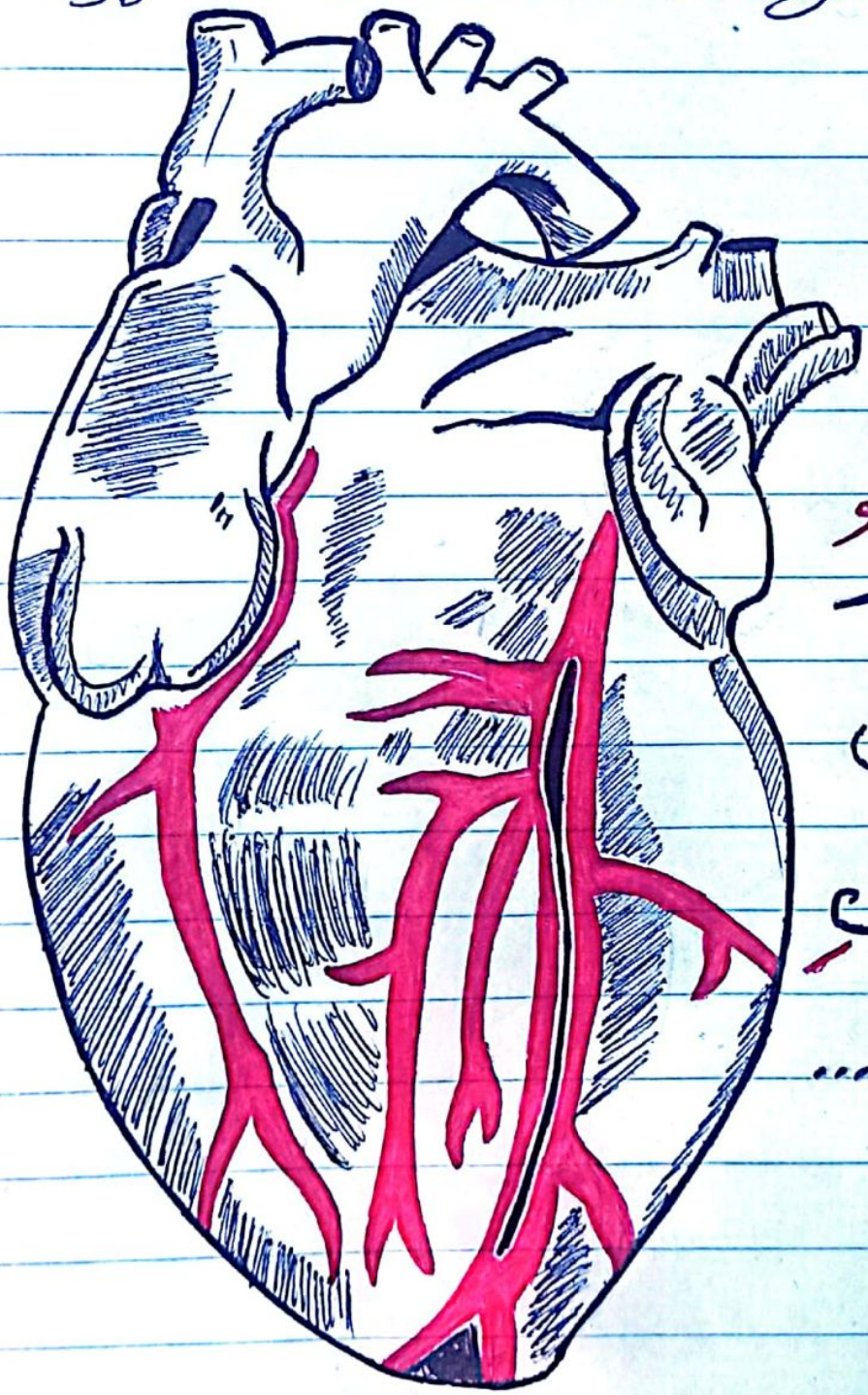
عنوان الدرس ..... اليوم ..... التاريخ / / /

بسم الله الرحمن الرحيم

⇒ Cardiovascular system (CVS)

• Physiology of Cardiovascular system.



الفوز ليس بالوصول أولك...

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

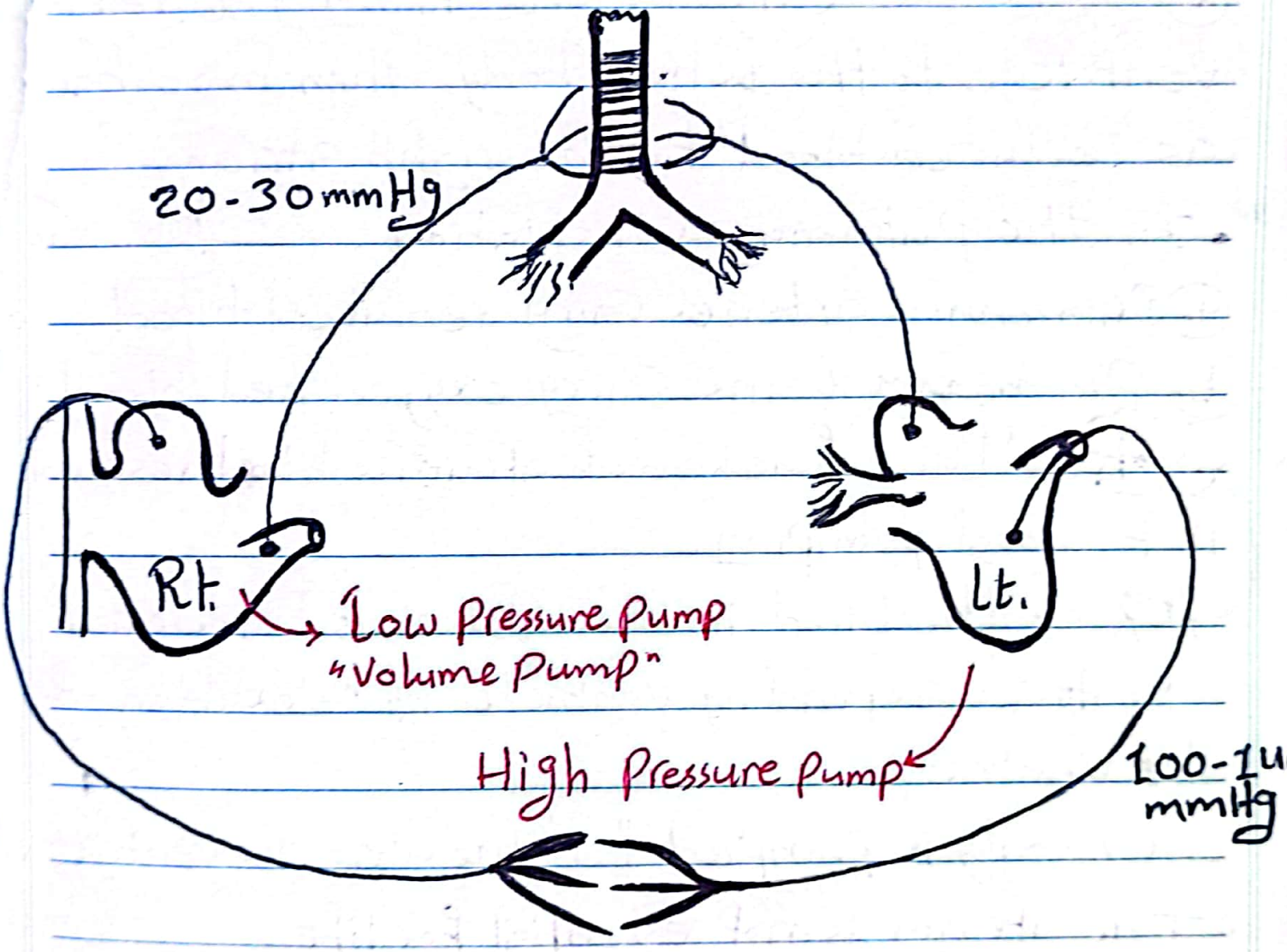
عنوان الدرس ..... اليوم ..... التاريخ / /

Physiology of Cardiovascular system..

Lecture 1:- Introduction..

- Fast response Action potential

Cardiovascular system = Heart + Blood vessels



* 2 Circulations in series على التوالي

- Cardiac output of Rt. Ventricle equals Cardiac output of lt. Ventricle.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

(1) Pulmonary Circulation: from the right Ventricle to the lungs to be oxygenated, then move to the Left atrium.
(20-30 mmHg)= أعلى ضغط فيها

(2) systemic Circulation: from the left Ventricle to the whole body, then move back as reduced blood to the right atrium.

• In the pulmonary Circulation: عكس كل الجسم

(a.) Pulmonary arteries Carry reduced blood.

(b.) Pulmonary veins Carry oxygenated blood.

*Note: Main function of atrium is blood reservoir, not blood pumping..

→ 70% of the blood in the atrium is transfered into its Corresponding ventricle by relaxation of the ventricle.

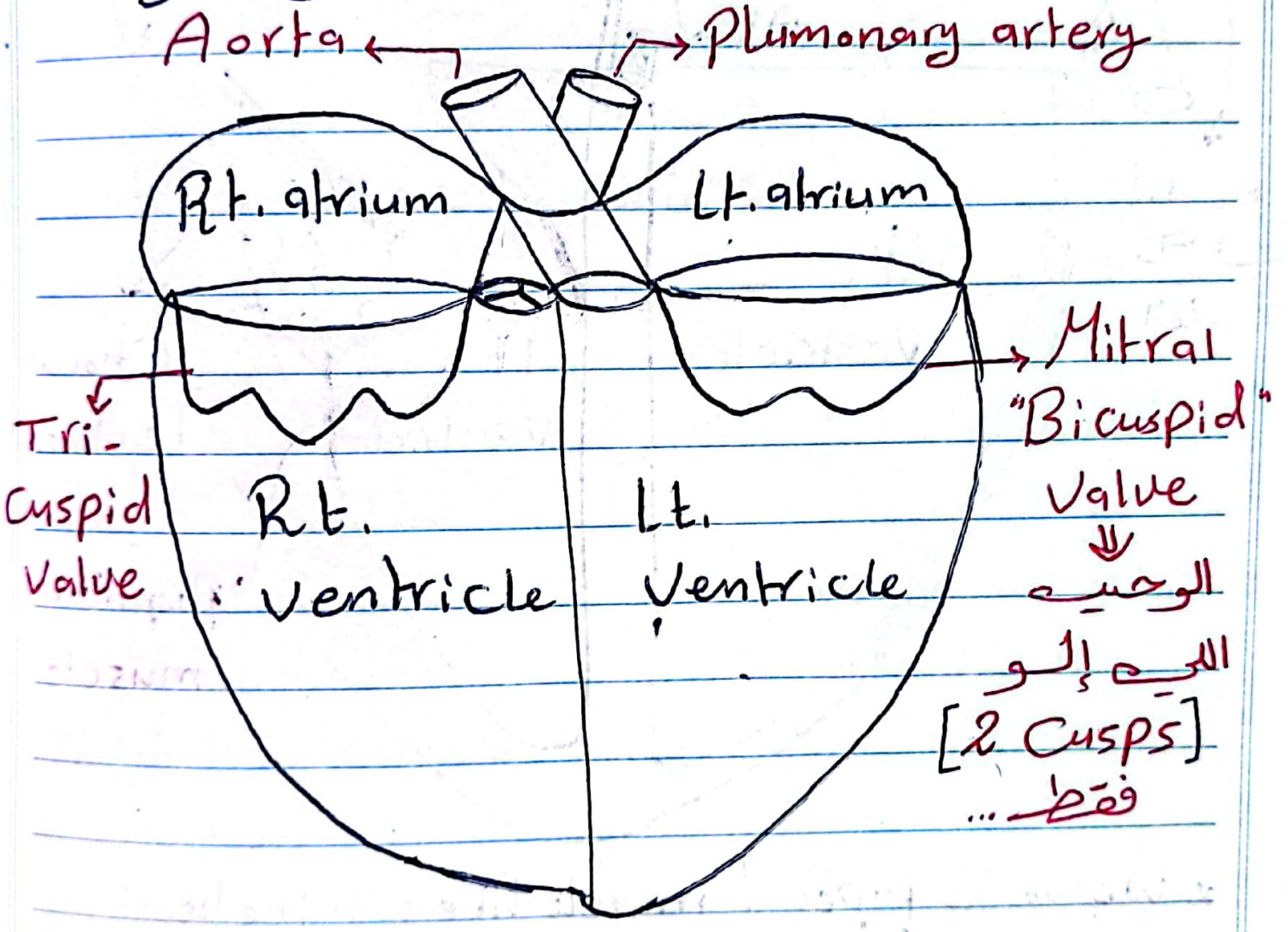
- 30% only is pumped from the atria to ventricles

∴ The atrium is not essential for life.

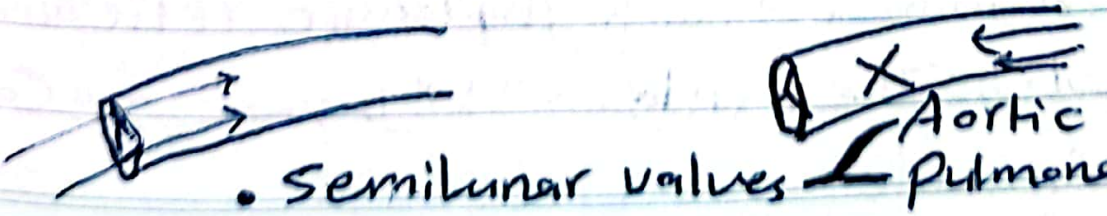
e.g. Atrial fibrilation "not a fatal disease"
[Atrium] مرض يزيد فيه معدل ضربات القلب

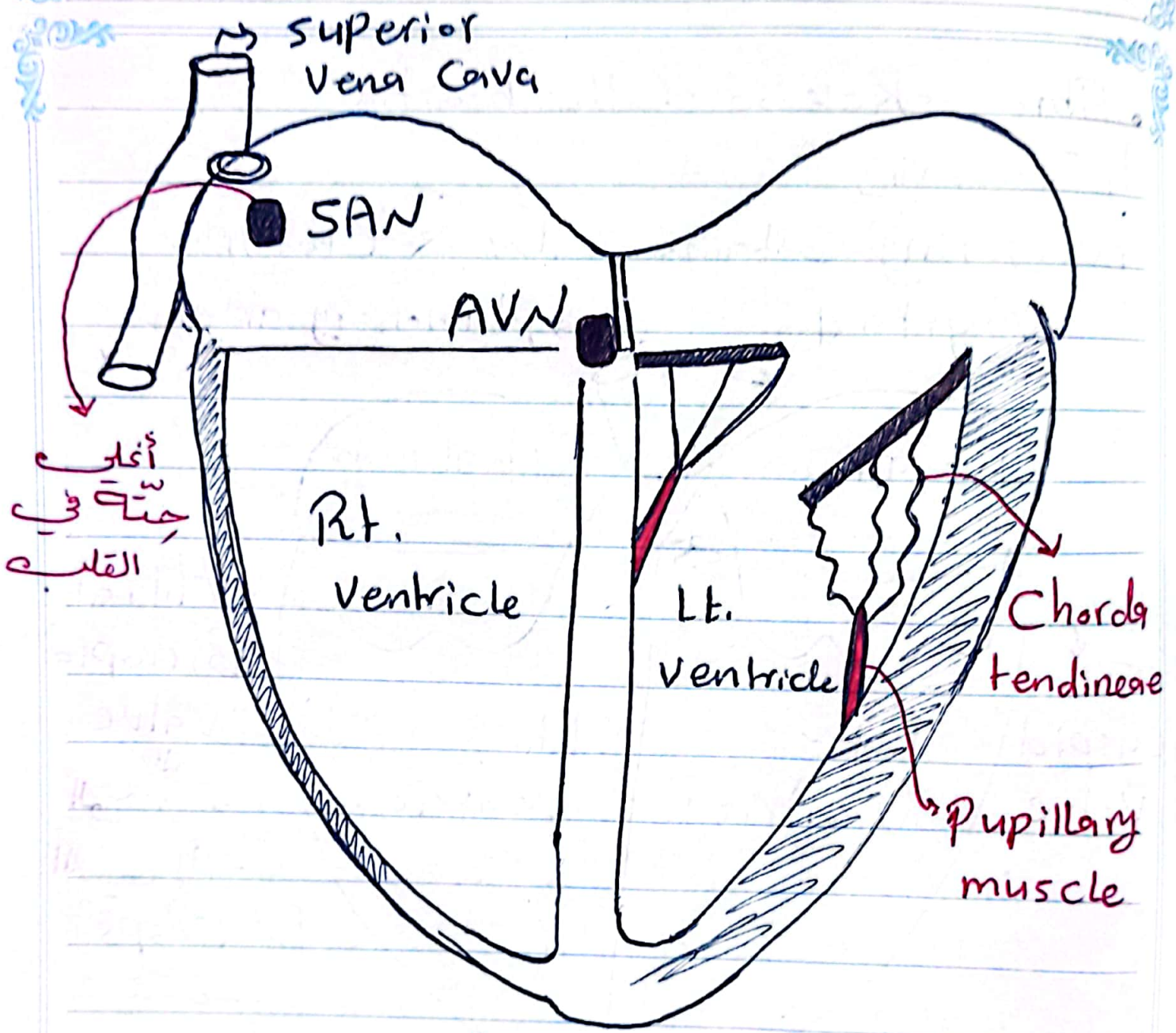
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- Fibrous skeleton of the heart:
  4 Fibrous rings
  every ring Contains valve & champer



- في نوعين من الـ Valves
  Atrioventricular valves
  semilunar valves
  الـ Valves وظيفتها إنها تسمح بمرور الدم باتجاه واحد فقط





* We've 2 types of muscle fibers in the heart.

① Ordinary Contractile muscle fibers.

زي الـ skeletal muscle بس الفرق بينهم:

① ← مصدر الـ Ca^{++} لل skeletal muscles مش جوا الـ [Cytoplasmic reticulum] ... وال smooth muscle

الـ Ca^{++} بيجي من برا الخلية ... بما إنو عضلة القلب

تنقبض بلا توقف يعني بدها (Ca^{++}) كتير ← بالتالي بتاخد Ca^{++} من جوا ومن برا الخلية.

② T-tubules في الـ [Cardiac muscle] مش موجودة في الـ (Juction) اللي بين الـ [I-band] والـ [A-band] وبتكثر موجودة في الـ (Z-line).

② Specialized muscle fibers

• بينقسم إلى قسمين:

Responsible for initiating action Potential
- SAN: sinoatrial node
- AVN: Atrioventricular node

Profagation of action Potential
- Found in Ventricles
- Bundle of His

* Sinoatrial node (SAN):

↳ Found on the posterior wall of the Rt. atrium عند الـ Opening تبعت الـ (Superior Vena Cava) بتبعت الـ SAN بتبعت impulse (100-105) لكل minute

* طبيعي القلب في الطبيعي بينقبض فقط (75-70)

هادا بسبب عمل الـ Parasympathetic - بواسطة الـ Vagus اللي بيعطي [Vegal tone]

↙ Continuous inhibitory impulse from the Vagus

وخربت الـ SAN بيشتغل بدالها (AVN):

- Atrioventricular node - [AV node]

At the junction between atria & Ventricles

موجودة على الـ [Right side] تبع الـ septum اللي

يفصل الـ 2 atria ← بتكون Posteriorly

- At the posterior side of the atrial septum
- AVN is the only electrical Conduction between the atria & Ventricles. [60 impulse/minute]

* في وصلة ظريفة جداً الـ AVN وراجعة لـ [septum] اللي

بين الـ Ventricles بنسميها [Atrioventricular bundle]

أو [Bundle of His]. طالما الـ Bundle لازم ينقسم

إلى قسمين عشان يروح لـ (2 Ventricles)...

As right لما ينقسم زي الـ Y. لا هو بيكمل

وبيطلع شمال الـ Left

Right - left

- الـ Ventricle شكله زي الـ Cone زي القرطاسة يعني

الـ Base فوق والقمة تحت. بيزلوا الكالسيد جايين

من الـ [Base] لـ [Apex] وبعدين Reflected upward

واحد لـ (Left) وواحد لـ (Right)

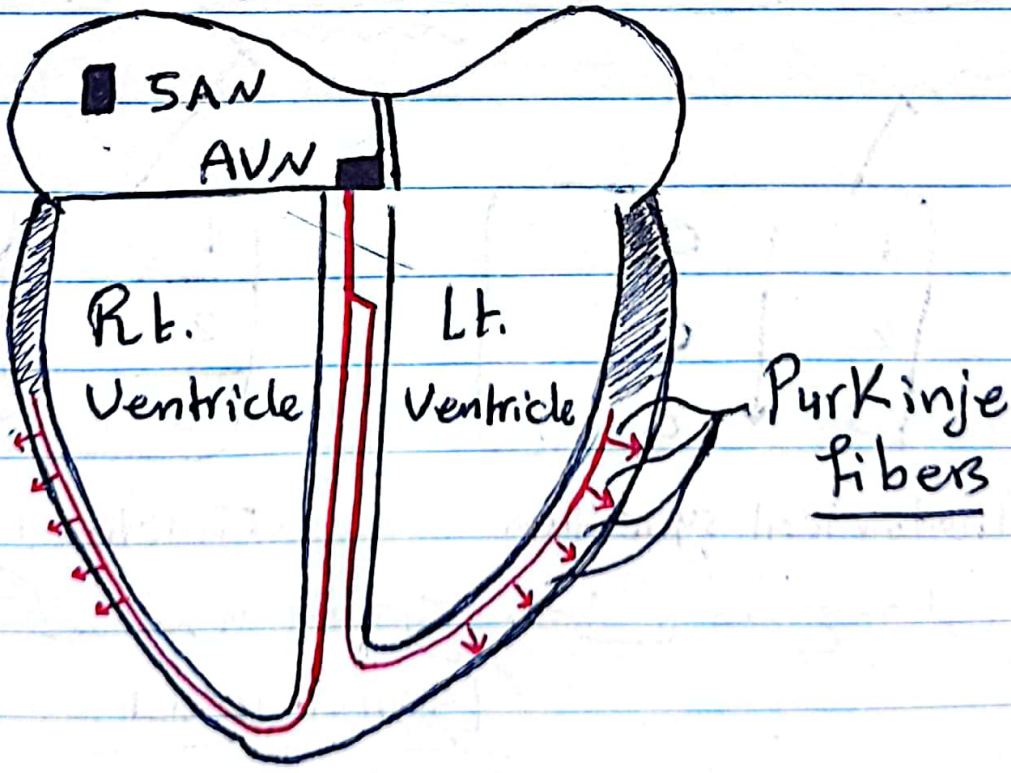
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

To every ventricular fiber بعديها بيعطوا أوامر لازم رفيعة
(Purkinjie fibers) بنسميهم

in Purkinje system:

- Bundle of His
- Two branches: Right, left
- Purkinje fibers

وظيفتهم يمشوا الكهرباء بأسرع سرعة
Powerful enough عشان تكون عضلة القلب
to pump the blood against the resistance.

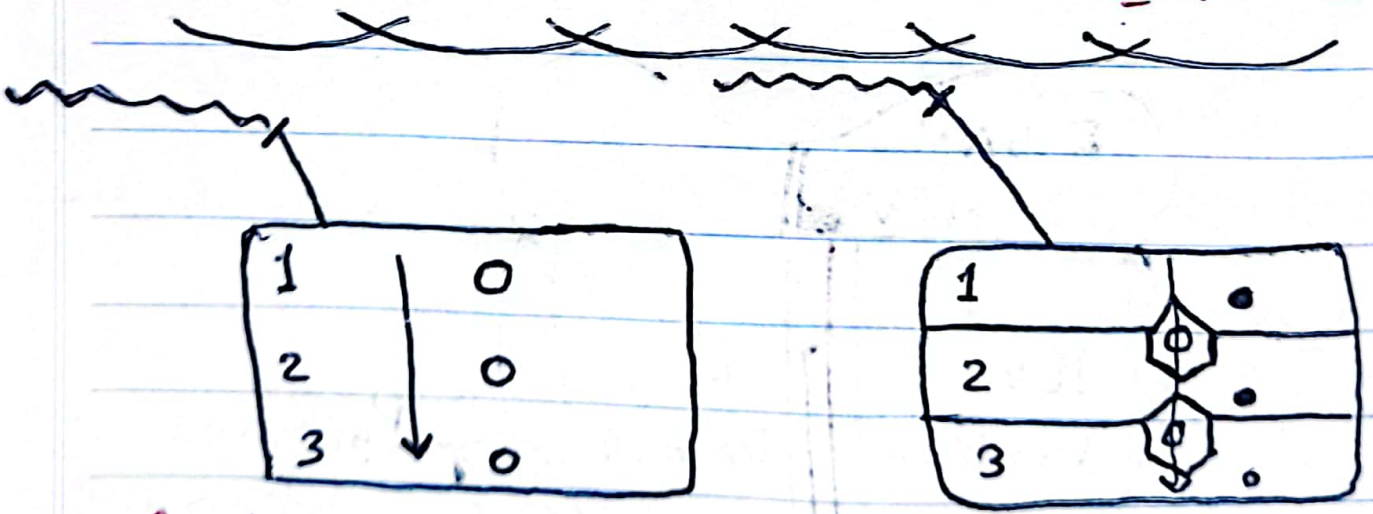


Purkinje system

* Idioventricular rrhythm:

لو كانت الـ SA node شغالة فش فيها مشكلة ولكن صار قطع في [Bundle of His] له في هاي الحالة بيكون الـ [atrium] شغال مية المية بس الـ Ventricles بيوصلها impulse ، بترجع أحد الـ PurKinje fibers بتشتغل كأنها Conductor و بتعمل بمعدل (20-40) pulse/minute

طبعاً هادا الـ Rate غير كافي إنو إنسان يعيش فيه ولكن وظيفتا إنو يبقي الإنسان على قيد الحياة لحين التدخل الطبي ..



* Anatomical syncitium

* Functional syncitium

الـ Heart بتكون من syncitium يعني مسج خلوي

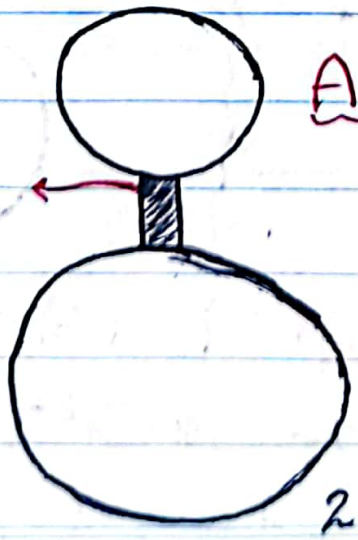
* في نوعين من الـ [syncitium]

① Anatomical ② Functional

Anatomical syncitium ← وهاما نادر، بتكون الخلية
stimulus لو أعطيت ③ و ② و ① فش بينهم جدار، لو أعطيت
لخلية 1 ← بيشتغلوا الـ 3 خلايا.

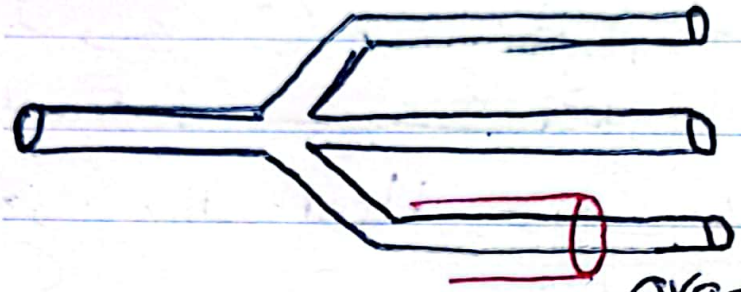
* ويكون الـ Heart يحتوي على Functional syncitium
بيكون في جدار بين الخلايا، هاي الجدار فيها ثقوب
[Intercalated discs] موجود جواها (Gap junctions)
↳ Intercalated discs show very low resistance
to electricity. لأنها تبدي مقاومة للكهرباء.
يعني لو حفزت خلية 1 بـ الكهرباء حتى تنتقل للخلية 2
من خلال الـ Intercalated discs وتشتغل
الخلايا مع بعض ← (Functional syncitium)

• The heart is Composed of [2 functional syncitia]
يعني مش كل الـ Heart ينقبض مرة وحدة.
الـ [Atria] لحال و الـ [Ventricles] لحال.



2 Functional syncitia.

* Blood vessels "Parallel, not in series"

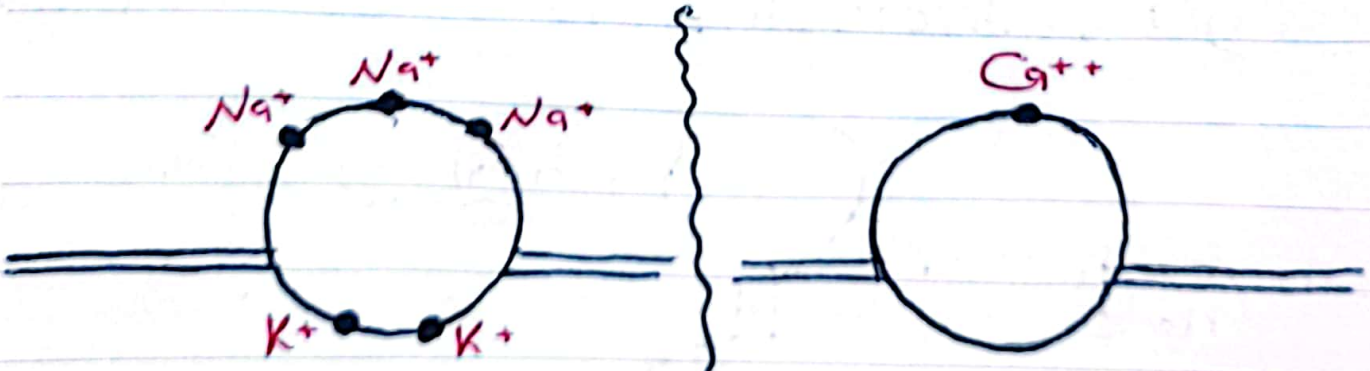


الميزة إنو ممكن تعمل [Vasodilation] وتودي دم كتير لـ [organ] معينة من غير ما تأثر على بقية الـ organs

Except Liver

الـ (liver) بياخد
* Douple blood supply
① [Hepatic artery] من الـ [Aorta]
② [Portal vein] من الـ (GIT) بيكون محمل بالـ Nutrients عشان يحللوا (Metabolism)

* Pumps in the heart..

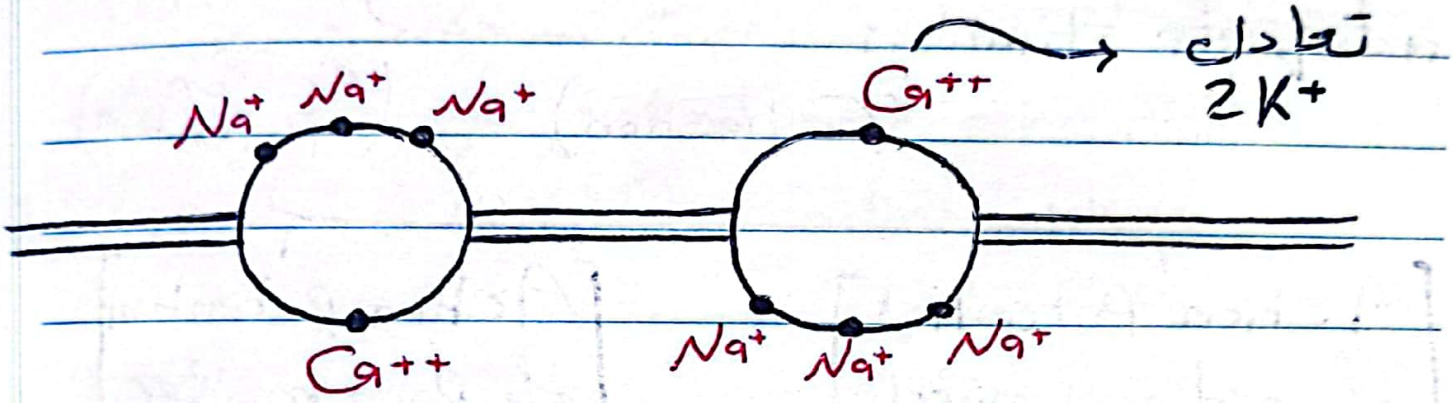


Na+ K+ ATPase Pump | Ca++ ATPase Pump

وظيفتها إنها تطلع Ca^{2+} اللي دخل للقلب وعمل Contraction عشان يصير Relaxation ، لازم يطلع عشان يصير "Systole" ("Diastole")

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

Na^+ / Ca^{2+} exchanger "Both directions"



* إذا القت الـ Na^+ جوا كتير بترميها برا والعكس بالعكس

* The heart has got 4 Cardiac properties..

① Excitability: Power to respond to an adequate stimulus. *يستجيب بطريقتين:

(Contraction) (Action Potential)

② Rhythmesity: القدرة على إنو يضرب بانتظام

③ Conductivity: بيقدر يمشي الكهرباء بسرعة

④ Contractility: قابل للانقباض..

لـ هاي الخواص هي Myogenic تتولد في القلب.. [Not neurogenic]

يعني لو قطعت الـ Nerves المغذية للقلب بيضل محتفظ بهاي الخواص (الأعصاب بتسرع أو تبطئ)

(1) Excitability: The power to respond to an adequate stimulus.

(Contraction) (Action Potential)

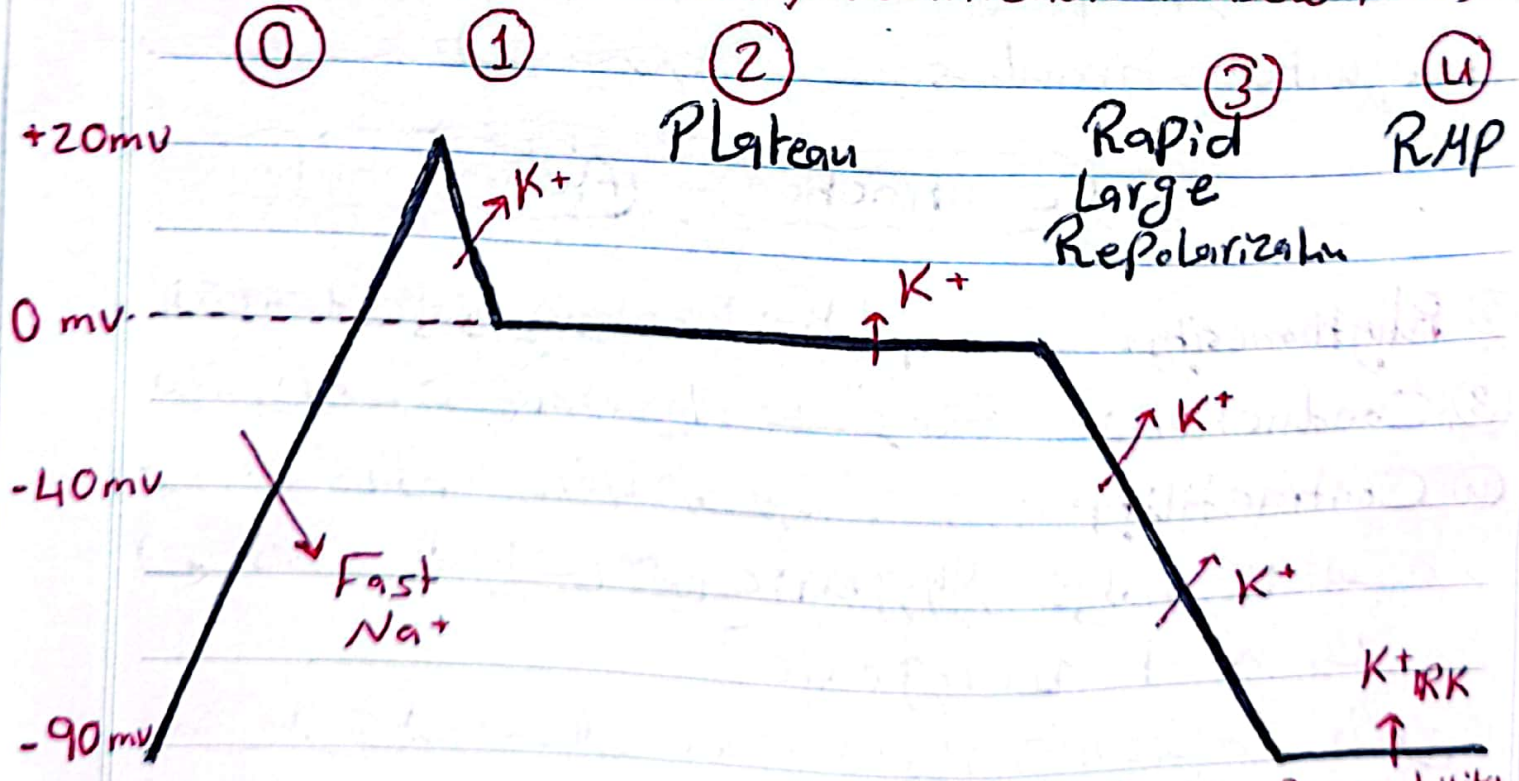
[Action Potential of ordinary muscles] [Action potential of Pace maker]

Non pace maker يعني

Fast action Potential أو

Depolarization لأنو ← سريع

- A. Potential of atrial / ventricular muscle fibers



Phase 0 ⇒ "Ascending limb" [Rapid depolarization]
لـ سبب [Sodium influx] من خلال
Fast Voltage gated Na^+ channel.

Phase 1, 2, 3, 4 ⇒ "Descending limb.
K^+ efflux . سبب الـ Repolarization يمثلوا

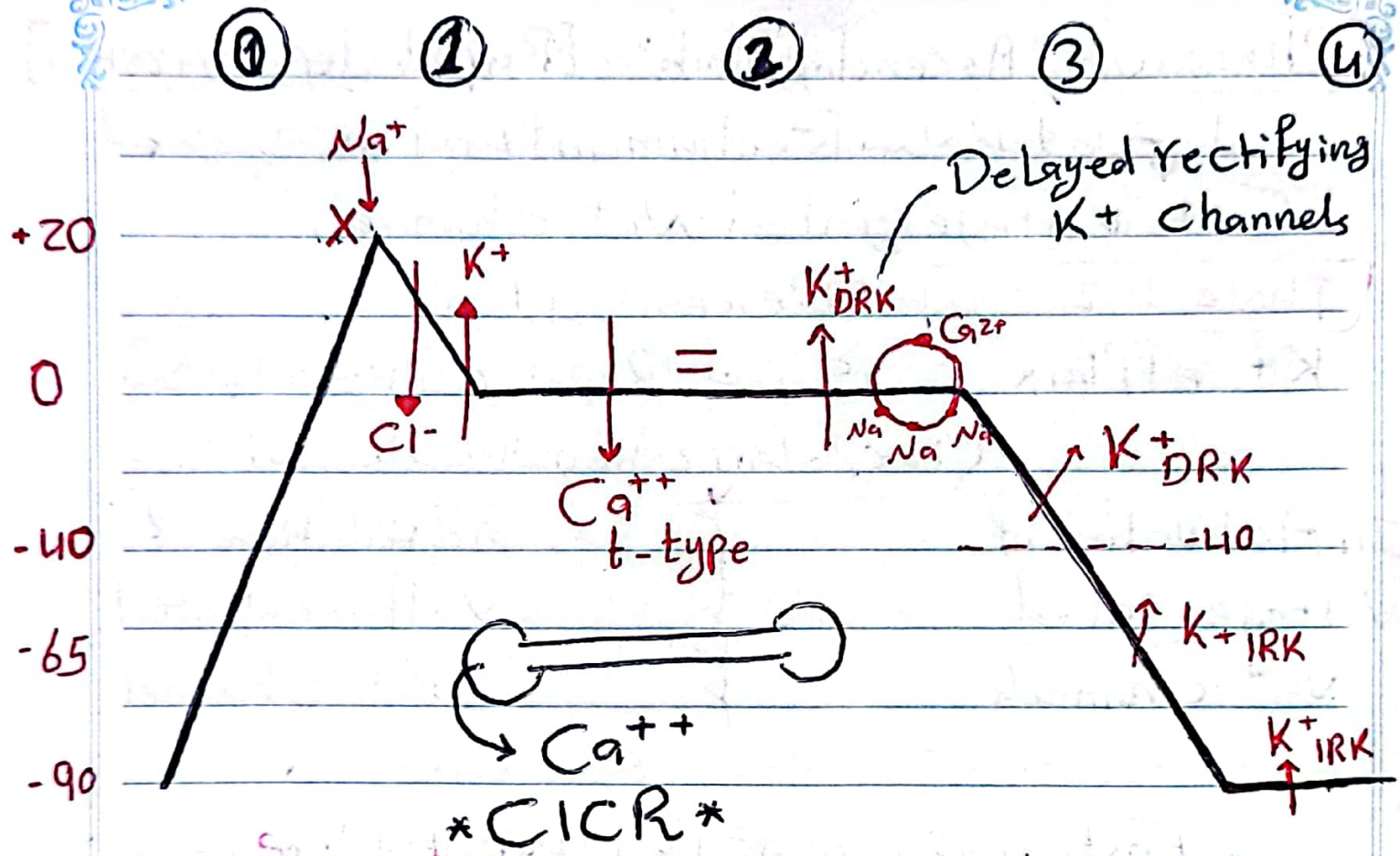
أسباب الـ (Repolarization)

Activation of Voltage-gated K^+ Channels	Inactivation of Voltage-gated Na^+ channels

- (Fast-response action potential) من خصائص
- Phase 0 ⟶ Depol. due to sodium influx
- Phase 1 ⟶ Rapid small initial Repolarization
Plateau phase وطور Repolarization توقفنا
(Rapid large Repolarization) لما بعديها كملا
(Resting membrane Potential) وبعديه آخر شي
* ملاحظة: فش Hyperpolarization في الـ (Heart)

أسباب الـ [RMP]

Selective Permeability	Na^+/K^+ Pump "Active"
membrane يسمح لـ K^+ بالمرور من خلال K^+ Channels IRK	يشتغل فقط عند 4 mv يوصل لـ 90 mv



Prolongs Action Potential ?!

① Prolongs Contraction → Plateau طول حافة يعني في Ca++ داخل

② Prolongs ARP

Absolute refractory Period.

في هاي الفترة لا يستجيب القلب لأي stimulus آخر ↓

بالتالي مستحيل (Tetanus)

Phase (1) Rapid small repolarization

K^+ efflux / Cl^- influx ↓

عكس بسرعة العملية

* Plateau Phase: Descending و Ascending لـ
↳ Balance between depol. & repol.
[خروج الـ K^+] [دخول الـ Ca^{++}]

* طيب ليش الـ Balance مش بين الـ K^+ والـ Na^+ ؟!
① الـ K^+ بطيء والـ Na^+ سريع .. بتقدرش تعمل Balance بين حاجة بطيئة وأخرى سريعة.
② الـ Ca^{++} حنستخدموا في شي تاني .. لأنو زي ما حكينا القلب بيحتاج Ca^{++} مرجوا ومن برا.

* في نوعين من الـ Ca^{++} Channels في الـ (Heart)
① → Long-lasting [L-type] → أو سمي الـ t-type خمس مرات
② → Transient [t-type]

• الـ Ca^{++} اللي جاي من برا هو اللي بيطلع الـ Ca^{++} مرجوا في ظاهرة سموها Ca++ induce Ca++ release (CICR)
الـ Ca^{++} (extracellular Ca^{++}) بيحفز خروج الـ Ca^{++} من الـ sarcoplasmic reticulum عشان يعمل [Contraction]

• L-type Ca^{++} Channel
بتكون Activated في Phase 0 عند الـ (-40mv)
وبتصير fully activated عند Phase 2 .. بعدين بتوقف عند نهاية الـ [Phase 2] عشان يصير Relaxation

طيب كيف جسمنا بيعمل Relaxation وفي Calcium جوا ؟!
زي ما حكينا في عندنا في القلب Na+ / Ca++ exchanger
بيرمي الـ Ca++ برا والـ Na+ جوا ← Relaxation
عشان هيك الـ Systole بينتهي مع نهاية الـ Plateau

*Phase 3 Rapid large repolarization

→ Caused by K+ efflux via delayed-rectifying pottassium channel (K_{DRK})
لكن هاي الـ Channels بتفكر عند الـ (-40mv) .
طيب مين حيوصلنا لـ (Resting membrane Potential) ؟!
في K+ Channels مفتوحات دايماً (Non-gated)
هي الـ Inward rectifying K+ channels (K_{IRK})
بتوصلني لـ -90 وبتكمل معي في الـ (RMP)
لهيك عشان هيك بعتبر الـ RMP أحد أجزاء الـ Action Potential تبع الـ (Heart) .
لأنه الـ K+ Channels مو بتضل فاتحة بعد الوصول لـ (RMP)

#

تم بحمد الله