مراجعة سريعة للمحاضرة الماضية :-

* heart located in the mid of the chest & behind the sternum
بنتخيله كأنه pyramid shape إله base بيكون posterior
وعلى ال two lateral side both عنّا ال lungs
و inferiorly عنّا ال diaphram → Very important respiratory muscle
* بيهمني أعرف ال Anatomical topography و ال structure لإلهم ح يفيدوا
بدراسة ال function لل heart

Mediastinum:- pleura that covers the whole chest
* the heart located in the central of mediastinum

Holotopy:- relation of the anatomical topography of the heart to the mediastinum

Sceletopy:- relation of the heart to the thoracic cavity (skeleton)

* لو أخذت Horizontal line starting from the right arm to the left arm
ح يكون هاد ال line عند ال 3rd rib ح يعطي الموقع لل base of the heart → (upper border of the heart)

+ لو رسمنا verticle line starting from the 3rd rib to the 5th rib
وأبعد عن الوسط بحدود 1.5 cm ح يعطيني ال right border of the heart

+ لو رسمت خط من ال 5th intercostal space لل level of 3rd rib
ح يعطيني ال left border of the heart وبيعطي موقع ال apex الي هو slightly to the left

آخر إشي لو رسمنا oblique line from cartilage of 5th rib to the 5th intercostal space
ح يعطيني lower border of the heart

* ارجعوا للرسمة الي بال slide جداً واضحة
* طالما حدّدت ال borders صرت قادرة أعرف where is the location of the heart exactly

* For any anatomical topography for any structur there are landmarkes (skeleton)
ولإنه heart موجود بال thoracic cavity فبالتالي ال landmarkes
هون هي ال ribs

* لو بدي أحدد ال location of valves inside the thoracic cavity
في ال Anterior view ح أقدر أحدد ال Aortic & pulmonary valve
→ عند ال level of 2nd interkostal spece

tricuspid & Bicuspid valve → level of 5th عند ال intercostal space

** Syntopy: relation of the anatomical topography of the heart to the other structure which located in the thoracic cavity

Superiorly:- Great blood vessels / laterally:- pleura of the lungs
posteriorly:- oesophagus . Vasculature / anteriorly:- sternum
inferiorly:- Diaphram

* حكينا المحاضرة الماضية لما أعمل coronal section of the heart ح تبيّن ال layers
1) endocardium → Faces the blood vessels (one single layer بتكون)
* إذا كان عندي double laye ← بيكون Valve * يعني ال valve هو عبارة عن Endocardium بس double layer
2) Myocardium —Function→ pumping the blood to the whole body organs

3) pericardium → parietal (هون الدكتورة حكت epicardium بس اتوقع مخربطة لأنه زي ما اخذنا بالمحاضرة الي قبل لازم peri —)
↙ Visceral: Faces the heart muscle
↓ Fluid (between Visceral & parietal)

4) fibrous pericardium → as a pocket of the heart —Function→ protection of the heart
(وهون حكت endocardium بس برضو اتوقع مخربطة)

fibrous ring:- very important structure surround the valves
وهي عبارة عن Myocardium

* heart cells ⇒ Types of myocardium → contractile cells / nodal cells

Contractile cells —function / مسؤولة عن→ forcing & pushing the blood out of the heart
تتكوّن من → proteins: actin, myosin, troponin, tropomyosin + sarcoplasmic reticulum

nodal cells: non-contractile cells (وما إلها بال contraction نهائيًا)
Function: generates automaticity set a rhythm or the base
* إحنا بنعرف إنه Action potentials بيكون مسؤول عنه ال CNS
بس في cells ما بيكون مسؤول عنها ال CNS مثل:-
1) Nodal cells
2) cells in small intestine
ال Nodal cells مسؤولة عن the rhythm يعني starting generate the action potential

automaticity mean that the heart cells can generate its rhythm by its own cells → ما بيعتمد على ال Nervous system

* ال Nodal cells ما بنقدر نشوفها لا بال macroscope ولا بال microscope لإنها very small cells

مثال على ال Nodal cells:- SA, AV, AV Bundle (His), Bundle branches (left & right), purkinje fibers

SA → sinoatrial
AV → Atrioventricle

* برضو بنقدر نحكي إنه وظيفة ال Nodal cells هي
→ depolarize itself (generating action potential)

* أول ما يصير في cell من ال myocardium of the heart → action potential
بصير ينتقل هاد ال action potential من cell ل cell → by spreading the action potential

automaticity:- the ability of depolrize and trigger the action potential to the adjacent cells

intrinsic cardiac conduction system: ability to trigger (توصيل) the action potential without nervous system

* لما ينتقل ال action potential من one cell to another cell يعني في عندي Contraction
↳ kind of depolarization of cells

* هلأ بدنا نبلش نحكي عن Electrophysiological system in cardiac muscles
* بال healthy heart لازم يبدأ من نقطة اسمها SA node

location of SA node: superior of the right atrium & beneath large vessel (superior vena cave)

* ال SA node موجود superficial فبالتالي ممكن يصيرله damage بسهولة
فأي مشكلة بالقلب من pericarditis بنخاف يأثر على ال SA node

* ال SA node المسؤول عن generating the action potential (نقطة البداية)
* ال SA node مسؤول عن starting the base of the heart بحيث يكون
↳ (60-80) beat/minute
normal human (مش كسول ولا رياضي): زي ما حكينا المحاضرة الماضية

* بما إنه صار في action potential في الSA node بصير في Contraction of the right atrium
لإنه الSA node موجود على الright atrium

* عشان أضمن إنه يروح الـaction potential من الright إلى الleft
↳ في إشي مسؤول إنه ينقله اسمها bachmann's bundle
→ responsible of conducting the action potential from the right side to the left side

* بعد ما ينتقل للbachmann's bundle لازم أتأكد إنه كل الcells اللي في الright atrium صار لها generation of action potential

* عشان أتأكد إنه صار Generation of action potential in the whole right atrium
بتأكد عن طريق الـ internodal tract ← ممكن يكون anterior / posterior / middle فبنضمن إنه صار Conduction في كل الأماكن

* هلأ بعدما تأكدت رح ينتقل الaction potential للAV من اسمها موجودة بـ الـ(atrium وبال ventricle) على الright side.

* الـAV node بتضمن إنه ينتقل الaction potential من الatrium to ventricle

* الـAV node بتكون deep inside the myocardium فالخطوره عليه أقل من الـSA

* هلأ الـAV node بده ينقل الaction potential to the whole myocardium chambers بواسطة الـ bundle of His بعدين رح ينتقل للـRight & left bundles هيك صار generation of action potential in the whole mycardium cells

* آخر إشي رح يروح الaction potential للpurkinje fibers
↳ هي عبارة عن small fibers found in the heart muscles

ترتيب أفكار سريع سريع

SA node → bachman's bundle (عشان ينقله لـ left) → internodal bathway (track) (عشان أتأكد إنه كل الright atrium صار فيها spreading of action.p) → bundle of His → bundle branches (Righ / left) → Purkinje fibers

* إذا صار أي مشكلة بالإنتقال وما انتقل زي ما حكينا فوق ما بنعتبره healthy heart. ليش؟؟ لإنه اللي حكيناه عبارة عن rhythmicity يعني لازم يكون بشكل منظم ومتناغم

* وإذا صار مشكلة فبتكون المشكلة في الpacemakers = nodal cells (conduction cells)

* عشان نبسط الأمور بال electrophysiology رح نقسم الموضوع إلى أقسام

*pacemaker cells
- SA (Champion)
- AV
- bundle of his

* conduction system
بشكل (1%) inside the heart
ex:-
- bachmann's bundle (in the left side of the heart)
- Atrial internodal conduction pathways
- bundle branches
- purkinje

** pacemaker resposible of starting the rhythm and generating action potential

** Conduction system → مسؤولة عن التوصيل

* لو صار damage SA node شو بصير؟؟
رح تأثر ولكن مو لدرجة كبيرة، رح ياخذ مكانها الAV node ويسوي pace
ولكن بمعدل أقل يعني الpumping action of the heart مناسب to stand the daily routein of the individuals life
ولكن مش بنفس efficiency of SA node ورح يكون الpace of the heart (40-60) beat/minute

* هل في شخص بقدر يكمل حياة هيك؟ نعم ولكن الpumping والpace not as usual
ممكن الAV node تاخذ الmission بشكل دائم (permenantly)

** طيب لو صار مشكلة بالAV node مين بياخذ المهمة؟ bundle of his
↳ life threating لإنه pumping action will decrease (20-30) beat/minute

الشخص اللي بهاي الحاله بكون Dizzy، مش واعي، دائمًا في حالة دوخة
لإنه ضخ الدم not as usual (أقل) وبالتالي oxygination of the body organs also not as usual

*** لو صار مشكله في الbundle of his رح ياخذ المهمة الbundle branches اللي بتوصل للـ(Right & left ventricle) + distal purkinje fibers
الـpace رح يكون جدًا قليل (15-40) beat/minute
↳ الشخص اللي بهاي الحالة (he couldn't sustain life very long)

**** إذا صار damage لكل الnodal cells (SA, AV, bundle of his, bundles branches...)
← في هاي الحالة رح تاخد المهمة الatrial myocardial cells وتقوم المهمة بنفسها، ولكن هون حتصير الأمور عشوائية هاي الحالة اسمها (Rebels' missy driving crazy) (rhythmicity).
هون حياة الإنسان رح تكون بخطر شديد
pace (45-65) beat/minute

* So the atrial myocardial cell couldn't take the mission * myocardial cells can initiate the generation of action potential

* الheart can initiate from every cell in rhthmicity فبالتالي كل الcells بيلشوا يعملوا generating of action pot من الAtrial myocardial وSA node هون الSA node بتعمل locking out للـwaves اللي جاية من الmyocardium بعني بعدين أمر رح توقف عن الـ mycordial cells (contractile cells) إنها very fast وبالتالي هي رح تاخد الـmission

* يعني زي ما حكينا الـ rhythmicity ممكن تصير بأي مكان ولكن المسؤول عنها واللي لازم تبلش من عنده هم الnodal cells من الSA زي ما حكينا فوق

* pumping action → volume of the blood that pumped by the heart
* هاد الـVolume هو اللي بقيسلي Strength of the heart muscle

Volume ↑ strength of heart muscle ↑
هاد التعبير بالفيزياء بنحكيله Frank-Starling mechanism

distole → relaxation of heart muscles
انتقال الدم من الـatrium للـventricle

* لما يصير عندي alot of blood inside ventricles رح ينتقل الblood للـpulmonary trunk بالـright side أما الـleft side بنتقل للAorta

Systole → Pumping
Stroke volume :- كمية الblood اللي كان في مرحلة الـdistole (filling) وفي مرحلة الـsystole (pumping) والheart بعمل pumped وطلعه منه
← amout of blood that pumped of the heart muscles
وبعتبر مقياس لـقوة how strong heart muscle

Stroke volume = End-diastolic volume − End-systolic volume

علاقات ✓ ←

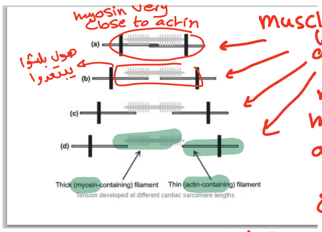
End-diastolic Volume ↑ Stroke volume ↑

End-systolic volume ↑ Stroke volume ↓

End-systolic volume :- كمية الدم المتبقية في الventricle (heart) بعد اخراج الدم في مرحلة الـsystole

لتوضيح الـFrank_Starling mechanism

* بدنا نتخيل إنه الـmuscles of the heart look like a, b, c, d

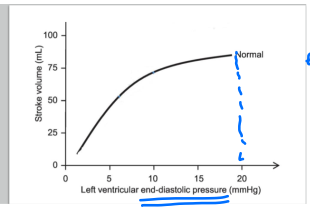


microscopic component of the mycardium:- myosin (thick filament)
actin (thin filament)

* لما يزيد الـblood الـheart cells رح يزيد الـ Streching
بحيث رح يصير بيتعد الـmyosin عن الـactin ولكن رح يضلو مرتبطين بالـcrossing bridge

* ارتباط الـactin & myosin بالـcrossing bridge هو الي بحقق الـContraction

* بضل يزيد الـStreching عن طريق زيادة البعد بين الـmyosin&actin حتى يوصل الـmaximum Streching يعني ما في ability للـheart cells إنها تتحمل stretch أكثر من هيك



* هلأ بالنسبة للرسمة الثانية بحكيلي إنه مع زيادة الـEnd-diastolic pressure بزيد الـStroke volume لإنه رح يزيد الـpumping

* لما يوصل الـpressure = 20mmHg هون يكون وصل الـmaximum

* المنحنى مارح يضل linear لإنه عند الـmaximum رح يثبت

** يعني زي ما حكينا إنه الـStroke volume (SV) بحدد الـStrength of the heart muscle

** في الـhealthy man, 70 kg إذا الـESV = 50 والـEDV = 120

$SV = EDV - ESV = 120 - 50 = 70 \xrightarrow{so} \boxed{SV = 70}$

* لما بدنا نتعامل مع الموضوع more clincally
بنحسب إشي إسمه Ejection fraction (EF)

$EF\% = \frac{SV}{EDV} \times 100$ ← بتحمل مشكلة
في شي طبيعية لازم تطلع (بالـhealthy heart) إذا طلعت أقل منها

$EF\% = 58.33\% = \frac{70}{120} \times 100$ → هيك عنا measuring of the heart efficincy

* لو بدنا نوضح الصورة أكثر وأكثر وحطينا الـSV في معادلة ↳ Cardiac output

$Co = HR \times SV$
70 × 70 ≈ 5000 ml/minute
وإذا بدنا بالـliter
5 L/minute

$\frac{ml}{min} = \frac{beat}{min} \times \frac{ml}{beat}$

$CO \rightarrow (5-6)L$ (كمية الـblood الي لازم تطلع من الـright, من الـleft)

$HR \rightarrow$ for math (not accurate) 70 beat / minute
بالـHR بنقيس how fast is the heart

$SV \rightarrow 70$
بالـSV بنقيس how strong is the heart

* لو بدي أحسب الـVolume of air, قوة الـlung رح أقيسها عن طريق

V_T = Tidal volume ، volume of air during inspiration & expiration (routine volume) (how strong) ، RR = respiratory rate (how fast)

* ناتج ضرب الـ
$5000 \simeq HR \times SV \simeq RR \times V_T$
دليل عنا matching بين الـكمية الهوا الي باخدها وكمية الـblood الي بطلعها من القلب

* يعني بضمن إنه كمية الـblood الي بطلعها في كل دقيقة من الـheart إلها كمية هوا تكفيها عشان أعمل oxidation of the whole blood

* يعني كل الـ5L الي طلعو من الـpulmonary vein الي وصل للـlung بواسطة الـpulmonary vein للـleft ventricle صار لهم oxidation

* الي حكيناه فوق هو الـFrank – Starling mechanism
veinus return بقية محنية للـright atrium بتروح للـleft atrium

وكيف يصير synchrolization وإنه الكمية الي بتروح للـright atrium نفسها تروح للـleft atrium

* حكينا عن الـcardiac output وإنه بنقيسها عن طريق شغلتين
how strong is the heart
how fast is the heart

* وحكينا إنه automaticity of heart cells means that heart cells generate it's own action potential without nervous system

* طيب إذا شو وظيفة الـautonomic nervous system للـheart؟
* يوجد منه الـbranches رح
الي همه
sympathetic
parasympathetic

Sympathetic chain بتصل flow to the heart
Started from $T_1 - T_4 (T_5)$

* Sympathetic chain بتاخد من الـcervical & thoracic بتروح للـheart muscle

Function of sympathetic → increase heart rate & contraction during fight and flight

autonomic nervous system بيعمل → regulation of the heart rate
* ما إله دخل بالـgeneration of action potential
increasing by sympathetic
decreasing by parasympath-

** parasympathetic → الـflow تبعه جاي من الـmedulla in the CNS in the hind brain

ما إله connections أو الـparasymp- ، الـsympathetic في spinal متصل بالـupper side بالـspinal N

الـflow من الـmedulla للـheart عن طريق vagus الي مسؤول عن decreasing the heart rate during digest & rest

* أي مشكلة بالـmyocardium ← مشكلة بالـperfusion

المشكلة in perfusion: less blood supply of heart cells

بكون في آلام حادة (angina pectoris) بكون الـتحديد without a hard work
بيتعرض لآلام في الـChest عنيفة ولما يرتاح بتروح هاي الآلام مباشرة

angina pectoris ← بسبب الـless of blood supply للـcells of the heart muscle

** الأخطر هي الـmyocardial infarction = heart attack
↳ ischemia of heart cells = death of some cell in the heart

* الـmyocardial infarction بيصير نتيجة loss of blood supple ← prevent blood supple and perfusion
ما يؤدي إلى death of heart cells

متوقع عن الـmyocardial infarction الـangina pectoris إنه حتى لو حكيناه للشغلة ارتاح ما رح يختفي الألم

** الي مصاب بالـmyocardial infarction أو angina pectoris بكون الألم في left side

** لما يكون في ألم في الـleft side ما بعتبر أحكي مباشرة إنه المشكلة من القلب لإنه في nerve جاي من الـskin بتتقاطع مع الـnerve أو الـoutflow of the sympathetic n. to the heart

* بالتالي صار في connection بين الـskin nerve وبين الـsympathetic nerve
رح يختلط علي الشخص إنه وين بالزبط الألم (non-localized)

* هاد الإشي إسمه refered pain ← لما ما أقدر أعين مكان الألم بالزبط

* الحالة اللي صارت بال sympathetic بسبب ال connection مع skin nerve
ما رح تصير مع ال parasympathetic لإنه ما إله connection مع ال spinal N

* لما بدي أحكي عن طبيعة ال structure تبع ال myocardium (cardiac muscles)
بيكون من actin & myosin نفس ال skeletal & smooth muscle
بيختلف عنهم, إنه عنده ال Frank-Starling mechanism
وإنه رح يفل ال myosin بيبعد عن ال actin حتى يوصل لل maximum streching
عشان يوسع كمية ال blood كاملة

* عشان يصير initiation of Action potential لازم starting from SA node
وينتقل من cell لـ cell

* انتقال ال action pote. من cell ل cell بيحتاج إنه هدول ال cells يكونوا close to each other.

* ال streching رح يباعد هدول ال cells عن بعض
* desmosomes ← هي تركيبة موجودة داخل ال heart cells،
keep the connection between the cardiac cells together
← في حالة ال streching عن طريق ال adhesion وال tightining

* بتمنع التباعد بين ال cells عشان يتحقق ال rhythmicity
وانتقال ال action potential as one unit بشكل سريع جداً وما يتأخر
وكأن ال heart cells عبارة عن one cell

* ال cardiac output
بزيد عن طريق SNS ← sympathetic nervous system
بيقل عن طريق PSNS ← para- " " "
ال SNS بزيد ال heart rate وبالتالي بزيد ال cardiac output
ال PSNS بتقلل " " بتقلل " "
لإنه ال cardiac output علاقتها طردية مع ال HR وال stroke volume

ال Hormones مثل (EPi, NE)
← عبارة عن adrenergic receptors
موجودة بال sympathetic
يعني رح تزوّد ال output

ions ←

	K^+	Ca^{+2} ↑	Na^+ ↑
	dependent son their level → increase / decrease	HR ↑	HR ↑

ال stroke volume
بزيد عن طريق الزيادة ال EDV أو ما يسمى preload
التحميل دا
كل ما زاد ال venous return كل ما زاد كمية الدم اللي
بتيجي من ال vena cave [posterior, inferior].
بالتالي رح يزود ال cardiac output

ال contractility كل ما زادت كل ما زاد ال pumping
بالتالي ↑SV هاي الزيادة عن طريق hormones → glucagon, T3, T4
EPi, NE
+ Ions like Ca^{+2}

* اللي ممكن ينقص هو أي شيء يعيق حركة ال blood مثل: (Afterload)
- Hypertension: increasing the blood pressure
increasing the force against the blood
بالتالي حيزيد الاحتكاك وال resistance
- Atherosclerotic plaques: بتعيق حركة الدم بالشكل الطبيعي (حالات الجلطات
- TPR