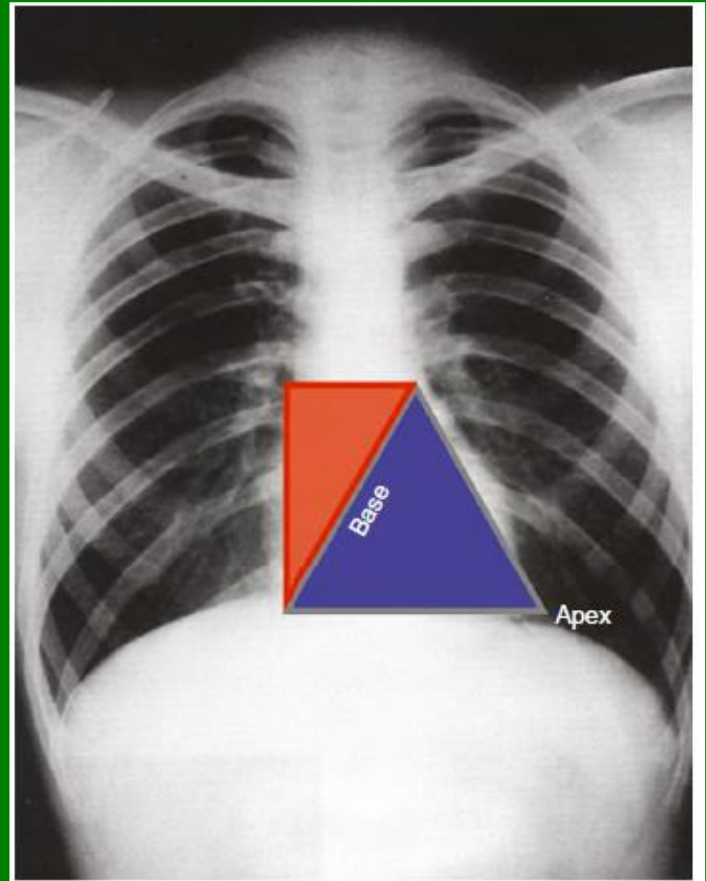
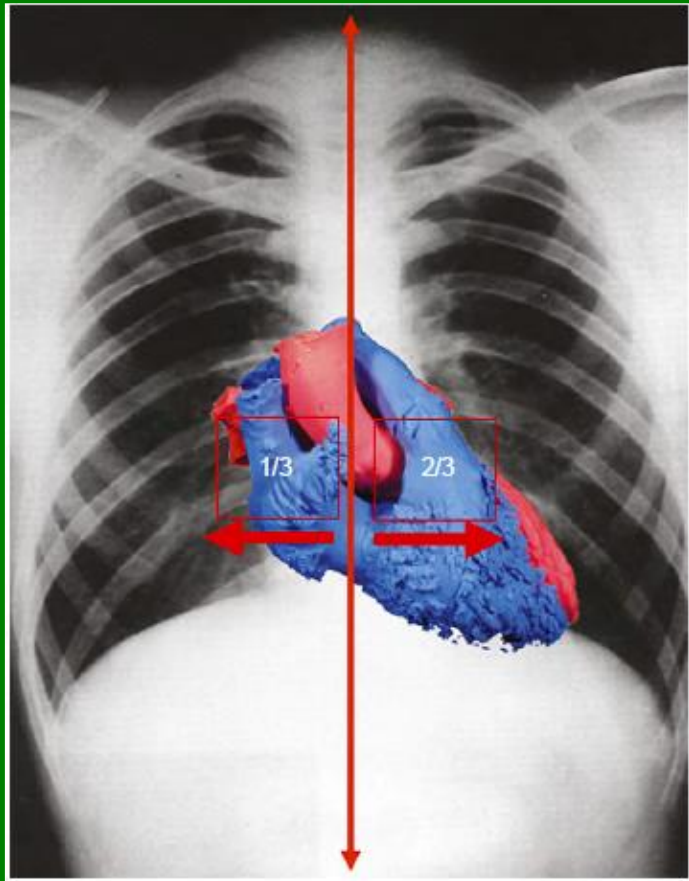
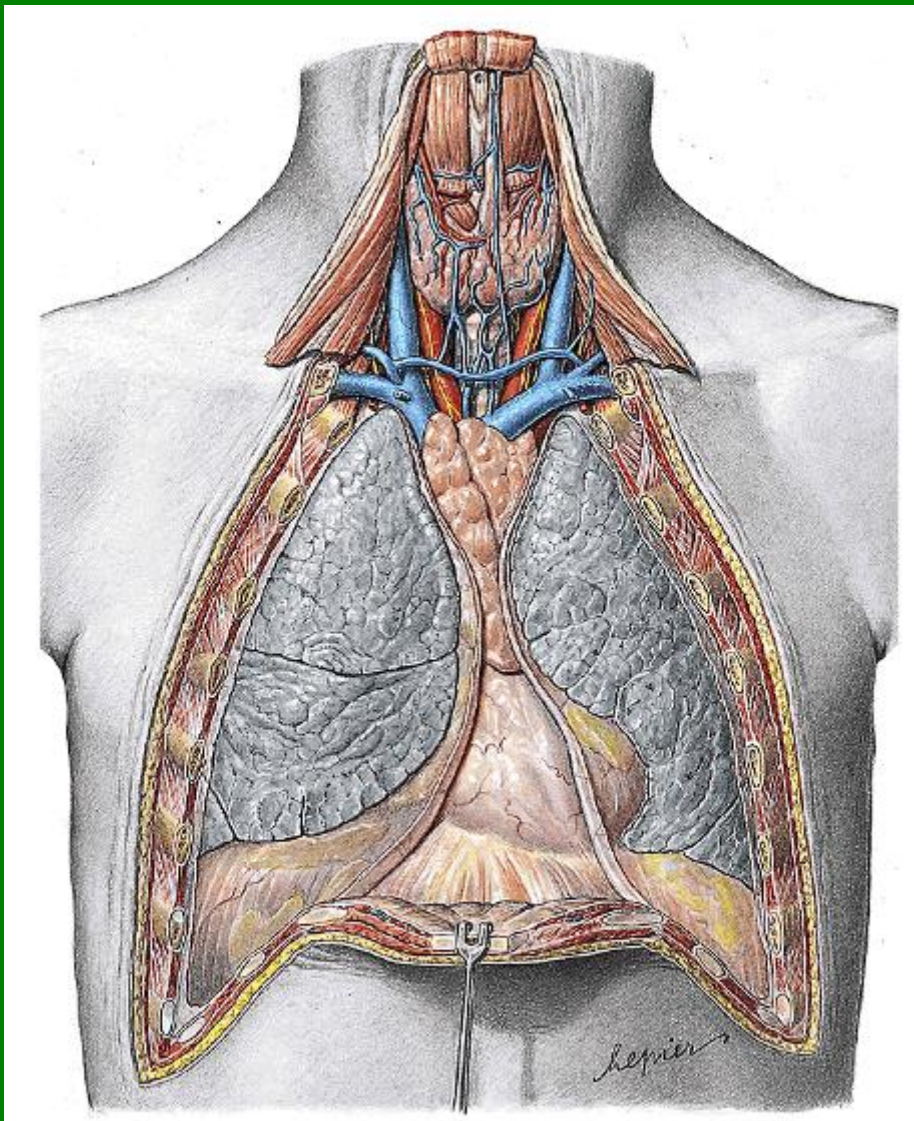


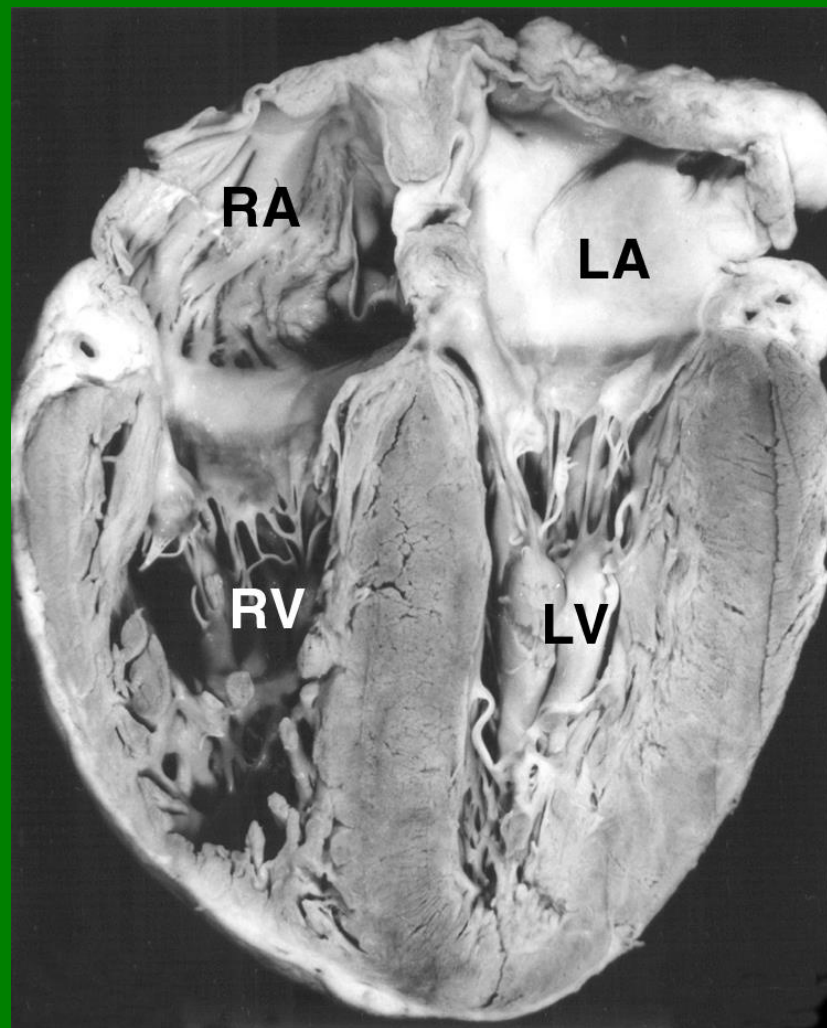
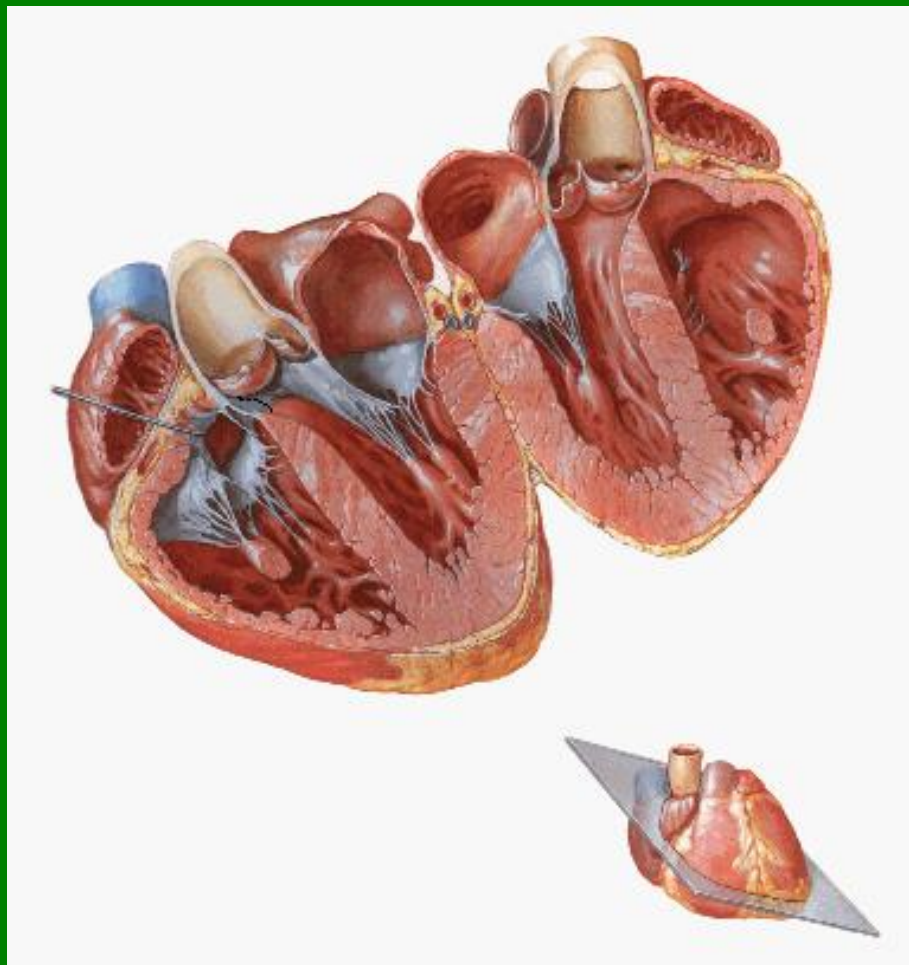
**Srdce – stavba, cévní
zásobení a inervace,
přehled vývoje,
nejčastější vady**





**facies sternalis, f. diaphragmatica
f. vertebralis , f. pulmonalis**

Oddíly srdeční: čtyřdutinová projekce



Pravá síň a vtoková část pravé komory



auricula dx.
mm. pectinati
ostium v. cavae sup.
et inf.
valva v. cavae inf
fossa ovalis
ostium sinus
coronarii

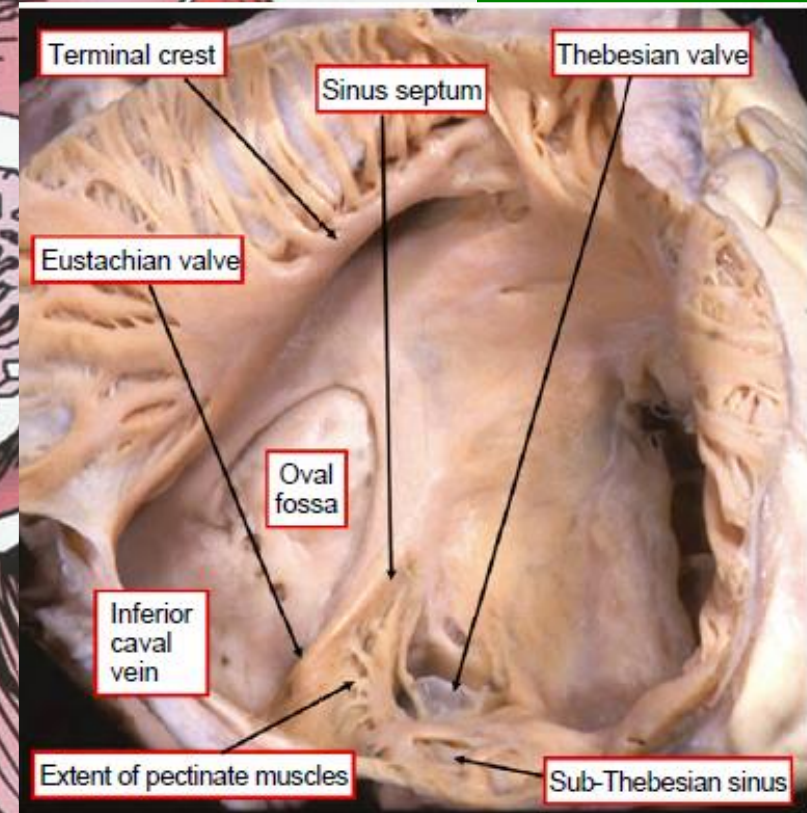
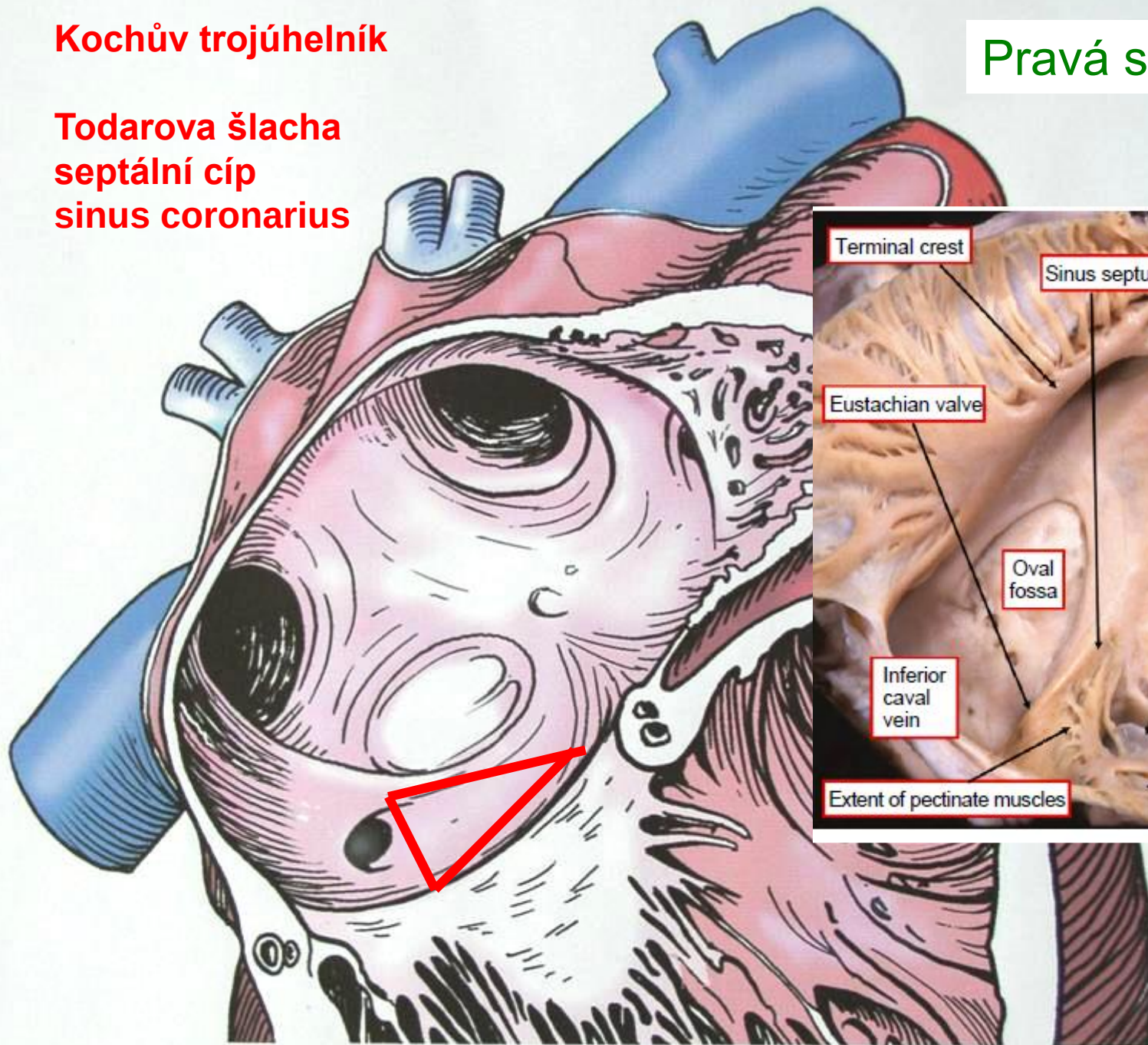
ostium
atrioventriculare dx.
cuspid ant., post.,
septalis
chordae tendinae



Kochův trojúhelník

Todarova šlacha
septální cíp
sinus coronarius

Pravá síň



Vtoková a Výtoková část pravé komory

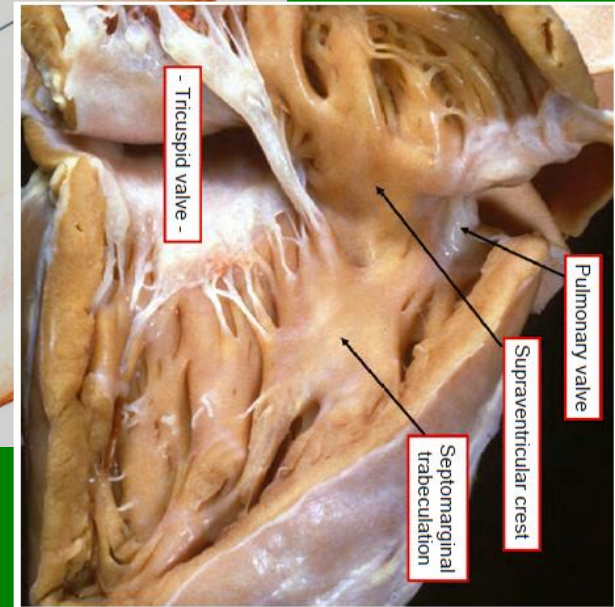
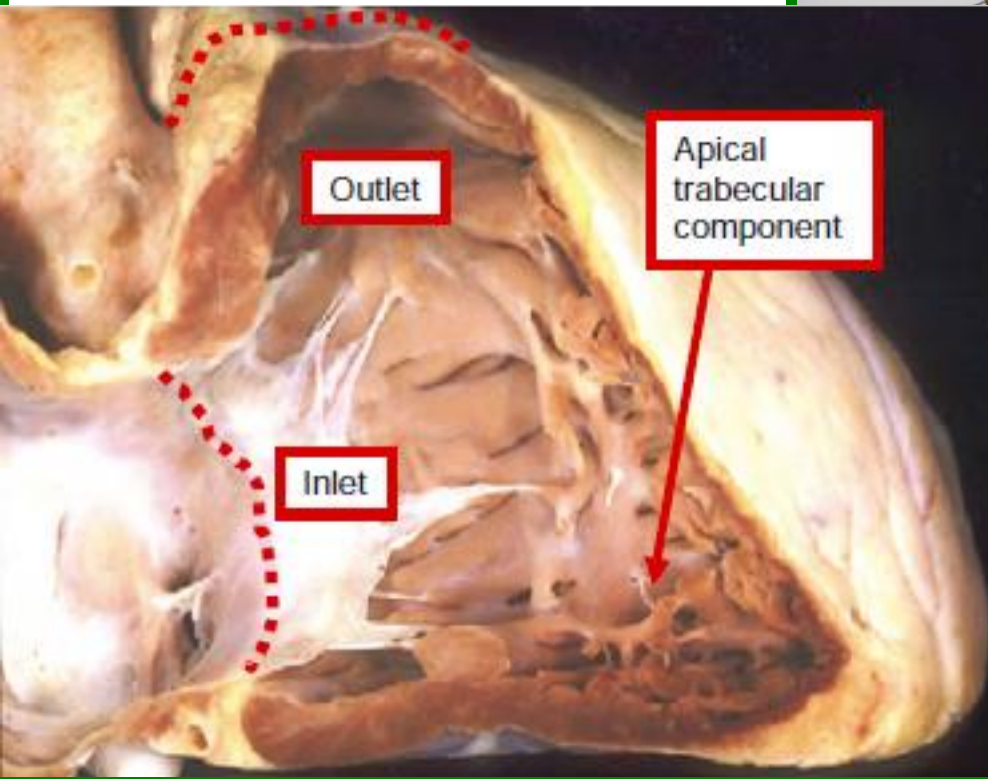
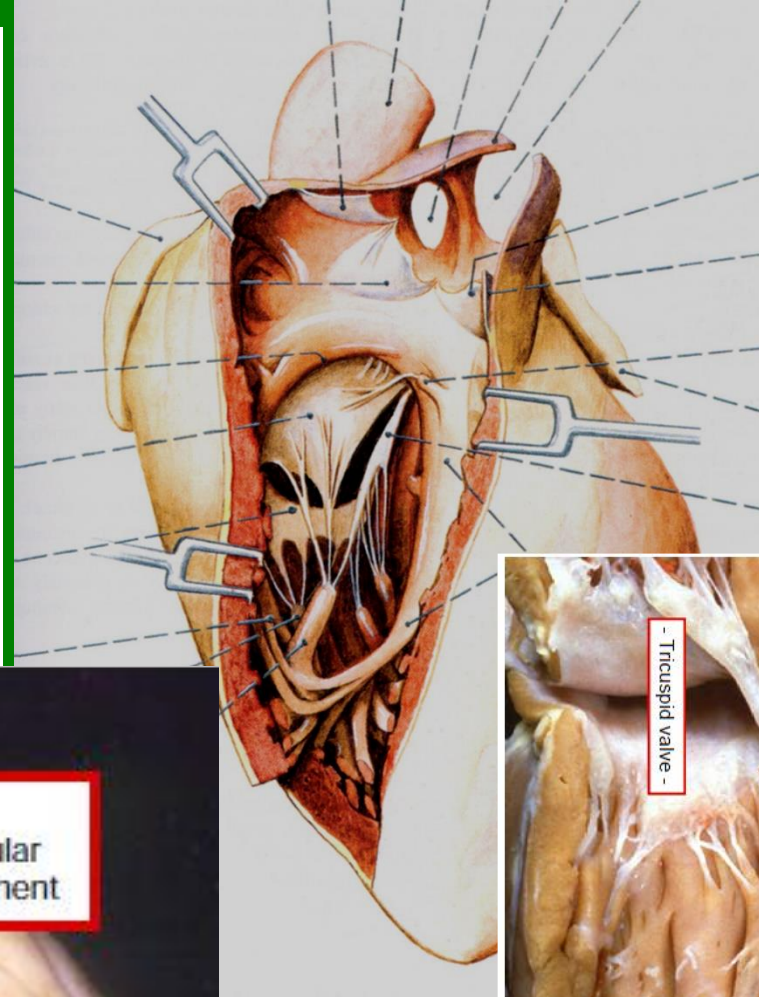
pars glabra

pars trabecularis

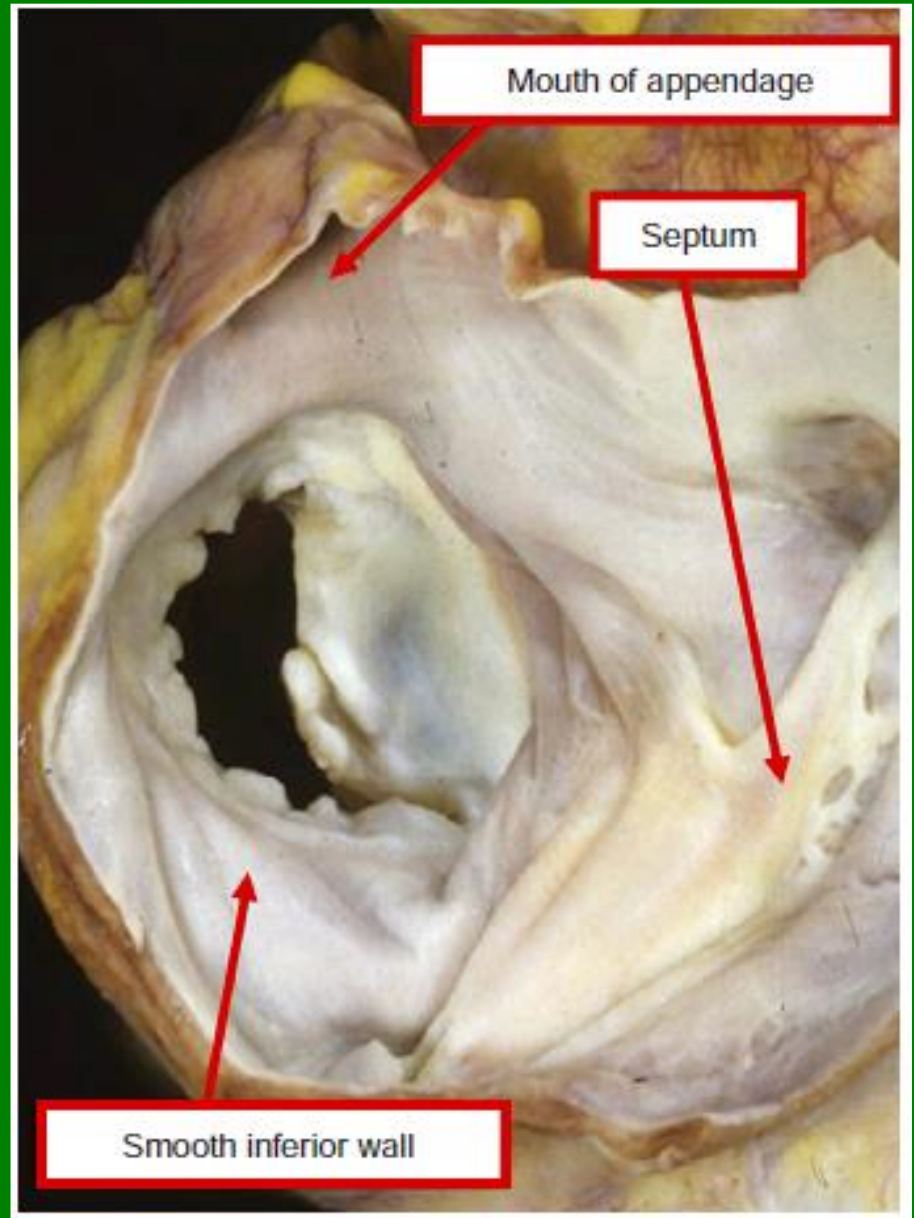
crista supraventricularis

trabecula septomarginalis

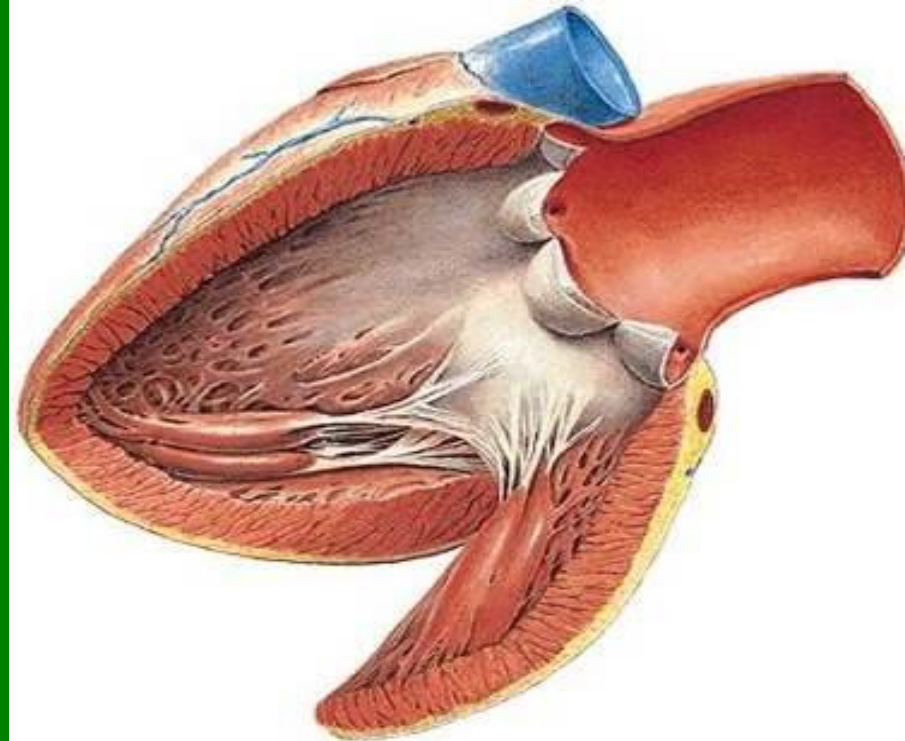
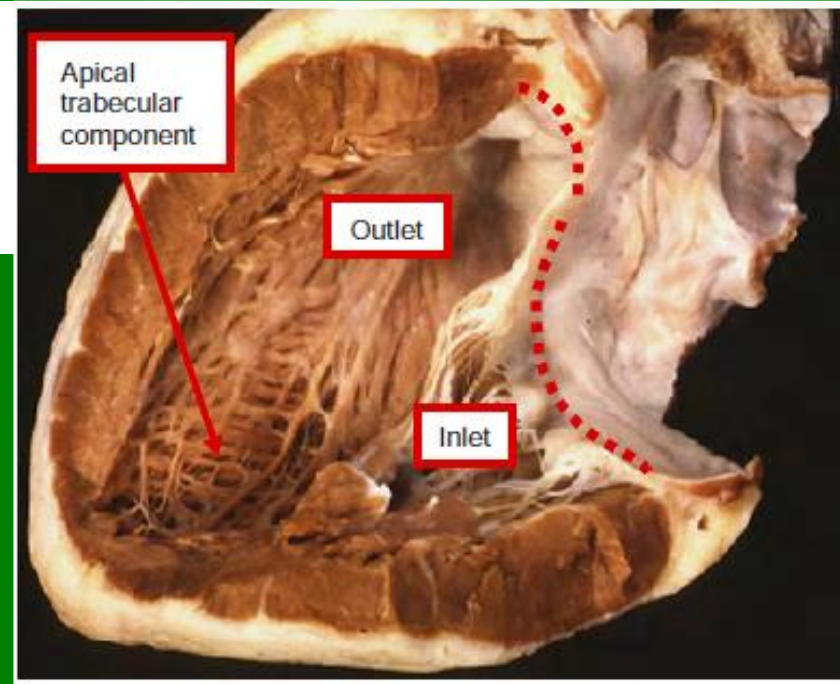
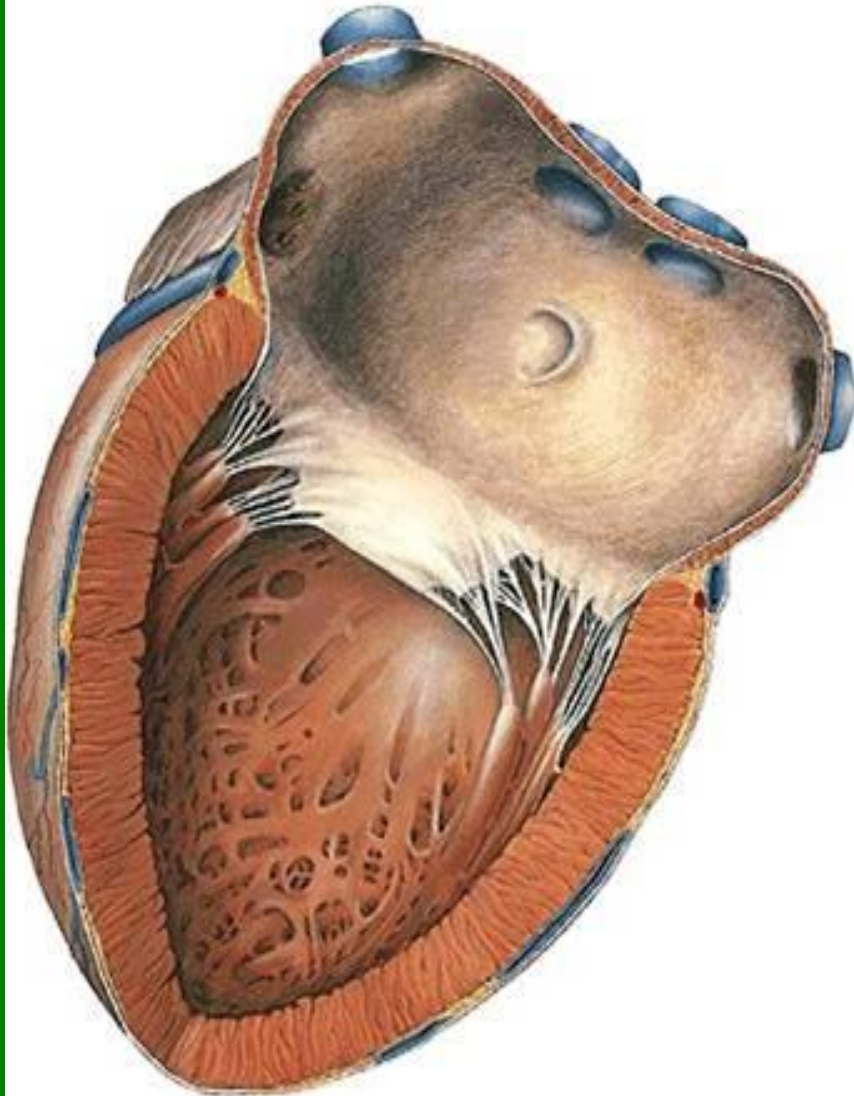
conus arteriosus



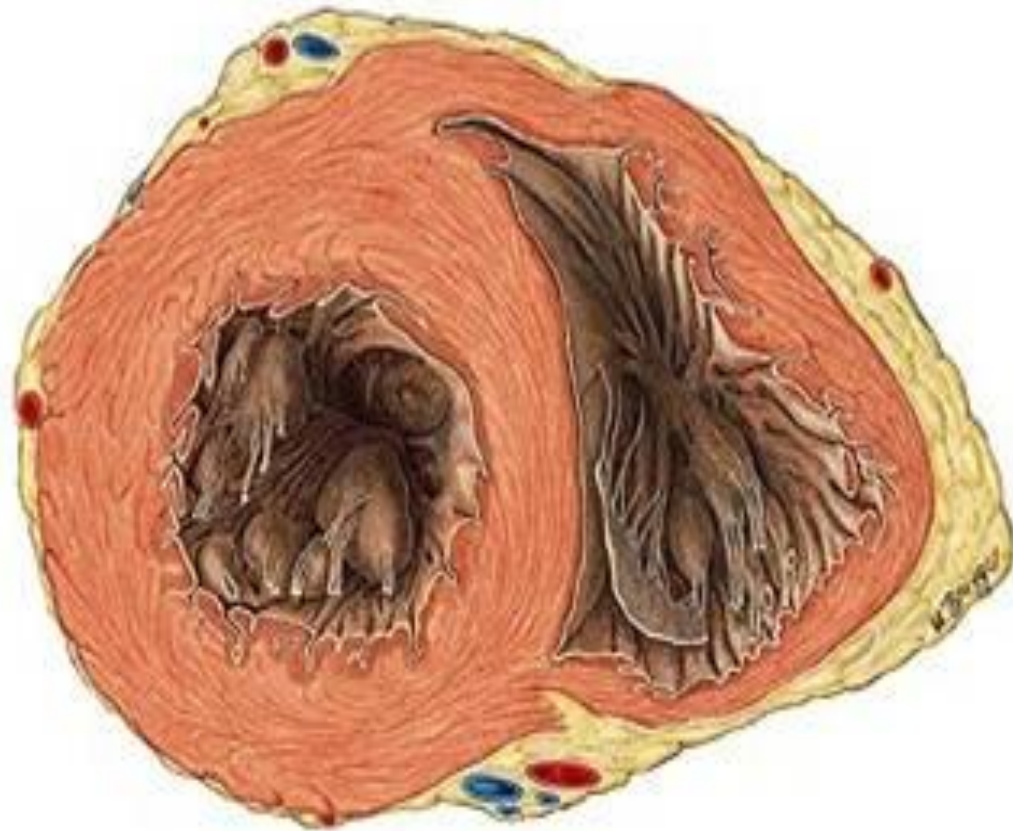
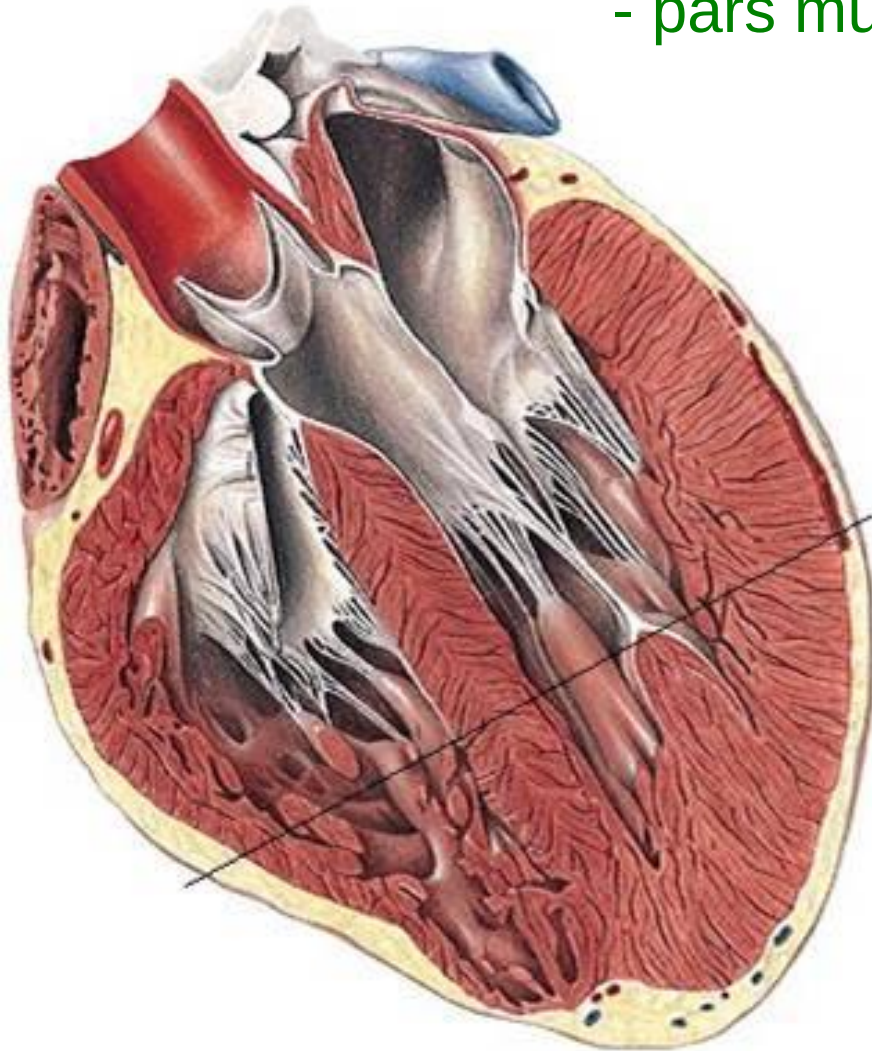
Levá síň a levé AV ústí

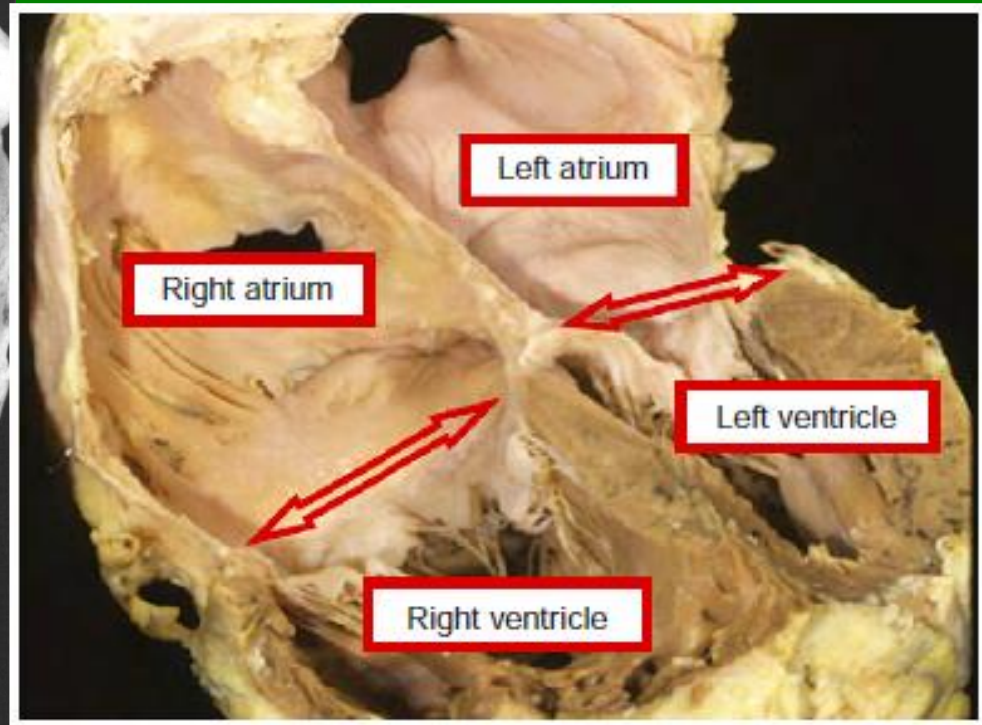
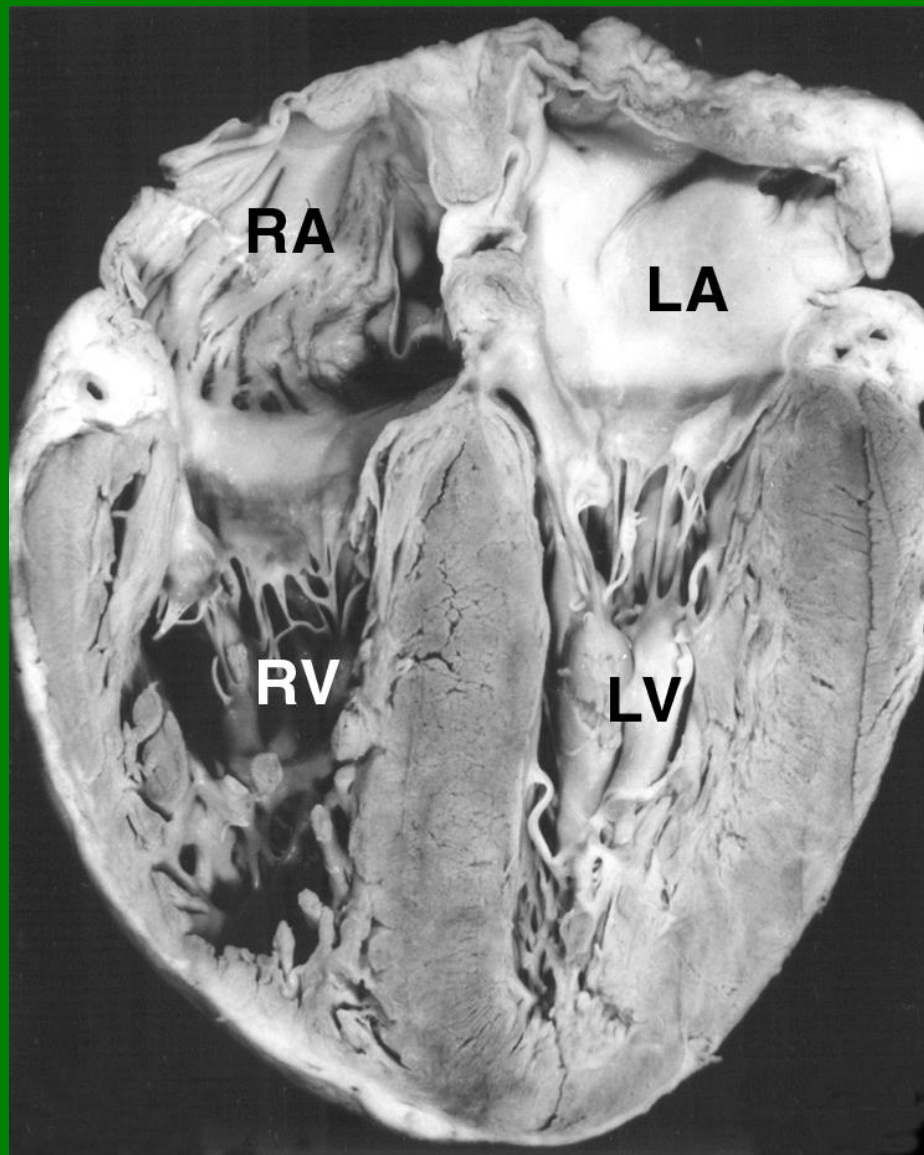


Levá síň a vtoková a výtoková část levé komory



Septum interventriculare
- pars membranacea
- pars muscularis



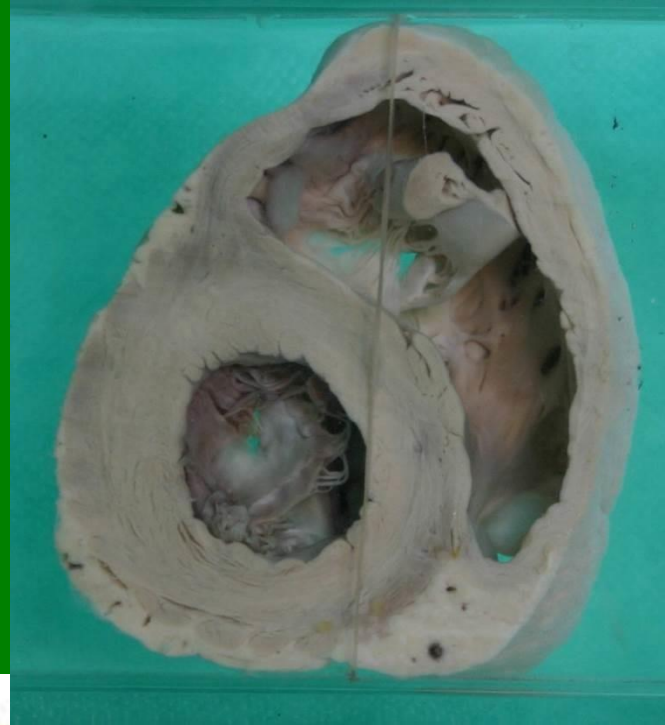
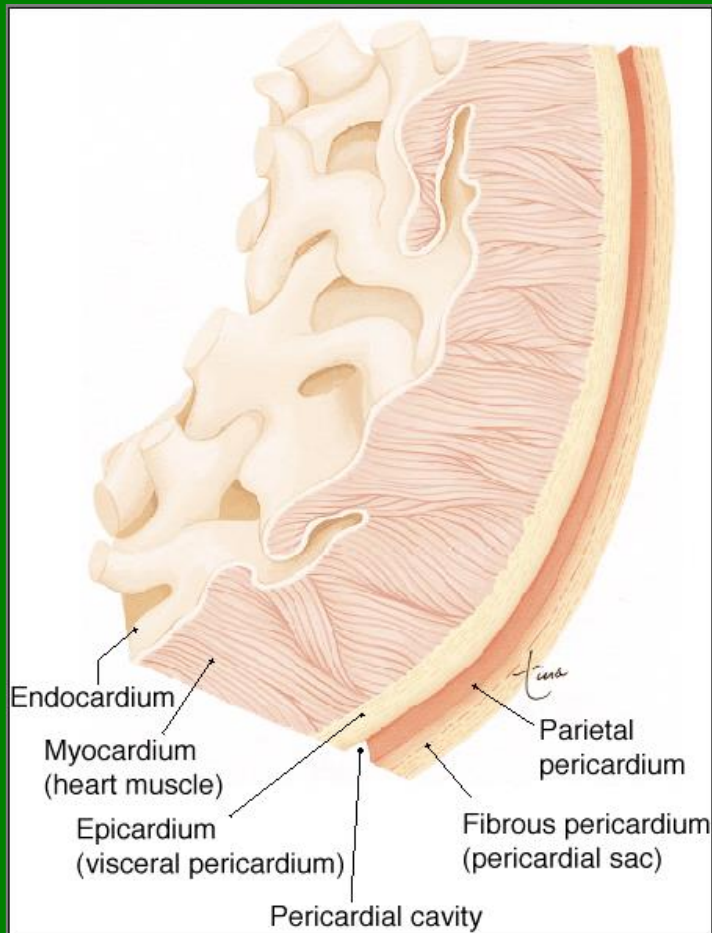


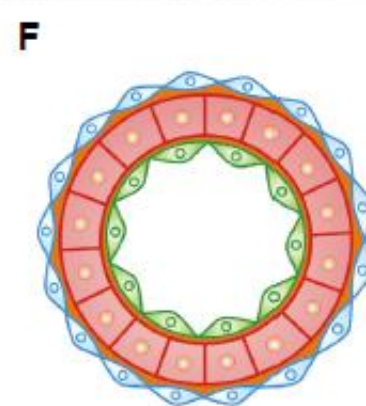
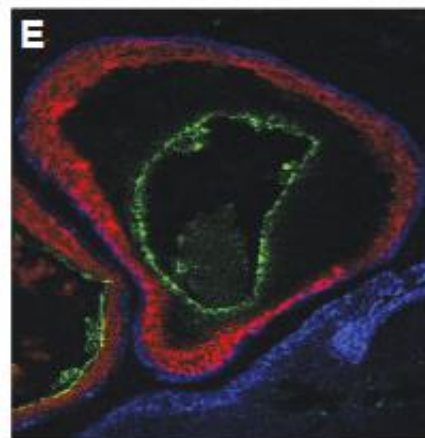
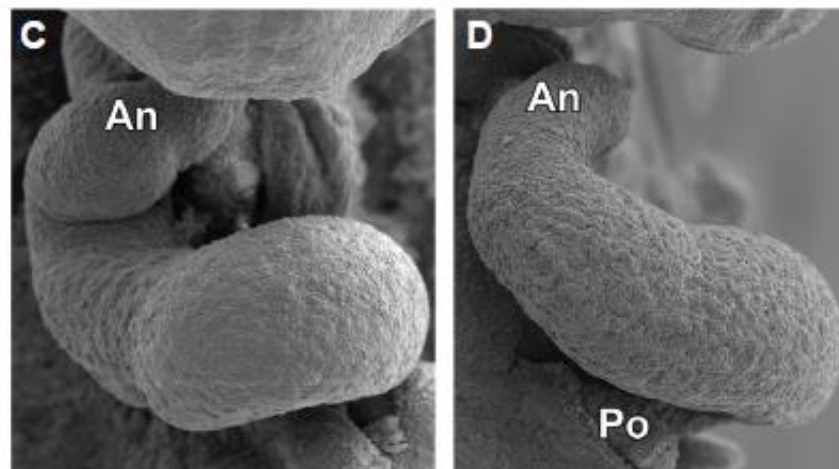
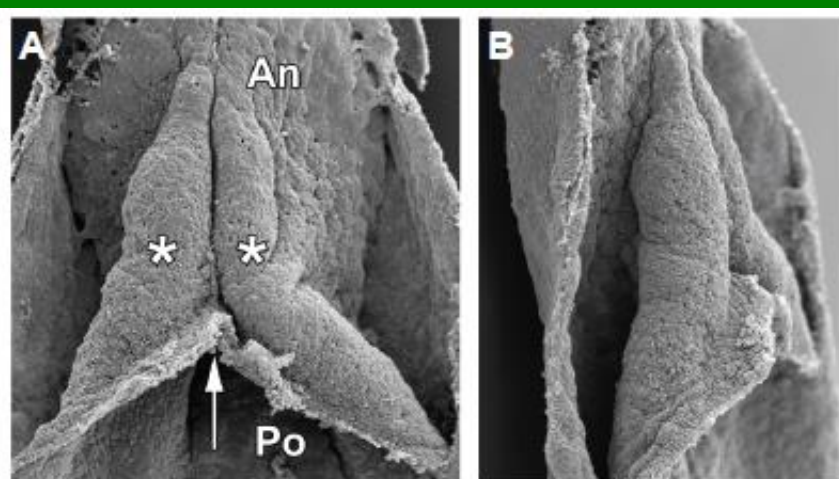
Stavba stěny

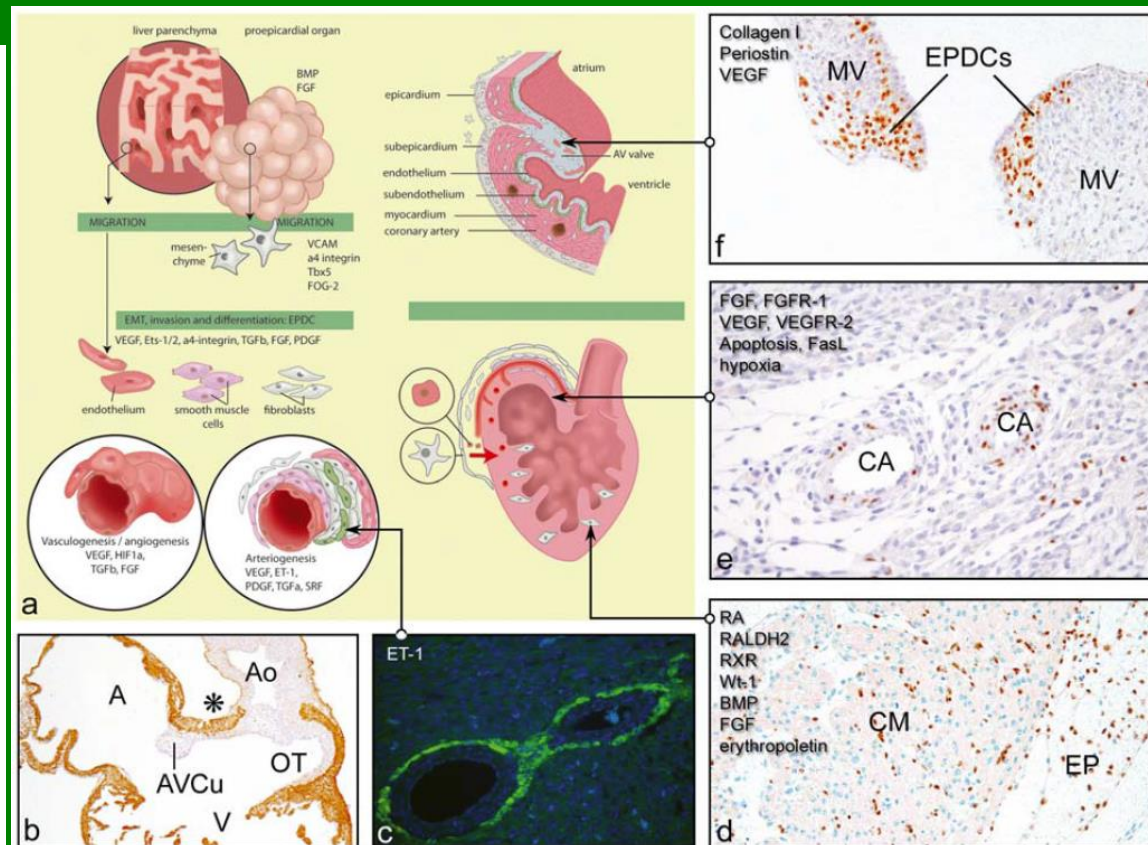
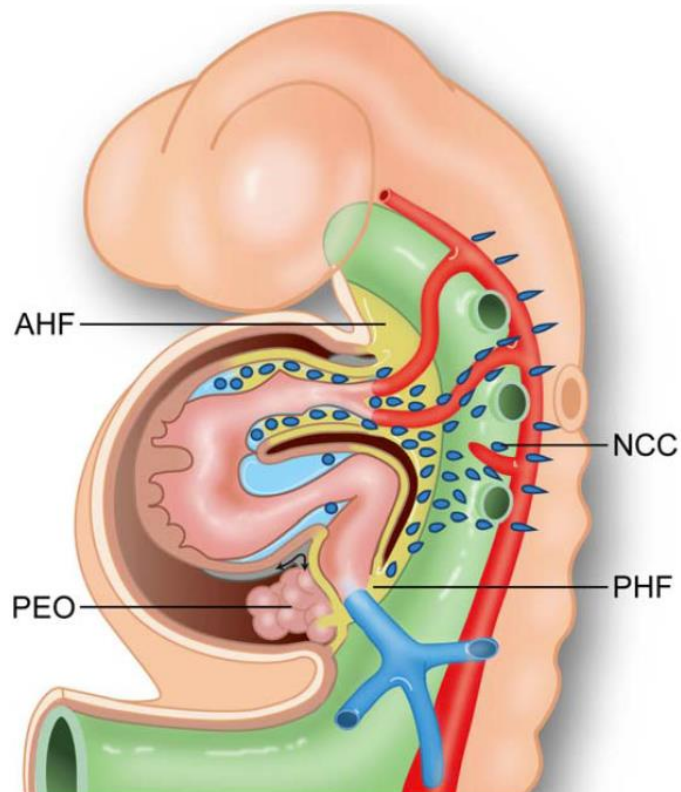
Epicardium

Myocardium

Endocardium



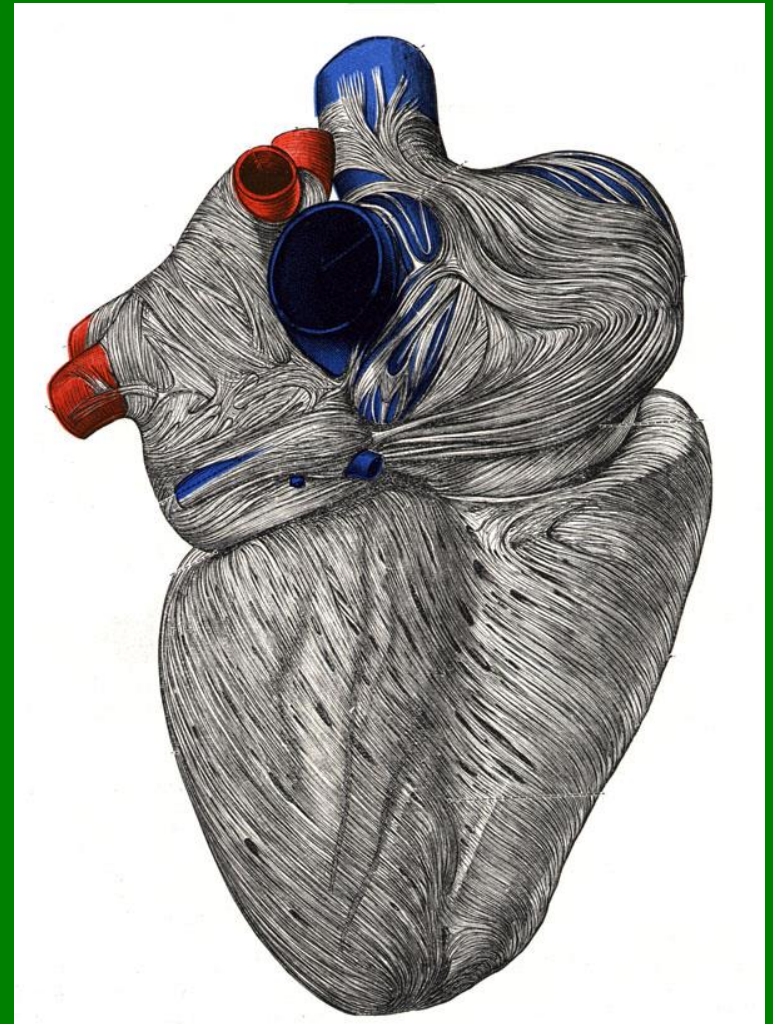
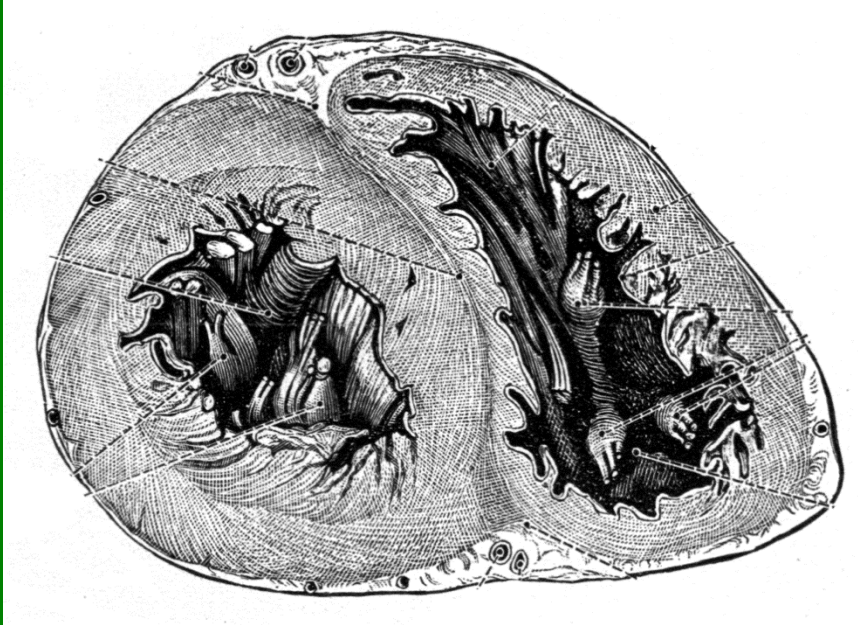




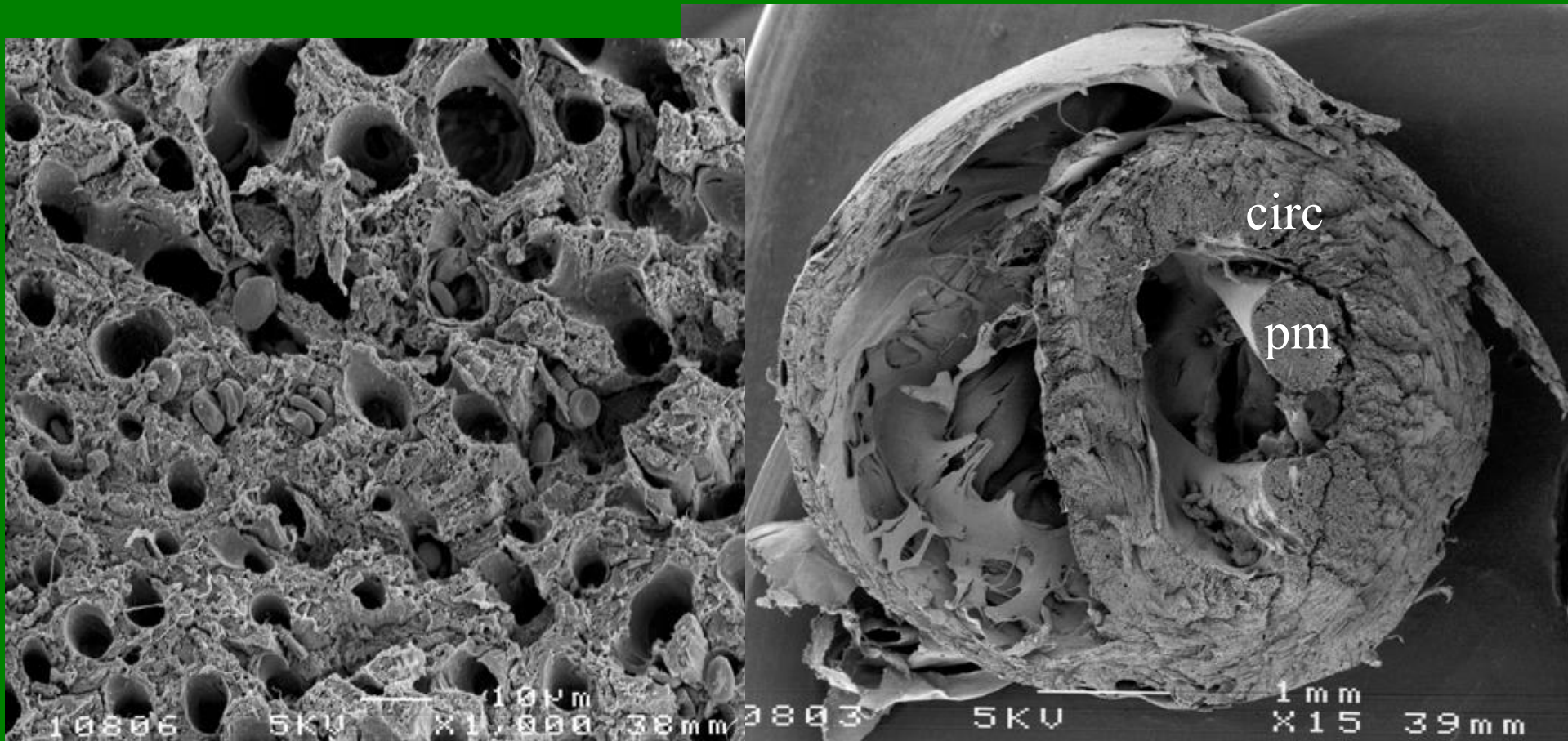
Uspořádání myokardu

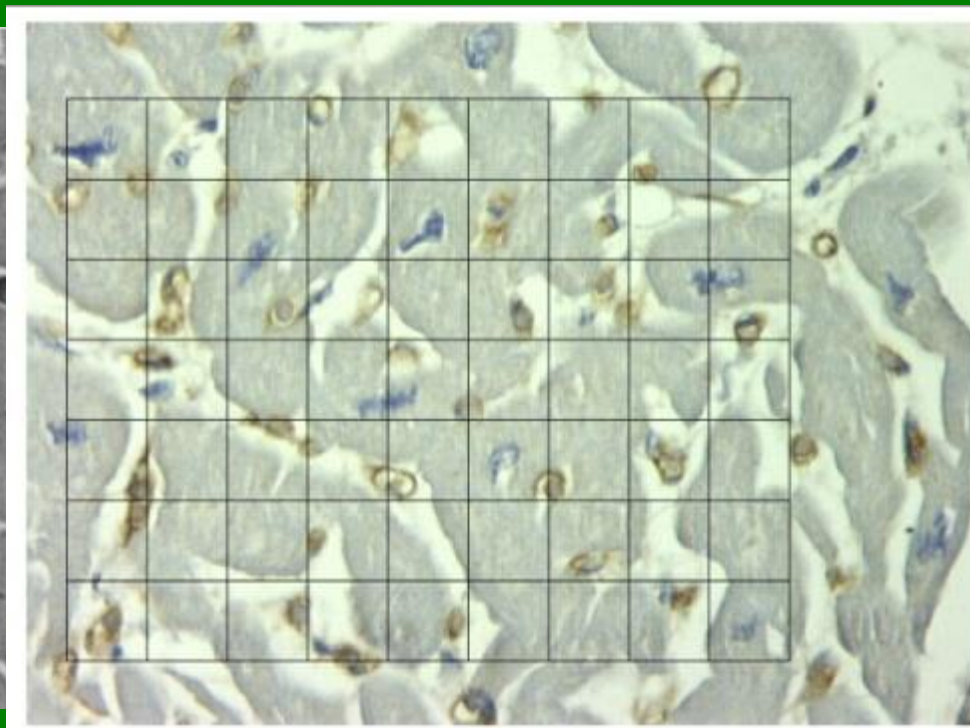
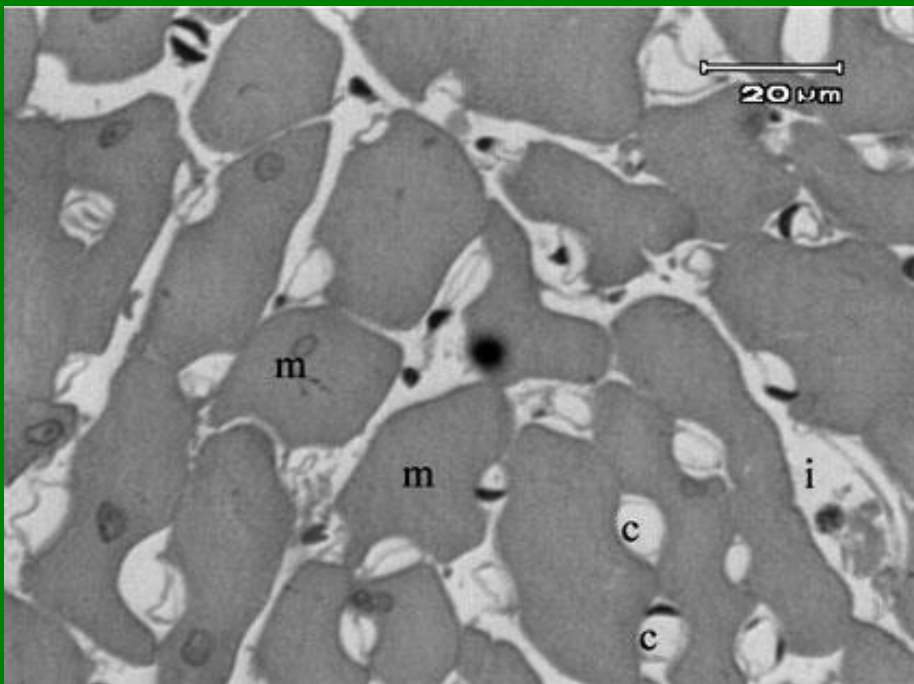
3 vrstvy svaloviny:

- Zevní šikmá
- Střední kruhová
- Vnitřní podélná



Detail vrstev myokardu





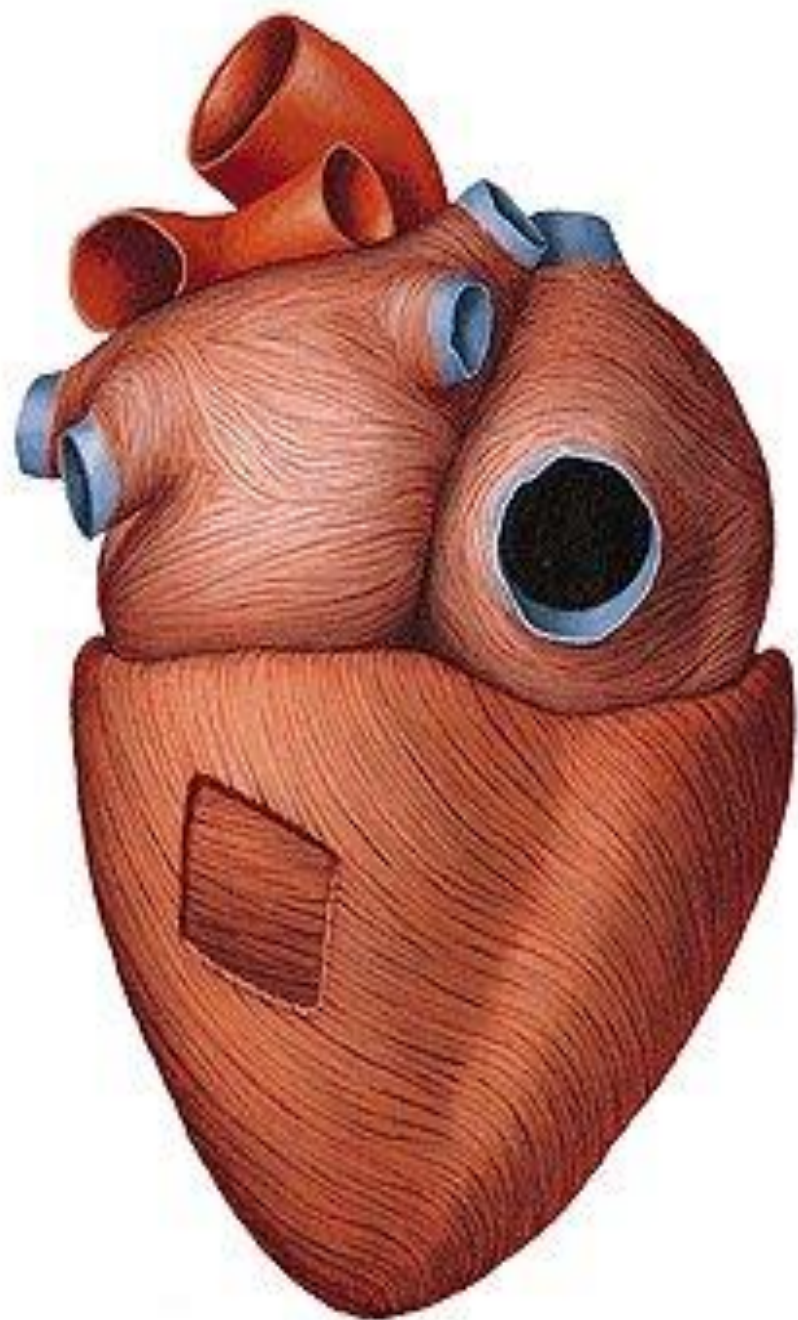
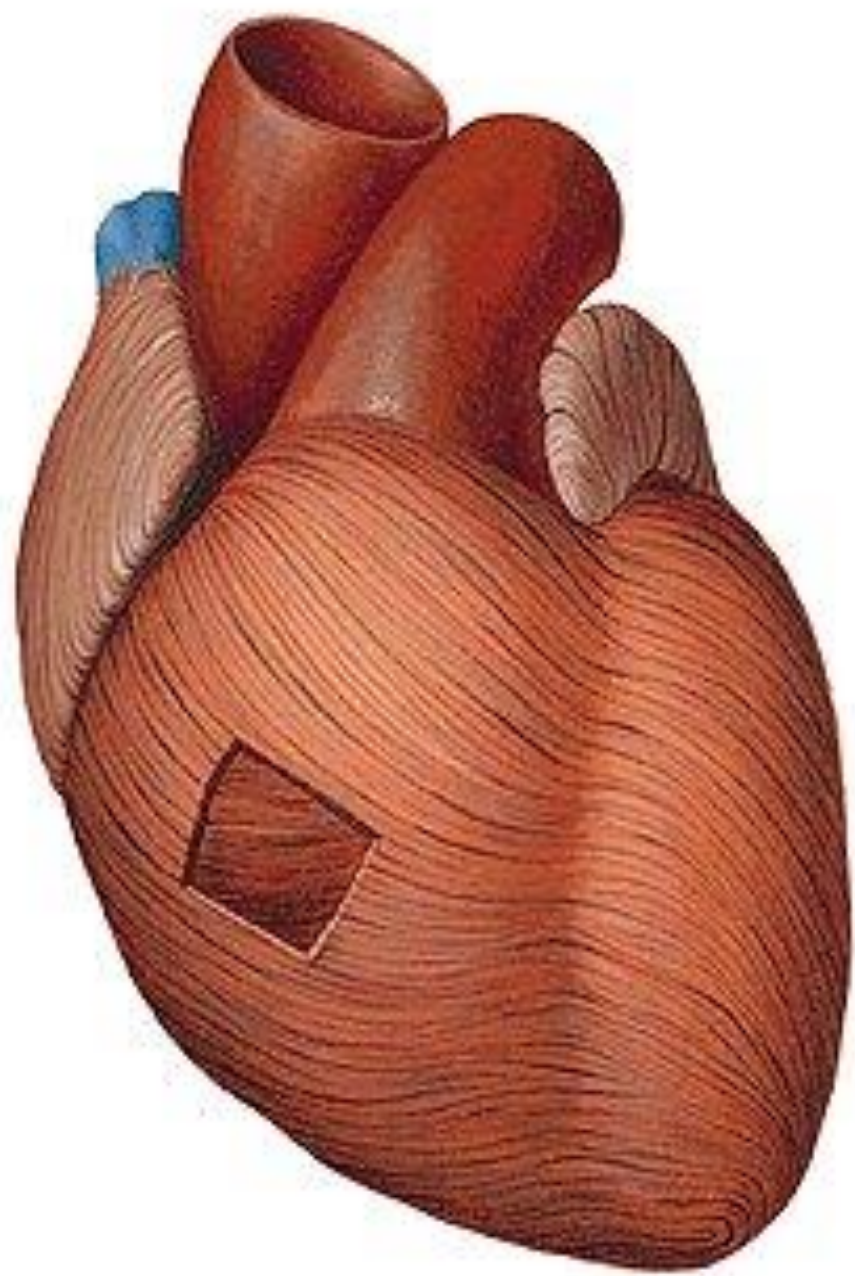
Hustá síť kapilár v myokardu, probíhají paralelně s kardiomyocyty, v poměru 1:1

Myokard komor

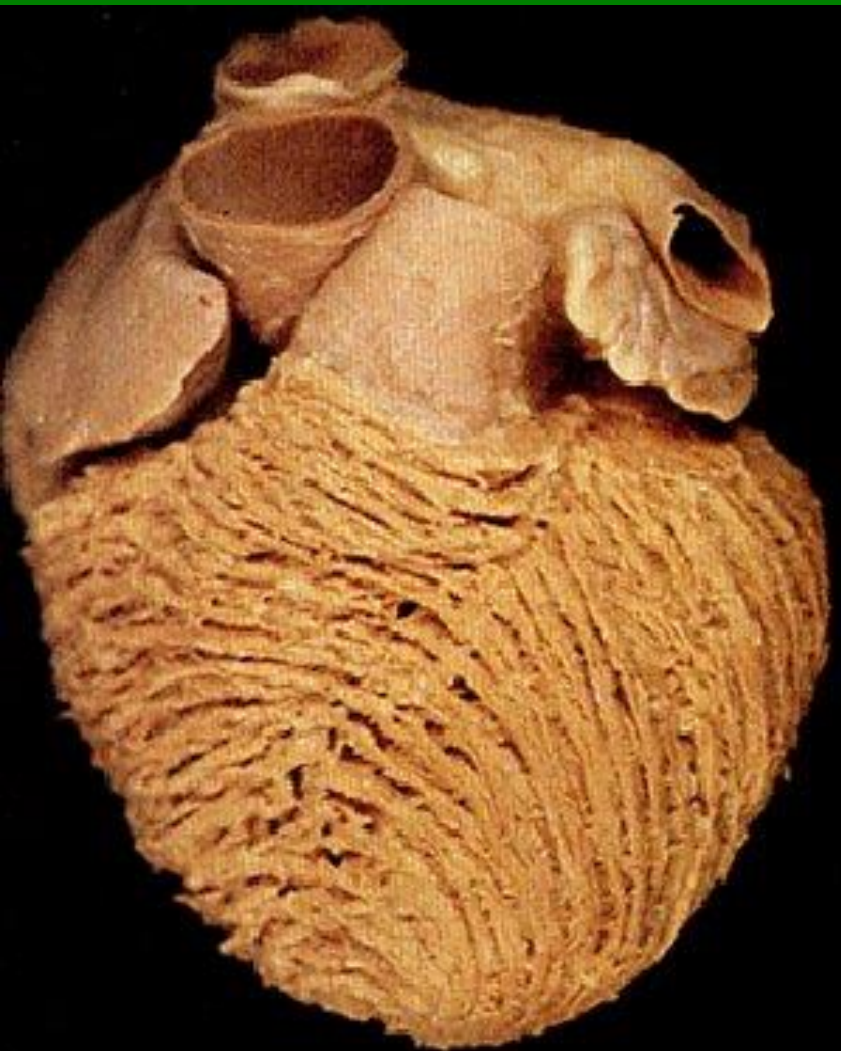
povrchová vrstva – od skeletu - levotočivá spirála ke hrotu – vortex – dál do svalů a střední vrstvy

střední vrstva – cirkulární, zvlášt pro každou komoru, osmičkovitě se proplétá, vytváří septum, do papilárních svalů

vnitřní vrstva – longitudinální, z předchozích, vytváří trabekuly a papilární svaly







B

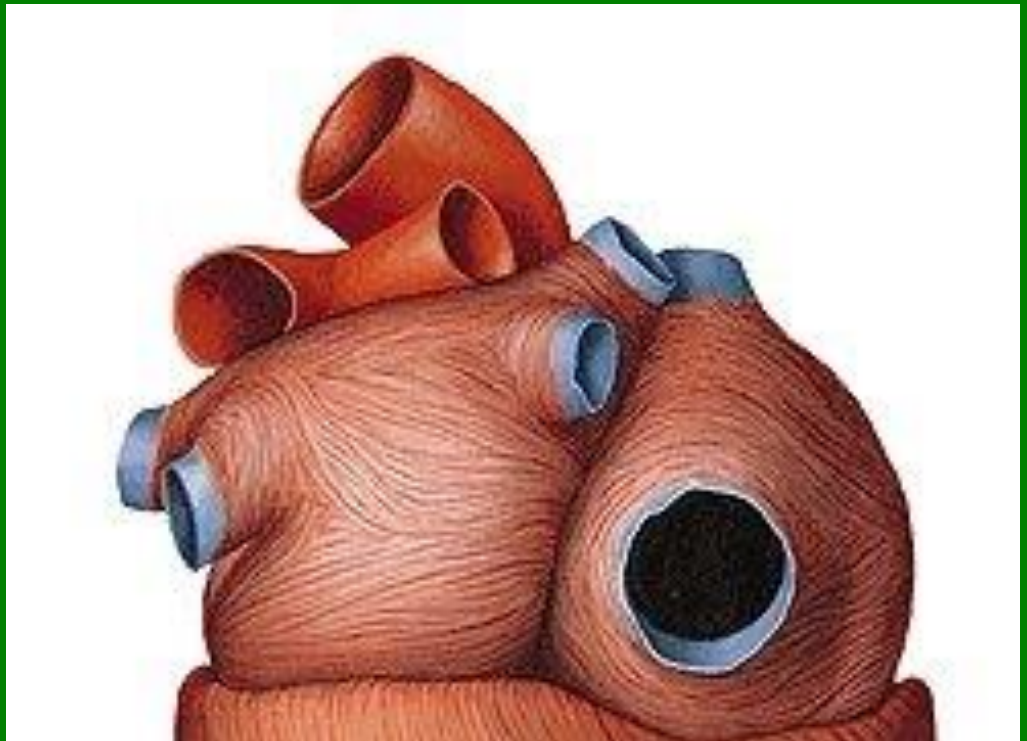


Myokard síní

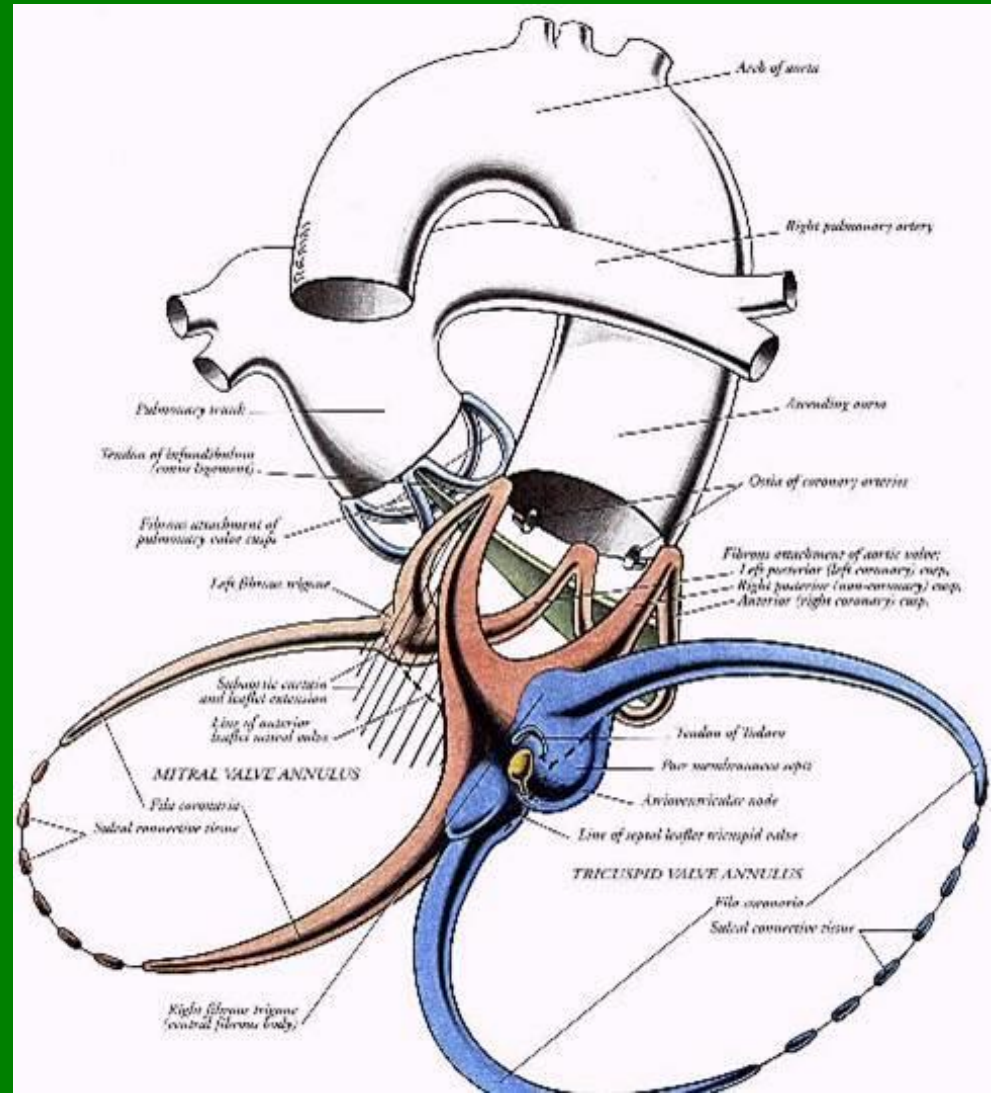
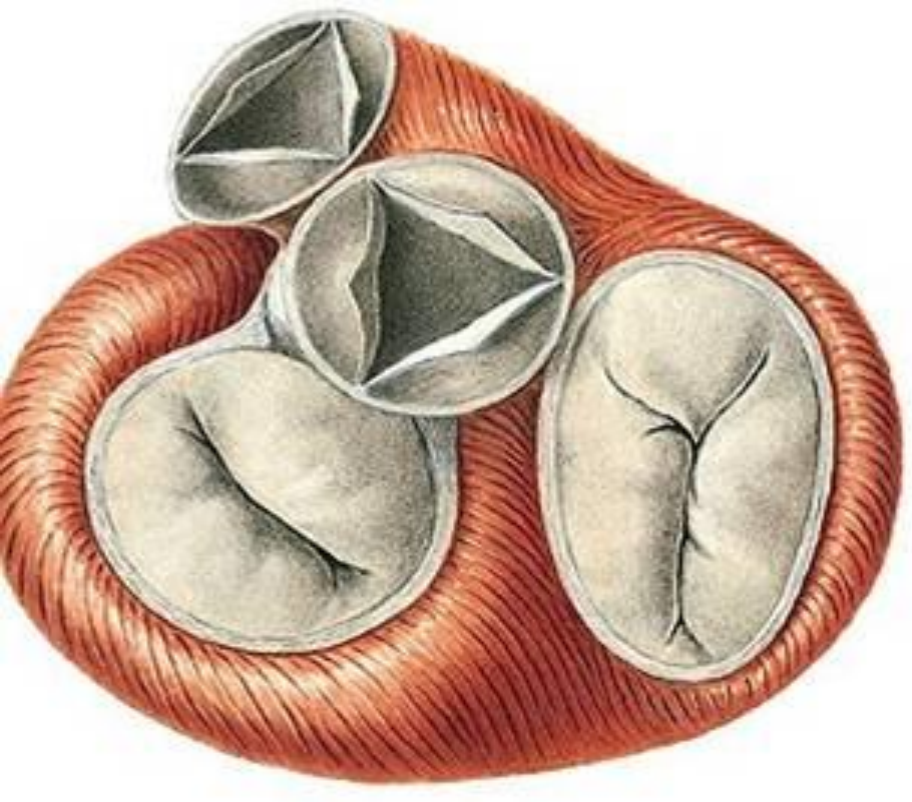
povrchová vrstva – fasciculus interauricularis
verticalis et horizontalis

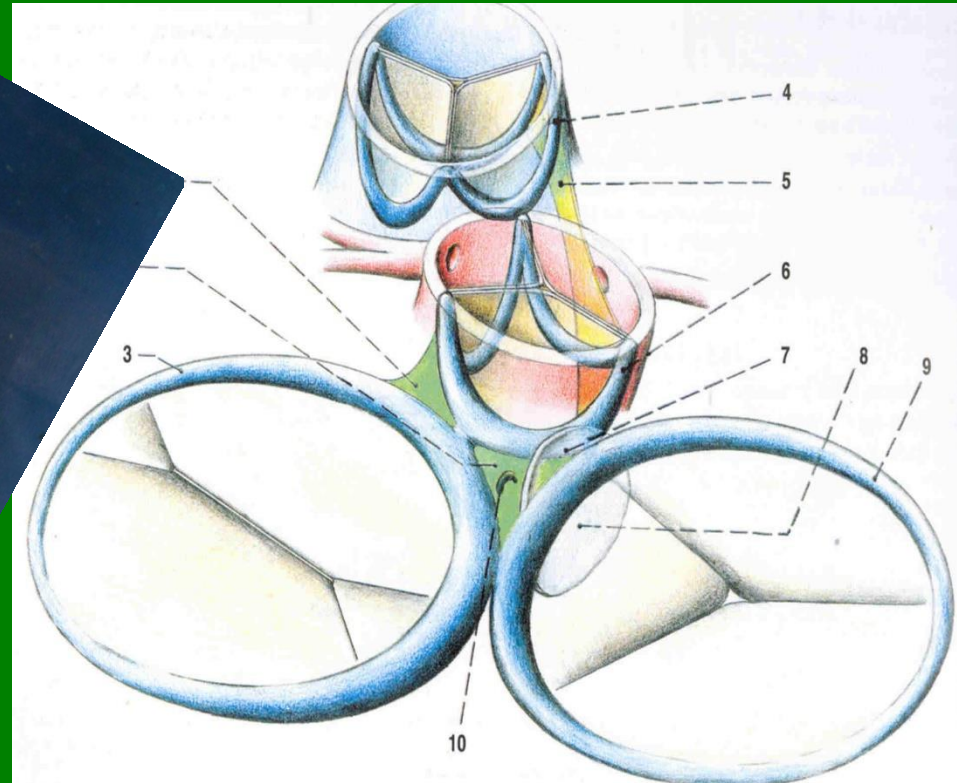
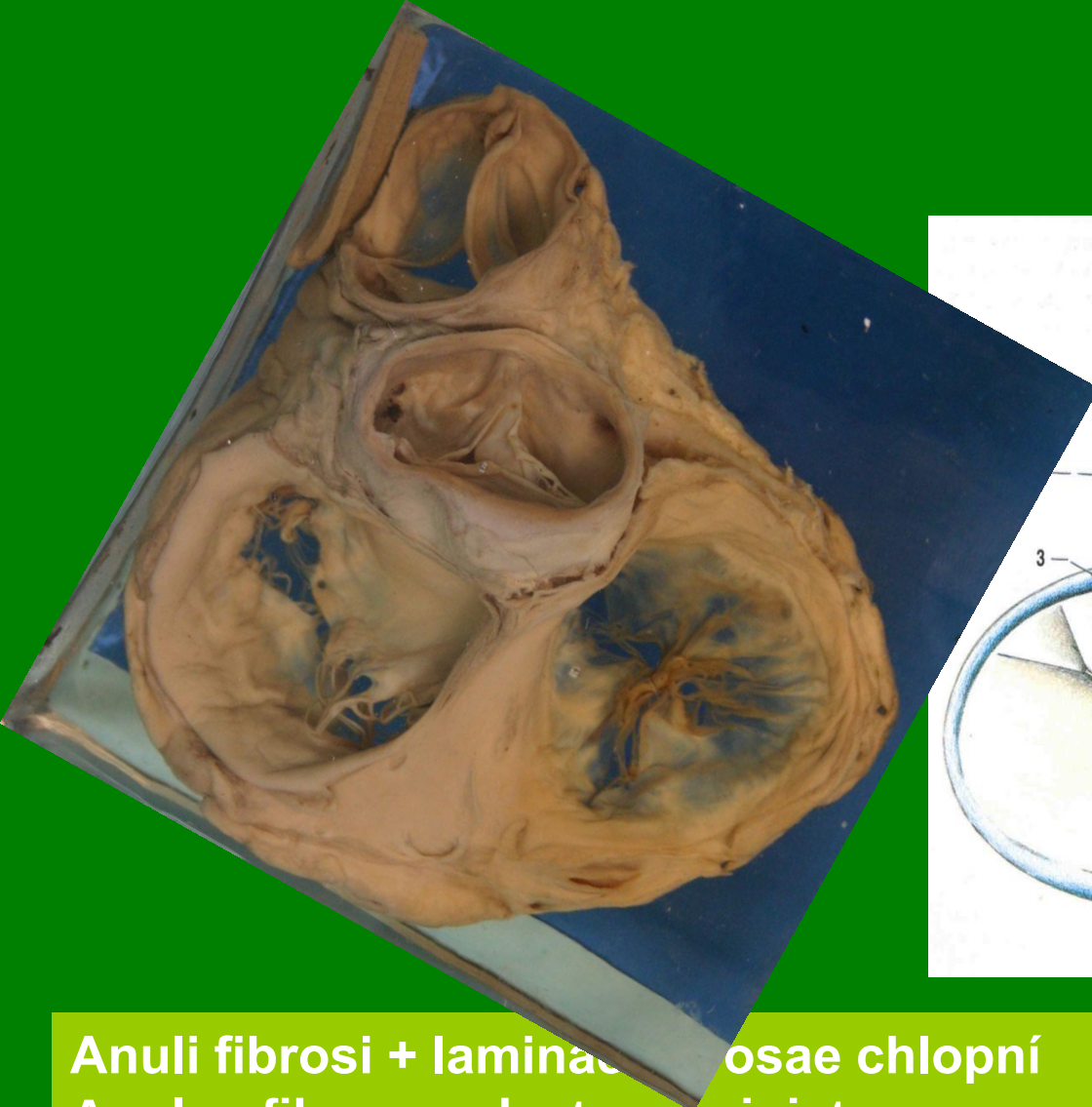
hluboká vrstva - oblouky a kruhy kolem ústí
cév a oušek – tvoří septum

fasciculus terminalis, intervenosus, limbicus
superior et inferior

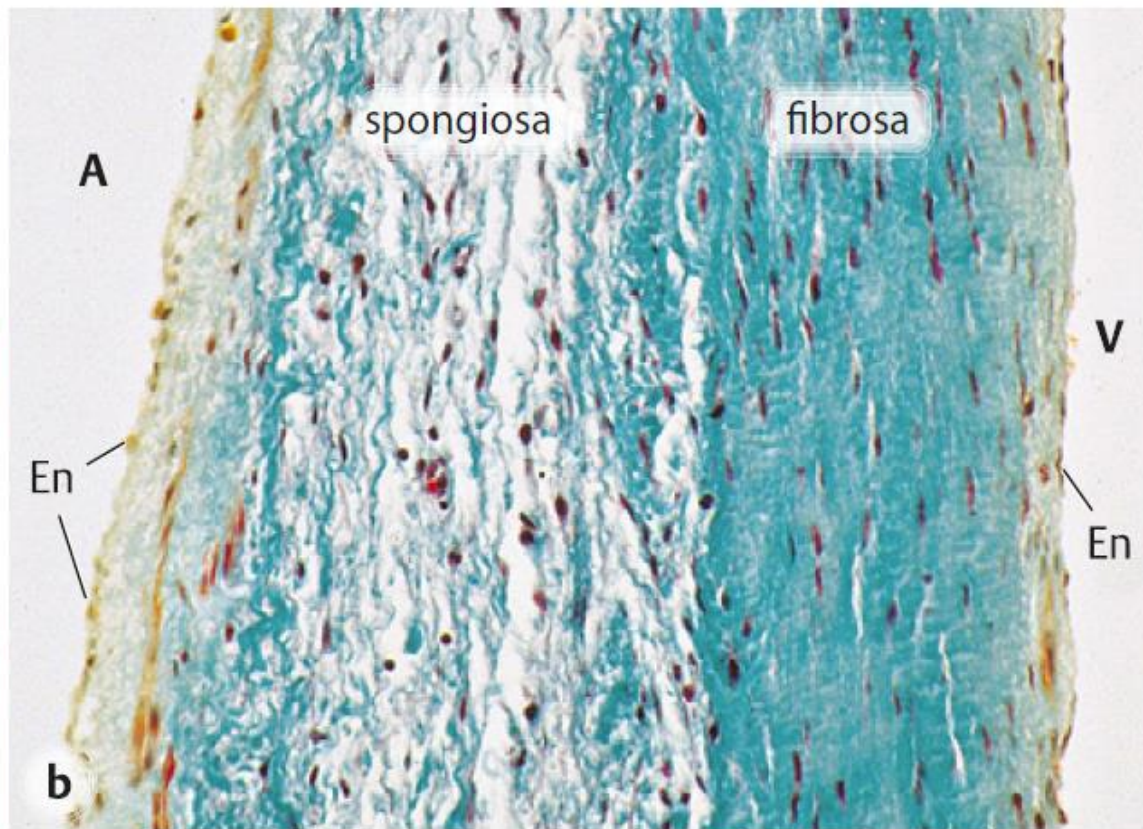
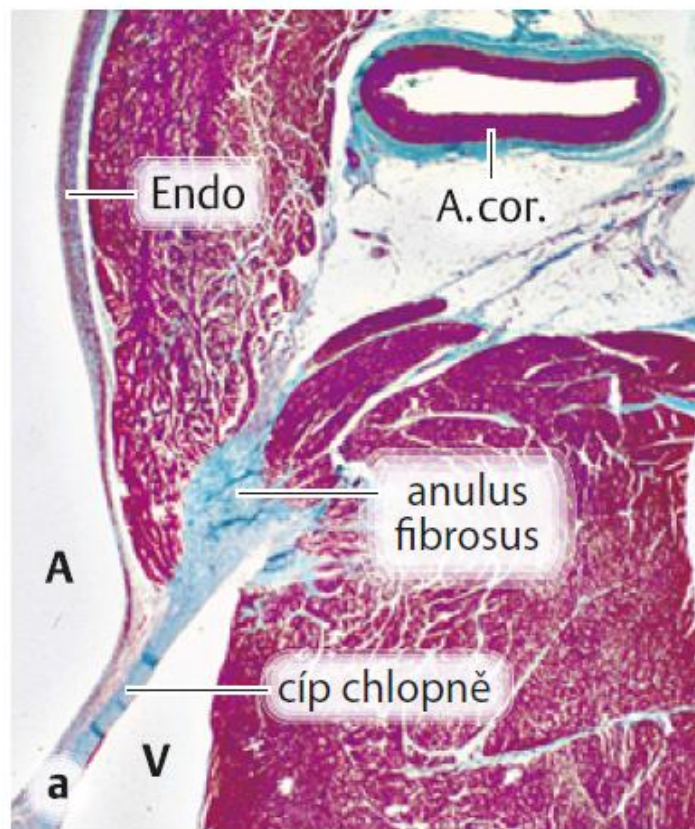


Srdeční skelet a chlopně



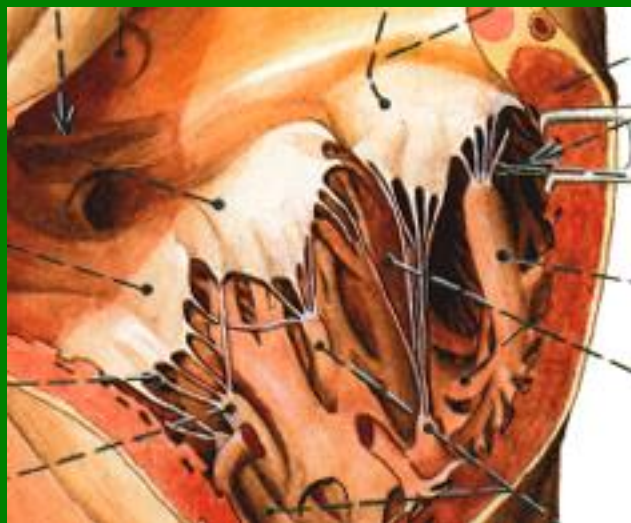


Anuli fibrosi + laminae fibrosae chlopní
 Anulus fibrosus dexter et sinister
 Anulus aorticus et pulmonalis
 Trigonum fibrosum dextrum et sinistrum
 Tendo infundibuli
 Pars membranacea



Obr. 11. **10 Mitrální chlopeň**, zadní cíp (prase). **a** Přehledné zvětšení. **A**, předsíň. **V**, komora. **Endo**, endokard, který je v předsíni mnohem slabší než v komorách. Na anulus fibrosus se upínají cípy chlopní a myocyty předsíní i komor. **A. cor.**, a. coronaria sinistra (r. circumflexus) v sulcus coronarius je obklopena subepikardovým tukovým vazivem. **b** Vrstvy cípu mitrální chlopně. Spongiosní vrstva je na atriální straně, fibrosní na komorové (při uzavřené chlopni vystaveno tlaku, viz obr. 11.9). **En**, endokard. Goldnerův trichrom. Zvětš. 6,5x (a), 170x (b).

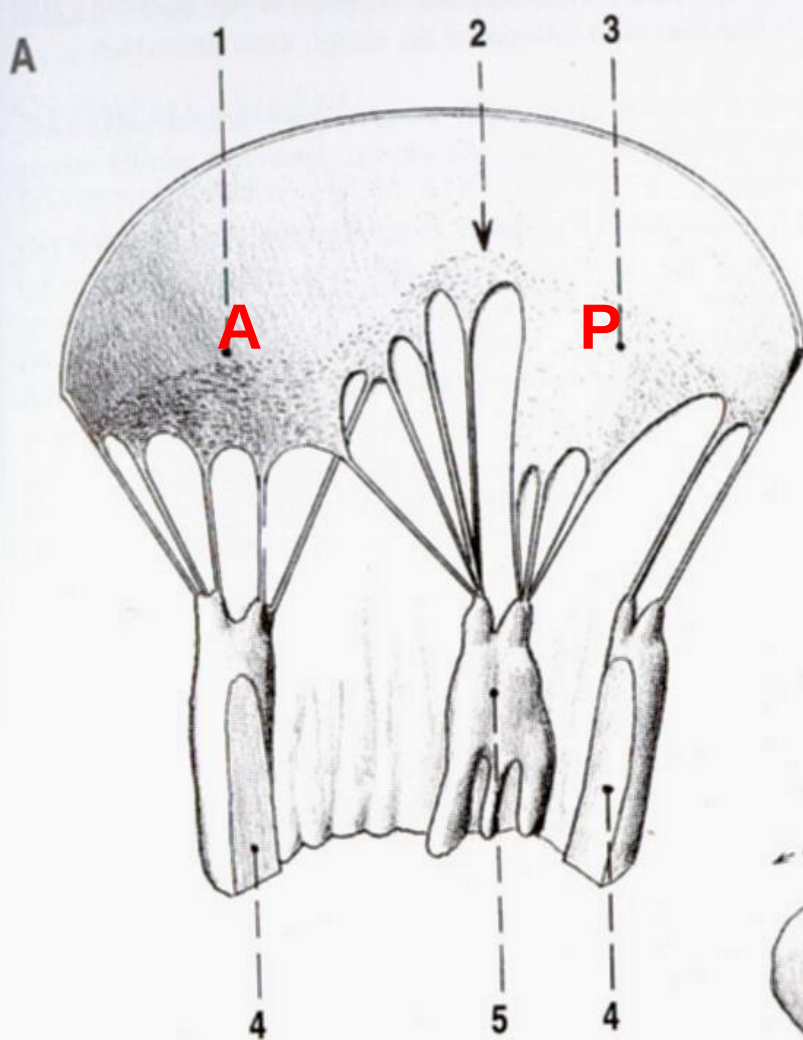
Chlopně - závěsný aparát



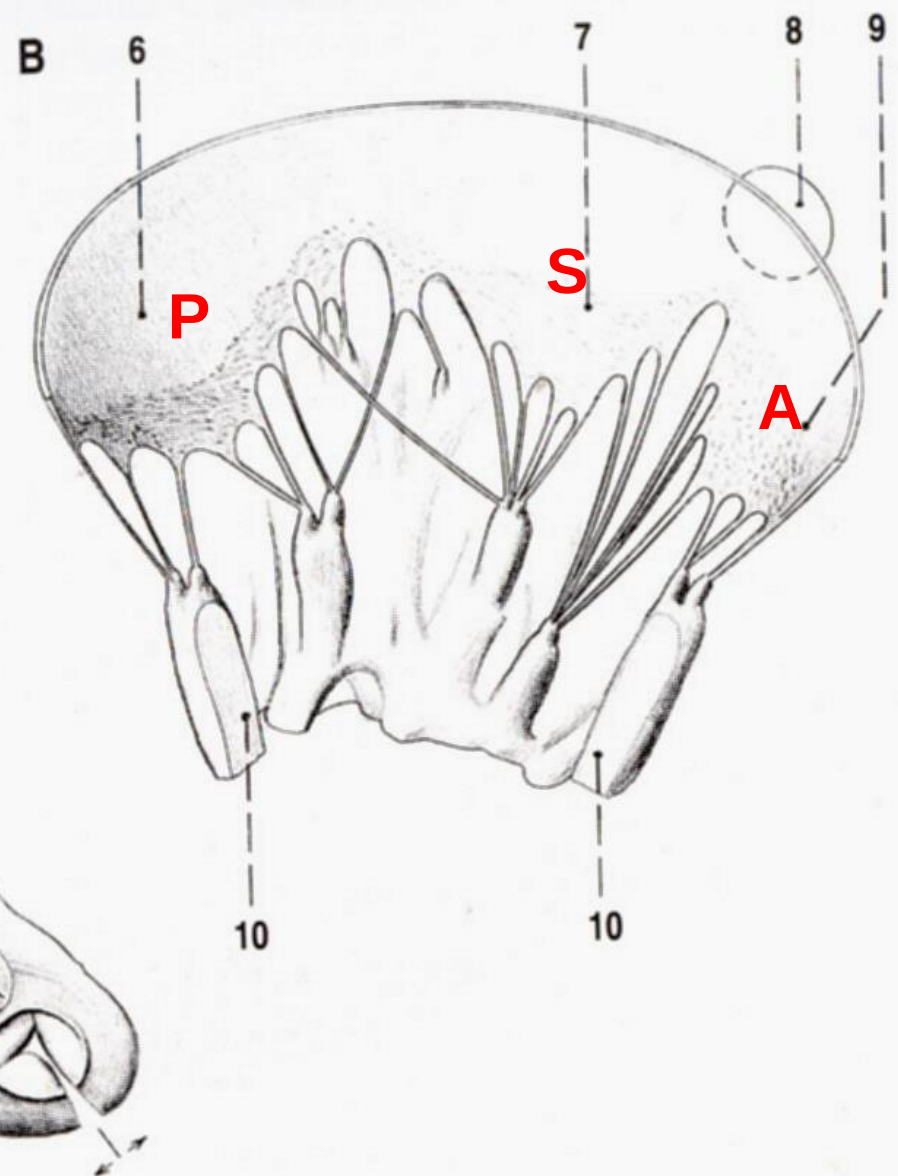
Papilární svaly a řetězky

Trikuspidální chlopeň

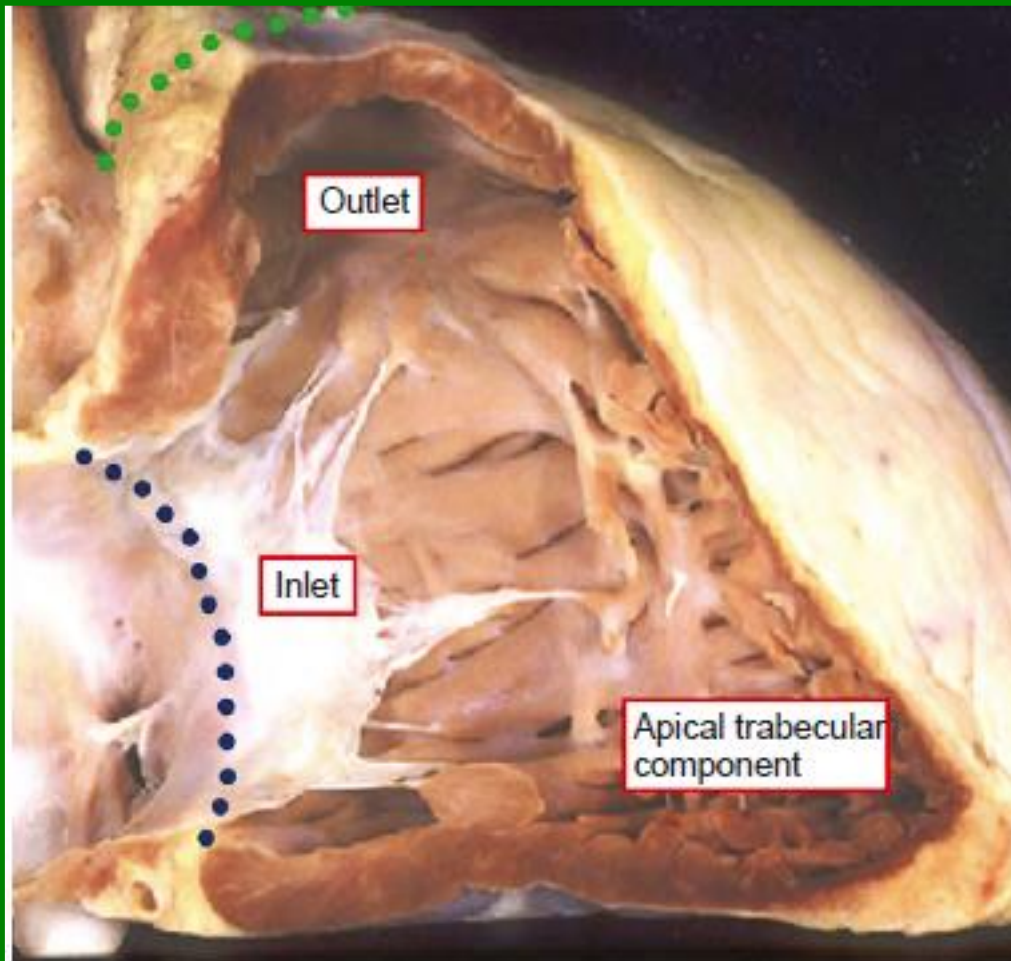
mitrální chlopeň

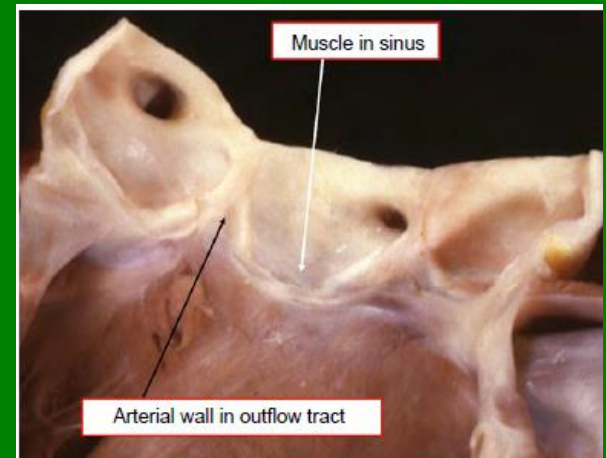
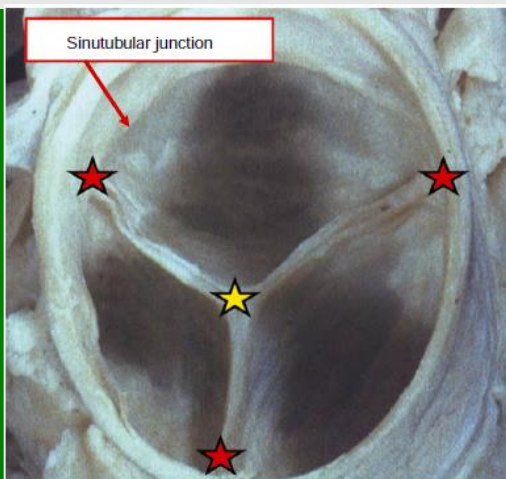
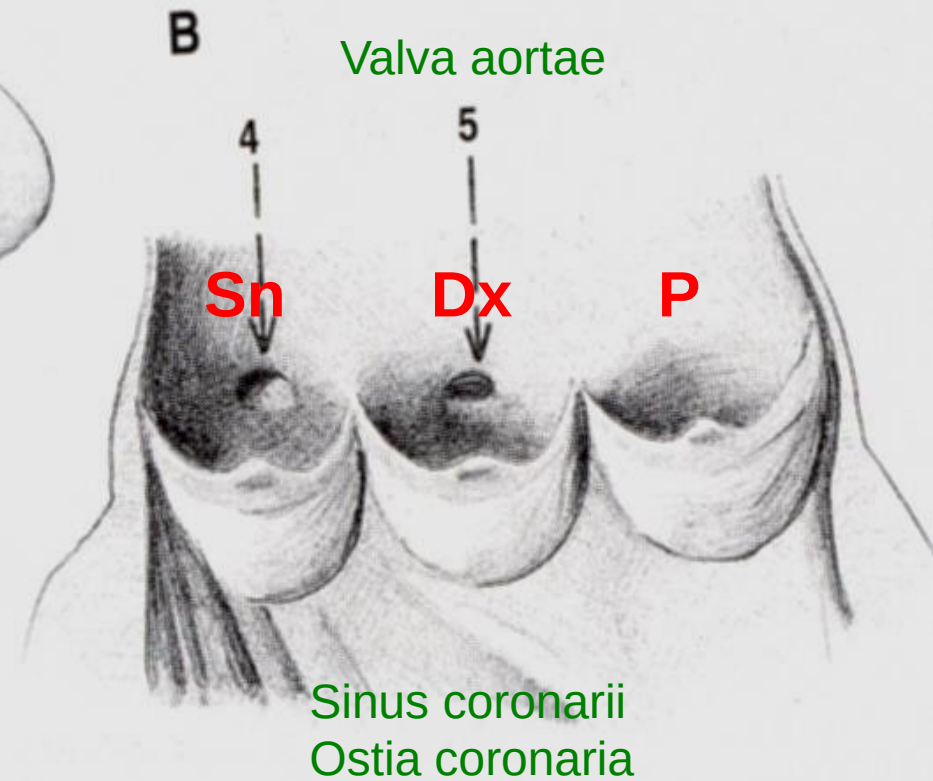
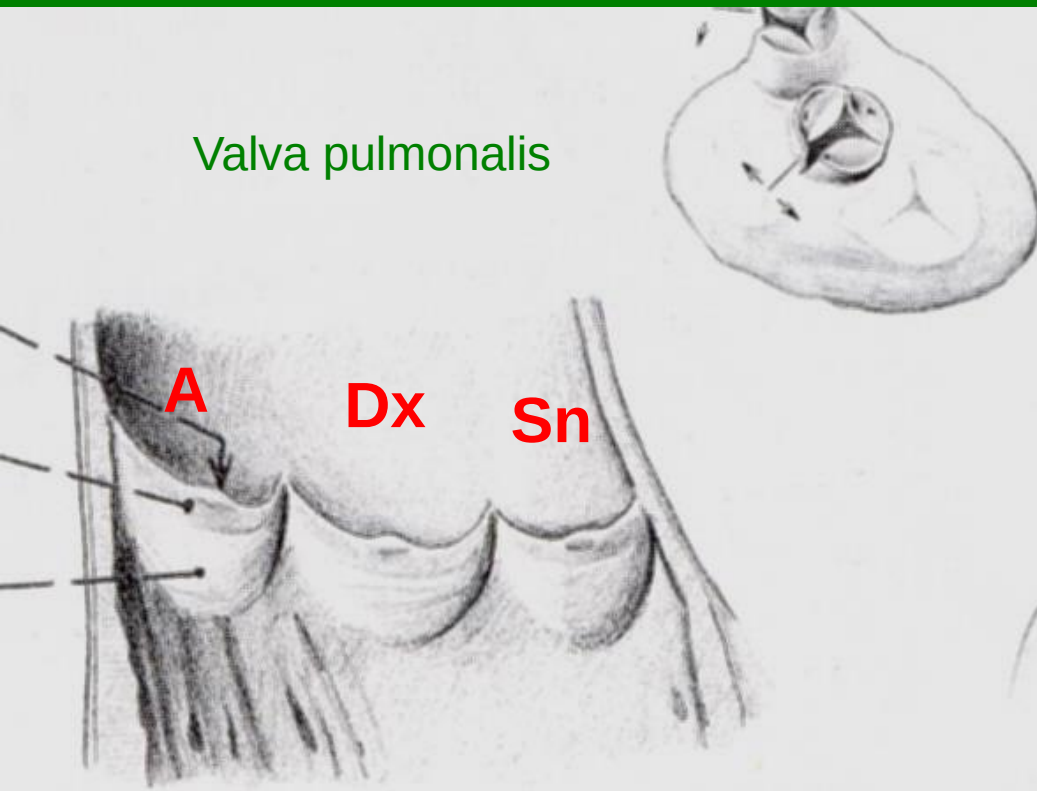


Valva bicuspidalis (mitralis)
 cusps anterior et posterior

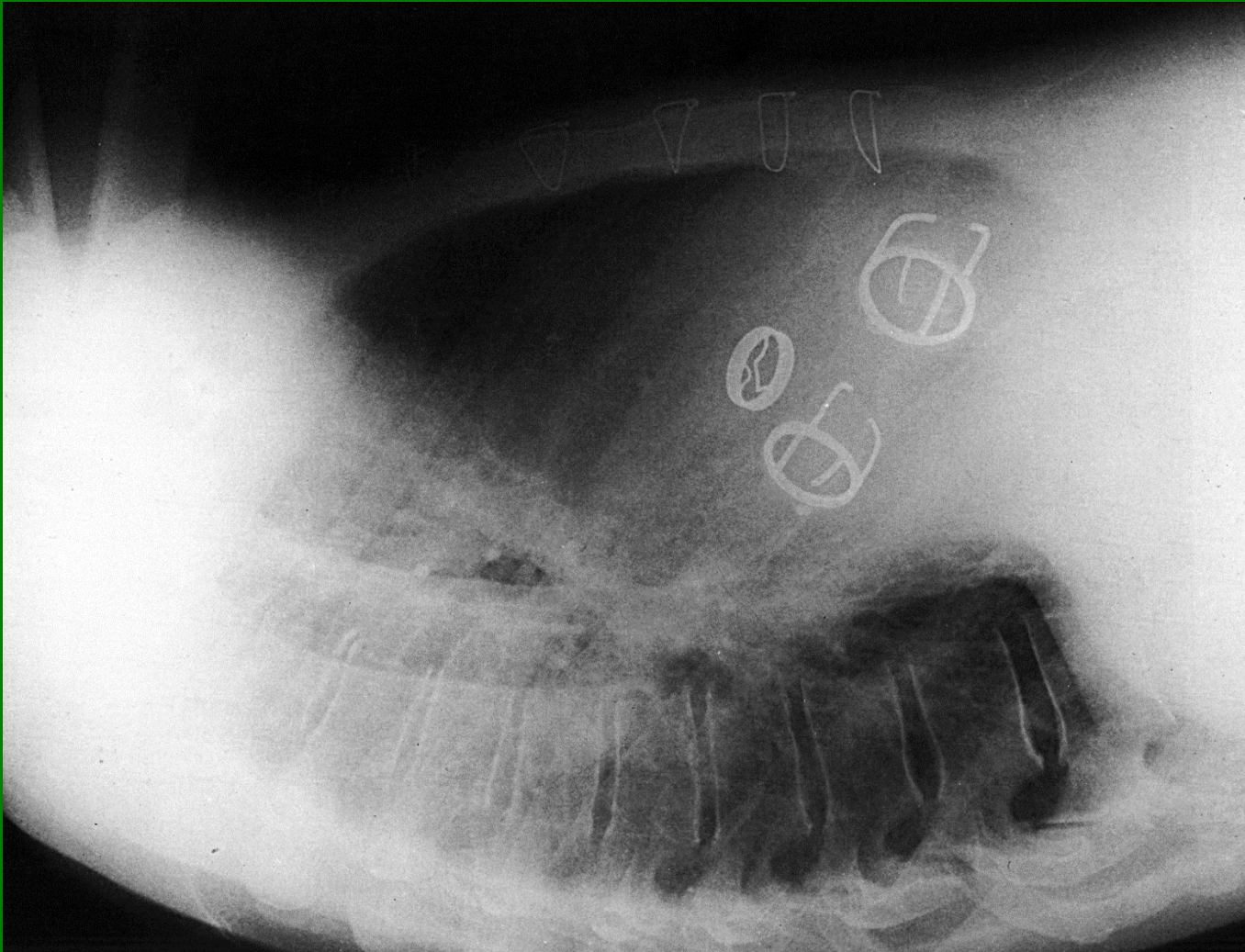


Valva tricuspidalis
 cusps anterior et posterior et septalis

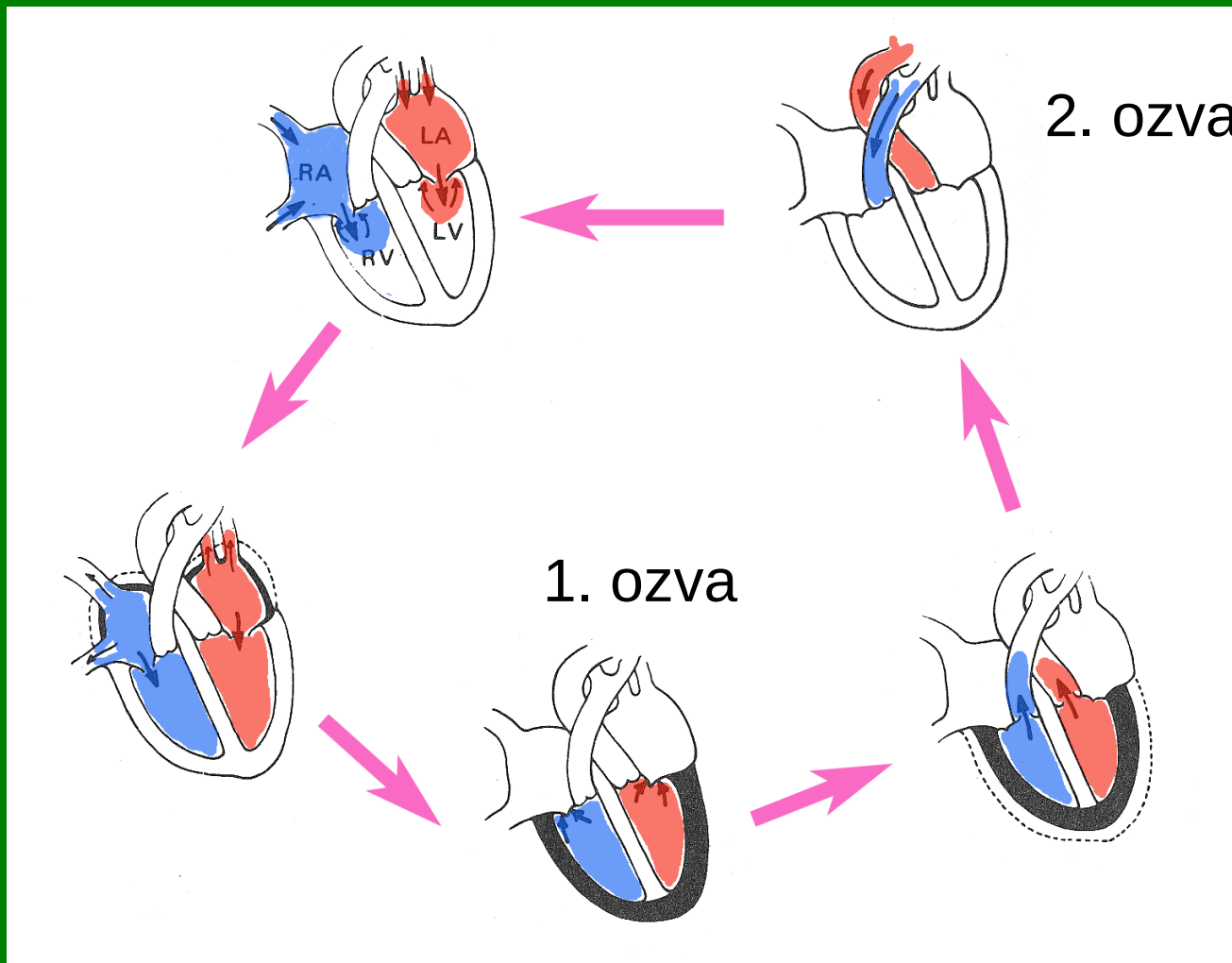




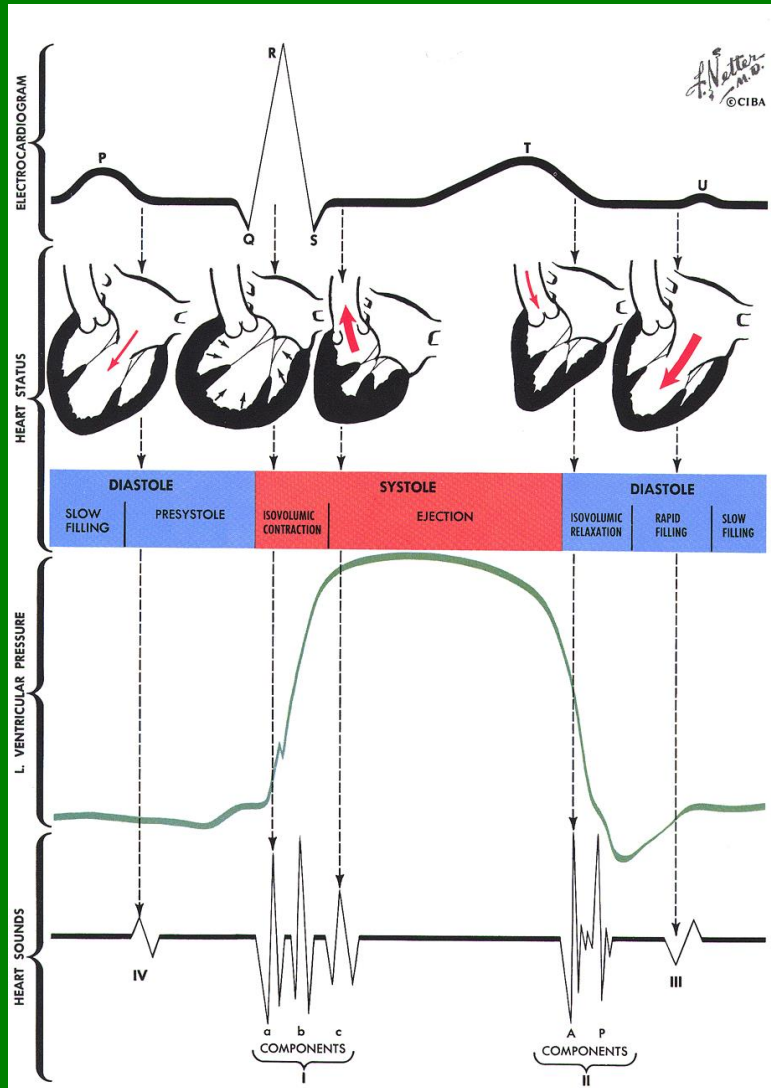
Náhradní chlopně



Srdeční cyklus



Srdeční ozvy



První:

uzávěr AV chlopní

Druhá:

uzávěr tepenných chlopní

I. ozva

vzniká uzavěrem nejprve mitrální, poté trikuspidální chlopně na začátku systoly komor.

II. ozva

vzniká uzavěrem semilunárních chlopní, a to nejprve aortální, pak pulmonální. Při výdechu (expiriu) se obě komponenty přibližují, při nádechu (inspiriu) se od sebe oddalují - fyziologický rozštěp II. ozvy. Je to dáno tím, že v inspiriu se prohloubí negativní nitrohrudní tlak, zvýší se návrat k pravému srdci a zvýšený tepový objem pravé komory prodlouží její vypuzování a tedy vede ke zpoždění uzavěru pulmonální chlopně.

III. ozva

na hrotu

Způsobena vibracemi komorového myokardu ve fázi rychlého plnění komor na začátku diastoly.

IV. ozva

na hrotu

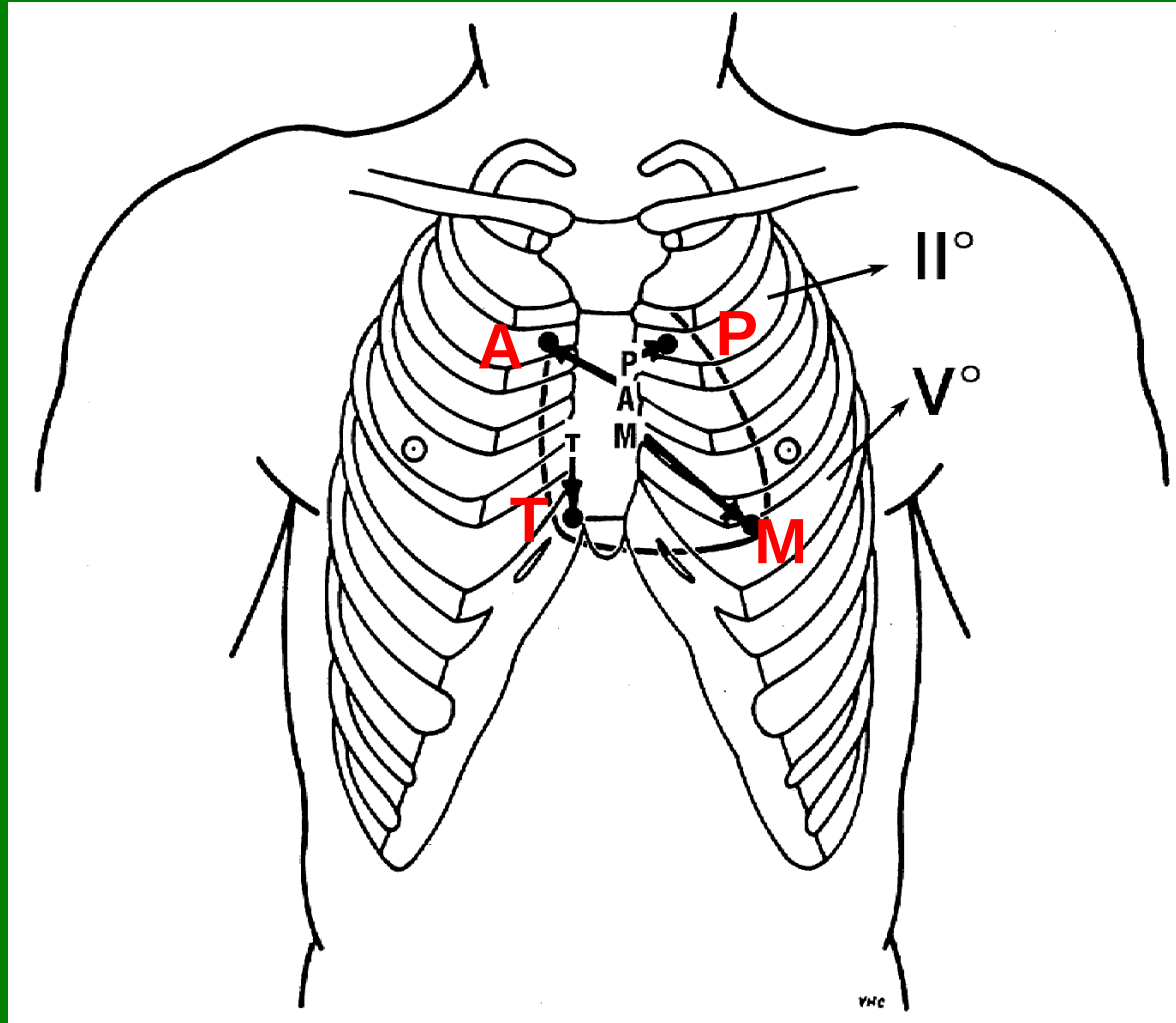
Způsobena vibrací komorového myokardu při vstřiku krve do komory při systole síní na konci diastoly

Vyšetření srdce + poslechové nálezy

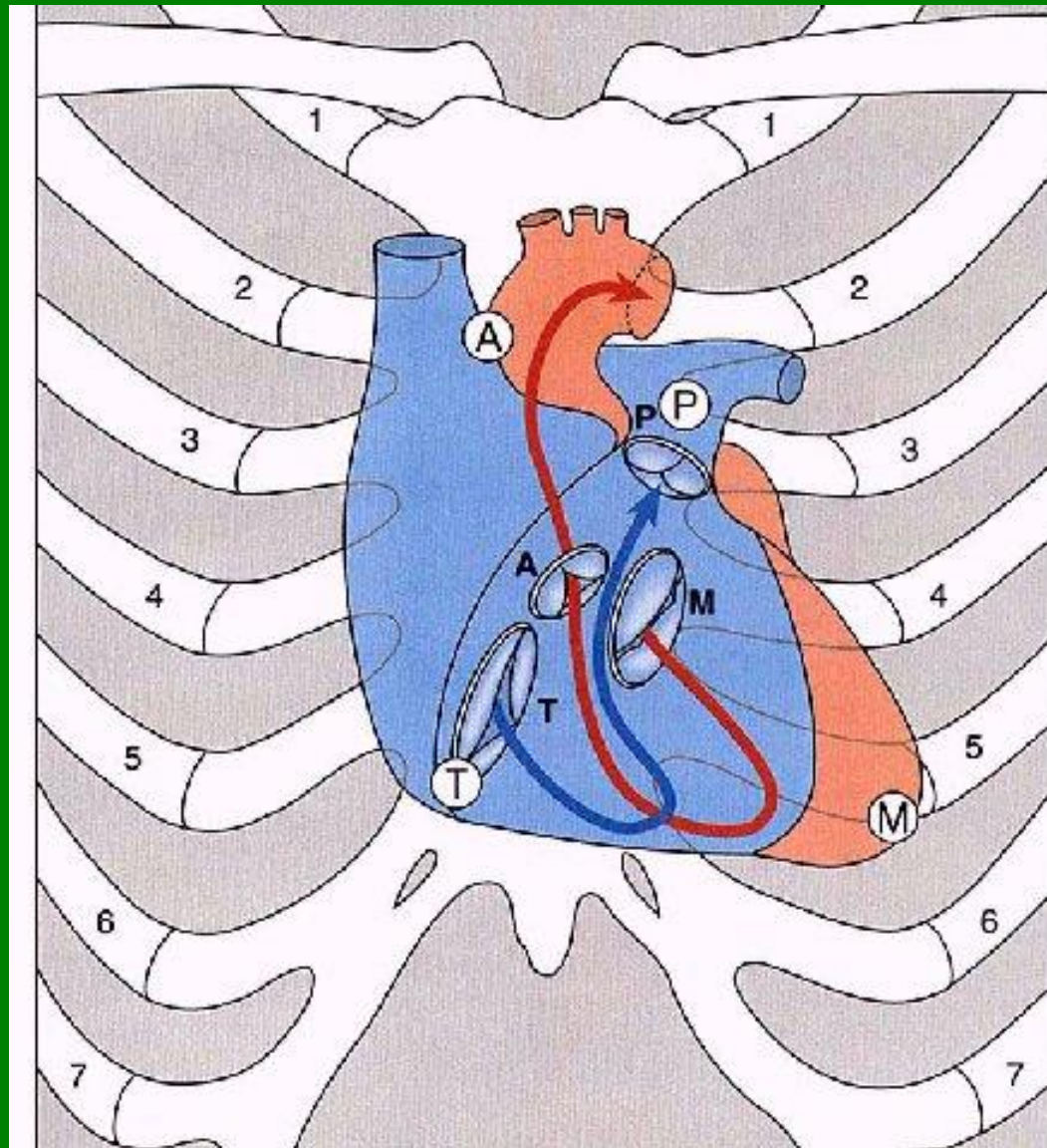
http://www.lf2.cuni.cz/Projekty/interna/zof/vysetreni/srdce_n.htm

<http://www.blaufuss.org/>

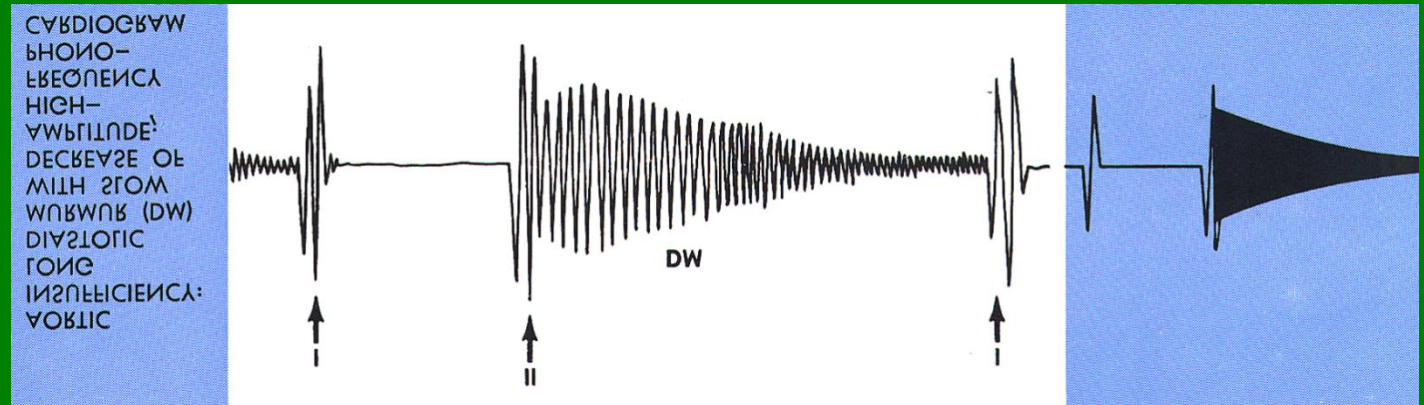
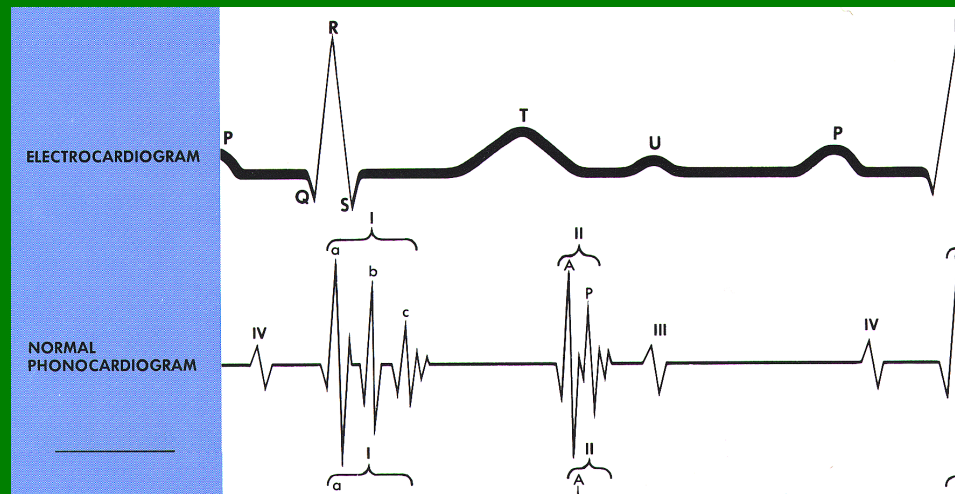
Poslechová místa na hrudi

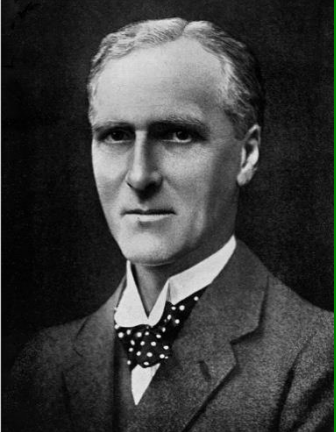


All **P**hysicians **T**ake **M**oney



Srdeční šelesty

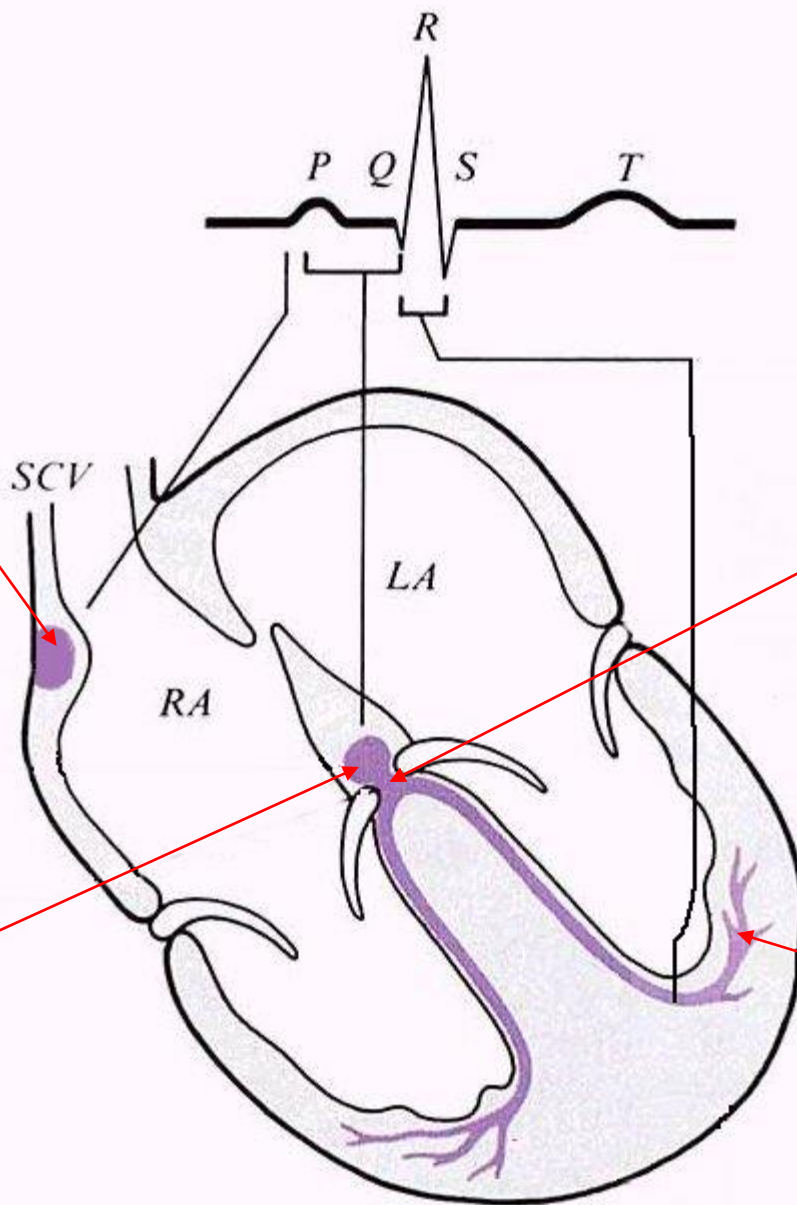




1907



1906



Převodní systém srdeční



1893



1839

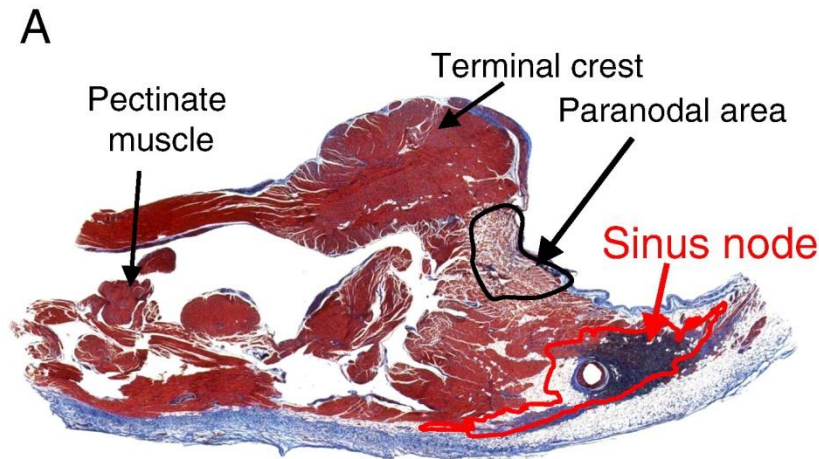
- Převodní systém srdeční**
tvořen modifikovanými kardiomyocyty:
- méně myofibril uložených na periferii
 - chybí interkalární disky
 - **nodální myocyty**
 - menší než bb. pracovní svaloviny
 - **Purkyňovy bb.** (myocyty typu Purkyňových vláken)
 - větší než typické kardiomyocyty, mají světlejší cytoplazmu

Sinoatriální (SA) uzel

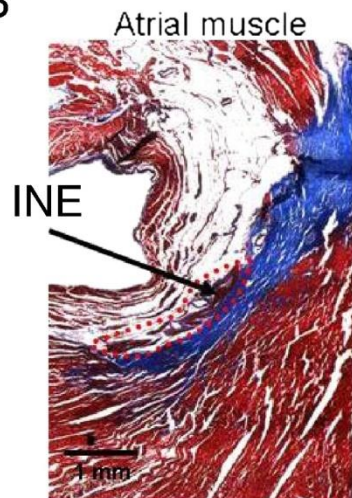
Ve stěně pravé síně, pod crista terminalis

Základní rytmus srdce – cca 70 min

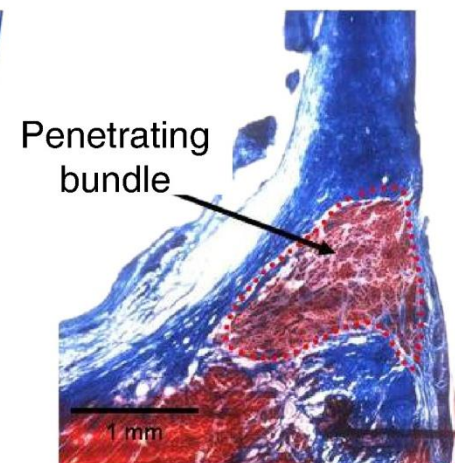
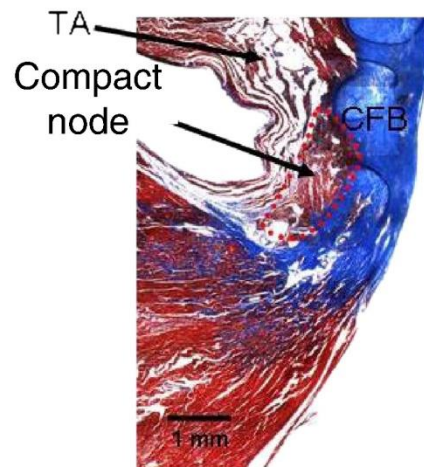
Arteria nodi sinoatrialis



B



Ventricular muscle



Spoje SA a AV uzlu

Interatriální svazek –Bachmanův (1916)
- převod na levou síň

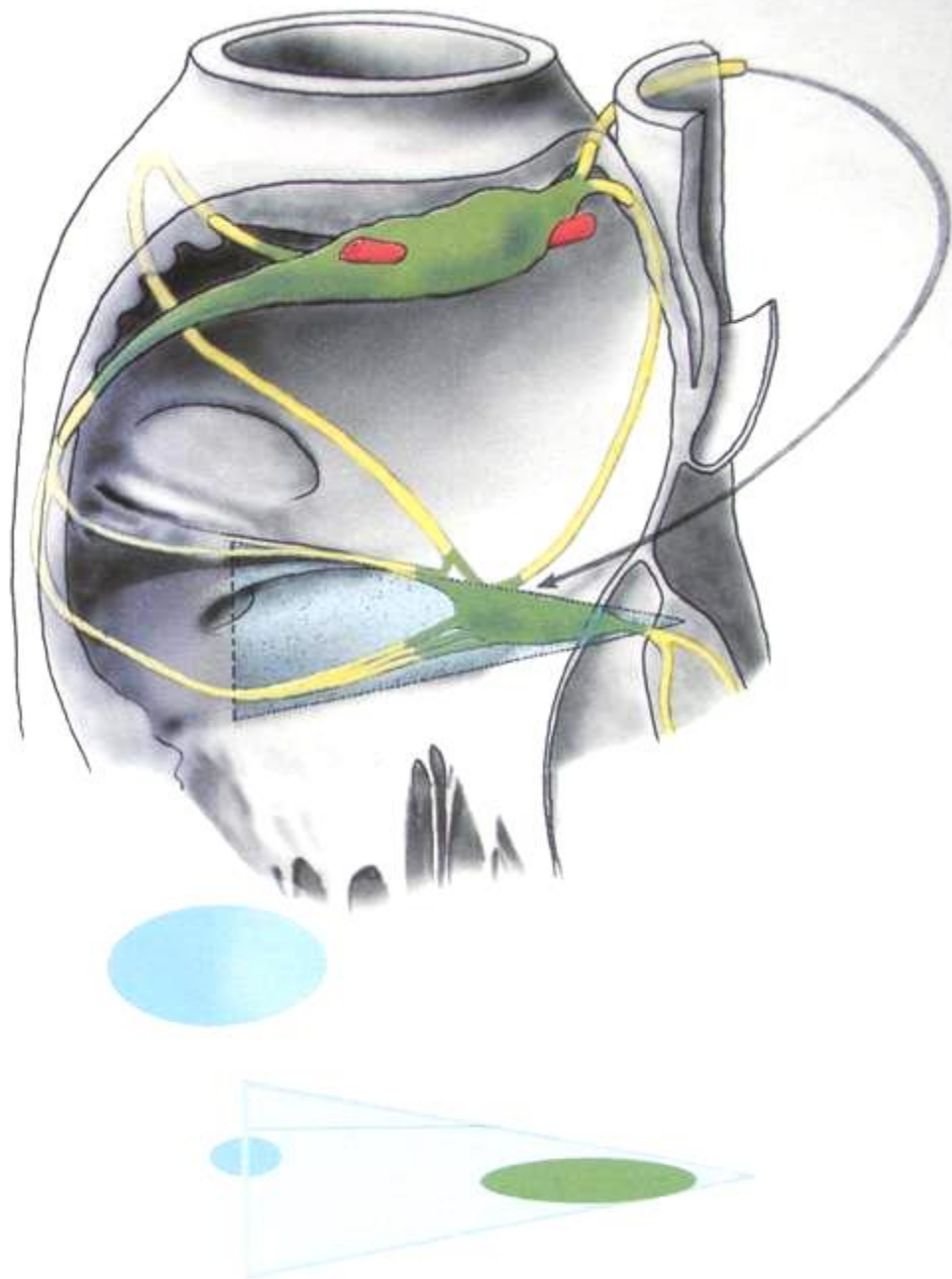
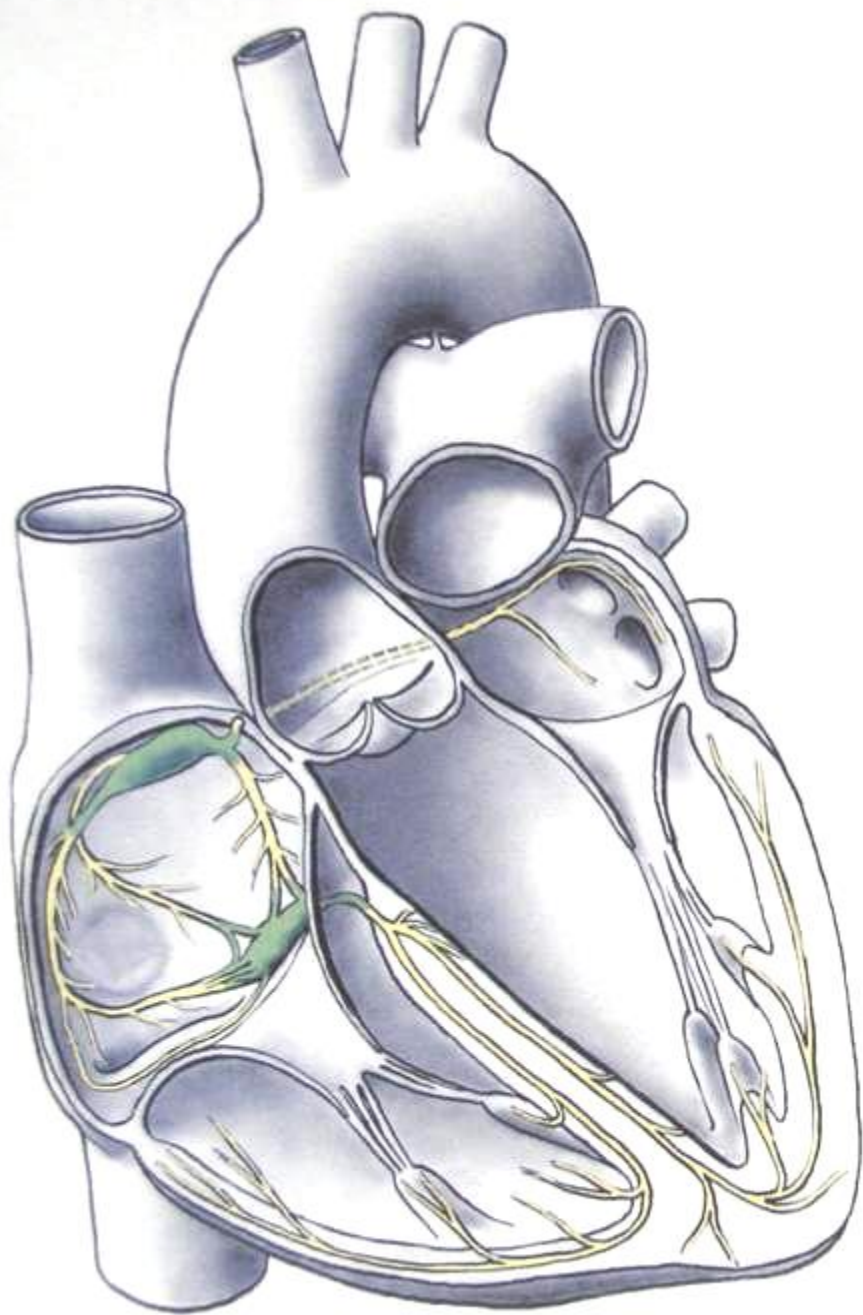
Internodální trakty

přední trakt

z předního okraje SA uzlu, obkružuje v.c.s. a v přední části septa vstupuje do AV uzlu

střední trakt (Wenkebachův svazek, 1907) od SA uzlu do dorzální části septa

zadní trakt (Thorelův) internodální trakt
+ akcesorní svazky

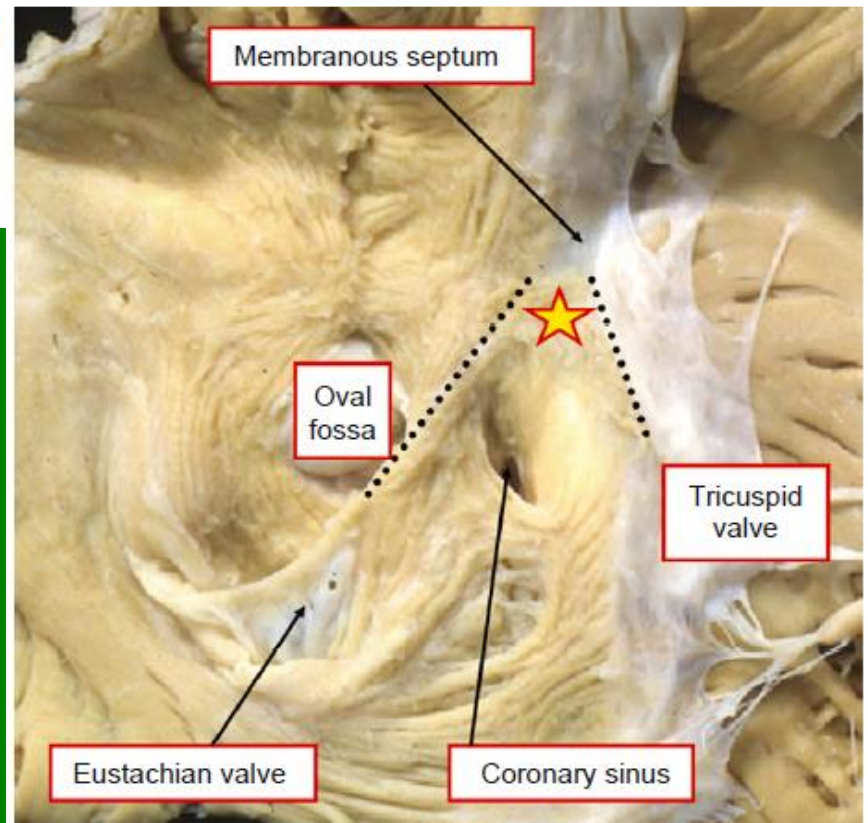
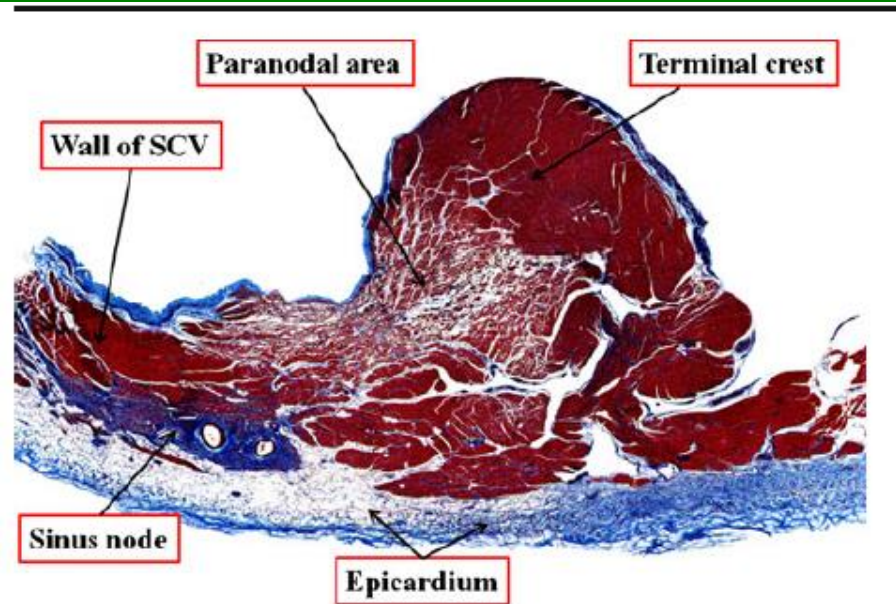


Nodus atrioventricularis

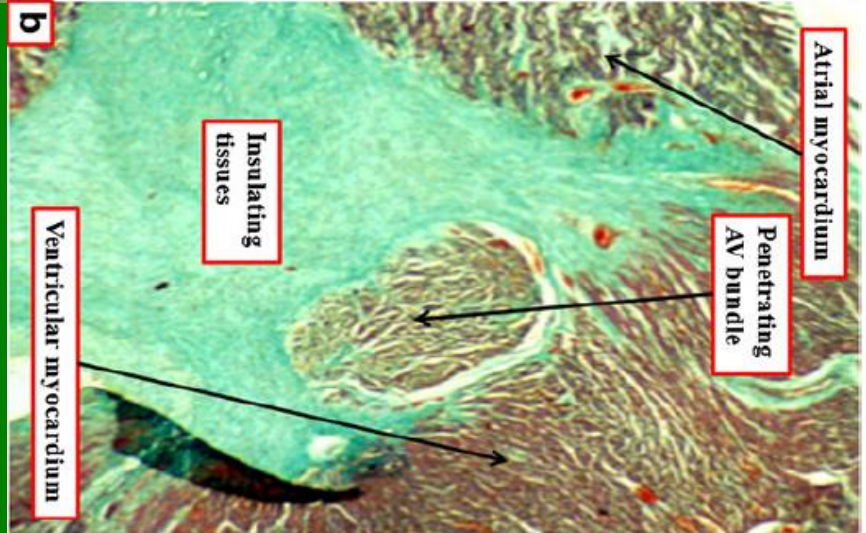
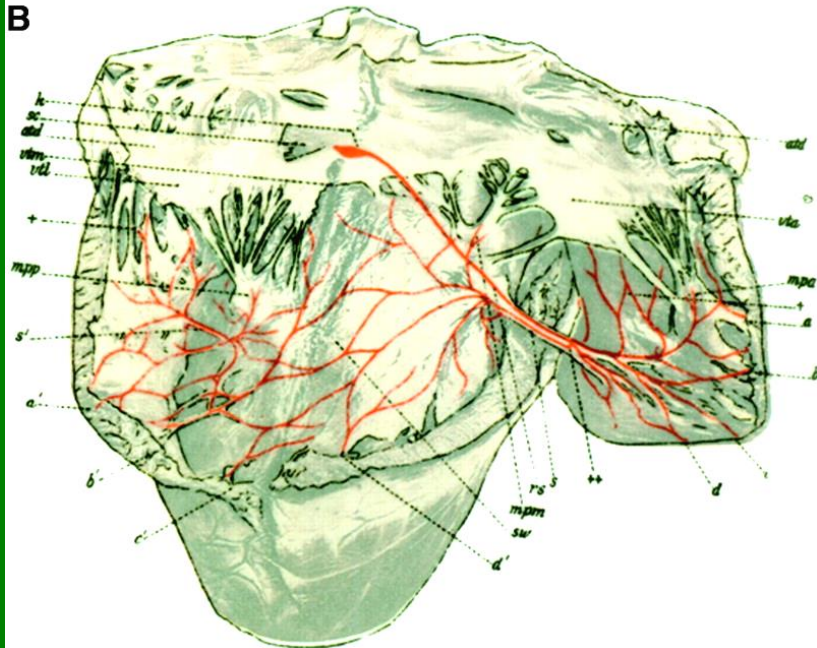
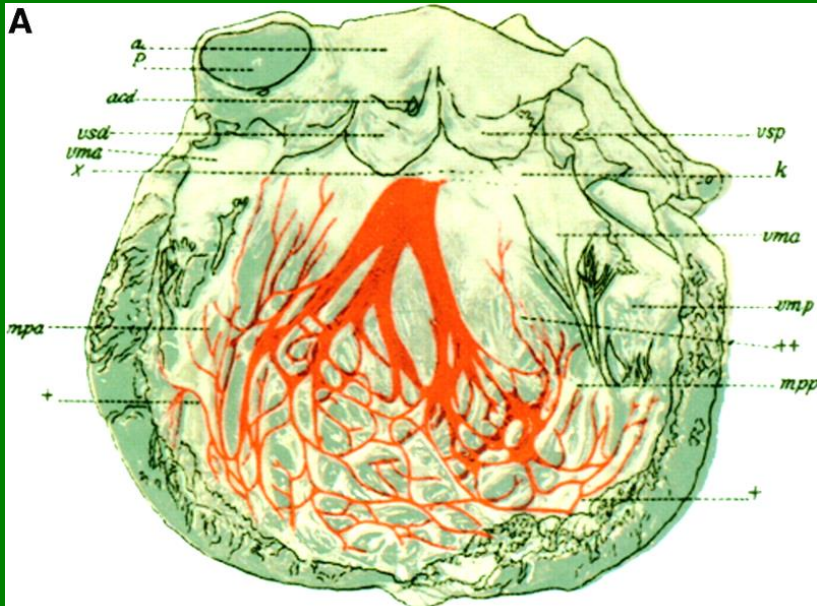
V místě Kochova
trojúhelníku, pod endotelem
septa,

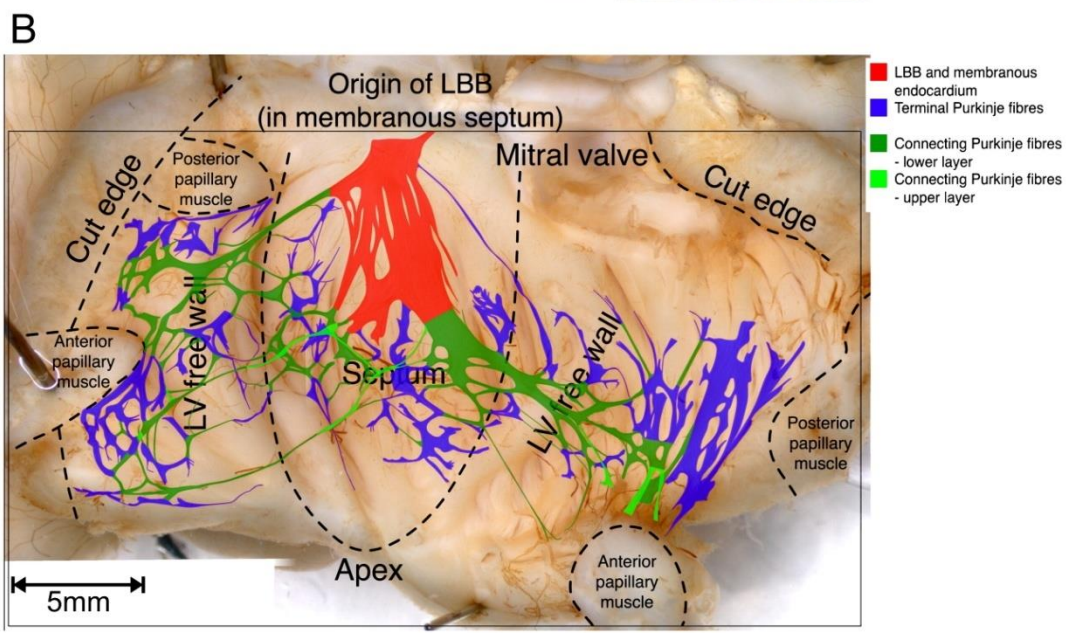
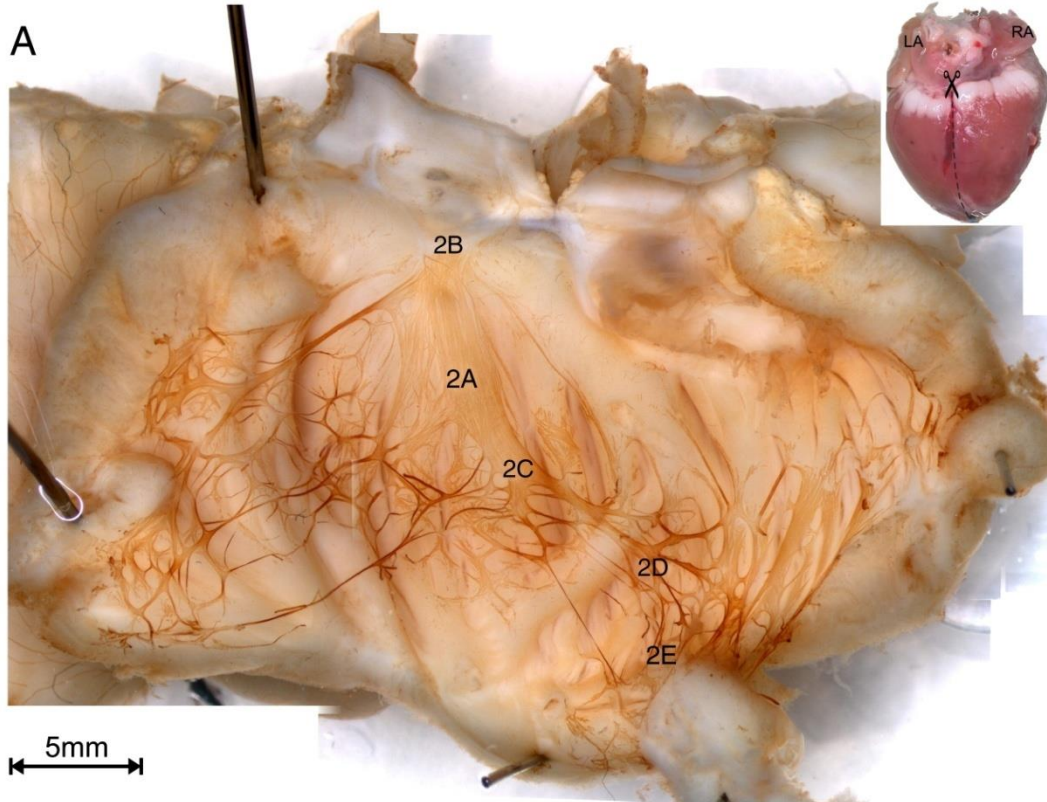
Tvořen oběma typy buněk

CZ z nejčastěji z a.
interventricularis posterior

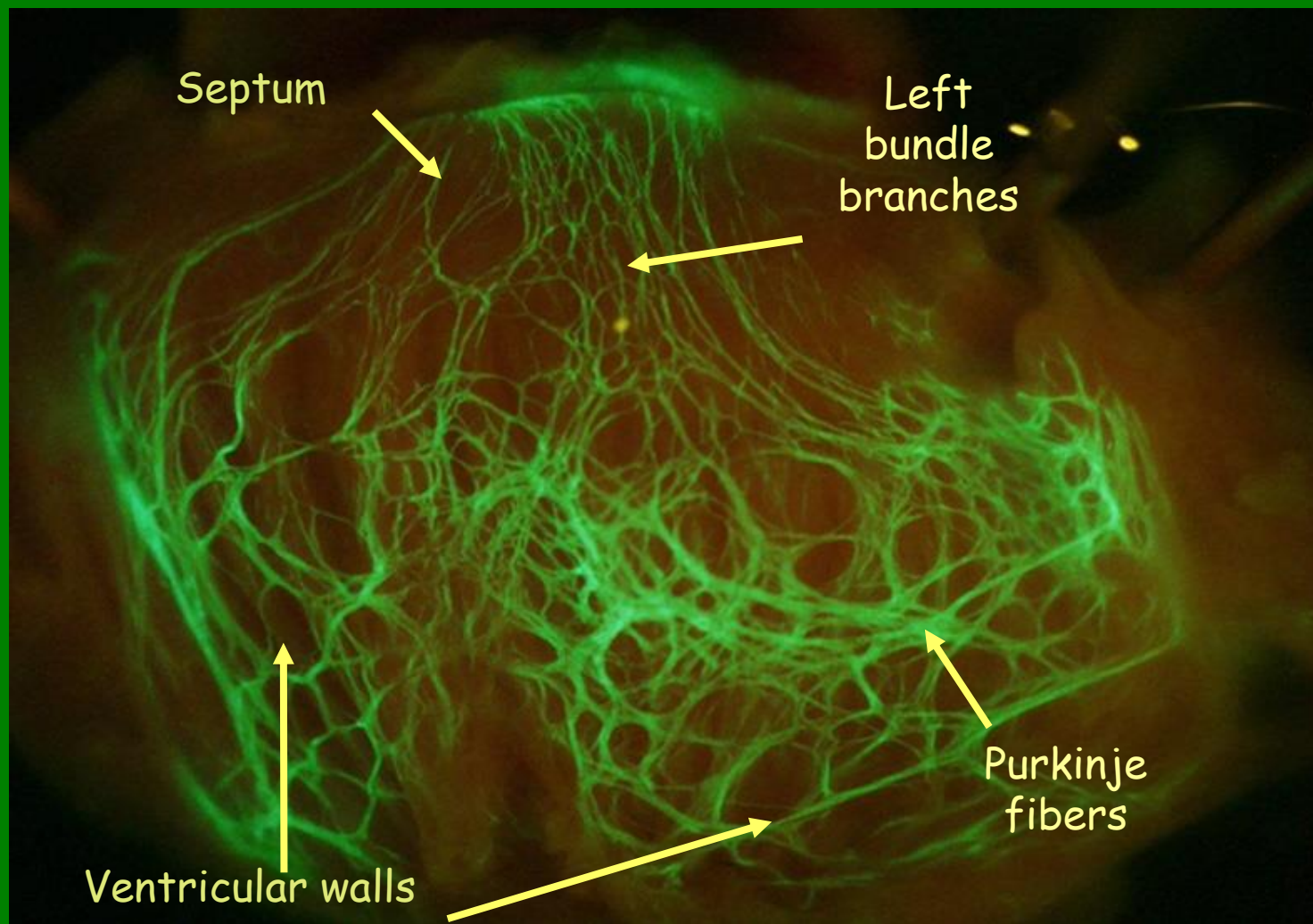


Hissův svazek a Tawarova raménka





GFP:Cx40 značení převodního systému

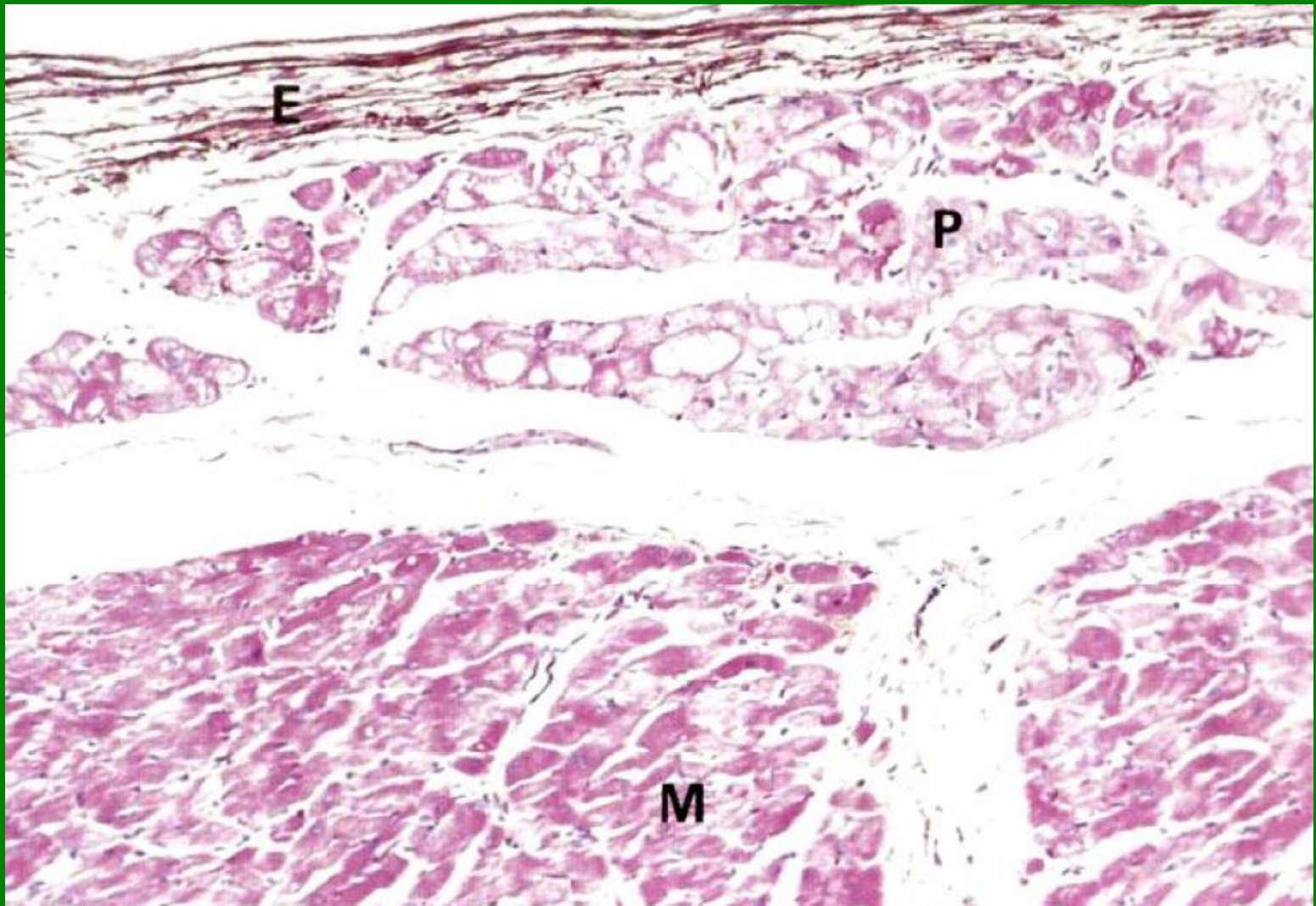


Lucille Miquerol, IBDM, Marseille

J. E. Purkyně – Mikroskopisch-neurologische Beobachtungen.

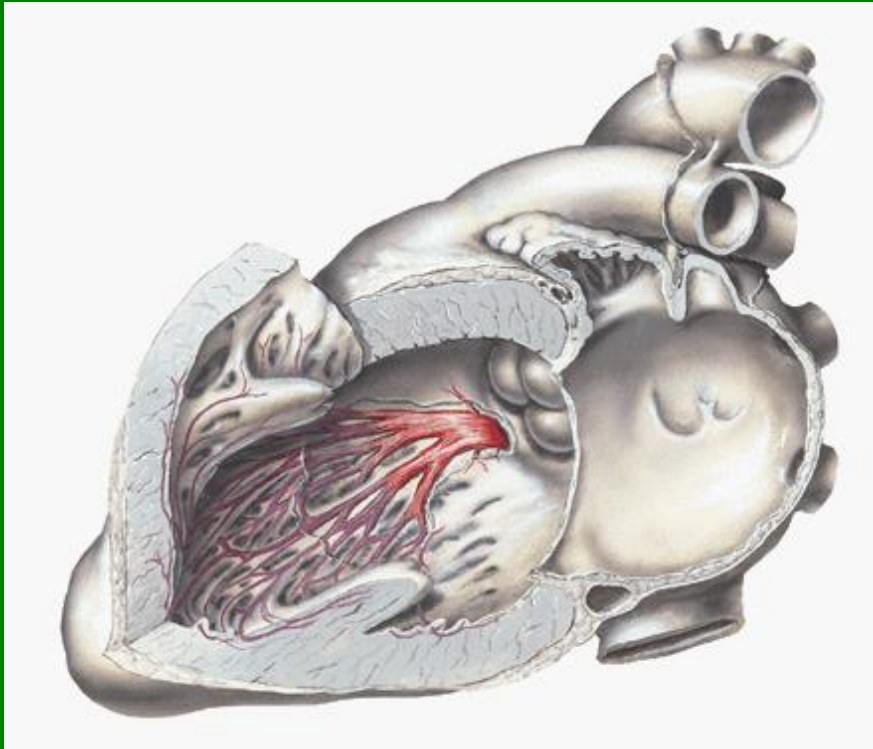
Arch. Anat. Physiol wiss Med. 1845

- Na vnitřních stěnách komor ovčího srdce jsem pozoroval nejprve pouhým okem přímo pod serosní blanou síť šedých, plochých a rosolovitých vláken, která se částečně šíří do bradavčitých svalů...

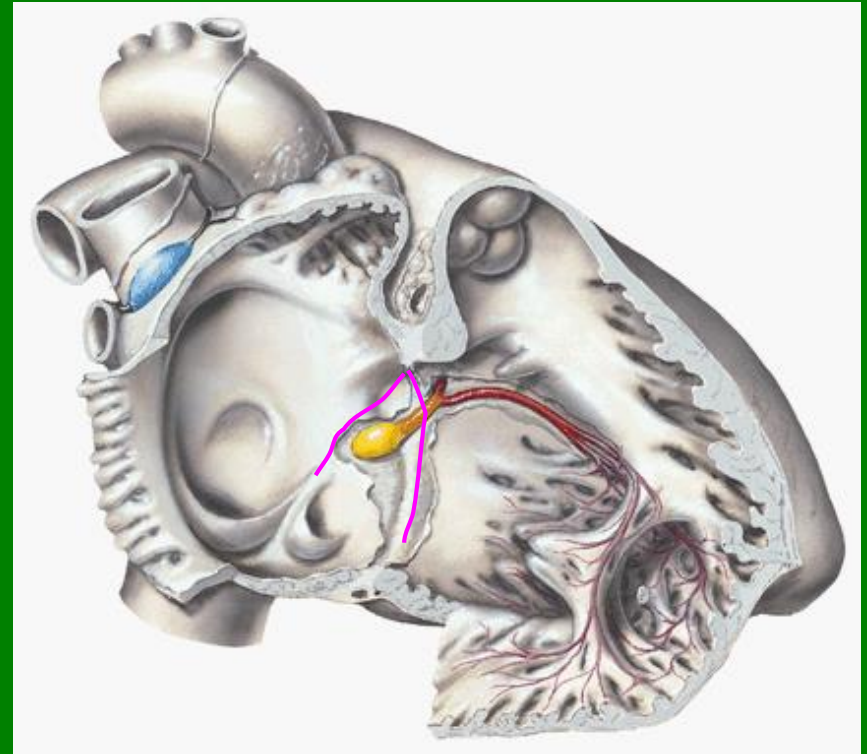


AV uzel, Hisův svazek a raménka

LBB



RBB



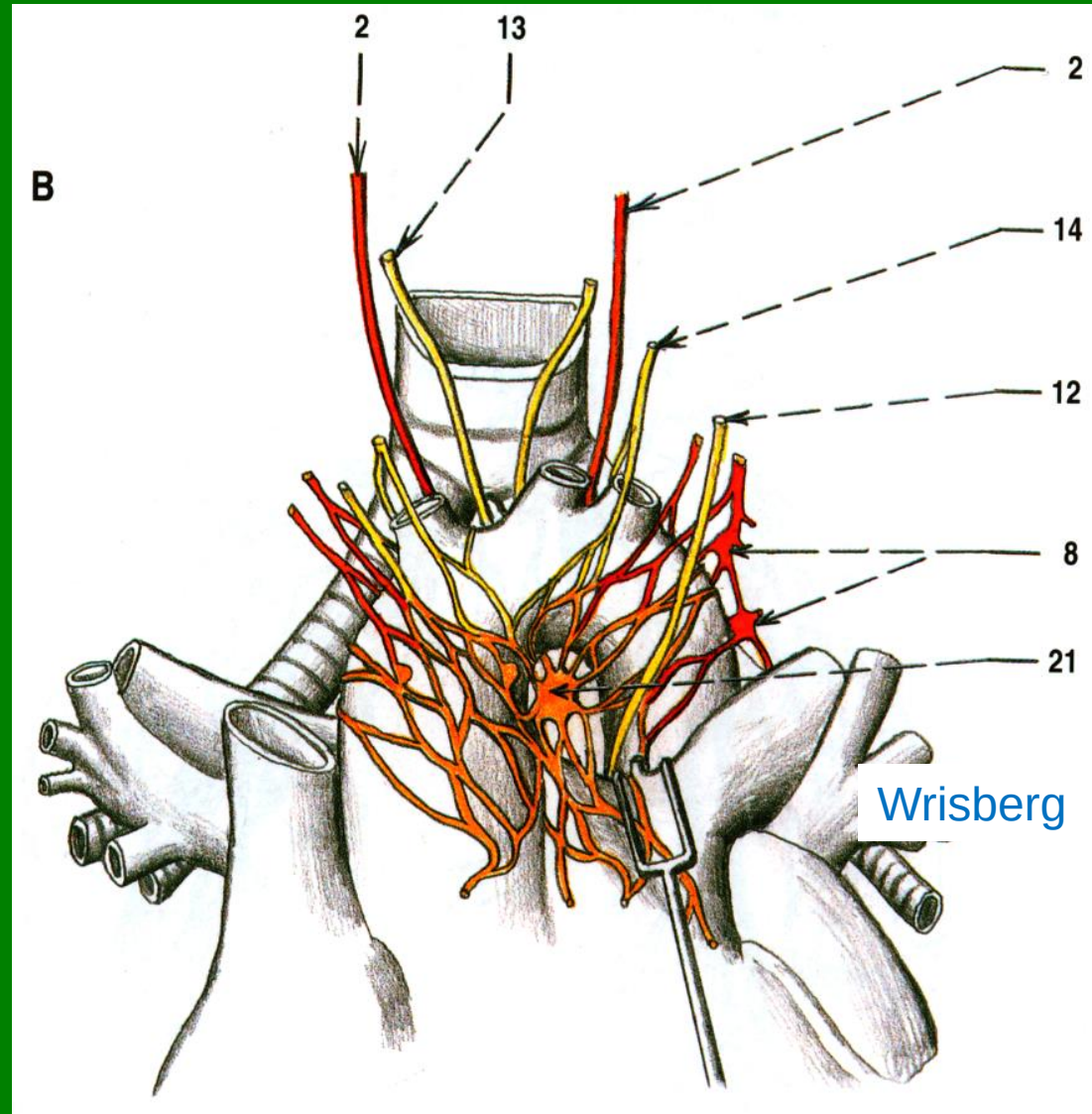
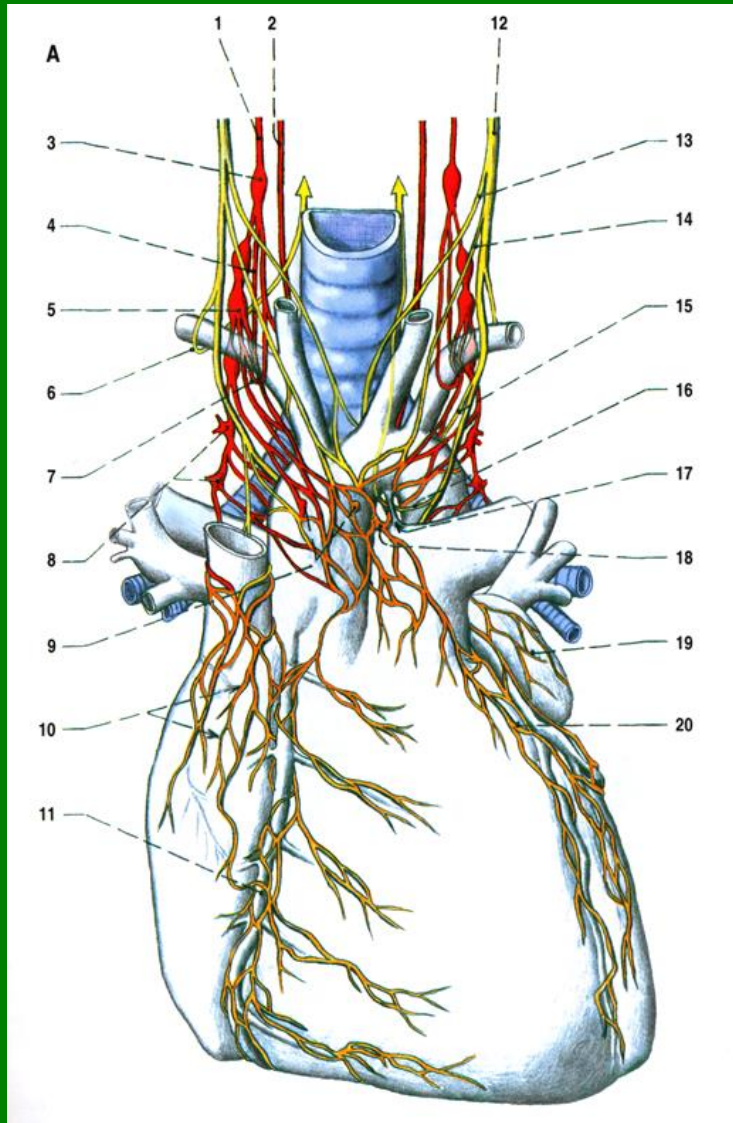
Kochův trojúhelník: chlopeň sinus coronarius-
>Todarova šlacha a anulus valvae tricuspidalis.

Inervace srdce

Sympatikus přichází z oblasti C a Th podél koronárních cév - nn. **cardiaci (sup, med, inf)**
Stimulace má účinky pozitivně:
- chronotropní
- dromotropní
- inotropní,
dilatuje koronární tepny.
Afferentní vlákna vedou bolest (IM).

Parasympatikus: n. X (vagus) - rr. cardiaci (cervicales superiores, inferiores; thoracici)
Stimulace 1) zpomaluje frekvenci (S-A uzel), 2) snižuje rychlost vedení (A-V uzel) a 3) snižuje sílu stahů (cestou koronární vazokonstrikce).
Vagus dx – k SA uzlu
Vagus sin- k AV uzlu

Inervace - anatomie



Pl. cardiacus spfc – mezi aortou a tr. pulmonalis
 Pl. cardiacus prof. – mezi aortou a tracheou

Přehled: koronární tepny a srdeční žíly

Arteria coronaria sinistra:

- **ramus interventricularis anterior**

 - *r. diagonalis*

- **r. circumflexus**

 - *r. marginalis sinister (obtusus)*

Arteria coronaria dextra:

- r. nodi sinuatrialis

- r. marginalis dexter (acutus)

- r. interventricularis posterior

- r. posterolateralis dx.

Vena cordis magna (s RIA)

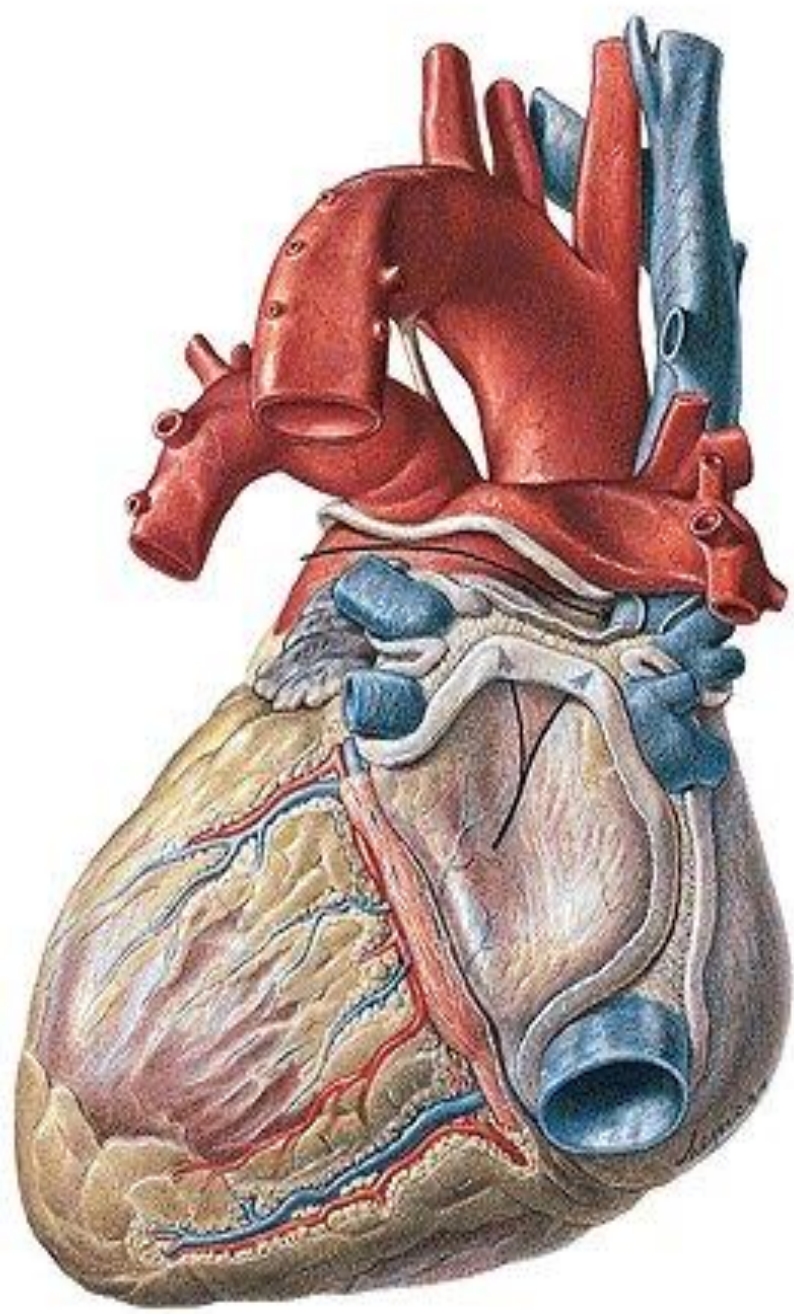
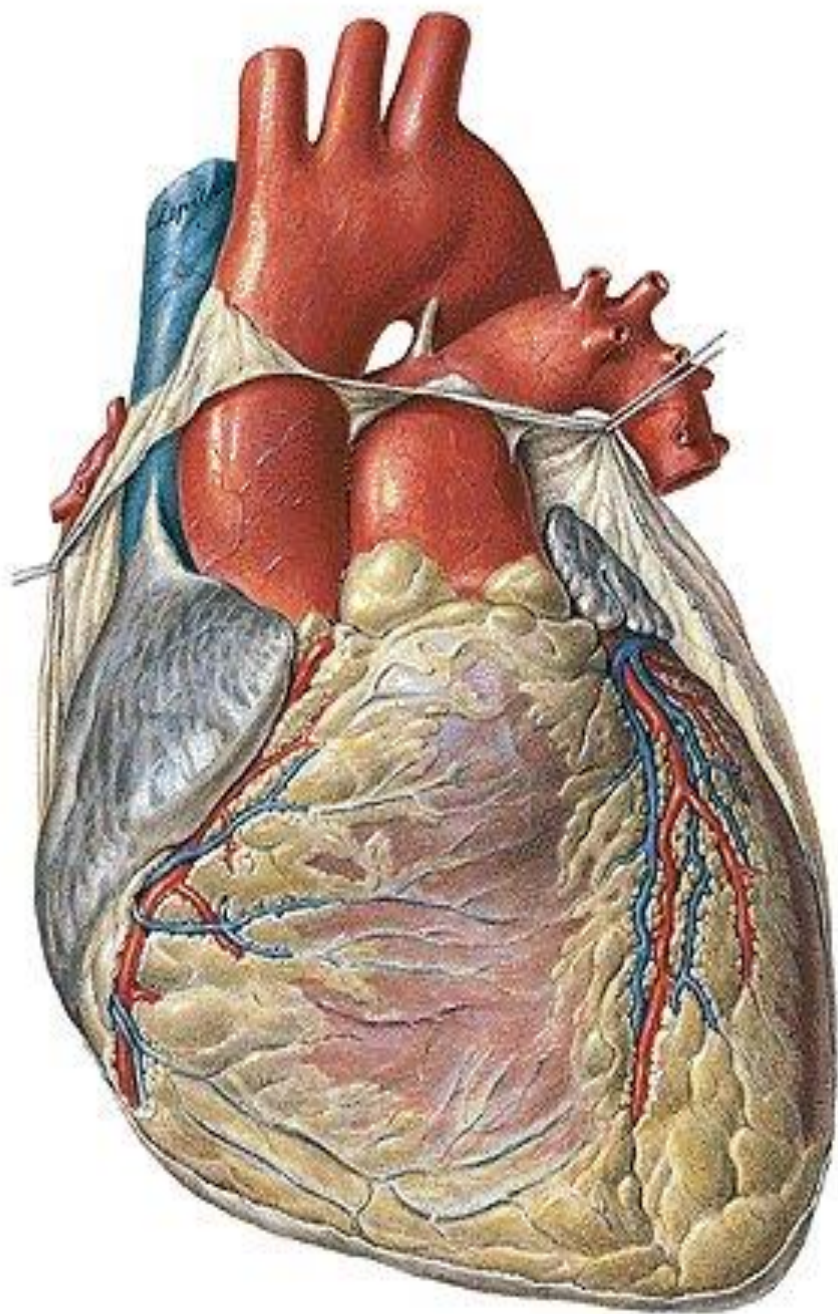
Vena obliqua atrii sinistri (Marshall) => sinus coronarius

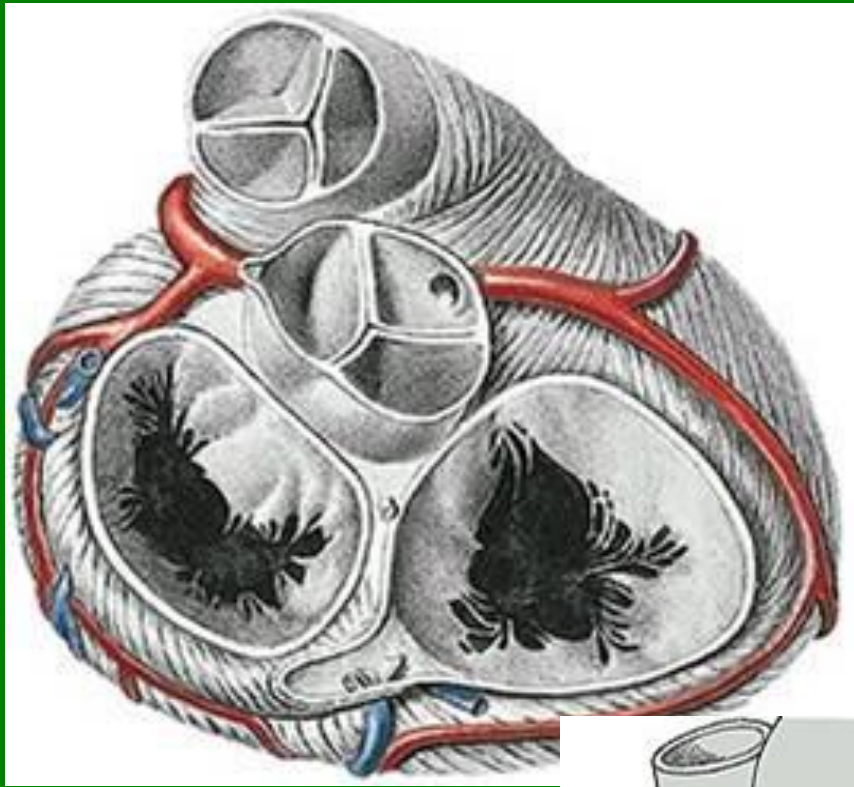
Vena cordis media (s RIP)

Vena cordis parva

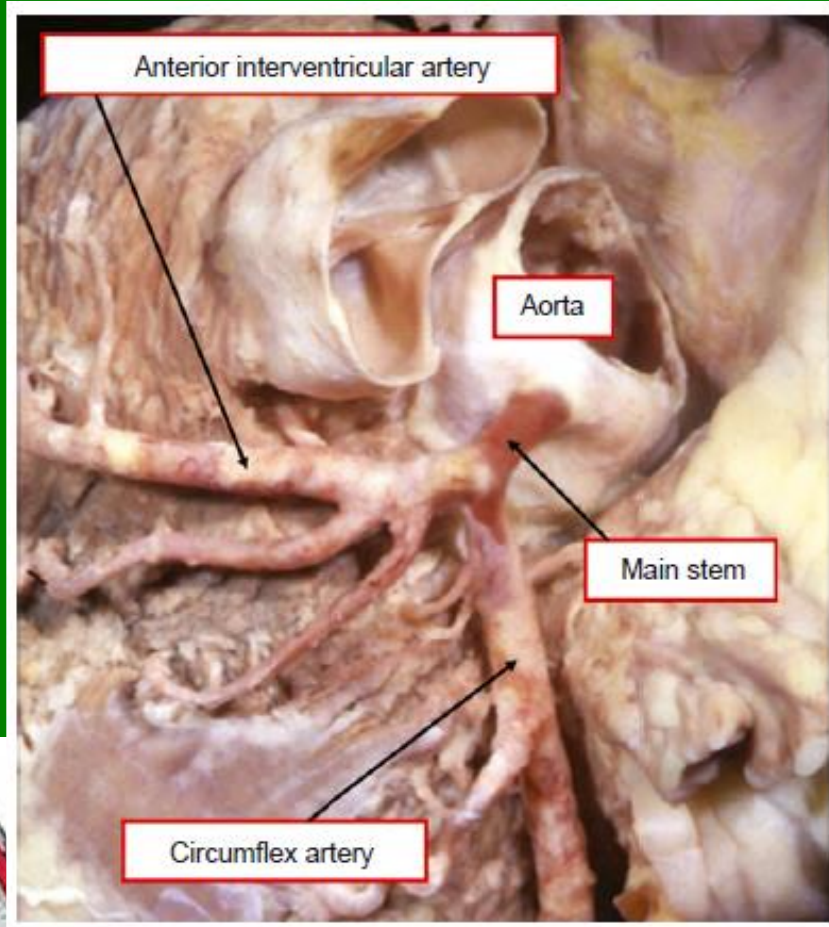
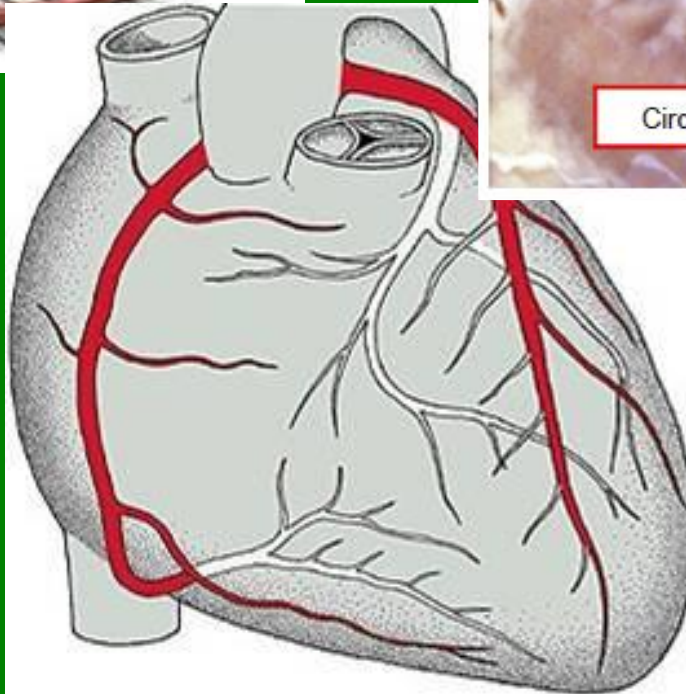
Venae cordis anteriores (v. dx.)

Venae cordis minimae (Thebesii)

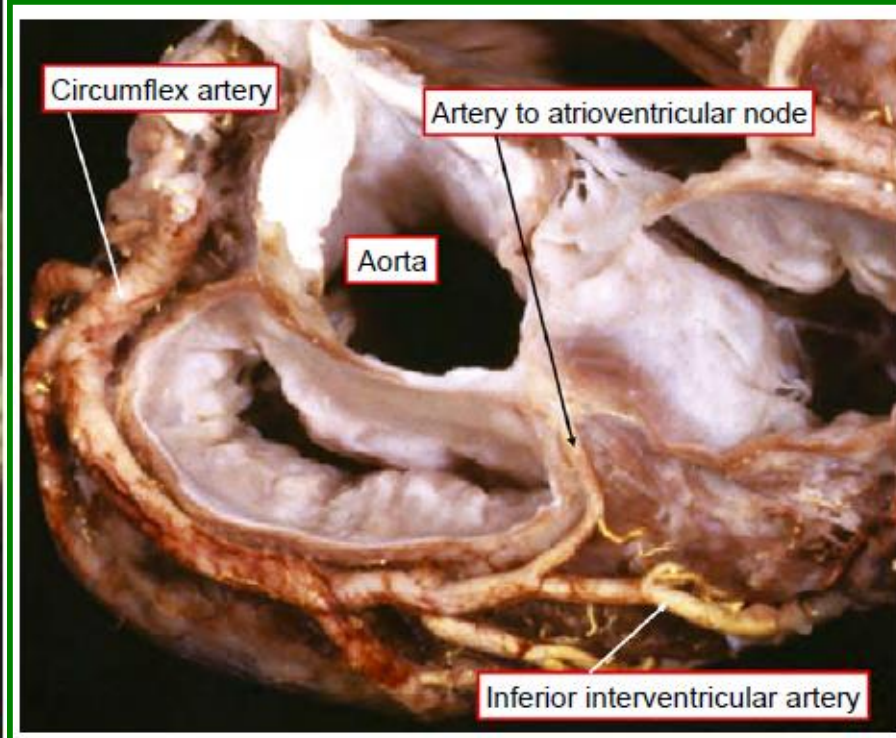
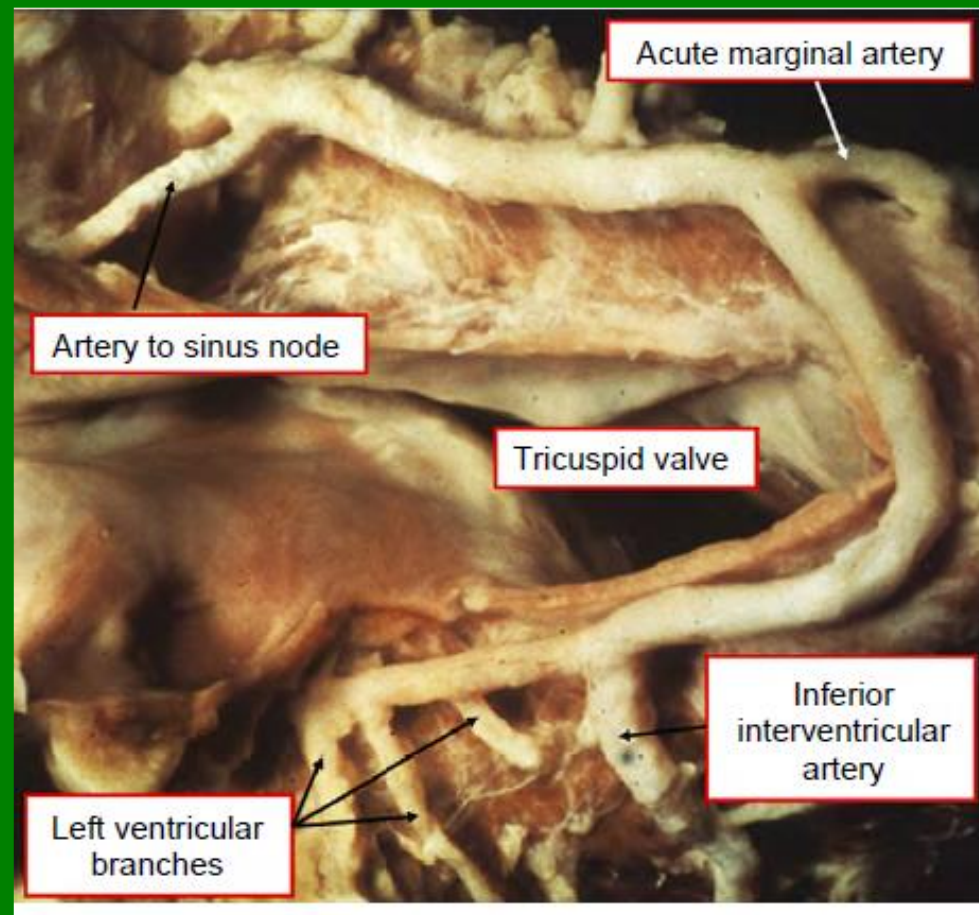




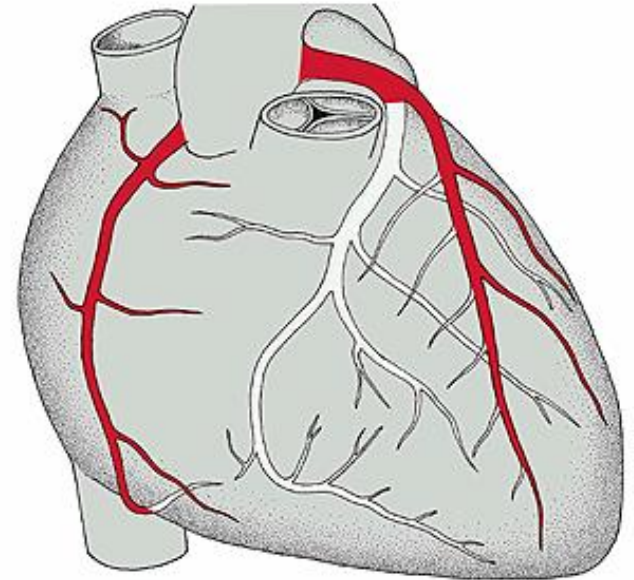
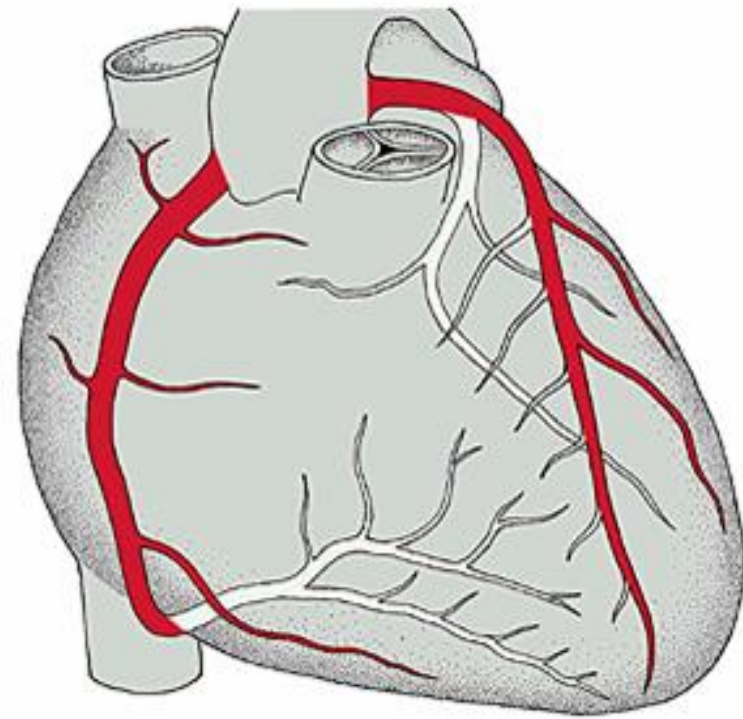
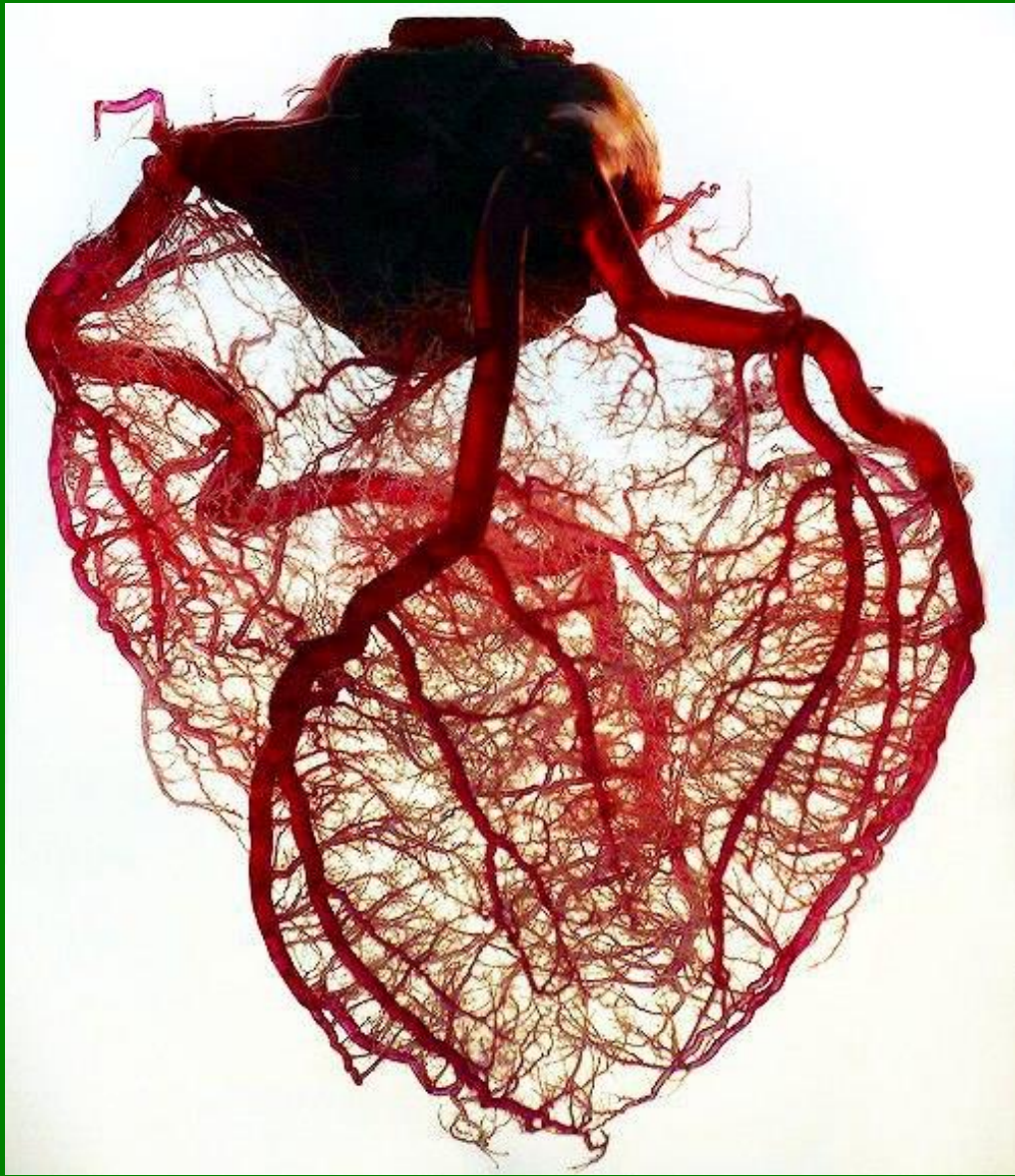
A. coronaria dx:
 -r. nodi sinuatrialis
 -r. marginalis dx.
 (acutus)
 -r. interventricularis
 posterior

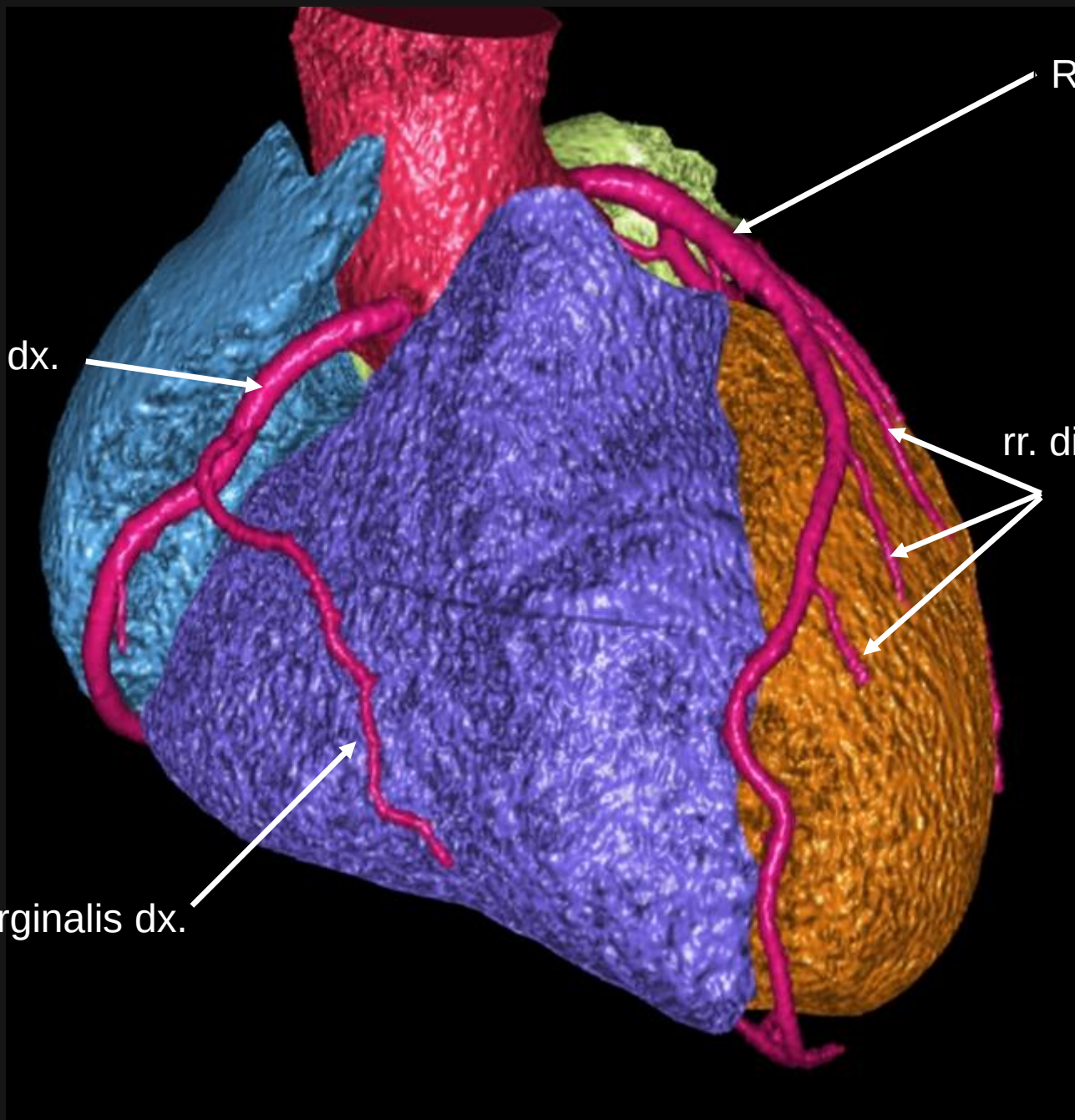


A. coronaria sin.:
 -r. interventricularis
 ant.
 -- r. diagonalis
 -r. circumflexus
 --r. marginalis sin.



Cévní zásobení převodního systému





RIA

A. coronaria dx.

rr. diagonales

r. marginalis dx.

r. marginalis sin.

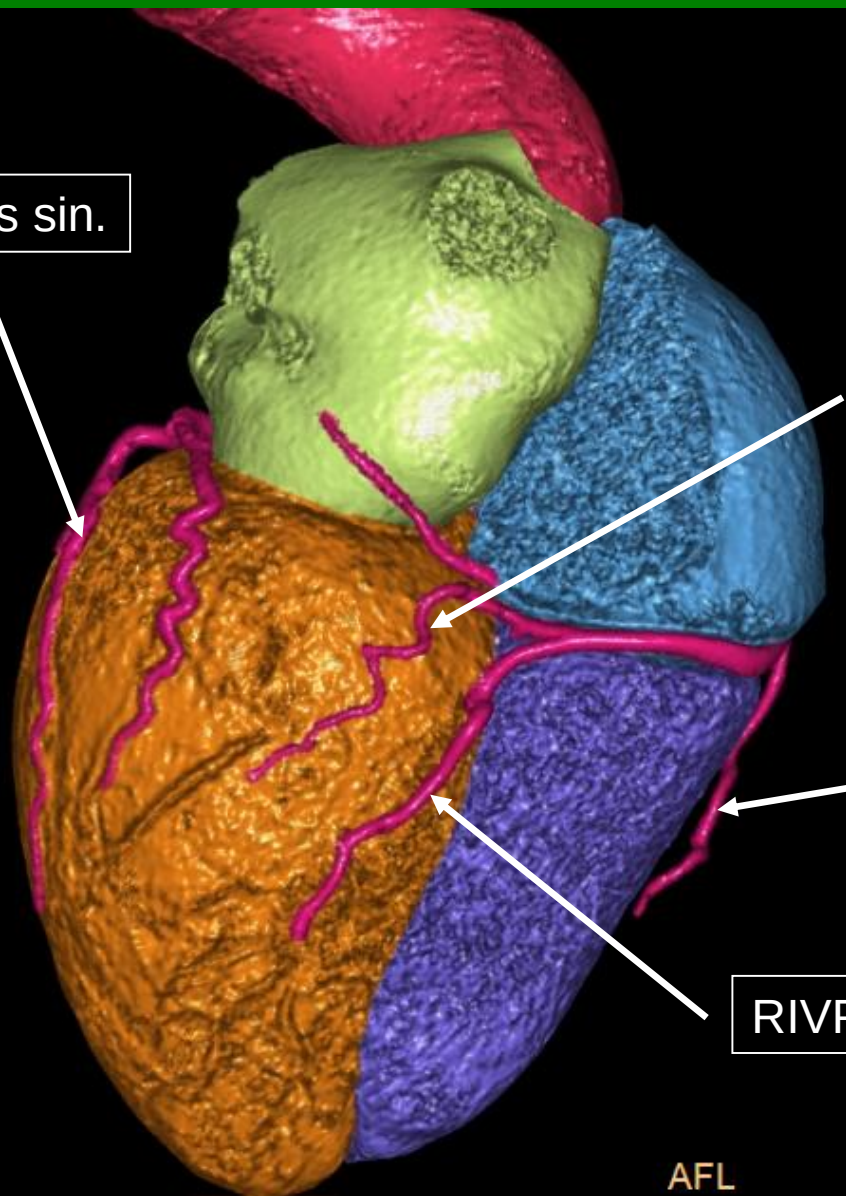
RPLD – r. posterolateralis dx.

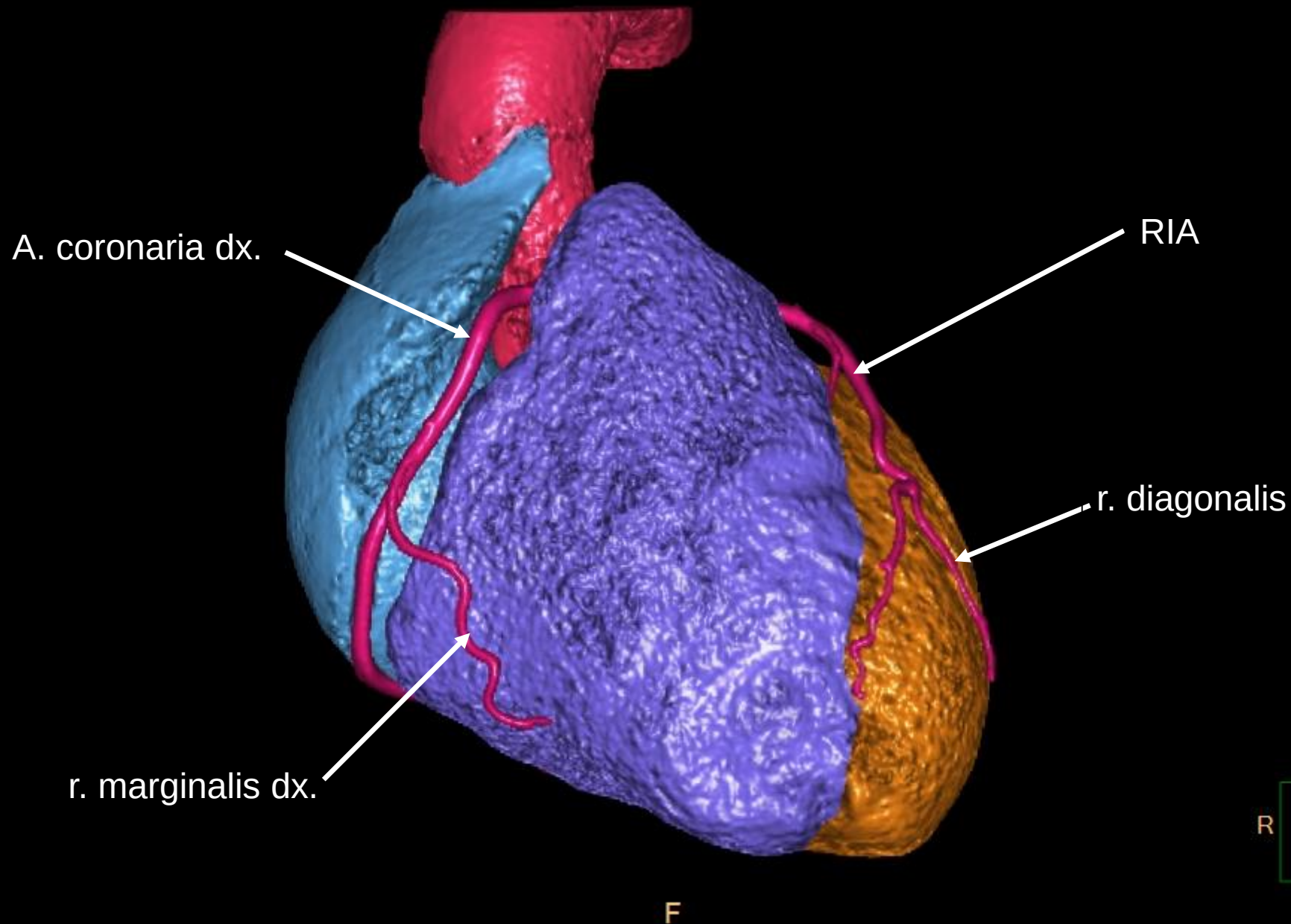
r. marginalis dx.

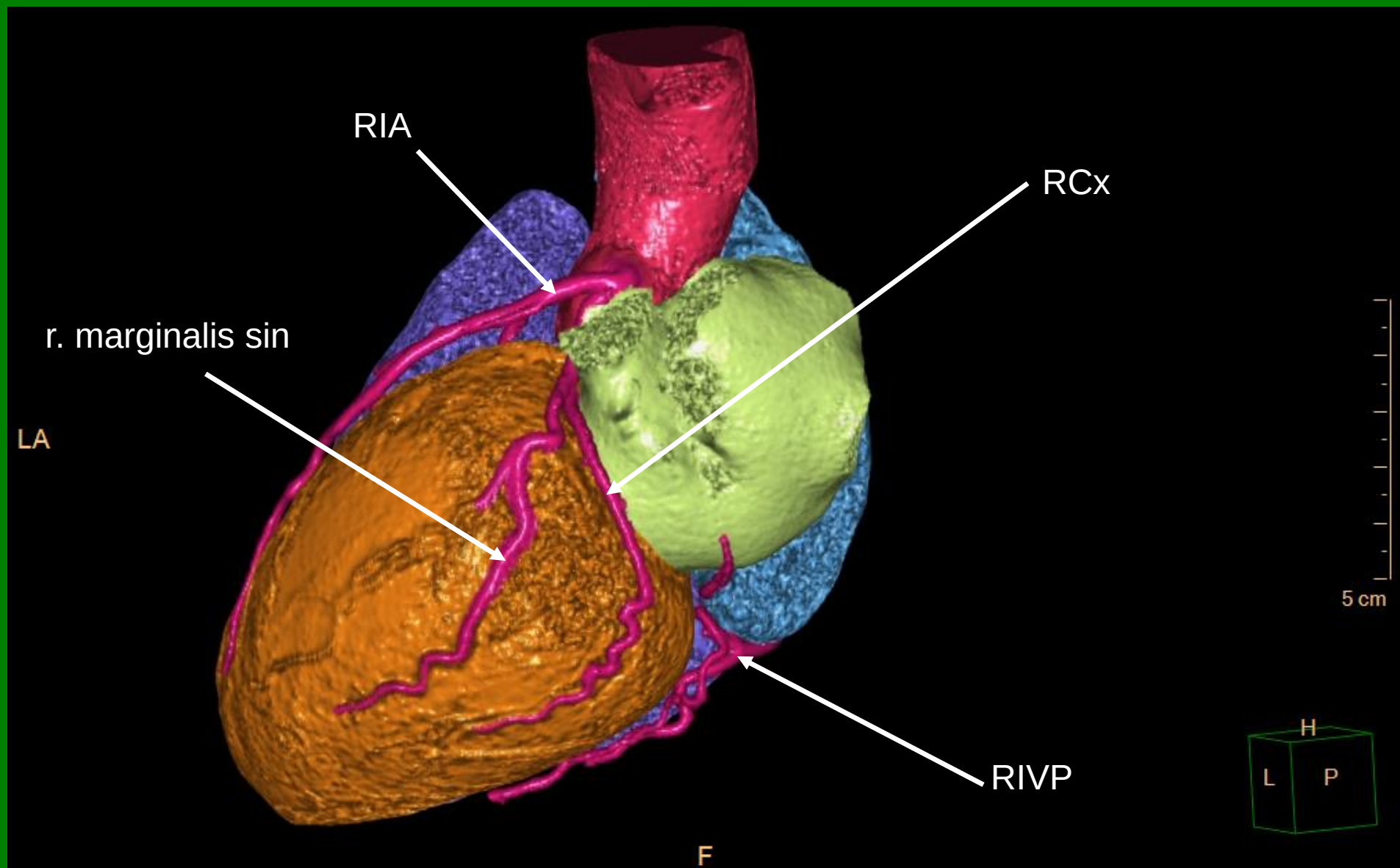
RIVP

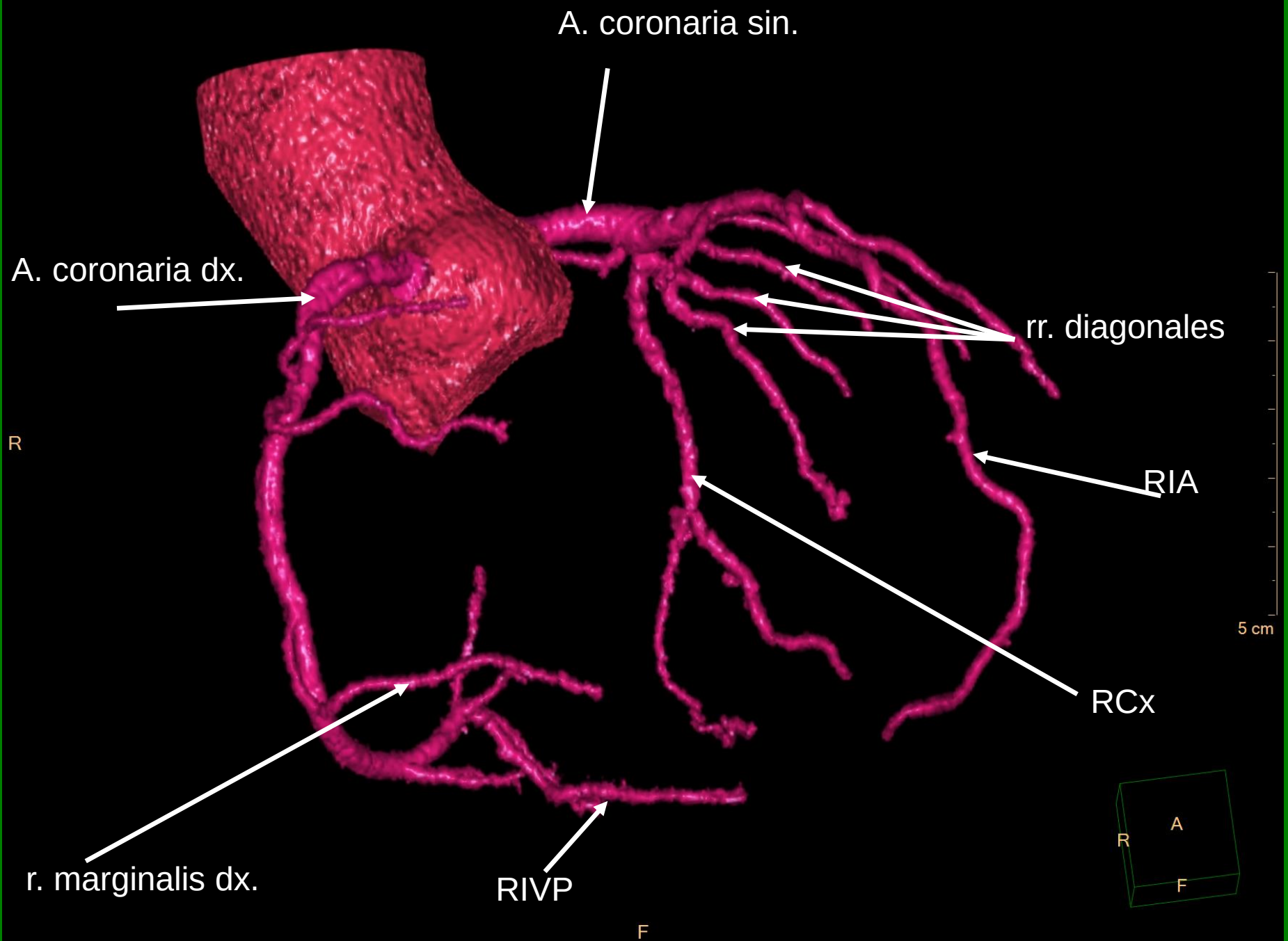
LP

AFL



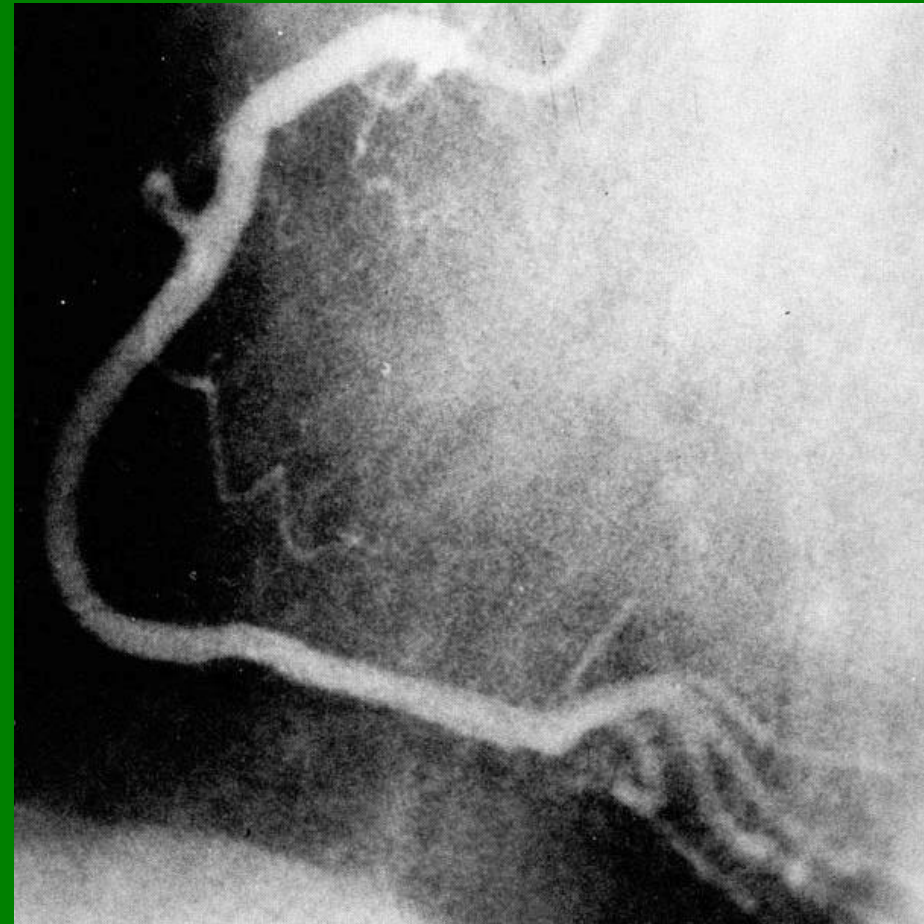
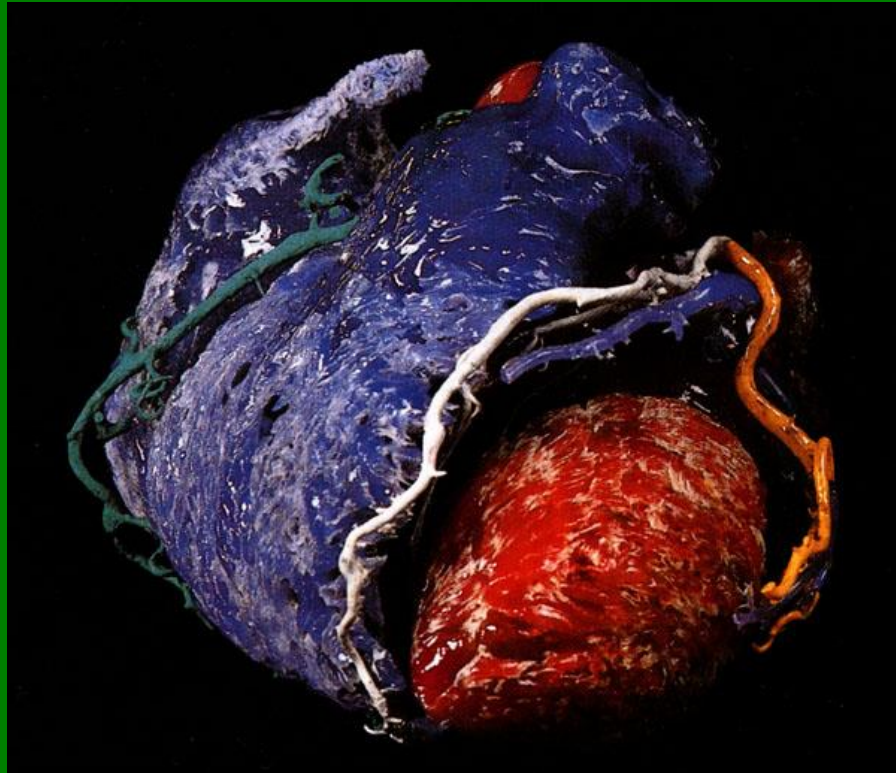




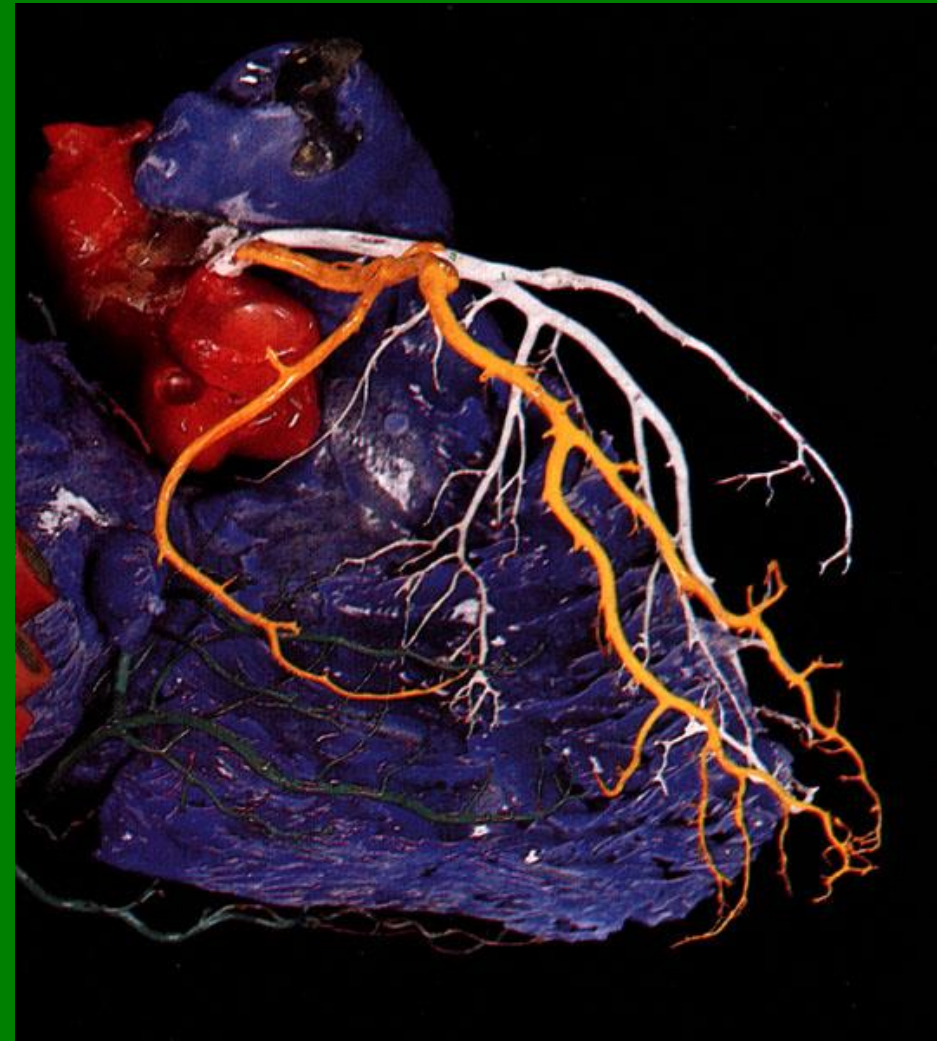




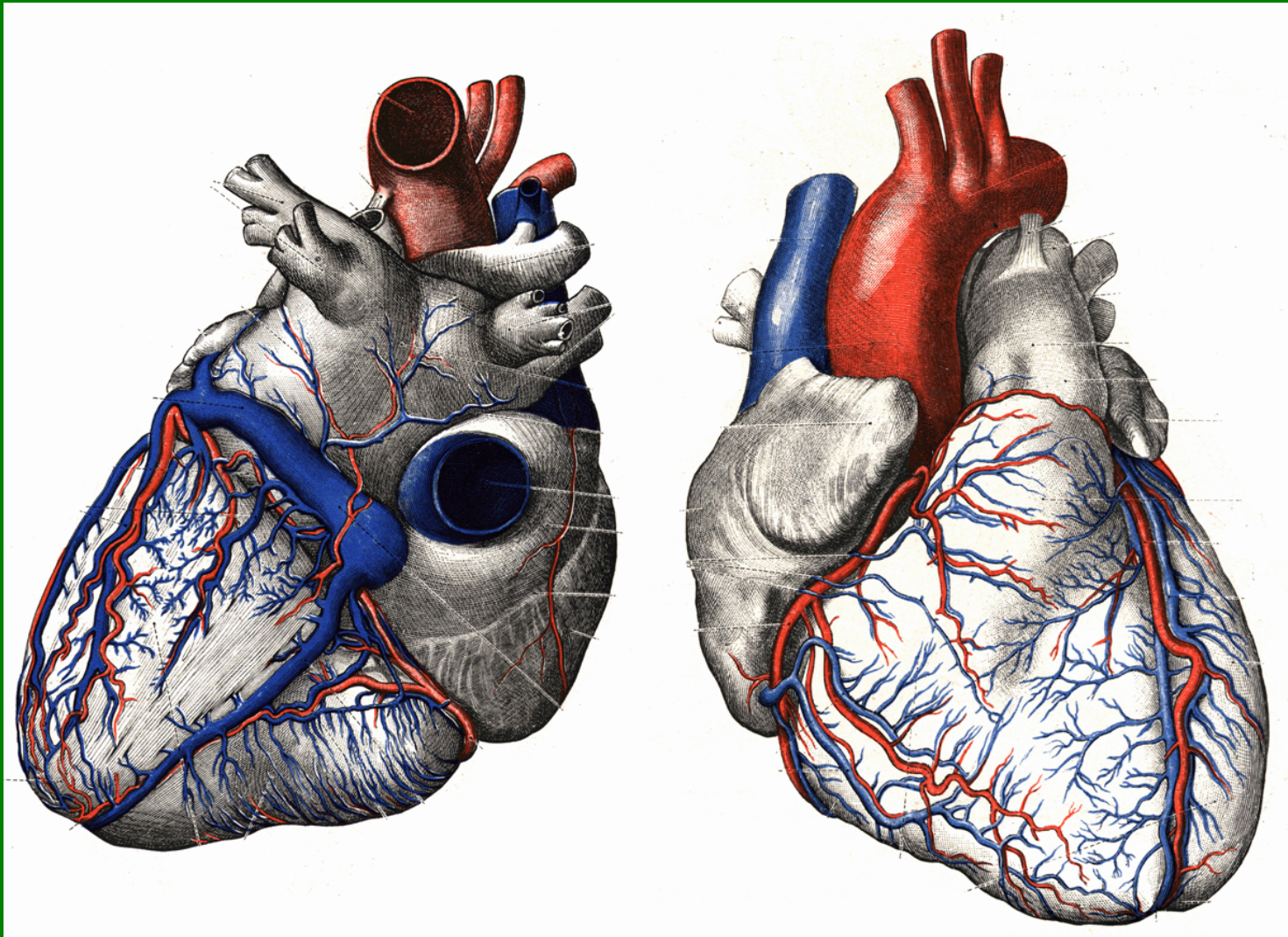
RTG (angio) pravé koronární tepny



RTG (angio) levé koronární tepny

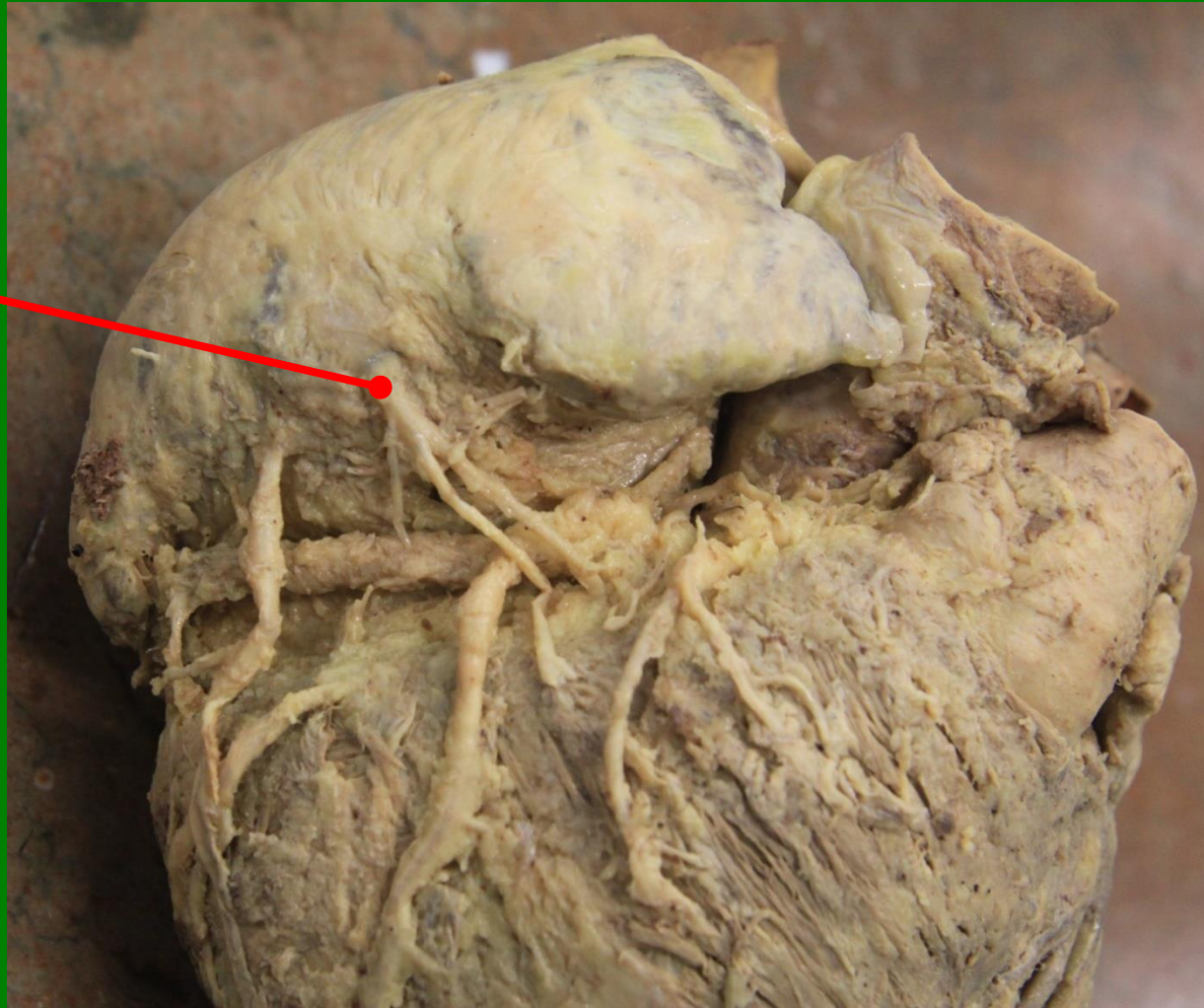


Srdeční žíly



Venae cordis anteriores (v. dx.)

Venae cordis minimae (Thebesii)



Přehled: koronární tepny a srdeční žíly

Arteria coronaria sinistra:

- **ramus interventricularis anterior**

- *r. diagonalis*

- **r. circumflexus**

- *r. marginalis sinister (obtusus)*

Arteria coronaria dextra:

- r. nodi sinuatrialis

- r. marginalis dexter (acutus)

- r. interventricularis posterior

Vena cordis magna (s RIA)

Vena obliqua atrii sinistri (Marshall) => sinus coronarius

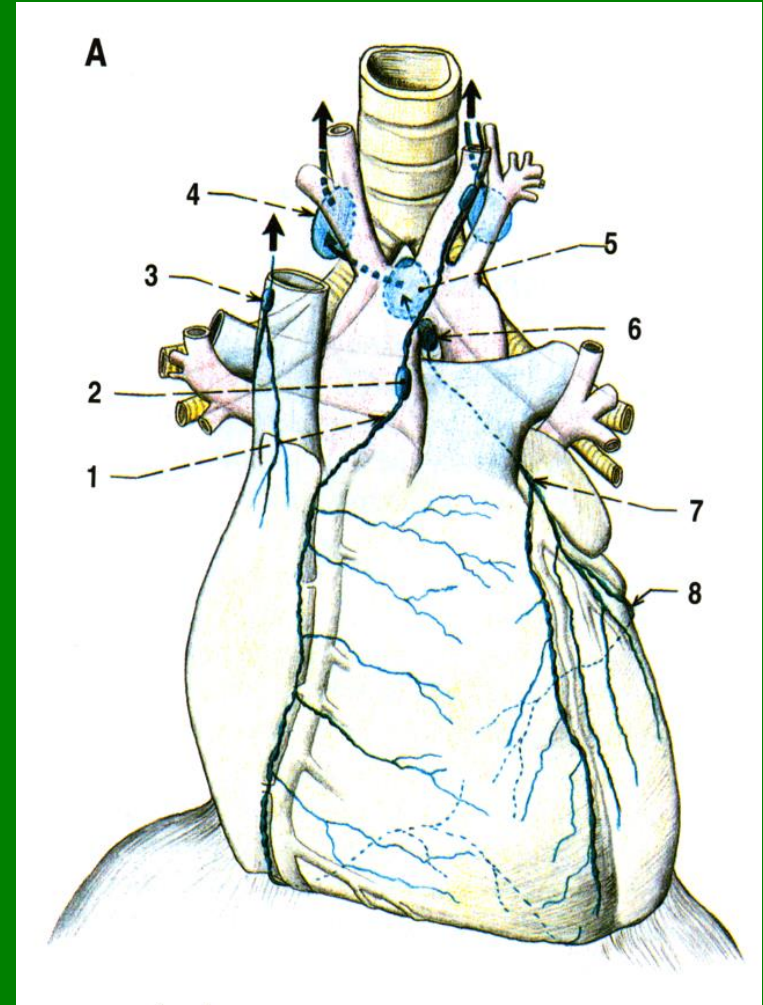
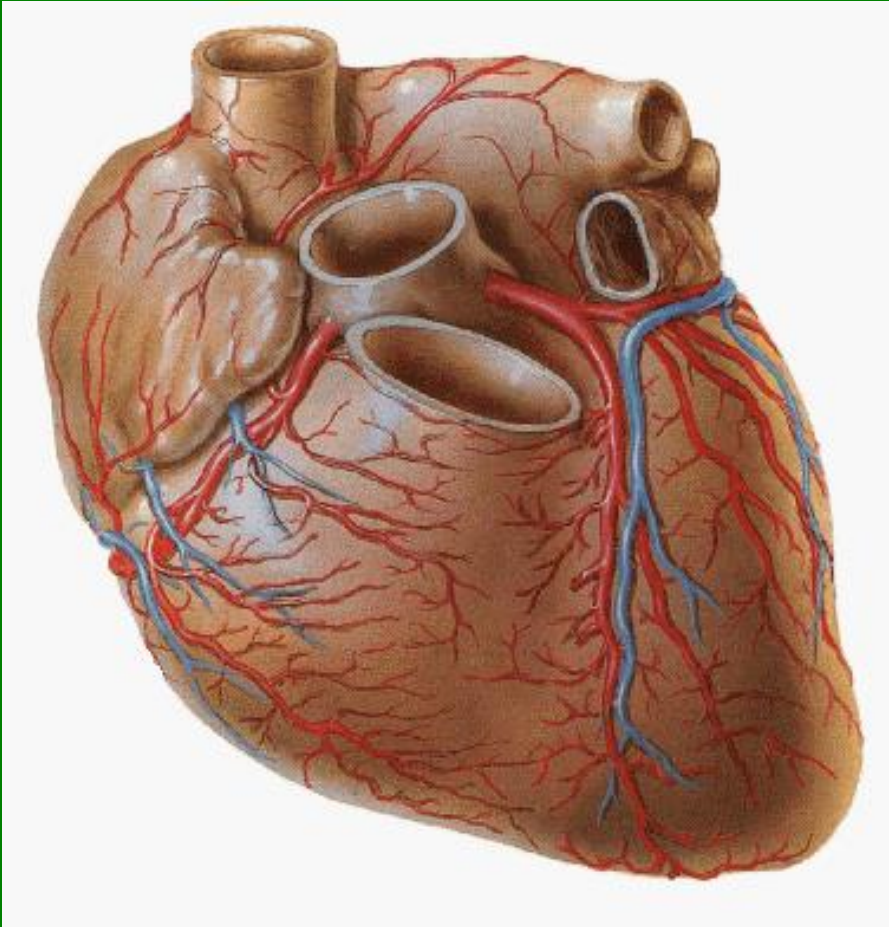
Vena cordis media (s RIP)

Vena cordis parva

Venae cordis anteriores (v. dx.)

Venae cordis minimae (Thebesii)

Lymfatická drenáž srdce



Podél koronárních cév

Subendokardová, myokardová, subepikardová síť

2 trunci l. anteriores (dx + sin) + tr. l. posterior

Nodus retroaorticus + preaorticus

Problémy s cévním zásobením

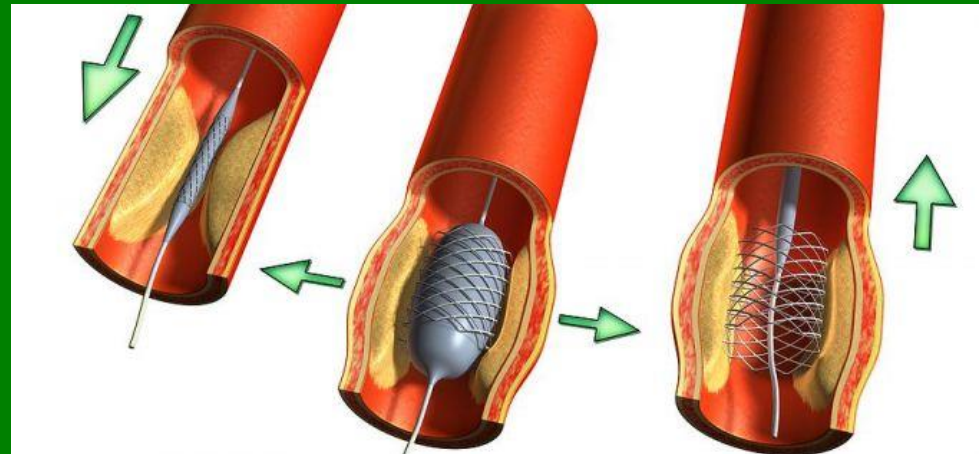


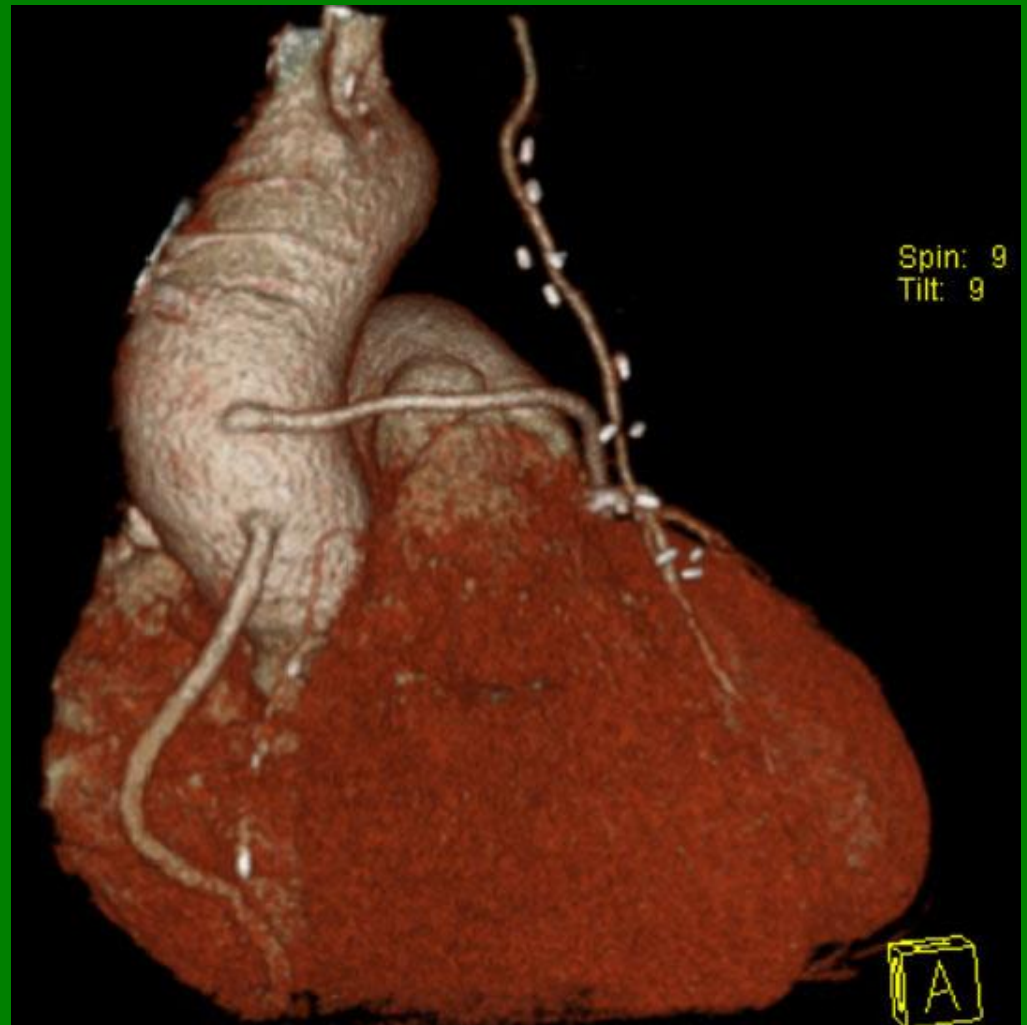
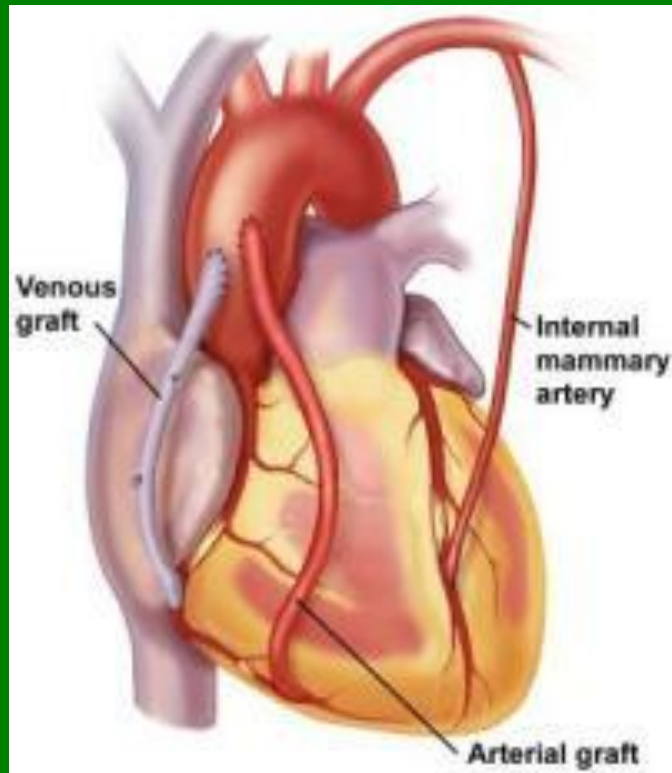
Stenoza RIA (od a.
coronaria sinistra)
Znázorněno pomocí
angiografie s jodovou
kontrastní látkou

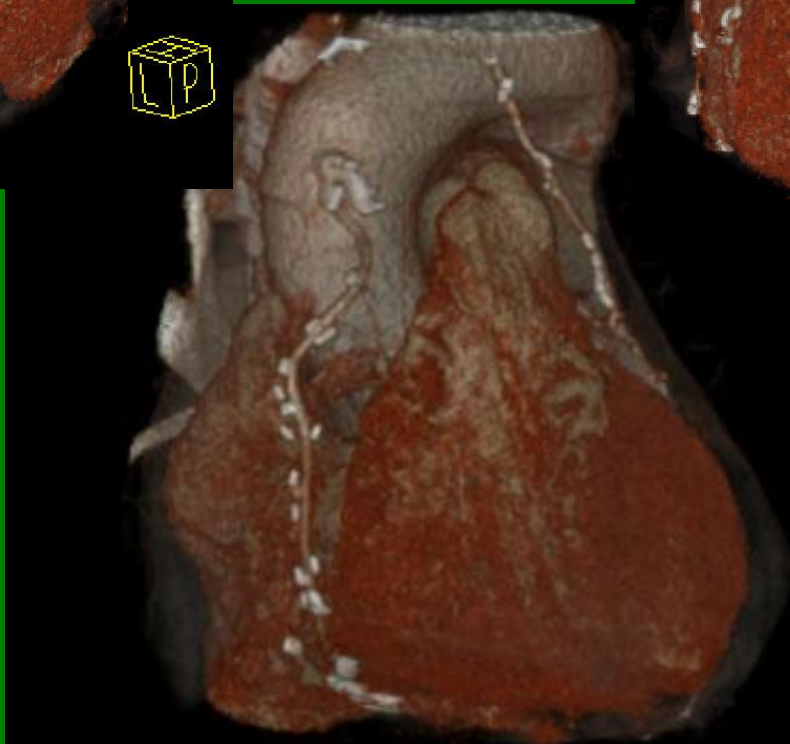
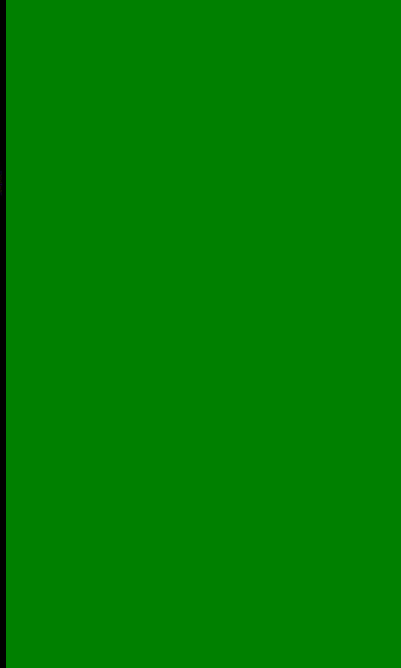
Řešení (?): balonková dilatace během koronární katetrizace

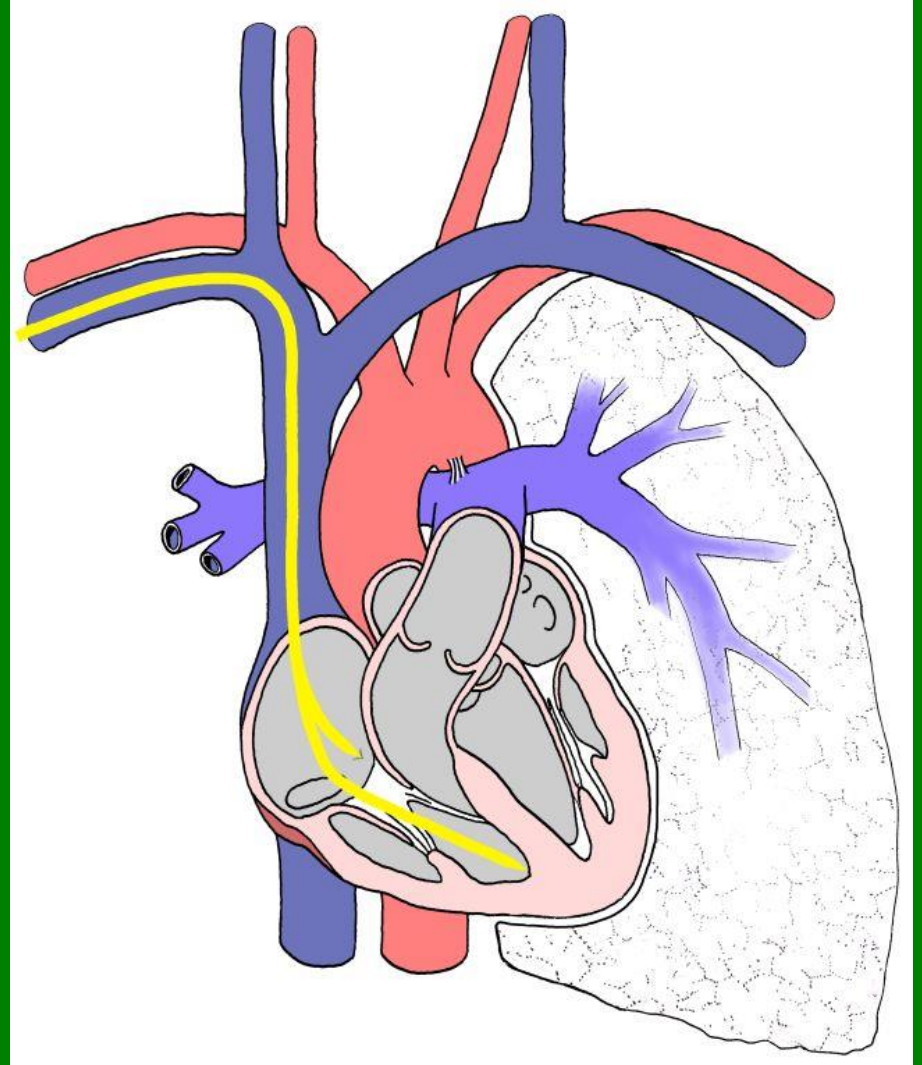
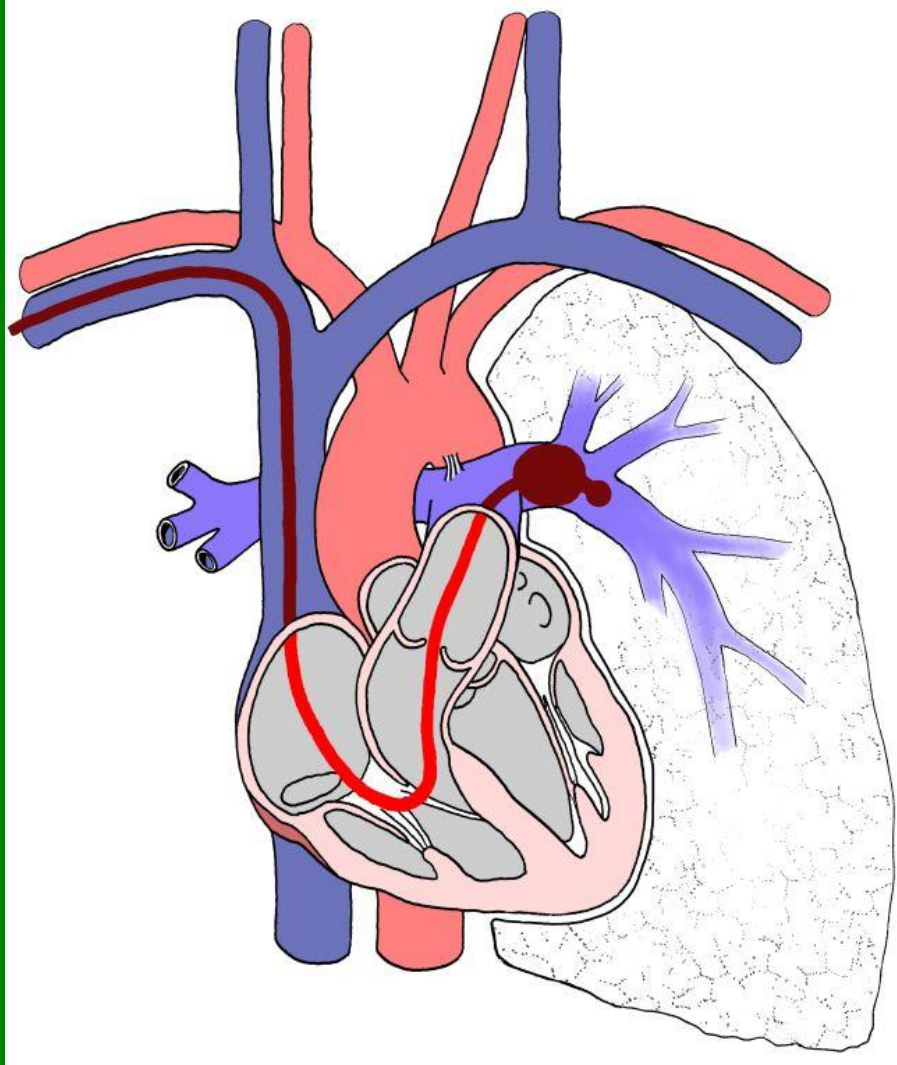


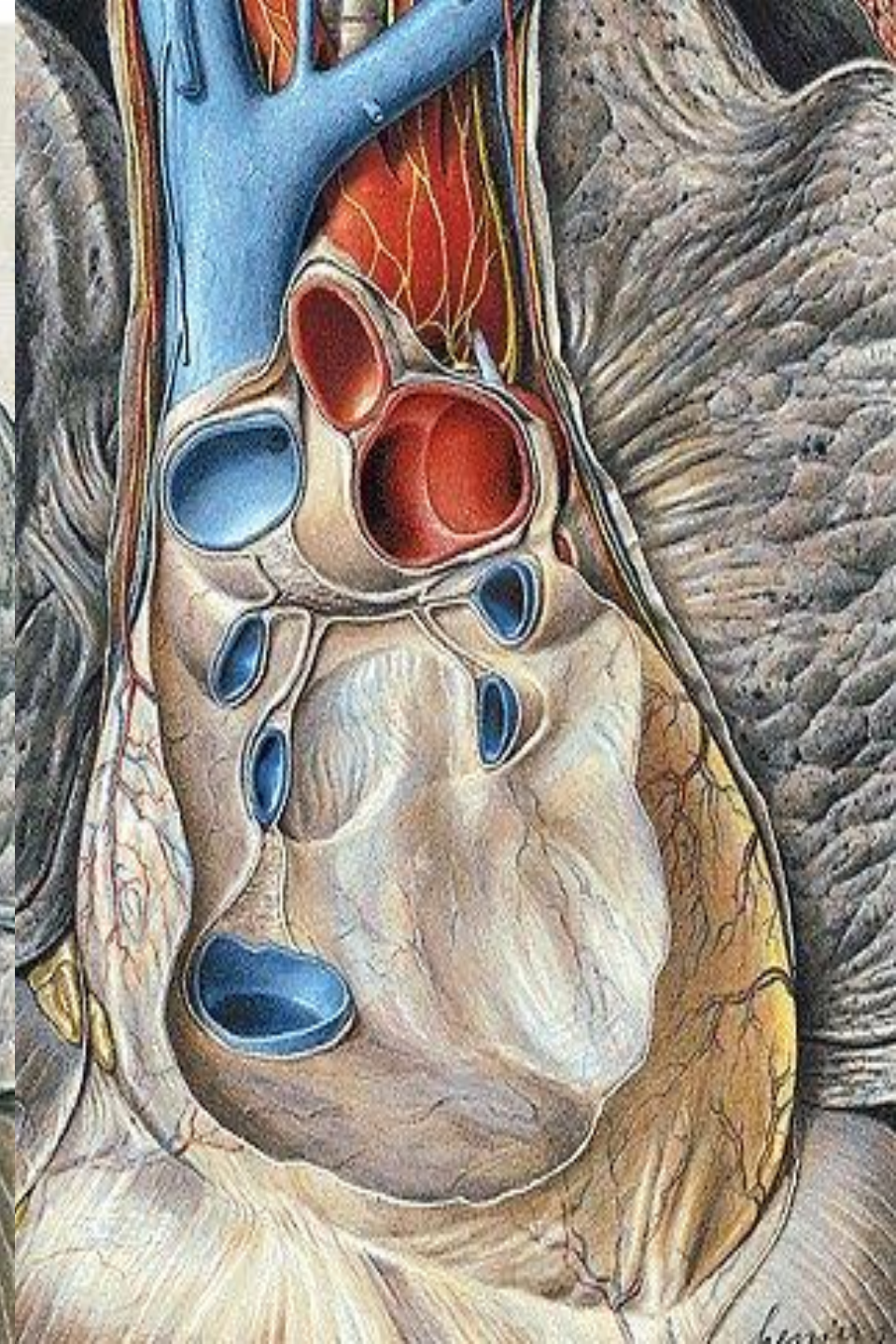
PTCA:
Perkutánní
Transluminální
Coronární
Angioplastika





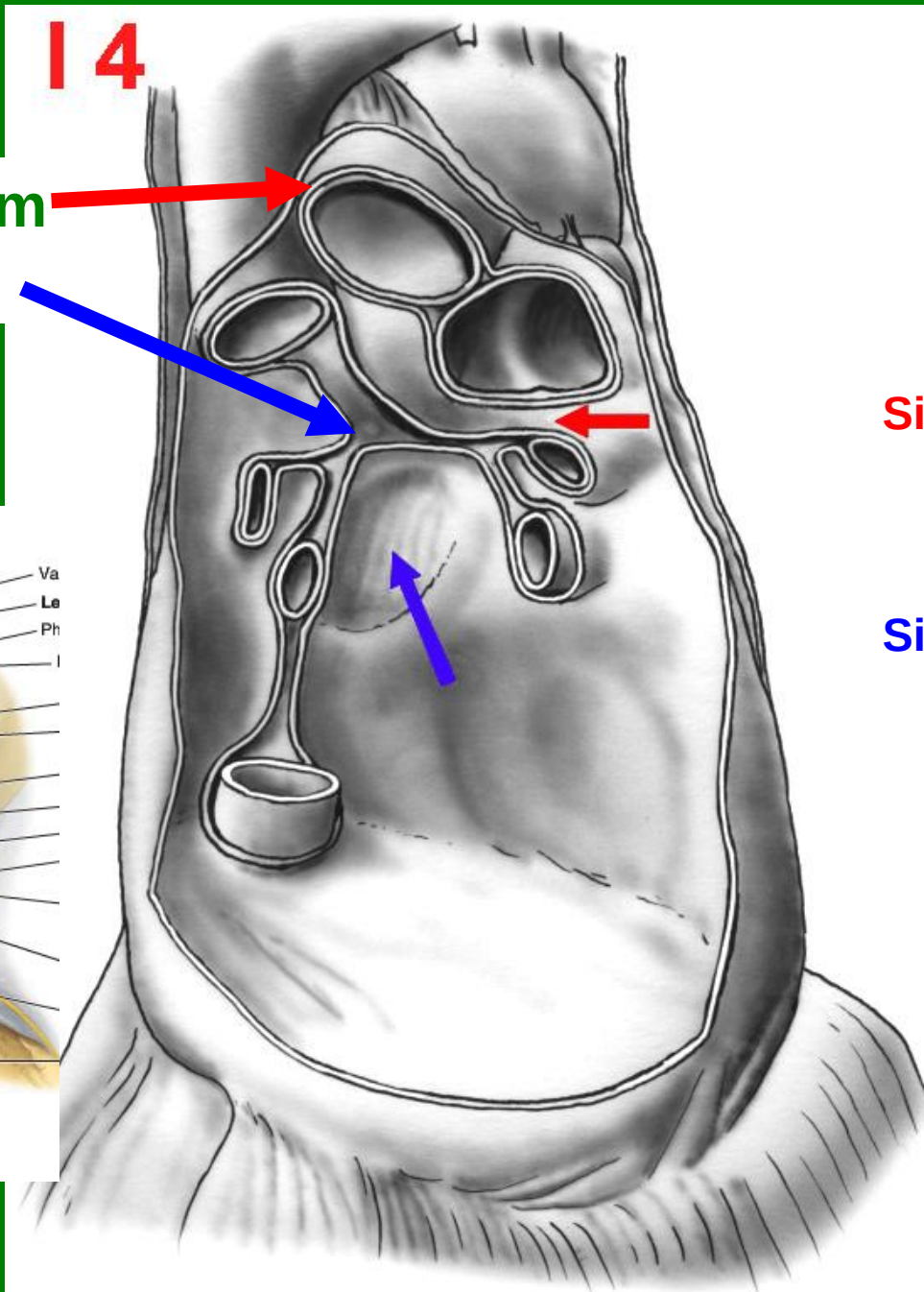
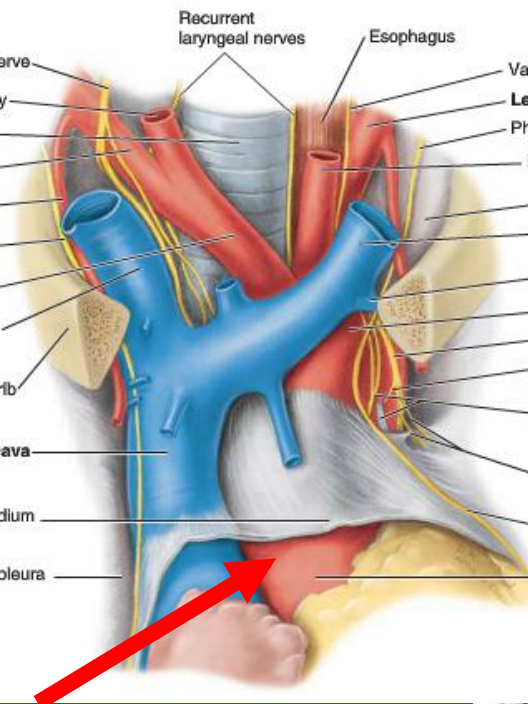






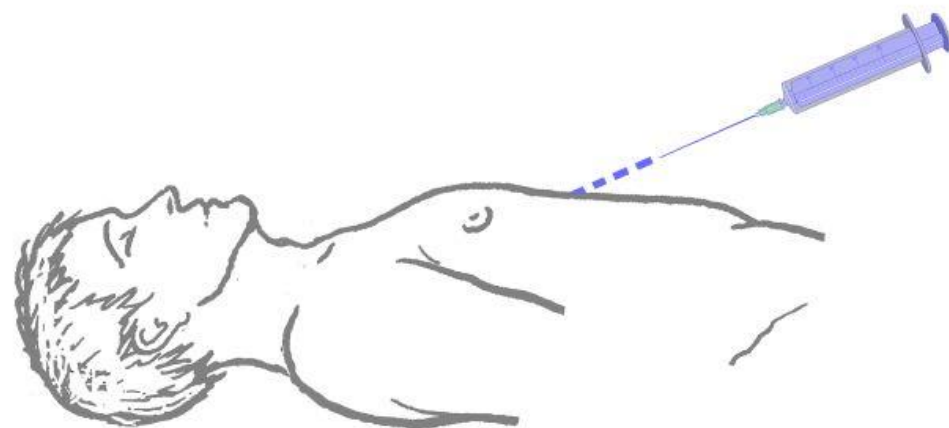
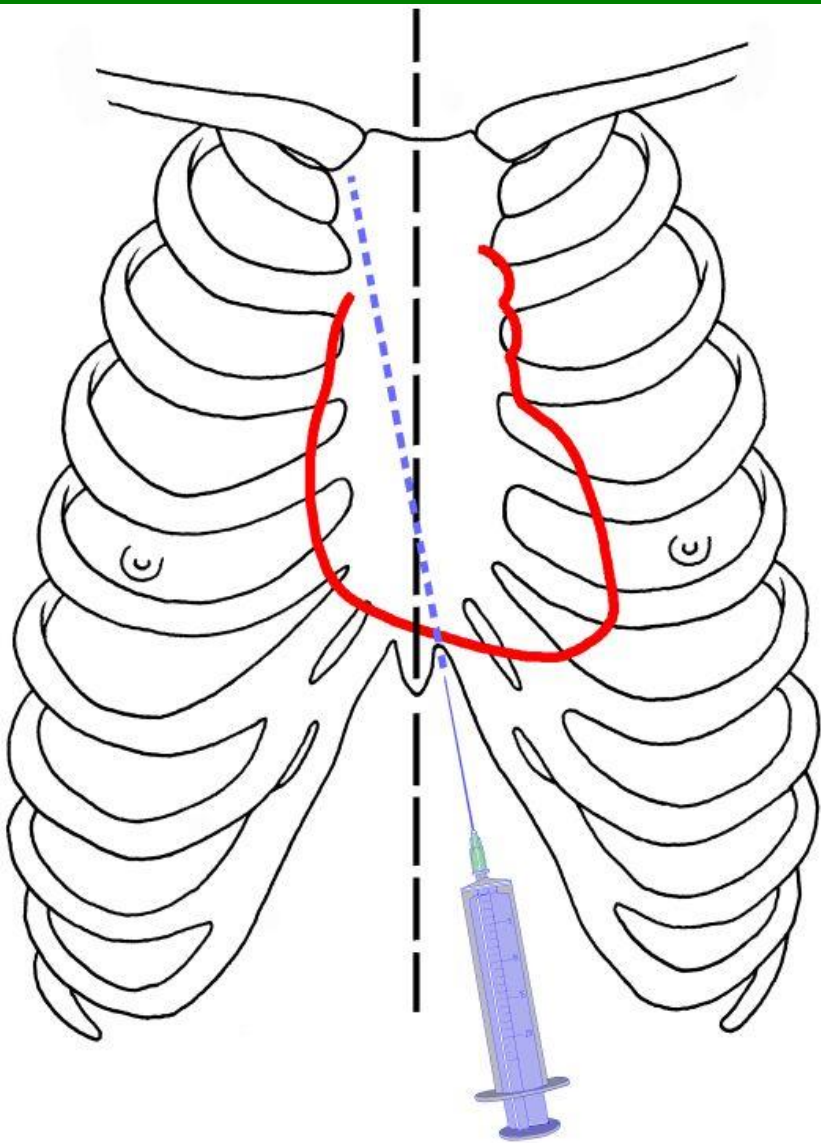
14

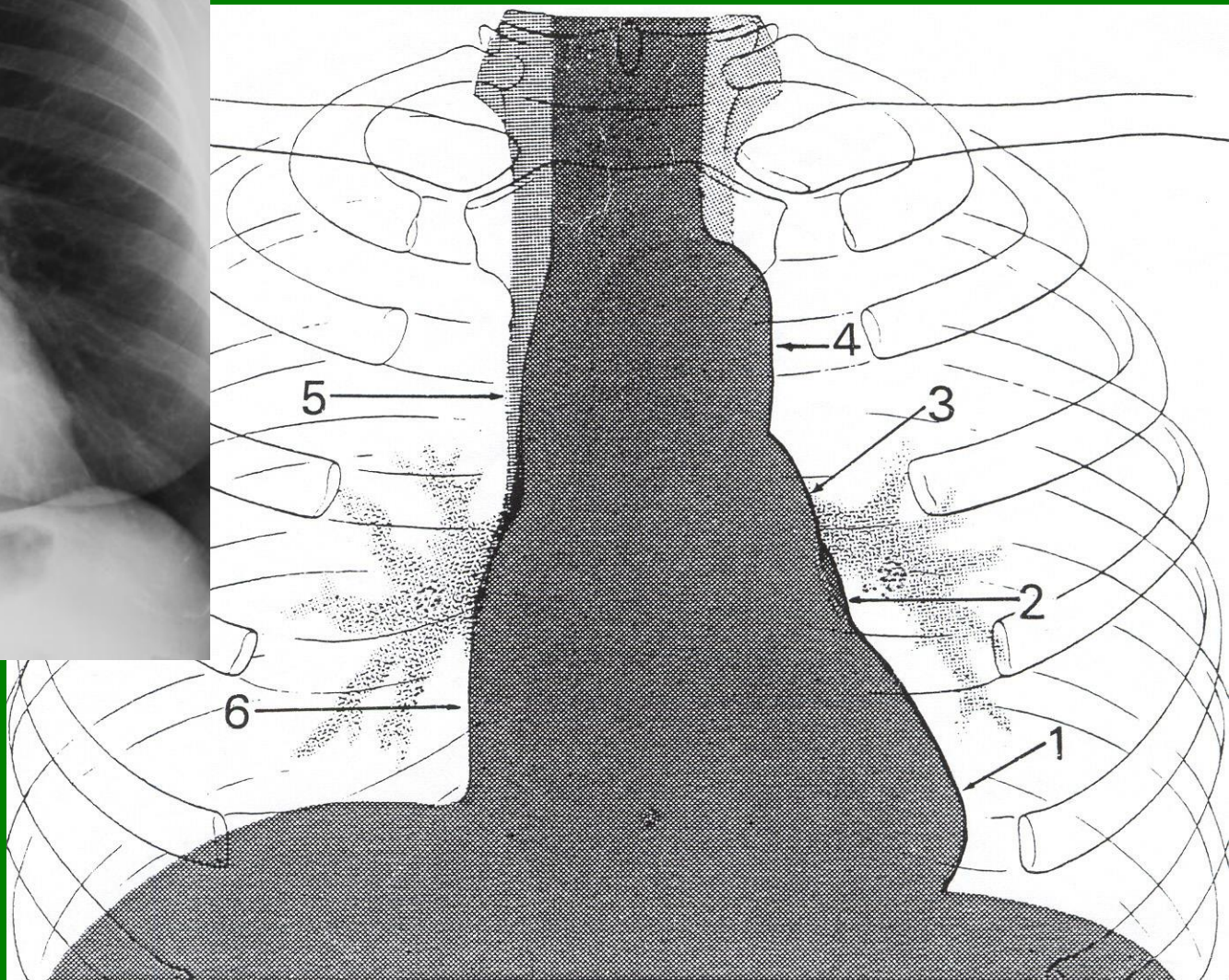
Porta arteriarum
Porta venarum

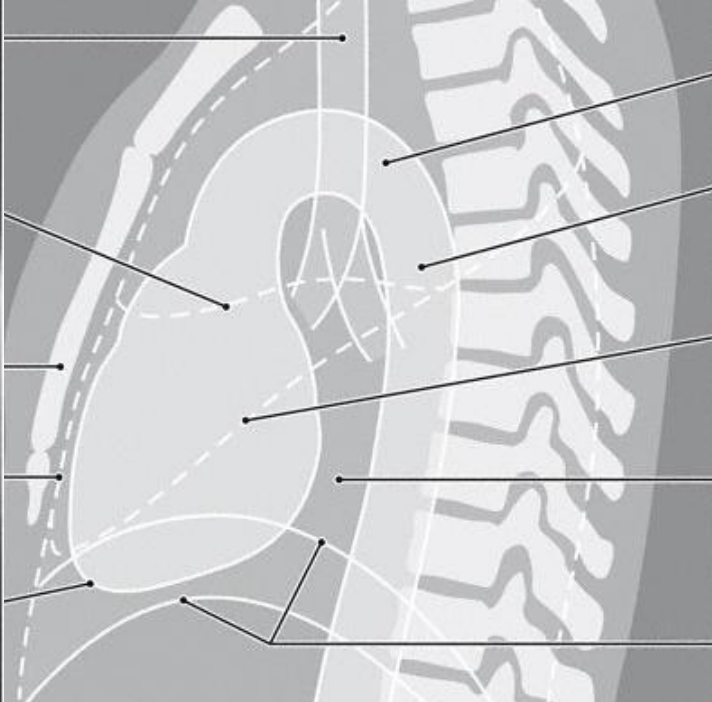


Sinus transversus

Sinus obliquus







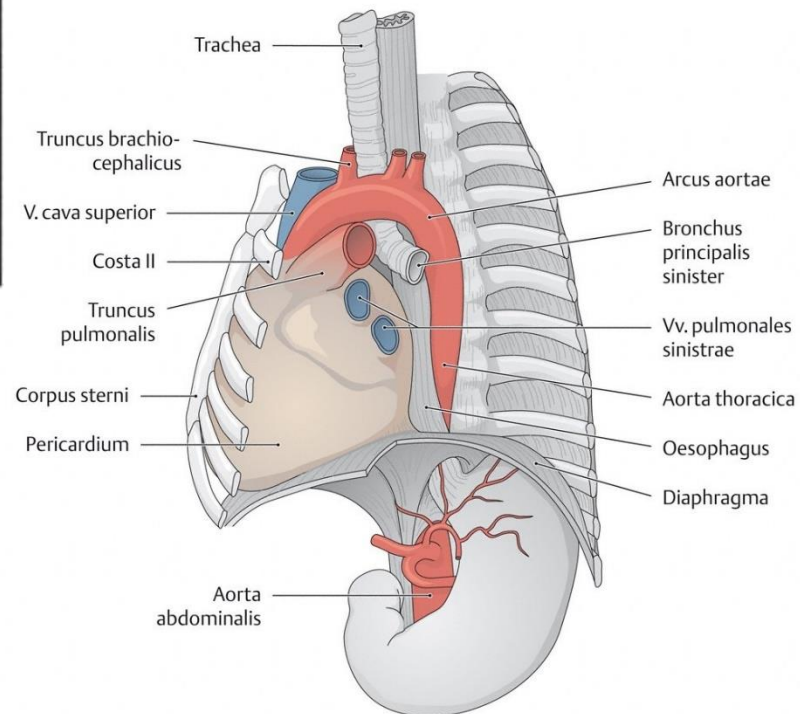
Arcus aortae

Aorta,
Pars descendens

Fissura obliqua
pulmonis dextri

Holzkecht-
Raum

linke und rechte
Zwerchfellkuppel



Trachea

Truncus brachio-
cephalicus

V. cava superior

Costa II

Truncus
pulmonalis

Corpus sterni

Pericardium

Aorta
abdominalis

Arcus aortae

Bronchus
principalis
sinister

Vv. pulmonales
sinistrae

Aorta thoracica

Oesophagus

Diaphragma

Trabecula septomarginalis

IV Septum

sinus aorticus dx..

výtoková část
levé komory

RV

LV

RA

LA

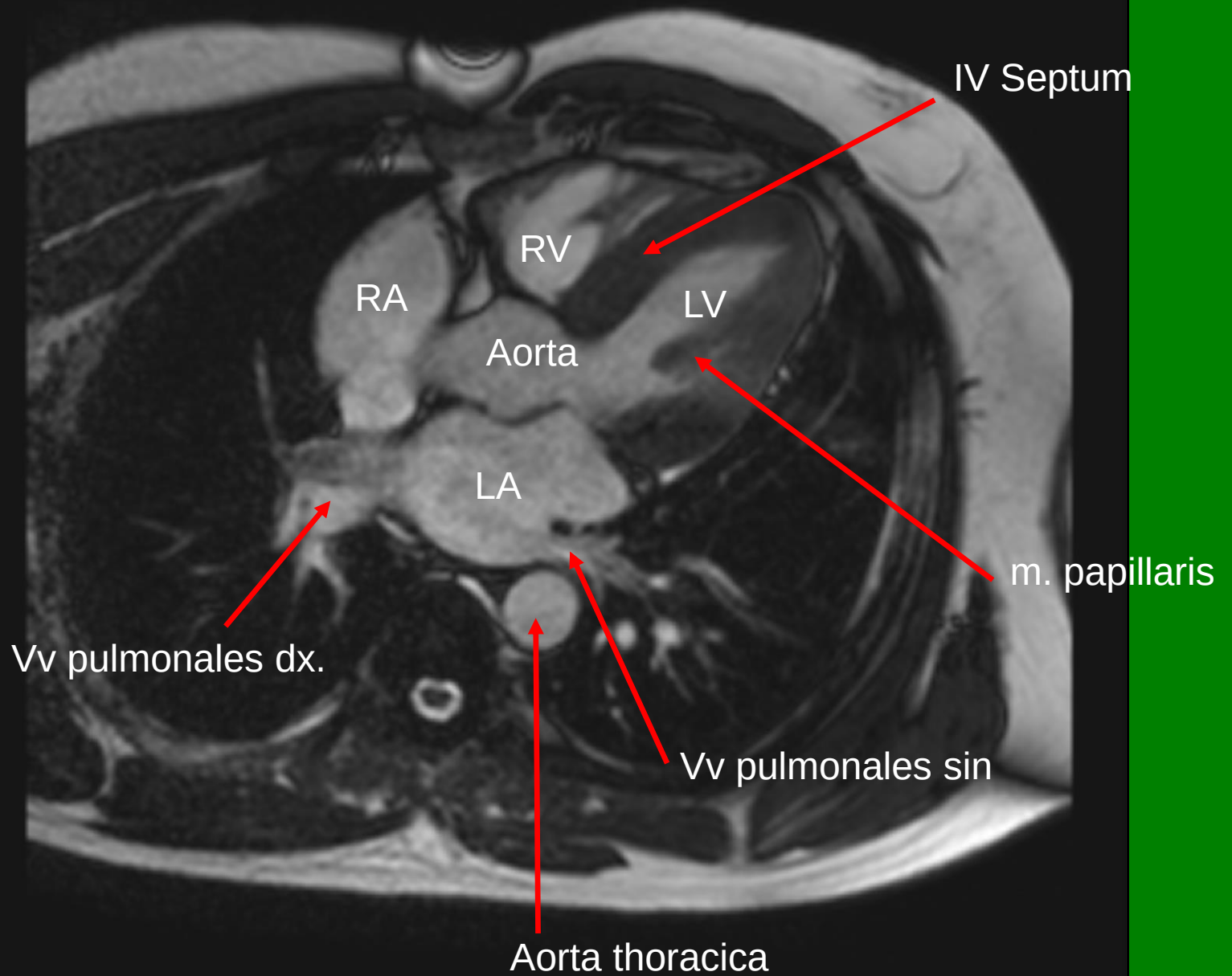
vv pulmonales dx.

m. papillaris post.

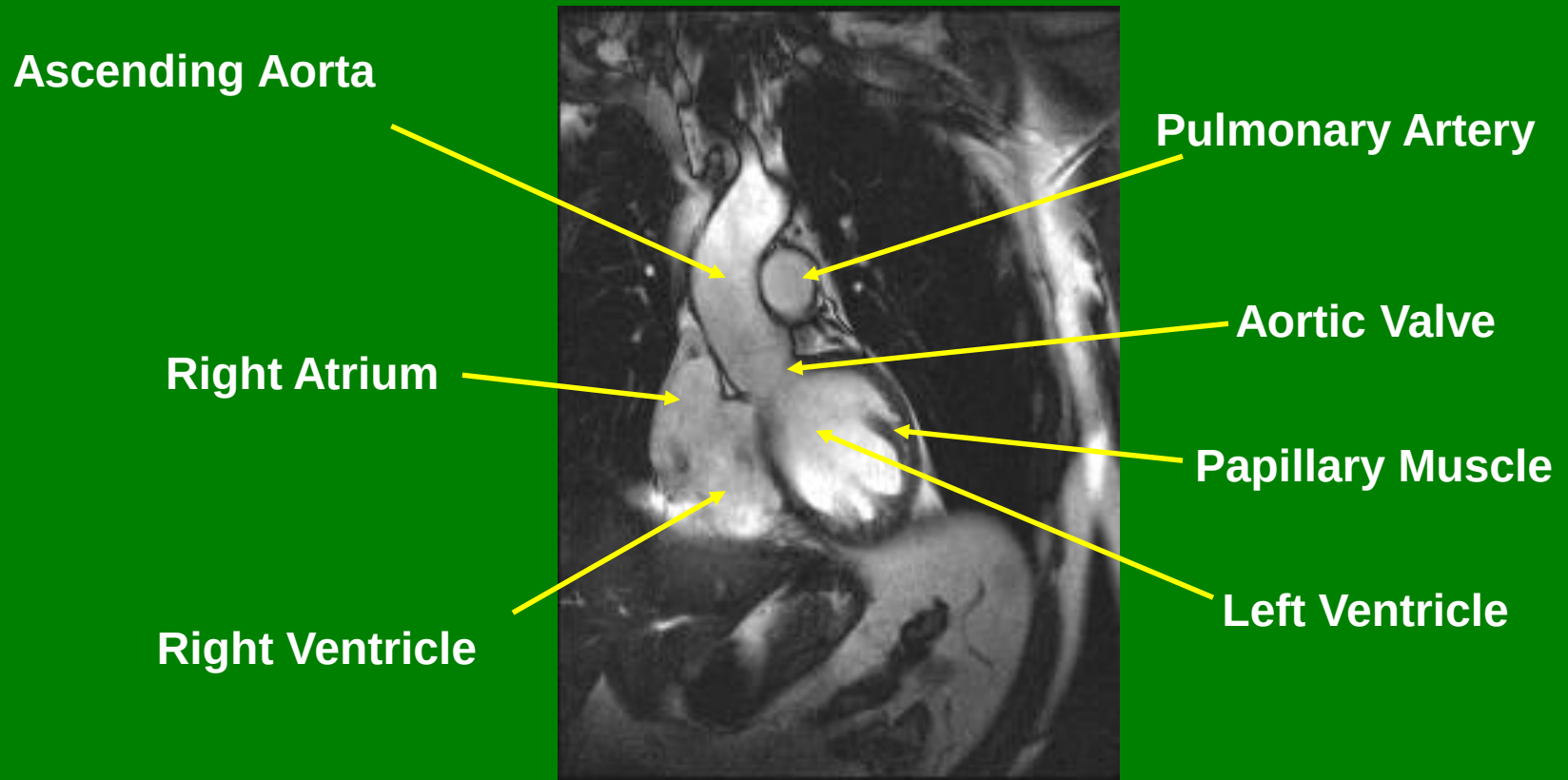
v. pulmonalis sin. (inf.)

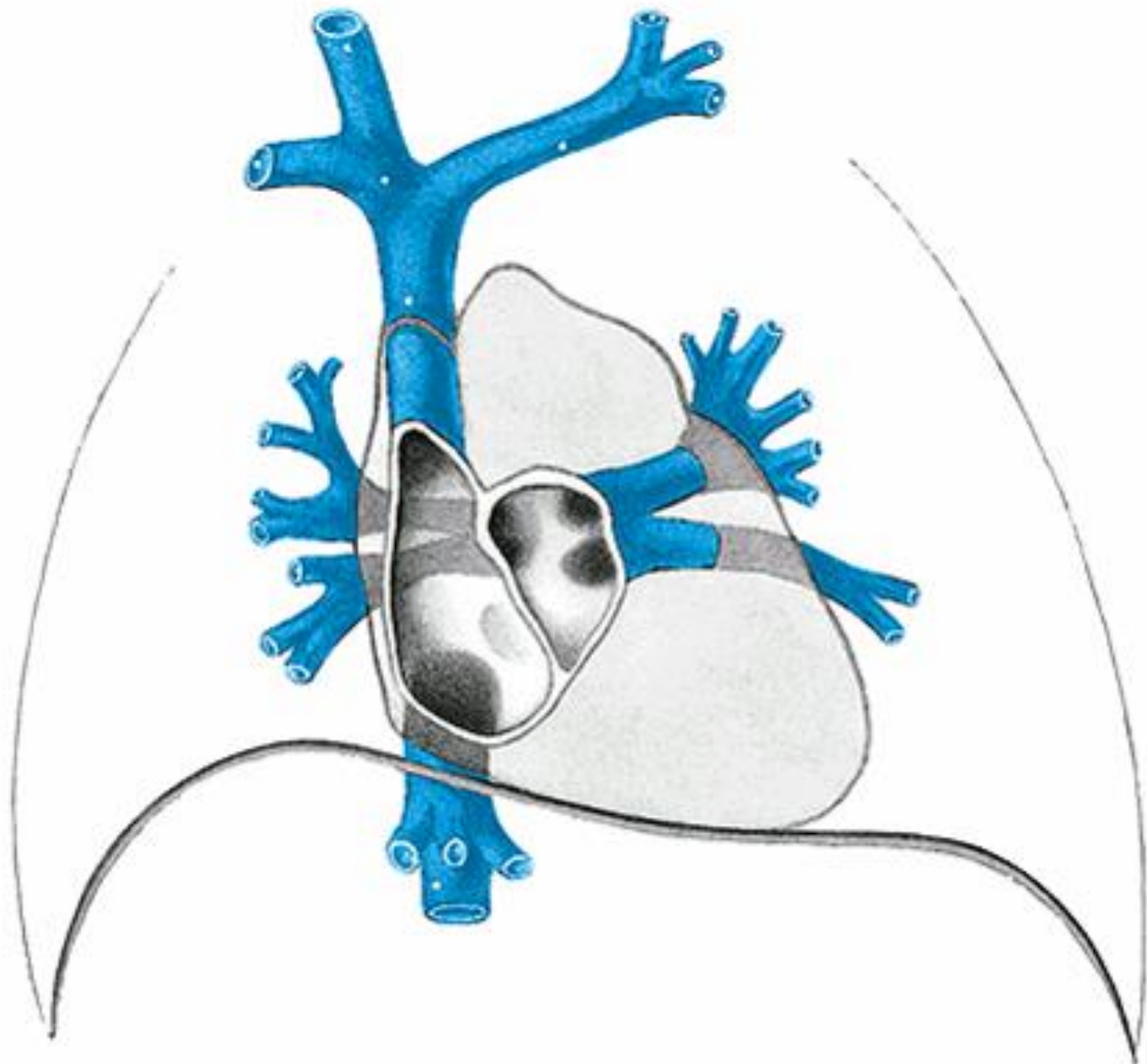
přední cíp
mitrální chlopně

Aorta thoracica

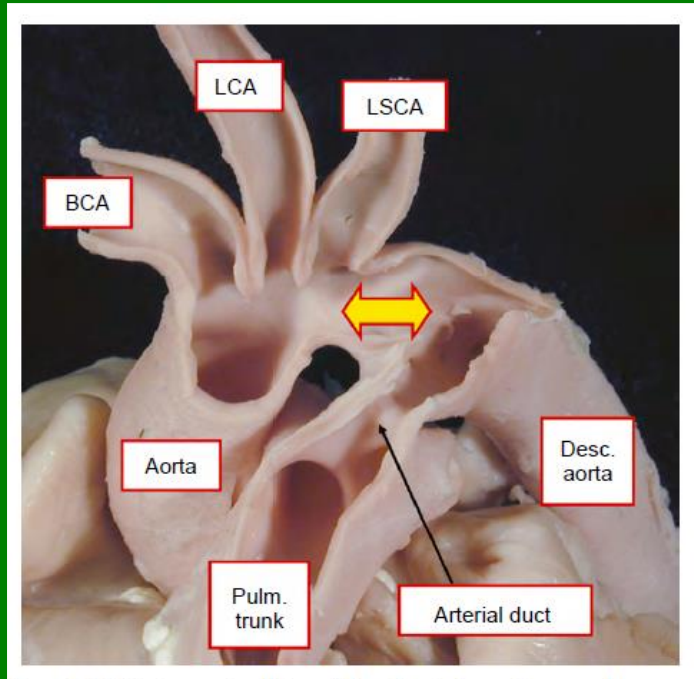
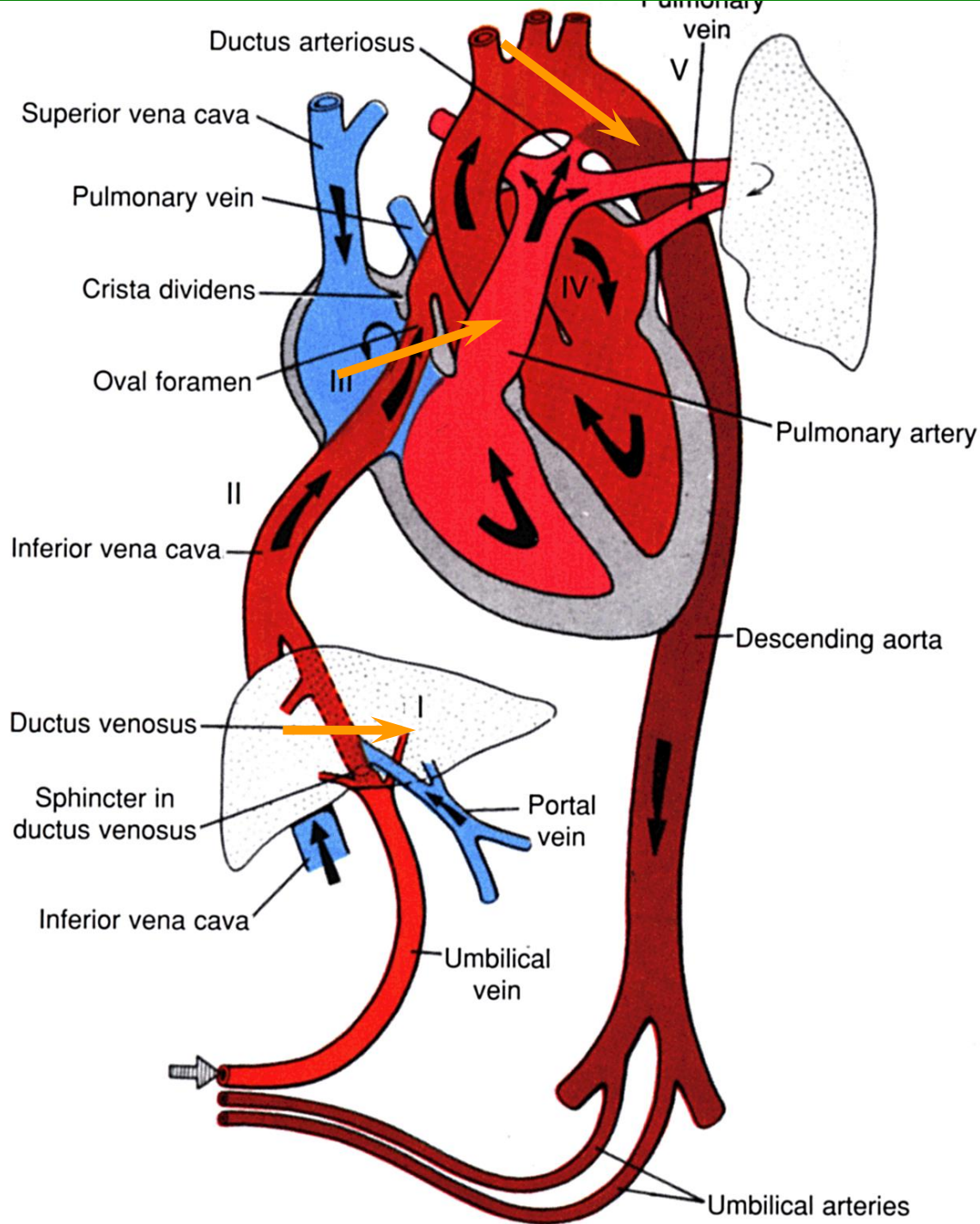


Aortic Outflow Tract



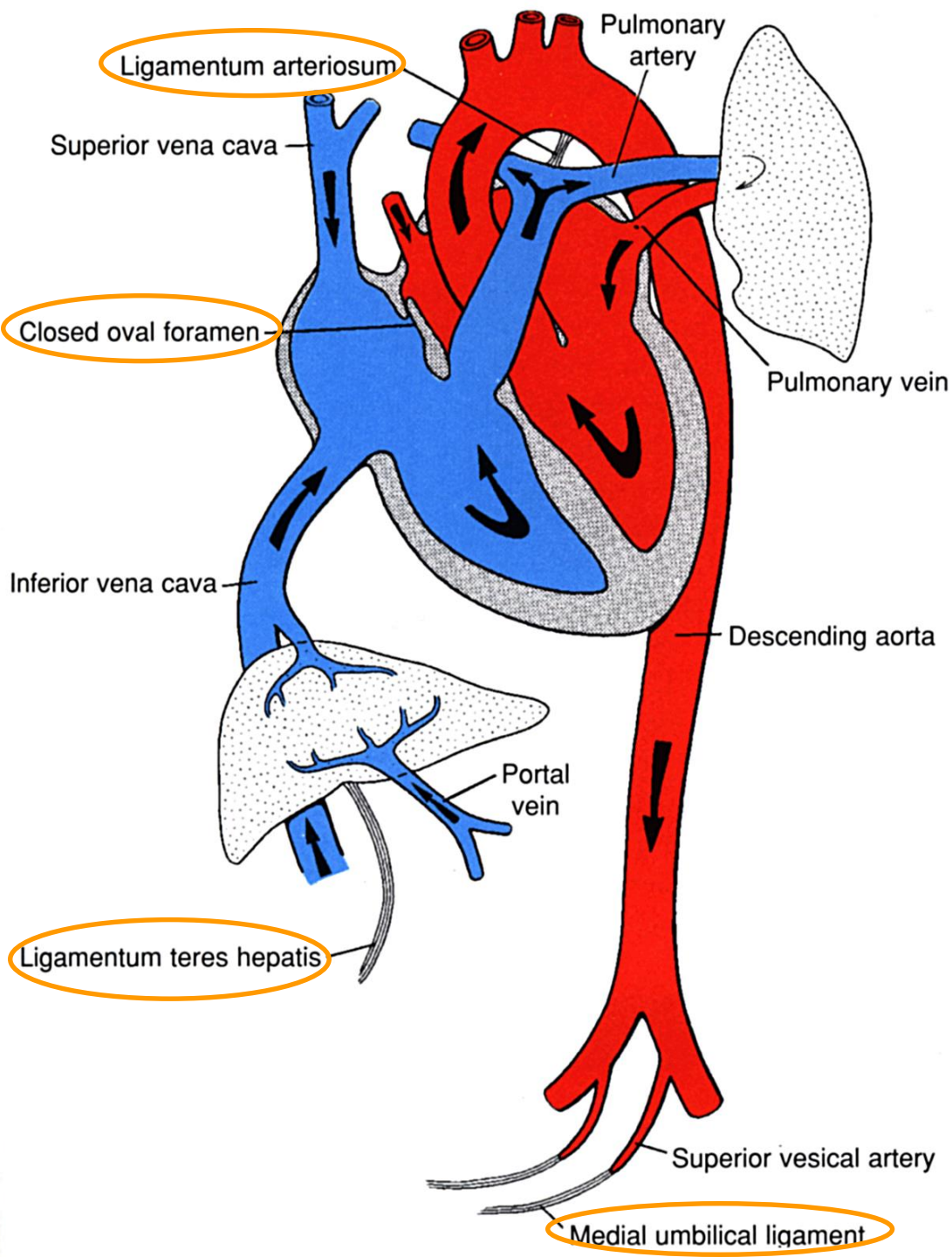


Fetální a postnatální krevní oběh



in utero

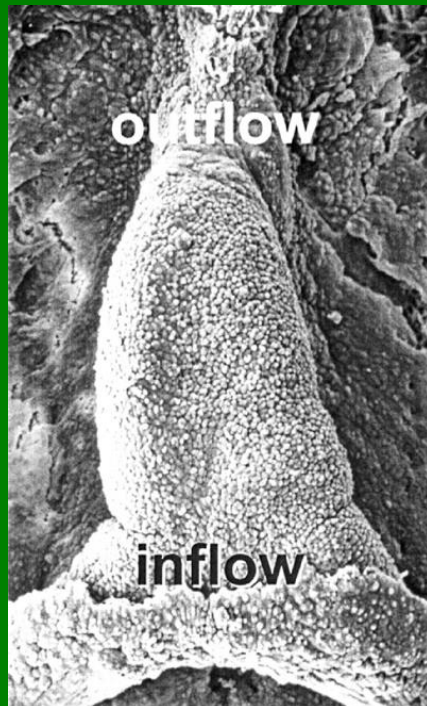
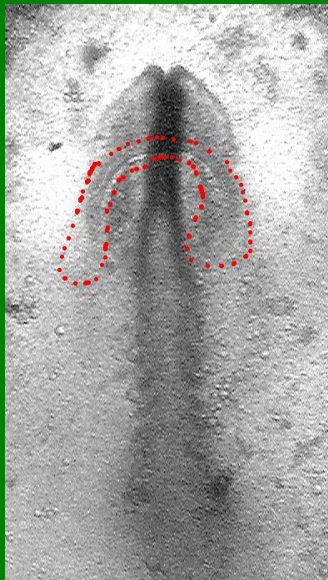
Přestavba oběhu po narození



post partum

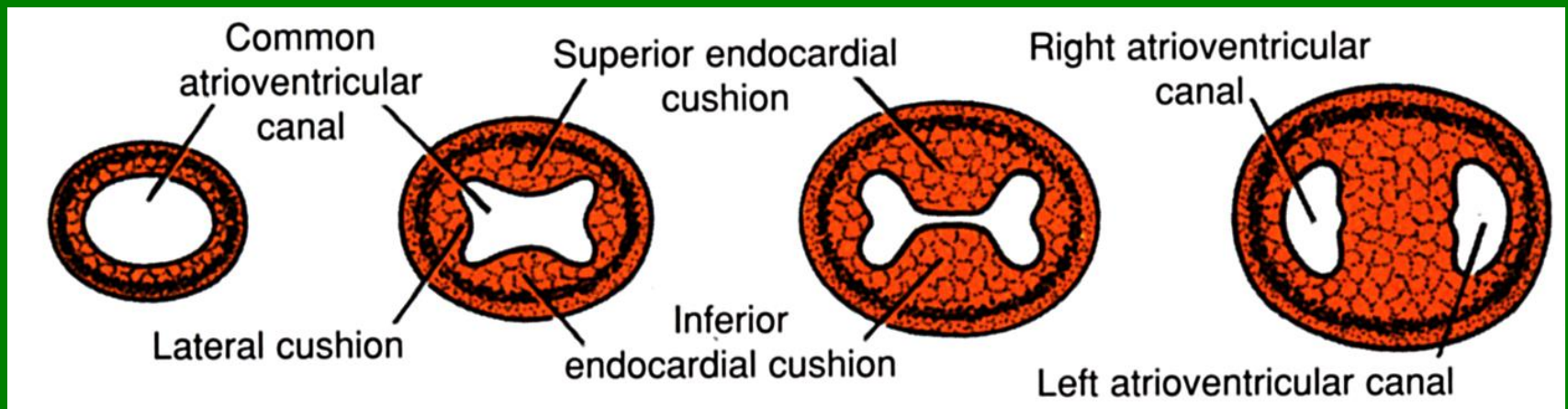
Hlavní milníky vývoje srdce

- indukce kardiogenního mesodermu
- srdeční trubice
- srdeční klička
- čtyři kompartmenty – septace a vznik chlopní
- převodní systém a vývoj koronárních cév



Morfo-genetické mechanismy

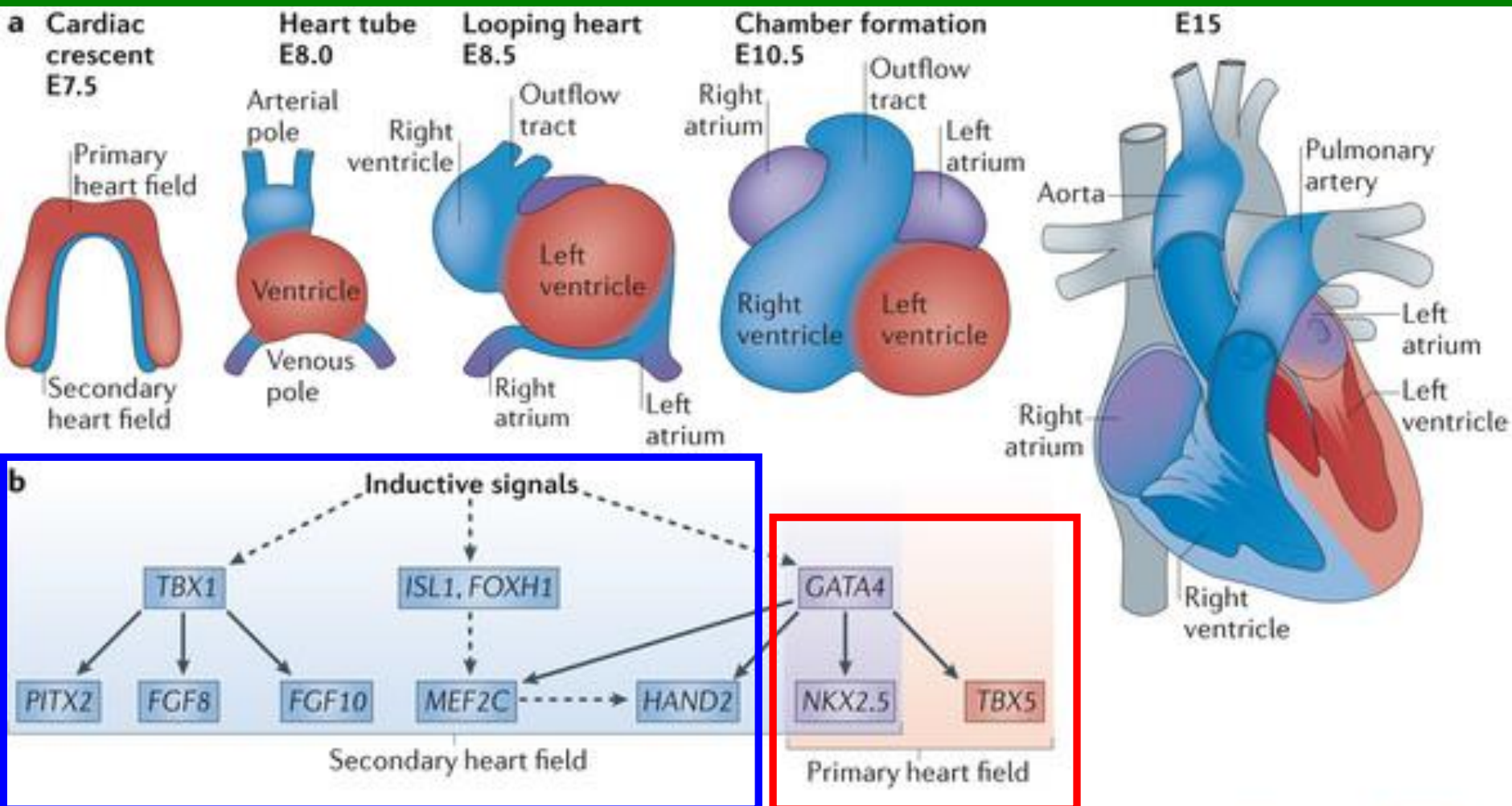
- Proliferace
- Epithelo-mezenchymová transformace
- Migrace
- Diferenciace
- Apoptosa – programovaná buněčná smrt



Kardiogenní mesoderm

Primární srdeční pole – LV a přední část síní

sekundární srdeční pole – další oddíly srdce

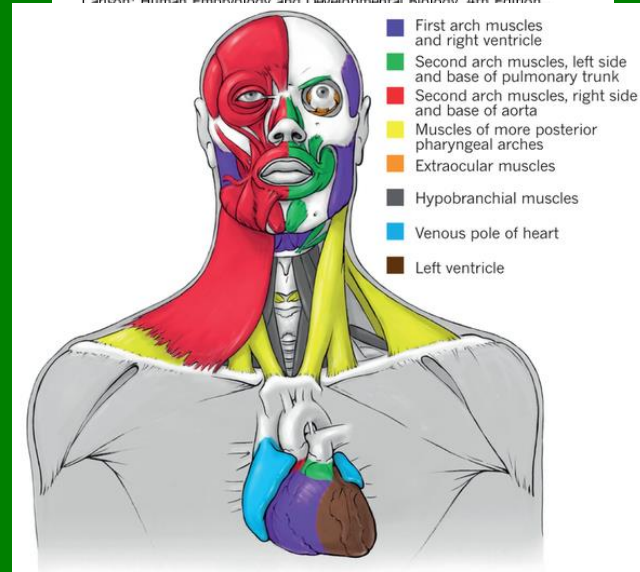
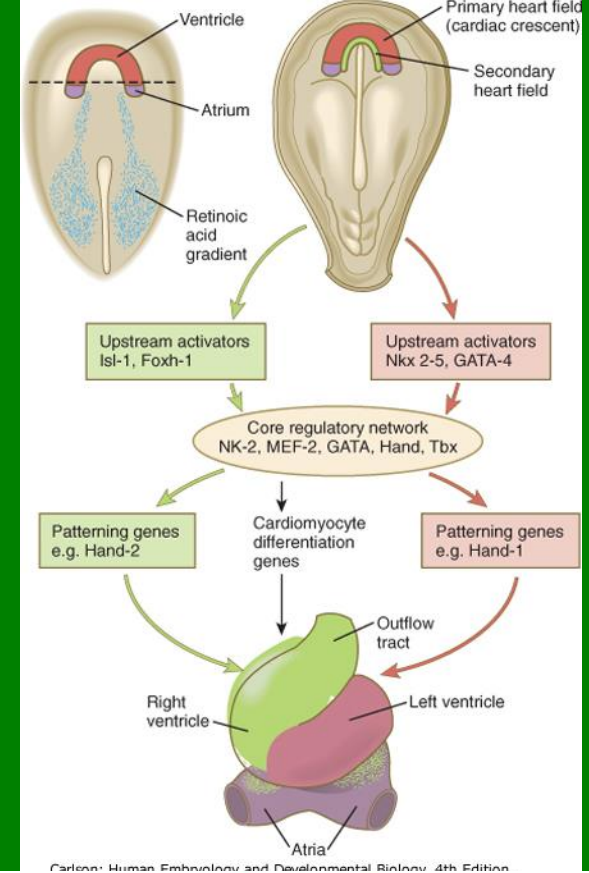


Žvýkácí a mimické svaly vznikají z mesodermu, který se rozrůstá do 1. a 2. pharyngového oblouku.

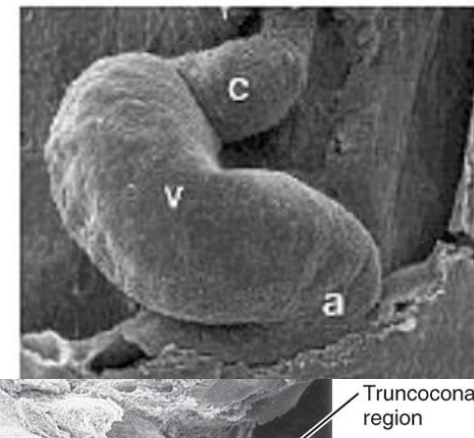
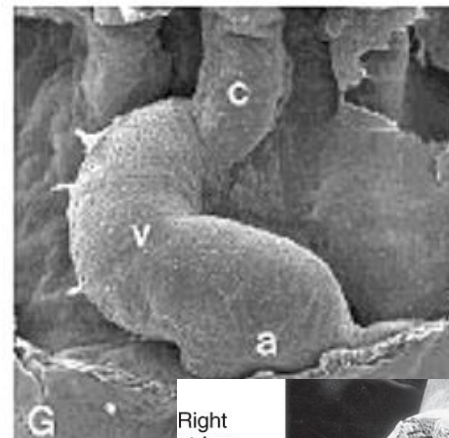
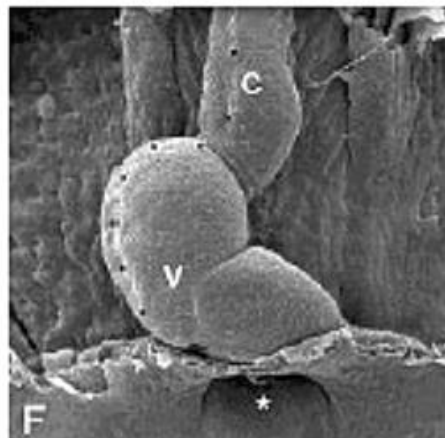
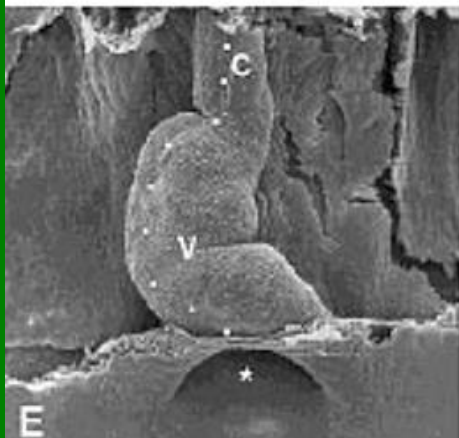
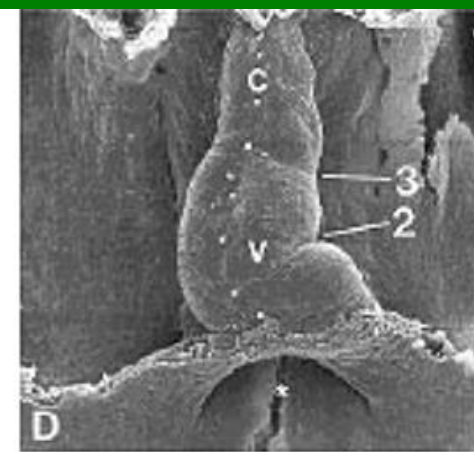
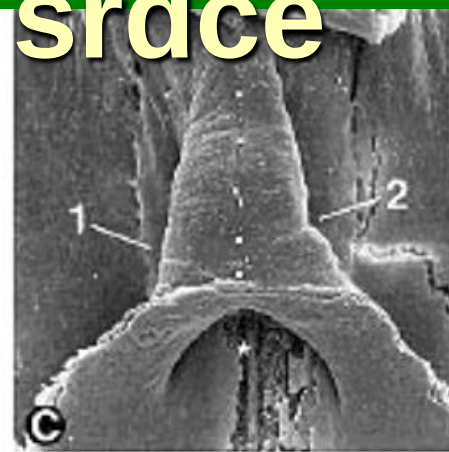
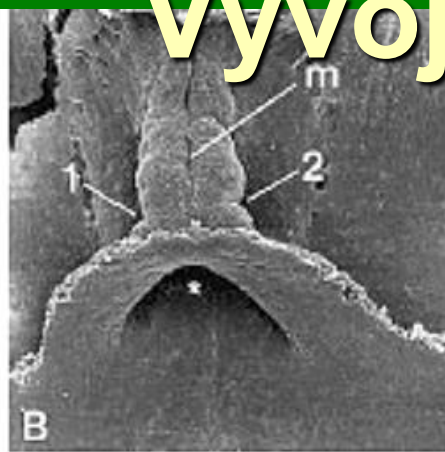
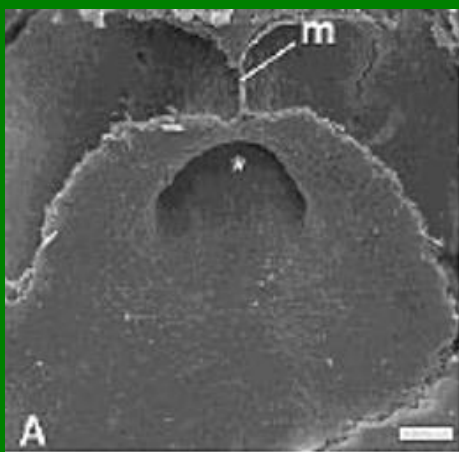
Tyto oblouky také obsahují progenitory ze sekundárního srdečního pole. Buňky z kardiopharyngového mesodermu mají různý konečný osud, lze prokázat genetickým značením.

BA 1 - retrospektivní klonální analýza u myších embryí prokázala, že žvýkácí svaly a myokard pravé komory pochází ze společných progenitorových buněk

BA 2 - myokard při bási truncus pulmonalis a aorty je klonálně příbuzný s mimickými svaly.

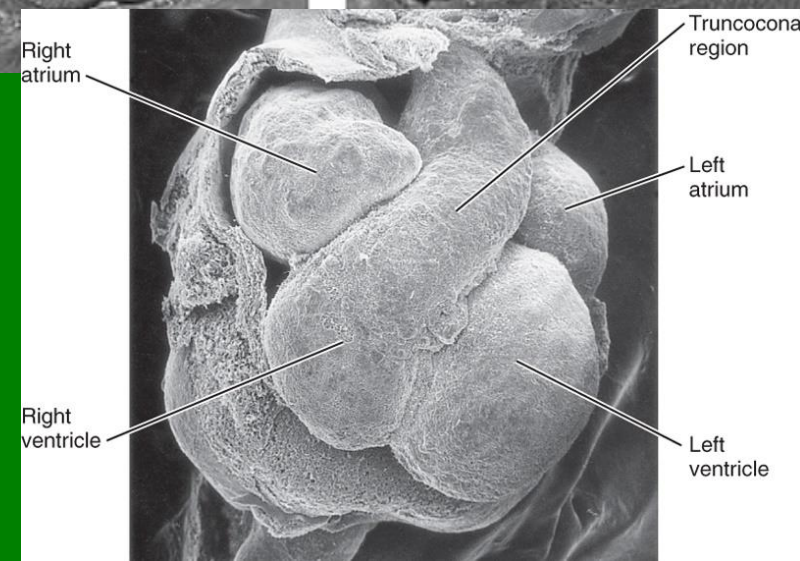


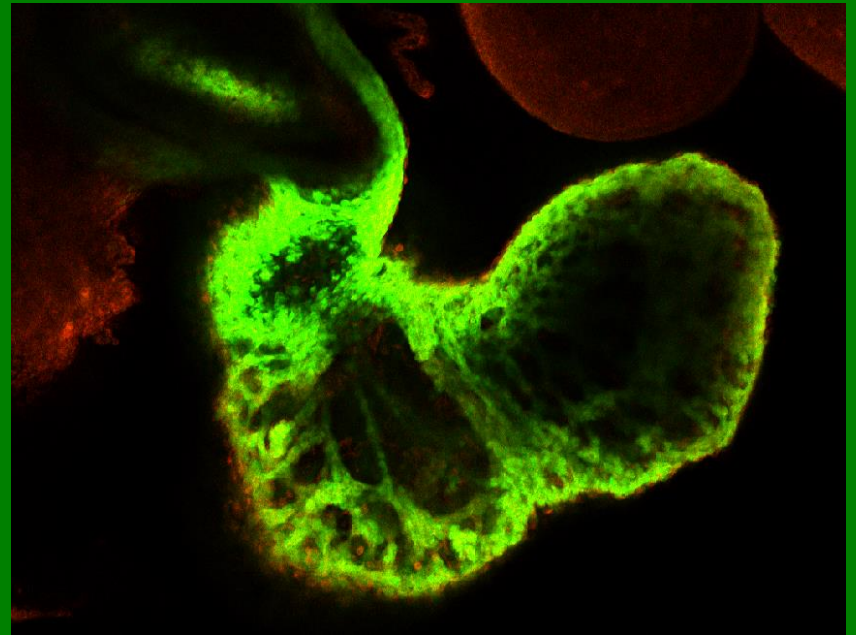
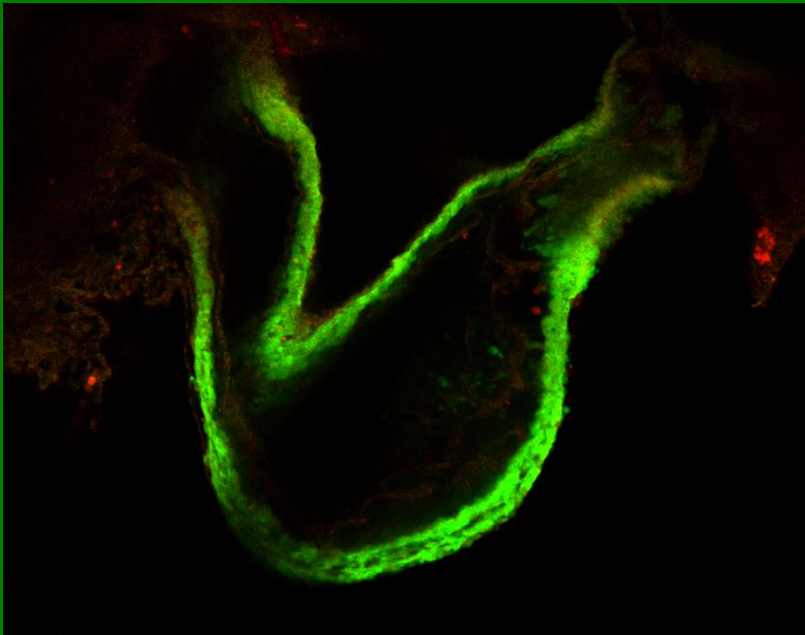
Vývoj srdce



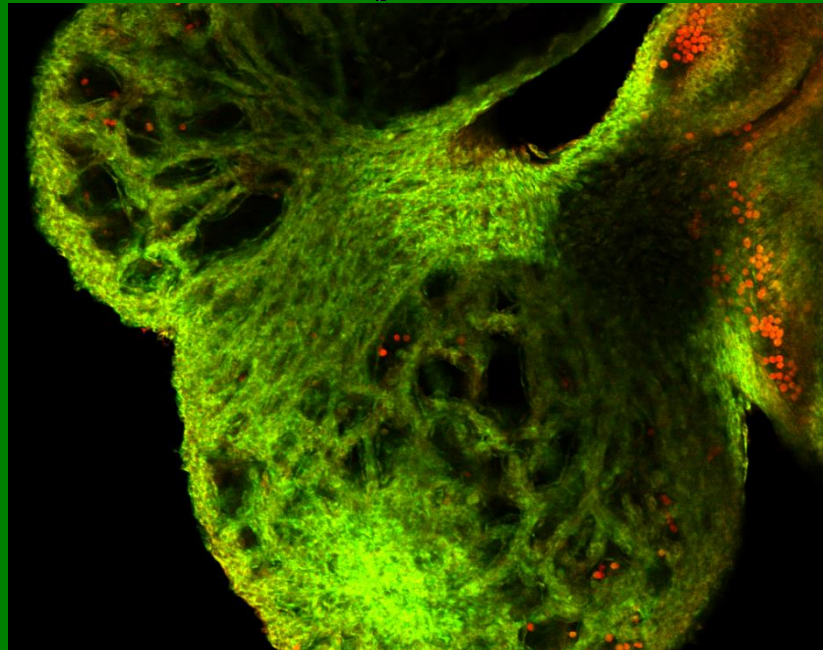
Zprvu jen dvouvrstevná trubice
endokard a myokard + srdeční rosol

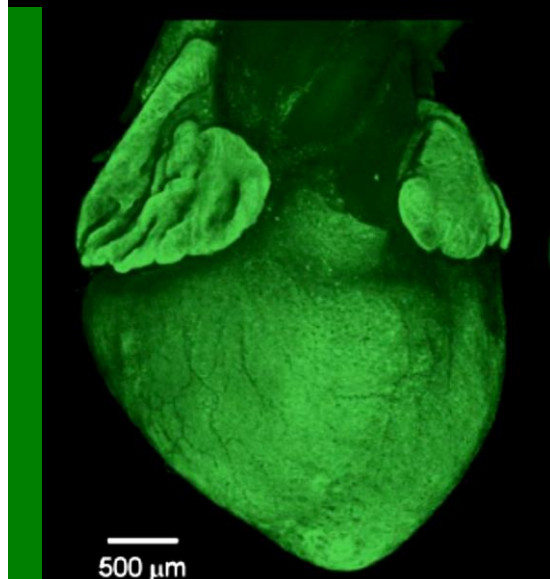
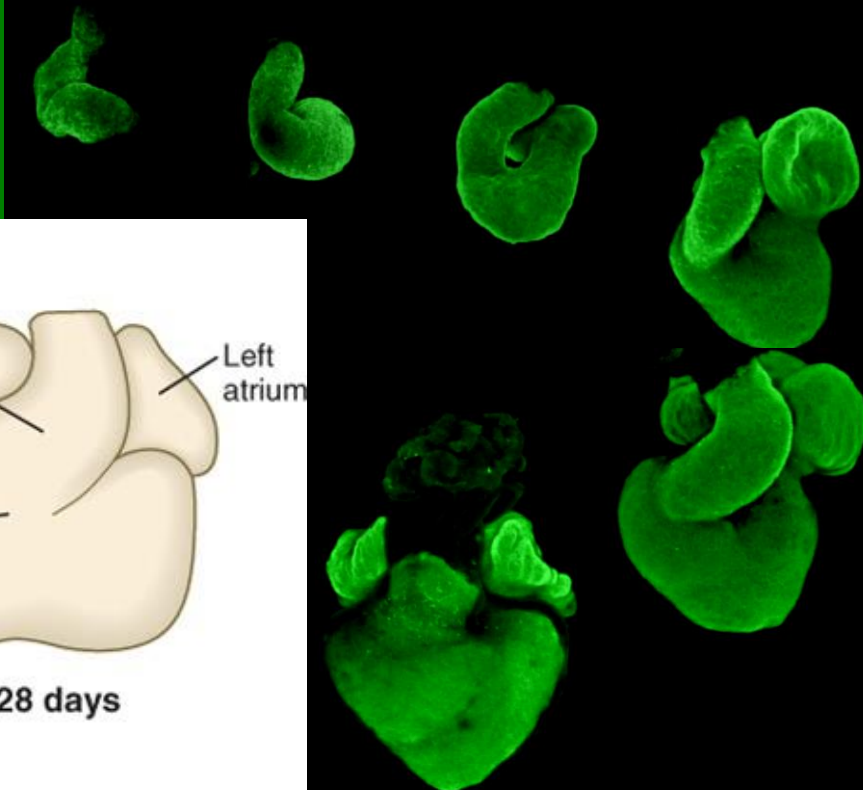
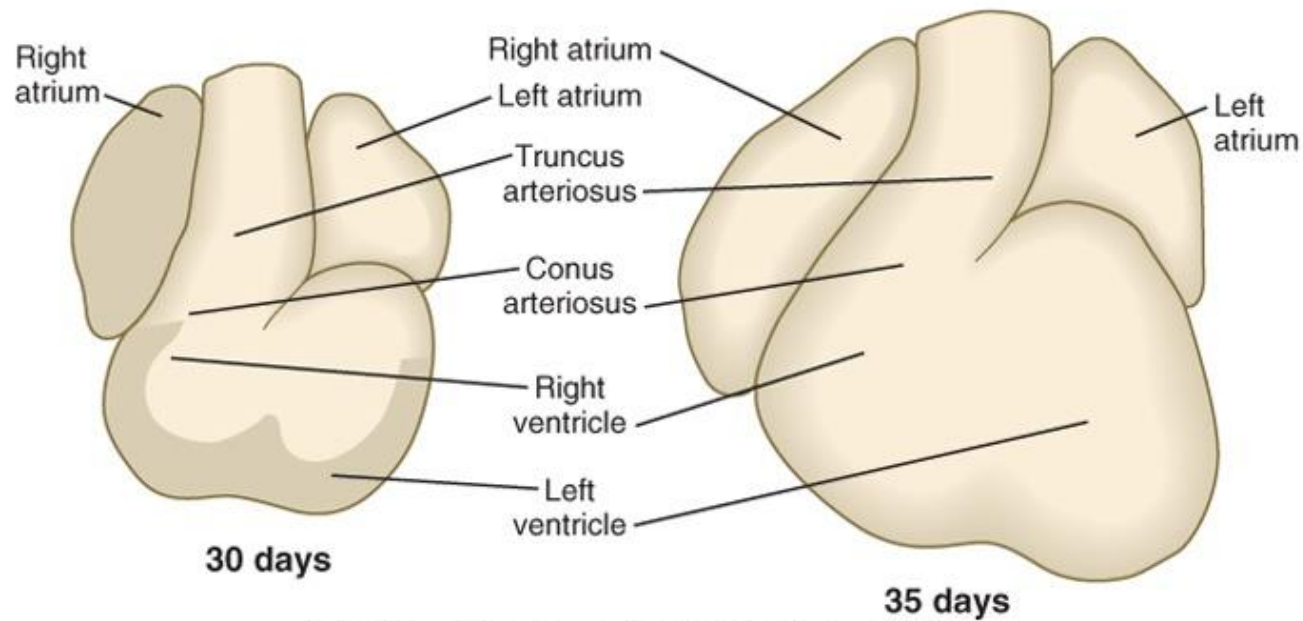
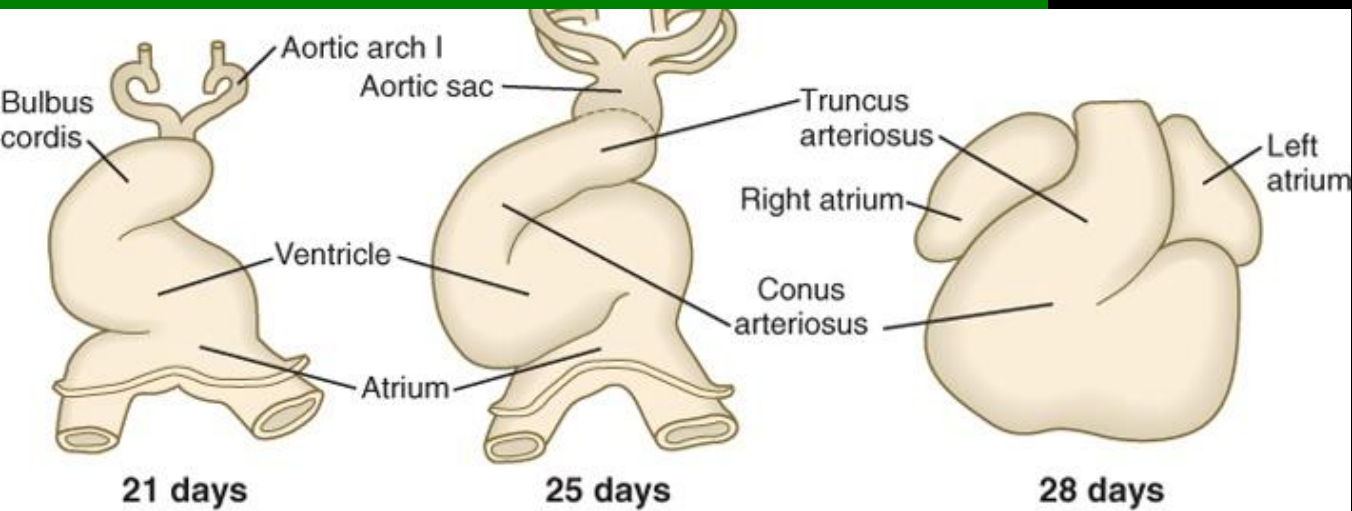
peristaltická pumpa

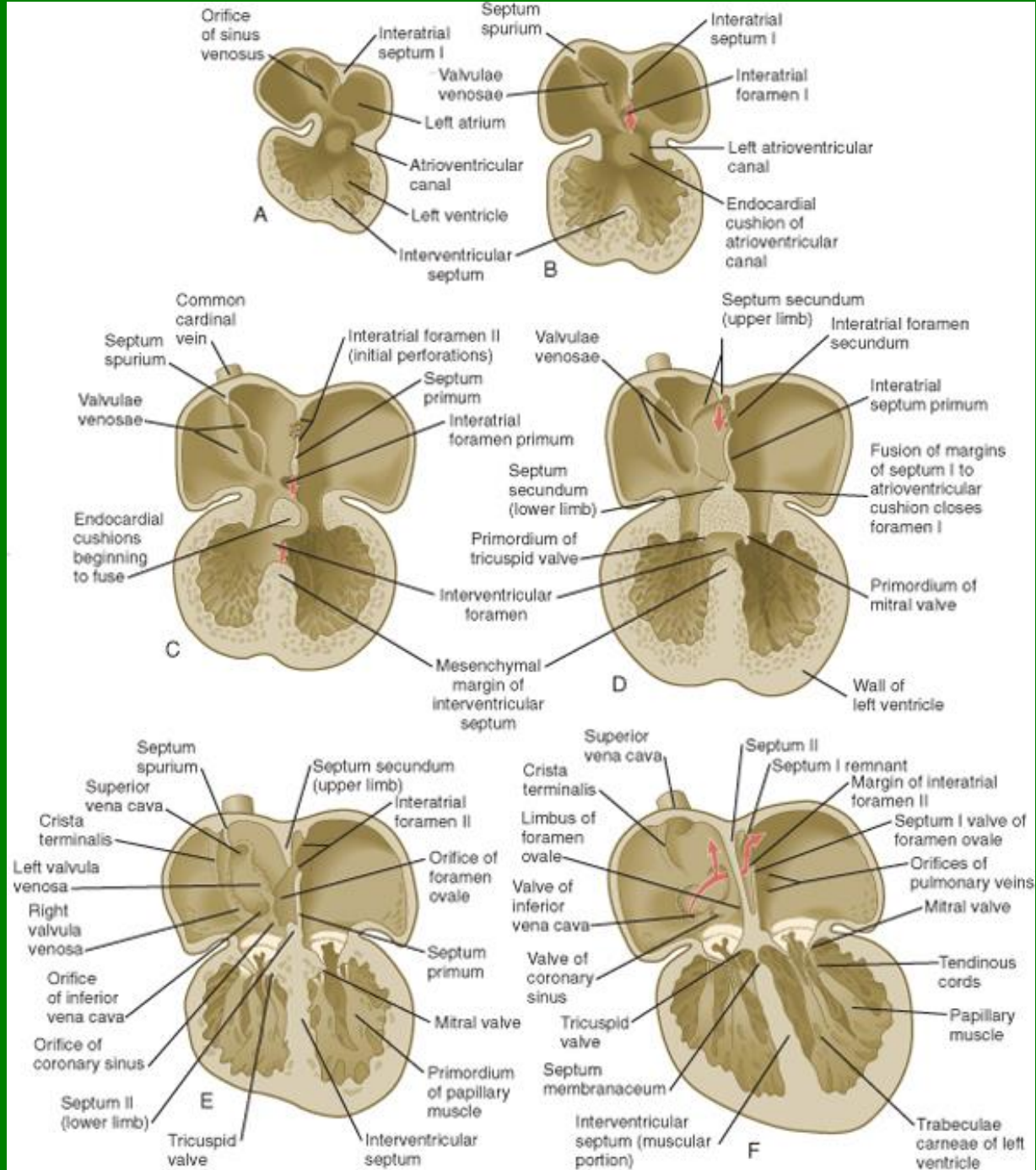


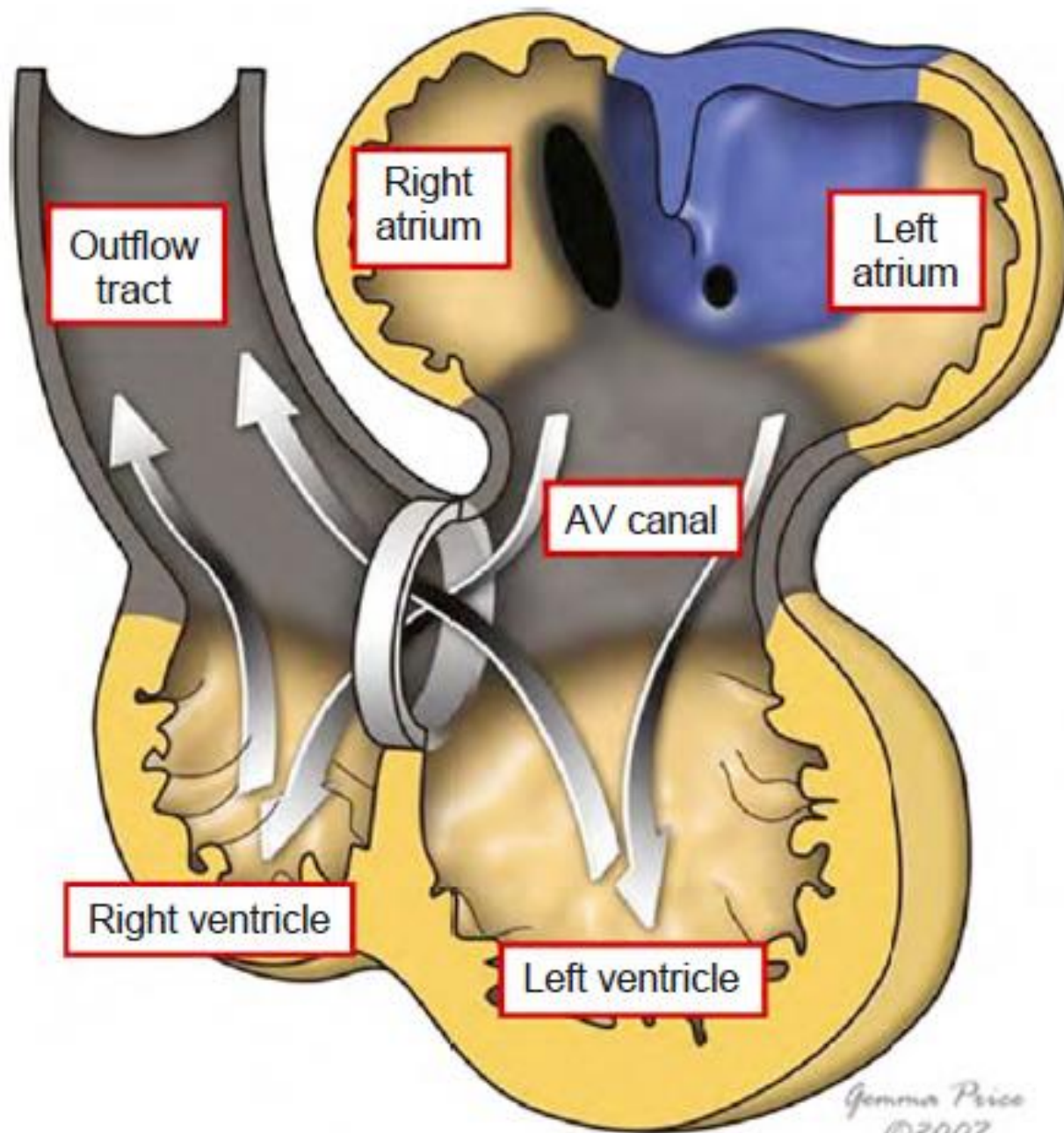


Diferenciace stěny,
tvorba trabekul

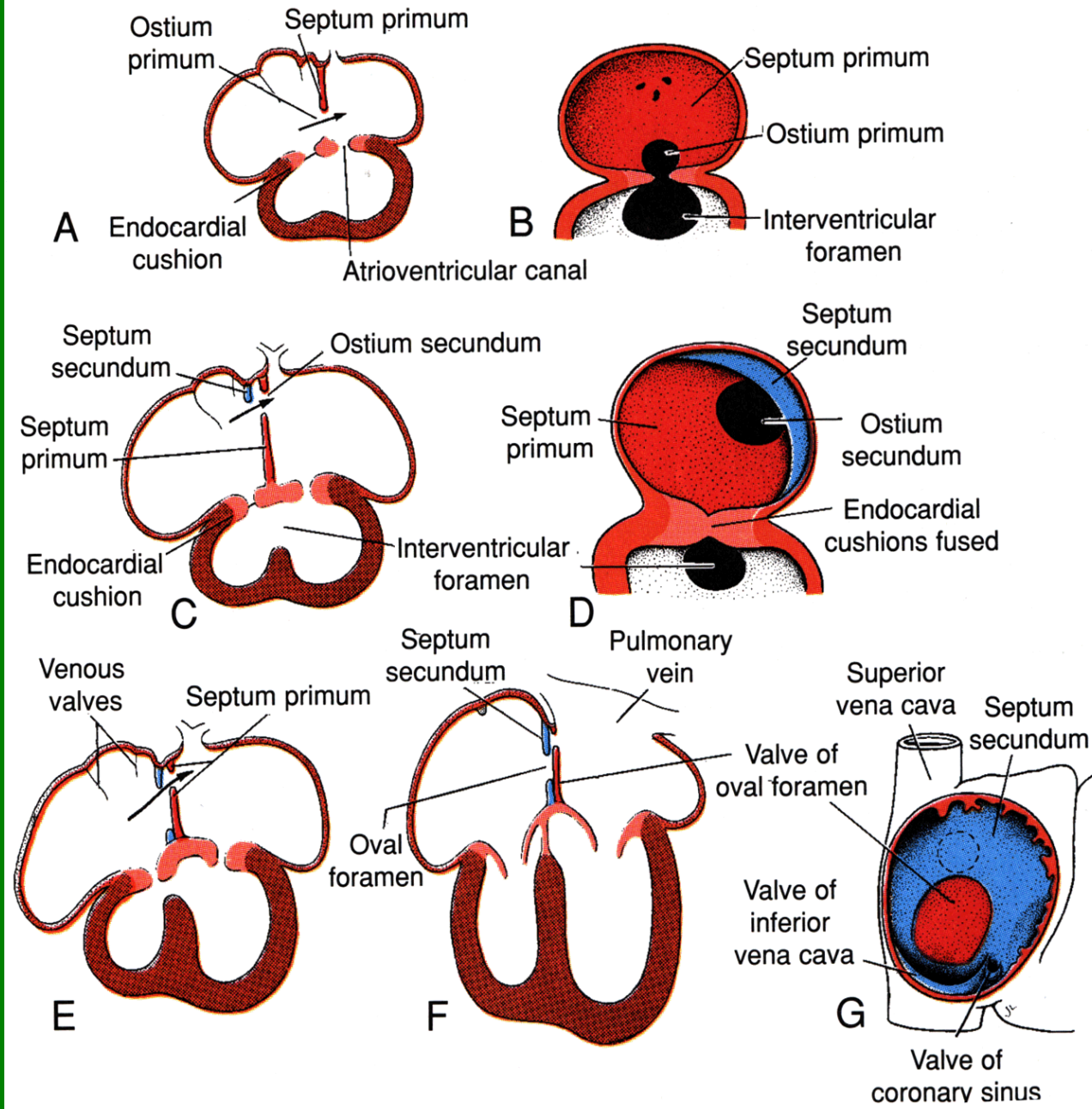




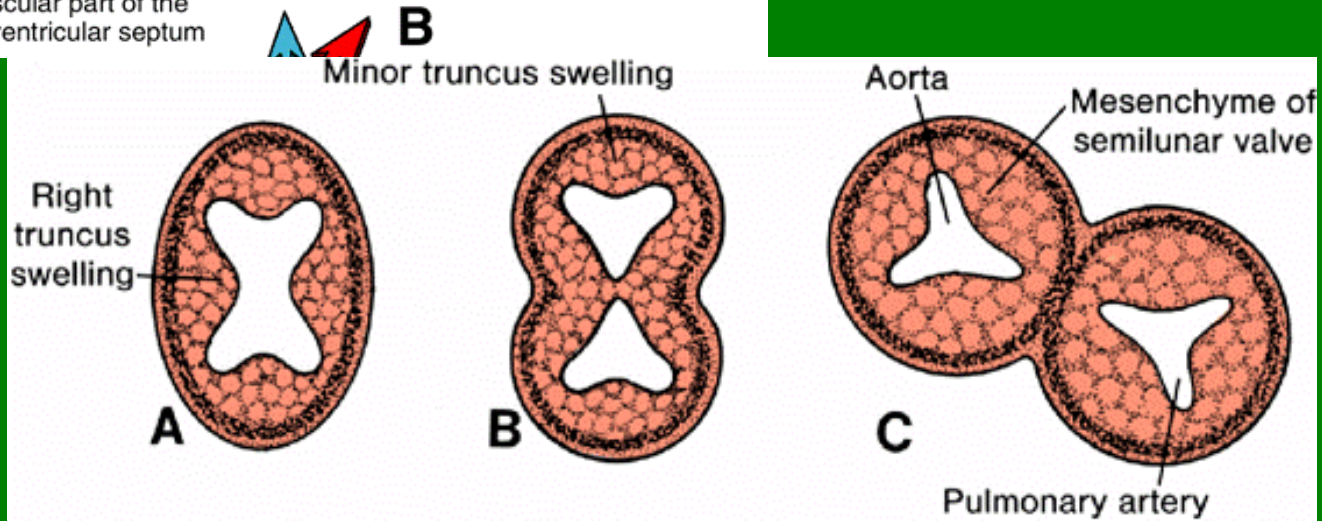
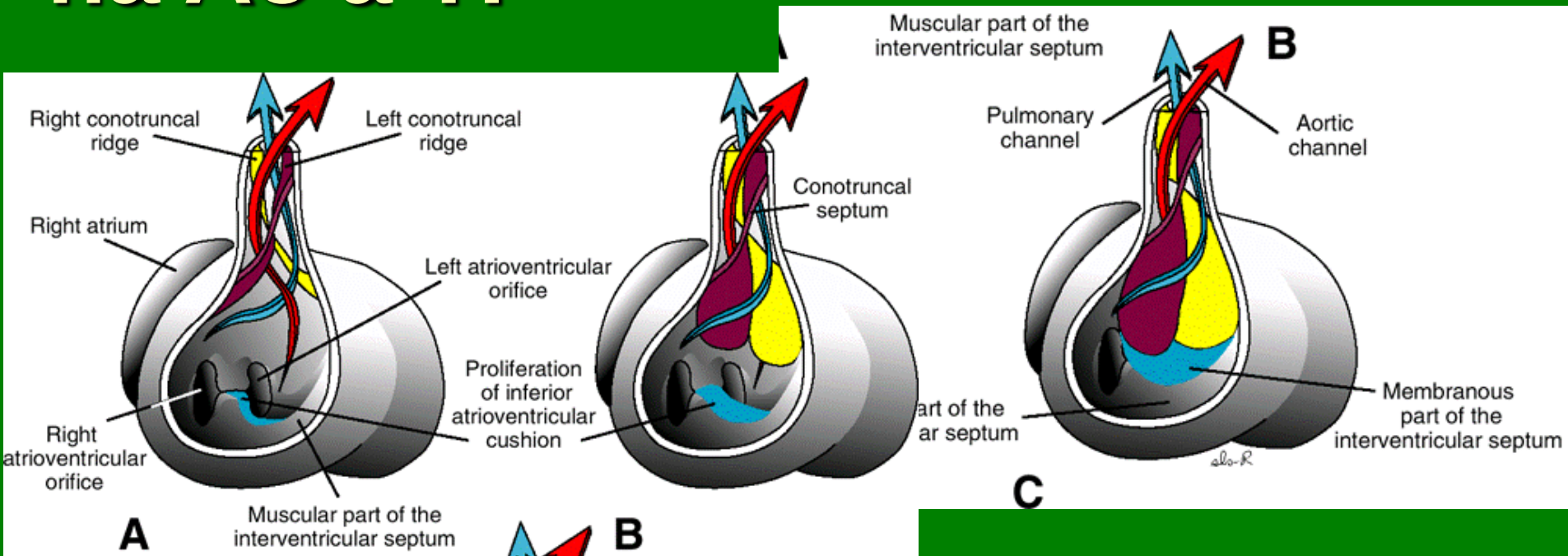




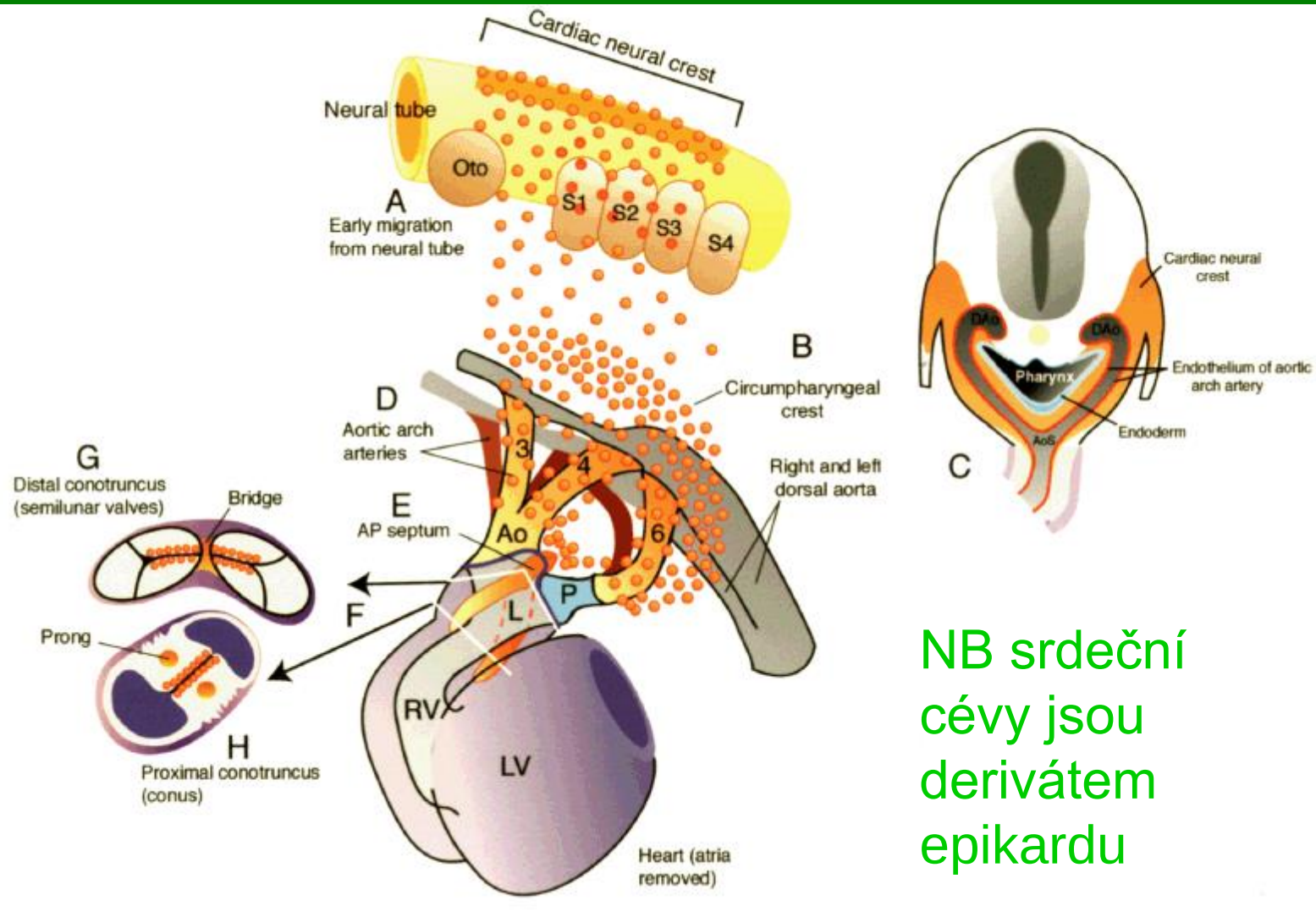
Septace síní a komor



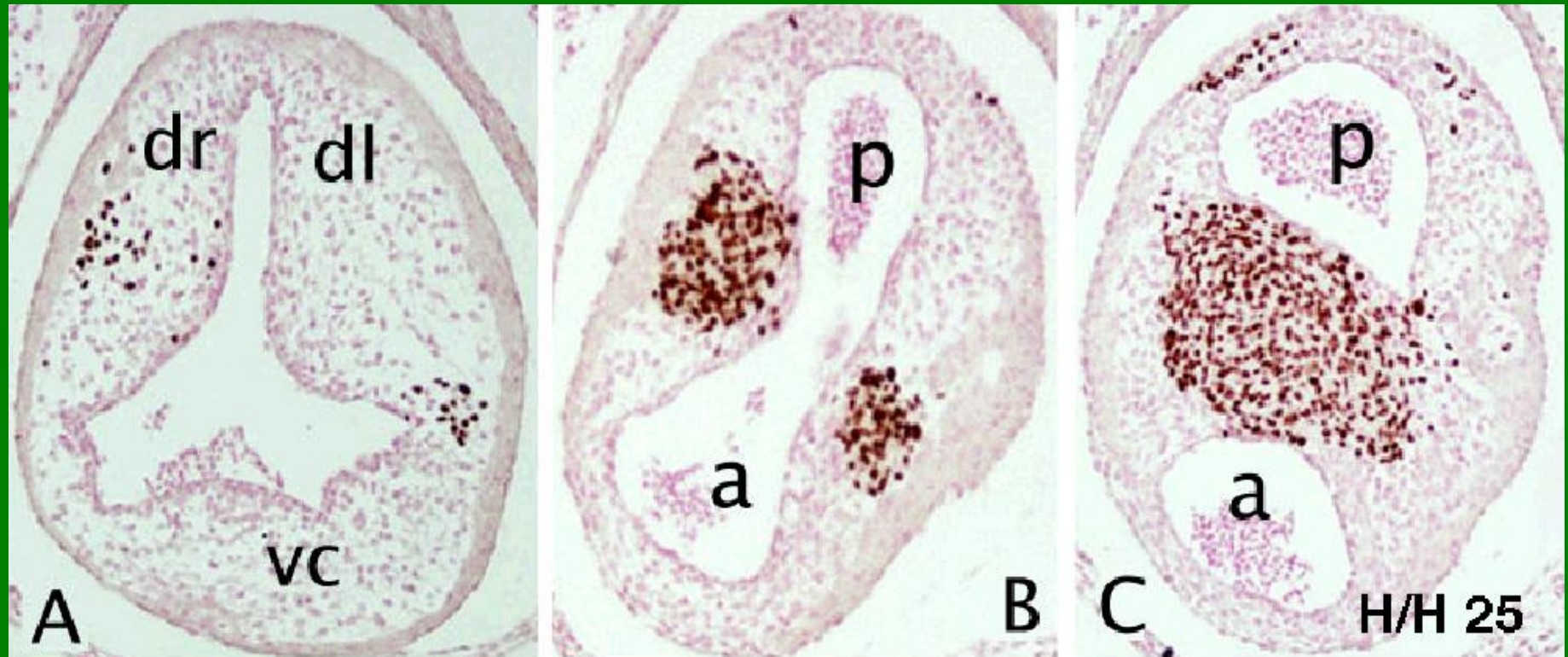
Septace výtokové části na Ao a TP



Úloha buněk neurální lišty v septaci výtokové části

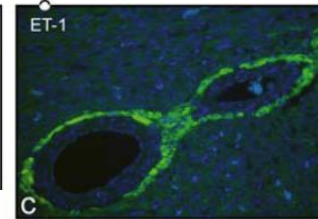
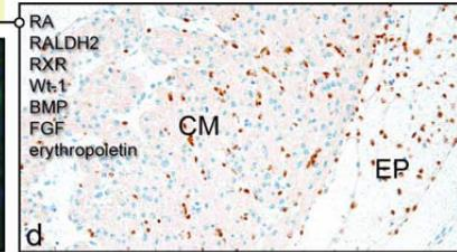
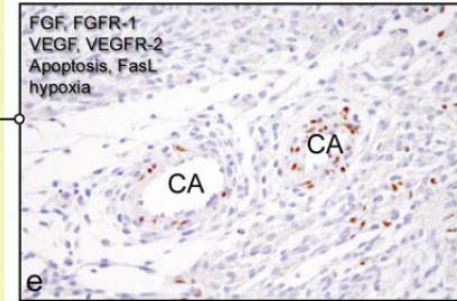
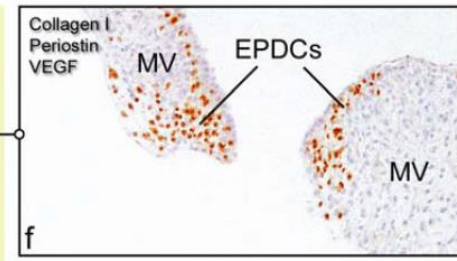
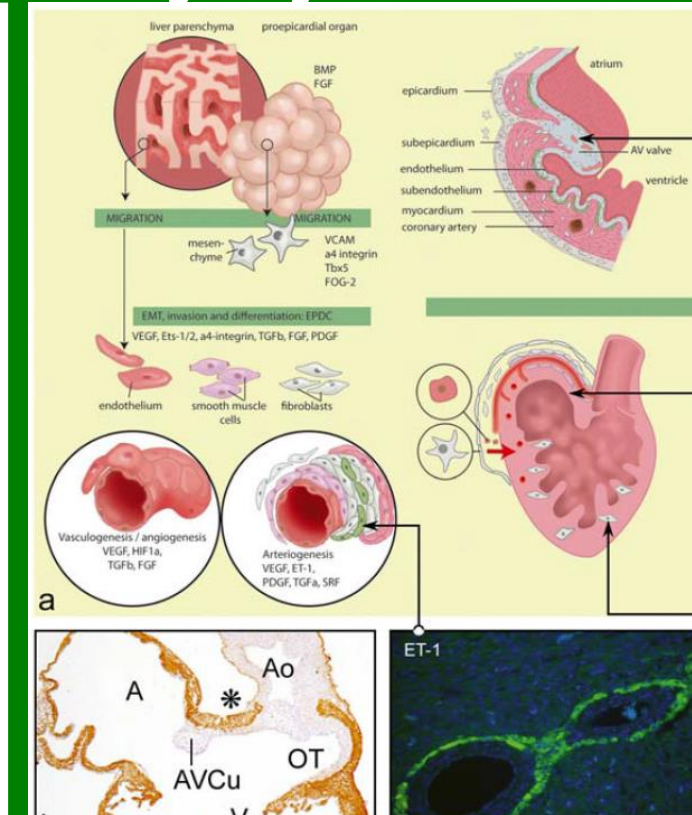
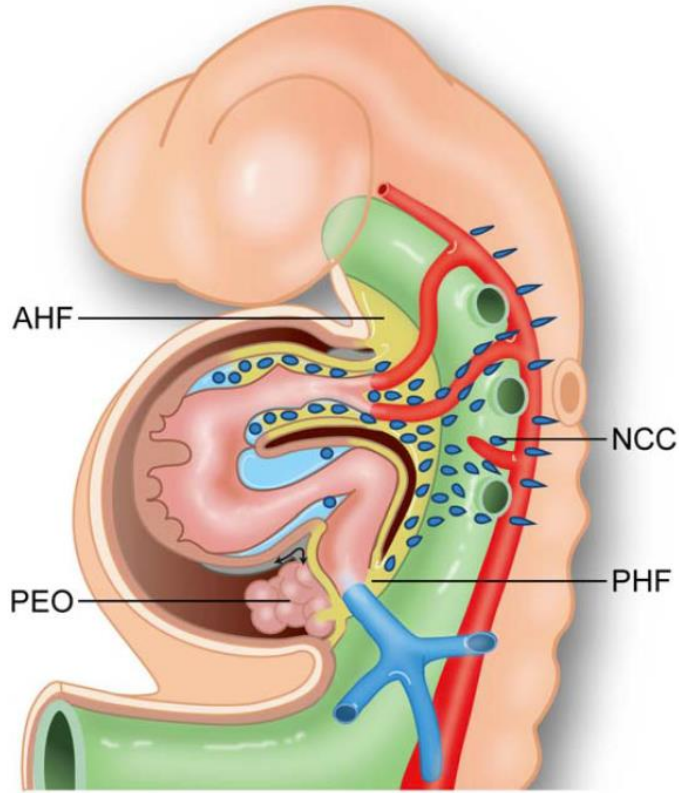


Analýza migrace buněk neurální lišty pomocí chiméry kuře - křepelka

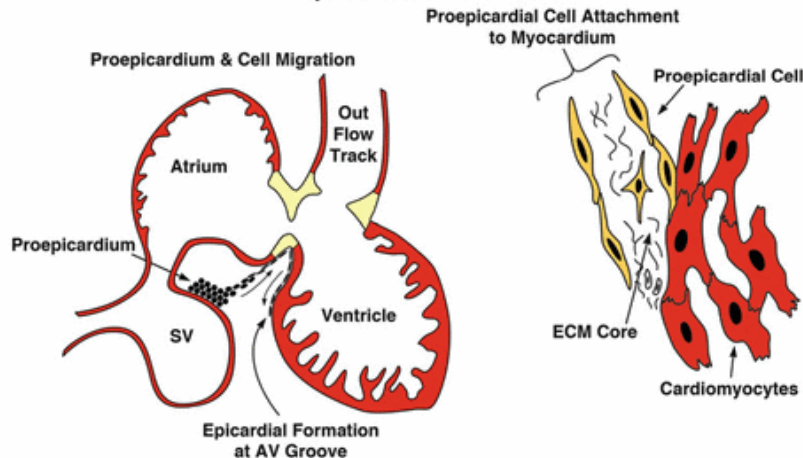


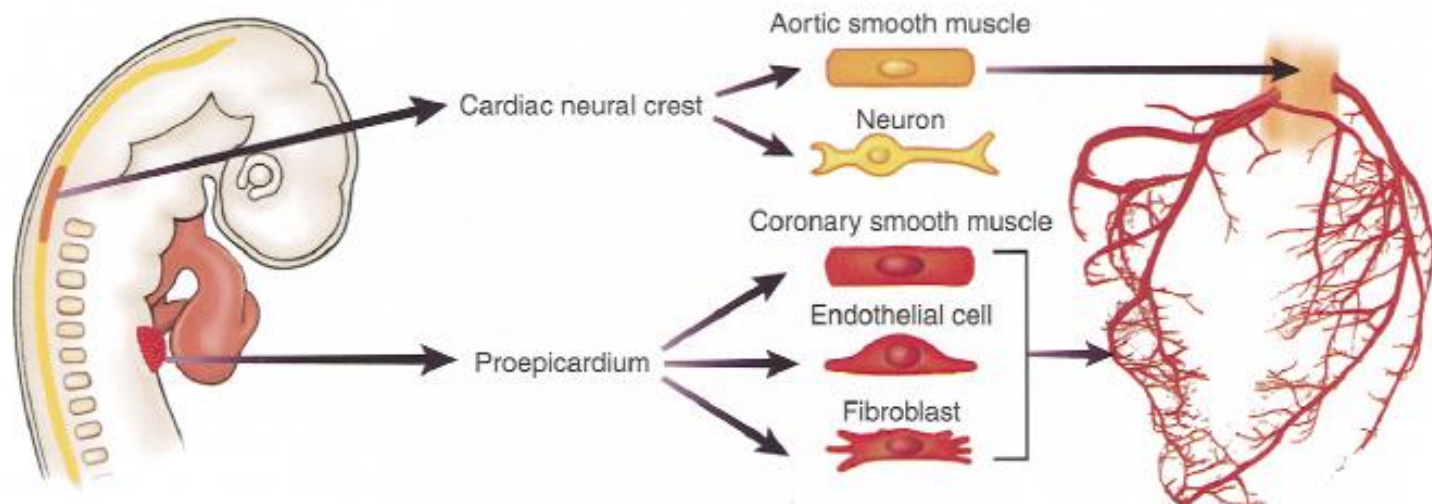
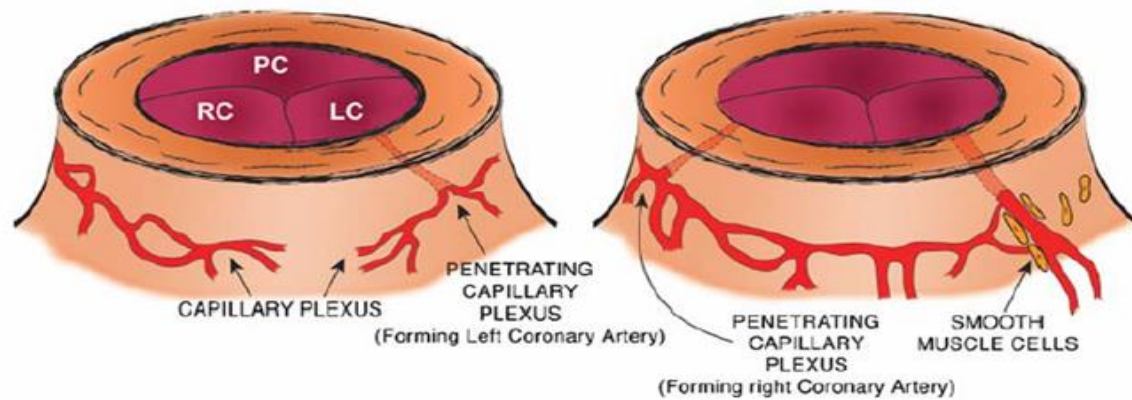
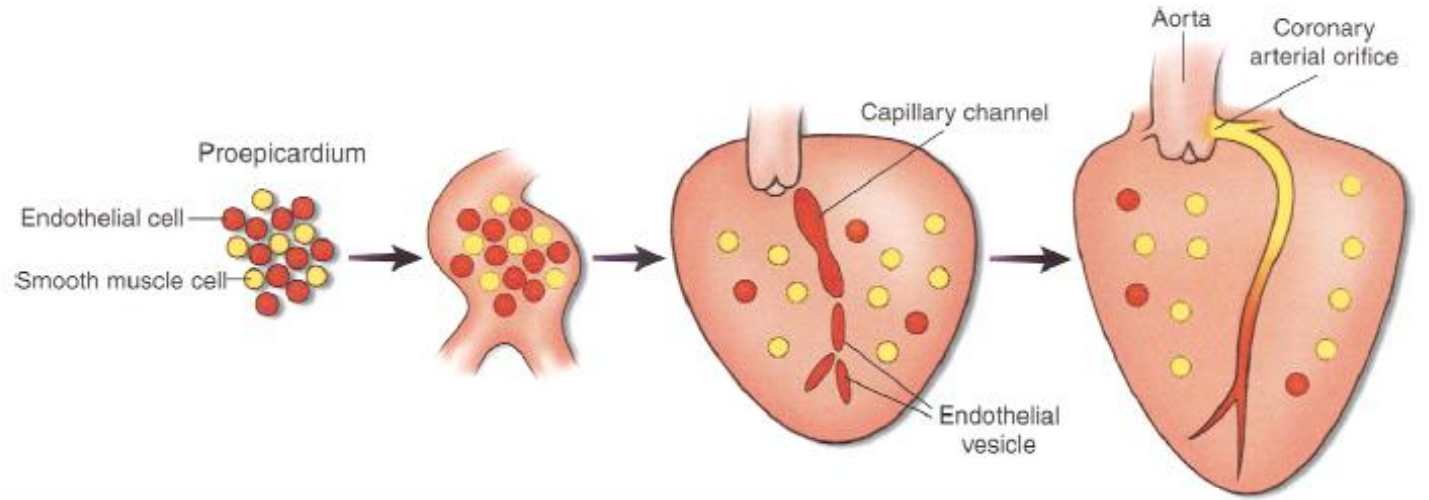
➔ aorto-pulmonální septum!

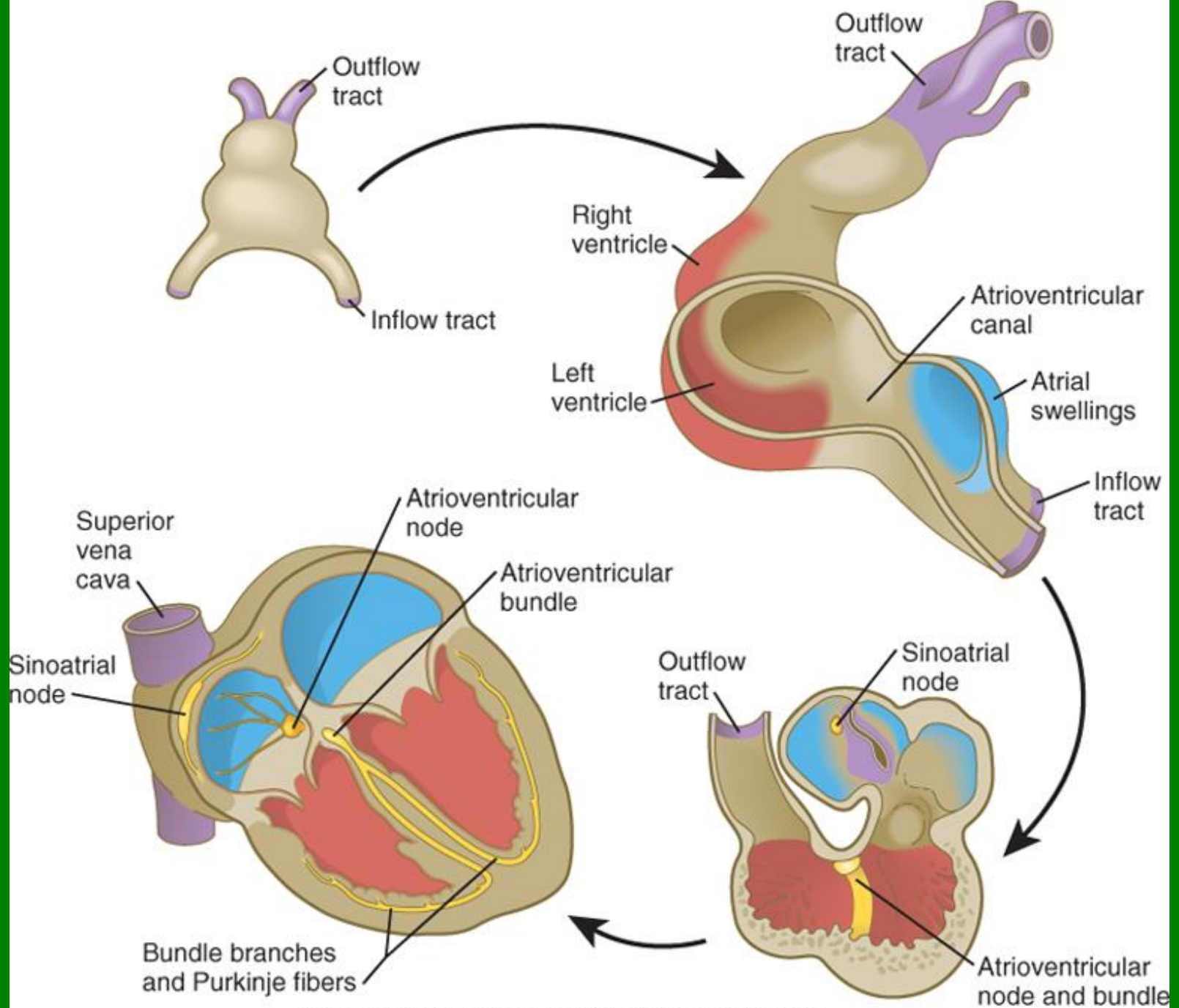
Proepikardový orgán a vývoj koronárního řečiště



Epicardial Formation

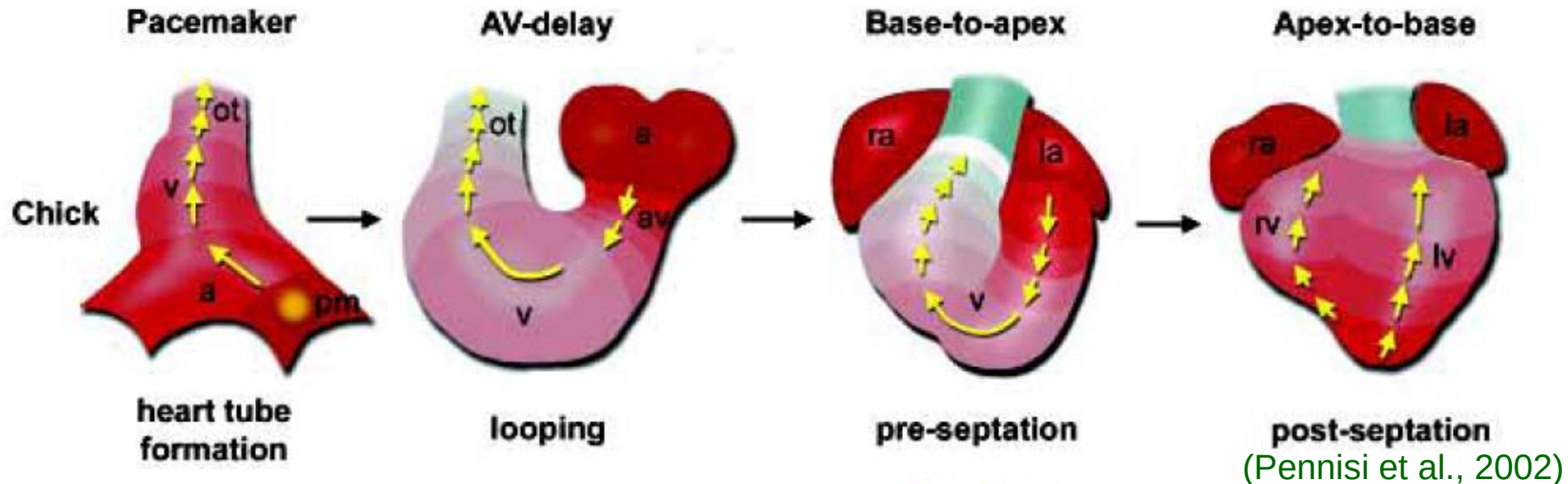




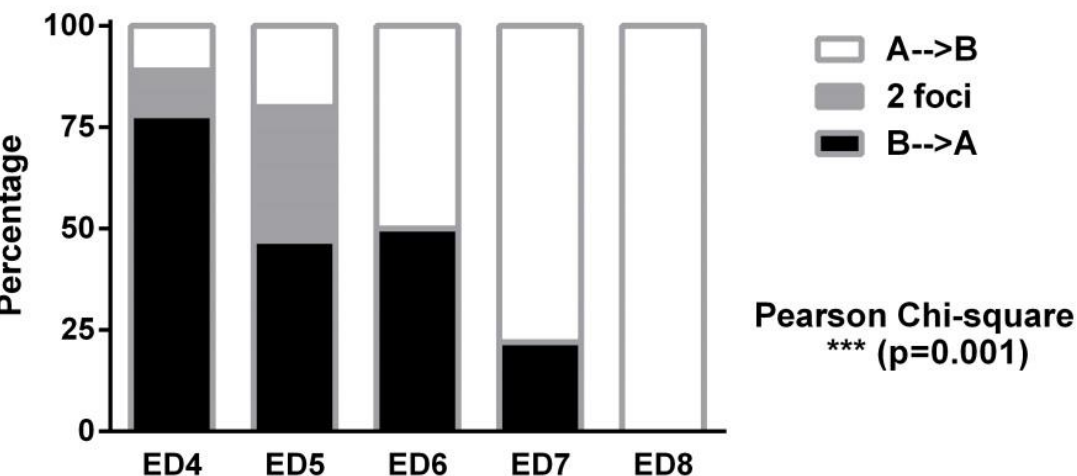


Vývoj srdce a způsob aktivace srdce v průběhu vývoje u kuřete

tzv. fetální typ tzv. dospělý typ



Ventricular activation patterns



Nutná remodelace v oblasti AV kanálu k docílení elektrické izolace síní od komor, jediným vodivým spojením zůstává Hisův svazek!

Vrozené srdeční vady

- Poruchy trubice - cardia bifida (letální)
- Poruchy kličky - dextrokardie
- Poruchy septace – ASD - Atrial Septal Defect, VSD - Ventricular Septal Defect
- Poruchy výtokové části –
PTA - Persistent Truncus Arteriosus,
DORV - Double outlet right ventricle,
TGA – Transposition of Great Arteries
- Vady sdružené s poruchou laterality –
HRHS, HLHS
- Faktory: genetika (Nkx2.5), vlivy prostředí (Eretinate),

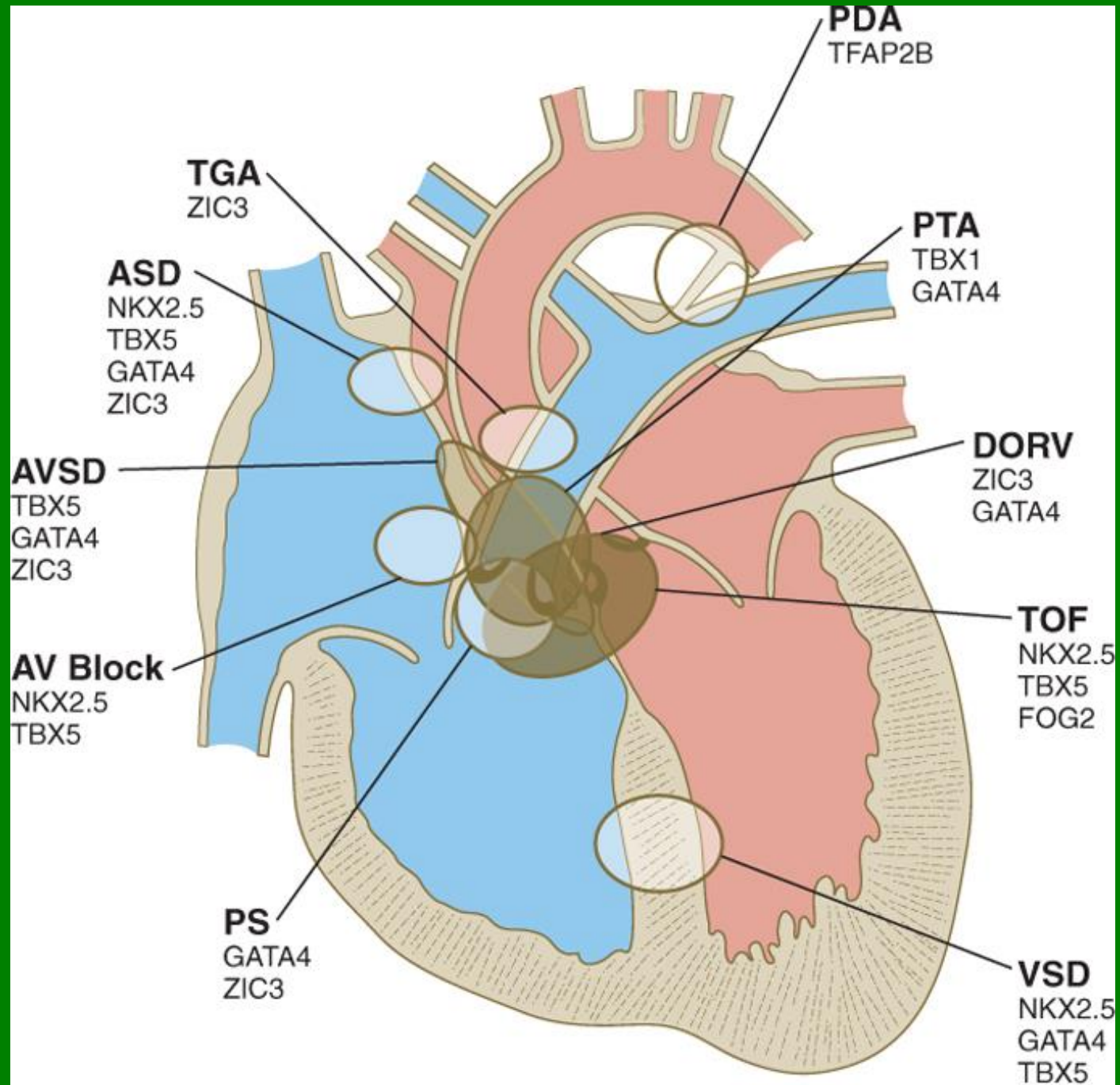
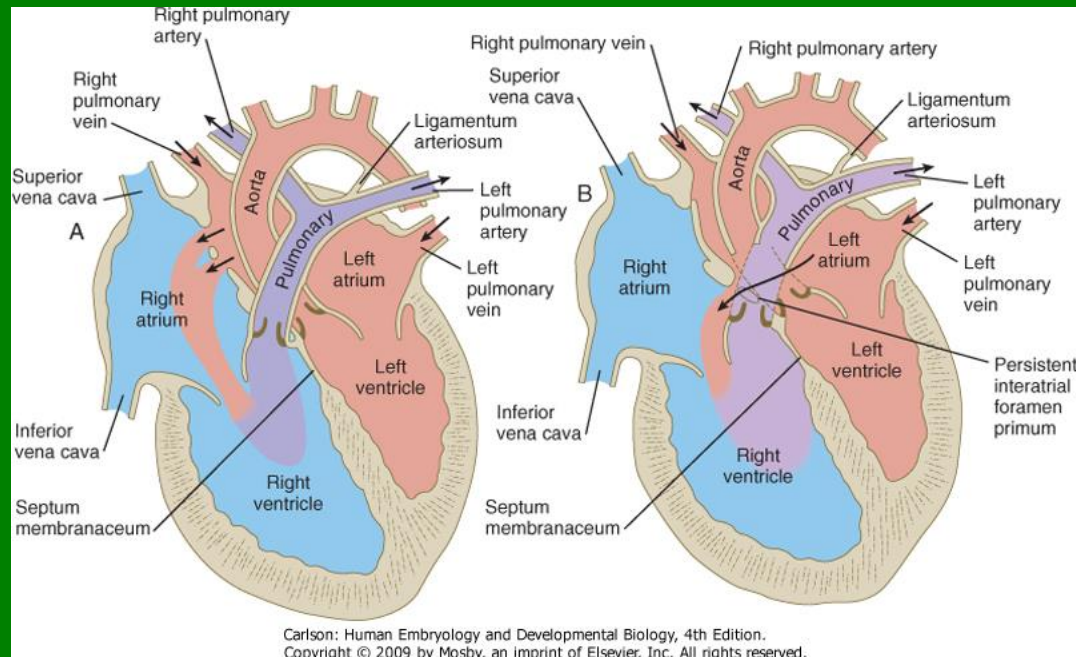


TABLE 13.1 Heart Development: Susceptible Stages for the Induction of Cardiac Birth Defects

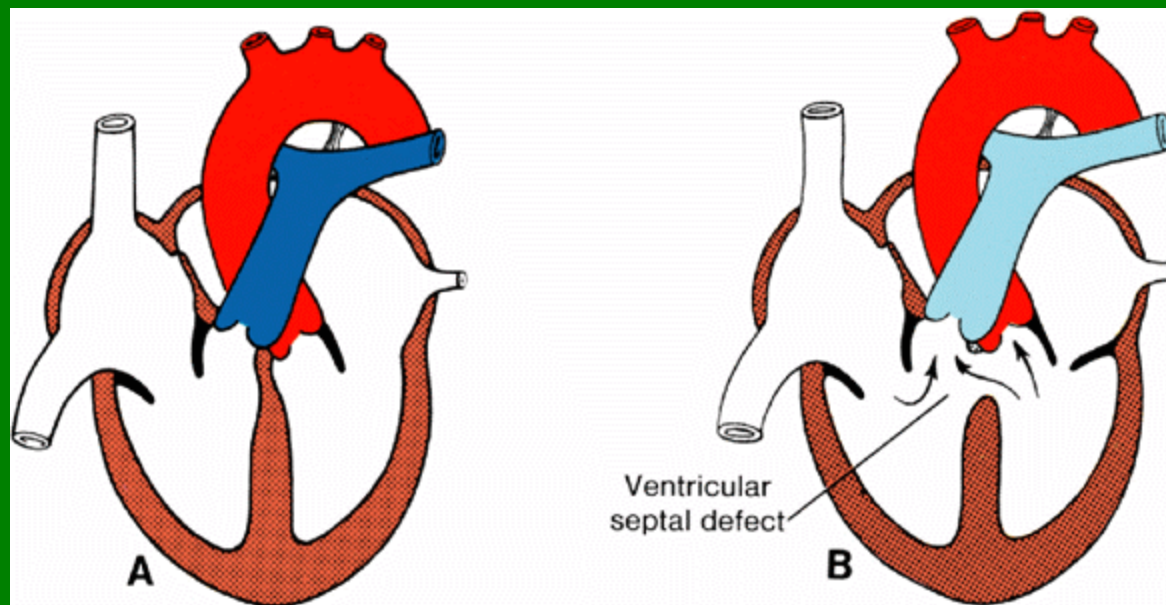
Target Tissue	Cell Process	Normal Effect	Birth Defects
PHF [days 16–18]	Establishment of laterality and patterning	Formation of the four chambered heart	DORV, TGA, I-TGA, ASD, VSD, atrial isomerism, ventricular inversion, dextrocardia
Heart tube [days 22–28]	Genetic signaling cascade for normal looping	Looping	Dextrocardia
AVC endocardial cushions [days 26–35]	Cushion formation: cell proliferation and migration	Division of the AVC into left and right channels; formation of the mitral and tricuspid valves and the IVS	VSD, mitral and tricuspid valve defects [mitral insufficiency, tricuspid atresia]; positioning and leaflet defects
SHF [days 22–28]	Splanchnic mesoderm ventral to the pharynx and signaling from neural crest cells	Lengthening and partitioning the outflow tract into aortic and pulmonary channels	Tetralogy of Fallot, TGA, pulmonary atresia and stenosis
Outflow tract [conotruncus] [days 36–49]	Neural crest cell migration, proliferation and viability	Formation of the conotruncal cushions for division of the outflow tract	Common truncus arteriosus and other outflow tract defects
Aortic arches [days 22–42]	Neural crest cell migration, proliferation and viability	Patterning the arches into the great arteries	Anomalous right pulmonary artery; IAA type B

Days give an approximate estimation of periods of vulnerability and are calculated from the time of fertilization. PHF, primary heart field; DORV, double outlet right ventricle; TGA, transposition of the great arteries; I-TGA, left transposition of the great arteries; ASD, atrial septal defect; VSD, ventricular septal defect; AVC, atrioventricular canal; IVS, interventricular septum; SHF, secondary heart field; IAA, interrupted aortic arch.

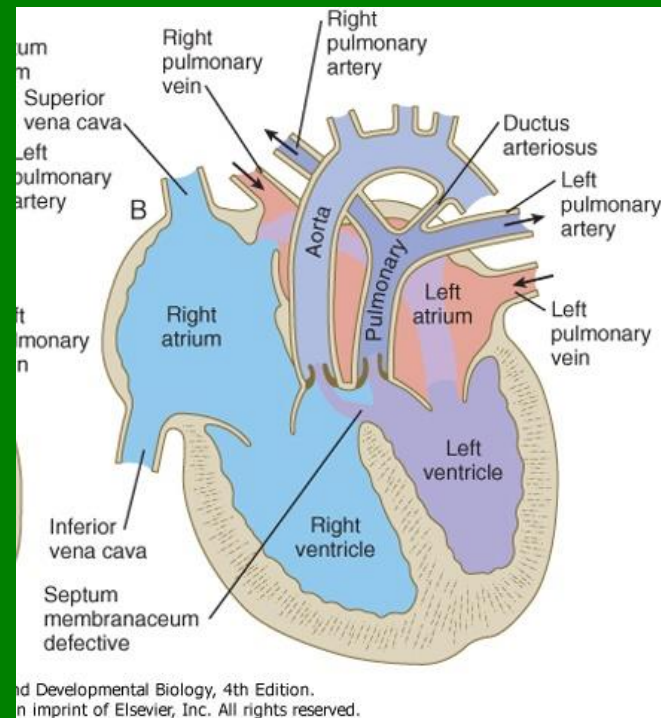
ASD vysoký a nízký typ



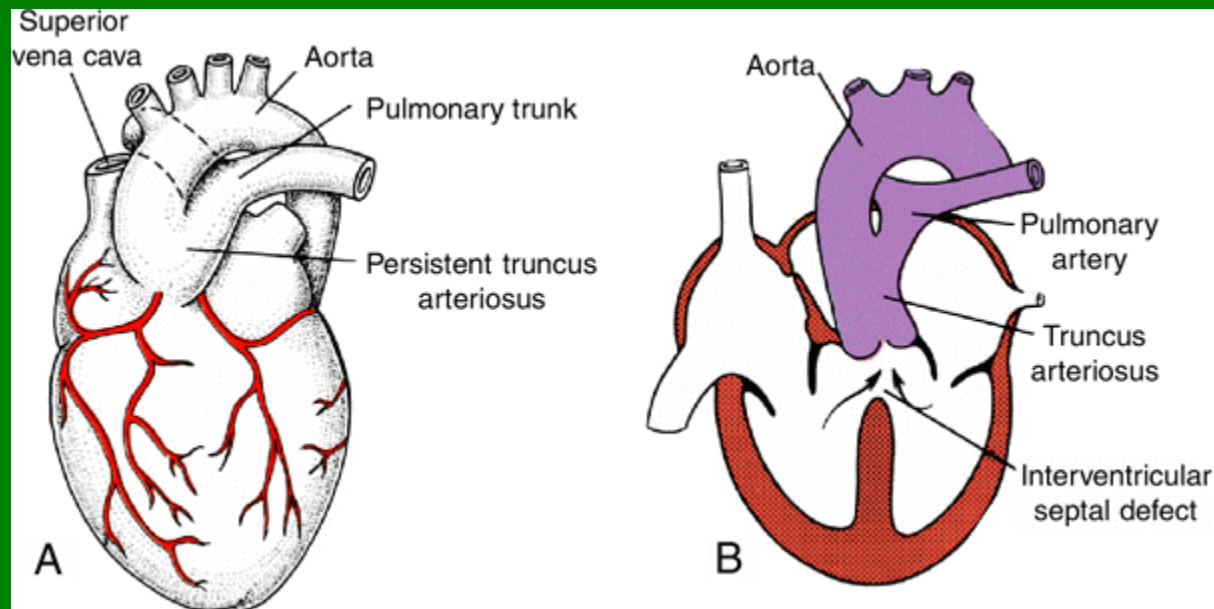
VSD



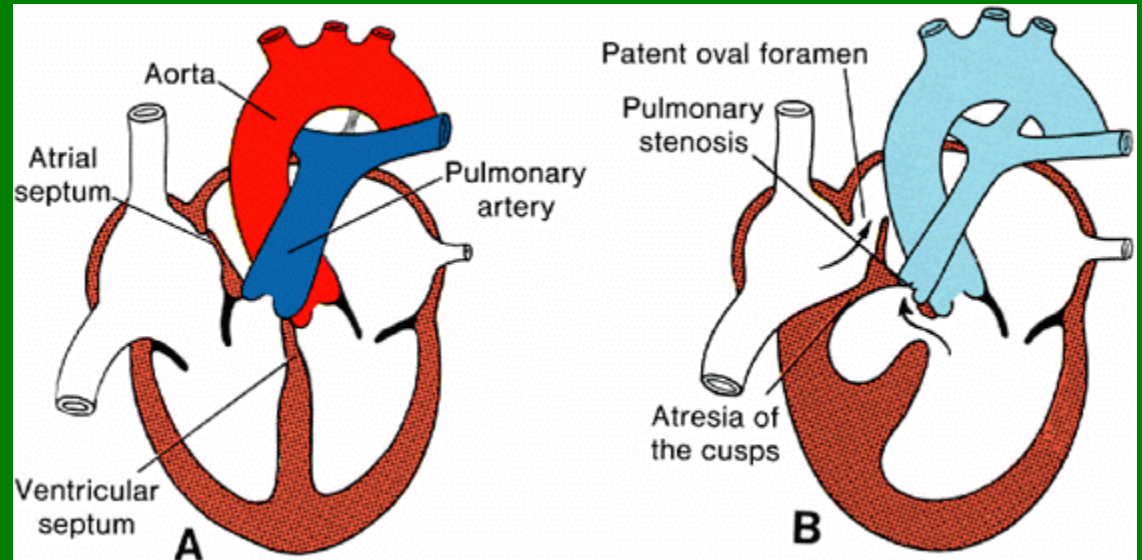
PDA



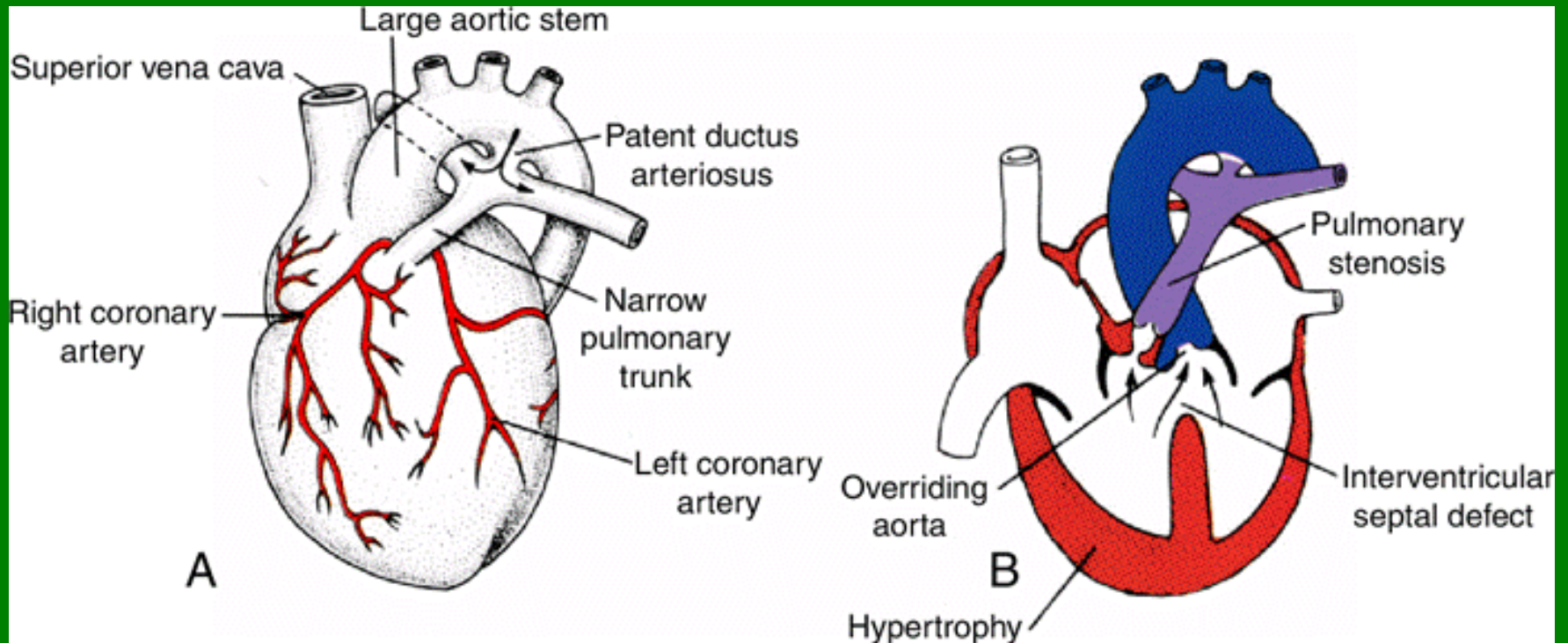
PTA



Tricuspid atresia



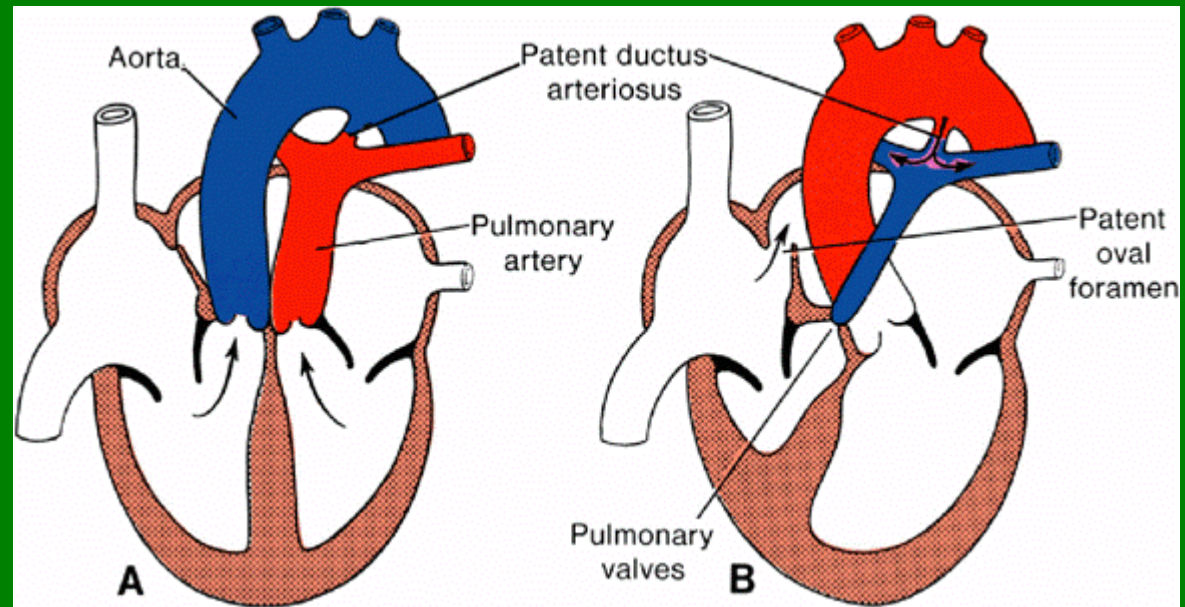
Fallotova tetralogie



Stenosis a. pulmonalis
Nasedající aorta
VSD
hypertrofie RV

HRHS

hypoplastic right heart syndrome



HLHS

hypoplastic left heart syndrome

