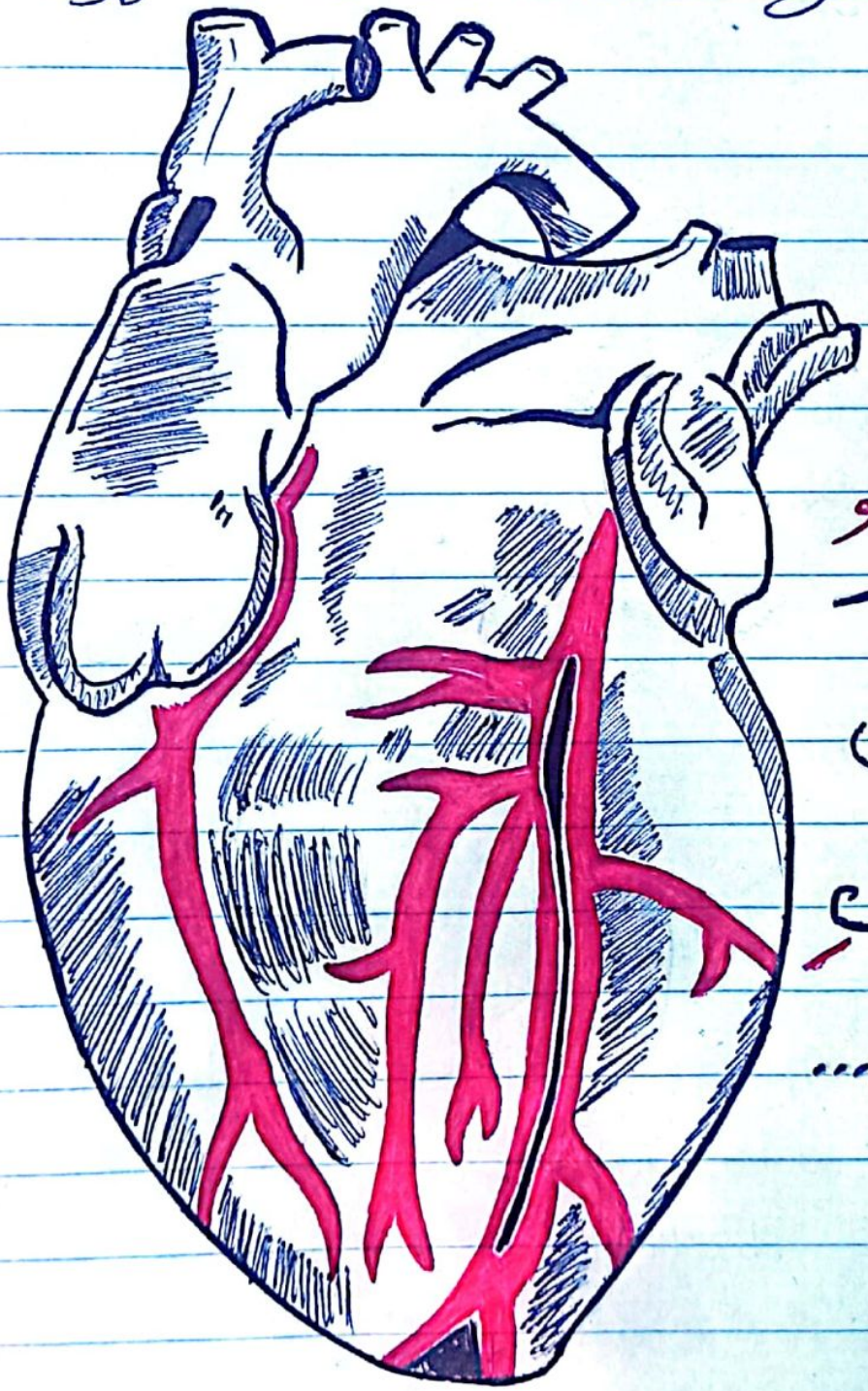
عنوان الدرس ..... اليوم ..... التاريخ / / /

بسم الله الرحمن الرحيم

⇒ Cardiovascular system (CVS)

• Physiology of Cardiovascular system.



الفوز ليس بالوصول أولاً...

Physiology of CardioVascular System

* Lecture 5: Cardiac cycle

الـ Cardiac cycle تمثل الأحداث التي تحدث في القلب
↳ with each heart beat

- HR During rest = 75/min ← HR لو فرضنا إنو الـ
لـ مدة الـ Cycle = 0.8 second
مدة الـ Cycle متغيرة "تعتمد على الـ (HR)"

• الـ Cycle مرة واحدة نظر الـ Atria تختلف تماماً عن الـ Ventricles

في الـ Atria بيعمل الـ systol "الانقباض" في (0.1 5)
وبيعمل الـ Diastol في (0.7 5) ... مجموعهم 0.8

بينما الـ Ventricles ← systole = 0.3 5
Diastole = 0.5 5 ←

• لما يكون الـ Atria في حالة systol عشان يعمل Pump للـ 30% اللي فضايلين جوا الـ Atria ... بيكون الـ Ventricle في حالة (Diastole)

* حكينا إنو الـ Ventricle بياخد 70% .. والـ Atrium
Main function of atria is blood reservoir ← 30% بيضخ فقط لـ

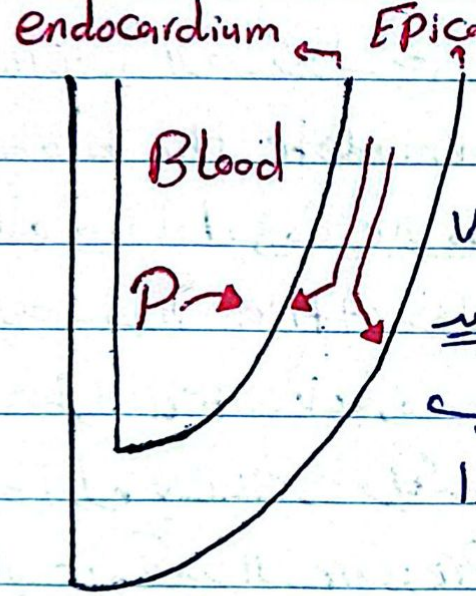
#Function of systol ⇒ Pumping

#Functions of Diastole

- Filling - Resting - Coronary blood flow
mainly to subendocardial area of cardiac muscle

• الـ (Coronary blood flow) عكس كل الجسم ← كل الجسم بياخد الدم أكتر في فترة الـ systole بينما الـ Heart يتلقى الدم أكتر في فترة الـ (Diastole) ←

← لما الـ Ventricle بيعمل systole بيقفل الـ Coronary Vessels شوية فرصة إنو الدم يوصل لـ Coronary Vessels ويغذي عضلة الـ Ventricle في فترة الـ systole ← الفرصة الوحيدة بتكون في حالة الـ (Diastole) ←



• عضلة القلب اللي جنب الـ endo فرصتها قليلة جداً في إنها تاخد دم في فترة الـ systole ← لأنو لما الـ Ventricle يكون في الـ systole ← ضغط الدم جواه بزيد عكس يوصل 120mmHg ← ضغط رهيب على المنطقة اللي جنب الـ endo وهادا بيمنع تدفق الدم ←

• معظم حالات الـ Myocardial infarction ← بتكون في الـ subendocardial area ←

• الـ Cycle عبارة عن 8 Phases & 8 changes ← بتحكي القصة 8 مرات وكل مرة صار على متغير معين ←

* Phases of Cardiac cycle:

1. Atrial systole (0.1 s)
2. Isometric contraction
3. Maximum ejection "Rapid" → Ventricular systole
4. Reduced ejection

بالنسبة للـ Atrial systole حكي نقطتين:

① أولاً: لما الـ Atria بينقبض الدم بيندفع جوا الـ Ventricles بالتالي الضغط جوا الـ Ventricles بزيد.

② → Ventricle relaxes to accommodate the blood له وهادا بيؤدي إلى تقليل الضغط.

بعد ما الـ Atria خلص systol بيكون الـ A.V valve وجوا الـ Ventricl عبارة عن Champer closed with blood بيحاول ينقبض ولكن الدم لا ينضغط ← حجم العضلة بيضل ثابت ولكن الـ Pressure بزيد وهادا هو الـ Isometric Cont.

بيضل الضغط يزيد جوا الـ Ventricl.

لغاية ما يوصل لـ 10 mmHg في الـ Rt. Ventricl ← بيفتح الـ Pulmonary valve) وبيصير الـ ejection (Blood

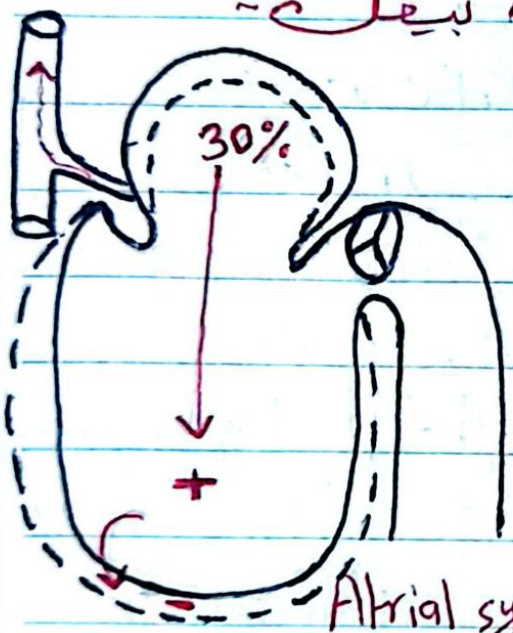
ولما يوصل لـ 80 mmHg في الـ Lt. Ventricle ← بيفتح الـ Aortic valve) وبيصير الـ ejection (Blood

ما الـ ejection بيصير على مرحلتين:

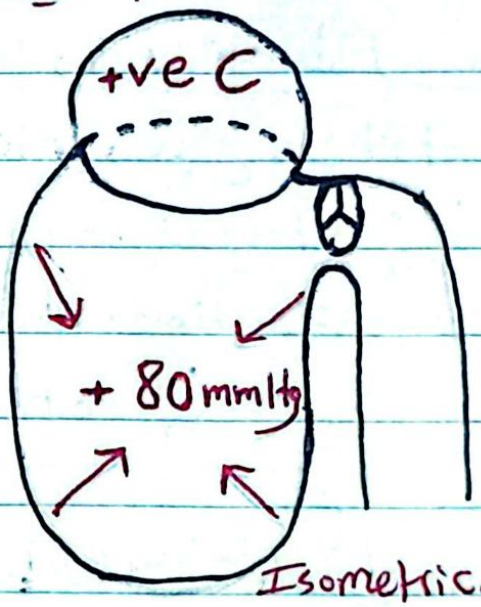
Maximum "Rapid", then reduced ejection.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

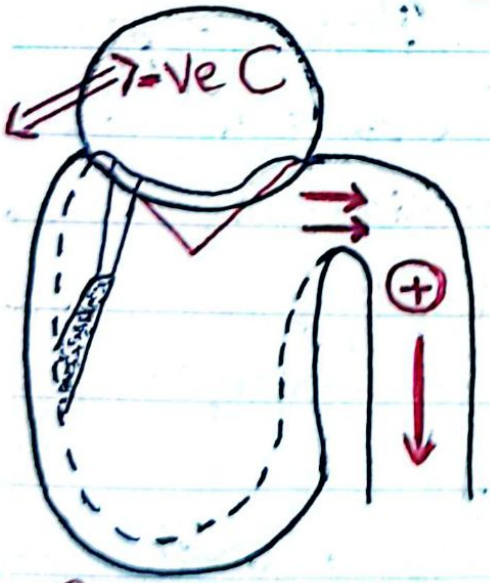
- كمية الدم الـ ejected في الـ Aorta الـ (Maximum) = أكتر حد اللي [redacted] بتسيب الـ Aorta
لـ الـ Pressure في الـ Aorta بيزيد
- كمية الدم الـ ejected في الـ Aorta الـ (Reduced) = أقل حد كمية الدم اللي بتسيب الـ Aorta
لـ الـ Pressure في الـ Aorta بيقل.



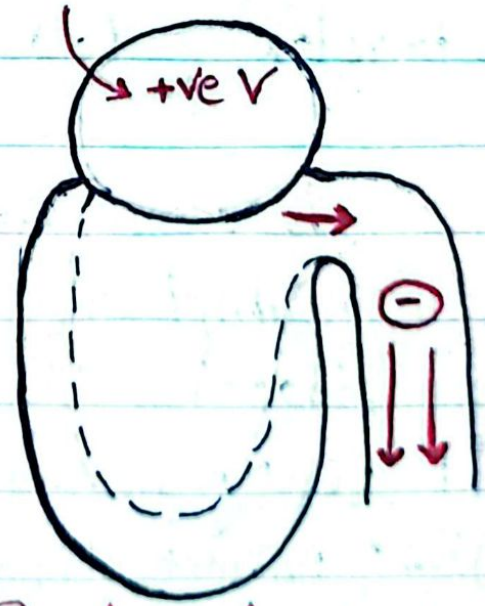
Atrial systole



Isometric. Cont.



Rapid ejection



Reduced ejection

(5) Proto diastolic. "shortest phase"
(6) Isometric relax.
(7) Maximum "Rapid" filling.
(8) Reduced filling.

ejection بعد الـ Ventricle ←
The ventricle tends to relax

بعد الـ Aortic Valve مفتوح والدم حيحاول يرجع .. لكن الـ Aortic Valve بيمنع الـ Regurgetation
∴ الـ Aortic Valve بيكر بعد الـ Systole مباشرة
لما بيكر لسا بيحاول الـ Ventricle يعمل Relaxation
وهاي هي الـ (Protodiastolic Phase)

The ventricle tends to relax — The blood tends to regurge — But this is Prevented by sudden Closure of aortic V.

• بعد الـ (Protodiastolic) بيصير عندي 3 Phases
← بعد ما بكر الـ Aortic Valve ← رجع الـ Ventricl عبارة عن Closed champer مملوء بالـ Blood
If relaxes isometrically
الـ Pressure بقل — الحجم ثابت

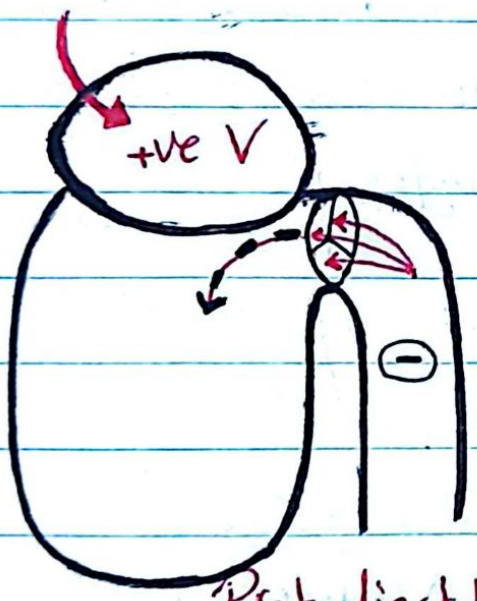
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لما يكون الـ Pressure في الـ Ventricle أقل من الـ Pressure في الـ Atrium ⇐ بيفتح الـ Atrioventricular valve

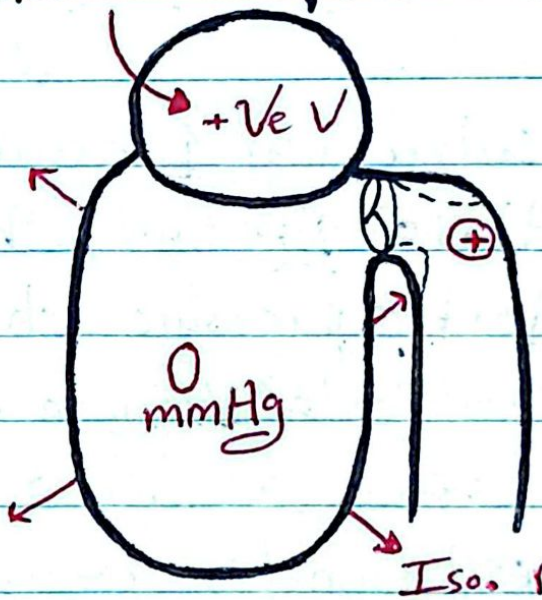
وبيعمل ← ① Maximum filling

② Reduced filling ←

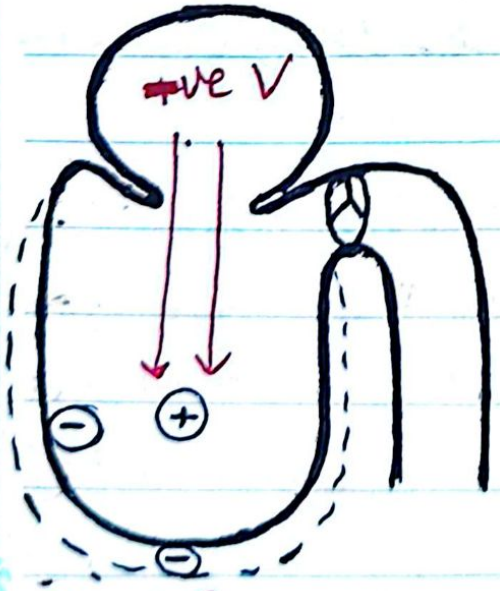
بيفتح الـ Atrioventricular valve على الجهتين لما يوصل الـ Pressure = Zero



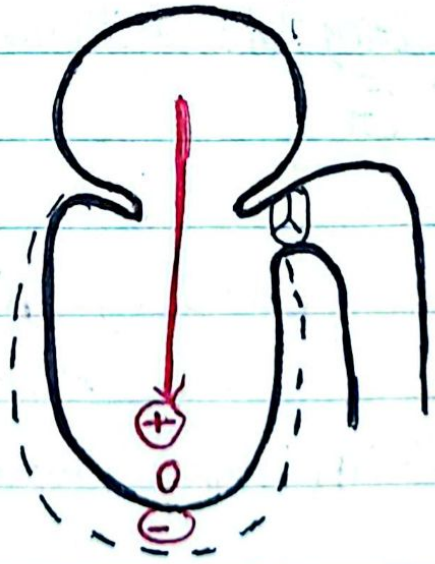
Protodiastolic



Iso. relax



Max. filling



Red. filling

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الـ Ventricle بيحاول يـ (Relax) وفجأة فتح A.V. Valve في الأول بيكون الـ Relaxation أقوى من الـ Filling لـ في بداية الـ Rapid filling بيقل الـ Pressure بعديه بيزيد مع الـ Filling

• الـ Relaxation بيسبق الـ Filling بالتالي بيقل الضغط في البداية بعديه بيصير Filling ويزيد الضغط

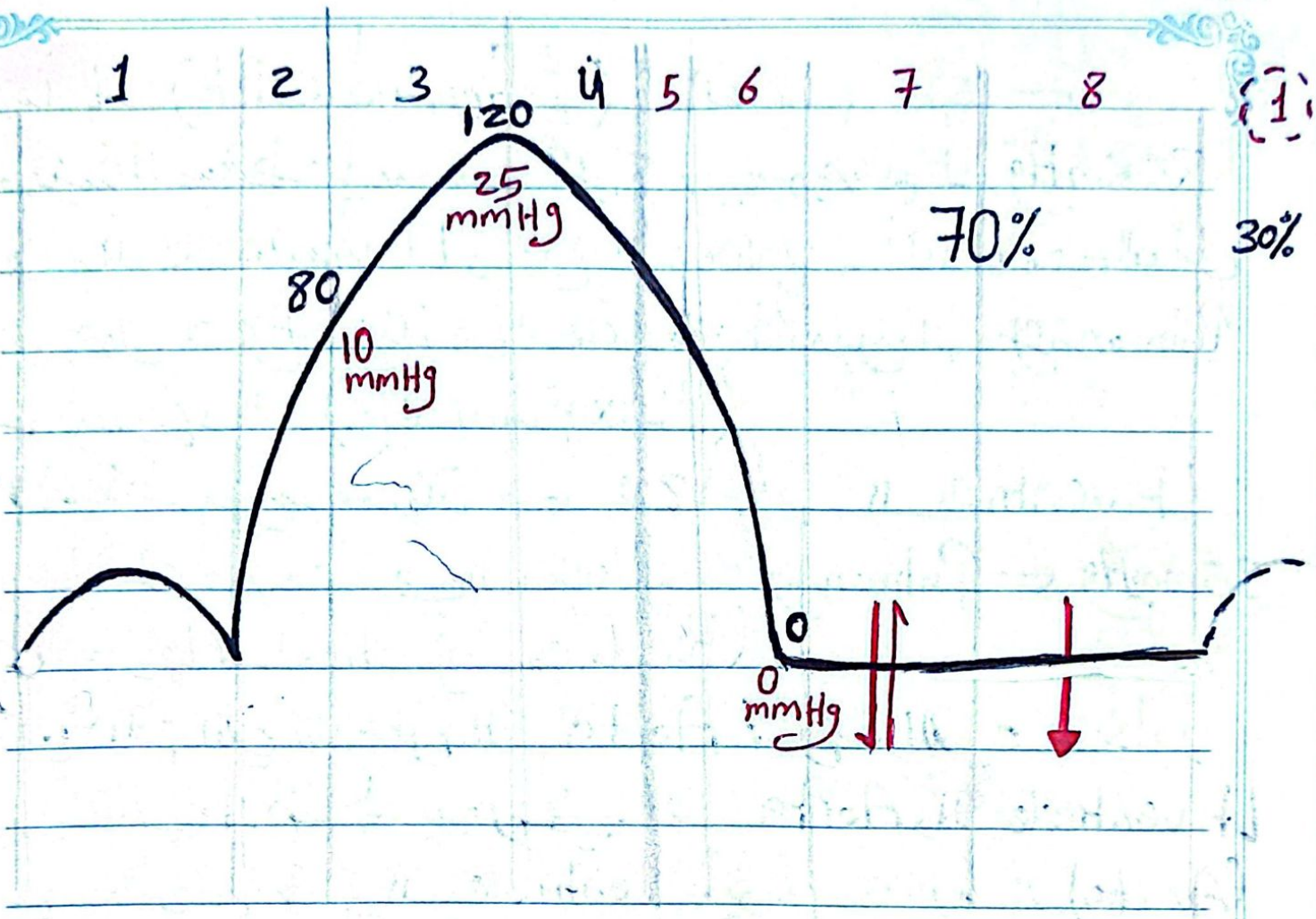
* حكينا في عنا 8 changes هدول الأربعة الكبار

→ Ventricular Pressure changes.
→ Atrial Pressure changes.
→ Aortic pressure changes.
→ Ventricular Volume changes.
→ Valves. وقتيش بتفتح ووقتيش بتسكر
→ Heart sound → تكبرة الـ Valve بتعطي صوت
→ Coronary blood flow. حكينا بيصير خلال الـ Diastol
→ ECG.

حنعيد نفس الـ 8 Phases في كل مرة بدنا ندور على التغيرات اللي بيصير على حاجة معينة فقط ...

① أول شي بدنا نبدأ بالـ Ventricular Pressure changes

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



← هادا الـ Curve اللي رسمناه اللي بيخط على الـ (Ventricular pressure) وهو الـ الرسومات ... وهو الـ Ventricle بدنا نركز في تغيرات الضغط لـ

← في الـ Atrial systol :

بتحول شوي الدم اللي دفع للـ Ventricle ← الـ Pressure زاد

بتحديد الـ Ventricle بـ Relax ← الـ Pressure بيقل

وهادا هو الـ Curve اللي الصغير ..

← في الـ Ventricular systol :

عندي 3 Phases

- Isometric Contraction
- Maximum ejection
- Reduced ejection

مبدأ بال (Isometric cont.) ← الحجم ثابت
ويكبر الضغط بيزيد بشكل كبير بيوصل لـ 80mmHg
في الـ Lt. ventricle ويفتح الـ Aortic valve وفي المقابل
بيوصل لـ 10mmHg في الـ Rt. ventricle ويفتح الـ Pulmonary
← بعديها الـ (Maximum ejed)
الضغط بيزيد من 80 ← 120 في الـ Lt. ventricle
بينما أعلى ضغط في الـ Pulmonary Circulation ← 25mmHg
← بعديها الـ (Reduced ejection)
كمية الدم اللي بتدخل الـ Aorta أقل من اللي بتغادر
الـ Lt. ventricle والـ Aorta ← بالتالي الضغط بيقل في الـ Aorta
مع بعض ~ لأنو الـ ventricle بيكون متصل بالـ (Aorta)
بنفس بقل الضغط في واحد والتاني لأ ~

~ ونيجي لـ (Diastole) ~ وبنبدأها بال (Protodiastolic)
→ Ventricle tends to relax, the blood tends to regurge, but this is prevented by closure of aortic valve.
أنا بدي الـ Ventricular Press. ← حكينا الـ Ventricle بيحاول
يعمل Relaxation ← الـ Pressure بيقل ~

Isometric relaxation ← Aortic Valve بسكر ال
Right & left بيقل في ال Ventricular Pressure ال
لغاية ما يوصل لـ 0 mmHg ← يفتح ال AV valve
Reduced Filling ← Max. Filling وبحصل
ال Relaxation هو اللي بيسبب ← ال Pressure يقل
بعديد بيصير Filling ← يرجع يزيد ال Pressure

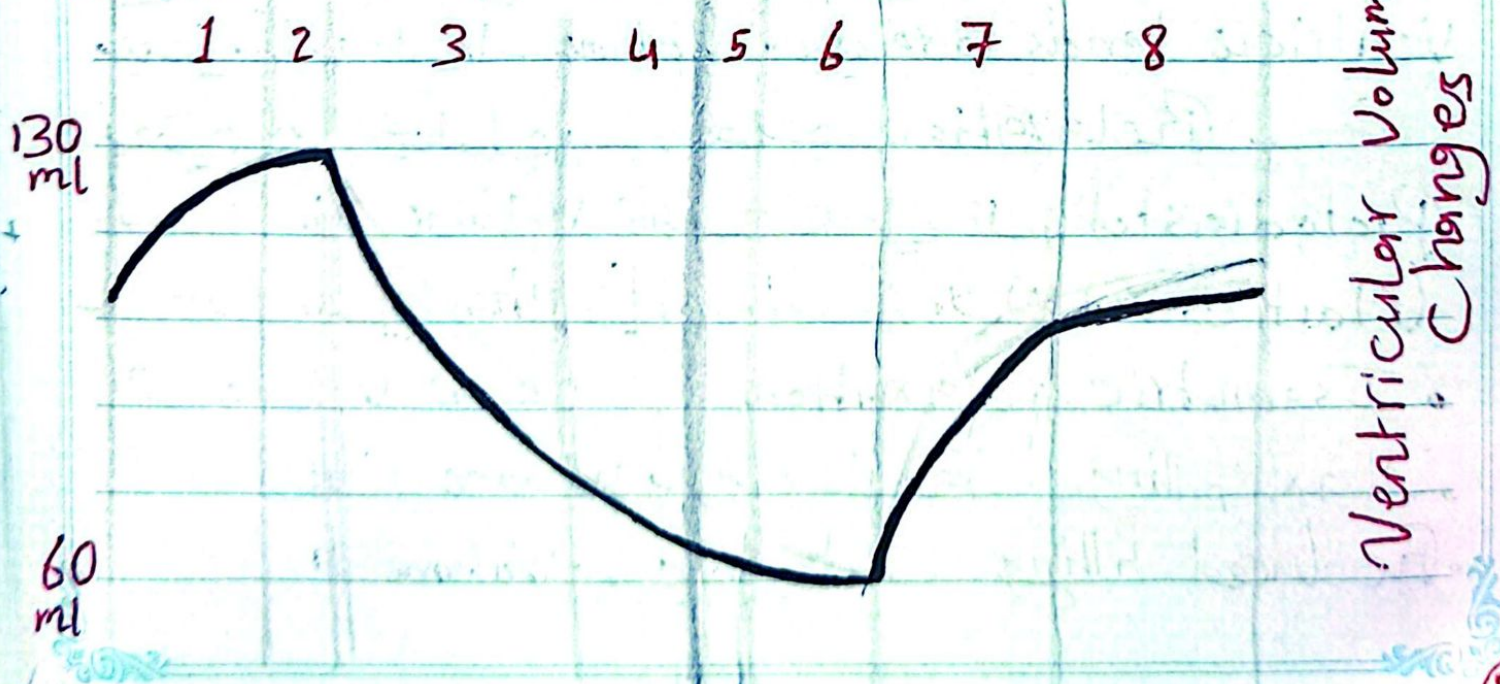
ال 3Phases اللي بيصير فيهم Ventricles ال Filling.

Phase 7 ⇒ Phase 8 ⇒ Phase 1

ال Ventricle بيحب % 70

ال % 30 اللي ضايليه Atrial systole بال

② Ventricular Volume changes:



لنبدأ في الـ Ventricular Volume Changes ..

في الـ Atrial systol ، حكينا إنو ↙
The ventricle relaxes to accommodate the blood.
يعني الـ Volume بزيد في الـ Atrial systol

في Ventricular systole ، ٣ مراحل :

→ Isometric Contraction ⇒ الـ Volume ثابت
→ Max. ejection ⇒ الـ Volume بقل كتير
→ Red. ejection ⇒ الـ Volume بقل وبكون بدرجة أقل مما في الـ Max. ejection

← نيجي لـ Protodiastolic اللي هي تقع
Between end of systole & closure of aortic valve
مهم معلومة هي أنه الـ Aortic valve لا ينغلق بنهاية الـ systole وإنما بنهاية الـ Proto diastolic
Ventricle tends to relax ← Volume بدي أركز على الـ Volume .

يعني هو بحاول يسمى Relaxation ..
لـ Protodiastolic الـ Volume ثابت في الـ
← نيجي لـ [3 phases] بعد ما نكمل الـ (Aortic valve)

- Isometric relaxation الـ Volume ثابت
- Max. filling. الـ Volume بزيد بسرعة
- Reduced filling. الـ Volume بزيد ببطء

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

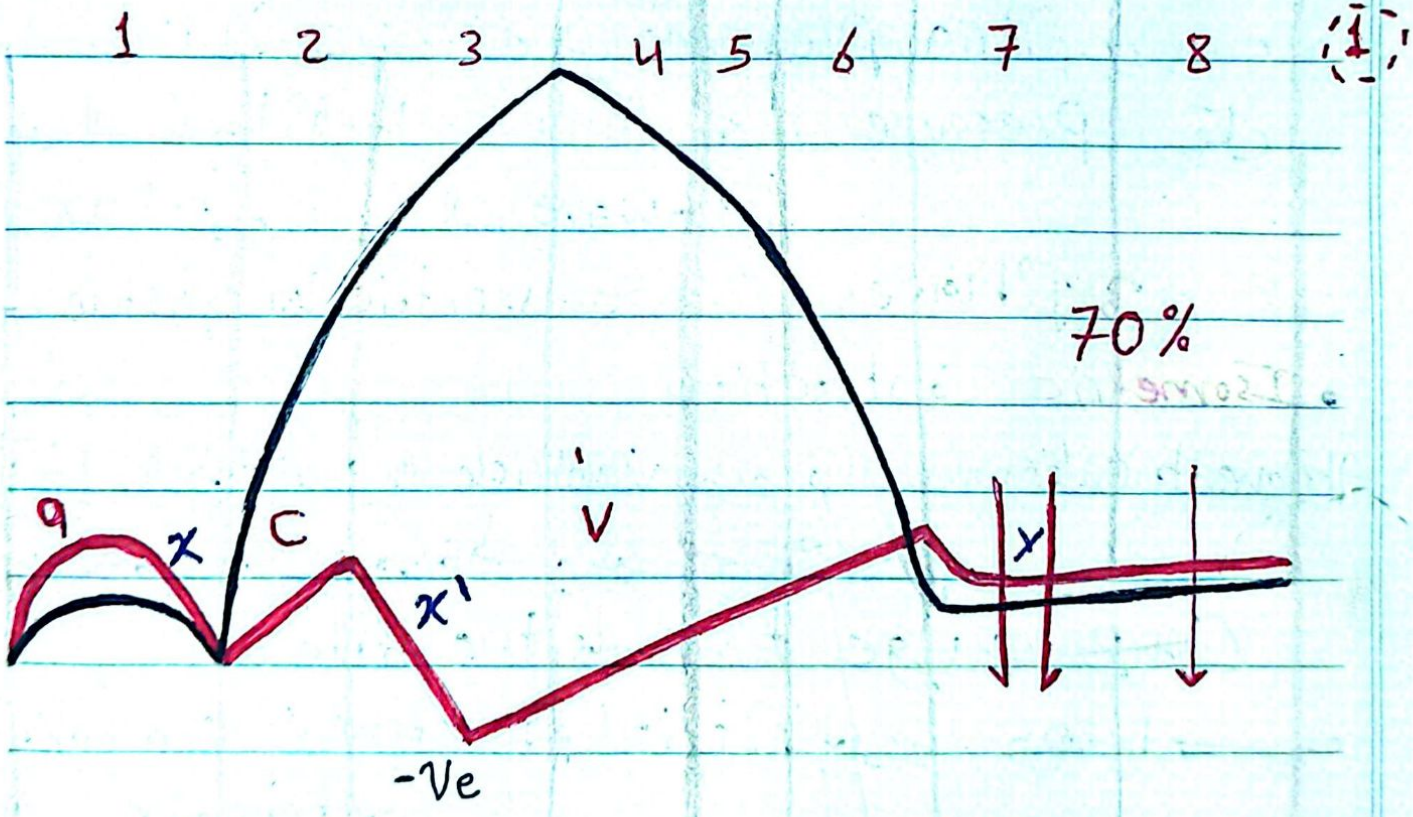
حجم الـ Ventricle يحدث في 3 Phases اللي هما Phase 7, Phase 8, Phase 1 ← Filling
نبصير فيهم الـ 3 Phases والحجم بيكون ثابت في

- Iso. Contraction, Iso. relaxation, Protodiastolic

والحجم بيقل في 2 Phases

- Maximum ejection, Reduced ejection

- Atrial Pressure:



نتكلم أولاً في الـ Atrial Pressure changes

الـ Atrial Pressure بيعمل 3 waves بسموهم a c v

الـ Pressure بيزيد ← بيقل ← بيزيد ← بيقل ← بيزيد ← بيقل

كل wave فيها جزء بيزيد الضغط وجزء بيقل الضغط

الـ a والـ c والـ v هي الجزء اللي بيزيد في الـ Pressure

أما الجزء اللي بيقل فيه أعطوها اختصارات تانية x / x' / y

Atrial systole ← الـ Atria بينقبض ← نعم

بيتفتح للـ Ventricles ← X ← ملناش دخل في الـ Ventricle

الـ Atrium بينقبض ← الـ Atrial Pressure بيزيد

لما الـ Blood يغادر الـ Atria ← الـ Pressure بيقل

وهذا هو سبب الـ (a-wave)

Ventricular systole ← 3 Phases

• Isometric Contraction

تخيل الضغط في الـ Ventricle بيزيد والـ Atrioventricular valve

بيكون مقفول والضغط بيزيد تحته

Cusps Pulge towards the atria

التالي الـ Atrial Pressure بيزيد وهذا سبب

الـ C-wave

Pulge of Cusps سموها "C" لأنه سببها

• فتح الـ Aortic Valve ← Maximum ejection
الدم بيسيب الـ Ventricle والـ Ventricle بيقصر شوية
عضلة الأرجياء اللي بتقصر هي الـ Pupillary muscle
بتشد معها الـ Chorda tendinae والتالي الـ Cusps
بالتالي بيقل الـ (Atrial Pressure) ~
لـ وهاي هي الـ Negative C أو الـ X'

ملاحظة:
← الـ X بتوصلش لنهاية الـ (Phase)
← بترجعش لـ Baseline يعني بترجعش لـ Zero
هاد معناتُ بيكون الضغط (Negative)
ايش أهمية إنو يكون الضغط Negative في الـ Atrium؟
{Venous return} هادا بيساعد الـ
يعني انقباض الـ Ventricle مش بس بيزود الـ Pump
في الـ Aorta وإنما في عندي Pupillary muscle اللي بتسحب
الـ Cusps وبتخلي الضغط -ve في الـ Atrium عشان
تساعد الـ (Venous return) ~

حكينا الوظيفة الأساسية للـ Atrium هي Blood reservoire
↳ Venous return accummulates in the atria
يعني الضغط في الـ Atrium بيزيد شوي فالـ Ventricle بيطلب
هادا الدم بسرعة وقتيش؟! ← في الـ Max. & Red. Filling
بالتالي بيقل الـ Atrial Pressure وهاي هي الـ V-wave

ليش سموها V-wave ؟!

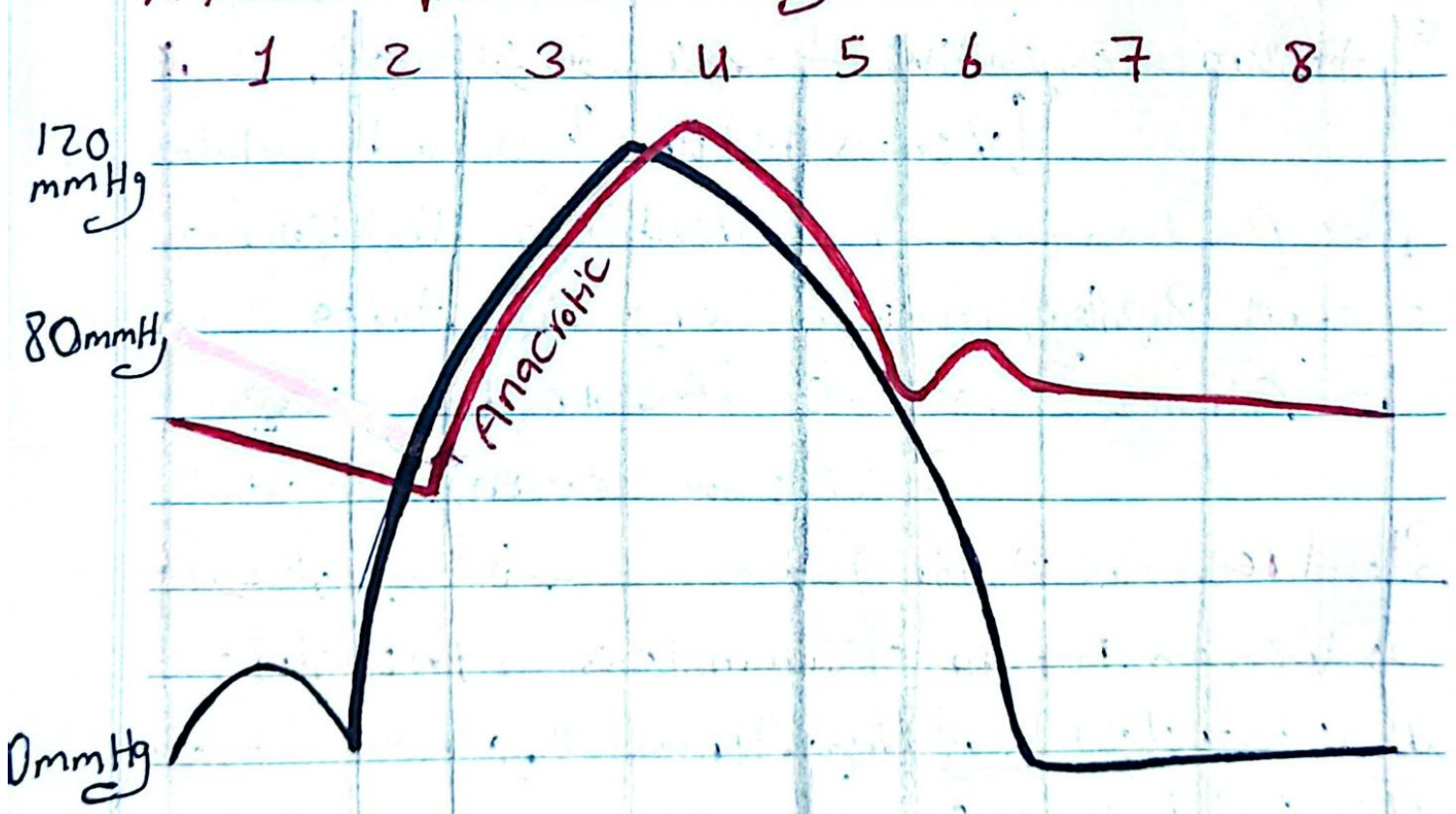
لأنو السبب فيها كامل الـ (Venous return)..

الـ Curve تبع الـ Atrial pressure بيكون تحت الـ Curve تبع الـ Ventricular pressure إلا في 3 Phases

Phase 7, Phase 8, Phase 1.

وهي الـ Phases اللي بينتقل فيهم الدم من الـ Atrium إلى الـ Ventricle يعني لما رح الضغط يكون أعلى في الـ Atrium عشان الدم ينتقل من الضغط الأعلى إلى الضغط الأقل

* Aortic pressure changes..



بدنا نركز على التغيرات في الـ (Aortic Pressure) ~
في الـ Curve تبع الـ Aortic Pressure في جزء Ascending
بنسميه "Anacrotic limb" ... باقي الـ Curve عبارة
عن Descending أو "Catacrotic limb" يعني
الـ Curve بيزل "الضغط بيقل" ..
معنا 8 Phases ← بس واحد منهم بيزيد فيه الضغط
داخل الـ Aorta وهو الـ (Maximum ejection phase)
↳ Volume blood entering the aorta exceeds the volume blood that leaving the aorta.
← في الـ (Max. ejection) الدم بينتقل من الـ Ventricle لـ Aorta
بيقى لازم الضغط في الـ Ventricle يكون أعلى من الـ Aorta
في الـ (Maximum ejection phase) ..
• الـ (Catacrotic limb) بينقسم إلى 4 أقسام:
مرة في أول الـ Curve ومرة في آخره ← هدول قسمين
وفي بينهم Dichrotic wave / Dichrotic notch

← ليش في الأول بيقل؟
لأنه بعد الـ Max. ejection بيجي الـ Reduced ejection
الدم اللي داخل لـ Aorta أقل من اللي بيطلع من الـ Aorta

في الآخر بيقل الـ Pressure لأنه الدم بيطلع من الـ Aorta ويروح لـ Peripheral vessels وبتاخد أكتر من Phase

Dichrotic notch ← انخفاض حاد في الـ Aortic Pressure

Dichrotic wave ← ارتفاع حاد في الـ Aortic Pressure

؟ Dichrotic notch ليش بيقل الضغط في الـ

بسبب الـ Protodiastolic Phase.. حكينا إنو الـ Aortic Valve لا ينغلق بنهاية الـ Systol وإنما بنهاية الـ Protodiastolic ← يعني سبب الانخفاض ← sudden closure of aortic valve

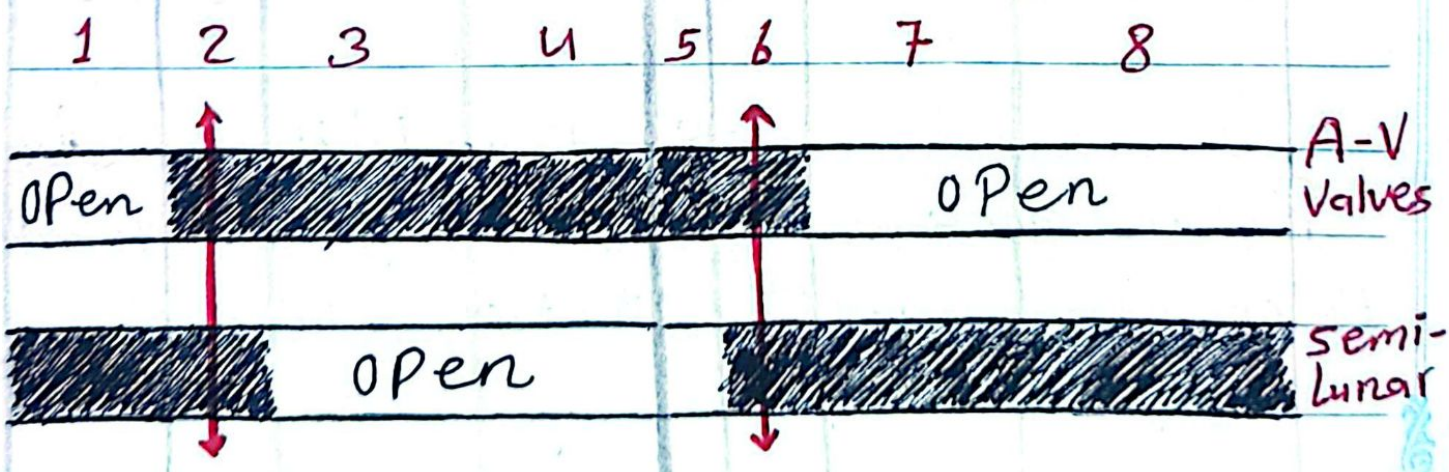
← سبب الـ "Dichrotic wave" ~

Elastic recoil of aorta ~⇒ ↑ Pressure

مخلصنا الأربع تغيرات الكبيرة ~

• Valves: كل Valve بيفتح في ~ 3Phases

وبيكمل في ~ 5Phases



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الـ Atrioventricular valves بتفتح لما الدم يندفع من الـ Atria إلى الـ ventricles وهذا بيصير في Phase 7, 8, 1 (Phases) وبيتكرر في باقي الـ

الـ (Semilunar valves) بتفتح لما الدم يتنقل من الـ Vent. إلى الـ Pulmonary trunk & Aorta وهذا يحدث في الـ Protodiastolic، الـ Red. ejection, Max. ejection وبيتكرر في باقي الـ (5 Phases).

← عندي 2 Phases بتكون كل الـ Valves مسكرة فيهم

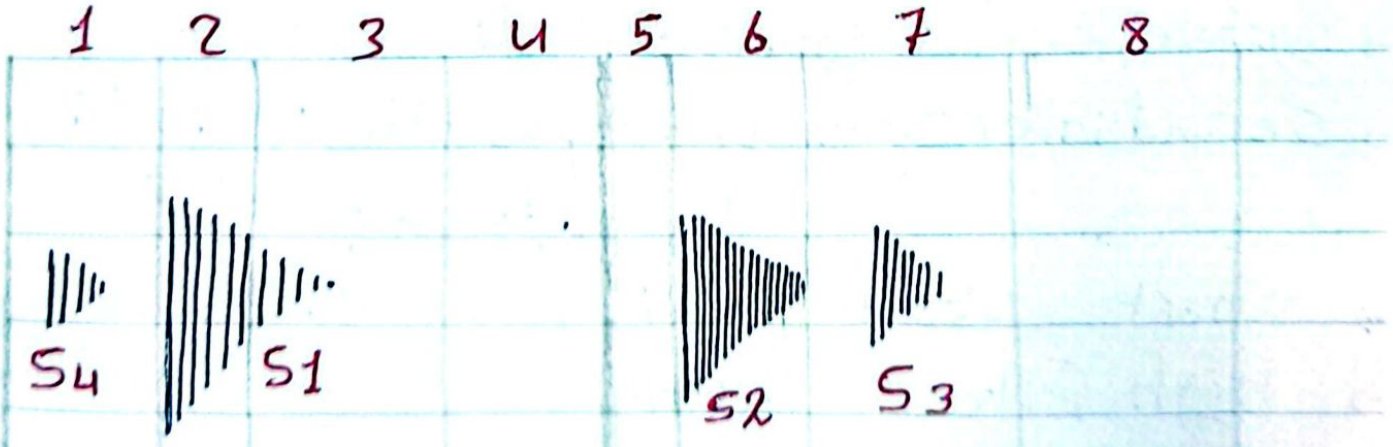
Phase 2 ⇒ Isometric Contraction.

Phase 6 ⇒ Isometric relaxation.

When the ventricles are closed champers.

لكن لا يوجد أي Phase بيكونوا الاتنين فاتحين

- Heart sounds.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حكينا لحالك Valves بتسكر بتعطي ال (Heart sound)
انغلاق ال A.V valve بتعطي 1st heart sound
انغلاق ال semilunar valve بتعطي 2nd heart sound

- First heart sound (S_1):
→ Atrioventricular valves.
→ Diastole end "start of systole"
→ Apex of heart "mitral"
↳ Lower end of sternum "Tricuspid"
- Long Iso. Cont. Rapid ejection 0.15 s
- Low pitch 30 Hrz التردد قليل
↳ uB
- Second heart sound (S_2):
→ Sudden closure of semilunar valves.
→ systole end "Beginning of diastole"
→ second intercostal space → Aortic "Right"
↳ Pulmonary "Left"
→ short Iso. relax "1 phase" 0.12 s
→ High Pitch 50 Hrz تردد عالي
Dup (dup).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

• Coronary blood flow:

حكينا إنو بيصير في فترة ال (Diastole)، خصوصاً المنطقة اللي عند ال endocardium عنا بصير ما يسمى subendocardial region بتكون في ال Infarction معظم ال

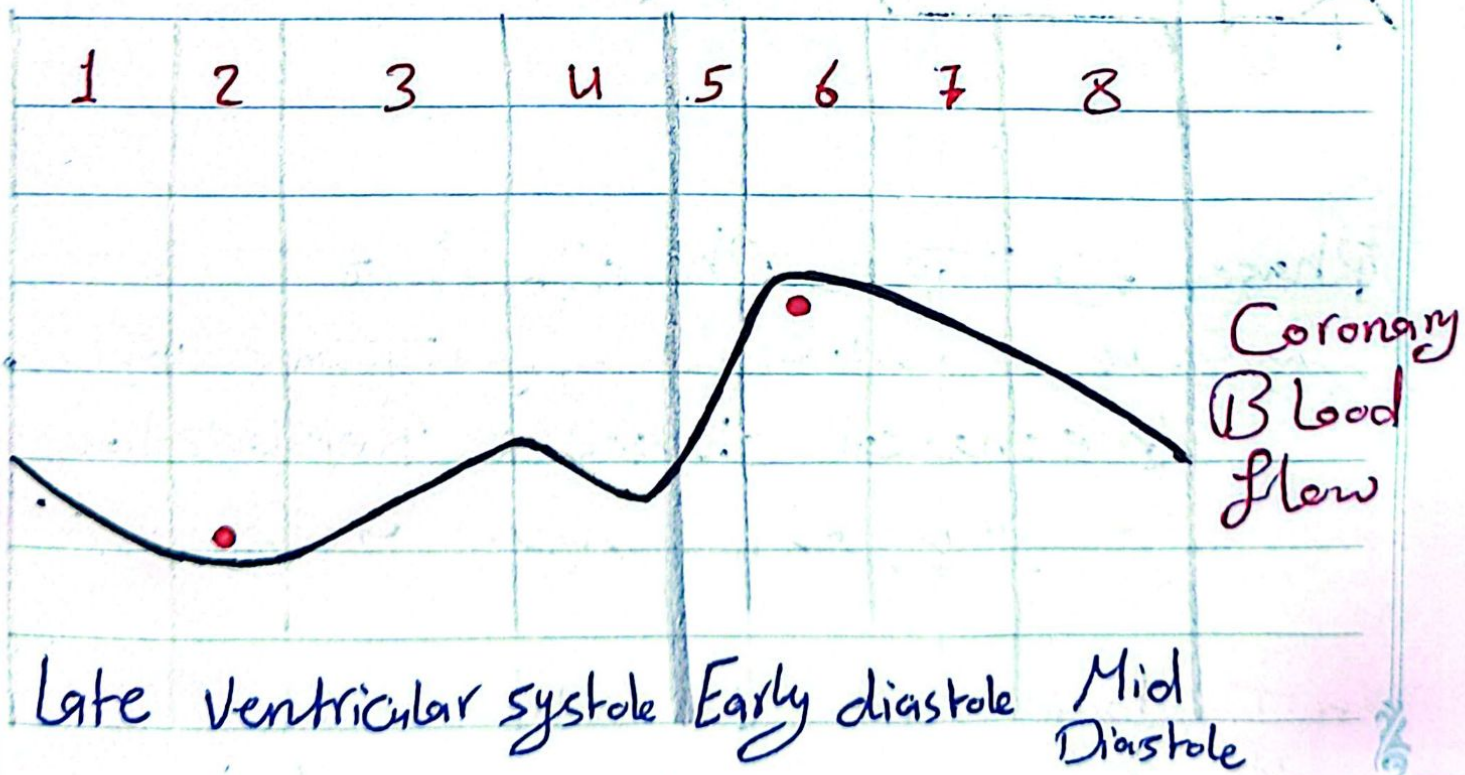
Isometric relaxation ← Coronary B. flow أعلى

Isometric Contraction ← Coronary B. flow أقل

Max. ejection ← ال Coronary B. flow بيعلى شوي في ال

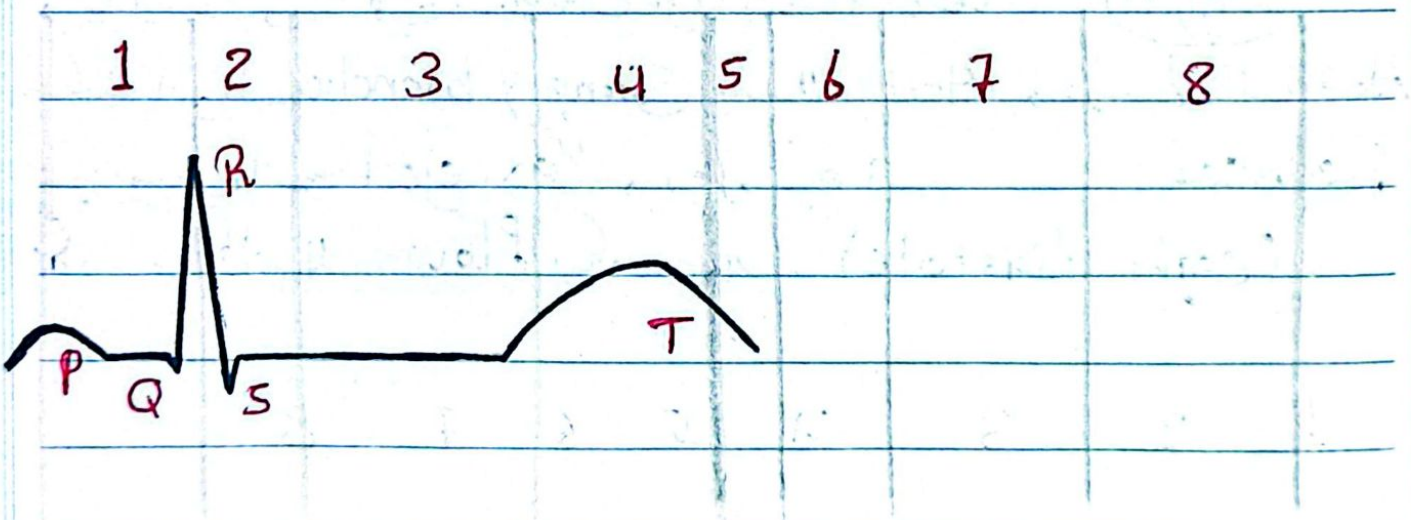
Why?! Reduced ejection ويقل شوي في ال

حكينا إنو ال Coronary branches من ال Aort وفتحة ال Aorta بيزيد في ال Max. ejection ويقل في ال Reduced flow بتكون معظم ال (early diastole) في ال



• ECG

بدنا نحط الـ ECG
أيهما أسبق من الكهرباء أم الإيضاءة ؟
والـ Heart شغال بنفس الفكرة ... بيكهرب بعدين بينقبض
كهربة الـ Atria هي الـ P-wave
بتبدأش مع الـ Atrial systole وإنما تبدأ 0.025 قبل
الـ Atrial systole ... ونفس الفكرة الـ QRS complex
يبدأ 0.025 قبل الـ (Isometric Contraction)



الـ T-wave بتبدأ في Phase3 والـ Top في Phase4
• في الـ T-wave ملاحظات لازم نفتكرها علاقة بين
الـ Repolarization والـ (mechanical changes)..
مجرد وصادنة "ملهاش شرح"

* Isotonic Ventricular Contraction
Max, Red. ejection وهما الـ Volume بيتغير فيهم يعني

• Ventricular diastole:

Phase 7, 8, 1 بيصلي في Ventricle ال
early, mid, late وعلى هاد الأساس قسموها إلى

• Late ventricular diastole ⇒ Phase 1
• Mid " " ⇒ Phase 8
• Late " " ⇒ Phase 7 (+ Phase 5,6)

• أهمية Phase 7, Phase 8, Phase 1:

⇐ هما الـ Phases اللي بيصير فيهم filling لـ Ventricles
⇐ هما الـ 3Phases اللي بيزيد فيهم الـ Ventricular Volume
⇐ هما الـ 3Phases بيكون فيهم Atrial Pressure > Ventri. Pressure
⇐ هما الـ 3Phases اللي بيفتح فيهم الـ Atrioventricular Valves