوي VP، حيث كانت قيم VP أكبر بشكل هام إحصائياً لدى أفراد مجموعة (LVEDP ≤ 12) مقارنة بمجموعة (LVEDP > 12) [33].

جدول 19: (VP) Velocity of Propagation			
الدراسة	(LVEDP ≤ 12)	(LVEDP > 12)	P-value
(33) Fen Zhang	55	46	0.004
الدراسة الحالية	53	51	0.06

(TRmax) maximum velocity of tricuspid regurgitation

وجد في دراستنا علاقة هامة إحصائياً تربط بين ارتفاع ضغط نهاية الانبساط وزيادة قيمة TRmax، وهذا ما وجد أيضاً في سياق دراسة Fen Zhang وزملاؤه حيث كانت قيم TRmax أكبر بشكل هام إحصائياً لدى أفراد مجموعة (LVEDP > 12) مقارنة بمجموعة (LVEDP ≤ 12) [33].

جدول 20: (TRmax) maximum velocity of tricuspid regurgitation			
الدراسة	(LVEDP ≤ 12)	(LVEDP > 12)	P-value
(33) Fen Zhang	241	264	0.001
الدراسة الحالية	236	253	0.003

(DT) Deceleration Time

توصلنا في سياق هذا البحث إلى عدم وجود علاقة هامة إحصائياً تربط بين قيم ضغط نهاية الانبساط والمقياس الصدوي DT حيث كانت قيم DT متقاربة بين مجموعتي الدراسة، وبالمقارنة مع دراسة Fen Zhang فقد وجدت نتائج مشابهة لما وجدناه كما هو واضح في الجدول 20[33].

جدول 21: (DT) Deceleration Time			
الدراسة	(LVEDP ≤ 12)	(LVEDP > 12)	P-value
(33) Fen Zhang	201	203	0.89
الدراسة الحالية	196	202	0.23

E/EA

بتأمل الجدول 21 نجد أنه في كل من دراستنا ودراسة Fen Zhang يوجد علاقة هامة إحصائياً تربط بين قيم ضغط نهاية الانبساط والمقياس الصدوي E/EA حيث أن هذه العلاقة تربط بين ارتفاع ضغط نهاية الانبساط وزيادة قيمة النسبة E/EA [33].

جدول 22: E/EA			
الدراسة	(LVEDP ≤ 12)	(LVEDP > 12)	P-value
(33) Fen Zhang	9.4	12.6	0.001
الدراسة الحالية	8.9	13.3	0.00

تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA

لدى دراسة دور الدوبلر القلبي النسيجي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA، بلغت حساسيته 75.2% (p-value<<0.05) كما بلغت نوعيته 71.8% (p-value<<0.05) وبناء على ما سبق خلصنا إلى كون الدوبلر القلبي النسيجي في سياق دراستنا يتمتع بحساسية ونوعية في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA.

وبتأمل الجدول 22 نلاحظ تقارب نسب كل من الحساسية والنوعية بين دراستنا والدراسات المقارنة، حيث أبدى الدوبلر القلبي حساسية ونوعية في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA في كل من دراسة M. Hajahmadi و Fen Zhang [32,33].

جدول 23: دور الدوبلر القلبي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA					
الدراسة	عدد أفراد العينة	القيمة التنبؤية الإيجابية	القيمة التنبؤية السلبية	الحساسية	النوعية
(32) M. Hajahmadi	163	75.75%	55%	73.5%	57.8%
(33) Fen Zhang	120	-	-	66.2%	76.7%
هذه الدراسة	82	74.6%	68.2%	75.2%	71.8%

الاستنتاجات

- وجود ارتباط هام إحصائياً بين خلل الوظيفة الانبساطية وإصابة الشرايين الإكليلية.
- وجدت علاقة هامة إحصائياً تربط بين كل من سوء الوظيفة الانقباضية وسوء الوظيفة الانبساطية.
- لم نجد ارتباط إحصائي هام بين قيم ضغط نهاية الانبساط وكل من المقاييس الصدوي (DT,VP).
- وجدت علاقة إحصائية هامة تربط بين ارتفاع ضغط نهاية الانبساط وزيادة قيمة كل من (TRmax, E/EA).
- يتمتع الدوبلر القلبي النسيجي بحساسية ونوعية في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة E/EA.

التوصيات

- التأكيد على أهمية الدوبلر القلبي النسيجي في تقييم الوظيفة الانبساطية للمرضى ومتابعة حالاتهم بشكل مستمر.
- إجراء المزيد من الدراسات حول دور الدوبلر القلبي النسيجي في تقدير ضغوط نهاية الانبساط للبطين الأيسر بدلالة مقاييس قلبية صدوية مختلفة.
- تدريب الأطباء على استخدام الدوبلر القلبي النسيجي لزيادة المهارة والخبرة في إجرائه.

قائمة المراجع

1. Pathophysiology Made Incredibly Easy! Lippincott 5th edition
2. Saladin The Unity of Form and Function 6th Edition
3. GANONG physiology 25th ED 2016
4. Guyton & Hall Textbook Of Medical Physiology 11th_Edition
5. Vander Human Physiology The Mechanism of Body Function 8 Ed
6. Fox Human Physiology 8th Edition
7. The Facts On File Illustrated Guide to the Human Body THE DIAGRAM GROUP 8 Vol set
8. EAE-ASE-recommendations-for-diastolic-function 2016
9. ASE's Comprehensive Echocardiography Textbook, 2e, 2015
10. Comprehensive Textbook of Echocardiography 2014 Volume 1
11. Practical Manual of Echocardiography in the Urgent Setting - Fridman, Vladimir, Garcia, Mario
12. Principles of Echocardiography and Intracardiac Ecocardiography [tahir99] VRG
13. Clinical Echocardiography, 2nd Edition 2012
14. Arthur, G. (1994). Weyman; Principles and Practice of Echocardiography. Retrieved from http://www.bookfi.org.
15. Braunwald, Zipes, & Libby. (2012). Heart Diseases (chapter 7/15/16/17). Retrieved from http://www.bookfi.org
16. Catherin, M., & Otto, M. B. (2002). The practice of Clinical Echocardiography. Retrieved from http://www.bookfi.org.

17. Husain, N., Gokhale, J., Nicholson, L., Cheatham, J. P., Holzer, R. J., & Cua, C. L. (2013). Noninvasive estimation of ventricular filling in patients with single right ventricles. J Am Soc Echocardiogr, 26(11), 1330-6. DOI: 10. 1016/j. echo. 2013.08.002. Epub 2013 Sep 12

18. Isaaz, K., Munos del Romeral, L., Lee, E., & Schiller, N. B. (1993). Quantitation of the motion of the cardiac

19. base in normal subjects by Doppler echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 6. 166-75. http://dx.doi.org/10.1016/S0894-7317(14)80487-2

20. -Isaaz, K., Thompson, A., Ethevenot, G., Chez, J. L., Brembilla, B., & Pernor, C. (1989). Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of the left ventricular restenosis well. Am J Cardiol. 64, 66-75. http://dx.doi.org/10.1016/0002-9149(89)90655-3

21. Kaveh, M., Dalfard, V. M., & Amiri, S. (2014). A new intelligent algorithm for dynamic facility layout problem in state of fuzzy constraints. Neural Computing and Applications, 24(5), 1179-1190. http://dx.doi.org/10.1007/s00521-013-1339-5

22. Oho, & Jae, K. (1999). The Echo manual. Retrieved from http://www.bookfi.org Sattarzadeh, R., Tavoosi, A., & Tajik, P. (2014). Echocardiographic estimation of left ventricular filling pressure in patients with mitral Valve stenosis. Cardiovasc J Afr., 25(1), 34-9. http://dx.doi.org/10.5830/CVJA-2013-088

23. Echocardiography (Oxford Specialist Handbooks in Cardiology). Second Edition-Paul Leeson

24. Feigenbaum's Echocardiography 7th 2010

25. Making Sense of Echocardiography A Hands-on Guide, 2E (2014) [PDF] [UnitedVRG]

26. A Practical Approach to Clinical Echocardiography April 2014)

27. essential echocardiography a practical handbook contemporary cardiology 2016

28. Gabriel, R.S., Klein, A.L. Modern evaluation of left ventricular diastolic function using Doppler echocardiography. Curr Cardiol Rep 11, 231–238 (2009). https://doi.org/10.1007/s11886-009-0033-9

29. Watanabe, T., Iwai-Takano, M., Saitoh, H. et al. A normal pattern of mitral inflow predicts a better prognosis following cardiovascular events in early advanced-age patients. Sci Rep 12, 9594 (2022). https://doi.org/10.1038/s41598-022-13802-0

30. Japp AG, Gulati A, Cook SA, Cowie MR, Prasad SK. The Diagnosis and Evaluation of Dilated Cardiomyopathy. J Am Coll Cardiol. 2016;67(25):2996-3010. doi:10.1016/j.jacc.2016.03.590

31. Kadappu KK, Thomas L. Tissue Doppler imaging in echocardiography: value and limitations. Heart Lung Circ. 2015;24(3):224-233. doi:10.1016/j.hlc.2014.10.003

32. Hajahmadi Poorrafsanjani M, Rahimi Darabad B. Evaluate the sensitivity and specificity echocardiography in trans-Doppler and tissue Doppler method in the estimation of left ventricular end-diastolic pressure. Glob J Health Sci. 2014 Sep 18;6(7 Spec No):92-7. doi: 10.5539/gjhs.v6n7p92. PMID: 25363184; PMCID: PMC4796497.

33. Zhang F, Liang Y, Chen X, Xu L, Zhou C, Fan T, Yan J. Echocardiographic evaluation of left ventricular end diastolic pressure in patients with diastolic heart failure: A comparative study with real-time catheterization. Medicine (Baltimore). 2020 Dec 4;99(49):e22683. doi: 10.1097/MD.0000000000022683. PMID: 33285675; PMCID: PMC7717788.

Abstract

Background:

The use of Echocardiography in Trans-Doppler and Tissue Doppler Method provides important information about left ventricular diastolic function, and therefore this study was conducted to evaluate the effectiveness of these non-invasive techniques in estimating left ventricular end-diastolic pressures in comparison with cardiac catheterization.

Objective:

Evaluate the Sensitivity and Specificity Echocardiography in Trans-Doppler and Tissue Doppler Method in the Estimation of Left Ventricular End-Diastolic Pressure through the E/EA ratio.

Materials and Methods:

This study included 82 patients undergoing cardiac catheterization, and the end-diastolic pressure of the left ventricle will be measured through cardiac catheterization. Echocardiography will also be performed for the patients using Trans-Doppler and Tissue Doppler Method, and a set of echocardiographic measurements will be calculated and a statistical program (SPSS) will be used to investigate the existence of a relationship between The the end-diastolic pressure of the left ventricle measured by the cardiac catheterization and the E/Ea ratio measured by the Doppler, and then calculating both sensitivity and specificity of Echocardiography in Trans-Doppler and Tissue Doppler Method in the Estimation of Left Ventricular End-Diastolic Pressure through the E/EA ratio.

Results:

A significant statistical correlation was found between an increase in end-diastolic pressure and an increase in the value of the E/EA ratio in the context of this study The sensitivity of estimating of Left Ventricular End-Diastolic Pressure through the E/EA was 75.2% (p-value=0.003<<0.05), while the specificity was 71.8% (p-value=0.006<<0.05). Accordingly, we concluded that Echocardiography in Trans-Doppler and Tissue Doppler Method is sensitive and specific in estimating end-diastolic pressures of the left ventricle through E/EA ratio.

Keywords:

Left Ventricular End-Diastolic Pressure, Trans-Doppler and Tissue Doppler

Syrian Arab Republic

Damascus University

Faculty Of Medicine

Department of internal medicine

Evaluate the Sensitivity and Specificity Echocardiography in Trans-Doppler and Tissue Doppler Method in the Estimation of Left Ventricular End-Diastolic Pressure

Supervisor:

Proh. Mohammad almubarak

Student:

Ahmad Almohamad-Alhussin

Damascus 2024