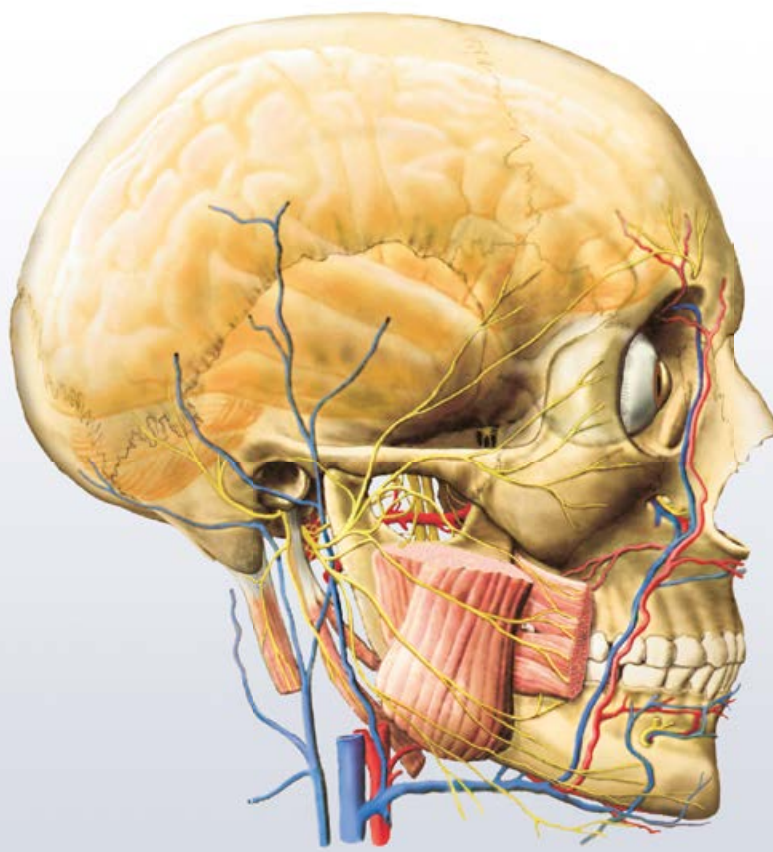


Radomír Čihák

ANATOMIE 3

Třetí, upravené a doplněné vydání



Radomír Čihák

ANATOMIE 3

Třetí, upravené a doplněné vydání

Svazek I – Nauka o cévách

Upravili a doplnili:

prof. MUDr. Radomír Čihák, DrSc.

prof. MUDr. Miloš Grim, DrSc.

(Anatomický ústav 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze)

Grada Publishing

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

Prof. MUDr. Radomír Čihák, DrSc.

ANATOMIE 3

Třetí, upravené a doplněné vydání

Svazek I – Nauka o cévách

Upravili a doplnili:

prof. MUDr. Radomír Čihák, DrSc.

prof. MUDr. Miloš Grim, DrSc.

© Grada Publishing, a.s., 2016

Cover Design © Grada Publishing, a.s., 2016

Vydala Grada Publishing, a.s.

U Průhonu 22, Praha 7

jako svou 6092. publikaci

Odpovědná redaktorka Mgr. et Mgr. Olga Kopalová

Sazba a zlom Jan Šístek

Ilustrace na obálce ak. mal. Ivan Helekal

Ilustrovali ak. mal. Ivan Helekal, Mgr. Jan Kacvinský, † Stanislav Macháček

Fotografie prof. MUDr. Miloš Grim, DrSc.

Počet stran svazku I 272

Třetí, upravené a doplněné vydání, Praha 2016

Vytisklo TISK CENTRUM s.r.o., Moravany

ISBN 978-80-247-9552-2 (pdf)

ISBN 978-80-247-5636-3 (print)

OBSAH SVAZKU I

Předmluva ke 2. vydání	XV
Předmluva ke 3. vydání	XVII
ANGIOLOGIA – NAUKA O CÉVÁCH	1
ANGIOLOGIA – NAUKA O CÉVÁCH	3
SYSTÉM CÉV KREVNÍCH	3
SANGUIS – KREV	4
Corpuscula sanguinis	5
Erythrocyty – červené krvinky	5
Leukocyty – bílé krvinky	5
Thrombocyty – krevní destičky	6
COR – SRDCE	7
Srdce jako celek	7
Rozstřížení srdce při pitvě	11
Atrium dextrum – pravá předsíň	11
Ventriculus dexter – pravá komora	13
Vtoková část pravé komory	13
Výtoková část pravé komory	13
Atrium sinistrum – levá předsíň	18
Ventriculus sinister – levá komora	20
Vrstvy a útvary stěn srdečních	26
Endocardium – endokard (nitroblána srdeční)	26
Chlopně srdeční	26
Chlopně atrioventrikulární	26
Valva atrioventricularis dextra	26
Valva atrioventricularis sinistra	27
Chordae tendineae – šlašinky	28
Chlopně poloměsíčité	29
Žilní chlopně	29
Srdeční skelet	30
Myocardium – myokard	31
Myokard předsíní	32
Myokard komor	34
Vývoj myokardu	34
Systema conducens cordis – převodní systém srdeční	35
Vývoj převodního systému srdečního	39
Epicardium – epikard	40
Cévy a nervy srdce	40
Arteriae coronariae – věnčité tepny	40
A. coronaria dextra	41
A. coronaria sinistra	42
Anastomosy koronárních větví	43
Extrakardiální anastomosy	44
Arteriovenosní anastomosy	44
Myokardová poutka koronárních tepen	44
Venae cordis – žíly srdce	45
Žíly vlévající se do sinus coronarius	45
Venae ventriculi dextri anteriores	46
Venae cordis minimae (Thebesii)	46
Žilní anastomosy na srdci	46
Variabilita žilního řečiště srdce	46
Vývoj koronárního řečiště	46

Mízní cévy srdce	47
Nervy srdce	48
Činnost srdce	49
Postupný průběh systoly a diastoly	51
Endokrinní funkce srdce	53
Pericardium – osrdečník	54
Pericardium serosum	54
Pericardium fibrosum	56
Cévy a nervy perikardu	57
Poloha srdce	57
Projekce srdečních chlopní	59
Rtg obraz srdce	59
Fylogenetický vývoj srdce a velkých cév	65
Základ srdce	67
Vývoj perikardu	73
Vývoj srdce a jeho molekulární mechanismy (<i>M. Grim</i>)	73
Vývoj aorty a velkých tepen	78
Vrozené vady srdce	79
STAVBA CÉV	79
CIRCUITUS SANGUINIS MINOR – MALÝ KREVŇÍ OBĚH, PLICNÍ OBĚH	87
Truncus pulmonalis	87
A. pulmonalis dextra	87
A. pulmonalis sinistra	88
Venae pulmonales – žíly plicní	88
CIRCUITUS SANGUINIS MAJOR – VELKÝ KREVŇÍ OBĚH, TĚLNÍ OBĚH	89
Aorta – srdečnice	89
Aorta ascendens	89
Arcus aortae	89
Přehled hlavních větví aorty	91
Truncus brachiocephalicus	91
A. carotis communis	92
A. carotis externa	94
Přehled větví a. carotis externa	94
A. thyroidea superior	95
A. lingualis	95
A. facialis	95
A. pharyngea ascendens	97
A. occipitalis	97
A. auricularis posterior	97
A. maxillaris	97
A. temporalis superficialis	102
A. carotis interna	102
Přehled větví a. carotis interna	103
Aa. caroticotympanicae	103
Větev v pars cavernosa	103
A. hypophysialis superior	103
A. ophthalmica	103
Větev pro mozek	104
A. subclavia	106
Přehled větví a. subclavia	106
A. vertebralis	106
A. thoracica interna	107
Truncus thyrocervicalis	109
Truncus costocervicalis	109
A. transversa colli (cervicis)	109
A. axillaris	109
Přehled větví a. axillaris	111

A. brachialis	112
A. radialis	112
Přehled větví a. radialis	115
A. ulnaris	115
Přehled větví a. ulnaris	118
Pars descendens aortae – aorta descendens	119
Pars thoracica aortae – aorta thoracica	119
Přehled větví hrudní aorty	120
Pars abdominalis aortae – aorta abdominalis	121
Větve břišní aorty	121
Parietální větve	121
A. phrenica inferior	121
Aa. lumbales	121
Párové viscerální větve	123
A. suprarenalis media	123
A. renalis	123
A. testicularis/a. ovarica	123
Nepárové viscerální větve	123
Truncus coeliacus	123
A. mesenterica superior	125
A. mesenterica inferior	125
A. iliaca communis	126
A. iliaca interna	126
Přehled větví a. iliaca interna	126
A. iliaca externa	129
Větve a. iliaca externa	129
A. femoralis	129
Přehled větví a. femoralis	129
A. poplitea	131
A. tibialis anterior	133
Větve a. tibialis anterior	133
A. tibialis posterior	133
VENAE – ŽÍLY	137
V. cava superior	137
V. brachiocephalica dextra et sinistra	139
V. jugularis interna	141
1. Vv. cerebri	141
2. Vv. meningeae	141
3. Sinus durae matris	143
4. Vv. diploicae	145
5. Vv. labyrinthi	145
6. Vv. emissariae	145
7. V. retromandibularis	145
8. Vv. ophthalmicae	147
9. Vv. pharyngeae	149
10. V. facialis	149
11. V. lingualis	149
12. V. thyroidea superior	149
13. V. thyroidea media	149
14. V. jugularis externa	150
V. subclavia	150
V. axillaris	150
Venae membri superioris – žíly horní končetiny	150
Vv. superficiales membri superioris – povrchové žíly horní končetiny	152
Vv. profundae membri superioris – hluboké žíly horní končetiny	154
V. azygos et v. hemiazygos	154
Žíly páteřní	154

V. cava inferior	159
Parietální přítoky dolní duté žíly	161
Viscerální přítoky dolní duté žíly	161
Kavokavální anastomosy	161
V. iliaca communis	163
V. iliaca interna	163
Parietální přítoky	163
Viscerální přítoky	163
V. iliaca externa	163
Vv. membri inferioris – žíly dolní končetiny	163
Vv. superficiales membri inferioris – povrchové žíly dolní končetiny	166
Vv. profundae membri inferioris – hluboké žíly dolní končetiny	169
Spojky povrchových a hlubokých žil dolní končetiny	169
V. portae – vrátnice	169
Portokavální anastomosy	173
Vývoj systému krevních cév (<i>M. Grim</i>)	176
Vývoj tepenného řečiště	181
Vývoj žilního řečiště	185
Fetální krevní oběh	189
Splen (lien) – slezina	193
Stavba sleziny	193
Průtok krve slezinou	194
Bílá pulpa	194
Červená pulpa	196
Funkce sleziny	196
Poloha sleziny	196
Vyšetření sleziny	197
Vývoj a variace sleziny	197
Cévy a nervy sleziny	197
SYSTEMA LYMPHATICUM – SYSTÉM MÍZNÍ	198
VASA LYMPHATICA – MÍZNÍ CÉVY	198
LYMPHA – MÍZA	199
NODI LYMPHATICI – MÍZNÍ UZLINY	199
Krevní cévy uzliny	201
Funkce mizních uzlin	202
Lymfatická tkáň v orgánech	203
Tonsily	204
Appendix	204
Slezina	204
Thymus – brzlík	204
Stavba thymu	205
Lymfocyty thymu	206
Průběh cév v thymu	206
Funkce thymu	206
Syntopie thymu	207
Vývoj thymu	207
Cévy a nervy thymu	207
Monocyto-makrofágový systém	208
Hlavní mizní kmeny	208
Ductus thoracicus	208
Ductus lymphaticus dexter	210
Přehled skupin mizních uzlin a toku mízy	210
Mizní uzliny a mizní cévy hlavy	211
Mizní uzliny a cévy krku	212
Uzliny na laterální straně krku	213
Nodi cervicales laterales superficiales	213
Nodi cervicales laterales profundí	213

Uzliny na přední straně krku	215
Nodi cervicales anteriores superficiales	215
Nodi cervicales anteriores profundi	215
Mízní uzliny a cévy horní končetiny	215
Povrchové mízní cévy	215
Hluboké mízní cévy	217
Mízní uzliny horní končetiny	217
Nodi lymphatici axillares	217
Mízní uzliny a cévy hrudníku	219
Mízní uzliny hrudních stěn	219
Mízní odtok z mléčné žlázy	219
Mízní uzliny orgánů v mediastinu	221
Mízní uzliny a cévy plic	222
Tok mízy z plic	223
Mízní uzliny a cévy pánve a břicha	223
Parietální mízní uzliny pánve a břicha	223
Mízní uzliny pánevních a břišních orgánů	225
Míza z většiny pánevních orgánů	225
Míza z nepárových orgánů břišní dutiny	225
Mízní uzliny a cévy dolní končetiny	229
Povrchové mízní cévy dolní končetiny	229
Hluboké mízní cévy dolní končetiny	232
Mízní uzliny dolní končetiny	232
Vývoj mízního systému (<i>M. Grim</i>)	232
Molekulární mechanismy vývoje lymfatických cév	232
Přehled funkce a stavby lymfatického systému	233
Markery endothelu lymfatických cév	233
Molekulární mechanismy, které se uplatňují za vzniku lymfatických cév	235
Původ endothelu lymfatických cév	235
Definitivní lymfatické řečiště	235
Tvorba lymfatických uzlin	236
Fylogeneze lymfatického systému	236

REJSTŘÍK SVAZKU I	i
------------------------------------	---

JMENNÝ REJSTŘÍK	viz svazek III
----------------------------------	----------------

STRUČNÝ OBSAH SVAZKU II

SYSTEMA NERVOSUM – SOUSTAVA NERVOVÁ	239
NERVOVÁ SOUSTAVA	241
Základní pojmy	241
Nervová buňka, neuron (neurocyt)	241
Neuroglie	256
SYSTEMA NERVOSUM CENTRALE – CENTRÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM	259
Vývojové rozčlenění centrálního nervového systému	260
Dutiny centrálního nervstva	264
HLAVNÍ ČÁSTI CNS A JEJICH MAKROSKOPICKY PATRNÉ SLOŽKY	264
Medulla spinalis – hřbetní mícha	264
Přehled hlavových nervů	272
Truncus encephali – mozkový kmen	274
Medulla oblongata – prodloužená mícha	274
Pons – Varolův most	275
Mesencephalon – střední mozek	283
Cerebellum – mozeček	288
Diencephalon – mezimozek	294
Telencephalon – koncový mozek	304
Dutiny centrálního nervstva	329
Meninges – obaly centrálního nervstva, mozkomíšní pleny	353
Cévní zásobení mozku a míchy	362
STRUKTURA A SPOJENÍ ŠEDÝCH HMOT CNS	379
Šedé hmoty a dráhy hřbetní míchy	379
Šedé hmoty a jádra prodloužené míchy a pontu a jejich spojení	392
Šedé hmoty a dráhy středního mozku	412
Šedé hmoty a dráhy mozečku	418
Jádra a spoje mezimozku	425
Šedé hmoty a spoje koncového mozku	436
FUNKČNÍ SYSTÉMY CENTRÁLNÍHO NERVOVÉHO SYSTÉMU – NERVOVÉ DRÁHY	470
Sensitivita a její regulace	474
Systémy sensitivních drah	474
Motorika a její řízení	486
Motorické dráhy	486
Ovlivnění motoriky na podkorové úrovni	494
Mozečková kontrola pohybů	499
Sensorické dráhy	509
Zraková dráha	509
Sluchová dráha	513
Chuťová dráha	515
Čichové dráhy	517
Dráhy limbického systému	519
Dráhy hypothalamu	524
REJSTŘÍK SVAZKU II	i

STRUČNÝ OBSAH SVAZKU III

SYSTEMA NERVOSUM PERIPHERICUM – PERIFERNÍ NERVOVÝ SYSTÉM	528
CEREBROSPINÁLNÍ NERVY – MOZKOMÍŠNÍ NERVY	530
Nervi craniales – hlavové nervy	530
0. Nervus terminalis	530
I. Nervus olfactorius – čichový nerv	532
II. Nervus opticus – zrakový nerv	532
III. Nervus oculomotorius – okohybný nerv	534
IV. Nervus trochlearis – kladkový nerv	536
V. Nervus trigeminus – trojklaný nerv	537
VI. Nervus abducens – odtahovací nerv	548
VII. Nervus facialis – lícní nerv	548
VIII. Nervus vestibulocochlearis – rovnovážný a sluchový nerv	553
Postranní smíšený systém	555
IX. Nervus glossopharyngeus – jazykohltanový nerv	557
X. Nervus vagus – bloudivý nerv	559
XI. Nervus accessorius – přídatný nerv	563
XII. Nervus hypoglossus – podjazykový nerv	565
Nervi spinales – míšní nervy	567
Rami posteriores (dorsales) nervorum spinalium	572
Rami anteriores (ventrales) nervorum spinalium	574
Rami anteriores (ventrales) nervorum cervicalium	574
Plexus cervicalis (C1–C4)	574
Plexus brachialis (C4–Th1)	576
Rami anteriores (ventrales) nervorum thoraciorum (Th1–Th12)	591
Rami anteriores (ventrales) nervorum lumbalium	593
Plexus lumbalis (Th12–L4)	593
Rami anteriores (ventrales) nervorum sacralium et nervi coccygei	598
Plexus sacralis (L4, L5, S1–S5 a Co)	598
SYSTEMA NERVOSUM AUTONOMICUM – AUTONOMNÍ NERVOVÝ SYSTÉM	610
Pars sympathica (systematis nervosi autonomici)	614
Pars parasympathica (systematis nervosi autonomici)	622
INTEGUMENTUM COMMUNE – KŮŽE A KOŽNÍ ORGÁNY	627
KŮŽE A KOŽNÍ ORGÁNY	629
Epidermis	633
Dermis (corium) – škára	641
Glandula mammae – mléčná žláza	647
ORGANA SENSUUM – SMYSLOVÉ ORGÁNY	657
SMYSLOVÉ ORGÁNY	659
ORGANUM OLFACTUS – ORGÁN ČICHU	659
ORGANUM GUSTUS – ORGÁN CHUTI	661
ORGANUM VISUS – ZRAKOVÉ ÚSTROJÍ	663
ORGANUM VESTIBULOCOCHLEARE – ÚSTROJÍ ROVNOVÁŽNÉ A SLUCHOVÉ	696
Auris externa – zevní ucho	696
Auris media – střední ucho	702
Auris interna – vnitřní ucho	708
REJSTŘÍK SVAZKU III	i
JMENNÝ REJSTŘÍK	xix

Předmluva ke 2. vydání

Od prvního vydání třetího dílu Anatomie uplynulo šest let, v průběhu nichž došlo k celé řadě objevů a k zpřesnění pohledů, zejména v anatomii CNS a v poznávání mechanismů embryonálních vývojových dějů na podkladě molekulární biologie a molekulární genetiky. Poznávání molekulárních mechanismů, které řídí vývojové děje, představuje cestu k poznávání molekulární podstaty chorob a vývojových vad. Proto jsou stručné informace o těchto dějích připojeny v petitovém tisku. Odstup od prvního vydání je tedy vhodný pro druhé, upravené a doplněné vydání, ve kterém mezitím již vyšel první i druhý díl této učebnice. Protože zasvěcené úpravy a doplňky v uvedených tematických okruzích mohou zodpovědně připojit jen ti, kdo v daných oborech aktivně výzkumně pracují, požádal jsem o spolupráci na druhém vydání a o příslušné úpravy a doplňky pana prof. MUDr. Rastislava Drugu, DrSc., přednostu Anatomického ústavu 2. LF UK v Praze, a pana prof. MUDr. Miloše Grima, DrSc., přednostu Anatomického ústavu 1. LF UK v Praze, kteří se této práci věnovali s nevšední ochotou.

Bylo také třeba revidovat odkazy na první a druhý díl učebnice, neboť se změnami a s doplňky druhého vydání se změnil počet stránek.

Pro didaktickou koncepci knihy platí vše, co bylo řečeno v předmluvách k prvnímu i druhému vydání prvního i druhého dílu Anatomie. V oddílu centrálního nervového systému byl navíc ještě volen další postup, a to probrání celého systému třikrát, ve třech navazujících fázích. V první fázi je probrána makroskopika CNS, včetně horizontálních a frontálních řezů, aby se student seznámil se všemi základními útvary a pojmy a byl s to orientovat se na materiálu v praktických cvičeních. Ve druhé fázi jsou detailněji probrány útvary šedých a bílých hmot v jednotlivých oddílech CNS, zejména jádra a jejich funkční význam. Ve třetí fázi jsou tyto útvary propojeny nervovými drahami podle skupin funkcí, které jsou těmito drahami zajišťovány. Právě při studiu CNS má spojení morfologie struktur s jejich funkcí mimořádný význam a jen tak je možné pochopit celý tento složitý systém.

Obrazy ke třetímu dílu Anatomie vytvořil akad. malíř Ivan Helekal, jemuž se v průběhu práce podařilo najít ideální kompromis mezi realistickým zobrazením a potřebným didaktickým zjednodušením obrazu, který se tak pro studenta stává přijatelným a zapamatovatelným. Děkuji mistru Helekalovi za výborné kresby a za vynikající spolupráci. K doplnění obrazového souboru a pro připomenutí tradic ústavu byly použity čtyři obrazy, které v Anatomickém ústavu v minulosti vytvořili prof. MUDr. RNDr. Ladislav Borovanský, DrSc., a vynikající vědecký kreslíř ústavu, pan Stanislav Macháček. Mikrofotografie v kapitole Molekulární aspekty vývoje nervového systému zhotovil prof. MUDr. Miloš Grim, DrSc., a obr. 144/2, 3 a 310/3 nakreslil Mgr. Jan Kacvinský.

Je třeba zmínit se též o používaném anatomickém názvosloví. Anatomům se občas – položertem, polovážně – vyčítá, že „jejich činnost spočívá převážně ve změnách názvosloví, které se nově objevují každých pět let“. Je to výtka neoprávněná a pronášeji ji nejčastěji ti, jichž se poslední změna názvosloví dotkla, neboť přišla v době jejich studia nebo těsně po ní. Je ovšem třeba připomenout, že poslední zásadní změna nomenklatury byla uvedena do života v letech 1955–1960 (tzv. pařížské názvosloví), a že se tedy užívá již téměř padesát let. Postupné úpravy této nomenklatury (které jednak odstraňovaly některé prohřešky vůči latině, jednak doplňovaly nové pojmy užívané zejména v klinických oborech, např. podrobnější názvy mozkových cév, segmenty jater apod.) nebyly tak zásadní, aby měnily charakter této nomenklatury nebo aby zasáhly do názvů obvyklých v chirurgii nebo v jiném klinickém oboru, a vznikly zejména tam, kde do původní pařížské nomenklatury byly implantovány anglicizované termíny, na něž mnoho uživatelů reagovalo negativně. Je to ovšem malé procento z celkového počtu termínů. Negativní vlastnosti pařížského názvosloví většinou eliminuje (opět při zachování základních pravidel a základního charakteru názvosloví) jeho poslední úprava, kterou pod názvem Terminologia anatomica publikovala Federative Committee on Anatomical Terminology (FCAT) v roce 1998; tato úprava je také respektována v tomto vydání třetího dílu Anatomie, jakož i ve druhém vydání prvního a druhého dílu. V užívání anatomických názvů se ovšem objevují jiné negativní jevy. Na některých pracovištích ve snaze zdůraznit svou vlastní tradici užívají pracovníci názvy, jichž užívali jejich učitelé a učitelé těchto učitelů, a žádají pak po medicích, aby věděli, co je to např. arteria hypogastrica nebo arteria anonyma apod. Jsou to termíny, které se užívaly v dobách prvního mezinárodního názvosloví (basilejského), publikovaného před sto osmi lety, v roce 1895, a z anatomie člověka oficiálně vymizely před téměř sedmdesáti lety, nejpozději v roce 1935, ze srovnávací anatomie ještě mnohem dříve. Je to, jako bychom do reflektoru současného automobilu vkládali karbidové lampy proto, že za dob před generací učitelů našich učitelů se to dělalo také tak. V anatomickém názvosloví sehrává

závažnou roli angličtina, která se postupně stává jazykem vědy 21. století. Pod vlivem angličtiny ustoupilo anatomické názvosloví od psaní dvojhlásky „ae“ a nahradilo ji jednoduchým „e“ (s výjimkou „caecum“, „taenia“ a pádové koncovky), neboť pro anglicky mluvící uživatele názvů představuje výslovnost „ae“ značné potíže. Této skutečnosti je třeba se podřídít, protože nevidím do budoucna šanci na mezinárodně uznávanou změnu, která by respektovala klasickou latinu.

Za kvalitní vydávání jednotlivých dílů anatomie se zasloužilo nakladatelství Grada Publishing – Avicenum. Upřímně děkuji představitelům zdravotnické redakce, zejména šéfredaktorovi, panu MUDr. Miroslavu Lomíčkovi, a panu MUDr. Evženu Fabianovi, za porozumění pro potřeby takovéto náročné publikace, paní redaktorce PaedDr. Lence Šámalové za pečlivé zpracování rukopisu a vedoucí technické redakce, paní Ing. Zdeně Bryndové, za velkou snahu o co nejlepší výslednou podobu knihy.

Kromě nakladatelství a výtvarníka se o definitivní podobu třetího dílu učebnice zasloužili mnozí odborníci. Za poskytnutí rtg snímků jsem již od vzniku 1. vydání 3. dílu učebnice vděčný Radiodiagnostické klinice 1. LF UK a paní doc. MUDr. Běle Drugové, DrSc., z radiodiagnostického oddělení Nemocnice Na Homolce. Za vynikající mikrofotografie z vývoje oka děkuji panu prof. MUDr. Františku Vrabčovi, DrSc., který mi je poskytl pro tuto knihu. Panu prof. MUDr. Oldřichu Eliškovi, DrSc., a paní doc. MUDr. Miloslavě Eliškové, CSc., děkuji za poskytnutí podkladů z jejich studií pro vytvoření obrazů mizního odtoku ze srdce. Panu doc. MUDr. Jaromíru Hradcovi, CSc., ze III. interní kliniky 1. LF UK děkuji za poskytnutí echokardiografických obrazů srdce. Upřímně děkuji též oběma spolupracovníkům, panu prof. MUDr. Rastislavu Drugovi, DrSc., a panu prof. MUDr. Miloši Grimovi, DrSc., za porozumění a sympatickou spolupráci na tomto vydání knihy.

Studentům, učitelům anatomie i lékařům přeji, aby jim kniha sloužila jako užitečný průvodce a pomocník při studiu tohoto náročného oboru.

V Praze, v srpnu 2003

R. Čihák

Předmluva ke 3. vydání

Vše, co má tuto knihu doprovodit ke čtenářům, bylo řečeno v předmluvě k předchozímu 2. vydání. Třetí vydání je důsledně doplněno o organogenesi a o poznámky k molekulárním mechanismům vývoje. Organogenese je sice v knize uvedena menším písmem, neznamená to však, že není potřebná pro zkoušku z anatomie. Existuje samostatná učebnice embryologie od jiného autora a pro studenty platí organogenetická témata vypsána ve zkouškových otázkách. V učebnici anatomie jsou proto připojena jako připomínka a stručný text pro opakování přímo k jednotlivým orgánům a útvarům. Tak jako v Anatomii 1 a 2 jsou i v Anatomii 3 odstavce důležité pro zkoušku označené po straně barevnou linkou. Jak se orientovat v textu CNS je podrobně napsáno v předmluvě ke 2. vydání. Nakladatelství vyšlo vstříc studentům rozdělením Anatomie 3 do tří svazků pro usnadnění manipulace s textem a jeho přenášení.

Autory nových kreslených obrázků k vývojovým a molekulárně biologickým kapitolám jsou akad. malíř Ivan Helekal a Mgr. Jan Kacvinský, jimž děkujeme za péči, kterou náročným a pracným ilustracím věnovali.

Autoři Anatomie 3 děkují představitelům zdravotnické redakce nakladatelství Grada Publishing, zejména šéfredaktorovi, panu MUDr. Miroslavu Lomíčkovi, redaktorce, paní Mgr. et Mgr. Olze Kopalové, a technické redakci za péči o kvalitu tohoto vydání.

Přejeme studentům a všem uživatelům Anatomie 3, aby jim byla dobrým průvodcem náročnou anatomií systémů, o nichž pojednává.

V Praze, v září 2015

*R. Čihák
R. Druga
M. Grim*

Poznámka redakce

Při realizaci třetího vydání 3. dílu vyšlo nakladatelství vstříc jak doporučení autorů, tak přání studentů a rozdělilo publikaci do tří samostatných tematických svazků. Tato forma čtenáři umožňuje lepší využití rozsáhlé publikace při výuce i v praxi.

Vícesvazkové podobě je uzpůsobeno i uspořádání obsahu. Předmluvy jsou uvedeny v prvním svazku, každý svazek má samostatný rejstřík, nově zařazený jmenný rejstřík je uveden na konci třetího svazku.

ANGIOLOGIA – NAUKA O CÉVÁCH

ANGIOLOGIA – NAUKA O CÉVÁCH

Systém (soustava) cévní je rozsáhlý a bohatý soubor trubic různého kalibru, vystlaných jednou vrstvou plochých endothelových buněk. Trubicemi proudí tekutina.

Podle obsažené tekutiny se systém cévní dělí v systémy dva: **systém cév krevních** obsahuje červenou krev, která obíhá, cirkuluje v uzavřeném krevním

oběhu; **systém cév mizních** obsahuje bezbarvou mizu, která se sbírá z mezibuněčných štěrbin vaziva většiny orgánů a tkání do mizních vlásečnic; z nich mizními cévami (a skrze vložené mizní uzliny) postupně protéká do větších mizních kmenů, které posléze vyústí do krevních cév (do žil) na dvou charakteristických místech těla.

SYSTÉM CÉV KREVNÍCH

Systém cévních trubic vede krev, která zprostředkovává látkovou přeměnu ve tkáních, spojuje místa, jež dodávají živiny (např. stěny trávicí trubice) a kyslík (plic), se všemi orgány a tkáněmi celého těla; ze tkání odvádí oxid uhličitý k vylučování v plicích a další zplodiny látkové přeměny k vylučování v ledvinách. Prouděním krve jsou také transportovány hormony ze žláz s vnitřní sekrecí k cílovým orgánům a jsou přenášeny i další působky a obranné látky (někdy též složky patologických procesů v organismu).

Soustava cév krevních má ústřední orgán – **srdce – cor** – jež svými rytmickými tahy pohání krev v cévách; **tepny – arteriae** – vedou krev *ze srdce* (kordifugálně) a postupně se větví ve stále tenčí tepny až v tenkostěnné *tepénky – arteriolae*; **vlásečnice – kapiláry** – představují konečné sítě cév, do nichž se tepny rozvětví; jejich stěna je tvořena jednou vrstvou plochých endothelových buněk; z kapilár se pak sbírají **žíly – venae** – vedoucí krev z kapilár do srdce (kordipetálně).

Tepny, žíly a kapiláry se liší tloušťkou a úpravou svých stěn (viz str. 79–86).

Srdce má u jednotlivých tříd savců různou úpravu. *Srdce savců* je podélnou přepážkou *úplně rozděleno na pravou a levou část*, v každé z nich je jedna předsíně a jedna komora srdeční, z funkčního a klinického hlediska se proto používá pojmů „*pravé srdce*“ a „*levé srdce*“ (obr. 1 A).

Pravá a levá předsíně – atrium dextrum et sinistrum – jsou tenkostěnné dutiny, do nichž krev přitéká ze žil.

Pravá a levá komora – ventriculus dexter et sinister – jsou dutiny se silnou svalovou stěnou, ze kterých je krev vypuzována do tepen.

Krevní oběh – circuitus sanguinis – se z těla sbírá do dvou velkých žil –

vena cava superior et vena cava inferior – horní a dolní dutá žíla; jimi přitéká krev z těla, zbavená kyslíku,

do pravé předsíně srdeční, odtud přechází *do pravé komory srdeční*;

truncus pulmonalis – plicnice – je silná tepna, která vede krev z pravé komory; pokračuje jako

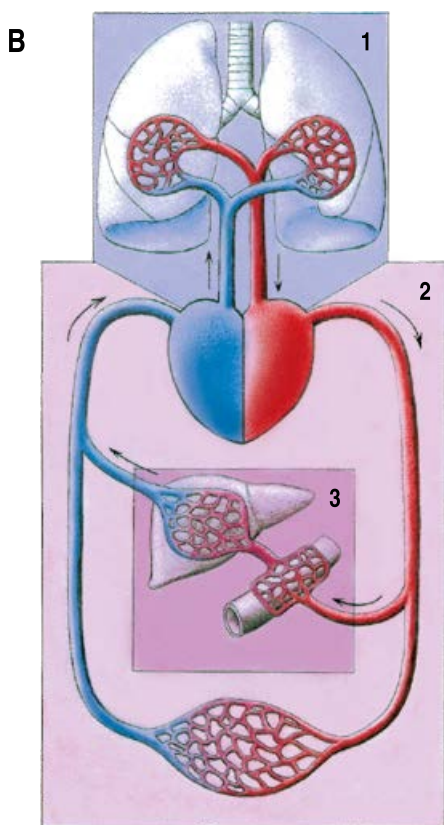
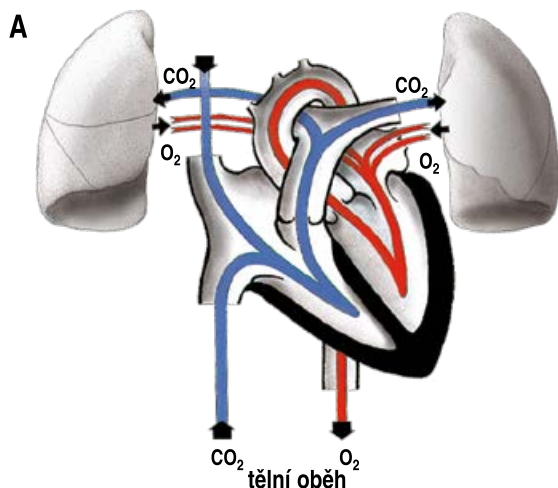
arteria pulmonalis dextra et sinistra – pravá a levá tepna plicní – do obou plic, kde se tepny dělí až ve vlásečnice a krev se obohacuje kyslíkem (viz Anatomie 2, str. 236); z kapilár se sbírají žíly plicní;

venae pulmonales dextrae et sinistrae vedou okysličenou krev z plic *do levé předsíně srdeční*; odtud krev přechází *do levé komory srdeční*;

aorta – srdečnice – vede krev jakožto mohutná tepna z levé komory do celého těla, z vlásečnic těla se krev sbírá postupně až do horní a dolní duté žíly – viz výše.

Circuitus sanguinis minor – malý oběh krevní (plicní oběh) – je úsek krevního oběhu z pravé komory srdeční do plic a z plic do levé předsíně srdeční (obr. 1 B).

Circuitus sanguinis major – velký oběh krevní (tělní oběh) – je úsek krevního oběhu z levé komory srdeční do celého těla a odtud do pravé předsíně srdeční (obr. 1 B).



Obr. 1. SCHEMA KREVNIHO OBĚHU

A SCHEMA PRŮTOKU KRVE TĚLEM SAVCŮ

červeně – okysličená krev

modře – krev zbavená kyslíku a nasycená CO_2

B SCHEMA MALÉHO (PLICNÍHO – 1) A VELKÉHO (TĚLNÍHO – 2) KREVNIHO OBĚHU

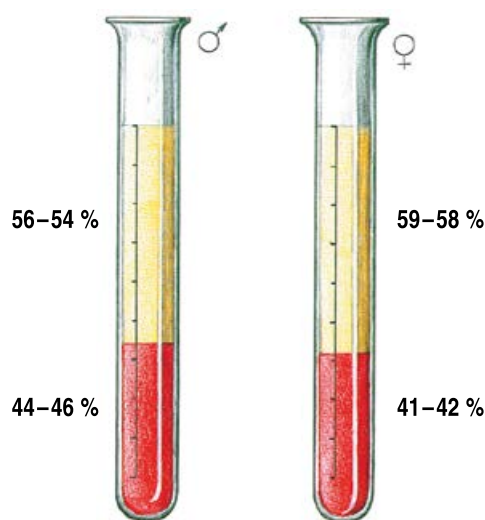
Do velkého krevního oběhu je vřazen jaterní portální oběh (3), kde se krev sbírá z kapilár všech nepárových orgánů břišní dutiny do vratnicové žíly (vena portae) a z ní pokračuje do kapilárního řečiště jater; odtud se opět sbírá do žil velkého krevního oběhu

SANGUIS – KREV

Krev je červená neprůhledná kapalina, která činí kolem 6 % celkové hmotnosti těla, tj. kolem 5 litrů; **plasma krevní** je vlastní krevní kapalina, ve které jsou rozptýlena

corpuscula sanguinis – krevní tělíska – složená z červených krvinek, bílých (bezbarvých) krvinek a z destiček krevních;

celkový objem krevních tělísek činí 44–46 % objemu krve u mužů, 41–42 % u žen (obr. 2).



Obr. 2. ZNÁZORNĚNÍ PROCENT OBJEMU KRVE PŘIPADAJÍCÍCH NA KRVINKY ve srovnání s krevní plasmou (hematokrit); rozdíl mezi muži a ženami

Plasma krevní je průhledná nažloutlá kapalina. Obsahuje kolem 92 % vody. Ze zbývajících 8 % je asi 7,1 % bílkovin a 0,9 % solí; další látky, v plasmě krevní obsažené, se vyskytují v nepatrných množstvích (krevní cukr, zplodiny látkové přeměny apod.). Z krevních bílkovin jsou nejdůležitější albumin (4,1 %), globuliny (2,7 %) a fibrinogen (0,27 %).

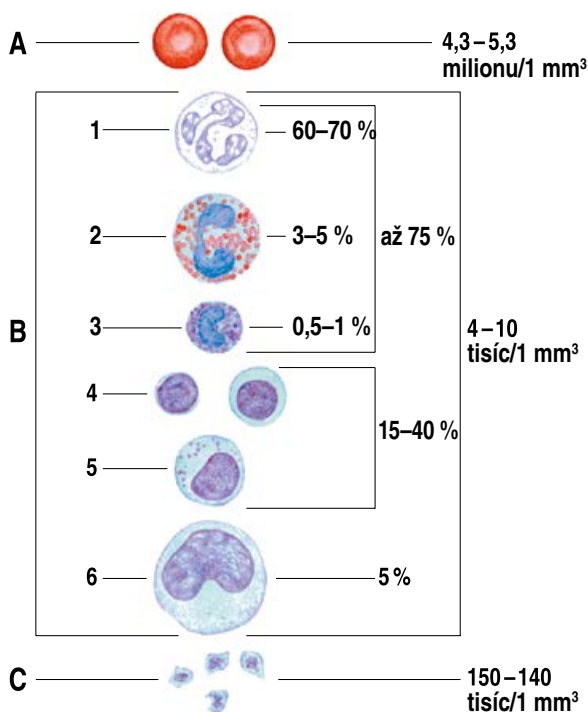
Fibrinogen se v procesu srážení krve za účasti četných faktorů mění ve *fibrin*, jehož vlákna tvoří prostorovou síť a ta poutá krvinky.

Sérum krevní je krevní plasma zbavená fibrinogenu a krvinek.

Corpuscula sanguinis

Corpuscula sanguinis (obr. 3) se též označují jako formované elementy. Za vývoje se vytvářejí velmi záhy, od poloviny 3. týdne vývoje, kdy se v mesodermu stěny žloutkového vaku diferencují první buňky příští výstelky cév a mateřské buňky všech krvinek (viz str. 176). Vytvářejí se pod indukčním vlivem entodermu stěny žloutkového vaku. Záhy poté se vytvářejí cévy v celém těle zárodku a vzniká oběh krevní. Z primitivní cévní sítě ve stěně žloutkového vaku jsou mateřské krevní buňky roznášeny krevním oběhem do zárodku, kde od 2. měsíce vývoje postupně osídlí játra, slezinu a thymus; tyto orgány se pak stanou hlavními orgány krvetvorby (hemopoese) a tuto funkci udržují až do poloviny těhotenství.

V játrech a slezině krvetvorba postupně vyhasíná a nově – již na celou dobu života – se vytváří v kostní dřeni; ta je pak trvalým zdrojem krvinek. Také lymfatická tkáň je krvinkami osídlena postupně: předchůdci lymfatických buněk se nejprve usídlí v thymu (viz Systema lymphaticum) – T-lymfocyty – a později ve fetálních játrech a v kostní dřeni – B-lymfocyty. Tyto



Obr. 3. ČERVENÉ KRVINKY A JEDNOTLIVÉ DRUHY BÍLÝCH KRVINEK ve světelném mikroskopu po běžném obarvení krevního nátěru (viz text)

buňky pak osídlují lymfatické orgány (mízní uzliny, slezinu, mandle, lymfatické slizniční uzlíky).

Za vývoje lze poměrně záhy rozlišit buněčné linie tvořící červené krvinky a linie tvořící různé druhy krvinek bílých a thrombocyty.

Corpuscula sanguinis – formované krevní elementy – zahrnují:

1. červené krvinky – erythrocyty,
2. bílé krvinky – leukocyty,
3. krevní destičky – thrombocyty.

Erythrocyty – červené krvinky

(obr. 3 A) jsou okrouhlé bikonkávní destičky průměru 7,2 μm, o tloušťce asi 2 μm. V 1 mm³ je kolem 5 milionů (4,3–5,3 milionů) erythrocytů u mužů a kolem 4,5 milionů (3,8–4,7 milionů) u žen. Erythrocyty jsou pružné, při průchodu tenkými kapilárami se přechodně mohou deformovat. Nebarvené, v tenké vrstvě mikroskopického preparátu jsou žlutavé, teprve při nakupení v silnější vrstvě jsou červené. Jejich barvu způsobuje červené krevní barvivo – hemoglobin – složitá bílkovina, která ve své prostheticke skupině obsahuje železo. Na toto železo váže hemoglobin kyslík a mění se v oxyhemoglobin. Ten za průchodu kapilárami kyslík ztrácí (odevzdává tkáním) a mění se zpět v hemoglobin. Dodávání kyslíku tkáním je zajištěno velkým množstvím erythrocytů a jejich relativně velkým povrchem. Erythrocyty savců jsou bezjaderné, erythrocyty všech ostatních obratlovců mají jádro. Erythrocyty ryb a obojživelníků jsou větší a je jich méně (to odpovídá nižší intenzitě látkové přeměny těchto živočichů).

Také savčí erythrocyty mají v časných obdobích embryonálního vývoje jádra. V průběhu ontogenese se první vývojová řada erythrocytů, vyskytujících se v oběhu, nazývá řada megalocytární (primitivní). Jsou to relativně velké buňky, z nichž většina má jádro. Z oběhu vymizí do konce 3. měsíce těhotenství.

Mezitím se v polovině 2. měsíce těhotenství objeví v oběhu červené krvinky podstatně menší, které postupně doplní a nahradí mizící elementy megalocytární řady. Tato druhá řada se označuje jako řada normocytární (definitivní). Jen její nejranější elementy v oběhu jsou opatřeny jádry. Ostatní elementy a jejich další generace jádra ztrácejí, a to ještě během zrání v místě krvetvorby (erythropoese), před vyplavením krvinek do oběhu. Fetální normocyty jsou poněkud větší než normocyty po narození, a jsou proto označovány jako makrocyty.

Průměrná doba života lidských erythrocytů je 100–120 dnů. Opotřebované erythrocyty jsou zadržovány a destruovány ve slezině (a jinde buňkami systému mononukleárních fagocytů).

Leukocyty – bílé krvinky

(obr. 3 B) jsou buňky s jádry, v různé míře schopné samostatného (amébovitého) pohybu, některé jsou schopné pohlcovat cizí částice fagocytosou. Množství leukocytů v cirkulující krvi poněkud kolísá, za normální se považuje počet 4–10 tisíc v 1 mm³ krve (obr. 4). Morfologicky lze rozlišit pět skupin leukocytů v krvi:

1. neutrofilní granulocyty,
2. eosinofilní granulocyty,
3. bazofilní granulocyty,

4. *monocyty*,

5. *lymfocyty*.

Granulocyty – leukocyty v užším slova smyslu (obr. 3 B 1–3) – tvoří 75 % všech bílých krvinek. Jsou okrouhlé o průměru 11–14 μm . V plasmě mají typická zrníčka – granula. Granulocyty obsahují oxidázové enzymy, a dávají proto tzv. oxidázovou reakci. V dospělosti se vytvářejí v kostní dřeni z buněk označovaných s postupujícím vývojem jako myeloblasty, promyelocyty a myelocyty. Délka života granulocytů se udává řádově ve dnech.

1. Granulocyty neutrofilní (heterofilní) (obr. 3 B 1) tvoří 60–70 % (55–75 %) všech bílých krvinek v krvi. V jejich cytoplasmě jsou granula, která se nebarví výrazně ani kyselými, ani bazickými barvivý. Tyto krvinky jsou značně pohyblivé, fagocyty bakterie. Obsahují proteolytické enzymy a produkují též baktericidní látky. Jádro těchto leukocytů je po vzniku buňky jednotné, při zrání se postupně rozděluje na 2–5 segmentů, spojených úzkými můstky.

2. Granulocyty eosinofilní (obr. 3 B 2) – s méně členitým jádrem, s hrubými granuly barvitelnými eosinem nebo jinými kyselými barvivý, tvoří 3–5 % všech bílých krvinek. Fagocyty zřídka, bývají zmnoženy

při alergických a parazitárních onemocněních. Mají důležitou roli při zneškodňování cizorodých bílkovin a antigenů.

3. Granulocyty bazofilní (obr. 3 B 3) – s větším dvorcem cytoplasmy a s granuly barvicími se bazickými barvivý, tvoří 0,5–1 % všech bílých krvinek. Granula těchto leukocytů obsahují heparin, histamin a další působky.

4. Monocyty (obr. 3 B 6) vznikají v kostní dřeni z promonocytů a po určité době strávené v cirkulaci vycestovávají (cévní stěnou) do tkání, kde se mění v makrofágy. Podobají se velkým lymfocytům. Mají více cytoplasmy (s jemnými azurofilními granuly) a ledvinovitě jádro. Jsou stejně velké jako granulocyty nebo i větší. Tvoří asi 5 % všech bílých krvinek. Mimo cirkulující krev se vyskytují v krvetvorných orgánech a ve vazivu, kde se nacházejí jako polymorfní elementy různého tvaru. Hromadí v sobě korpuskulární barviva, intravitálně vpravená.

Z monocytů vznikají též jiné buňky systému mononukleárních fagocytů, např. Kupfferovy buňky jater, mikroglie v CNS apod. Spojováním monocytů vznikají mnohobuněčné buňky, např. osteoklasty (viz Anatomie 1, str. 79), nebo tzv. mnohobuněčné buňky z cizích těles. Monocyty ve tkáních spolupůsobí s lymfocyty a mají důležitou roli při rozpoznání a interakcích imunokompetentních buněk s antigeny. **5. Lymfocyty** (obr. 3 B 4, 5) mají kulatá jádra a kolem nich úzký dvorec cytoplasmy. Jsou menší než granulocyty, o průměru kolem 8 μm . Tvoří asi 15–40 % všech bílých krvinek, jejich počet je však proměnlivý. Při pozorování za živa se u nich zjišťuje malá pohyblivost, jiného typu, než mají granulocyty. Vedle typických, tzv. „malých“ lymfocytů (obr. 3 B 4) se v oběhu vyskytuje i malé množství tzv. „velkých“ lymfocytů o průměru 12–16 μm (obr. 3 B 5). Ačkoliv jsou si jednotlivé lymfocyty v oběhu navzájem velmi podobné, představují heterogenní buněčné populace, lišící se původem, některými submikroskopickými detaily, imunologickými funkcemi a délkou života.

Podle původu a podle toho, kde získávají své imunokompetentní vlastnosti, se lymfocyty dělí na *T-lymfocyty*, které získávají v thymu, a na *B-lymfocyty* (B znamená zkratku názvu bursa Fabricii, což je u ptáků zvláštní lymfatický orgán spojený s kloakou), které u ptáků získávají své vlastnosti v bursa Fabricii; u savců, kteří tuto bursu nemají, probíhá diferenciace B-lymfocytů ve fetálních játrech a později v kostní dřeni. T-lymfocyty jsou nositeli tzv. buněčné imunity (odvržení cizí tkáně transplantátu). B-lymfocyty fungují v látkové imunitě těla tím, že reagují na přítomnost antigenu (přímo nebo zprostředkovaně) zvětšením, zmnožením a postupnou přeměnou v plasmatické buňky, za současně tvorby specifických protilátek – imunoglobulinů (srov. str. 202 a Anatomie 1, str. 15).

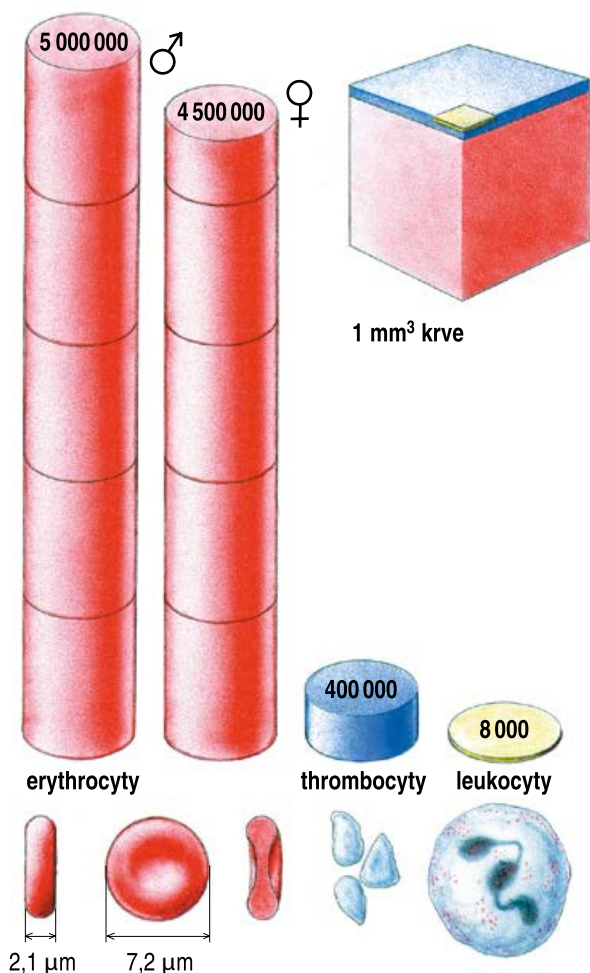
Většina lymfocytů v cirkulaci pochází z thymu, další pocházejí z lymfatické tkáně (mízní uzliny, mízní folikuly, slezina), popřípadě z kostní dřeni. Tyto lymfocyty se přímo účastní jako obranné buňky kolem chorobných (např. zánětlivých) ložisek.

Délka života lymfocytů je různá, podle jejich určení, od několika hodin až do sta a více dnů.

Část morfologicky zralých lymfocytů je schopna prodělat tzv. blastickou transformaci, čímž vznikají lymfoblasty, větší a v preparátu světleji zbarvené.

Thrombocyty – krevní destičky

jsou drobné plasmatické bezjaderné útvary (obr. 3 C) o průměru 2–4 μm , které se snadno shlukují na porušeném místě cévní stěny, kde vytvoří tzv. primární hemostatickou zátku. Odhaduje se, že v 1 mm^3 krve je 150–400 tisíc destiček. U savců nejde o buněčné elementy. Destičky savců vznikají odštěpováním výběžků velkých mnohobuněčných buněk kostní dřeni – megakaryocytů. Z jednoho megakaryocytu vznikne až 5000 destiček, které v oběhu přezívají 9–11 dnů. Jsou nejdůležitější



Obr. 4. POČETNÍ POMĚR JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ KRVINEK; ve sloupečcích počty krvinek v 1 mm^3 krve, v krychli znázorněn vzájemný poměr těchto počtů

formovanou složkou krve v procesu přirozeného uzavření porušené cévní stěny (obr. 4).

COR – SRDCE

Srdce je dutý svalový orgán, který pod tlakem pohání krev v oběhu krevním tím, že se rytmicky smršťuje a ochabuje:

systola je stah srdce,

diastola je ochabnutí, uvolnění stahu;

uvnitř srdce jsou mechanická zařízení –

chlopně srdeční, které jsou upraveny tak, že při systole je krev vržena do tepen, při diastole je zabráněno zpětnému proudění a krev ze žil je nasávána do srdce; vedle srdce se na pohonu krve účastní i tepny, část z nich schopností stahu své stěny, část pružností stěny, a žíly úpravou svých chlopní, které dovolují jen jednosměrný tok krve.

Srdce dospělého člověka má **hmotnost** 230 až 340 g. U žen kolísá hmotnost srdce přibližně mezi 230 a 320 g, s průměrem kolem 260 g, u mužů od 260 do 340 g, s průměrem kolem 300 g. Uvádí se, že srdce muže odpovídá přibližně 0,45 % hmotnosti těla, srdce ženy 0,4 % hmotnosti těla.

Hmotnost srdce závisí též na věku: hmotnost dospělého srdce je dosahována mezi 17. a 20. rokem věku, pak v průměru populace stoupá (až o 20 %) a od 60 let věku poklesá o 10 % i více.

Hmotnost srdce závisí na objemu srdeční svaloviny, který se zvětšuje také podle množství a intenzity dlouhodobé svalové práce člověka.

Srdce je uloženo v mediastinu, za sternem, svou jednou třetinou je vpravo od střední čáry, dvěma třetinami vlevo od střední čáry. Otisk srdce, prostřednictvím obalu srdce – perikardu – je patrný na obou plicích. Prostřednictvím perikardu nasedá srdce na bránici (obr. 5).

Srdce je uloženo v obalu zvaném

pericardium – osrdečník (viz str. 54); dutina perikardu je serózní dutina (jako dutiny pleurální nebo peritoneální), osrdečník má (jako ostatní serózní dutiny) typické *dva listy*:

lamina parietalis – nástěnný (zevní) list – je tenká, lesklá, jednovrstevným plochým epitelem krytá blána, pokrývající vnitřní, k srdci přivrácený povrch dutiny perikardu,

lamina visceralis, epikard (epicardium) je vnitřní list, srostlý s povrchem srdce; tvoří lesklý povrch srdeční stěny.

Na stěně srdeční se rozeznávají *tři vrstvy* (obr. 6): **endocardium**, endokard, tenká lesklá blána vystylající nitro srdce, tvořená jednou vrstvou endothelových buněk podloženou vazivem (různě silným a pevným na různých místech srdce);

myocardium, myokard, svalová vrstva tvořená příčně pruhovanou svalovinou srdeční (viz Anatomie 1, str. 26), **epicardium**, epikard, serózní povrchový povlak srdeční stěny, pod epikardem je tenká vrstva elastického vaziva, která směrem k myokardu přechází v tzv. *subepikardové vazivo*;

v subepikardovém vazivu je místy tukové vazivo, zejména ve vkleslých místech povrchu srdce podél větších srdečních cév, probíhajících povrchově pod epikardem.

SRDCE JAKO CELEK

má tvar nepravidelného kužele s bazí obrácenou dozadu vzhůru a s hrotem směřujícím dopředu dolů a doleva; **basis cordis** – baze srdeční – je kraniální širší část, kde jsou uloženy předsíně srdeční a kde do předsíní vstupují velké žíly a z komor vystupují hlavní tepny – aorta a plicnice (obr. 7);

apex cordis – hrot srdeční – zaobleného tvaru – je na komorové části srdce, směřuje doleva dolů vpřed a jeho úder může být hmatný vlevo v 5. mezižebří, těsně navnitř od medioklavikulární čáry (obr. 7).

Srdce je uloženo šikmo;

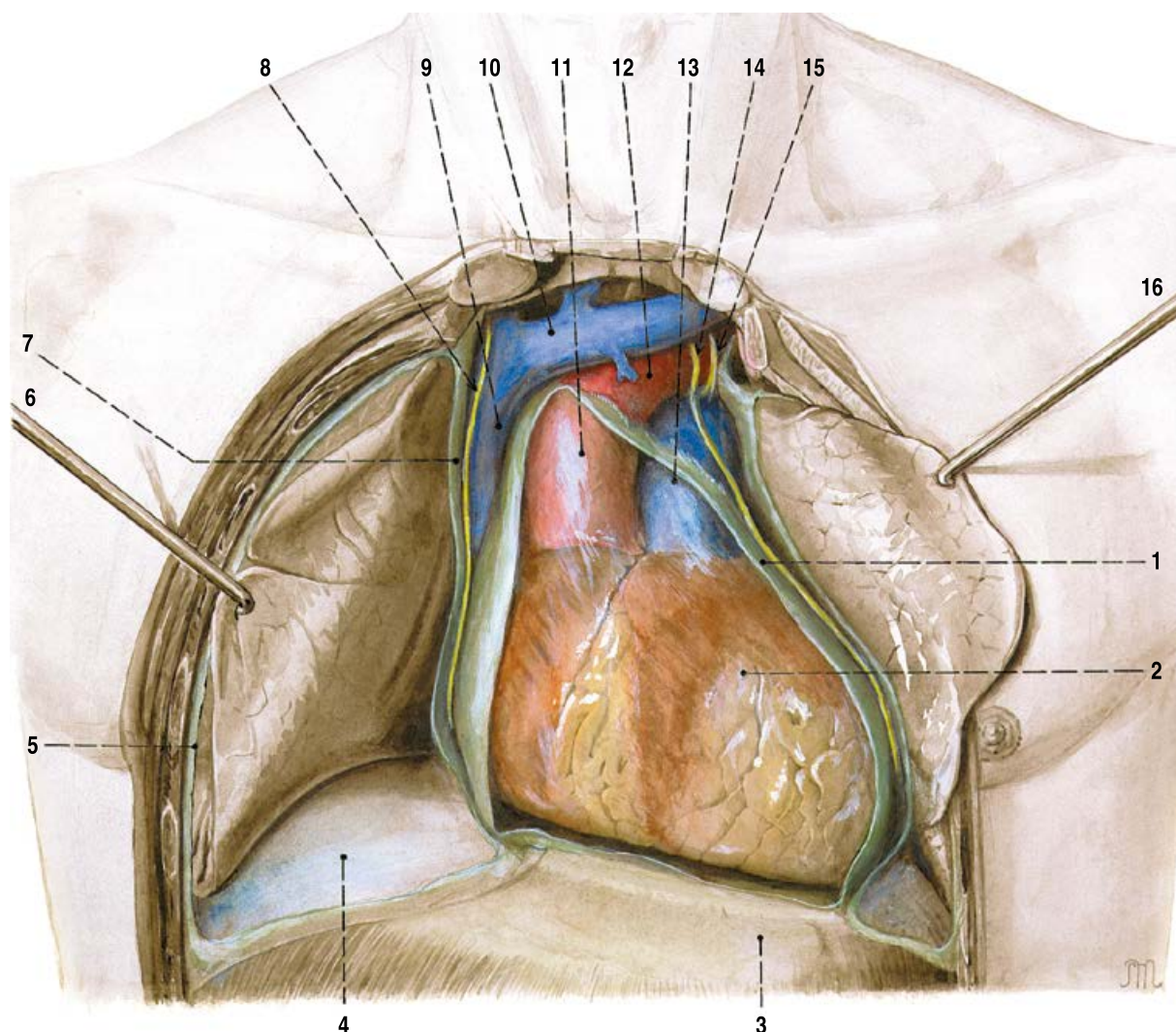
podélná osa srdce probíhá zprava shora zezadu nalevo dolů dopředu.

Atrium dextrum et atrium sinistrum – pravá a levá předsíně srdeční – jsou při bazi vzadu; z okraje každé předsíně dopředu vybíhá

auricula atrii – ouško – *auricula dextra et auricula sinistra* (obr. 8 a 9).

Ventriculus dexter et ventriculus sinister – pravá a levá komora srdeční – sahají od předsíní k hrotu srdečnímu (obr. 8 a 9).

Sulcus coronarius – cirkulární brázda blíže baze srdeční – odděluje tenkostěnné předsíně od silnostěnných komor; v sulcus coronarius probíhají hlavní kmeny srdečních cév (obr. 8).



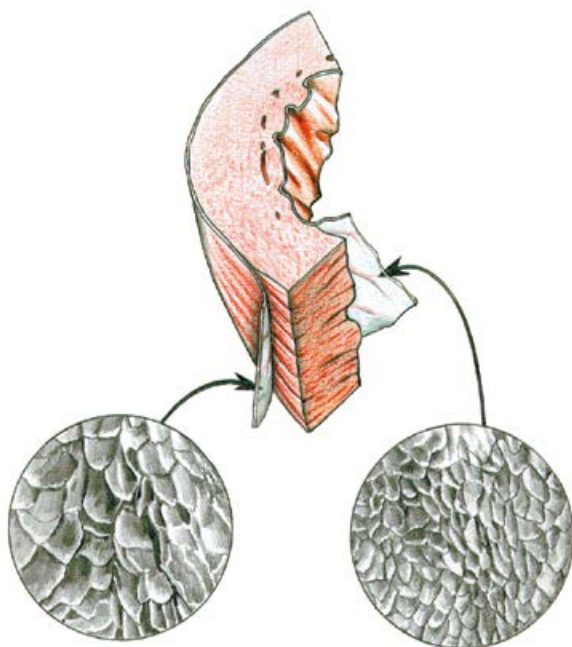
Obr. 5. SRDCE V PERIKARDU, uložené v mediastinu; perikard označen zeleně, jeho přední stěna byla odstraněna; odstraněny jsou i přední stěny obou pleurálních dutin

- 1 vazivová vrstva perikardu
- 2 srdce – facies sternocostalis
- 3 bránice – centrum tendineum
- 4 parietální pleura – pars diaphragmatica
- 5 okraj řezu parietální pleury v její pars costalis
- 6 háček vyklápějící pravou plíci
- 7 pars mediastinalis parietální pleury
- 8 nervus phrenicus dexter
- 9 vena cava superior

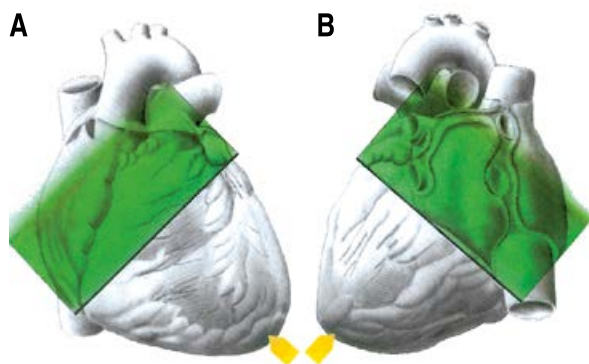
- 10 vena brachiocephalica sinistra
- 11 aorta ascendens (úsek aorty uvnitř perikardu)
- 12 arcus aortae
- 13 truncus pulmonalis, část uvnitř perikardu (tato tepna vede krev zbavenou kyslíku, proto se označuje modře)
- 14 nervus phrenicus sinister
- 15 nervus vagus sinister přiložený k arcus aortae
- 16 háček vyklápějící levou plíci

Na povrchu srdce se rozeznávají plochy:
facies sternocostalis (anterior) – přední vyklenutá plocha, obrácená proti přední stěně hrudníku (obr. 8); tuto přední stěnu tvoří hlavně přední stěna pravé komory, odkud vystupuje kmen plicnice, vlevo je zde úzký pruh levé komory, odkud za plicnicí začíná aorta, při bazi srdeční se na přední ploše nachází část

pravé předsině – ouško – auricula dextra (viz dále) a vlevo hrot ouška levé předsině (auricula sinistra);
facies diaphragmatica (inferior) – spodní, k bránici připojená plochá stěna, tvořená zadními stěnami pravé i levé komory (klinicky bývá označována jako „zadní stěna“);



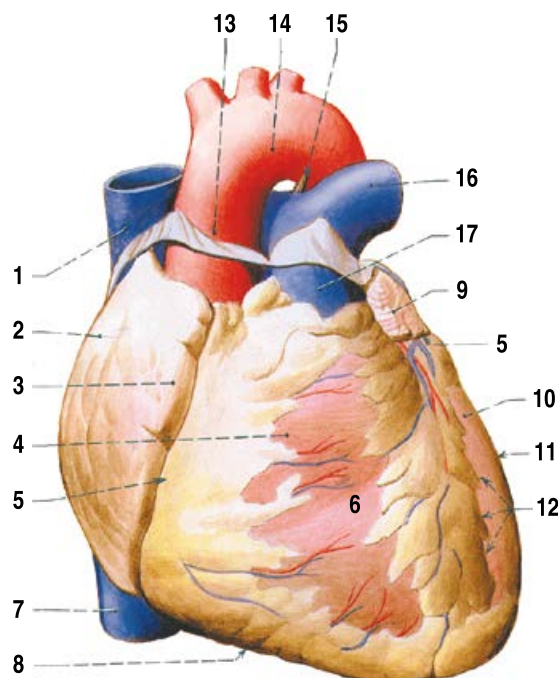
Obr. 6. ENDOKARD (vpravo), MYOKARD (uprostřed červeně) a EPIKARD (vlevo) a povrchy endokardu a epikardu v obraze rastrovací elektronové mikroskopie



Obr. 7. BASIS CORDIS et APEX CORDIS

- A pohled zepředu
B pohled zezadu
zelený obdélník – basis cordis
žlutá šipka – apex cordis

facies pulmonalis, někdy označována jako levá plocha, je oblá, míří doleva dozadu a podmiňuje otisk srdce (*impressio cardiaca*) na levé plicí; je tvořena bokem levé komory;
zadní část srdce, tvořená bází srdeční v místě stěn obou předsíní, míří proti páteři (*facies vertebralis*),



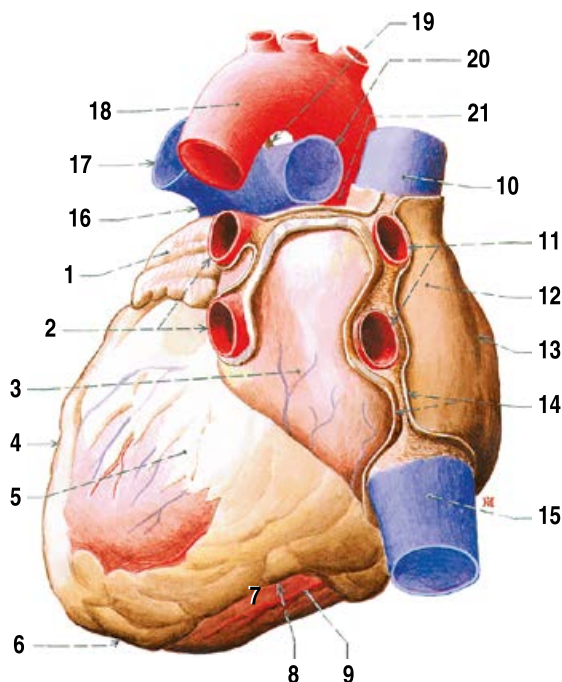
Obr. 8. SRDCE vyjmuté z perikardu; pohled zepředu

- 1 vena cava superior
- 2 atrium dextrum
- 3 auricula dextra
- 4 ventriculus dexter
- 5 sulcus coronarius
- 6 facies sternocostalis
- 7 vena cava inferior
- 8 margo acutus
- 9 auricula sinistra
- 10 ventriculus sinister
- 11 margo obtusus
- 12 sulcus interventricularis anterior
- 13 aorta ascendens
- 14 arcus aortae
- 15 ligamentum arteriosum
- 16 arteria pulmonalis sinistra
- 17 truncus pulmonalis

margo acutus je pravý okraj srdce ve formě ostré hrany mezi facies sternocostalis a facies diaphragmatica (obr. 8);

margo obtusus je zaoblený levý okraj, v němž facies sternocostalis plynule přechází ve facies pulmonalis (obr. 9).

Na povrchu srdce, zejména na komorové části, jsou patrná místa průběhu srdeční přepážky – **septum interatriale et septum interventriculare** – jako povrchové vlny:

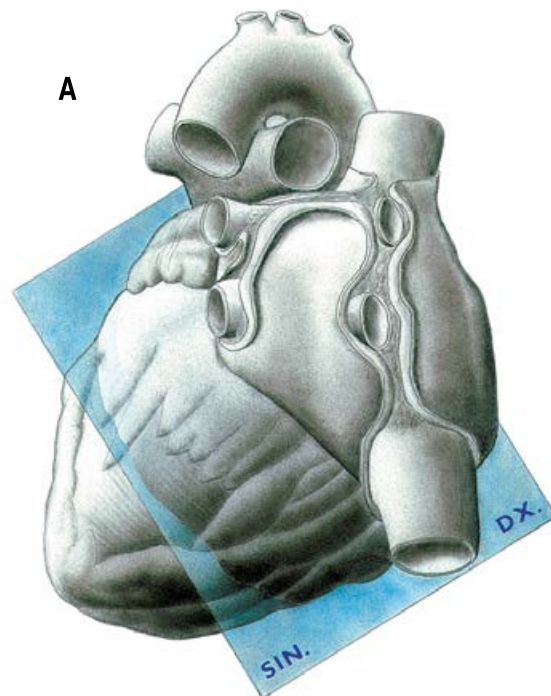


Obr. 9. SRDCE vyjmuté z perikardu; pohled zezadu; truncus pulmonalis a plicní tepny vedoucí krev zbavenou kyslíku jsou znázorněny modře, stejně jako obě venae cavae

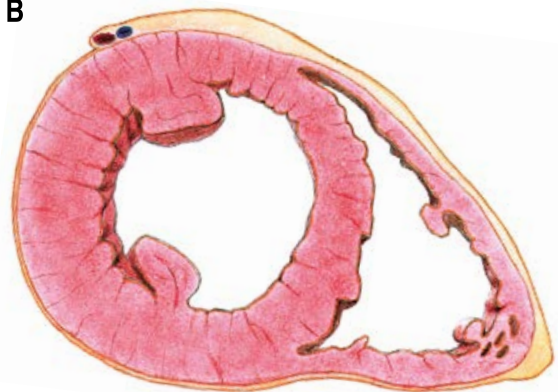
- 1 auricula sinistra
- 2 venae pulmonales sinistrae
- 3 atrium sinistrum
- 4 margo obtusus
- 5 ventriculus sinister
- 6 incisura apicis cordis
- 7 facies diaphragmatica
- 8 sulcus interventricularis posterior
- 9 ventriculus dexter
- 10 vena cava superior
- 11 venae pulmonales dextrae
- 12 atrium dextrum
- 13 sulcus terminalis
- 14 prostřižený přechod perikardu v epikard jdoucí kolem velkých žil (porta venarum)
- 15 vena cava inferior
- 16 truncus pulmonalis
- 17 arteria pulmonalis sinistra
- 18 arcus aortae
- 19 ligamentum arteriosum
- 20 arteria pulmonalis dextra
- 21 aorta ascendens

sulcus interventricularis anterior (obr. 8) – na facies sternocostalis (od sulcus coronarius do blízkosti hrotu srdečního),

sulcus interventricularis posterior (obr. 9) – na facies diaphragmatica (obdobně);



B



SIN.

DX.

Obr. 10. TVAR SRDEČNÍCH KOMOR na příčném řezu srdcem
A SRDCE; pohled zezadu; naznačena rovina příčného řezu komorami

B TVAR A TLOUŠŤKA STĚN SRDEČNÍCH KOMOR v rovině řezu na obr. A; pohled zprava shora zezadu doleva dolů dopředu, ve směru srdeční osy

incisura apicis cordis (obr. 9) je vkleslina v místě mezikomorové přepážky na hrotu srdečním, individuálně různě zřetelná.

Tvar srdečních komor vznikl na základě dvou hlavních faktorů:

a) Na základě rozdílů velkého a malého oběhu krevního:

Velký oběh krevní, poháněný stahy levé komory, potřebuje vzhledem ke svému rozsahu silnější pohon než malý oběh krevní (srov. rozdíl tlaků – str. 53), poháněný pravou komorou. Svalovina stěn levé komory je proto až trojnásobně tlustší (obr. 10 B) než svalovina stěn komory pravé; to se jeví na příčném průřezu komor, kde levá komora je silnostěnná a téměř kruhovitá, pravá komora (se slabší stěnou) je oploštělá vzadu dole (facies diaphragmatica) a silná zaoblená mezikomorová přepážka se vyklenuje do dutiny pravé komory; ta má proto trojúhelníkovitý až poloměsíčitý tvar průřezu.

b) Na základě vývoje srdce:

Srdce mělo nejprve tvar trubice, která se pak esovitě zalomila jakožto

srdeční klička (obr. 11). Dolní zalomení kličky proběhlo v oblasti komor, místo tohoto zalomení vytvořilo *hrot srdeční* (obr. 11 a 12);

každá komora má proto dvě části:

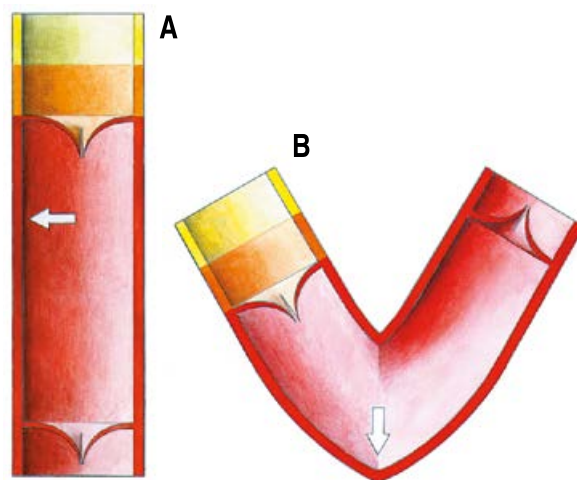
vtoková část sestupuje od atrioventrikulárního ústí ke hrotu srdečnímu; **výtoková část** vzestupuje od hrotu ke vústění do truncus pulmonalis nebo do aorty, proto truncus pulmonalis a aorta vystupují ze srdce kraniálním směrem (obr. 11 a 12).

Rozstřižení srdce při pitvě

se proto provádí s ohledem na vtokové a výtokové části komor (obr. 12).

Pravá strana srdce (obr. 13 A) se začíná stříhat z *pravé předsíně*, kde se na pravém okraji prostříhne stěna předsíně kraniokaudálně před oběma venae cavae a za odstupem pravého ouška; pokračuje se do komory skrze ostium atrioventriculare dextrum a rozstříhne se *margo acutus* až ke hrotu srdečnímu, tím se otevře *vtoková část pravé komory*; od hrotu srdečního se pokračuje po *přední stěně*, těsně vpravo vedle komorového septa, až do *truncus pulmonalis*, který se podélně rozstříhne vpředu; tím se otevře *výtoková část pravé komory*.

Levá strana srdce (obr. 13 B) se začíná stříhat z *levé předsíně*, která se vlevo od ústí venae pulmonales sinistae prostříhne kraniokaudálně po levém okraji předsíně (za odstupem levého ouška), pokračuje se do komory skrze ostium atrioventriculare sinistrum a rozstříhne se *margo obtusus* až ke hrotu srdečnímu; tím se otevře *vtoková část levé komory*, od hrotu



Obr. 11. SCHEMA ZALOMENÍ SRDEČNÍ TRUBICE PŘI VZNIKU SRDEČNÍ KLIČKY, ukázané na geometricky jednoduché trubici

A schema srdeční trubice před vznikem srdeční kličky

B schema srdeční trubice při vzniku srdeční kličky

žlutě – oblast sinus venosus

oranžově – oblast předsíní

červeně – oblast komor se vstupními a výstupními chlopněmi

bílá šipka – místo příštího srdečního hrotu a proti němu poloha příští crista supraventricularis mezi vtokovou a výtokovou částí komory

srdečního se pokračuje po *přední stěně* těsně vlevo vedle komorového septa za *truncus pulmonalis*, kde se vstoupí do aorty, která se podélně rozstříhne; tím se otevře *výtoková část levé komory*.

Vyobrazení dutin srdečních jsou většinou provedena v pohledech do vtokové nebo výtokové části z těchto řežů.

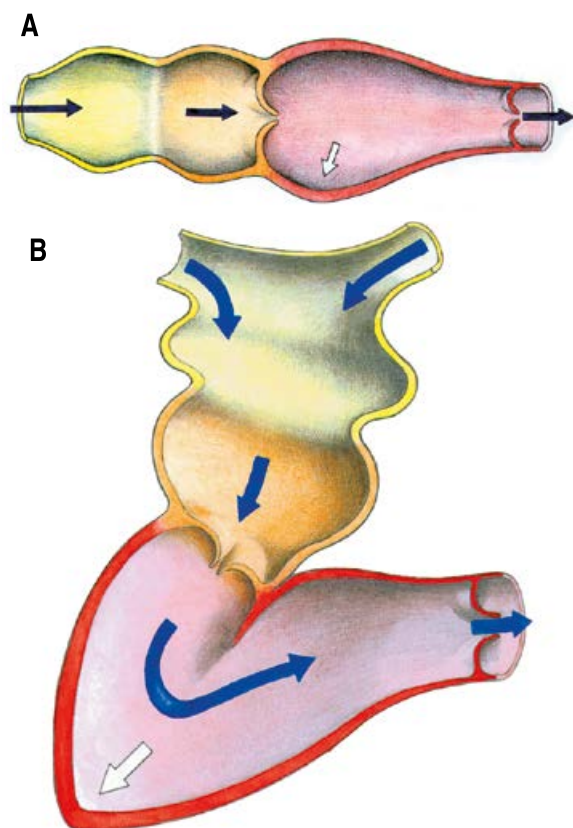
Atrium dextrum – pravá předsín

Do pravé předsíně srdeční (obr. 14 A, B) vzadu ústí **vena cava superior** – horní dutá žíla; přichází shora; **ostium venae cavae superioris** – ústí horní duté žíly – má průměr asi 2 cm;

vena cava inferior – dolní dutá žíla; přichází zdola skrze bránici,

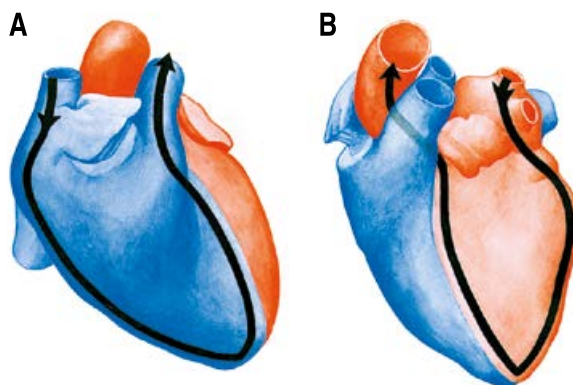
ostium venae cavae inferioris – ústí dolní duté žíly – má průměr 3–3,5 cm.

Sinus venarum cavarum je zadní úsek pravé předsíně, kam obě duté žíly vstupují.



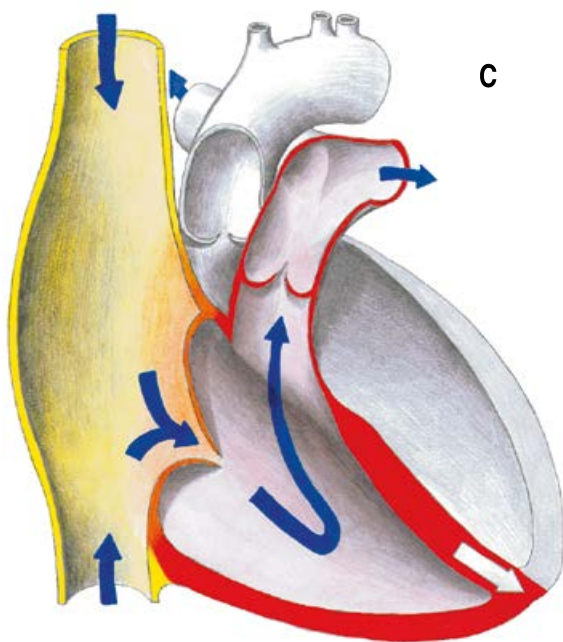
◀ Obr. 12. ZALOMENÍ SRDEČNÍ TRUBICE při vzniku srdeční kličky, schematicky ukázané na oddílech srdeční trubice a kličky

A srdeční trubice před vznikem srdeční kličky
 B srdeční trubice při vzniku srdeční kličky
 C definitivní vzájemná poloha sinus venosus, předsíně a komory pravé strany
 žlutě – oblast sinus venosus
 oranžově – oblast pravé předsíně
 červeně – pravá komora se vtokovou a výtokovou částí, srdečním hrotem a crista supraventricularis
 bílá šipka – místo příštího srdečního hrotu a proti němu poloha crista supraventricularis



Obr. 13. SCHEMA POSTUPU ROZSTŘÍŽENÍ SRDCE

A rozstřížení pravého srdce
 B rozstřížení levého srdce (viz text)



Odpovídá dutině srdce zvané *sinus venosus*, která je u nižších obratlovců a za embryonálního vývoje vyšších obratlovců samostatná a druhotně s pravou předsíní splývá.

Sulcus terminalis je mělká svislá vkleslina vpravo vedle ústí obou dutých žil (obr. 9), odděluje zvenčí sinus venarum cavarum od vlastní předsíně;

crista terminalis je hrana na dutinové straně předšínové stěny v místě sulcus terminalis; je podložena pruhem svaloviny.

Tuberculum intervenosum (torus intervenosus) je příčný val na dutinové ploše mezi oběma ústími dutých žil, podmíněný zesílením svaloviny.

Valvula venae cavae inferioris je nástěnná řasa na dutinové ploše, táhnoucí se od ústí dolní duté žíly směrem k předšínové přepážce.

(Usměrňuje krev přitékající dolní dutou žílou směrem k přepážce předšínové, ve které byl za vývoje otvor – foramen ovale –, kudy tato krev přecházela přímo do levé předsíně.) Vznik valvula venae cavae inferioris viz str. 70 a obr. 54.

Polohou tuberculum intervenosum je krev z horní duté žíly usměrňována dopředu; valvula venae cavae inferioris pomáhá usměrnit krev z dolní duté žíly mediálně; oba krevní proudy se tedy nestřetávají, nevzniká turbulentní proudění, které by traumatizovalo povrch endokardu.

Vlastní pravá předsíň je prostor před sinus venarum cavarum; na pravé straně vybíhá dopředu jako **auricula dextra**, pravé ouško, cípovitá výchlípka, viditelná na sternokostální ploše srdce; dosahuje před aortu, k pravému boku truncus pulmonalis.

Zatímco vnitřní povrch předsíně v sinus venarum cavarum a na předsíňovém septu je hladký, ze stěny vlastní předsíně vyčnívají

musculi pectinati – endokardem kryté svalové trámečky – čímž vzniká vzhled síťovitého povrchu s vyvýšeninami a vkleslinami; tento tvar vnitřního povrchu stěny začíná vpředu v předsíni a nejnápadnější je v *aurikule*.

Septum interatriale, předsíňové septum, tvoří mediální stěnu předsíně;

fossa ovalis je oválné vkleslé a ztenčené místo na septu; **limbus fossae ovalis** obklápí vkleslinu jako vyvýšený val.

Fossa ovalis je zbytek vývoje, kdy byl v předsíňovém septu otvor –

foramen ovale, kudy v embryonální a fetální době přecházela krev z pravé do levé předsíně; zbytky otevření lze někdy najít i u dospělého – jako tenký, pro sondu průchodný kanálek (viz vývoj srdce, str. 70).

Na zadní stěně předsíně v blízkosti valvula venae cavae inferioris je

ostium sinus coronarii – vstup hlavního sběrného kmene srdečních žil – *sinus coronarius* (viz str. 45); **valvula sinus coronarii** (valvula Thebesii) je poloměsíčitá, často proděravěná řasa, která toto ústí zčásti zakrývá. Její vznik viz str. 70.

Na vnitřní ploše přední stěny pravé předsíně jsou zevnitř patrné 3–4 drobné otvůrky, v nichž přímo do předsíně vstupují

venae ventriculi dextri anteriores;

dále lze porůznu na stěně pravé předsíně najít menší otvůrky (na stěně všech srdečních dutin – předsíní i komor); jsou to

foramina venarum minimarum – ústí drobných žilek, které vedou krev ze srdeční stěny přímo do některé srdeční dutiny.

Pravá předsíň je směrem k hrotu srdečnímu otevřena do pravé komory jakožto

ostium atrioventriculare dextrum, které je opatřeno trojcípou chlopní (viz dále).

V *předsíňovém septu* je malé ztenčení těsně nad *ostium atrioventriculare dextrum* (nad přední částí septálního cípu trojcípé chlopně); septum v tomto místě nemá svalovinu a je tvořeno tenkým listem vaziva a z obou stran je kryto endokardem. Je to součást tzv. **pars membranacea septi** (obr. 18 a 19), která je hlavně v přepážce komorové a nad *ostium atrioventriculare dextrum* uvedenou částí zasahuje. Tato malá část nerozděluje navzájem předsíně, ale zleva na ni naléhá výtoková část levé komory (viz dále), proto se označuje jako

septum atrioventriculare (obr. 18 a 19).

Ventriculus dexter – pravá komora

Pravá komora začíná jako

ostium atrioventriculare dextrum s trojcípou chlopní a končí v

ostium trunci pulmonalis s poloměsíčitými chlopněmi.

Výtoková část pravé komory

(obr. 15 A) má na stěnách

trabeculae carneae ventriculi dextri – vystouplé svalové trámce podobné *musculi pectinati* v předsíni; mezi nimi jsou

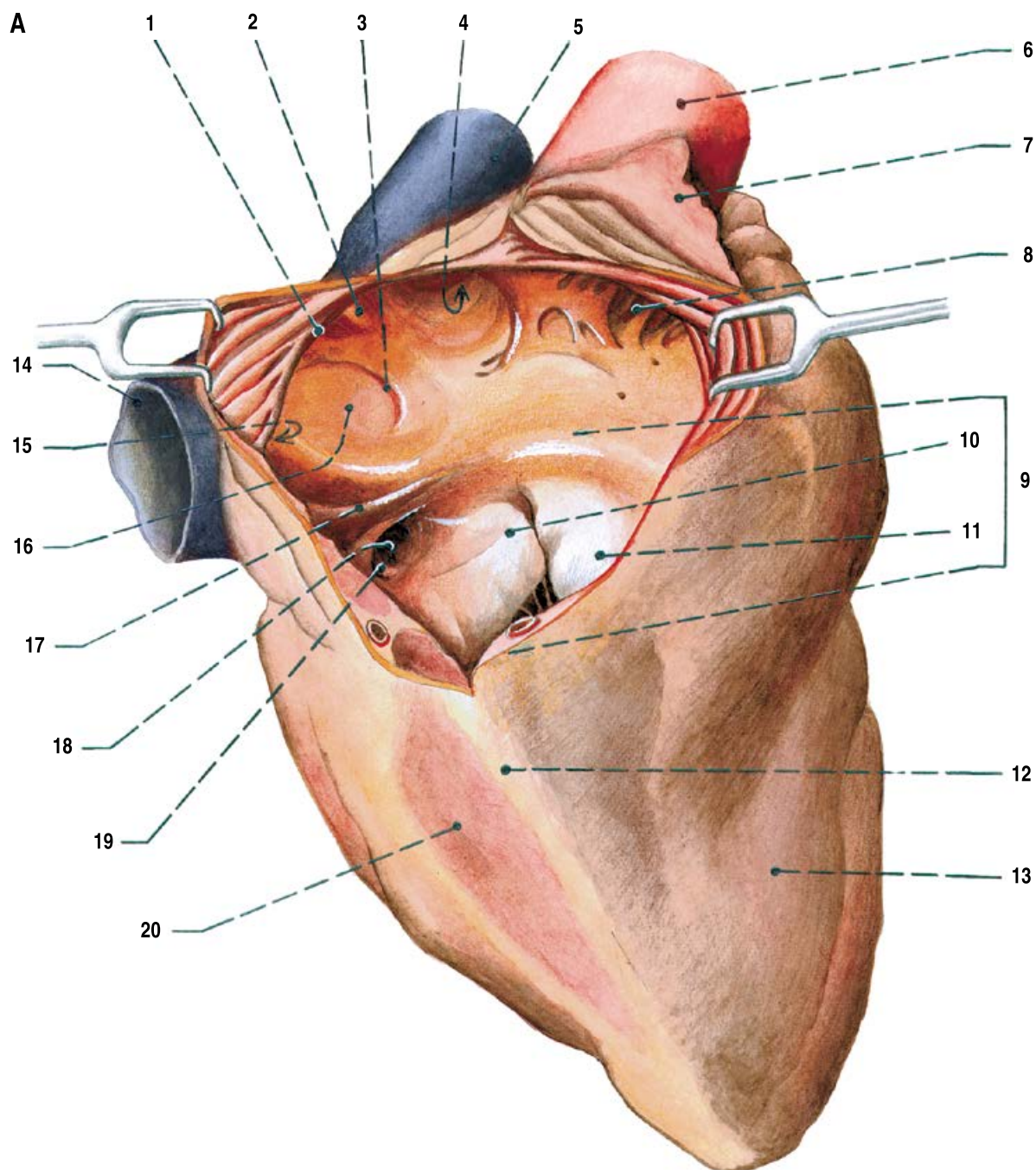
podlouhlé vklesliny orientované podélně ve směru osy komory.

Výtoková část pravé komory

(obr. 15 B) nemá trabekuly, označuje se proto jako *pars glabra* (hladká část);

conus arteriosus je označení výtokové části komory, neboť se kraniálním směrem kuželovitě zužuje do **ostium trunci pulmonalis**, které je opatřeno poloměsíčitou chlopní.

Hranici výtokové a výtokové části představuje v pravé komoře hrana, která vznikla zalomením srdeční trubice; navazuje na komorové septum a obloukem pokračuje doprava před *ostium atrioventriculare dextrum*, mezi ně a *ostium trunci pulmonalis* (viz dále); nazývá se



Obr. 14. ATRIUM DEXTRUM

A pohled do otevřené předsíně směrem od margo acutus a mírně zpředu na septum a na sinus venosus

B pohled do předsíně od margo acutus a mírně zezadu na septum a na ústí pravého ouška

- 1 crista terminalis
- 2 tuberculum intervenosum
- 3 limbus fossae ovalis

4 ostium venae cavae superioris

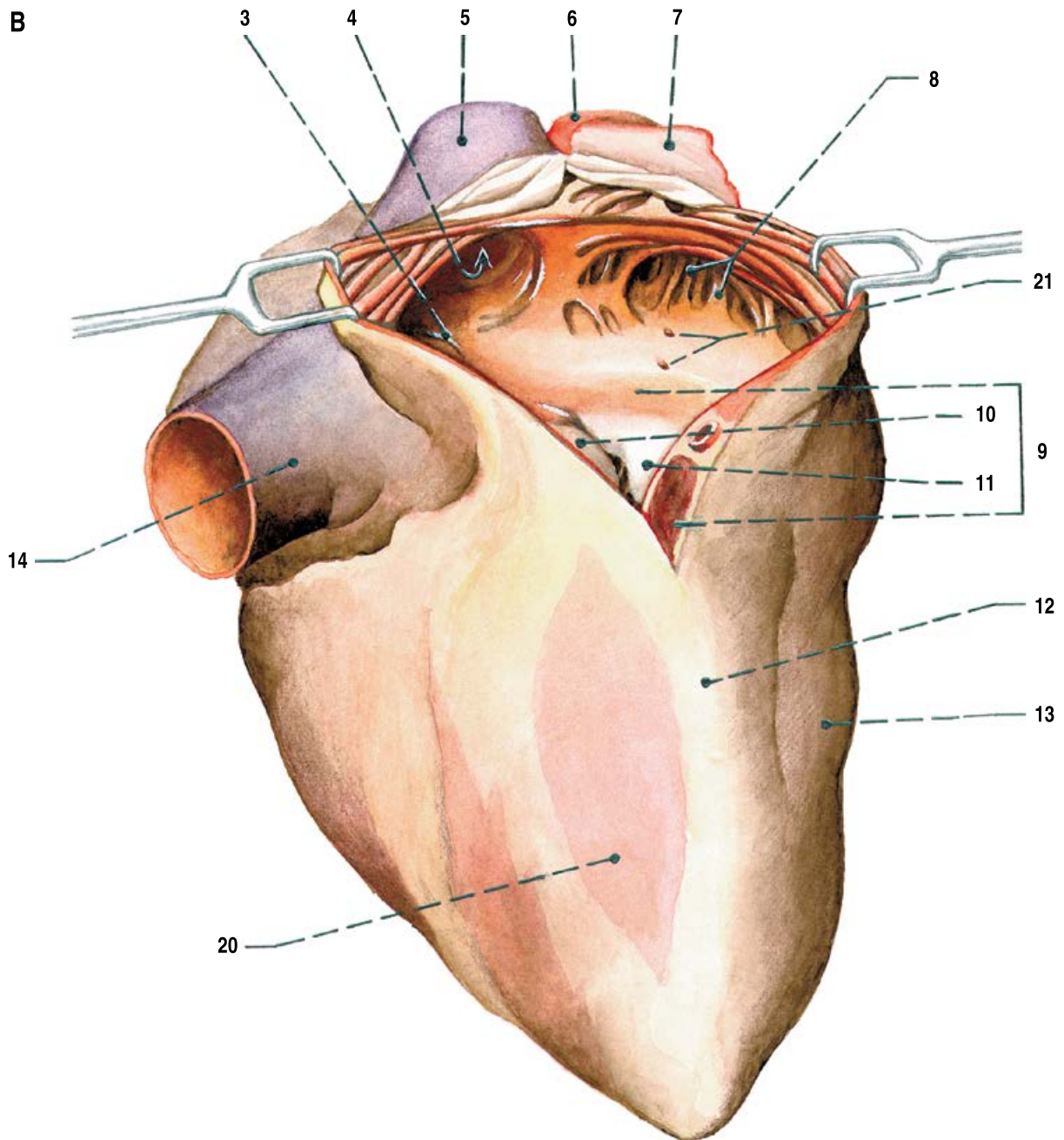
5 vena cava superior

6 aorta ascendens

7 auricula dextra zvenčí

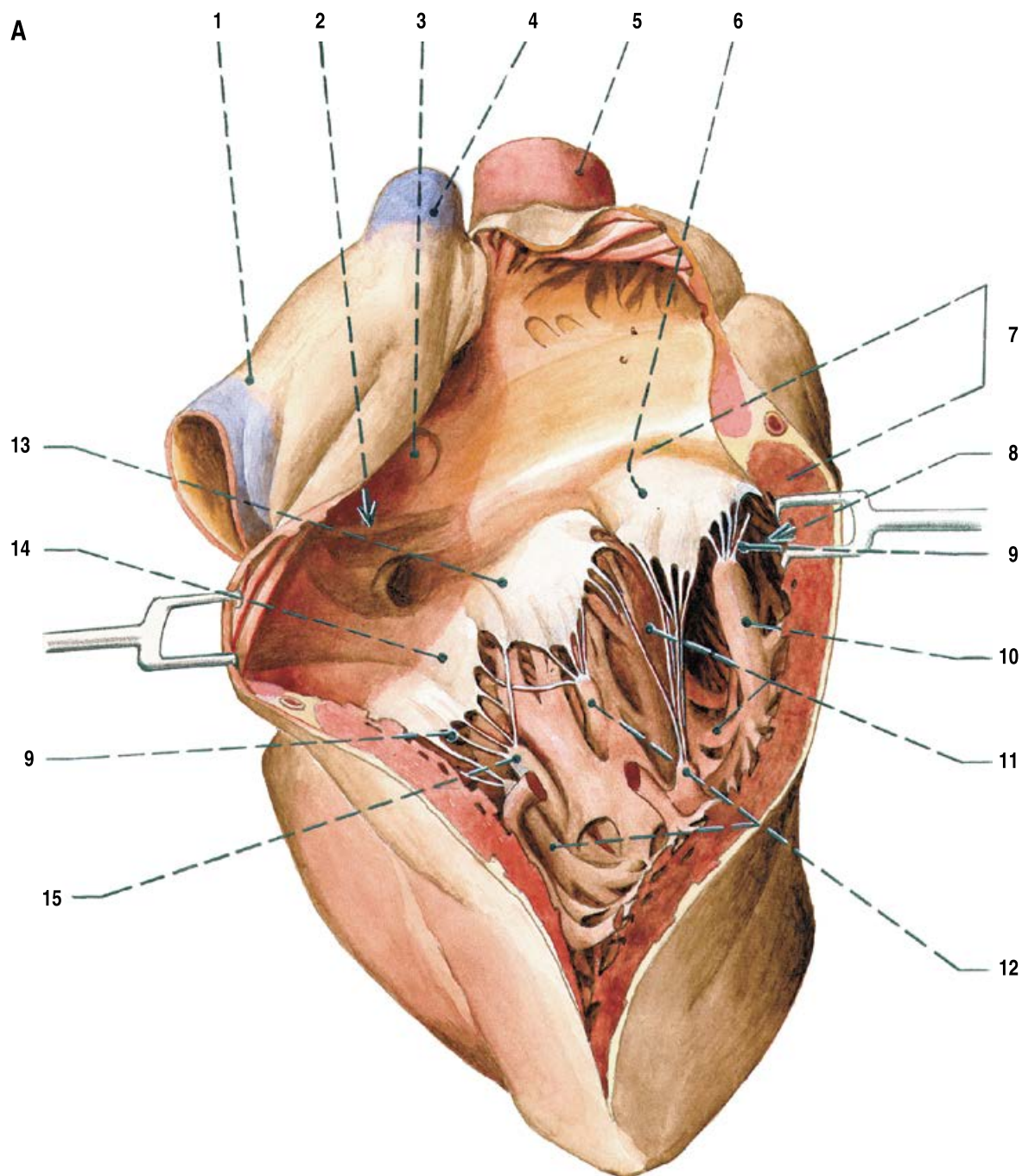
8 vstup do auricula dextra – na stěnách muscoli pectinati

9 ostium atrioventriculare dextrum



- 10 cuspis septalis valvae atrioventricularis dextrae
- 11 cuspis anterior valvae atrioventricularis dextrae
- 12 margo acutus
- 13 facies sternocostalis v oblasti pravé komory
- 14 vena cava inferior
- 15 ostium venae cavae inferioris
- 16 fossa ovalis

- 17 valvula venae cavae inferioris
- 18 ostium sinus coronarii
- 19 valvula sinus coronarii (jde dále po pravém a horním okraji ostia)
- 20 facies diaphragmatica v oblasti pravé komory
- 21 foramina venarum minimarum

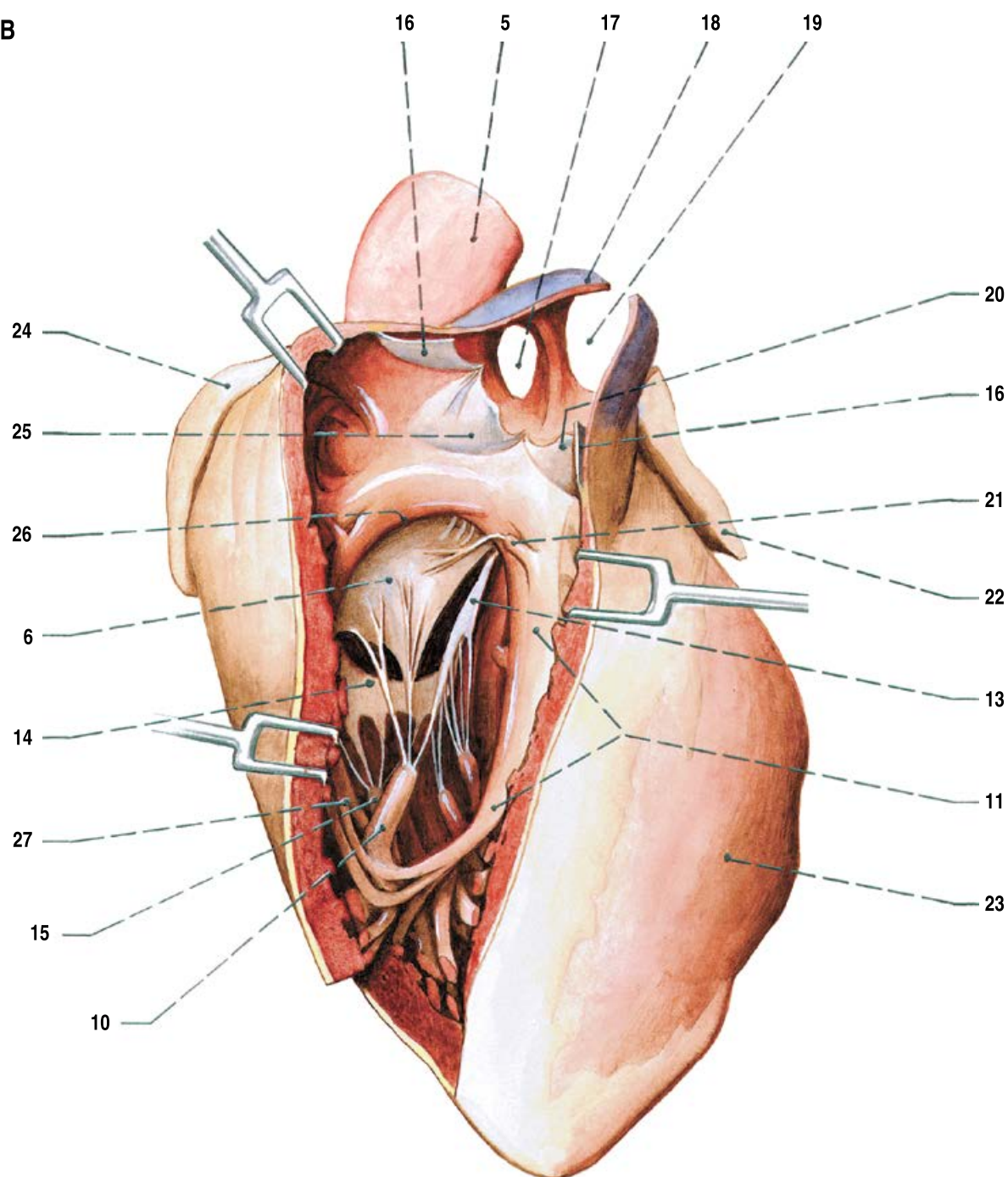


Obr. 15. VENTRICULUS DEXTER

- A dutina vtokové části pravé komory (srov. obr. 13)
 B dutina výtokové části pravé komory (srov. obr. 13)
 1 v. cava inferior
 2 valvula venae cavae inferioris
 3 fossa ovalis
 4 vena cava superior
 5 aorta ascendens
 6 cuspis anterior valvae atrioventricularis dextrae

- 7 ostium atrioventriculare dextrum
 8 výtoková část pravé komory
 9 chordae tendineae
 10 musculus papillaris anterior
 11 trabecula septomarginalis
 12 muscoli papillares septales
 13 cuspis septalis valvae atrioventricularis dextrae
 14 cuspis posterior valvae atrioventricularis dextrae

B



- 15 musculus papillaris posterior
- 16 valvula semilunaris dextra valvae trunci pulmonalis
- 17 vstup z truncus pulmonalis do arteria pulmonalis dextra
- 18 truncus pulmonalis (rozstřížený)
- 19 vstup z truncus pulmonalis do arteria pulmonalis sinistra
- 20 valvula semilunaris sinistra valvae trunci pulmonalis
- 21 musculus papillaris medialis (m. papillaris coni arteriosi)

- 22 auricula sinistra
- 23 facies sternocostalis v oblasti levé komory
- 24 auricula dextra
- 25 valvula semilunaris sinistra valvae trunci pulmonalis
- 26 crista supraventricularis
- 27 trabekuly vybihající z trabecula septomarginalis; obsahují snopce převodního systému srdečního

crista supraventricularis (obr. 15).

Ostium atrioventriculare dextrum je vstup z pravé předsíně do pravé komory. Má průměr kolem 3,5 cm. Uvádí se, že obvod ústí je $11,4 \pm 1,1$ cm u mužů a $10,8 \pm 1,3$ cm u žen.

V ostiu je chlopeň –

valva atrioventricularis dextra (*valva tricuspidalis*) – trojcípá chlopeň;

cuspides – cípy chlopně – představují výchlípky endokardu, vyztužené pevným vazivem (stavba je stejná jako u všech srdečních chlopní); cípy trojcípé chlopně (obr. 21) jsou označeny podle uložení:

cuspis anterior – přední cíp,

cuspis posterior – zadní cíp,

cuspis septalis – mediální cíp při přepážce srdeční; je nejmenší. Cípy trojcípé chlopně směřují svými volnými konci do pravé komory.

Proti cípům chlopně vyvstávají z nástěnné svaloviny komory

musculi papillares – papilární (bradavkovité) svaly – kuželovité svalovité útvary, z jejichž zaoblených vrcholů odstupují četné

chordae tendineae – šlašinky – směřující k okrajům cípů chlopně, do kterých jsou upnuty jako šňůry do okraje padáku; chordae tendineae se ještě směrem ke chlopni větví ve šlašinky druhého a třetího řádu; chordae tendineae udržují tahem papilárních svalů cípy chlopně trvale napjaté a obrácené dovnitř komory.

Při systole krví naplněné komory se cípy chlopně sevrou a zamezí toku krve zpět do předsíně. Papilární svaly a chordae tendineae přitom znemožňují převrácení směru cípů chlopně z komory do předsíně.

Musculi papillares jsou v pravé komoře dva hlavní – **m. papillaris anterior** – přední, největší papilární sval a

m. papillaris posterior – zadní papilární sval (může být rozdělen ve více vrcholů);

dále se vyskytuje nekonstantní počet menších papilárních svalů na septu –

musculi papillares septales.

M. papillaris posterior a mm. papillares septales byly dříve shrnovány pod společný název

mm. papillares parvi.

Nejventrálnější a nejhořejší z mm. papillares septales je nejnapádnější a je uložen až při septálním okraji crista supraventricularis; označuje se jako

m. papillaris medialis (m. Lancisii*), m. papillaris conī anteriori [Luschkae**], m. papillaris subarterialis).

Každý papilární sval vysílá své šlašinky alespoň ke dvěma cípům chlopně:

m. papillaris anterior k přednímu a k septálnímu cípu,

m. papillaris posterior k zadnímu a k septálnímu cípu,

mm. papillares septales k zadnímu a k septálnímu cípu.

Výjimkou je m. papillaris medialis (viz výše), který vysílá šlašinky k přednímu a k septálnímu cípu (ačkoliv patří ke skupině mm. papillares septales).

Od komorového septa se k bazi m. papillaris anterior táhne tlustý snopec svaloviny zvaný

trabecula septomarginalis – obsahuje část tzv. *převodního systému srdečního*, což je zvláštní srdeční svalovina zajišťující srdeční stahy.

Trabecula septomarginalis byla kdysi vykládána mechanicky jako zařízení omezující roztažení komory při diastole; z tohoto období se pro ni zachovaly staré názvy „Moderatorband“ (něm.) nebo „moderator band“ (angl.), s nimiž se dodnes setkáváme.

Ostium trunci pulmonalis je opatřeno chlopní –

valva trunci pulmonalis – chlopeň plicnice; tuto chlopeň plicnice vytvářejí tři

valvulae semilunares – poloměsíčité chlopně (lamely):

valvula semilunaris anterior, dextra et sinistra;

poloměsíčité lamely mají každá tvar vlaštovčího hnízda; v tomto tvaru odstávají od stěny plicnice; zpětným tlakem krve z plicnice se lamely chlopně při diastole komory naplní a uzavřou hranici mezi komorou a plicnicí;

lunula je ztenčený okraj každé ze tří lamel;

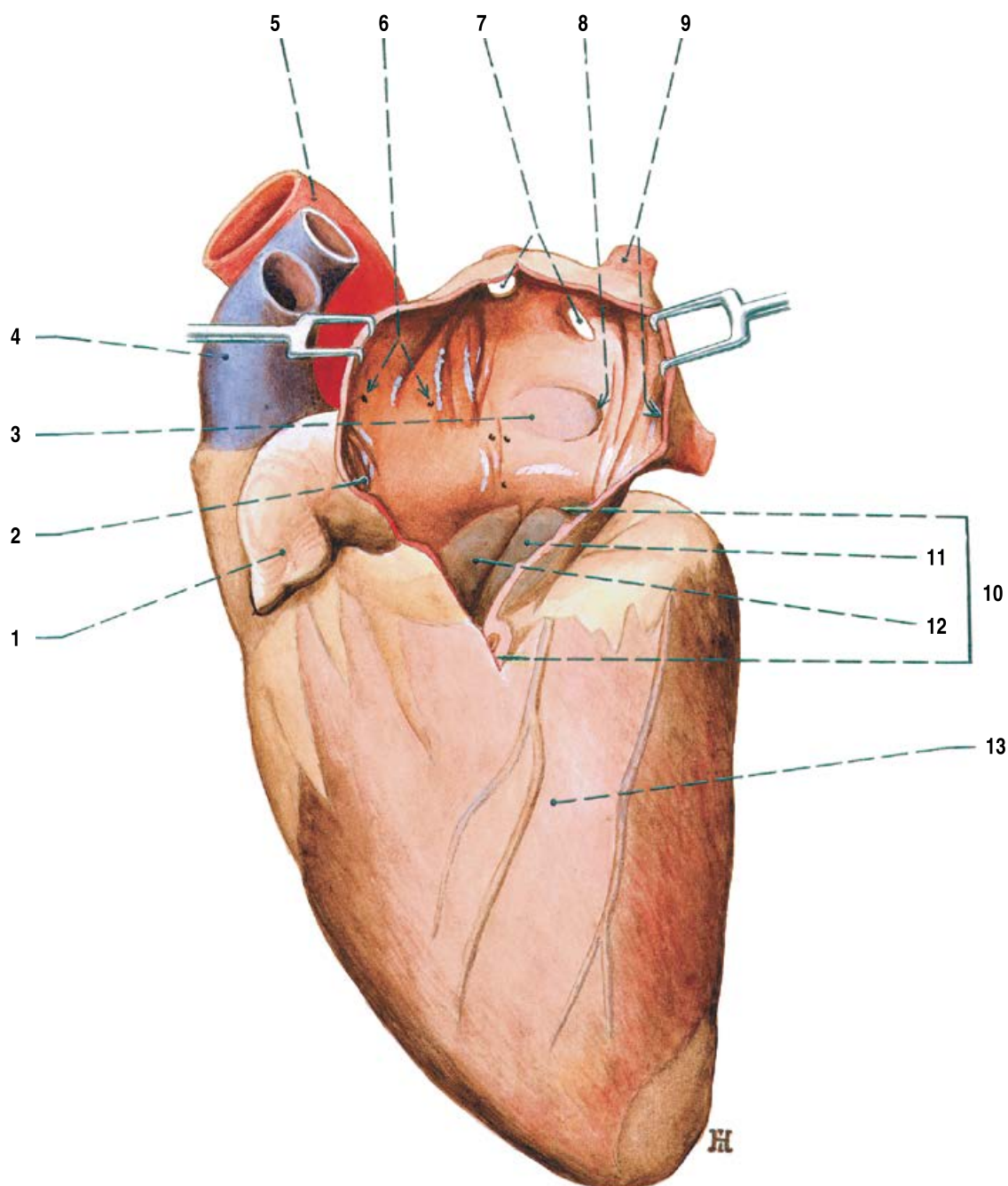
nodulus valvulae semilunaris je vystouplý uzlík uprostřed okraje lunuly (obr. 23), ztenčené lunulae všech tří lamel zajišťují jejich dokonalý styk při uzavření chlopně, noduli přitom utěšňují střed chlopně.

Atrium sinistrum – levá předsín

Atrium sinistrum (obr. 16) je prostor s hladkými stěnami, které jsou v průměru o 3 mm silnější než stěny pravé předsíně;

* Giovanni Maria Lancisi (1654–1720), italský anatom a lékař (osobní lékař papežův); publikoval, mimo jiné, anatomický atlas Bartholomea Eustachia, mědirytiny atlasu z r. 1552, považované za ztracené, objevil v papežské knihovně.

** Viz Anatomie 2, str. 67.



Obr. 16. ATRIUM SINISTRUM

pohled do otevřené předsíně směrem od margo obtusus

- 1 auricula sinistra
- 2 ústí levého ouška do předsíně s muscoli pectinati na stěně
- 3 valvula foraminis ovalis
- 4 truncus pulmonalis; z něho odstupuje a. pulmonalis dextra et sinistra
- 5 aorta ascendens
- 6 foramina venarum minimarum

- 7 venae pulmonales dextrae (ostia venarum pulmonalium dextrarum)
- 8 falx septi
- 9 venae pulmonales sinistrae
- 10 ostium atrioventriculare sinistrum
- 11 cuspid posterior valvae atrioventricularis sinistrae
- 12 cuspid anterior valvae atrioventricularis sinistrae
- 13 levá komora srdeční v místě margo obtusus

ostia venarum pulmonalium – ústí plicních žil – jsou na zadní stěně předsíně, zpravidla dvě vlevo a dvě vpravo (blíže předsíňovému septu); jednotlivá ústí mají průměr kolem 14 mm, na výstěních nejsou chlopně ani řasy;

auricula sinistra je štíhlejší (ale delší) než auricula dextra, vybíhá z předsíně vlevo, vzhůru a dopředu a je viditelná na facies sternocostalis srdce; v místě svého odstupu z předsíně je auricula sinistra mírně zúžená; **musculi pectinati** levého ouška jsou uspořádány obdobně jako v oušku pravém.

Na stěně levé předsíně jsou jednotlivá drobná ústí – **foramina venarum minimarum** (viz výše).

Septum interatriale – předsíňová přepážka – je ztenčené až průsvitné (při pohledu zleva) v místě pravostranné fossa ovalis;

toto ztenčené místo se na levé straně septa nazývá **valvula foraminis ovalis** – odpovídá části původního primárního předsíňového septa (septum primum), které v embryonální době mělo chlopněnou funkci a po narození přiložením zleva uzavřelo foramen ovale (viz vývoj srdce, str. 69–71).

Na povrchu tohoto ztenčení může být několik zřetelnějších svalových snopečků mířících ventrokaudálně; na jeho okraji vzadu je často vytvořena srpkovitá nízka, konkavitou dopředu obrácená řasa – *falx septi* – Parchappeova* řasa –, která odpovídá okraji původní valvula foraminis ovalis.

Ostium atrioventriculare sinistrum – ústí levé předsíně do levé komory, opatřené dvojčípou chlopní, směřuje dopředu a kaudálně.

Ventriculus sinister – levá komora

Levá komora (obr. 17 A, B) je na příčném průřezu okrouhlá (obr. 10) a má silné svalové stěny. Je delší a užší než pravá komora. Sahá od *ostium atrioventriculare sinistrum* až po *ostium aortae*; jako vpravo, je i v levé komoře vtoková a výtoková část;

vtoková část levé komory (obr. 17 A) je rozsáhlejší než vpravo, sahá od *ostium atrioventriculare sinistrum* dopředu dolů ke hrotu a k přední stěně komory,

výtoková část je kratší než vpravo (obr. 17 B), uložena ventromediálně od *ostium atrioventriculare sinistrum*; směřuje kaudálně.

Ostium atrioventriculare sinistrum a *ostium aortae* jsou v těsném sousedství (na rozdíl od pravé komory); odděluje je vazivem vyztužený úsek stěny komory, nazývaný *intervalvární septum*, a v jeho pokračování přední cíp dvojčípé chlopně.

Trabeculae carneae jsou obdobně jako vpravo ve vtokové části; jsou silnější a prohlubně mezi nimi jsou širší a kratší (na rozdíl od pravé komory, kde jsou prohlubně úzké, podélně protažené).

Trabeculae a prohlubně mezi nimi jsou v komoře všude orientovány šikmo ve směru pravotočivé spirály sestupující po stěně komory ke hrotu. Funkce trabeculae carneae se spatřuje v tom, že se při systole komory k sobě těsně přiloží a vyplní dutinu vtokové části, která se úplně vyprázdní; hladká výtoková část se tak těsně nestáhne, a proto se zcela nevyprázdní.

Ostium atrioventriculare sinistrum je vstup z levé předsíně do levé komory, orientovaný ventrokaudálně a doleva (k hrotu srdečnímu). Jeho průměr je menší než průměr pravého atrioventrikulárního ústí – 2,5–3 cm.

Uvádí se, že obvod tohoto ústí je kolem 9 cm u mužů a 7,2 cm u žen; vykazuje však větší individuální variabilitu než pravé ústí.

V *ostium atrioventriculare sinistrum* je chlopeň – **valva atrioventricularis sinistra** (*valva mitralis*, *valva bicuspidalis*) – dvojčípá (*mitrální*) chlopeň, která má dva hlavní úseky –

cuspides – cípy – podobné jako vpravo (obr. 21):

cuspis anterior – přední cíp, větší, je k obvodu atrioventrikulárního ústí připojen vpředu a mediálně;

cuspis posterior – zadní cíp, menší, je k obvodu ústí připojen vzadu a laterálně;

na styku předního a zadního úponu jsou ještě drobné **cuspides commissurales**.

Dva mohutné svaly svými šlašinkami zajišťují správnou polohu cípů:

m. papillaris anterior odstupuje od přední stěny komory laterálně (vlevo),

m. papillaris posterior odstupuje od zadní stěny mediálně (vpravo) při septu.

Vzhledem k poloze byl m. papillaris anterior v jenském názvosloví označen jako m. papillaris sinister a m. papillaris posterior jako m. papillaris dexter.

* Jean-Baptiste Maximilien Parchappe de Vinay (1800–1866), francouzský lékař v Rouenu a v Paříži.

Oba papilární svaly levé komory mohou být rozdělené ve dva i více vrcholů.

Chordae tendineae odstupují z vrcholů papilárních svalů a jdou z každého svalu k oběma cípům mitrální chlopně.

Ostium aortae je v těsném sousedství levého ústí atrioventrikulárního, ventromediálně od něho; je opatřeno chlopní zvanou

valva aortae – aortální chlopeň;

tuto chlopeň vytvářejí tři

valvulae semilunares – poloměsíčitá chlopně (lamely), tvarem shodné s poloměsíčitými chlopněmi plicnice vpravo (obr. 23); od pravé strany se liší svou polohou, podle níž se označují jako

valvula semilunaris dextra, sinistra et posterior; jako vpravo mají tyto poloměsíčitá chlopně tvar vlaš-
tových hnízd,

lunulae valvularum semilunarium jsou jejich okrajová srpkovitá ztenčení,

noduli valvularum semilunarium jsou vystupující uzlíky, po jednom uprostřed okraje každé lunuly; funkce lunul a uzlíků je stejná jako vpravo.

Začátek aorty je rozšířený jako trojí mírné výdutí stěny nad každou ze tří valvulae semilunares – tato tři rozšíření se označují jako

sinus aortae – aortální sinusy: sinus aortae dexter, sinister et posterior,

arteriae coronariae – věnčité tepny – jsou dvě tepny pro výživu srdce, které odstupují ve výdutích sinus aortae, nad poloměsíčitými chlopněmi:

a. coronaria dextra – odstupuje ze sinus aortae dexter, *a. coronaria sinistra* – odstupuje ze sinus aortae sinister.

Přesná poloha (vpravo, vlevo, vpředu, vzadu) poloměsíčitých chlopní aorty a plicnice se najde jen na embryonálním srdci (viz str. 72); později vlivem rotace výtokové části komor a začátku velkých tepen se obě ústí poněkud pootočila (při pohledu shora z velkých tepen to

bylo pootočení proti směru hodinových ručiček – obr. 55 C). Tato změna se pak stala podkladem nomenklatorických nejasností: současná nomenklatura bere za základ embryonální stav a podle toho odstupují *aa. coronariae* z pravého a levého aortálního sinusu; jenské názvosloví bralo za základ stav u dospělého, a proto označovalo chlopně v *truncus pulmonalis* jako pravou, levou a zadní, chlopně v aortě jako pravou, levou a přední – a věnčité cévy proto podle tohoto názvosloví odstupovaly pravá z předního sinusu a levá z levého sinusu aorty. Ve skutečnosti vývojové pootočení chlopní nedosahuje šestiny obvodu, aby bylo jenské názvosloví plně oprávněno, nicméně přední poloměsíčitá chlopeň plicnice (nynější názvosloví) je posunuta lehce doleva a levá lehce dozadu a právě tak pravá poloměsíčitá chlopeň je posunuta mírně dopředu a zadní doprava (obr. 55). Tyto rozdíly v názvosloví uvádíme proto, že se s nimi můžeme setkat v praxi u pracovníků, kteří získali své odborné vzdělání v době platnosti jenské nomenklatury, a ve starších publikacích.

Septum interventriculare – komorová (mezikomorová) přepážka – je všude silně jako celá stěna levé komory a vykluje se do dutiny komory pravé; při pohledu z levé komory je ve výtokové části levé komory, pod rozhraním valvula semilunaris dextra a valvula semilunaris posterior aortálního ústí *vazivové a ztenčené místo septa* –

pars membranacea septi interventricularis;

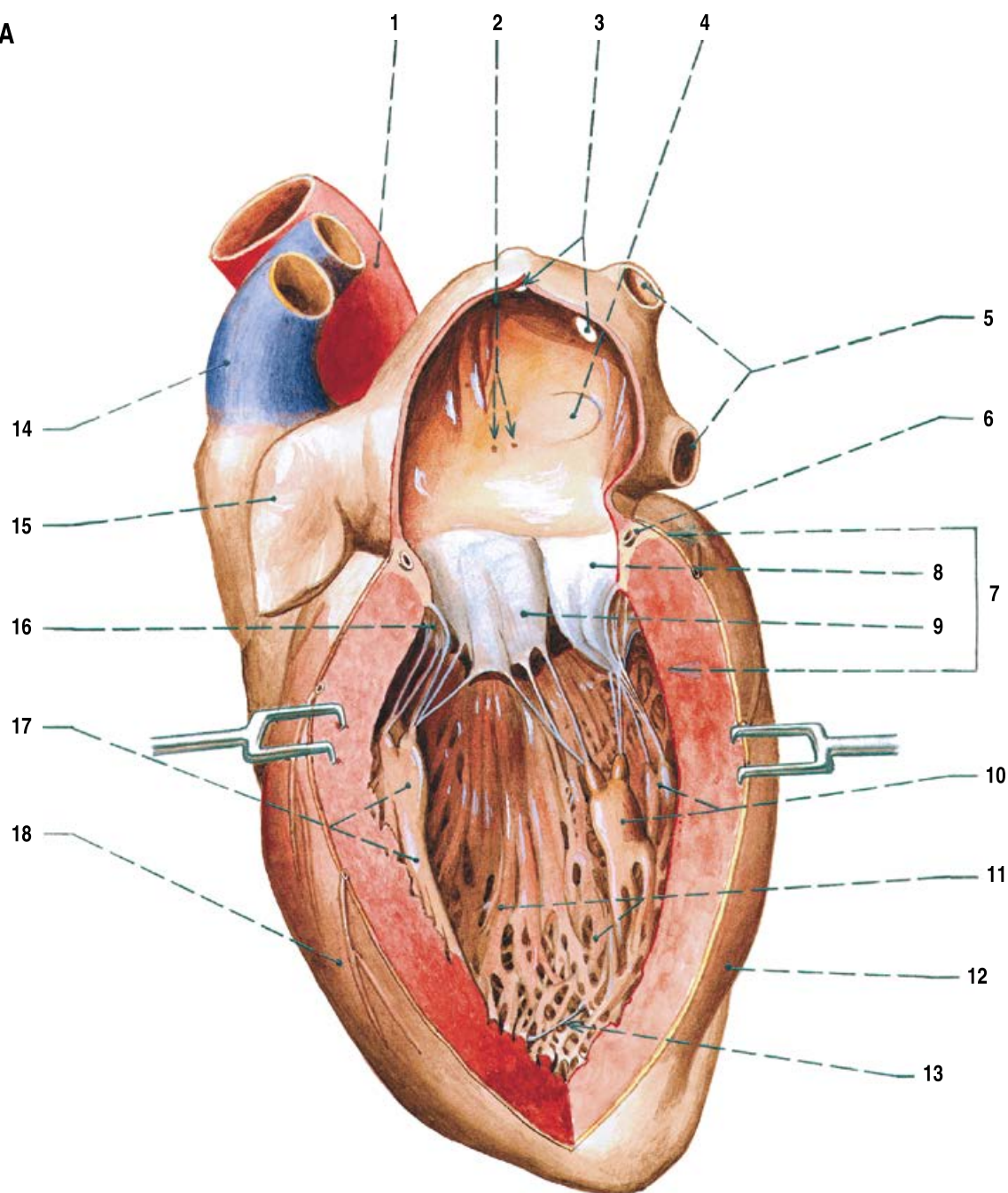
na septu při pohledu z pravé komory srdeční je tato *pars membranacea* pod úponem *cuspidis septalis* trojcípé chlopně a zasahuje i nad tento cíp, do septa před-
sínového (viz výše – *septum atrioventriculare* – str. 13 a obr. 18).

Poloha pars membranacea septi interventricularis je tedy

mezi vtokovou částí komory pravé a výtokovou částí komory levé (obr. 19);

levá plocha membranového septa je obrácena do levé komory na rozhraní valvula semilunaris dextra a posterior aortální chlopně, pravá plocha membranového septa je obrácena do pravé komory a pravé předsíně, rozdělena úponem septálního cípu trojcípé chlopně v dolní komorový oddíl a v horní předsínový oddíl (*septum atrioventriculare* – obr. 18).

A



Obr. 17. VENTRICULUS SINISTER

A dutina vtokové části levé komory (srov. obr. 13)

B dutina výtokové části levé komory (srov. obr. 13)

1 aorta ascendens

2 ostia venarum minimarum levé předsíně

3 venae pulmonales dextrae (ostia venarum pulmonalium dextrarum)

4 valvula foraminis ovalis

5 venae pulmonales sinistrae

6 ramus circumflexus arteriae coronariae sinistrae (proříznutý)

7 valva atrioventricularis sinistra

8 cuspis posterior

9 cuspis anterior

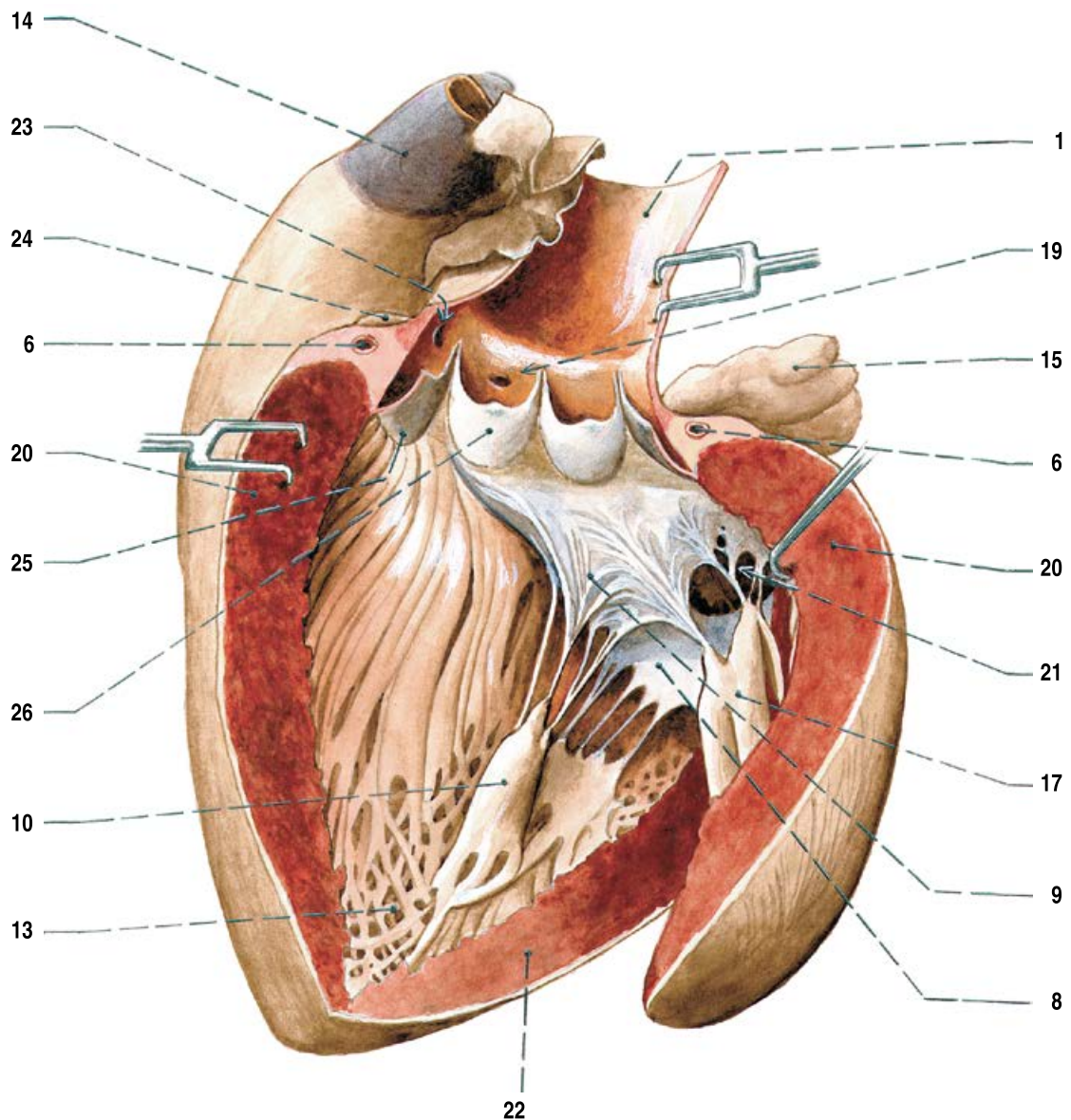
10 musculus papillaris posterior rozdělený ve více vrcholků

11 trabeculae carneae na septální stěně levé komory

12 facies diaphragmatica srdce v oblasti levé komory

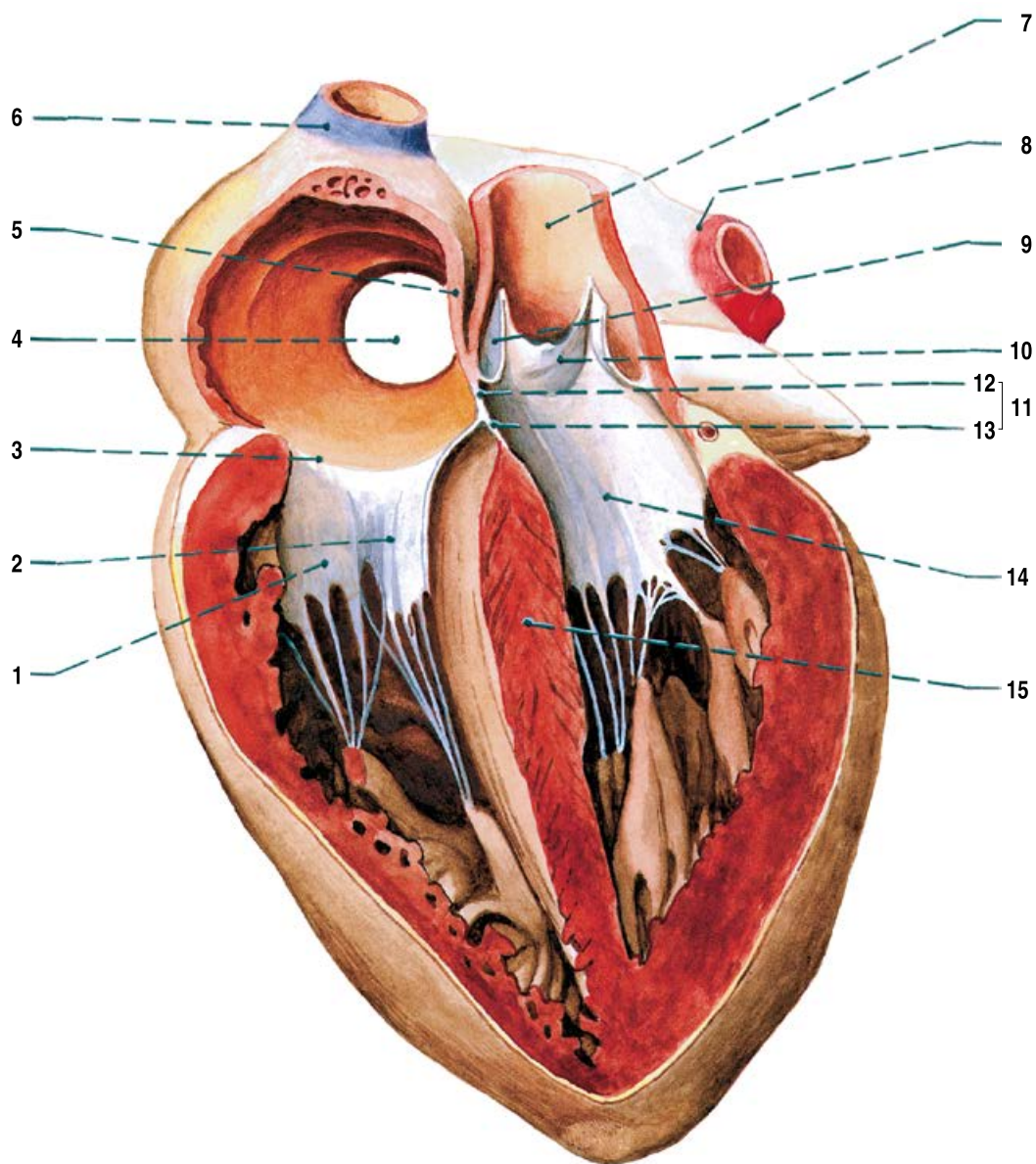
13 aberantní šlašinka jdoucí napříč dutinou komory (může působit auskultační fenomén)

B



- 14 truncus pulmonalis a z něho vystupující pravá a levá plicní tepna
- 15 auricula sinistra
- 16 řezem oddělená část zadního cípu dvojčipé chlopně
- 17 m. papillaris anterior
- 18 zevní stěna levé komory v oblasti margo obtusus
- 19 výstup arteria coronaria dextra ze sinus aortae dexter
- 20 stěna levé komory proříznutá vpředu podél septa (srov. obr. 13)

- 21 dutina levé předsíně
- 22 stěna levé komory proříznutá na margo obtusus (srov. obr. 13)
- 23 výstup arteria coronaria sinistra ze sinus aortae sinister
- 24 kmen arteria coronaria sinistra v sulcus coronarius
- 25 valvula semilunaris sinistra valvae aortae
- 26 valvula semilunaris dextra valvae aortae (valvula semilunaris posterior neoznačena)



Obr. 18. PODÉLNÝ ŘEZ SRDEČNÍ PŘEPÁŽKOU; z frontálně postaveného srdce je odříznuta přední část

- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | cuspis posterior valvae atrioventricularis dextrae | 9 | valvula semilunaris dextra valvae aortae |
| 2 | cuspis septalis valvae atrioventricularis dextrae | 10 | valvula semilunaris sinistra valvae aortae (valvula semilunaris posterior neoznačena) |
| 3 | ostium atrioventriculare dextrum (zadní okraj) | 11 | pars membranacea septi |
| 4 | vstup vena cava inferior do pravé předsíně | 12 | septum atrioventriculare |
| 5 | septum atriorum | 13 | pars membranacea septi interventricularis |
| 6 | vena cava superior | 14 | cuspis posterior valvae atrioventricularis sinistrae |
| 7 | aorta ascendens | 15 | pars muscularis septi interventricularis |
| 8 | venae pulmonales sinistrae | | |

A

Obr. 19. PROTI SVĚTLU PROSVÍTAJÍCÍ PARS MEMBRANACEA SEPTI při pohledu do pravé předsíně a komory po rozevření vtokové části pravé komory a výtokové části levé komory

A způsob rozevření srdce v pohledu shora na chlopně; přední strana srdce je na obrázku nahoře

B prosvítající septum membranaceum

1 pars muscularis septi interventricularis (obrácená do pravé komory)

2 cuspis septalis valvae atrioventricularis dextrae

3 pars membranacea septi

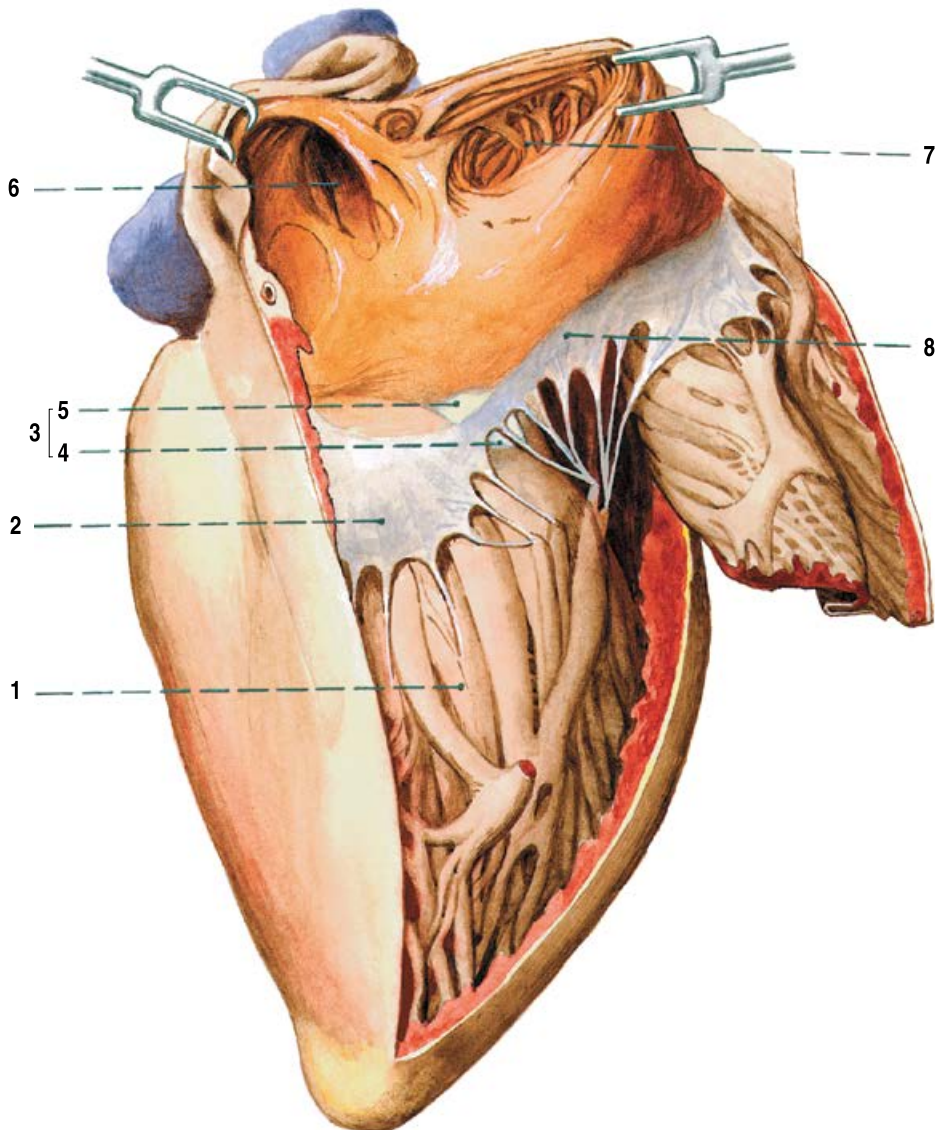
4 pars membranacea septi interventricularis

5 septum atrioventriculare

6 pravá předsíň v místě sinus venarum cavarum

7 auricula dextra – vnitřní stěna s muscoli pectinati

8 cuspis anterior valvae atrioventricularis dextrae

B

VRSTVY A ÚTVARY STĚN SRDEČNÍCH

Endocardium – endokard (nitroblána srdeční)

Endokard je hladká, lesklá, průsvitná membrána, která všude vystýlá srdeční dutiny. Povrch endokardu tvoří *jedna vrstva plochých endothelových buněk* (obr. 6). Pod endothelovým povrchem je vazivová *lamina propria* se sítěmi kolagenních vláken a s množstvím elastických vláken, která místy splývají ve fenestrované membrány.

Elastických vláken v lamina propria endokardu je více v předsíních než v komorách. V lamina propria jsou také roztroušené buňky hladkého svalstva, také více v předsíních, v komorách hlavně na septu.

Tloušťka endokardu se pohybuje od 50 µm do 200 µm; na silnějších místech je endokard bělavý, na tenkých místech prosvítá hnědočervená barva srdeční svaloviny.

Subendokardové vazivo – tenká vrstva řídkého vaziva – připojuje lamina propria endokardu ke svalovině srdeční.

Spojení se svalovinou je pevné, endokard není posunlivý.

Chlopně srdeční

(obr. 20) jsou vlastně ploché duplikatury endokardu, vyztužené ploténkou vaziva.

Chlopně atrioventrikulární

jsou *chlopně cípaté*; mají vazivové ploténky – **laminae fibrosae** – z tuhého vaziva šlašitého vzhledu, které jsou na zevním obvodu každého cípu připojeny k vazivovému prstenci – **anulus fibrosus**; tyto prstence vytvářejí tzv. **skelet srdeční** (viz dále).

Ploténky cípů chlopní se ztenčují k okrajům, kde jsou průsvitné, homogenního vzhledu. Do ztenčených okrajů plotének vzařují *chordae tendineae* (viz obr. 22).

Endokard na povrchu cípatých chlopní je silnější na předsíňové straně, kde je pod endothelovou vrstvou silnější subendothelová vrstva vaziva se sítí elastických vláken, řidší v hluboké (tzv. spongiosní) vrstvě; mohou zde být i okrsky buněk hladké svaloviny. Na komorové straně je endokard cípatých chlopní tenčí, podložený tenkou sítí elastických vláken. Endokard *pokrývá i chordae tendineae* a samozřejmě i papilární svaly.

V každém cípu atrioventrikulární chlopně (trojčipé i dvojčipé chlopně) lze rozeznat *tři zóny od obvodu ke hrotu cípů*:

bazální zóna v šíři asi 2–3 cm od obvodu chlopně, při anulus fibrosus a v jeho pokračování; je tlustší, s větším množstvím vaziva; vzařují do ní jemné cévy a často konečky jemných svazek komorového myokardu;

průsvitná zóna – tenčí a jemnější – sahá od bazální zóny asi do poloviny délky cípu;

drsná zóna – tvoří u dospělých periferii cípu; je neprůsvitná, s nerovným povrchem, zejména na komorové ploše, zatímco předsíňová

plocha této zóny je hladší,

tato zóna představuje okrasek vzájemného styku cípů při uzavěru chlopně.

Místo rozhraní bazálních zón sousedících cípů chlopní označují jako *commissurae*.

Valva atrioventricularis dextra

(*valva tricuspidalis*) sestává ze tří cípů – *cuspides* (obr. 21 B).

Cuspis anterior je největší, baze tohoto cípu začíná na anulus fibrosus přes pars membranacea septi a za crista supraventricularis. Okraj tohoto cípu má jeden zářez, někdy více menších klínovitých zářezů.

Cuspis septalis je nejmenší;

baze tohoto cípu začíná na anulus fibrosus vpředu, u okraje cuspis anterior, a jde přes pars membranacea septi, kterou dělí předsíňovou a komorovou část, a pak po svalovém septu dozadu, k okraji cuspis posterior.

Cuspis posterior začíná svou bází na anulus fibrosus při zadní stěně pravé komory.

Dva větší klínovité zářezy do okraje zadního cípu oddělují zpravidla dva mediální menší cípy při septu a hlavní cíp, který dosahuje laterálně ke styku s cuspis anterior.

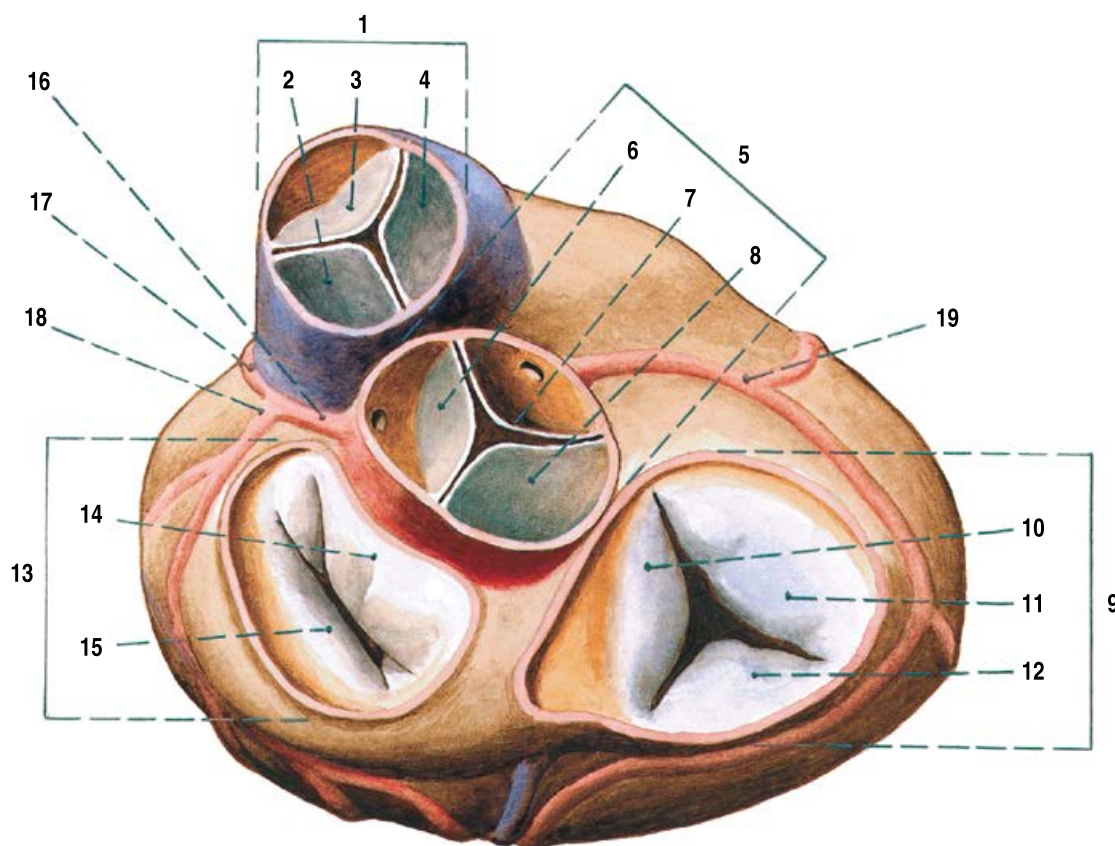
Mezi třemi cípy trojčipé chlopně jsou

tři komisury, označované jako

commissura anteroseptalis – mezi předním a septálním cípem – vpředu mediálně;

commissura posteroseptalis – mez zadním a septálním cípem – vzadu mediálně;

commissura anteroposterior – mezi předním a zadním cípem – laterálně.



Obr. 20. SRDEČNÍ CHLOPNĚ po odstranění předsíní
pohled shora zezadu; přední strana srdce je na obrázku nahoře

- 1 ostium trunci pulmonalis et valva trunci pulmonalis
- 2 valvula semilunaris sinistra
- 3 valvula semilunaris anterior
- 4 valvula semilunaris dextra
- 5 ostium aortae et valva aortae
- 6 valvula semilunaris sinistra (v sinu aortae odstupuje arteria coronaria sinistra)
- 7 valvula semilunaris dextra (v sinu aortae odstupuje arteria coronaria dextra)
- 8 valvula semilunaris posterior
- 9 ostium atrioventriculare dextrum et valva atrioventricularis dextra
- 10 cuspis septalis

- 11 cuspis anterior
- 12 cuspis posterior
- 13 ostium atrioventriculare sinistrum et valva atrioventricularis sinistra
- 14 cuspis anterior
- 15 cuspis posterior (mezi cuspis anterior a cuspis posterior jsou cuspides commissurales)
- 16 arteria coronaria sinistra (kmen)
- 17 ramus interventricularis anterior arteriae coronariae sinistae
- 18 ramus circumflexus arteriae coronariae sinistae
- 19 arteria coronaria dextra

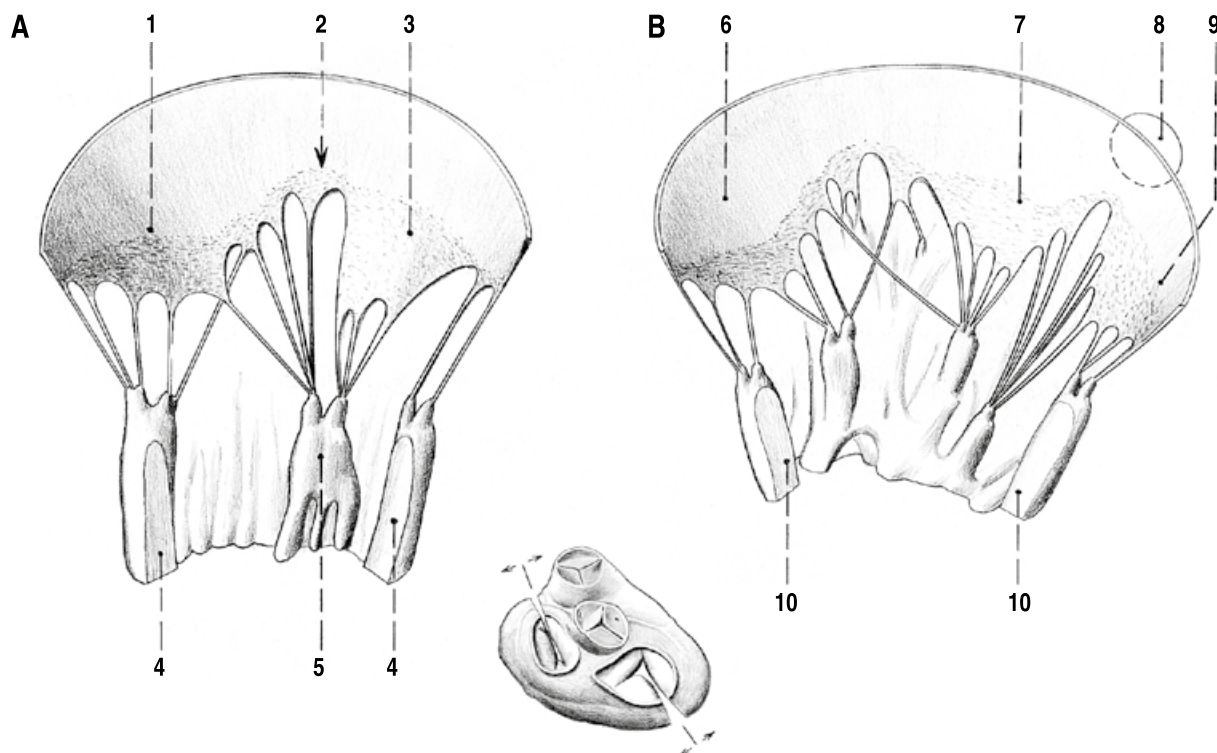
Valva atrioventricularis sinistra

(*valva mitralis seu bicuspidalis*) má dva hlavní cípy – cuspides (obr. 21 A).

Cuspis anterior (ve skutečnosti cíp uložený anteromediálně) je větší, trojúhelníkový nebo polokruhovitý cíp;

ve svém volném okraji nemá zpravidla zářezy a chybí mu ztluštělá bazální zóna (viz výše); do jeho rozsáhlé poloměsíčitě drsné zóny se upínají chordae tendinae různých typů (viz dále).

Cuspis anterior představuje praktickou hranici vtokové a výtokové části levé komory.



Obr. 21. ROZVINUTÉ ATRIOVENTRIKULÁRNÍ CHLOPNĚ – komorová strana; pohled shora na chlopně ukazuje místo protěti a rozevření; z tohoto místa je směr pohledu na rozvinutou chlopěň

A valva atrioventricularis sinistra (valva mitralis)

B valva atrioventricularis dextra (valva tricuspidalis)

1 cuspis anterior valvae atrioventricularis sinistrae (prüsivtná zóna chlopně)

2 hranice prüsivtné a drsné zóny chlopně v místě cuspis commissuralis posteromedialis

3 cuspis posterior valvae atrioventricularis sinistrae (drsná zóna chlopně)

4 musculus papillaris anterior

5 musculus papillaris posterior

6 cuspis posterior valvae atrioventricularis dextrae (bazální a prüsivtná zóna)

7 cuspis septalis valvae atrioventricularis dextrae (drsná zóna chlopně)

8 poloha pars membranacea septi při úponu septálního a předního cípu chlopně

9 cuspis anterior valvae atrioventricularis dextrae (rozhraní prüsivtné a drsné zóny chlopně)

10 musculus papillaris anterior pravé komory (vlevo musculus papillaris posterior, vpravo musculus papillares septales)

Cuspis posterior (ve skutečnosti cíp posterolaterální) má o něco delší bazi (upnutou k anulus fibrosus) než cíp přední, jinak má obdobnou stavbu.

Mezi dvěma cípy dvojčípé chlopně jsou **dvě komisury**:

commissura anterolateralis – vpředu zevně při margo obtusus;

commissura posteromedialis – vzadu mediálně, směrem ke komorovému septu.

Na cuspis posterior mohou být hlubšími zářezy do okraje odděleny při komisurách menší **cuspides commissurales**, a to:

cuspis commissuralis anterolateralis a *cuspis commissuralis posteromedialis*,

takže zbývající vlastní cuspis posterior zůstane menší.

V místě připojení cuspis posterior i obou komisurálních chlopni k anulus fibrosus jsou v cípech zřetelně vytvořeny bazální zóny (viz výše). Drsná zóna na cuspis posterior zasahuje relativně dále do okraje než na cuspis anterior.

Chordae tendineae – šlašinky

vzařují do okrajů laminae fibrosae chlopňových cípů (trojčípé i dvojčípé chlopně).

Obecně lze chordae tendineae rozřadit takto (obr. 22):

a) *podle způsobu odstupu* z papilárních svalů:

1. *vějířovité* – z vrcholů papilárních svalů, a to vějířovité od začátku na papilárním svalu, nebo

vějířovitě při úponu na chlopeň; tento typ jde hlavně do komisur nebo do štěrbin v cípu;

2. *bazální* – tj. chordae odstupující mimo papilární svaly, od stěny komory, a jdoucí do bazální zóny chlopně;

b) *podle způsobu úponu* na chlopeň:

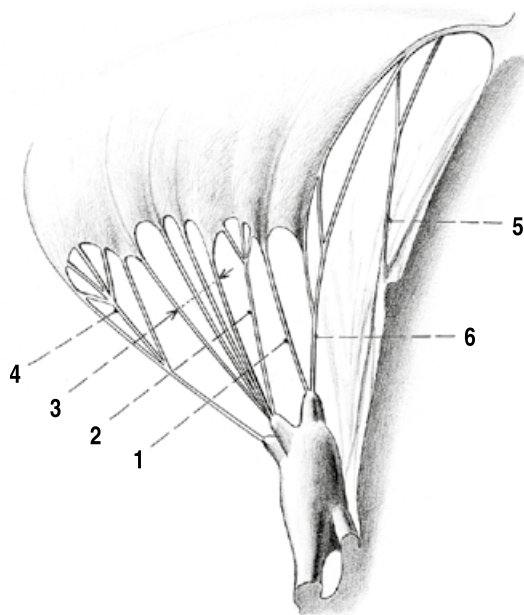
1. *šlašinky komisurální* – vějíř šlašinek přichází do komisury a do okrajů přilehlých cípů chlopně;

2. *šlašinky zářezové* – vějíř šlašinek vstupuje svými úpony do míst zářezů v hlavním cípu chlopně a do okrajů cípu přilehlých k zářezu;

3. *šlašinky s úponem do volného okraje cípu* – jednotlivé, cestou neštěpené šlašinky se upínají do okraje, zpravidla poblíž středu (hrotu) cípu;

4. *šlašinky drsné zóny* – cestou k okrajům cípu se štěpí kolmo k povrchu cípu ve tři menší šlašinky, z nichž jedna se upíná do volného okraje, druhá doprostřed šířky drsné zóny a třetí poblíž hranic drsné a průsvitné zóny cípu; některé z těchto šlašinek se označují jako „výztužné“, neboť šikmo pokračují drsnou zónou; vyskytují se hlavně ve dvojčípé chlopni;

5. *hluboké šlašinky* – dlouhé, často rozštěpené ve dvě až tři; upínají se daleko od okraje cípu do drsné zóny, někdy až do průsvitné zóny. Účast jednotlivých typů šlašinek na fixaci trojčípé a dvojčípé chlopně ukazuje obr. 22.



Obr. 22. CHORDAE TENDINEAE a jejich typy podle způsobu odstupu a úponu

- 1 šlašinka z vrcholu papilárního svalu do volného okraje cípu chlopně; pokračuje ještě v drsné zóně
- 2 šlašinka zářezová
- 3 vějíř šlašinek z vrcholu papilárního svalu do volného okraje cípu chlopně; pokračuje v drsné zóně
- 4 jiný tvar zářezové šlašinky; podobné jsou šlašinky komisurální
- 5 bazální šlašinka
- 6 šlašinka drsné zóny rozštěpená ve tři šlašinky s typickými úpony

Chlopně poloměsíčitě

jsou umístěné na hranici výtokové části pravé i levé komory a velkého tepenného kmene, vystupujícího z výtokové části komory. Každá se skládá ze tří poloměsíčitých kapes připojených na obvodový vazivový prstenec, uložený ve stěně srdce na hranici komory a tepenného kmene (viz dále – Srdeční skelet). Tento prstenec však není kruh v ploše (jako u atrioventrikulárních chlopní), ale je trojnásobně zakřiven podle úponů jednotlivých poloměsíčitých kapes na stěnu (viz obr. 24).

Také poloměsíčitě chlopně představují *dvojvrstevné vytažení endokardu*, uvnitř vyztužené vazivovou ploténkou –

lamina fibrosa.

Laminae fibrosae poloměsíčitých chlopní jsou tenčí než u chlopní atrioventrikulárních; jejich vazivo vytváří obloučkovitá vlákna, která se kříží a rýsují se na zevních plochách poloměsíčitých lamel. Nejsou zde okrsky buněk hladké svaloviny, jaké se nacházejí v atrioventrikulárních chlopních. Na komorové straně je pod endokardovou výstelkou vrstva elastických vláken v řidším vazivu, pak následuje vlastní hustší lamina fibrosa a na druhé ploše opět endokard. Lamina fibrosa spolu s endokardem na vnější i vnitřní straně se označuje jako

velum semilunare (obr. 23).

Lunulae poloměsíčitých chlopní jsou okrajové okrsky se ztenčenou lamina fibrosa. Při stěně tepenného kmene může být lunula jemně perforována, což nemá vliv na její funkci.

Tenkou vrstvu lunuly uprostřed délky lunuly přerušuje

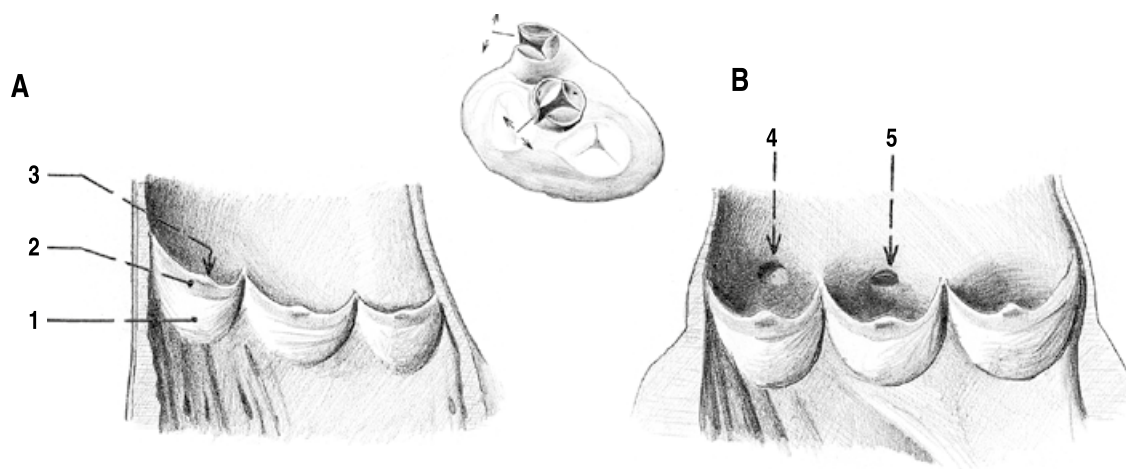
nodulus valvulae semilunaris (nodulus Aranzii*) – ztlustění chlopně ve formě vyčnívajícího hrotnatého uzlíku, obsahujícího husté kolagenní vazivo; od uzlíku na obě strany jde v samotném okraji lunuly tenký proužek zpevňujícího vaziva (obr. 23).

Žilní chlopně

Vedle chlopní připojených na srdeční skelet jsou výrazné chlopně na ústích žil do pravého atria.

Valvula venae cavae inferioris (viz Atrium dextrum str. 12), a

* Giulio Aranzio (1530–1589), italský lékař a chirurg v Bologni.



Obr. 23. ROZVINUTÉ SEMILUNÁRNÍ CHLOPNĚ – komorová strana

A valva trunci pulmonalis

B valva aortae

1–3 valvula semilunaris anterior (trunci pulmonalis); doprava následují valvula semilunaris dextra et sinistra

1 velum valvulae semilunaris

2 lunula valvulae semilunaris

3 nodulus valvulae semilunaris (nodulus Arantii)

4 sinus aortae sinister (v místě valvula semilunaris sinistra, s výstupem arteria coronaria sinistra)

5 sinus aortae dexter (v místě valvula semilunaris dextra, s výstupem arteria coronaria dextra); vpravo sousedí valvula semilunaris posterior

valvula sinus coronarii (viz Atrium dextrum str. 13). Jejich původ a vývoj viz str. 70.

Srdeční skelet

Útvary hustého fibrosního vaziva vytvářejí podpůrný prostorový útvar v místech všech čtyř srdečních chlopní a mezi nimi, označovaný jako

srdeční skelet; jeho součástmi jsou (obr. 24):

anuli fibrosi – čtyři vazivové prstence, z nichž vystupují laminae fibrosae všech srdečních chlopní; jsou to dva prstence vzadu transversálně vedle sebe a další dva před nimi, předozadně za sebou; jsou to:

anulus fibrosus dexter – prstenec pravého atrioventrikulárního ústí s trojcípou chlopní – vzadu vpravo; **anulus fibrosus sinister** – prstenec levého atrioventrikulárního ústí s dvojcípou chlopní, vzadu, vlevo od anulus dexter a ve spojení s ním;

anulus aorticus – uprostřed před oběma zadními prstenci a v kontaktu s nimi; je to prstenec semilunárních chlopní aorty;

anulus trunci pulmonalis – ventrálně a trochu nalevo od anulus aorticus (a s ním spojený) prstenec semilunárních chlopní plicnice.

Anuli jsou navzájem spojeny dalšími vazivovými útvary:

trigonum fibrosum dextrum je trojúhelníkovitý útvar v centru srdečního skeletu, mezi anulus fibrosus dexter, sinister a anulus aorticus;

trigonum fibrosum sinisterum je zleva vsunuté mezi anulus fibrosus sinister a anulus aorticus;

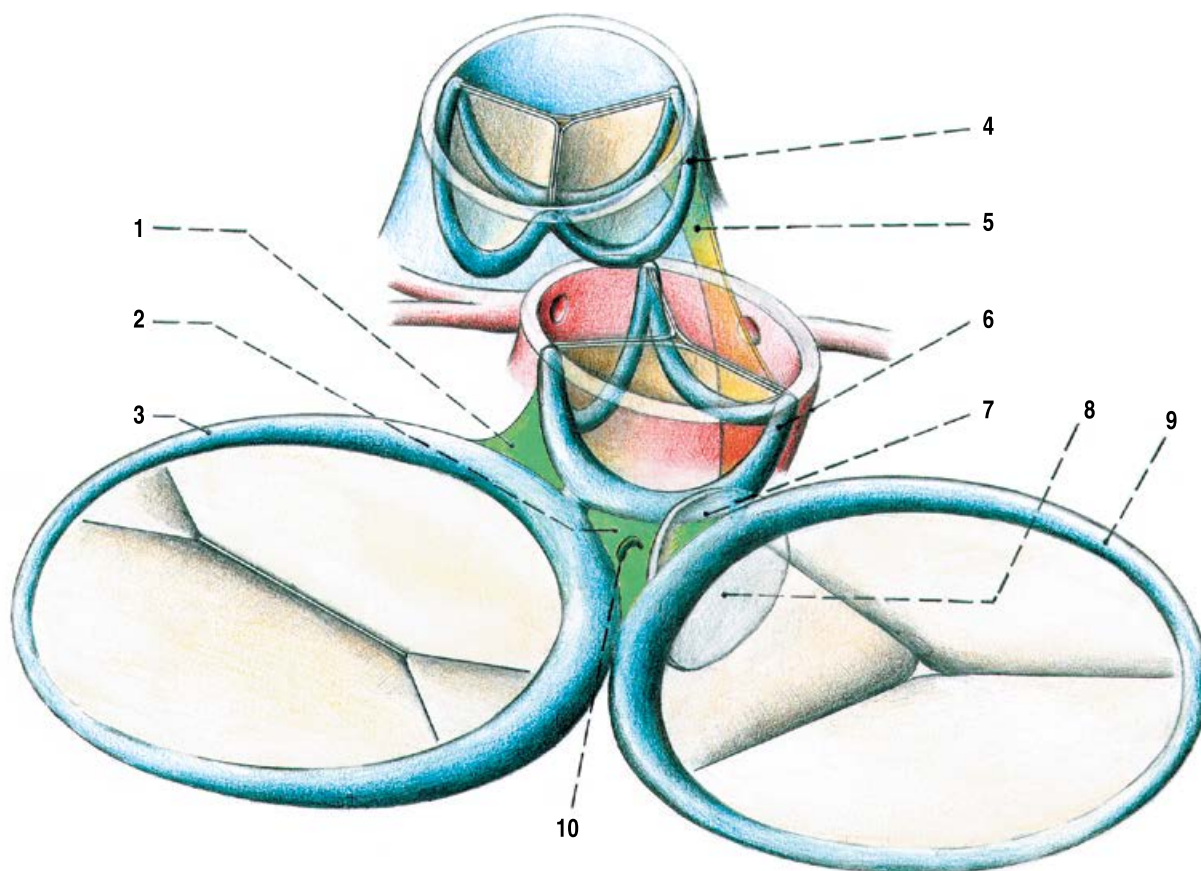
tendo infundibuli (konusová šlacha) spojuje od pravého okraje trigonum fibrosum dextrum dopředu anulus aorticus s anulus trunci pulmonalis, po jejich pravém boku.

Todarova šlacha je proužek hustšího vaziva o průměru asi 1 mm, táhnoucí se obloukovitě od horní strany trigonum dextrum do myokardu zadní stěny pravé předsíně, vstříc konci valvula venae cavae inferioris, kde se vytrácí.

Pars membranacea septi je spojena se skeletem srdečním, a to s trigonum fibrosum dextrum:

z pravého okraje trigonum fibrosum dextrum vystupuje vazivo interventrikulárního úseku vazivového septa dopředu dolů a vazivo atrioventrikulárního úseku (srov. str. 13 a 21) dozadu vzhůru.

Při protěti celého srdce příčným řezem v sulcus coronarius vidíme shora ze strany předsíní na všechny čtyři anuli, které se tak zdají být v jedné rovině tohoto řezu. Preparace stěny srdeční však ukáže, že prstence jsou navzájem nakloněné: jednu rovinu zaujímají anuli fibrosi – dexter et sinister, druhou – odkloněnou dopředu doprava – zaujímá anulus aorticus, proto je jeho okraj při trigonum fibrosum dextrum výš než anulus fibrosus dexter, a část membranosního septa je tedy septum atrioventriculare, a konečně třetí rovinu, nejvíce odkloněnou dozadu a doleva, zaujímá anulus trunci pulmonalis. Anulus fibrosus dexter



Obr. 24. SRDEČNÍ SKELET; pohled shora zezadu
schema, zčásti podle Gray's Anatomy, 36. vyd., 1980

- 1 trigonum fibrosum sinistrum
- 2 trigonum fibrosum dextrum
- 3 anulus fibrosus sinister
- 4 anulus trunci pulmonalis
- 5 tendo infundibuli (konusová šlacha)

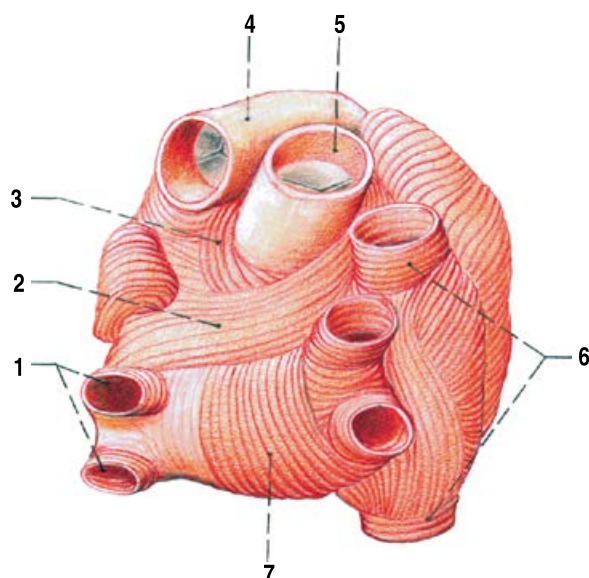
- 6 anulus aorticus
- 7 septum atrioventriculare (horní část pars membranacea septi)
- 8 pars membranacea septi interventricularis
- 9 anulus fibrosus dexter
- 10 Todarova šlacha

et sinister jsou přitom prosté kruhy, silnější při trigonum fibrosum, a ztenčující se na protilehlou stranu; anulus aorticus a anulus trunci pulmonalis jsou každý trojnásobně prohnutý, podle úponů valvulae semilunares na stěnu (obr. 24).

Na srdeční skelet se upíná svalovina srdeční – *myokard*. U některých savců se v trigonum fibrosum dextrum vyskytuje chrupavčitá tkáň, u některých dokonce kostní tkáň (os cordis), kalcifikace se vzácně objeví i u člověka.

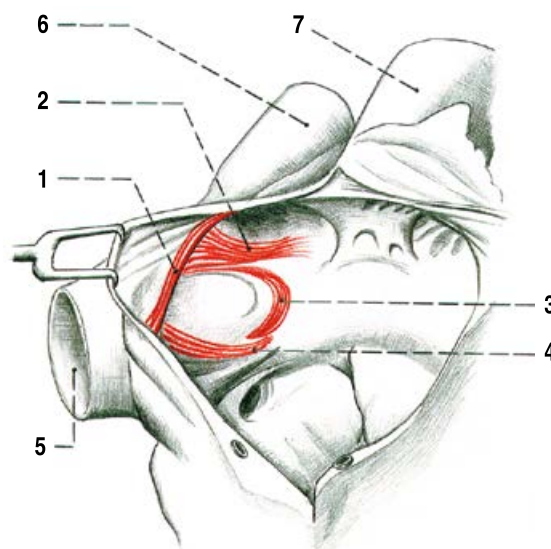
Myocardium – myokard

Myokard – *svalovina srdeční* – je hlavní složkou srdeční stěny; je zvláštním druhem příčně pruhovaného svalstva (viz Anatomie 1, str. 26); sestává z vláken složených z jednotlivých buněk spojených četnými šikmými můstky do prostorové sítě. Hranice jednotlivých buněk představují tzv. interkalární disky (viz Anatomie 1, str. 27). Buňky myokardu obsahují uprostřed oválné jádro a kolem něho po délce buňky kontraktilní myofibrily obdobné stavby jako v příčně pruhovaném vlákně kostního svalu. Povrch buněk tvoří tenká sarkolemma.



Obr. 25. MYOKARD NA POVRCHU PŘEDSÍNÍ; schema, pohled shora; přední strana srdce na obrázku nahoře

- 1 venae pulmonales sinistralae a kruhy myokardu kolem jejich ústí
- 2 fasciculus interauricularis horizontalis
- 3 oblouky předsíňového myokardu při výstupu z aorty
- 4 truncus pulmonalis
- 5 aorta ascendens
- 6 vena cava superior et inferior a kruhy myokardu kolem jejich ústí
- 7 fasciculus interauricularis verticalis



Obr. 26. TYPICKÉ SNOPCE MYOKARDU PŘI VNITŘNÍ PLOŠE PRAVÉ PŘEDSÍNĚ; pohled z řezu v pokračování margo acutus

- 1 fasciculus terminalis
- 2 fasciculus intervenosus
- 3 fasciculus limbicus superior
- 4 fasciculus limbicus inferior
- 5 vena cava inferior
- 6 vena cava superior
- 7 aorta ascendens

Vrstva myokardu je výrazně tenčí ve stěnách a v septu předsíní než ve stěnách a v septu komor. Mezi pruhy svaloviny předsíní je více vaziva než mezi pruhy svaloviny komor. Svalovina stěn levé komory (a komorového septa) je asi třikrát mohutnější než svalovina stěn pravé komory (srov. str. 11).

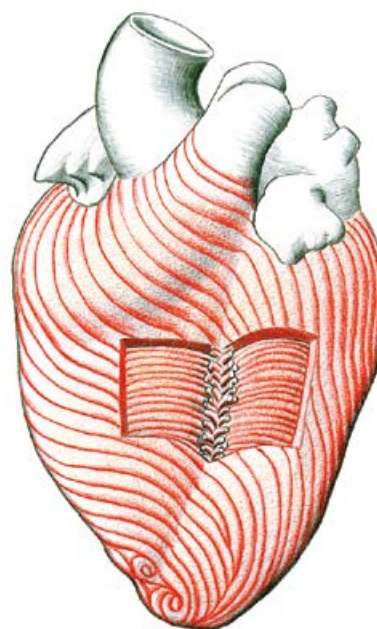
Myokard předsíní i myokard komor jsou připojeny na prstence a trigona srdečního skeletu.

Srdečním skeletem je tedy myokard předsíní od myokardu komor zcela oddělen. Jediné spojení obstarává atrioventrikulární svazek převodního systému srdečního. (Převodní systém je zvláštní myokard specializovaný na tvorbu a rozvádění vzruchů pro srdeční činnost – viz dále.)

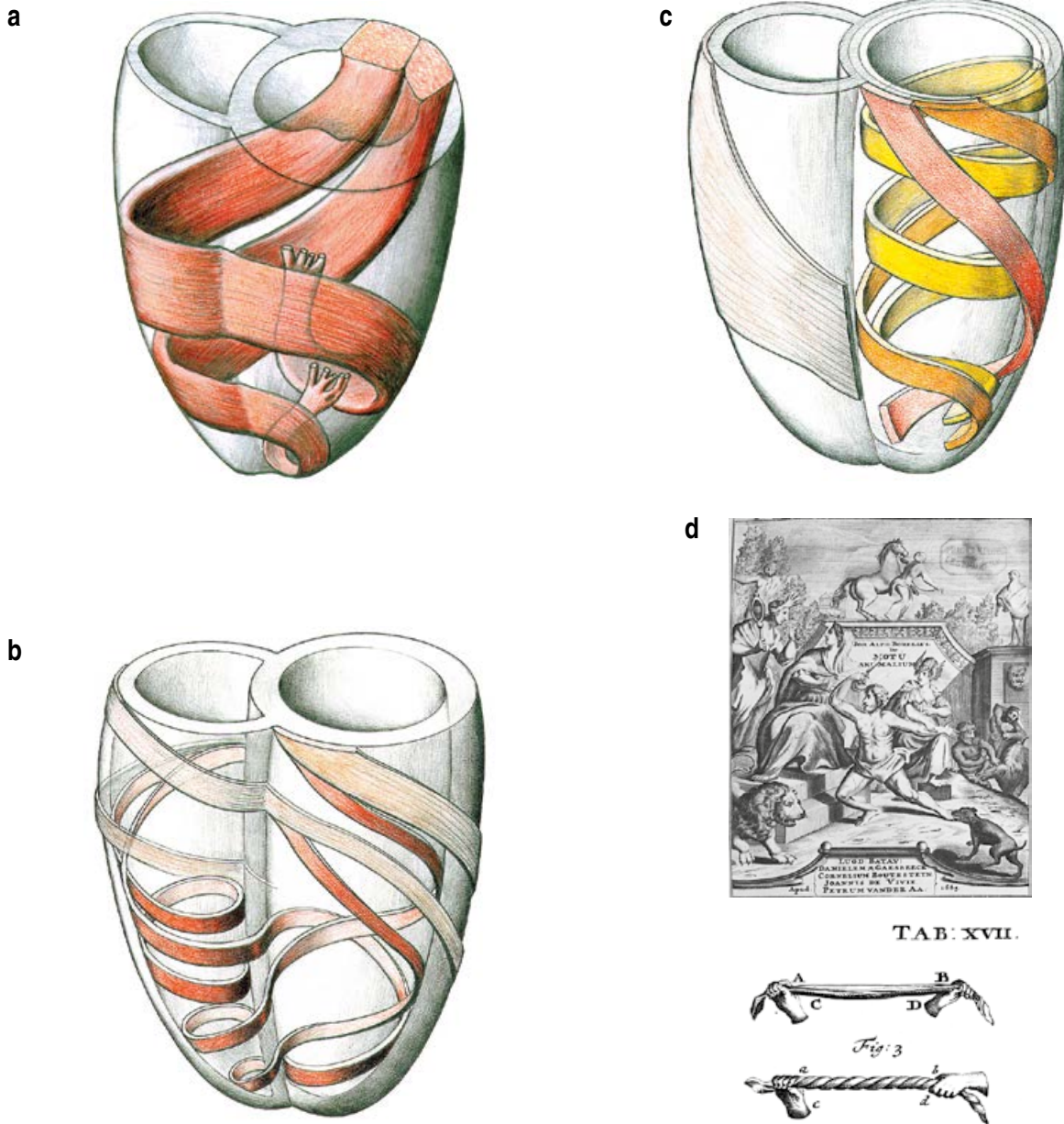
Myokard předsíní

sestává ze dvou vrstev:

Hluboká vrstva vytváří *oblouky a kruhy*, které obklápejí každou předsín samostatně; uvnitř oušek srdečních vystupují nejvnitřnější snopce této vrstvy jakožto *musculi pectinati*;



Obr. 27. MYOKARD KOMOR; schema; v místech, kde byla odstraněna povrchová svalovina (tvořící souvislou dlouhou levotočivou spirálu od anuli fibrosi až k vortex cordis na srdečním hrotu), je patrný cirkulární průběh snopců myokardu ve střední vrstvě



Obr. 28 A. MYOKARD KOMOR; schema

- a PVRCHOVÁ VRSTVA procházející v táhlé levotočivé spirále k apex cordis, kde se ve vortex cordi zanořuje a pokračuje jako hluboká podélná vrstva a svalovina papilárních svalů.
- b STŘEDNÍ VRSTVA odvíjející se z povrchové spirály a přecházející septem do nízkých spirál, takže tvoří cirkulární svalovinu pravé i levé komory.
- c Samostatně znázorněná střední vrstva levé komory; cirkulární svalovinu komory tvoří nízké spirály snopců myokardu.

- d Titulní list a obrázek z první kinesiologie – Alfonso Borelli: *De motu animalium* (O pohybu živočichů), 2. vyd., Leiden 1685. Tab. XVII a Fig. 3 znázorňují představu o funkci spirálně probíhajících snopců myokardu, které stahem vypudí krev ze srdečních komor, obdobně jako pevné spirální stočení vytlačí vyždímáním vodu z textílie.

oblouky hluboké vrstvy jdou přes předsíní vpředu a vzadu, začínají a upínají se na anulus fibrosus dexter et sinister;

kruihy myokardu (obr. 25) se proplétají mezi smyčkami a obkružují napříč celou předsíní; jiné zesílené kruhové snopce jsou vytvořeny kolem ústí oušek srdečních a kolem ústí všech žil vstupujících do předsíní; proplétající se snopce předsíní obou stran vytvářejí *předsíňové septum*.

V hluboké vrstvě je formováno několik silnějších snopců uložených v typických hranách, patrných uvnitř srdce, jsou to (obr. 26):

fasciculus terminalis – v crista terminalis,

fasciculus intervenosus – v tuberculum intervenosum,

fasciculus limbicus superior;

fasciculus limbicus inferior – oba v limbus fossae ovalis.

Povrchová vrstva svaloviny předsíní vytváří delší transversální pruhy, které přecházejí z jedné předsíně na druhou (obr. 25); jsou zřetelné zejména na přední straně předsíní mezi sulcus coronarius a odstupem srdečních oušek; z těchto pruhů odbočují snopce podél předsíňového septa, které pronikají do hloubky, do septa. Snopce povrchové vrstvy se označují jako *fasciculus interauricularis horizontalis* (výše popsany pruh) a

fasciculus interauricularis verticalis – odstupující z předchozího podél rozhraní obou předsíní a pronikající do septa.

Myokard komor

vytváří tři vrstvy, které navzájem souvisí, a pruhy myokardu přecházejí postupně z jedné vrstvy do druhé a vytvářejí tak společný funkční systém.

Povrchová vrstva (obr. 27) začíná na anulus fibrosus dexter et sinister a na konusové šlaše a po povrchu obou komor sestupuje v táhlé levotočivé spirále ke hrotu srdečnímu, kde se její snopce obracejí jakožto **vortex cordis** – srdeční vír – a zanořují se do hloubky; pokračují jako hluboká podélná vlákna do trabeculae carnae a do papilárních svalů;

další část těchto povrchových snopců se zanořuje již cestou po povrchu komor a přechází do střední vrstvy.

Střední vrstva (obr. 27 a 28 A–C) je ve spojení s povrchovou vrstvou, odkud snopce střední vrstvy vycházejí; je převážně cirkulární, zvláště pro každou

komoru; osmičkovitě proplétání z komory na komoru vytváří hluboké vrstvy mezikomorového svalového septa; snopce střední vrstvy se po obtočení komory zanořují do hloubky a pokračují jako vnitřní hluboká podélná vrstva do trabeculae carnae, do papilárních svalů a po stěně komory proximálně až na anuli fibrosi a na trigona fibrosa.

Hluboká (vnitřní) vrstva pochází z obou předchozích vrstev, v pokračování jejich snopců; je převážně longitudinální a vytváří též trabeculae carnae a papilární svaly.

Na výtokových částech komor jsou také (jako na částech vtokových) povrchová vlákna šikmá (spirální) a transversální, převažující hluboká jsou podélná. (Proto se pro chirurgické výkony ve výtokové části komor doporučují podélné incize.)

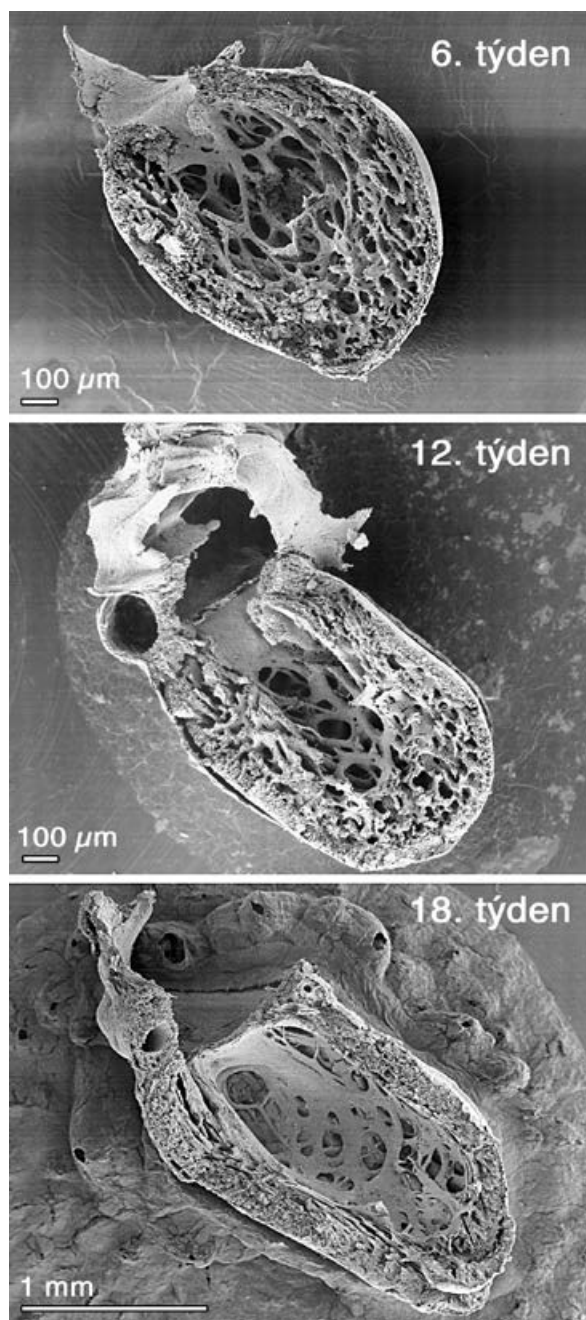
Vývoj myokardu

Srdeční trubice se 21. dne vývoje skládá z endotelu (příštího endokardu), kolem něhož je mesoderm pocházející ze splachnopleury. Ten obsahuje myogenní buňky, které se v době splývání pravé a levé srdeční trubice diferencují v *myokard*. Tento první myokard produkuje *srdeční rosol* – extracelulární matrix oddělující myokard od nyní nepárové endokardové srdeční trubice.

Srdce začíná tepat 22. dne vývoje a 24. dne vývoje již krev cirkuluje zárodkem. Po 30. dnu vývoje, po rozčlenění srdeční trubice na jednotlivé oddíly a její přeměně v srdeční kličku, myokard proliferuje – nejvíce v hrotové oblasti komor a na jejich vnitřních plochách vytváří trámečky, *trabeculae*. Systém prostorové sítě trámečků zlepšuje kontakt buněk myokardu s krví protékající srdcem a umožňuje dostatečnou výměnu plynů ještě před dotvořením koronárního řečiště.

Během nitroděložního vývoje prochází myokard komor několika stadii. V období srdeční trubice se skládá ze dvou vrstev buněk epithelového charakteru, které ještě nejsou kryty epikardem. Po diferenciaci srdečních oddílů se lumen komor vyplňuje houbovitou hmotou trabekul, která umožňuje zvětšování hmoty myokardu před napojením koronárního řečiště, jež se vytváří z mezitím vzniknuvšího epikardu. Hlavní hmota svaloviny komor vzniká zhuštěním primitivních trabekul (obr. 28 B), jejichž zbytek přetrvává jako *trabeculae carnae*. Vývoj spirálních systémů v kompaktní pak probíhá v pozdějším fetálním období (Sedmera, D. et al., 2000).

Spolu s růstem srdečních stěn tloustne vrstva myokardu a postupně se diferencuje na *vnitřní trabekulární vrstvu* a na *zevní kompaktní vrstvu*. Vznik a růst zevní kompaktní vrstvy probíhá pod vlivem interakce myokardu s vyvíjejícím se epikardem. Později se v zevní kompaktní vrstvě vytvoří typické pruhy myokardu (viz výše a srov. obr. 28 A).



Obr. 28 B. VÝVOJ ARCHITEKTURY KOMOROVÉHO MYOKARDU LEVÉ KOMORY

Rastrovací elektronové mikrofotografie v sagitálních řezech; pohled na volnou stěnu směrem od mezikomorové přepážky.

V 6. týdnu vývoje je lumen komory vyplněno houbovitou trojrozměrnou sítí trabekul, které tvoří až 80 % hmoty komory a umožňují zásobování kyslíkem v období před vytvořením koronárního řečiště. V dalším období tyto trabekuly tloustnou, splývají, a vytváří se systém *trabeculae carnea*, omezených na stěnu, a tenkých intraluminálních *trabeculae tendineae*, obsahujících Purkyňova vlákna převodního systému (Sedmera, D. et al., 2000).

Systema conducens cordis – převodní systém srdeční

Převodní systém srdeční je soubor specializovaných částí myokardu, které vytvářejí vzruchy vedoucí ke kontrakci myokardu a rozvádějí je svalovinou srdeční. Myokard proto nepotřebuje ke své rytmické činnosti nervy a těmito specializovanými částmi je sám zdrojem vzruchů ke své činnosti. Nervy přicházející do srdce tuto činnost jen ovlivňují, tj. zrychlují nebo zpomalují (viz dále).

Převodní systém se strukturou příliš neliší od ostatního (pracovního) myokardu (srov. Anatomie I, str. 27); jeho složky jsou nicméně rozeznatelné v mikroskopickém obrazu, světelném i elektronovém.

Buňky převodního systému mají stejné příčné žíhané myofibrily jako buňky pracovního myokardu; myofibril je však málo, a jsou omezeny na povrch buněk, které mají relativně více sarkoplasmy. Jádra buněk převodního systému jsou větší a kulatější než v buňkách pracovního myokardu, často jsou zdvojená. Příčný průměr buněk převodního systému je menší v jeho uzlicích (viz dále), nápadně větší u periferního větvení tohoto systému (Purkyňova vlákna – viz dále), kde průměr buněk nápadně převyšuje průměr buněk pracovního myokardu.

Buňky převodního systému jsou dále charakterizovány tím, že dávají pozitivní reakci na acetylcholinesterasu. Mají také více glykogenu a postrádají příčné tubuly endoplasmatického retikula, které jsou charakteristické pro buňky pracovního myokardu.

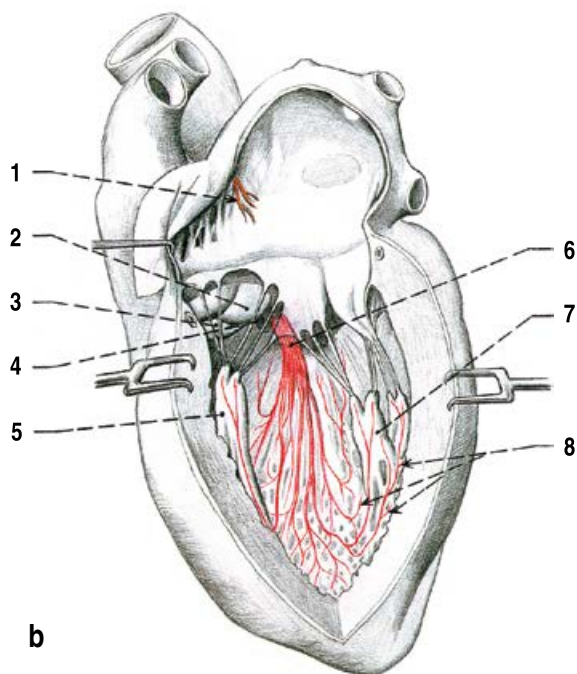
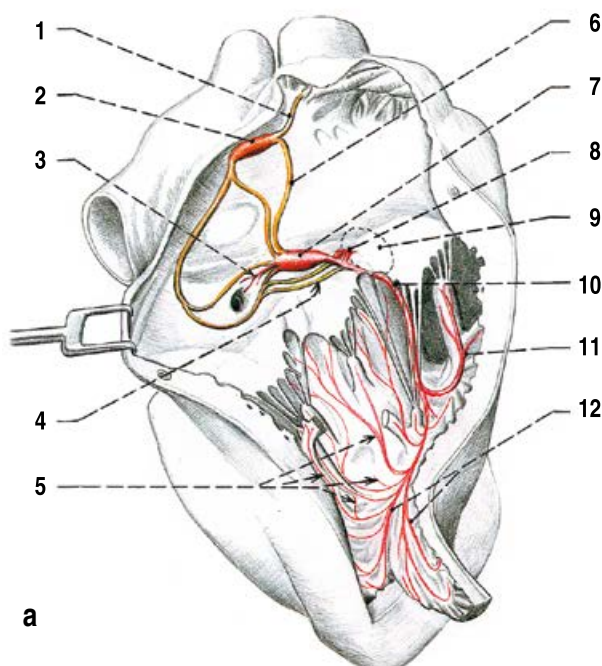
K převodnímu systému srdečnímu patří tyto části (obr. 29):

- 1. Nodus sinuatrialis** – sinusový uzel – základní útvar převodního systému udávající rytmus srdce, uložený ve stěně pravé předsíně mezi ústím v. cava superior a odstupem auricula dextra.
- 2. Nodus atrioventricularis** – atrioventrikulární síňokomorový uzel – uložený v předsíňovém septu kaudálně od fossa ovalis, před ústím sinus coronarius.
- 3. Spoje z nodus sinuatrialis** k atrioventrikulárnímu uzlu a k atrioventrikulárnímu svazku (a do stěn předsíní).
- 4. Fasciculus atrioventricularis** – atrioventrikulární svazek – pruh převodního systému jdoucí jako *truncus* (kmen, tj. vlastní svazek) z nodus atrioventricularis skrze trigonum fibrosum do komorového septa; tam se pak dělí ve dvě raménka (viz dále).

5. Crus dextrum et crus sinistrum – pravé a levé raménko, ve která se rozděluje truncus fasciculi atrioventricularis. Raménka jdou komorovým septem až k bazím přilehlých papilárních svalů a odtud se dále větví.

6. Rami subendocardiales – Purkyňova vlákna – konečné větvení ramének převodního systému ve formě sítě světlejších vláken, která se větví pod endokardem komor a vstupují do kontaktu s buňkami pracovního myokardu, do něhož se zanořují.

1. Nodus sinuatrialis – sinusový uzel Keithův a Flackův* – je základní útvar převodního systému (obr. 29 A); rytmus jím vydávaných impulsů určuje základní frekvenci srdečních stahů (udavač kroku – „pacemaker“ srdce). Je to podlouhlý, vřetenovitý útvar o délce mezi 10 a 20 mm, maximální šířce kolem 3 mm a výšce asi 1 mm, uložený napříč ve stěně pravé předsíně, před ústím v. cava superior, od horního okraje ústí pravého ouška až do začátku crista terminalis.



Obr. 29 A. PŘEVODNÍ SYSTÉM SRDEČNÍ, uložený v myokardu; schema uložení a průběhu

- a pohled zprava na předsíňové septum a do vtokové části pravé komory (pohled z řezu vedeného v margo acutus)
- 1 interatriální (Bachmannův) svazek do myokardu levé předsíně
 - 2 nodus sinuatrialis
 - 3 proužky nodálních myocytů z atrioventrikulárního uzlu do okolí ústí sinus coronarius
 - 4 kolaterální vlákna ze zadního (Thorelova) internodálního svazku do fasciculus atrioventricularis
 - 5 větvení crus dextrum v Purkyňova vlákna na stěně a do stěny komory a do papilárních svalů
 - 6 přední internodální svazek, nalevo od něho střední (Wenckebachův) a zadní (Thorelův) svazek
 - 7 nodus atrioventricularis
 - 8 crus sinistrum fasciculi atrioventricularis
 - 9 pars membranacea septi
 - 10 crus dextrum fasciculi atrioventricularis
 - 11 část crus dextrum v trabecula septomarginalis a větvení v Purkyňova vlákna

- 12 větvení crus dextrum v Purkyňova vlákna na stěnu a do stěny komory
- b pohled zleva na předsíňové septum a do vtokové části levé komory (pohled z řezu vedeného v margo obtusus)
- 1 interatriální (Bachmannův) svazek z nodus sinuatrialis do myokardu levé předsíně
 - 2 valvula semilunaris posterior valvae aortae
 - 3 valvula semilunaris dextra valvae aortae
 - 4 pars membranacea septi ve vztahu ke crus sinistrum fasciculi atrioventricularis
 - 5 musculus papillaris anterior levé komory
 - 6 crus sinistrum fasciculi atrioventricularis
 - 7 musculus papillaris posterior levé komory
 - 8 vzestupné větvení crus sinistrum v Purkyňova vlákna levé komory

* Sir Arthur Keith (1866–1943), londýnský anatom; Martin Flack (1882–1931), londýnský fyziolog.

Nezaujímá celou tloušťku stěny předsíně, od endokardu i od epikardu je vzdálen asi 1 mm (od endokardu zpravidla více), obklopen pracovním myokardem. Periferní ohraničení uzlu je méně zřetelné a buňky převodního systému tam plynule přecházejí mezi buňky pracovního myokardu.

Charakteristickým znakem sinusového uzlu je *arteria nodi sinuatrialis* – centrální arterie uzlu, která je přímou větví pravé věnčité tepny a po délce prochází v ose celého uzlu.

Tato arterie vysílá do sinuatriálního uzlu jen několik drobných větévek. Její hlavní větvení začíná až po průchodu uzlem a směřuje do pracovního myokardu. Uvažuje se o možnosti, že pravidelně nacházená zesílená adventicie centrální arterie slouží sensorickým funkcím tak, že přes ni tkáň uzlu přijímá údaje o krevním tlaku a o pulsaci, což zpětnovazebně ovlivní sinusový rytmus.

A. nodi sinuatrialis je tak jako tkáň vlastního uzlu bohatě inervována (srov. str. 48–51). Její těsný kontakt s tkání uzlu je posílen tím, že tepna má uvnitř uzlu ztenčenou svalovou vrstvu a zesílenou adventici, kterou se s tkání uzlu stýká a v níž také část nervových vláken končí.

V nodus sinuatrialis lze rozlišit několik typů buněk: *nodální myocyty* bledě se barví, téměř bez organel v plasmě, různého tvaru (okrouhlé, polygonální, větvenité, někdy i hvězdčovitě); obklápejí ve skupinách nebo v řadách centrální arterii a jsou považovány za zdroj rytmické aktivity sinusového uzlu; *myocyty přechodního typu*, kratší a menší než typické nodální myocyty svou úpravou stojí mezi nimi a pracovním myokardem; naléhají zvenčí na centrální zónu typických nodálních myocytů a jsou značně variabilní, od buněk téměř bez organel (jako nodální myocyty) až po buňky podobné buňkám pracovního myokardu; vzruchy vedou pomalu, přejímají je od nodálních myocytů, předávají je buňkám typu Purkyňových vláken (viz dále) nebo buňkám pracovního myokardu, s nimiž se při povrchu uzlu stýkají; *myocyty typu Purkyňových vláken*, kratší a širší než typické nodální myocyty (délka 20–50 μm , šířka kolem 30 μm) i než buňky pracovního myokardu; mají málo fibril, mnoho mitochondrií, velké množství glykogenu a dobře vyvinutý tubulární systém; rychlost vedení těchto buněk je vysoká (1–3 m/s, zatímco v jiných buňkách převodního systému a v buňkách pracovního myokardu činí kolem 0,6 m/s i méně); buňky typu Purkyňových vláken se příkládají na buňky okolního pracovního myokardu; v sinuatriálním uzlu jsou myocyty typu Purkyňových vláken roztroušeny na periferii uzlu a přecházejí do spojovacích drah z uzlu a do okolního myokardu (viz dále).

Podnět sinuatriálního uzlu pro stah myokardu vzniká v centrálně uložených nodálních myocytech; z nich se šíří na myocyty přechodního typu a pomalým vedením myocytů přechodního typu přechází na buňky typu Purkyňových vláken; jimi se pak podnět rychle šíří na pracovní myokard i na další úseky převodního systému (viz dále).

2. Nodus atrioventricularis – atrioventrikulární uzel Aschoffův a Tawarův* – nepravidelně oválný, dlouhý 7–8 mm, vysoký kolem 3 mm a široký asi 1 mm, sagitálně uložený na rozhraní předsíní a komor pod endothelem předsíňového septa, těsně dorsálně od úponu septálního cípu trojčipé chlopně, asi 1 cm před ústím sinus coronarius (obr. 29 A). Je obkroužen obloučkem Todorovy šlachy (viz str. 29), uložené pod endokardem.

Pravá strana atrioventrikulárního uzlu je konvexní, levá je konkávní a naléhá na anulus fibrosus sinister srdečního skeletu.

Z předního okraje atrioventrikulárního uzlu vystupuje *atrioventrikulární svazek* (viz dále).

Atrioventrikulární uzel je tvořen myocyty, prostoupenými nepravidelnou sítí kolagenního vaziva, jehož je méně než v sinuatriálním uzlu. Tepna pro atrioventrikulární uzel přichází nejčastěji předsíňovým septem zezadu, z pravé věnčité tepny (viz kapitolu Cévy a nervy srdce).

Atrioventrikulární uzel obsahuje (obdobně jako sinuatriální uzel – viz tam) více typů buněk:

nodální myocyty jsou zde málo četné, uložené v hlubších partiích uzlu; myocyty přechodního typu tvoří většinu funkční tkáně uzlu; v zadní části uzlu jsou orientovány nepravidelně ve všech směrech, v přední části probíhají převážně předozadně (ve směru podélné osy uzlu) a přecházejí do atrioventrikulárního svazku; *myocyty typu Purkyňových vláken* jsou všude na povrchu uzlu a pokračují do atrioventrikulárního svazku; tento typ myocytů přijímá spoje ze sinuatriálního uzlu (viz dále).

Funkčně se v atrioventrikulárním uzlu projevuje tzv. *atrioventrikulární zpoždění*, které má patrně podklad v přítomnosti velkého počtu myocytů přechodního typu, jež vedou vzruch pomalu.

3. Spoje z nodus sinuatrialis k atrioventrikulárnímu uzlu a do myokardu

Na základě elektrofyziologických studií převodu vzruchů ze sinuatriálního na atrioventrikulární uzel (např. Spach** et al., 1969) byla předpokládána existence preferenčního spojení obou uzlů (a také obou srdečních předsíní); tato spojení údajně mění rychlost převodu, jaká by byla při prostém šíření vzruchů pracovním myokardem předsíní.

Jsou popisovány následující svazky myokardu, které tyto preferenční spojení uskutečňují a v nichž byla předpokládána přítomnost

* Ludwig Aschoff (1866–1942), německý patolog;

Sunao K. Tawara (1873–1952), japonský anatom a patolog.

** SPACH, M., KING, T.D., BARR, R.C., BOOZ, D.E., MARROW, M.N., GIDDENS, S.H.: Electrical potential distribution surrounding the atria during depolarization and repolarization in the dog. *Circulation Res.*, 1969, 24, p. 857–873.

roztroušených buněk převodního systému. Na obr. 29 A jsou znázorněny žlutě; jsou to:

přední internodální svazek – jde z předního okraje sinuatriálního uzlu, postupuje mediálně do předsíňového septa a jeho předním okrajem sestupuje k atrioventrikulárnímu uzlu;

interatriální svazek (Bachmannův svazek – 1916) vystupuje spolu s předním internodálním svazkem ze sinuatriálního uzlu, před ústím v. cava superior jde doleva a skrze přední horní okraj předsíňového septa se větví do myokardu levé předsíně; část vláken sestupuje septem do blízkosti atrioventrikulárního uzlu;

střední internodální svazek (Wenckebachův svazek – 1907) vystupuje z horního okraje uzlu a jde za ústí v. cava superior a k předsíňovému septu, jímž sestupuje k zadnímu okraji atrioventrikulárního uzlu;

zadní internodální svazek (Thorelův svazek – 1910) vystupuje ze zadního a dolního okraje sinuatriálního uzlu a v crista terminalis a dále v bazi valvulae venae cavae inferioris sestupuje k zadní a pravé straně atrioventrikulárního uzlu, do kontaktu s myocyty přechodního typu vlastního uzlu i jeho nejbližšího okolí;

kolaterální vlákna („bypass fibres“ anglických autorů) představují část vláken zadního internodálního svazku, která se oddělí, obcházejí atrioventrikulární uzel a přímo vstupují do atrioventrikulárního svazku; tato vlákna jsou považována za základ zjištěné dvojí rychlosti převodu impulsu ze sinuatriálního uzlu na komory;

akcesorní atrioventrikulární svazečky jsou ojedinělé, nepravidelné, drobné proužky myokardu, které mohou přecházet z myokardu předsíní do myokardu komor; jsou častější v blízkosti atrioventrikulárního uzlu, méně časté jinde na obvodu anuli fibrosi; soudí se, že za normálních fyziologických okolností jsou pro převod vzruchů bezvýznamné.

Nodeální myocyty se vyskytují i **při ústí sinus coronarius**, za výjimečných okolností mohou vyvolat tzv. rytmus koronárního sinusu. Lze je považovat za nodeální myocyty oddělené z atrioventrikulárního uzlu. **Autoři, kteří se pokoušeli verifikovat internodální svazky preparátně i histologicky** (Anderson, R.H., Becker, A.E., 1980*), **nenašli v místech uváděných internodálních spojů žádné histologické známky převodního systému ani typické izolovatelné makroskopické pruhy myokardu.** Lze proto důvodně předpokládat, že spojení obou uzlů zprostředkovává pracovní myokard a že původní popisy internodálních svazků (ne svazku interatriálního) mohly být založeny na preparačních artefaktech, jimiž byly demonstrovány samostatné pruhy pracovního myokardu.

4. Fasciculus atrioventricularis – atrioventrikulární (Hisův**) svazek – vystupuje z předního okraje atrioventrikulárního uzlu (obr. 29) jako *truncus fasciculi atrioventricularis* – kmen svazku – kompaktní pruh myocytů přechodního typu a myocytů typu Purkyňových vláken; prochází skrze trigonum fibrosum dextrum do zadního okraje pars membranacea septi interventricularis a odtud dále kaudálně do svalové části septa. Za svého průběhu je obklopen vrstvičkou vaskularizovaného vaziva; ve svazku a v jeho dalším větvení postupně přibývá myocytů typu Purkyňových vláken. Při přechodu do svalové části septa se kmen atrioventrikulárního svazku dělí ve **dvě raménka** – *crus dextrum et crus sinistrum*.

5. Crura fasciculi atrioventricularis – raménka atrioventrikulárního svazku – se rozdělují těsně pod pars membranacea septi interventricularis (obr. 29).

Crus dextrum (fasciculi atrioventricularis) – pravé raménko – pokračuje jako štíhlý, oblý, dobře ohraničený svazek po pravé ploše septa (nejprve v myokardu, potom pod endokardem) ke hrotu srdečnímu; vstupuje do trabecula septomarginalis, která jej dovede do baze m. papillaris anterior. Cestou po septu z pravého raménka vystupuje jen málo větví ke stěně pravé komory. Při bazi m. papillaris anterior se raménko rozdělí v množství subendokardových vláken označovaných jako *rami subendocardiales* – *Purkyňova vlákna*.

Crus sinistrum (fasciculi atrioventricularis) – levé raménko – se skládá z četných jemných svazečků, z nichž každý má svůj vazivový obal; svazečky tvoří široký plochý vějíř, rozvírající se pod endokardem směrem ke hrotu komory, odkud se pak po stěnách komory větví četné *rami subendocardiales* – *Purkyňova vlákna*, nejprve k bazi předního a zadního papilárního svalů a odtud po stěnách celé komory.

Truncus fasciculi atrioventricularis je tvořen myocyty přechodního typu vybiřujícími z nodus atrioventricularis.

Od větvení svazku v raménku přibývají myocyty typu Purkyňových vláken, mezi nimiž jsou vsunuty buňky charakteru pracovního myokardu.

Subendokardové větvení je tvořeno výhradně velkými myocyty Purkyňových vláken.

6. Rami subendocardiales – Purkyňova* vlákna** – větví se po stěnách komor, byla z celého převodního systému objevena první (Purkyně, 1845), protože jsou na srdcích větších savců makroskopicky viditelná jako světlejší linky pod endokardem.

Vlákna jsou složena z velkých myocytů, typických pro Purkyňova vlákna (viz výše). Větvení a šíření vláken v obou komorách postupuje od hrotu srdečního a od bází papilárních svalů proximálně (obr. 29); vlákna vstupují v četné kontakty s buňkami pracovního myokardu.

Vzhledem ke směru větvení a šíření Purkyňových vláken postupuje i kontrakce myokardu komor od hrotu k bazi srdeční – tedy k ústím aorty a truncus pulmonalis a k atrioventrikulárnímu ústí – a současně od vnitřní plochy komor na zevní stranu.

* ANDERSON, R.H., BECKER, A.E.: *Cardiac anatomy*. London: Gower Medical Publishing, 1980.

** Wilhelm His (Jr.) (1863–1934), anatom v Lipsku, v Basileji, v Göttingenu a v Berlíně.

*** Jan Evangelista Purkyně (1787–1869), český histolog a fyziolog, zakladatel prvních evropských fyziologických ústavů ve Vratislavi a v Praze.

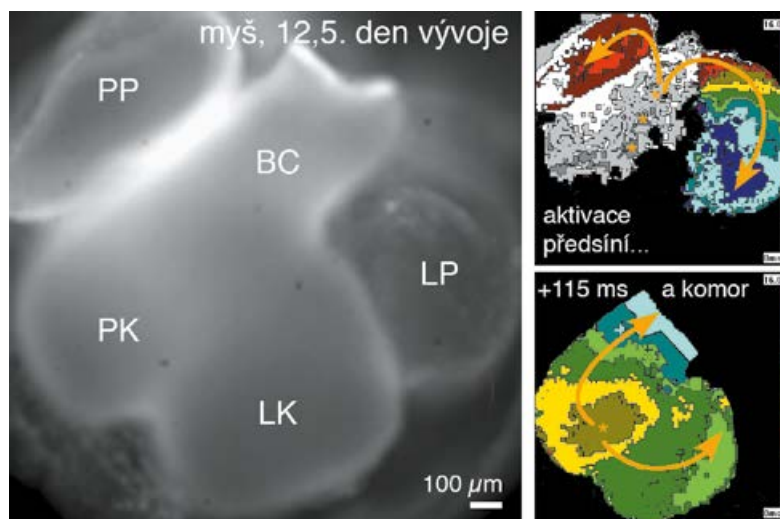
Výsledkem činnosti celého převodního systému jsou tedy rytmicky se opakující kontrakční vlny myokardu, z nichž každá postupuje od ústí žil předsíní k atrioventrikulárním ústím; odtud je vzruch převeden ke hrotu srdečnímu, od něhož jde kontrakční vlna stěnami komor k oběma tepenným ústím i k ústím atrioventrikulárním (vyprázdnění komor).

Každý úsek převodního systému má schopnost samostatné tvorby automatizovaných rytmických vzruchů, ovšem o pomalejší frekvenci než vzruchy ze sinusového uzlu. Zatímco sinusový uzel vysílá vzruchy ve frekvenci 70–80/min, činí frekvence vzruchů atrioventrikulárního uzlu 40–60 vzruchů/min a automatická činnost komor by činila 20–40 vzruchů/min; protože podnět přicházející ze sinusového uzlu se pravidelně dostává dříve, než se automatika nižších složek může projevit, tepe za normálních okolností celé srdce v sinusovém rytmu. Automatika dalších částí se projevuje tehdy, jestliže se z patologických příčin ztratí funkce nadřazeného (sinusového) uzlu nebo je porušeno vedení vzruchů z předsíně do komor apod. Takový stav se označuje jako blok převodního systému.

Vývoj převodního systému srdečního

Srdce tepe již v době, kdy párové základy srdeční trubice splývají. Tep kardiomyocytů je synchronní. Přitom zdrojem depolarisace buněčné membrány a následného elektrochemického děje produkujícího kontrakci jsou samy kardiomyocyty. Ještě ve stadiu párového srdečního základu se v kaudálním konci levé trubice diferencuje okrsek buněk, které tepou vyšší frekvencí než zbývající myokard a tuto frekvenci na něj přenášejí. V dalším vývoji se tento okrsek nachází v pravé části sinus venosus a se zabudováním sinus venosus do pravé předsíně se dostává do její zadní stěny, kde se diferencuje v *nodus sinuatrialis*. Záhy poté se z myokardu atrioventrikulárního kanálu diferencuje *nodus atrioventricularis* a poté se v myokardu komor diferencují další složky převodního systému.

O šíření elektrického impulsu v srdci, jež je podmíněno převodním systémem, se můžeme přesvědčit invazivním elektrofyziologickým mapováním, používaným i v klinice, za vývoje pak metodou optického mapování (obr. 29 B). Takto zkonstruované aktivační mapy ukazují na časnou funkci převodního systému, dokumentovanou místem první aktivace myokardu předsíní ze sinuatriálního uzlu (uloženého v oblasti vstupu horní duté žíly do pravé předsíně), prodlevou mezi aktivací předsíní a komor a směrem aktivace komor od hrotů



Obr. 29 B. ŠÍŘENÍ VZRUCHU V EMBRYONÁLNÍM SRDCI MYŠI, DEN VÝVOJE 12,5; demonstrováno technikou optického mapování Embryonální srdce myši je velmi podobné srovnatelným stádiím u člověka; vyznačuje se kulovitými komorami. Aktivace předsíní vychází z oblasti sinuatriálního uzlu, uloženého dorsálně v interkavální oblasti (hvězdičky), a šíří se stropem předsíní podél crista terminalis do obou předsíní ve směru šípek. Po prodlevě způsobené pomalým vedením v oblasti canalis atrioventricularis (ekvivalent budoucího nodus atrioventricularis) je aktivace rozvedena do komor vyvíjejícím se Hisovým svazkem, Tawarovými raménky a Purkyňovými vlákny, jež se diferencují ze sítě komorových trabekul. Aktivace pouze pomocí pravého raménka (projevující se prvním místem

aktivace v oblasti hrotu pravé komory) je zde typická na rozdíl od pozdějších stádií, kdy jsou funkční raménka obě. Šipky ukazují, že je zde již přítomná aktivace od hrotu směrem k bazi srdeční, výhodná pro efektivní ejekci krve z komor (Sedmera, D., 2011).

BC – bulbus cordis

LK – levá komora

LP – levá předsín

PK – pravá komora

PP – pravá předsín

k bazi díky Tawarovým raménkům (Sedmera, D., 2011). Poruchy tvorby a vedení vzruchů se nazývají srdeční arytmie.

Epicardium – epikard

tvoří serosní povlak povrchu srdce (viz str. 7 a 54). Ve vazivu a v tukovém vazivu, jímž je serosní povlak spojen s myokardem, probíhají kmeny tepen, žil a nervů srdce (obr. 30–37).

Cévy a nervy srdce

Výživu stěn srdečních obstarávají **arteriae coronariae (cordis)** – věnčité tepny (srdeční), a to

a. coronaria dextra – pravá věnčitá tepna, a

a. coronaria sinistra – levá věnčitá tepna, jež obě začínají ze samého začátku aorty, těsně nad valvula semilunaris dextra et sinistra aortální chlopně – tedy ze sinus aortae dexter et sinister.

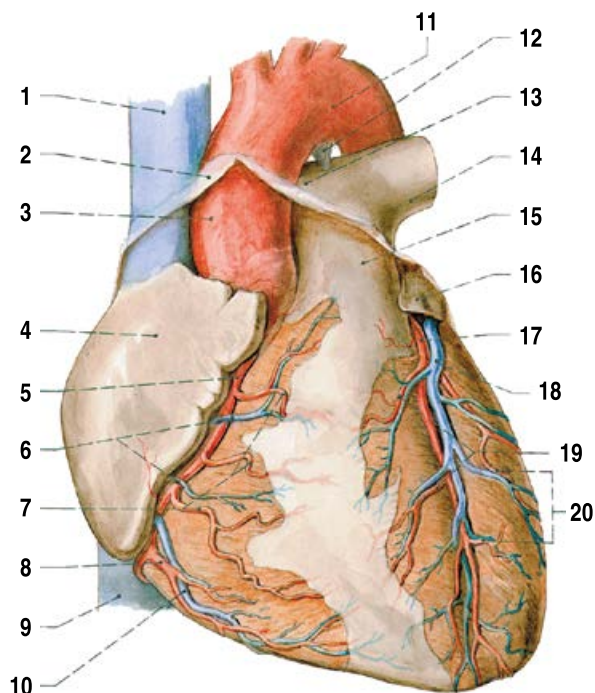
Ze stěn srdečních odvádějí krev **venae cordis** – žíly srdeční (viz dále).

Arteriae coronariae – věnčité tepny

Obě arteriae coronariae probíhají po povrchu srdce vlnovitě, čímž jsou přizpůsobeny tepovým změnám objemu srdce.

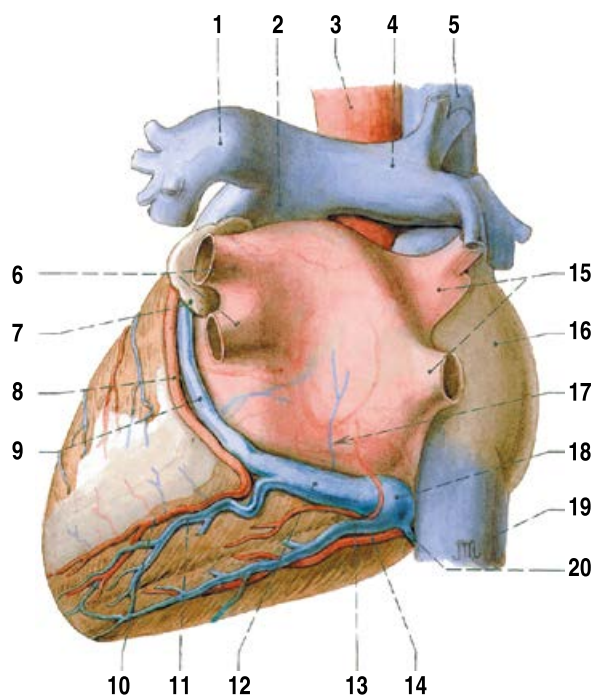
Obě aa. coronariae jsou přibližně stejně silné; a. coronaria sinistra může být sice o něco silnější vzhledem k většímu objemu zásobované svaloviny, není však širší o tolik, o kolik je svalovina vlevo mohutnější; a. coronaria dextra má zato bohatší primární větvení (i když objem svaloviny pravé komory, kterou převážně zásobuje, je menší než objem svaloviny komory levé). Tento jev souvisí se skutečností, že dutinou pravé komory protéká krev kyslíkem chudá, a svalovina nedostane žádný kyslík pronikáním z nítra komory.

Na začátku každé koronární tepny a na odstupech jejích větví jsou již od dětství pod vnitřní výstelkou tepny – endothelem (který v cévách odpovídá endokardu srdce – viz str. 7 a 26) – ztlustění z podélně orientovaných svalových buněk a elastických vláken. Tato ztlustění jsou považována za regulační zařízení, která



Obr. 30. TEPNY A ŽÍLY SRDCE; pohled zepředu, po odstranění větších ploch epikardu (část epikardu je zachována a cévy prosvítají)

- 1 vena cava superior
- 2 odstřížený okraj perikardu
- 3 aorta ascendens
- 4 atrium dextrum et auricula dextra
- 5 kmen arteria coronaria dextra
- 6 venae ventriculi dextri anteriores
- 7 rami ventriculares dextri anteriores
- 8 ramus marginalis dexter
- 9 vena cava inferior
- 10 vena marginalis dextra jako začátek v. cordi parva
- 11 arcus aortae
- 12 ligamentum arteriosum
- 13 arteria pulmonalis dextra
- 14 arteria pulmonalis sinistra
- 15 truncus pulmonalis
- 16 auricula sinistra
- 17 ramus interventricularis anterior (arteriae coronariae sinistrae)
- 18 vena interventricularis anterior jako začátek v. cordis magna
- 19 rami ventriculares anteriores pro pravou komoru (z ramus interventricularis anterior levé koronární tepny)
- 20 rami ventriculares anteriores sinistri pro levou komoru; horní, silnější z nich se označuje jako ramus lateralis nebo (pro svůj průběh) jako ramus diagonalis



Obr. 31. TEPNY A ŽÍLY SRDCE; pohled zezadu; epikard odstraněn, zůstává jen v malém rozsahu na margo obtusus

- 1 arteria pulmonalis sinistra
- 2 truncus pulmonalis
- 3 aorta ascendens
- 4 arteria pulmonalis dextra
- 5 vena cava superior
- 6 venae pulmonales sinistrae
- 7 auricula sinistra
- 8 ramus circumflexus arteriae coronariae sinistrae
- 9 vena coronaria sinistra (pokračování v. cordis magna do sinus coronarius)
- 10 ramus posterior ventriculi sinistri
- 11 vena ventriculi sinistri posterior (vpravo od jejího vyústění do v. cordis magna začíná sinus coronarius)
- 12 sinus coronarius
- 13 vena interventricularis posterior
- 14 ramus interventricularis posterior arteriae coronariae dextrae
- 15 venae pulmonales dextrae
- 16 atrium dextrum
- 17 vena obliqua atrii sinistri
- 18 místo vyústění sinus coronarius do pravé předsíně
- 19 vena cava inferior
- 20 vena cordis parva

tlumí vysoký tlak krve přicházející z aorty a regulují přítok krve do myokardu. (Někteří autoři považují tato ztlustění za artefakty.)

Způsobem periferního větvení a zakončení se jednotlivé větve koronárních tepen funkčně chovají

jako *větve konečné*, to znamená, že nemají významné spojky se sousedními větvemi (srov. str. 80). Při uzávěru větve koronární tepny je proto příslušný okresek myokardu zbaven zásobení kyslíkem.

A. coronaria dextra

(obr. 30–32) vystupuje z aorty těsně nad valvula semi-lunaris dextra aortální chlopně – ze sinus aortae dexter.

Kmen tepny jde po výstupu za truncus pulmonalis doprava, leží v sulcus coronarius, mezi auricula dextra a pravou komorou; zatáčí dozadu na zadní plochu srdce, *končí* jako

ramus interventricularis posterior v sulcus interventricularis posterior.

Za průběhu vysílá:

rami atriales – štíhlé větévkky pro pravou předsíň, jednotlivě odstupující vpředu laterálně i vzadu; některá ze zadních větví zásobuje také levou předsíň (až ve 40 % případů);

rami ventriculares dextri, anteriores et posteriores – větve pro pravou komoru, vpředu (zpravidla 2–3) i vzadu (obvykle 2); jedna z nich je nápadnější a probíhá jako

ramus marginalis dexter – větev podle margo acutus pravé komory.

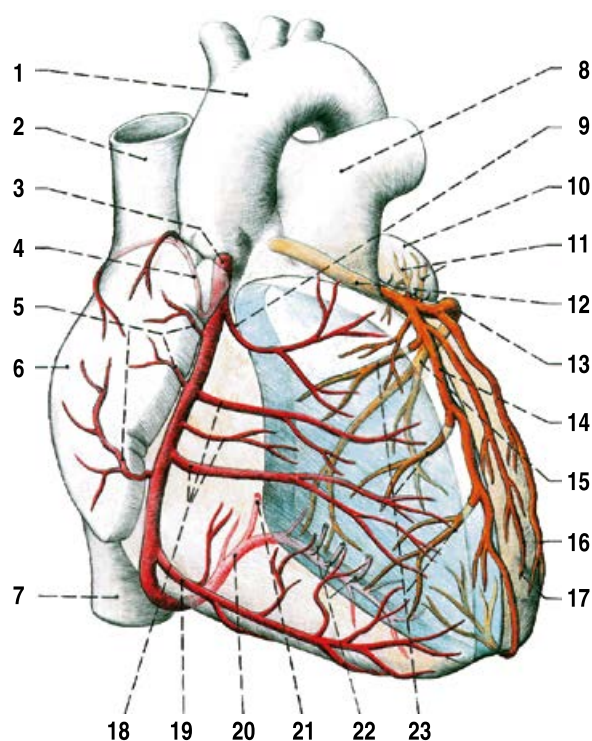
Ramus interventricularis posterior je jednoduchá tepna asi v 70 % případů, ve 20 % bývá zdvojená nebo trojitá. Ze sulcus interventricularis posterior jdou její větve také do stěny levé komory. Asi v 10 % případů bývá nahrazena obdobně probíhající větví z levé koronární tepny.

Z větví pravé koronární tepny se jako typické menší, avšak funkčně významné větve uvádějí:

ramus coni arteriosi – první větev pravé koronární tepny (ve 36 % případů vystupuje dokonce vedle pravé koronární tepny jako samostatná malá koronární tepna ze sinus aortae dexter); obkružuje hranici mezi komorou a truncus pulmonalis; často anastomosuje s obdobnou větví z levé koronární tepny a obě pak vytvářejí tzv. *Vieussensův* okruh*;

ramus nodi sinuatrialis – jedna z atriálních větví odstupující v 65 % případů z a. coronaria dextra (nejčastěji vpředu poblíž začátku tepny, méně často v jejím dalším průběhu vpředu, vzácně i ze zadního úseku pravé koronární tepny); ve 35 % odstupuje

* Raymond de Vieussens (1641–1715), francouzský lékař a anatom v Montpellier a v Paříži.



Obr. 32. ARTERIAE CORONARIAE; schematicky znázorněné
zpředu na průsvitném srdci
červeně – arteria coronaria dextra a její větve
oranžově – arteria coronaria sinistra a její větve
šedomodře – mezikomorové septum

- 1 arcus aortae
- 2 vena cava superior
- 3 arteria coronaria dextra (výstup ze sinus aortae dexter)
- 4 ramus nodi sinuatrialis
- 5 rami atriales (dextri anteriores)
- 6 atrium dextrum
- 7 vena cava inferior
- 8 truncus pulmonalis
- 9 ramus coni arteriosi
- 10 auricula sinistra
- 11 rami atrioventriculares
- 12 arteria coronaria sinistra (kmen tepny)
- 13 ramus circumflexus
- 14 ramus interventricularis anterior
- 15 ramus posterior ventriculi sinister
- 16 ramus marginalis sinister
- 17 ramus lateralis (ramus diagonalis)
- 18 rami ventriculares dextri anteriores
- 19 ramus marginalis dexter
- 20 ramus interventricularis posterior
- 21 ramus nodi atrioventricularis z ramus interventricularis posterior arteriae coronariae dextrae
- 22 rami interventriculares septales z r. interventricularis posterior arteriae coronariae dextrae
- 23 rami interventriculares septales z r. interventricularis anterior arteriae coronariae sinistrae

z a. coronaria sinistra; probíhá nejčastěji mezi pravým ouškem a začátkem aorty, větví se ke stěně pravé předsíně, obtáčí ústí v. cava superior do pravé předsíně a jednou větví (ramus cristae terminalis) postupuje v crista terminalis do nodus sinuatrialis převodního systému srdečního (viz str. 37);

rami interventriculares septales – četné větve z r. interventricularis posterior (tedy z konečného úseku a. coronaria dextra) do zadní strany komorového septa. Nejsou vytvořené v hrotové části septa (která je zásobena levou koronární tepnou); první, nejkraniálnější z těchto tepen probíhá ještě v dolní části předsínového septa a v 80 % srdcí zásobuje atrioventrikulární uzel převodního systému; nazývá se pak *ramus nodi atrioventricularis*.

A. coronaria sinistra

(obr. 30–32) vystupuje nad valvula semilunaris sinistra aortální chlopně ze sinus aortae sinister. Kmen tepny směřuje doleva a *dělí se na dvě hlavní větve*:

ramus interventricularis anterior, sestupuje v sulcus interventricularis anterior (v místě septa) až na srdeční hrot, přes který může přesahovat individuálně různé daleko na diafragmatickou (zadní) plochu; vysílá větve k pravé i levé komoře;

ramus circumflexus, který v sulcus coronarius přechází kolem levého obvodu srdce na zadní stranu (kde může přecházet až v r. interventricularis posterior a nahrazovat tuto větev pravé koronární tepny).

Za průběhu levá koronární tepna vysílá:

a) *ze společného kmene*:

ramus nodi sinuatrialis (ve 35 % případů) – pokud neodstupuje z pravé koronární tepny – jde velkým obloukem k pravé předsíni a větví se obdobně, jako když začíná z pravé koronární tepny (viz výše);

b) *z ramus interventricularis anterior*:

rami ventriculares anteriores sinistri, probíhající po levé komoře šikmo k levému okraji srdce; *ramus diagonalis* – nejsilnější z předchozích větví, typická svým šikmým průběhem;

rami interventriculares septales – jdou zepředu do komorového septa, poslední z nich (z konce kmene přesahujícího přes hrot) jdou do hrotového úseku septa i zezadu;

c) *z ramus circumflexus*:

rami atrioventriculares – menší větve na rozhraní levé předsíně a komory;

ramus marginalis sinister – větev pro margo obtusus jdoucí směrem k hrotu srdečního;

rami atriales (anteriores, laterales, posteriores) – větve ke stěně levé předsíně;

ramus posterior ventriculi sinistri – je vlastně konečná větev r. circumflexus; asi v 10 % případů zastupuje ramus interventricularis posterior pravé koronární tepny.

Z a. coronaria sinistra odstupují dále některé typické drobnější větve:

ramus coni arteriosi je levostranná větévka doplňující tzv. Vieussensův okruh (viz větve a. coronaria dextra);

ramus nodi atrioventricularis je jednou z terminálních větví ramus circumflexus; prochází zezadu do předsínového septa a ve 20 % srdcí obstarává převážné zásobení atrioventrikulárního uzlu; v tom případě nahrazuje typickou větev pro atrioventrikulární uzel z rami interventriculares septales pravé koronární tepny (viz výše);

ramus atrialis anastomoticus vychází z ventrálního průběhu ramus circumflexus jako konstantní větévka individuálně různého kalibru a prochází předsínovým septem poblíž hranice s komorami; vstupuje do anastomosis s větvemi a. coronaria dextra, buď přímo, nebo svými větvíčkami; je považována za pomocnou tepnu pro zásobení atrioventrikulárního uzlu.

Celkově se na cévním zásobení srdce obě aa. coronariae podílejí v převaze případů takto (obr. 33): **A. coronaria dextra** zásobuje stěny celé pravé komory s výjimkou malé části vpředu při sulcus interventricularis anterior (kam dosahují větve levé tepny), dále malou

část stěny levé komory při sulcus interventricularis posterior, zadní třetinu komorového septa, mimo malý úsek při hrotu, kam přicházejí větve z přesahujícího konce r. interventricularis anterior levé tepny, pravou předsín a přilehlé části levé předsíně a převodní systém od sinuatriálního uzlu až po proximální části pravého a levého raménka (včetně).

A. coronaria sinistra zásobuje ostatní části srdce, tj. většinu stěn levé komory (mimo část při sulcus interventricularis posterior – viz u pravé tepny), úzký proužek stěny pravé komory při sulcus interventricularis anterior, přední dvě třetiny komorového septa s individuálně různě velkým hrotovým úsekem zadní části septa (viz výše) a většinu stěny levé předsíně (mimo úseky přilehlé k pravé předsíni).

Na zásobení m. papillaris anterior pravé komory a m. papillaris posterior levé komory se podílejí pravá a levá a. coronaria. A. coronaria sinistra obecně zásobuje větší objem tkáně než tepna pravostranná.

V rozvržení okrsků obou tepen existuje *variabilita*, která je největší na diafragmatické ploše srdce;

přítom se projevuje **dominance** – převaha – pravé nebo levé tepny (obr. 34);

při dominanci pravé tepny pochází ramus interventricularis posterior z a. coronaria dextra,

při dominanci levé tepny pochází ramus interventricularis posterior z a. coronaria sinistra;

dominance se vyskytuje i na předsíních tím, že větve pravé nebo levé tepny přesahují na sousední okrsky druhé předsíně;

pro sinuatriální uzel se uvádí, že v 51–55 % případů je zásoben jen zprava, ve 41–45 % jen zleva a asi v 8 % větvemi z obou koronárních tepen;

pro atrioventrikulární uzel se uvádí hlavní zásobení v 80–90 % případů z pravé koronární tepny, v 10–20 % z levé koronární tepny; přídatné zásobení – viz ramus atrialis anastomoticus z a. coronaria sinistra (proto jsou arytmie nebo zástavy srdce z poškození atrioventrikulárního uzlu častější při infarktech diafragmatické [„zadní“] stěny srdeční, výrazněji zásobované pravostrannou věncitou tepnou).

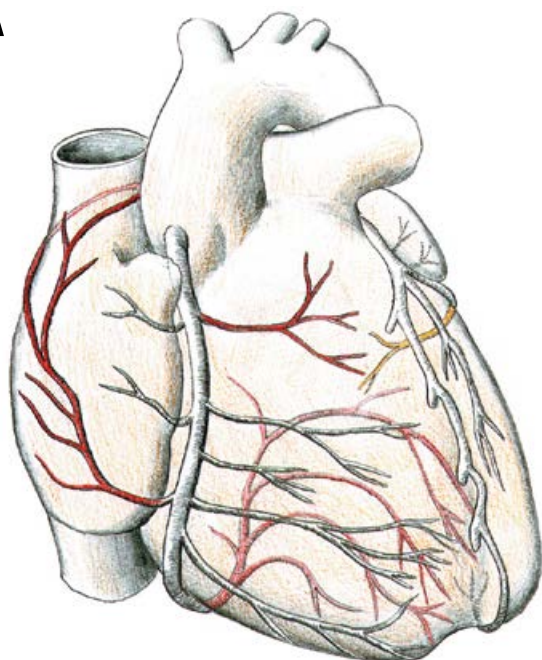


Obr. 33. OBLASTI CÉVNÍHO ZÁSOBENÍ STĚN SRDEČNÍCH KOMOR; znázorněn podíl arteria coronaria dextra et sinistra na příčném řezu komorami; na zásobení m. papillaris anterior pravé komory a m. papillaris posterior levé komory se podílejí obě tepny červeně – oblast zásobení z a. coronaria sinistra oranžově – oblast zásobení z a. coronaria dextra

Anastomosis koronárních větví

Ačkoliv se při poruchách (uzávěrech) chovají větve koronárních tepen z funkčního hlediska jako větve konečné (srov. str. 80), přece se mezi nimi nacházejí spojky – anastomosis. Jsou vesměs menšího kalibru

A

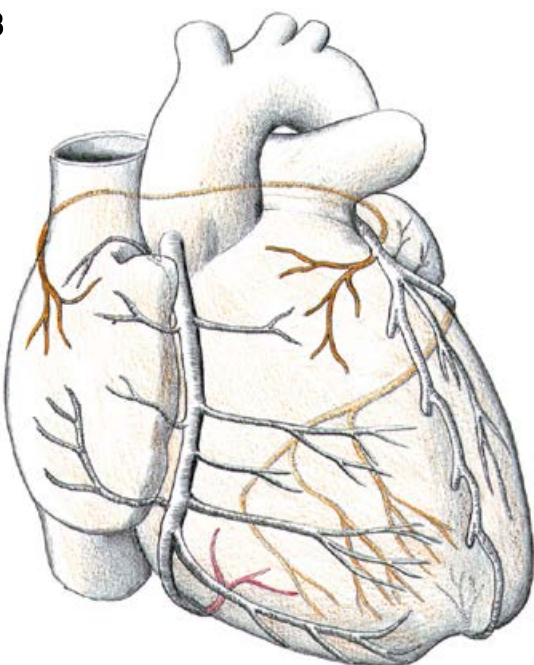


Obr. 34. DOMINANCE PRAVÉ NEBO LEVÉ KORONÁRNÍ TEP-
NY; schema

A DOMINANCE A. CORONARIA DEXTRA

ramus interventricularis posterior, ramus nodi sinuatrialis
a ramus coni arteriosi vystupují z a. coronaria dextra

B



B DOMINANCE A. CORONARIA SINISTRA

ramus interventricularis posterior, ramus nodi sinuatrialis a pří-
datný ramus coni arteriosi patří k arteria coronaria sinistra

– od 100 do 200 μm . Vyskytují se jak mezi menšími sousedními větvemi téže koronární tepny, tak mezi sousedícími větvemi pravé a levé koronární tepny. Spojky se nacházejí subepikardiálně, v myokardu i subendokardiálně. *Místem nejčastějšího výskytu* subepikardových spojek je *apex cordis* a *sulcus interventricularis anterior et posterior*; spojky se dále vyskytují na přední ploše pravé komory, zadní ploše levé komory a mezi ramus nodi sinuatrialis a okolními větvemi pro předsíně. Tyto spojky se zvyrazňují se stoupajícím věkem. V úpravě (zlepšení) chorobného děje při uzávěru cév se však pro svůj původně malý kalibr mohou funkčně uplatnit jen po svém rozšíření v případech, kdy se uzávěr vytváří pozvolna, delší dobu.

Extrakardiální anastomosisy

spojují jako drobné cévy větve koronární tepny s větví jiné tepny v okolí srdce, a to prostřednictvím tepen perikardu nebo prostřednictvím tzv. vasa vasorum, což jsou cévy zásobující stěny větších tepen a žil (např. vasa vasorum aorty, truncus pulmonalis, dutých žil). Spojení se pak realizuje s cévami plic nebo mediastina. Funkční účinnost takovýchto spojek je původně nepatrná, možnost jejich rozšíření závisí na době, po kterou se jejich průtok rozvíjí.

Arteriovenosní anastomosisy

byly rovněž popsány na úrovni drobných cév, nejsou však prokázány s jistotou a pravidelně; jejich funkční význam je za normálních okolností zřejmě malý.

Arterioluminální spojky jsou ojedinělá tenoučká spojení charakteru arteriol nebo sinusoid, spojující větévky malých koronárních tepen přímo do srdeční dutiny; obdobně jsou *sinusoidoluminální spojky*.

Myokardová poutka koronárních tepen

Větve koronárních tepen jsou za svého průběhu v subepikardovém vazivu přichyceny a překlenovány můstky myokardu (pontinculi) a do koronární rýhy jsou připoutány myokardovými poutky (vincula). Nápadně časté jsou tyto můstky na ramus interventricularis anterior levé koronární tepny, jakož i na jejím ramus circumflexus. Jejich výskyt statisticky odpovídá místům výskytu tepenného uzávěru při infarktu myokardu, takže se předpokládá, že úseky tepen před můstky a pod nimi jsou predispoziční místa patologických

procesů cévních stěn. Ačkoliv přímý důkaz nebyl podán, počítá se s touto možností v klinické medicíně.

3. venae cordis minimae (ústící jednotlivě do všech dutin srdečních).

Venae cordis – žíly srdce

(obr. 35)

Hlavní sběrný kmen žilního odtoku ze srdečních stěn představuje široký žilní splav –

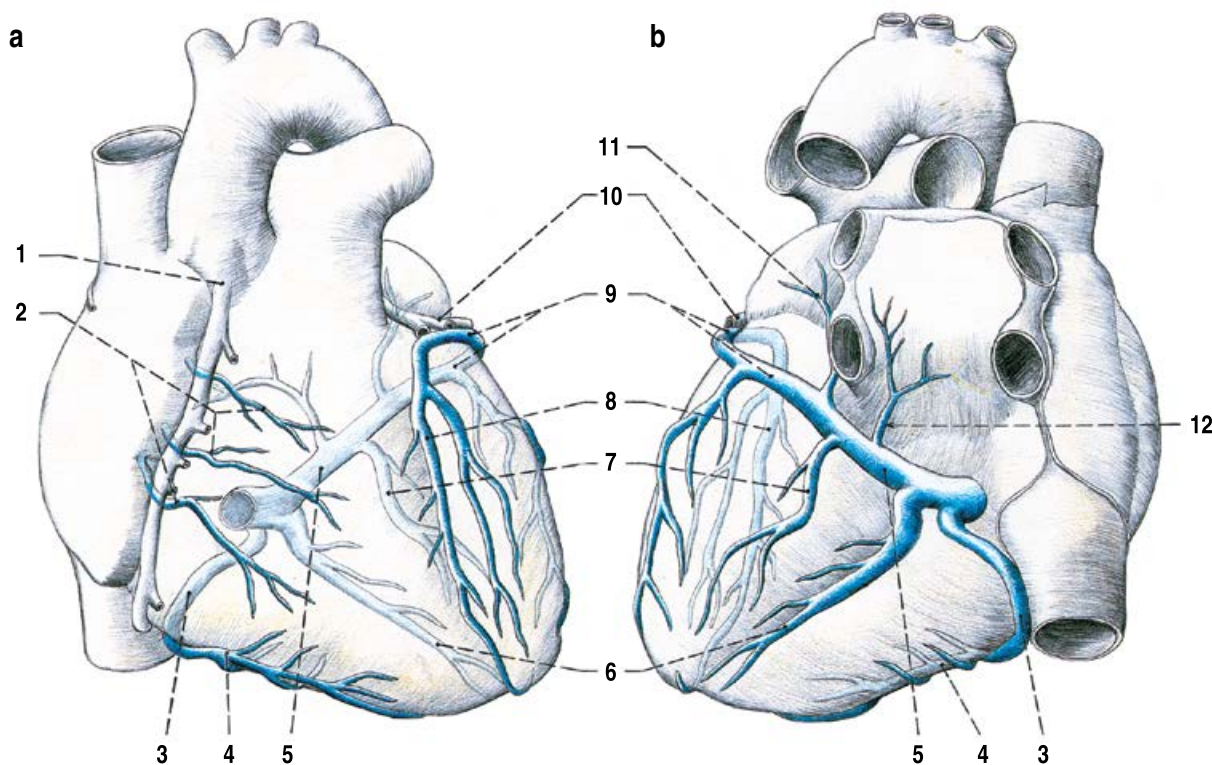
sinus coronarius – uložený v sulcus coronarius na zadní straně srdce; přichází zleva a ústí zezadu do pravé před síně (ostium sinus coronarii – viz str. 13).

Podle vyústění se srdeční žíly dělí do tří skupin:

1. žíly vlévající se do sinus coronarius,
2. venae ventriculi dextri anteriores (ústící samostatně do pravé před síně),

Žíly vlévající se do sinus coronarius

a) Vena cordis magna – odpovídá oblastí svých přítokových větví přibližně okrsku zásobení levé koronární tepny; začíná při hrotu srdečním v sulcus interventricularis anterior, jde k sulcus coronarius, kde zahýbá doleva, obtáčí levý bok srdce a přechází dozadu v sinus coronarius; sbírá krev z přední a levé strany komory srdeční; větve přicházejí podél odpovídajících větví arteriálních; na zadní straně srdce přijímá velkou větev –



Obr. 35 A. VENAE CORDIS; schema; srdce znázorněno jako průsvitné

a pohled zepředu

b pohled zezadu

1 arteria coronaria dextra

2 venae ventriculi dextri anteriores

3 vena cordis parva

4 vena marginalis dextra (začátek vena cordis parva)

5 sinus coronarius

6 vena cordis media (vena interventricularis posterior)

7 vena ventriculi sinistri posterior

8 vena interventricularis anterior (začáteční úsek vena coronaria sinistra – v. cordis magna)

9 vena cordis magna

10 arteria coronaria sinistra

11 jedna z venae atriales sinistrae (posteriores)

12 vena obliqua atrii sinistri

v. ventriculi sinistri posterior – a jejím prostřednictvím sbírá krev i ze zadní stěny levé komory; v. cordis magna přijímá také ze zadní stěny levé před síně typickou žílu –

v. obliqua atrii sinistri (Marshallova* žíla), která představuje zbytek zaniknuvší v. cava superior sinistra a je uložena v nízké řase epikardu (*plica venae obliquae atrii sinistri*) (*plica venae cavae sinistrae*);

b) vena cordis media (v. interventricularis posterior) – probíhá v sulcus interventricularis posterior, od oblasti hrotu srdečního k sulcus coronarius, a ústí do sinus coronarius těsně před jeho vstupem do pravé předsíně; přírodní větve této žíly odpovídají okrsku, který je zásoben z ramus interventricularis posterior pravé koronární tepny;

c) vena cordis parva – začíná podél margo acutus pravé komory jako

v. *marginalis ventriculi dextri* – někdy samostatná ve skupině venae cordis anteriores; jde k sulcus coronarius, v něm zahýbá na zadní stranu srdce a zprava ústí do sinus coronarius, těsně před jeho vstupem do pravé předsíně; sbírá krev z pravé a zadní strany pravé komory.

Venae ventriculi dextri anteriores

(vv. *cordis anteriores*) jsou 2–4 typické žíly na přední stěně pravé komory; jdou směrem od hrotu k sulcus coronarius a ústí zpravidla samostatně do pravé předsíně (mohou ústít do v. cordis parva – viz výše).

Venae cordis minimae (Thebesii**)

jsou drobné žilky ústící samostatně do všech dutin srdečních. Více je jich v obou předsíních, nacházejí se i v komorách (v nich více na hrotové části septa). Odhaduje se, že až 40 % krve koronárního oběhu se vrací cestou vv. cordis anteriores (viz výše) a vv. cordis minimae.

Obecně, podle okrsků, odkud odvádějí krev, se přitoky srdečních žil (obdobně jako větve arterií)

označují jako venae atriales, venae atrioventriculares a venae ventriculares (srov. větvení tepen).

Srdeční žíly nemají ve svém průběhu chlopně; chlopně se objevují jednotlivě ve variabilním procentu případů na ústích hlavních kmenů do sinus coronarius, někdy i na ústí větví do v. cordis magna. Nejčastější výskyt chlopně je udáván na ústí v. cordis magna do sinus coronarius, kde mohou být i dvě chlopně za sebou (tato chlopeň byla ve starší literatuře označována jako Vieussensova chlopeň).

Žilní anastomomy na srdci

jsou čtenější než anastomomy tepenné (viz výše) a vyskytují se na různých úrovních větvení. Spojeny mohou být nejen jednotlivé větvičky téže žíly, ale vznikají i spojky mezi žilami jdoucími do sinus coronarius a periferním větvením venae cordis anteriores. Místem nejčastějšího výskytu žilních anastomos je srdeční hrot a přední a zadní stěna komor. Žilní anastomomy mohou být také extrakardiální, zejména cestou vasa vasorum (srov. extrakardiální anastomomy u srdečních tepen – str. 44).

Variabilita žilního řečiště srdce

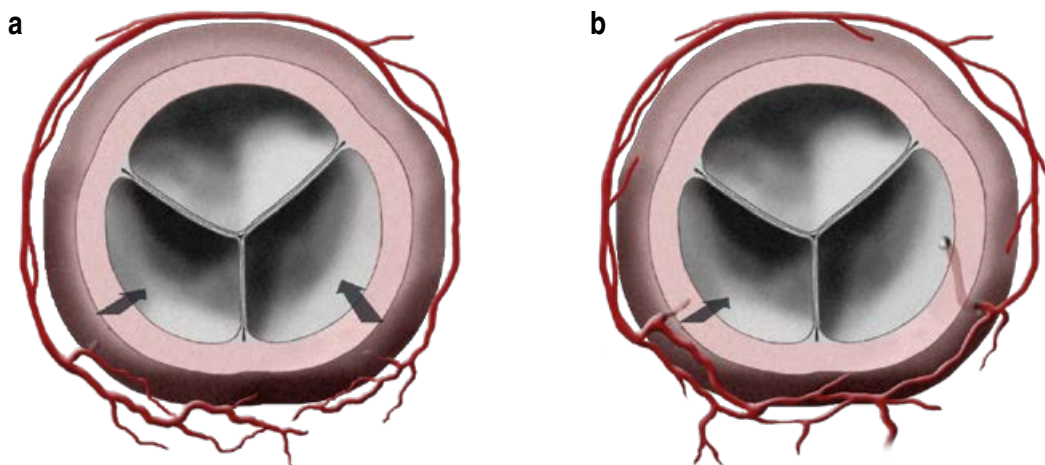
se týká zejména oblasti v. cordis parva a vv. cordis anteriores. Asi 39 % případů představuje normální typické uspořádání. Vv. cordis anteriores se mohou napojovat na v. cordis parva a ústít do sinus coronarius, buď všechny (33 % případů), nebo jen některé (28 % případů). Podle jiných údajů je v. cordis parva samostatná (a ústí samostatně do pravé předsíně jako jedna z venae cordis anteriores) až v 70 % případů, zatímco ve 30 % případů má spojení jak se sinus coronarius, tak s venae cordis anteriores.

Vývoj koronárního řečiště

Začátek vývoje koronárního řečiště souvisí se vznikem epikardu (viz str. 74). Po vzniku epikardu, který má charakter epithelu, dojde k epithelomesenchymové přeměně buněk; tyto buňky pak pronikají do subepikardové matrix a stávají se buňkami pro příští endothel a pro hladkou svalovinu koronárních cév. Vaskulogenese (viz str. 176) proniká do vyvíjejícího se myokardu a v počátečních stadiích je podporována mírnou hypoxií vyplývající z tloušťnutí myokardu a následně ztížené difuze plynů. Kapilární síť koronárních cév postupně vytvářejí větší

* John Marshall (1818–1891), londýnský chirurg a anatom.

** Adam Christian Thebesius (1686–1732), anatom a patolog v Leidenu.



Obr. 35 B. SCHEMA VZNIKU KORONÁRNÍCH TEPEN

a V kapilární pleteni kolem odstupu aorty vznikají příští a. coronaria dextra et sinistra a pronikají do stěny aorty (šipky).

b Obě vznikající koronární tepny proniknou do nitra aorty, do míst příští valvula semilunaris dextra et sinistra valvae aortae (šipky); a. coronaria sinistra projde do nitra aorty dříve než a. coronaria dextra.

Upraveno podle Tomanek, R. J., 2005

kmeny a ty jako příští pravá a levá koronární tepna pronikají stěnou aorty do jejího nitra, do míst příští valvula semilunaris dextra et sinistra, přičemž a. coronaria sinistra je utvářena o něco dříve – obr. 35 B (Tomanek, R. J., 2013). Podrobně viz str. 75–77. Zatímco mírná hypoxie na začátku vývoje koronárních cév stimuluje množování jejich sítě, déle trvající hypoxie vede k defektům napojení koronárních tepen na řečiště v myokardu a tím ke vzniku vrozených srdečních vad (Naňka, O., Krizová, P., Fikrle, M., Sedmera, D., Grim, M., 2008). Žilní části pleteně koronárního řečiště vznikají stejným mechanismem, přičemž sinus coronarius se vytvoří z levého rohu původního sinus venosus srdce.

Mízní cévy srdce

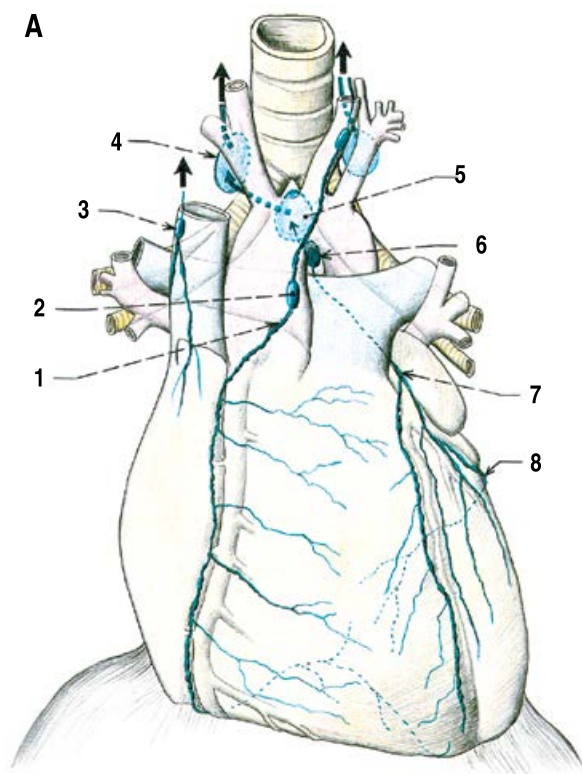
začínají v pleteních, které jsou tři: subendokardová, myokardová a subepikardová; odtok prochází od subendokardové sítě za diastoly do myokardové sítě a z ní při systole do sítě subepikardové. Z té se pak sbírají dva hlavní kolektory srdce, pravý a levý (obr. 36).

Pravý kolektor (truncus lymphaticus cordis dexter) provází přibližně větvení a. coronaria dextra; sbírá přítoky z pravé předsíně a z pravé komory (mimo oblast přiléhající k sulcus interventricularis anterior), probíhá kraniálně před aorta ascendens; tam je vložen nodus lymphaticus preaorticus, který se nachází na předním obvodu vzestupné aorty; z této uzliny pokračuje mízní kmen, který probíhá dále kraniálně a končí

u jednoho z nodi lymphatici mediastinales anteriores (vlevo při v. brachiocephalica sinistra). Spojky mohou pokračovat do uzlin při bifurkaci trachey.

Levý kolektor (truncus lymphaticus cordis sinister) odpovídá přibližně větvení a. coronaria sinistra; má tedy jedno přírodní rameno v sulcus interventricularis anterior; to bývá často zdvojené; jeho druhé rameno přichází podél ramus circumflexus levé koronární tepny (někdy se označuje jako truncus lymphaticus cordis posterior); spojuje se předchozím ramenem do společného kmene, který vzestupuje mezi truncus pulmonalis a levou předsíní, kde je vložena uzlina – nodus retroaorticus; z uzliny vystupuje mízní kmen dorsokraniálně a pokračuje do některé uzliny ze skupiny nodi lymphatici tracheobronchiales inferiores. (Pokračování toku mízy z pravého kmene srdečního jde zpravidla doleva do ductus thoracicus, pokračování levého srdečního kmene jde doprava, do ductus lymphaticus dexter.) Pravý a levý kmen se mohou na přední straně srdce spojit, společný kmen pak pokračuje jako kmen levý. Okrsky mízní drenáže do pravého a levého kmene podléhají variabilitě ve shodě s dominancí pravé a levé koronární tepny (viz výše).

Ze zadní strany předsíně se mimo uvedená řečiště mohou sbírat drobnější kolektory, které končí v nejbližší okolní lymfatické uzlině ze skupiny nodi lymphatici mediastinales anteriores nebo nodi lymphatici phrenici. Takovou typickou oblastí je např. okrsek sinus venosus, odkud se může sbírat tenký

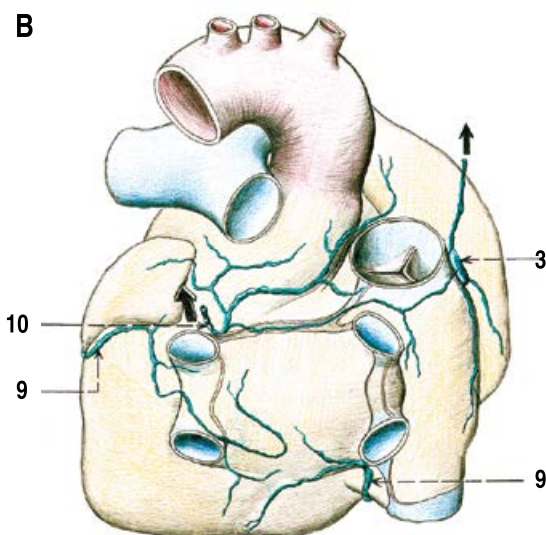


Obr. 36. MÍZNÍ CÉVY A UZLINY SRDCE

A HLAVNÍ MÍZNÍ KMENY SRDCE; pohled zepředu

B MÍZNÍ CÉVY SRDEČNÍCH PŘEDSÍNÍ; pohled zezadu shora

1 pravý kolektor, truncus lymphaticus cordis dexter



2 nodus lymphaticus preaorticus

3 uzlina (ze skupiny nodi lymphatici mediastinales anteriores)

přijímající přidatný kolektor ze sinus venosus

4 nodi lymphatici tracheobronchiales superiores dextri

5 nodi lymphatici tracheobronchiales inferiores

6 nodus lymphaticus retroaorticus

7 levý kolektor, truncus lymphaticus cordis sinister

8 truncus lymphaticus cordis posterior

9 mízní cévy předsíní sbírající se dopředu do truncus lymphaticus cordis dexter et sinister

10 mízní cévy zadní strany předsíní a conus arteriosus, sbírající se do nodi lymphatici tracheobronchiales inferiores

Upraveno s použitím publikací: Elišková, M., Eliška, O., 1974 a Eliška, O., Elišková, M., 1976

kolektor kraniálně do přední mediastinální uzliny uložené vpravo na boku v. cava superior.

Byly též popsány drobné spojky mezi mízním a žilním řečištěm srdce, nazývané *lymfovenosní anastomosis*; jsou ojedinělé.

Nervy srdce

Rytmičké vyvolávání srdečních tepů je myogenního původu, z převodního systému (v.t.), a srdce proto tepe, i když je nervů zbaveno. Nervy, které k srdci přicházejí (obr. 37), však ovlivňují frekvenci a intenzitu srdečních stahů a tím výdej krve do cév – podle stávajících a měnících se potřeb organismu. Děje se to působením nervů na tkáň převodního systému, na věnčité tepny (na jejich průsvit), event. i přímo na myokard. Nervy srdce patří k nervům autonomním a obsahují vlákna vedoucí do srdce, sympatická

a parasympatická, i vlákna sensitivní, vedoucí podněty ze srdce do centrálního nervstva.

Sympatická vlákna pocházejí z kmene sympatiku; označují se jako

nervi cardiaci (n. cardiacus cervicalis superior, medius et inferior z hlavních tří uzlin – ganglií – krční části kmene sympatiku, a nervi cardiaci thoracici – několik větví z kraniálního úseku hrudní části kmene sympatiku). Pregangliová (nadřazená) vlákna těchto nervů jdou z buněk laterálních sloupců šedé hmoty míšni, z úrovně prvních asi 5–6 hrudních segmentů míšních, a končí ve třech krčních a v horních hrudních (asi do čtvrtého) gangliích kmene sympatiku. *Sympatická vlákna v srdci obecně působí zrychlení a zintenzivnění srdeční akce a rozšíření věnčitých tepen.*

Působení sympatiku tedy v určitém rozmezí zlepšuje srdeční činnost, včetně kvality srdečního stahu a zlepšeného využití energie v buňkách myokardu. Současné rozšíření věnčitých cév však neznamená výrazné zlepšení prokrvení srdce, neboť zvýšení průtoku je spotřebováno zrychleným tepem. Kromě toho je rozšíření cév v tomto případě zčásti

připisováno druhotnému vlivu produktů zvýšené látkové výměny rychleji pracujícího myokardu na věnčité tepny.

Parasympatická vlákna přicházejí jako větve z n. vagus. Jejich pregangliová (nadřazená) vlákna začínají z buněk příslušného parasympatického jádra v prodloužené míše a opouštějí kmen n. vagus jako **rami cardiaci** (vystupují ve třech skupinách, jako rami cardiaci cervicales superiores, rami cardiaci cervicales inferiores a rami cardiaci thoracici). V blízkosti srdce končí tato pregangliová vlákna u gangliových buněk a z nich do srdce pokračují druhé neurony – postgangliová vlákna. *Parasympatická vlákna působí zpomalení frekvence srdečních stahů a zúžení věnčitých tepen.*

Opak působení sympatiku (viz výše) platí i pro rychlost a intenzitu srdečních stahů i pro využití energie v buňkách myokardu. Zužování průsvitu tepen je přičítáno přímému vlivu parasympatiku.

S příchodem k srdci se sympatická i parasympatická vlákna spojují ve smíšenou pletěň –

plexus cardiacus – dále rozdělenou na

plexus cardiacus superficialis – vpředu mezi aortou a truncus pulmonalis – a na

plexus cardiacus profundus – vzadu mezi aortou a bifurkací trachey.

Tyto pleteně obsahují ganglia (**ganglia cardiaca**) i jednotlivé gangliové buňky (které se vyskytují v samém srdci, obzvláště hojně na dorsální straně obou předsíní). Vlákna pokračující z těchto buněk jsou převážně postgangliové neurony parasympatiku. Do *plexus cardiacus superficialis* bývá vloženo nápadnější ganglion cardiacum (Wrisbergi*), uložené při konkávní straně oblouku aorty.

Ze srdečních pletení jdou pak vlákna do myokardu, kde jsou nejhojnější ve stěnách předsíní. Zatímco v předsíních jsou bohatě zastoupena vlákna sympatická i parasympatická, v komorách převažují vlákna sympatická. Nervová zakončení se popisují jak na nodálních myocytech, tak i na myocytech pracovního myokardu (kde však byla zatím popsána jen u pokusných zvířat).

Účast nervů na jednotlivých složkách převodního systému je nerovnoměrná; z levostranného n. vagus jdou vlákna převážně k atrioventrikulárnímu uzlu a svazku, zatímco v inervaci sinuatriálního uzlu převažuje n. vagus strany pravé.

Nervové pleteně (i s gangliovými buňkami) při koronárních tepnách se označují jako

plexus coronarius dexter et sinister; vlákna v nich zásobují jednak stěny věnčitých cév, jednak stěny srdce.

K vláknům sympatickým i parasympatickým jsou připojena

sensitivní (dostředivá) vlákna, vedoucí cestou srdečních pletení podněty ze srdce; typickým projevem této sensitivity jsou pocity bolesti při nedostatku zásobení kyslíkem v srdečním svalu (angina pectoris). Zakončení těchto vláken v srdci byla zatím nalezena pod endokardem předsíní, komor a některých chlopní; část sensitivních vláken přichází i ze začátku aorty.

Některá sensitivní nervová zakončení reagují na zvýšení krevního tlaku v srdci a v začátku aorty a na změnu objemu krve (*baroreceptory*, *volumoreceptory*); jsou zejména v srdečních předsíních. Signály z těchto receptorů, vyvolané zvýšením tlaku a rozepětím stěn, přicházejí do jádra n. vagus a do vasomotorických a kardiomotorických oblastí v prodloužené míše a odtud je pak nervovou cestou sníženo napětí stěn cévních a tím i krevní tlak. Proces je spojen také s činností obdobných receptorů ve stěnách některých cév, např. aorty a a. carotis communis. Sensitivní nervová vlákna sloužící těmto funkcím se označují jako *presorecepční vlákna*.

Činnost srdce

Fyziologické děje v srdeční svalovině vyvolávají periodické stahy srdeční svaloviny, jimiž je celý krevní oběh poháněn a udržován. Stahům a jejich uvolňování odpovídá funkce srdečních chlopní;

systola je stah srdeční svaloviny (řec. systolé, stažení);

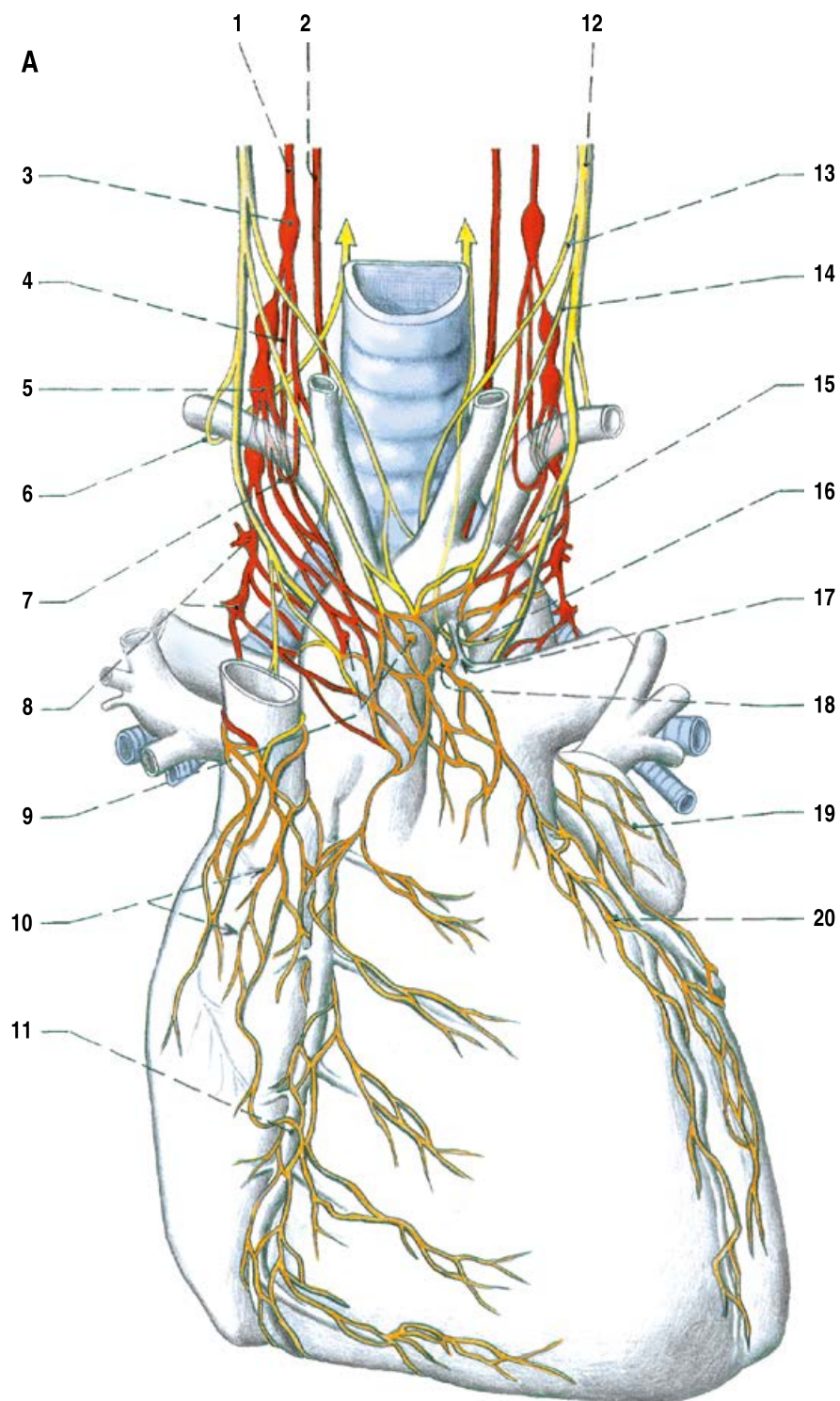
diastola je následné uvolnění stahu svaloviny (řec. diastolé, roztažení).

Postupující kontrakce vyvolává postupné změny tlaku v srdečních oddílech a tím průtok krve z předsíní do komor a z komor do velkých tepen.

Za systoly se doplní obsah krve komor z předsíní, uzavřou se atrioventrikulární chlopně, pak se otevřou poloměsíčité chlopně a krev je vypuzena z komor do aorty a do truncus pulmonalis.

Za diastoly se nejprve uzavřou poloměsíčité chlopně a pak se otevřou chlopně atrioventrikulární; krev plní předsíně a komory; průtok krve do komor během diastoly je pasivní.

* Heinrich August Wrisberg (1739–1808), německý anatom a gynekolog; působil v Göttingenu.



Obr. 37. NERVY SRDCE

A PLEXUS CARDIACUS SUPERFICIALIS

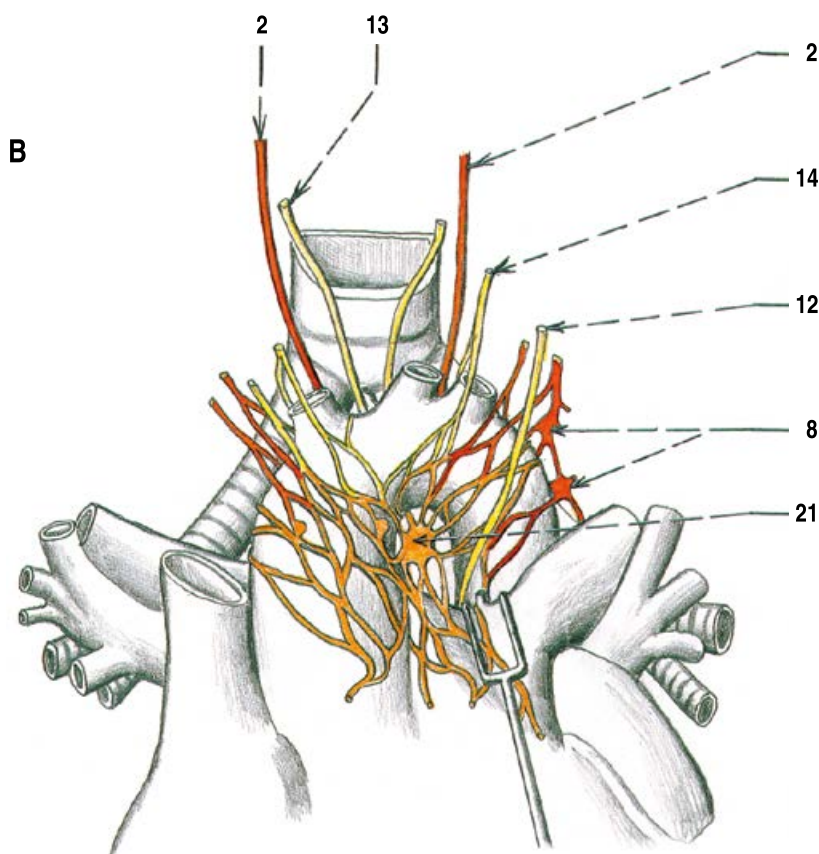
B PLEXUS CARDIACUS PROFUNDUS

1 truncus sympathicus

2 nervus cardiacus cervicalis superior

3 ganglion cervicale medium

4 n. cardiacus cervicalis medius



Obr. 37. – pokračování

- 5 ganglion cervicothoracicum (ganglion stellatum)
- 6 nervus laryngeus recurrens dexter
- 7 ansa subclavia; mezi ní a ganglion stellatum leží n. cardiacus cervicalis inferior
- 8 ganglia thoracica trunci sympathici; z nich vystupují nervi cardiaci thoracici
- 9 ganglia cardiaca
- 10 plexus cardiacus – propojená sympatická a parasympatická (vagová) vlákna
- 11 arteria coronaria dextra
- 12 nervus vagus (kmen)

- 13 ramus cardiacus cervicalis superior
- 14 ramus cardiacus cervicalis inferior
- 15 jedna větev z rami cardiaci thoracici
- 16 nervus laryngeus recurrens sinister
- 17 ligamentum arteriosum
- 18 ganglion cardiacum a spoje do plexus cardiacus profundus
- 19 plexus cardiacus – sympatická a parasympatická (vagová) vlákna v oblasti levé předsíně
- 20 plexus cardiacus (viz 19) v sulcus interventricularis anterior
- 21 ganglion cardiacum Wrisbergi

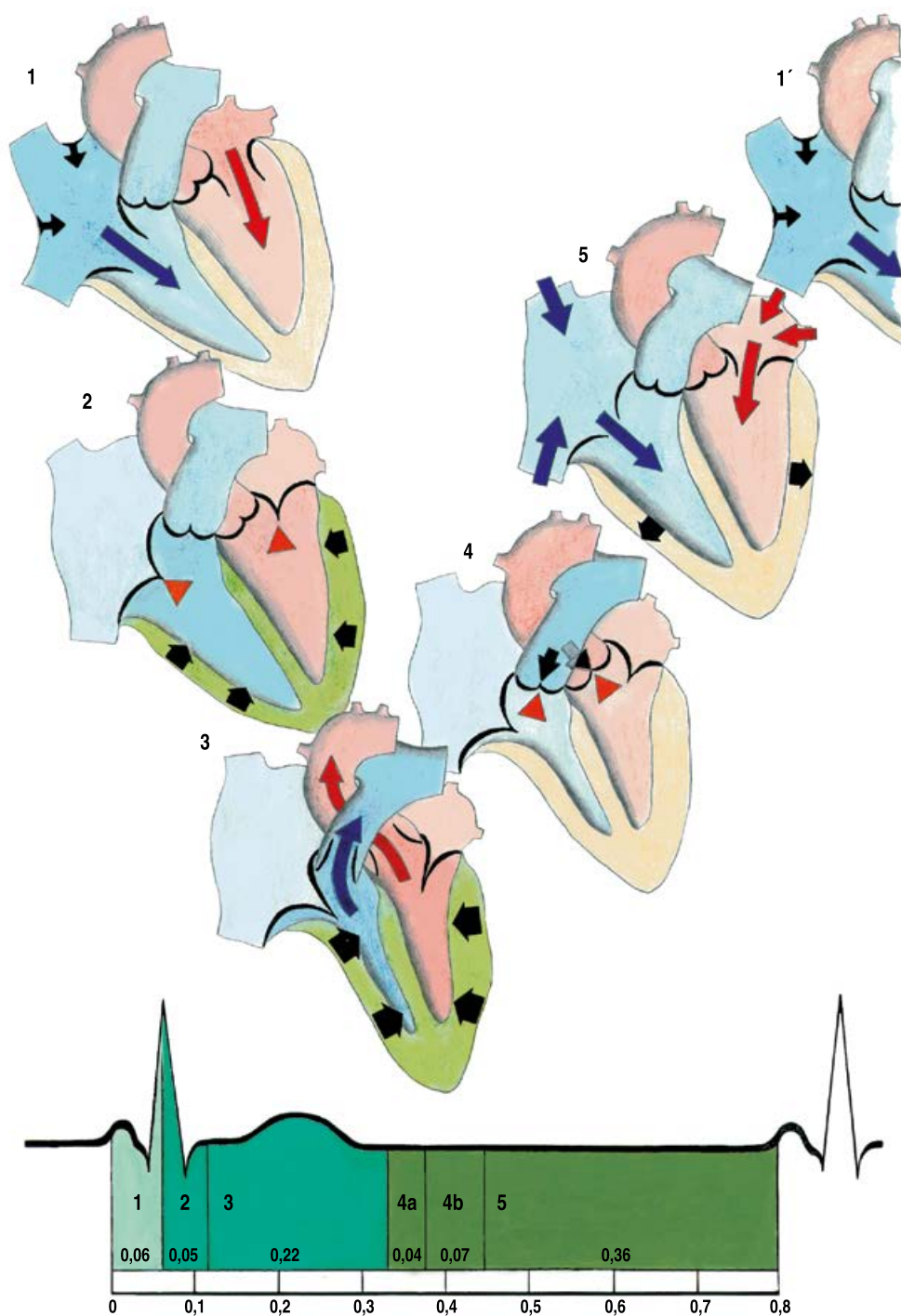
Frekvence této akce – srdečních tepů – je proměnlivá; základní je v klidu, zvyšuje se při námaze, reaguje též na podněty nervové (i psychické).

Klidová frekvence se mění též s věkem: u dětí do 1 roku věku činí 120–130 tepů/min, do dospělosti poklesá na hodnoty kolem 70 tepů/min, do stáří poklesá ještě dále. Celý děj, složený ze systoly a diastoly srdce, trvá 0,8 s při tepové frekvenci 75/min.

Postupný průběh systoly a diastoly

(obr. 38)

Systola předsíní zahajuje srdeční cyklus, kontrakcí předsíní je ještě přidáno asi 30 % celkové náplně komor (která ze 70 % vznikla pasivně během diastoly). Atrioventrikulární chlopně jsou otevřeny. Přestože stah předsíní poněkud zužuje ústí obou venae cavae a ústí plicních žil a tok krve z nich udržuje obsah krve v předsíní, přece během systoly předsíní dojde k mírné regurgitaci (zpětnému toku) krve z předsíní do žil. Systola předsíní trvá asi 0,06 s.



Obr. 38. PRŮBĚH SYSTOLY A DIASTOLY SRDEČNÍ spojený s průběhem EKG křivky (srov. text)

zeleně – srdeční stěna v systole

světle okrově – srdeční stěna v diastole

čas označen po 0,1 s

1 systola předsíní

2 systola komor – fáze isometrické kontrakce

3 systola komor – fáze komorové ejekce

4 aktivní část diastoly

4a protodiastola

4b fáze isometrické relaxace svaloviny

5 fáze pasivního plnění komor končící diastolou

1' začátek nového cyklu srdeční činnosti

Systola komor má dvě fáze (srov. kontrakci svalu, Anatomie 1, str. 251):
 1. *Isometrická čili isovolumetrická kontrakce* představuje začátek systoly, kdy se kolem krve obsažené v komorách stahují vlákna myokardu; přitom nastává jen nepatrné zkrácení komorové svaloviny, rychle však stoupá tlak v komorách a zavírají se atrioventrikulární chlopně; tento děj trvá asi 0,05 s.

Současným vyklenutím atrioventrikulárních chlopní proti dutinám předsíní přechodně stoupne tlak v předsíních.

2. *Fáze komorové ejekce* (lat. *eiectare*, vyhazovati, chrliti, pův. e-, z [něčeho ven], *iacere*, házet, vrhat) nastává v momentu, kdy stoupající tlak v komorách překročí diastolický tlak v aortě a v truncus pulmonalis. (Ten činí asi 80 mm Hg [10,7 kPa] v aortě a 10 mm Hg [1,33 kPa] v truncus pulmonalis.) Tím se otvírají aortální a pulmonální chlopně a krev je hnána do aorty a do truncus pulmonalis. Tlak v komorách přitom dosáhne vlevo kolem 120 mm Hg (16 kPa) a vpravo asi 25 mm Hg (3,33 kPa). Zavřené atrioventrikulární chlopně jsou kontrakcí komor povytaženy do komor a tlak v předsíních klesá. Ejekční fáze trvá kolem 0,22 s (při frekvenci tepů 75/min). Množství krve vypuzené z každé komory jedním stahem – *pulsový objem* – činí kolem 80 ml (v klidu a ve vzpřímené poloze). Za 1 minutu je srdcem vypuzeno asi 5,5 litru krve do velkého oběhu krevního a stejné množství do malého oběhu – *minutový volum krevní* (u muže, v klidu a ve vzpřímené poloze při frekvenci tepů 69/min). (Těmto množstvím odpovídá množství krve, která se do srdce vpravo i vlevo vrací – tzv. *žilní návrat*.) Na konci systoly zůstává v každé komoře asi 50 ml krve. Na konci celé systoly poklesá maximální tlak v komorách dosažený. Celá systola komor trvá 0,27 s (při frekvenci tepů 75/min).

Diastola srdeční probíhá téměř současně na předsíních i komorách. Na komorách probíhá ve třech fázích.

1. *Protodiastola* je úvodní fáze diastoly, charakterizovaná rychlým poklesem tlaku v komorách. Trvá okolo 0,04 s. Končí tím, že tlak v komorách poklesne pod výši tlaku v aortě a truncus pulmonalis a tlakem z nich se uzavřou poloměščitě chlopně.

2. *Fáze isometrické relaxace* svaloviny komor navazuje na uzavření poloměščitých chlopní a způsobí pokračování prudkého poklesu tlaku v komorách; končí poklesem tlaku pod hodnoty tlaků v předsíních, čímž se otevřou atrioventrikulární chlopně. Tato fáze trvá asi 0,07 s (při tepové frekvenci 75/min).

3. *Fáze pasivního plnění komor* – toto plnění je nejprve rychlé, zpomaluje se k začátku systoly. Trvá kolem 0,36 s (při frekvenci tepů 75/min). Po skončení systoly komor postupně přílivem krve z žil stoupá tlak v předsíních, až se otevřou atrioventrikulární chlopně. Tím tlak v předsíních zase poklesne a přílivem krve znovu stoupá až do konce další systoly předsíní.

Celá diastola srdečních komor trvá kolem 0,47 s (při tepové frekvenci 75/min). Posledních 0,18 s diastoly (druhá polovina fáze pasivního plnění komor) je vlastně období nečinnosti myokardu a jeho zastavení před další systolou. Tento časový úsek bývá označován jako *diastasa*.

Funkční fáze pravého a levého srdce, i když probíhají současně, jsou poněkud asynchronní: systola pravé předsíně trochu předbíhá systolu předsíně levé, kontrakce levé komory pak poněkud předbíhá kontrakci pravé komory. Protože tlak v truncus pulmonalis je podstatně nižší než tlak v aortě, začíná ejekční fáze vpravo dříve než v levé komoře. Za vdechu se aortální chlopně zavírá o něco dříve než chlopně pulmonální, zatímco za výdechu se obě chlopně zavírají současně. Tím dochází k přechodným rozdílům výdeje srdečního vpravo a vlevo v průběhu respiračního cyklu. Vyrovnání objemu krve velkého a malého oběhu se děje spojkami mezi pulmonálním (funkčním) oběhem a oběhem ramí bronchiales (nutritivním) v plicích (viz Anatomie 2, str. 241).

Uzavření chlopní jsou vždy provázena zvukem zvaným **srdeční ozvy**; rozlišuje se

první srdeční ozva – uzavření atrioventrikulárních chlopní na začátku systoly komor; trvá okolo 0,15 s;
druhá srdeční ozva – uzavření poloměščitých chlopní po skončení systoly komor; trvá okolo 0,12 s.

Podle místa poslechu na hrudníku je akcentována první nebo druhá srdeční ozva (poslechová místa – viz str. 59).

V první třetině diastoly může být u řady mladých lidí slyšitelná tzv. *třetí ozva*, trvá kolem 0,1 s a vzniká vibracemi proudu krve při plnění komory.

Srdeční akci provázejí elektrické akční potenciály, které se v průběhu srdeční akce mění. Jejich měnící se součet, zachycený na povrchu těla a zaznamenaný ve formě křivky, je tzv. *elektrokardiogram*. Normální křivka elektrokardiogramu má charakteristické tvary, z nichž lze zjistit normální činnost; změny tvaru křivky charakterizují chorobné změny myokardu. Průběh křivky elektrokardiogramu (EKG křivky) vzhledem k fázím srdeční činnosti a srdečním ozvám ukazuje obr. 38.

Endokrinní funkce srdce

Kromě funkcí popsaných v předchozích odstavcích má srdce i funkci endokrinního orgánu. V některých myocytech srdečních předsíní (více v pravé předsíní) a srdečních komor jsou ve formě granul produkovány a skladovány peptidy, v této podobě inaktivní. Na podnět, kterým je zvýšené rozpětí stěn předsíní a komor, přecházejí z těchto peptidů do cirkulace jejich biologicky aktivní části (odštěpené z karboxylových konců původních molekul), které představují vlastní účinné hormony, nazvané **atriový natriuretický peptid (ANP)** a **B-natriuretický peptid (BNP)**. Zvýšení jejich koncentrace v krvi je úměrné stupni zvýšení krevního tlaku nebo měštnání, jež způsobilo vybavovací podnět – roztažení srdečních stěn.

Natriuretické peptidy pak působí na *snížení objemu mimobuněčné tekutiny* organismu a na *snížení krevního tlaku*.

ANP vzniká zejména v předsíních ve formě prohormonu o 126 aminokyselinách, který se při sekreci štěpí na biologicky aktivní hormon s 28 aminokyselinami a tzv. terminální fragment (N-ANP).

BNP, vznikající hlavně v komorách, se vytváří ve formě pre-prohormonu se 134 aminokyselinami a při sekreci po odštěpení signálního peptidu (26 aminokyselin) vzniká z prohormonu o 108 aminokyselinách rozštěpením na vlastní biologicky aktivní BNP (C-terminální fragment) se 32 aminokyselinami, a tzv. N-terminální fragment (o 76 aminokyselinách).

Natriuretické peptidy působí prostřednictvím povrchových receptorů cílových buněk na cévy ledvin a na funkci ledvinových kanálků tak, že za zvýšené celkové filtrace v ledvině se zvýší vylučování moče, iontů Na^+ a méně K^+ , a tím dojde ke zmenšení objemu mimobuněčné tekutiny. Hypotenzní účinek vzniká přímým vasodilatačním působením a zmenšením minutového srdečního objemu. Natriuretické proteiny dále působí inhibičně na regulační systém ledviny – renin – angiotensin – aldosteron (viz Anatomie 2, str. 274), což opět vyústí v natriuretický účinek a ztrátu vody. Další významný mechanismus účinku natriuretických proteinů probíhá přes CNS, působením hormonů na centra regulace vodního hospodářství organismu a na regulační centra kardiiovaskulárního systému, v hypothalamu a v prodloužené míše (viz dále kapitola CNS), opět ve smyslu ztráty natria a vody. Tímto svým hormonálním působením je srdce současně se svými funkcemi hemodynamickými také regulačním centrem oběhového systému (srov. též odstavec Nervy srdce – str. 48).

Pericardium – osrdečník

Perikard (obr. 39) obklápí srdce formou vaku, který má dva listy:

lamina visceralis čili **epicardium** (epikard – viz str. 7 a 40, viscerální list – povléká srdce a tvoří jeho lesklý (serosní) povrch;

lamina parietalis (perikard v užším slova smyslu) – nástěnný list – je výstelka vaku, v němž je srdce uloženo.

Cavitas pericardialis (cavum pericardii) je štěrbinovitý prostor mezi oběma listy; obsahuje malé množství serosní tekutiny –

liquor pericardii, která zvyšuje vzájemnou skluznost obou listů při pohybech srdce.

Perikardová dutina je derivát původní coelomové dutiny a stavbou z viscerálního a parietálního listu odpovídá stavbě dutin pleurálních a dutiny peritoneální.

Pericardium serosum

je společný název pro mesothelový povrch parietálního i viscerálního listu, pro serosní výstelku. Tak jako v pleurálních dutinách a v dutině peritoneální přechází i v perikardu parietální list serosní výstelky v list viscerální (v epikard).

Přechod lamina parietalis v lamina visceralis je v perikardu dvojitý:

1. *přechod po aortě a truncus pulmonalis*, který je společně obaluje v délce asi 2 cm, se nazývá **porta arteriarum** čili **vagina serosa arteriarum**; je při vrcholu perikardu;

2. *přechod po žilách vstupujících do srdce* (který je společně obaluje) se nazývá

porta venarum a je kaudálně od porta arteriarum na zadní stěně perikardu.

Vpředu je srdce v perikardu volné, vzadu je poutáno průchody cév a oběma přechody serosy.

Mezi porta arteriarum a porta venarum je za srdcem průchod, kudy lze aortu a truncus pulmonalis uvnitř perikardové dutiny při její zadní stěně obemknout prstem (obr. 40);

tento průchod se nazývá

sinus transversus pericardii; jako zúžený prostor mezi oběma portami (obr. 41) vznikl vývojem srdce (viz str. 69).

Porta arteriarum a porta venarum jakožto přechody nástěnného listu perikardu v list viscerální se prostřihnou při vynětí srdce z perikardu, při prostřihnutí tepen a žil mezi stěnou srdeční a perikardem, a jeví se pak jako linka (řez serosní výstelkou) kolem tepen a žil: *prostřihnutá porta arteriarum* (obr. 39 a 41) se jeví jako linka tvaru oválu, event. šikmo napříč položené osmičky kolem prostřihnuté aorty a truncus pulmonalis; *prostřihnutá porta venarum* (obr. 39 a 41) se jeví jako linka lemující všechny žíly společně, ve tvaru na bok položeného písmene T, kde příčka písmene je vpravo a dřík míří doleva: v příčce písmene T vpravo nahoře je v. cava superior, uprostřed vv. pulmonales dextrae a v příčce vpravo dole je v. cava inferior; v patce dříku písmene T (vlevo) jsou venae pulmonales sinistae. Za srdcem z kaudální strany přístupný úhel (záhyb) mezi příčkou a dříkem T podobné porta venarum se nazývá

sinus obliquus pericardii (obr. 39 a 41).

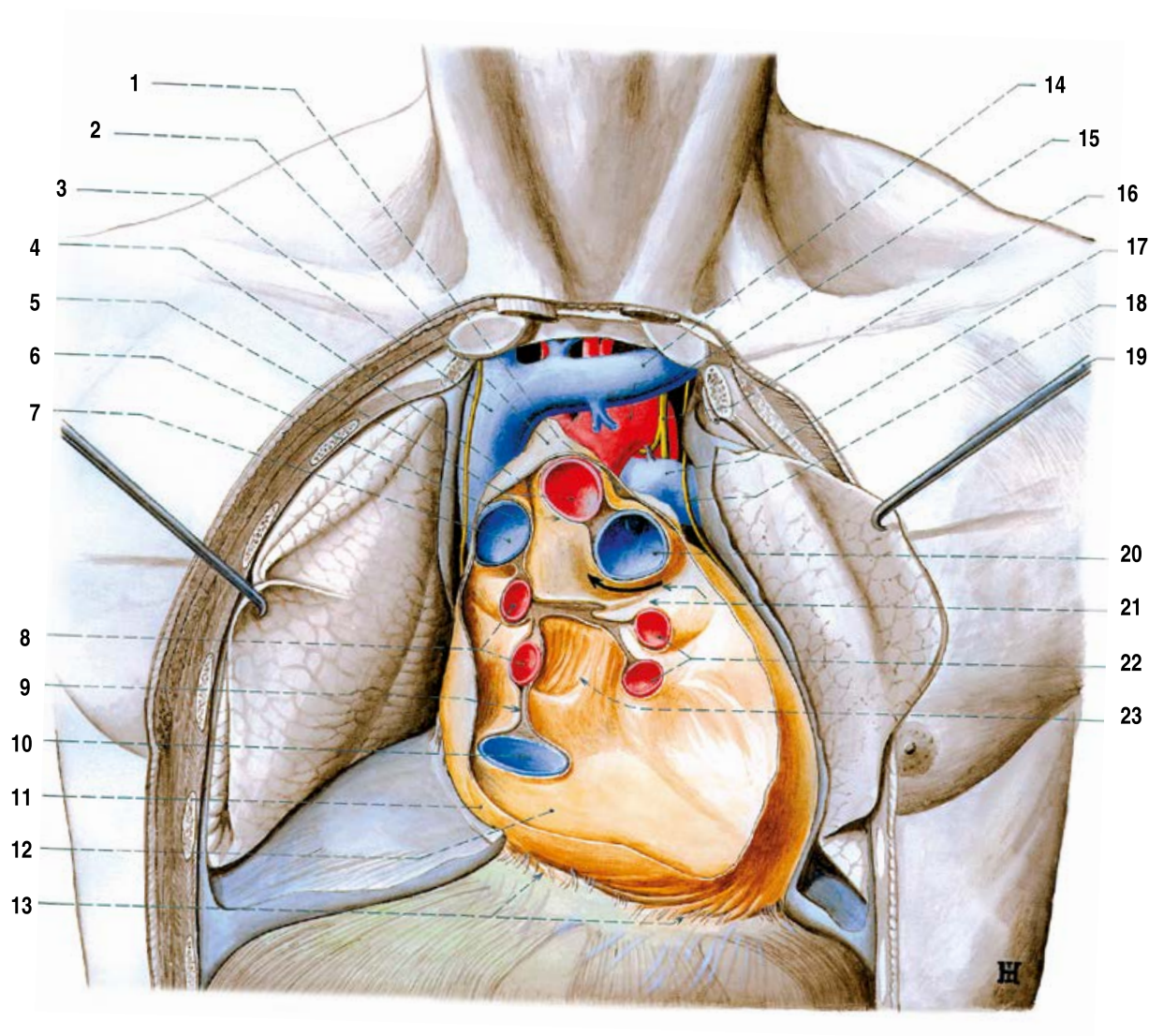
Z kraniální strany horizontální linie dříku ležícího písmene T často šikmo kraniálně doleva vyčnívá malá řasa serosní výstelky –

plica venae obliquae atrii sinistri (plica venae cavae sinistae) (obr. 39), v níž bývá drobná

v. obliqua atrii sinistri (viz str. 46 a obr. 35). Tato žilka je zbytkem původní levostranné horní duté žíly (v. cava superior sinistra), která za vývoje zanikla a změnila se v drobnou žílu na zadní stěně levé předsíně. V řase jsou též obsažena četná nervová vlákna jdoucí k srdci a věnčitým tepnám.

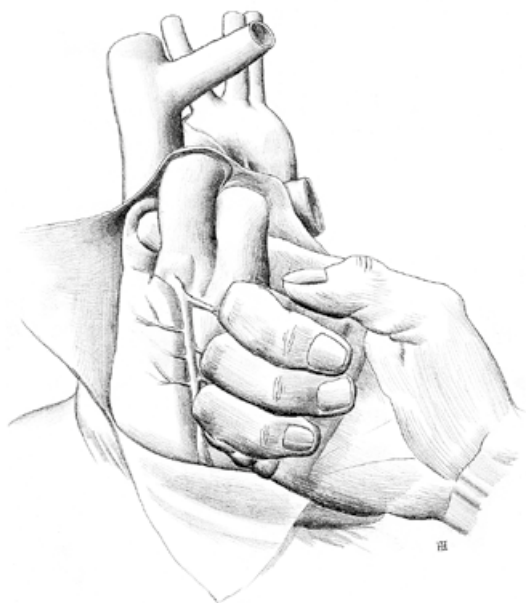
Vrchol osrdečníkové dutiny při průchodu aorty a truncus pulmonalis se označuje jako

cupula pericardii (obr. 39), a ta ještě vybíhá v *recessus aorticus* – kraniálně vpravo při boku aorty, a v *recessus pulmonalis* – mezi aortou a truncus pulmonalis.

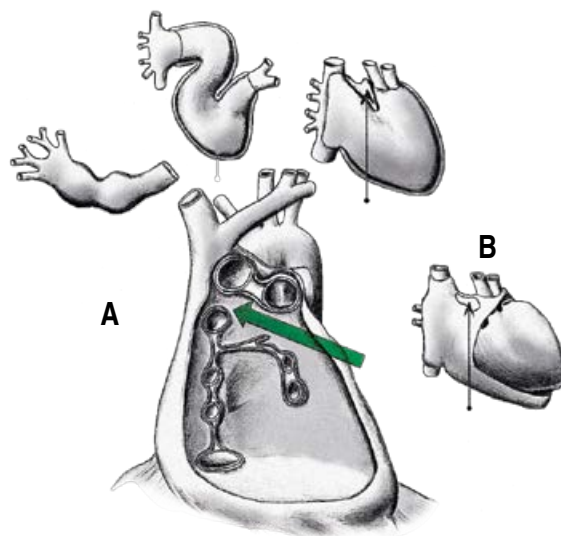


Obr. 39. PERIKARD; přední stěna perikardu odříznuta a srdce vyjmuté po odstřížení velkých cév

- | | |
|--|---|
| 1 recessus pulmonalis | 12 pericardium serosum |
| 2 cupula pericardii | 13 ligamenta phrenicopericardiaca |
| 3 vena cava superior | 14 vena brachiocephalica sinistra |
| 4 recessus aorticus | 15 arcus aortae |
| 5 aorta | 16 n. vagus sinister s odstupujícím n. laryngeus recurrens sinister |
| 6 přechod perikardu v epikard kolem aorty a truncus pulmonalis – porta arteriarum | 17 arteria pulmonalis sinistra |
| 7 ústí vena cava superior do pravé předsíně | 18 nervus phrenicus sinister |
| 8 venae pulmonales dextrae | 19 háček vyklápějící levou plíci |
| 9 přechod perikardu v epikard kolem venae cavae a venae pulmonales – porta venarum | 20 truncus pulmonalis |
| 10 vena cava inferior | 21 sinus transversus pericardii a pod ním plica venae obliquae atrii sinistri |
| 11 pericardium fibrosum | 22 venae pulmonales sinistrae |
| | 23 sinus obliquus pericardii |



Obr. 40. TRUNCUS PULMONALIS ET AORTA ASCENDENS uvnitř perikardu, obemknuté prstem vsunutým mezi porta arteriarum a porta venarum do sinus transversus pericardii



Obr. 41. PERIKARD

- A PERIKARD – PORTA ARTERIARUM ET PORTA VENARUM; šipka mezi porta arteriarum a porta venarum v sinus transversus pericardii
B VZNIK SINUS TRANSVERSUS PERICARDII, spojený se zakřivením srdeční kličky; šipka mezi porta arteriarum a porta venarum ukazuje místo příštího sinus transversus pericardii

Pericardium fibrosum

je husté vazivo, které tvoří vnější vrstvu perikardového vaku a zvenčí přiléhá k lamina parietalis serosního perikardu (serosní lamina parietalis je tedy vnitřní výstelkou tohoto vazivového perikardu).

Pericardium fibrosum obsahuje množství kolagenních i elastických vláken, jejichž snopce probíhají kraniokaudálně i šikmo a z obou stran se vzájemně kříží. Kolem průchodu aorty a truncus pulmonalis perikardem vytvářejí vazivové snopce kruhovitá zesílení. Vazivové složky parietálního perikardu brání nadměrnému rozšíření srdce.

Fibrosní perikard je svou bází přirostlý na centrum tendineum bránice.

Ligamenta phrenicopericardiaca zpevňují obvod tohoto spojení. Mezi perikardem a centrum tendineum bránice je vsunutá malá serosní bursa (bursa infracardiaca), preparačně přístupná zprava zezadu; je zbytkem vrcholu embryonální peritoneální dutiny (původního recessus superior bursae omentalis, který byl za vývoje oddělen růstem septum transversum a vznikem bránice).

Ligamenta sternopericardiaca jsou proužky hustšího vaziva v mediastinu mezi sternem a přední stěnou fibrosního perikardu.

Area pericardiaca – trojhranné pole mezi předními hranicemi pravé a levé pleurální dutiny (viz Anatomie 2, str. 247) je plocha, kde perikard naléhá na přední stěnu hrudní.

Punkce perikardu (např. při náplni perikardu tekutým produktem patologického procesu) se provádí v area pericardiaca, a to v 5. mezižebří těsně u sternu (mimo průběh a. thoracica interna podél sternu – viz str. 107). *Boční stěny* – *partes laterales* – perikardu jsou vyklenuté podle tvaru srdce proti mediastinální pleuře. Vpravo a vlevo po boční stěně probíhá brániční nerv – *n. phrenicus* – a *a. pericardiophrenica* (větev z a. thoracica interna), provázená zpravidla dvěma vv. *pericardiophrenicae*.

Perikard je nepružný, nemůže být roztažen při rychlém zvýšení tlaku v perikardové dutině, např. při masivním krvácení do perikardu, které pak utištěním srdce způsobí jeho zástavu (srdeční tamponáda).

Někdy jako důsledek zánětlivých procesů fibrosního perikardu dojde k zvápenatění (vzniká tzv. „pancéřové srdce“). Protože tento stav omezuje srdeční diastolu, bývá řešen chirurgicky, odstraněním zvápenatělého fibrosního perikardu. Při tomto výkonu je nebezpečný těsný vztah pravého boku perikardu k průběhu v. cava superior a k začátku porta venarum vpravo nahoře, kde odlomením části stěny perikardu může vzniknout perforace stěny v. cava superior.

Zadní stěna perikardu je přivrácena k jícnu a spojena vazivem s mediastinem.

Cévy a nervy perikardu

Viscerální list perikardu – epikard – je i podle cévního zásobení, mízního odtoku a inervace součástí srdce. Zde uvedené zásobení a odtok se týkají nástěnného listu a fibrosního perikardu.

Tepny perikardu přicházejí zejména z a. pericardiophrenica, která přímo po perikardu probíhá; vedle toho dostává perikard tepenné větévky z arteriae phrenicae superiores (pokud jsou tyto tepny dobře vytvořeny) a od okolních orgánů (od jícnu a bronchů).

Žíly perikardu odtékají podle arteriálních přívodů: cestou venae pericardiophrenicae do venae thoracicae internae (a jimi do v. brachiocephalica dextra et sinistra, event. do v. cava superior); odtoky podle přívodných tepen z okolí vedou do systému v. azygos.

Mízní cévy vedou do mediastinálních uzlin (nodi lymphatici mediastinales posteriores, anteriores, nodi lymphatici parasternales) a do uzlin při bifurkaci trachey.

Vývoj perikardu viz str. 72 a Anatomie 2, str. 250–252.

Poloha srdce

Srdce je uloženo v mediastinu (viz Anatomie 2, str. 254), za sternem, asi třetina je vpravo od střední čáry, dvě třetiny vlevo (obr. 42).

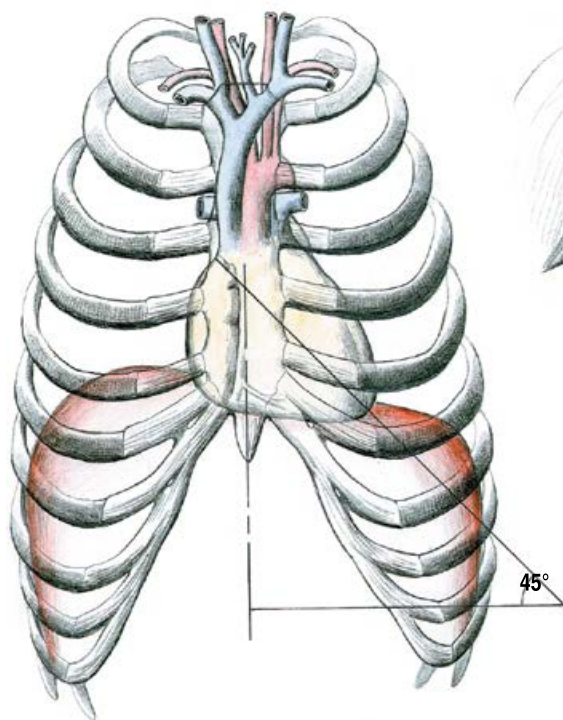
Podélná osa srdeční, tj. čára, která spojuje ústí v. cava superior s hrotem srdečním, probíhá šikmo – zprava shora zezadu nalevo dolů dopředu.

Hrot srdeční se promítá do 5. mezižebří, těsně navnitř od medioklavikulární čáry. Tep hrotu je tam i hmatný, zejména v předklonu (obr. 42).

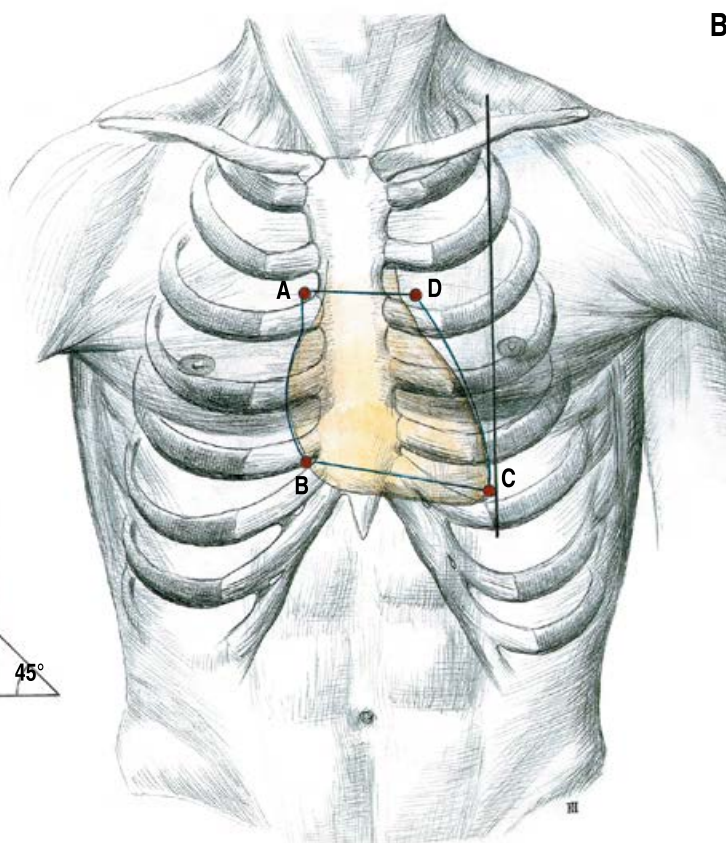
U dětí je hrot srdeční o jedno mezižebří výše a dále laterálně; při hlubokém vdechu a u starých lidí se nachází až v 6. mezižebří.

Hmatný úder srdečního hrotu neodpovídá projekci hrotu, ale o něco kraniálnějším místu přední stěny levé komory.

A



B



Obr. 42. POLOHA A PROJEKCE SRDCE

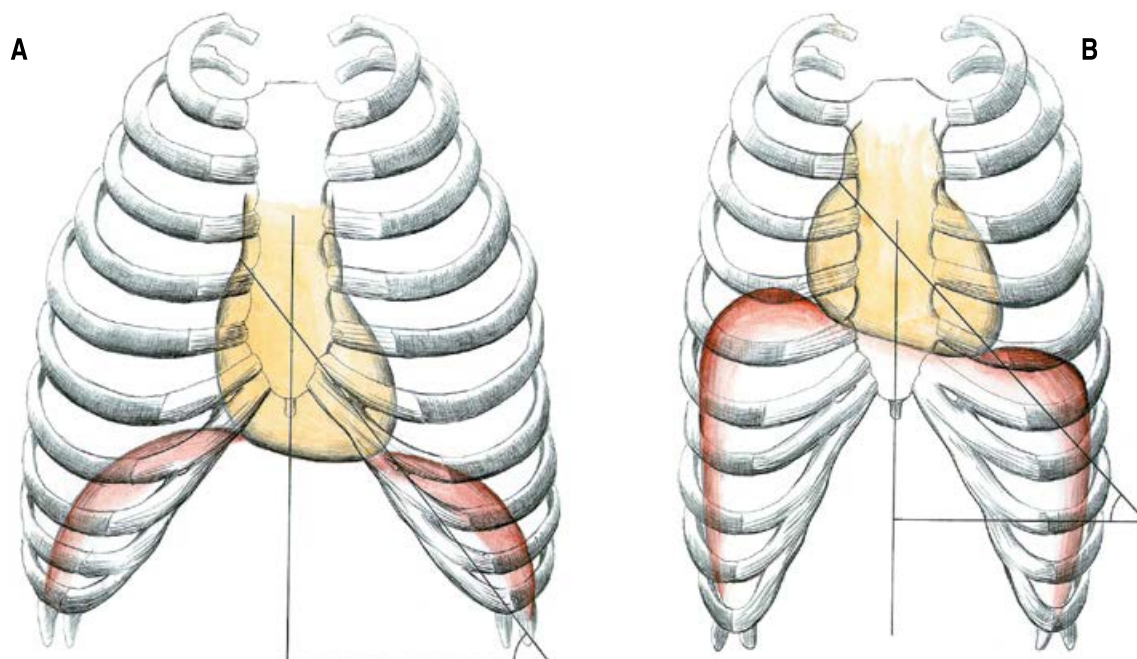
A POLOHA SRDCE vůči střední čáře; podélná osa srdce svírá s transversální rovinou úhel kolem 45°

B PROJEKCE SRDCE na povrch hrudníku, určená čtyřmi body: bod A – vpravo ve 2. mezižebří, 1 cm od okraje sternu

bod B – vpravo v 5. mezižebří, těsně u okraje sternu

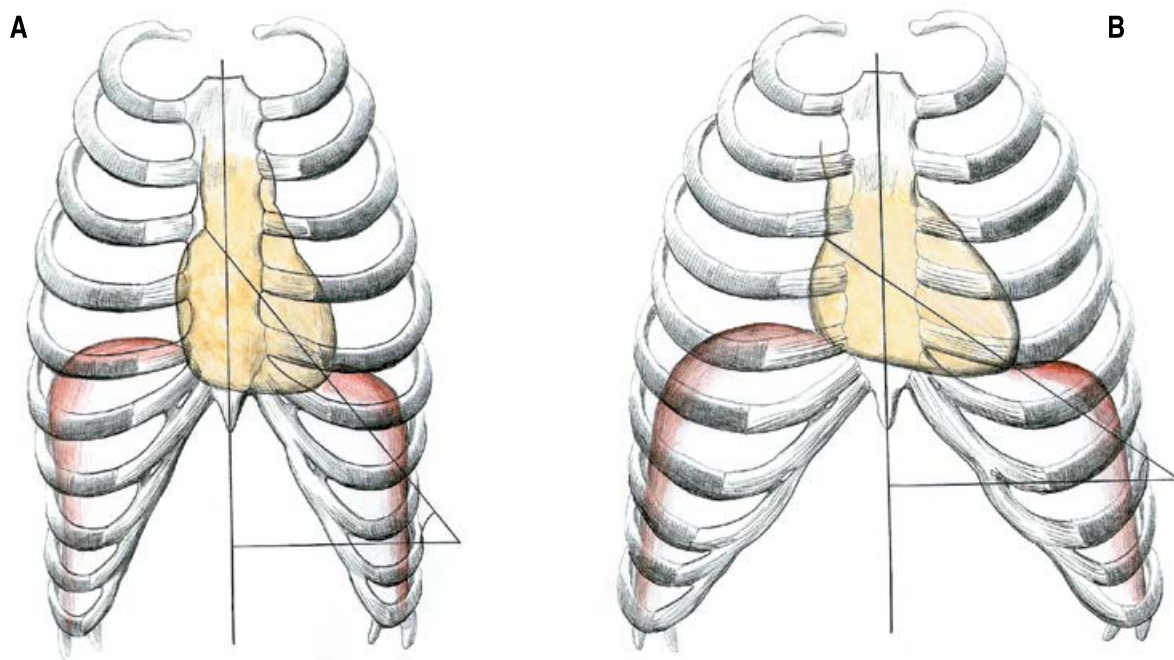
bod C – vlevo v 5. mezižebří, těsně navnitř od medioklavikulární čáry

bod D – vlevo ve 2. mezižebří, 2 cm od okraje sternu



Obr. 43. POLOHA SRDCE A SKLON SRDEČNÍ OSY PŘI VDECHU A VÝDECHU

A vdech
B výdech



Obr. 44. POLOHA SRDCE V HRUDNÍKU RŮZNÉHO TYPU

A v úzkém dlouhém hrudníku svírá srdeční osa s transversální rovinou úhel asi 53°

B v krátkém a širokém hrudníku svírá osa s transversální rovinou úhel $25-30^\circ$

Projekce srdce na povrch hrudníku se obvykle určuje čtyřmi body (obr. 42 B): *bod A* – vpravo ve 2. mezižebří, 1 cm od okraje sternu; *bod B* – vpravo v 5. mezižebří, při okraji sternu (při linea sternalis); *bod C* – vlevo v 5. mezižebří, těsně navnitř od medioklavikulární čáry; *bod D* – vlevo ve 2. mezižebří, 2 cm od okraje sternu. Pro vymezení plochy srdce (projekce) se oba kraniální body (A a D) spojí přímkou, druhou přímkou se spojí i oba kaudální body (B a C); dva body na pravé straně (A a B) se spojí čarou, která jde nejdřív svisle, pak je vyklenutá doprava, dva levé body (C a D) se spojí čarou vyklenutou doleva (obr. 42 B). Toto ohraničení srdce (zejména pravý a levý okraj) lze určit též poklepem.

Poloha srdce v hrudníku je individuálně měnlivá, závisí na věku, na poloze bránice, na dýchacích pohybech (obr. 43), na tvaru hrudníku, který souvisí s tělesným typem (obr. 44), na poloze těla (vstojе, vleže).

V širokém krátkém hrudníku a při vysoké poloze bránice je podélná osa srdce uložena více napříč hrudníkem než v úzkém hrudníku (příčná poloha srdce). V úzkém dlouhém hrudníku má srdce polohu víc podélnou, svislou, okrasek styku srdce s bránicí je menší a srdce vypadá jako zavěšené na velkých cévách (cor pendulum); je-li takové srdce současně relativně malé, označuje se jako kapkovité srdce.

Projekce srdečních chlopní

na povrch srdce (obr. 45) má význam pro některé zobrazovací diagnostické metody.

Ostium atrioventriculare dextrum se promítá za střed sternu na spojnici 3. levého a 5.–6. pravého sternokostálního kloubu;

ostium atrioventriculare sinistrum se promítá k této linii (těsně pod ní) pod dolním okrajem 3. sternokostálního kloubu vlevo;

ostium trunci pulmonalis se promítá těsně nad uvedenou rovinu, nad horní okraj 3. sternokostálního kloubu vlevo;

ostium aortae se promítá nad uvedenou linii za střed sternu (vpravo kaudálně od pulmonálního ústí).

Místa projekcí chlopní neodpovídají místům, kde se chlopně vyšetřují poslechem – auskultací –, protože krevní proud v srdci ozvy srdeční mění a zanáší.

Auskultační místa chlopní (obr. 45) jsou:

pro trojčípou chlopeň – místo 5. sternokostálního kloubu vpravo;

pro dvojčípou chlopeň – místo projekce hrotu srdečního (viz výše);

pro pulmonální chlopeň – 2. mezižebří vlevo u sternu;

pro aortální chlopeň – 2. mezižebří vpravo u sternu.

Rtg obraz srdce

Rentgenograficky se srdce zobrazuje jednak v předozadní projekci, jednak v tzv. šikmých projekcích, pravé a levé, označované podle strany těla, která se při snímku šikmo natáčí k rtg lampě.

V předozadní projekci (obr. 46 a 47) jsou na snímku charakteristické *okraje* srdečního stínu. Jsou na nich patrný tyto útvary (obr. 46):

na pravém okraji:

1. krátký šikmý, doleva dolů probíhající horní úsek – okraj v. brachiocephalica dextra;

2. svislý úsek – odpovídá okraji v. cava superior;

3. doprava vyklenutý úsek dosahující až k bránici – odpovídá okraji pravé předsíně;

v úhlu mezi 3. úsekem a bránicí může být patrný krátký svislý okraj, zejména při inspiraci – odpovídá okraji v. cava inferior při jejím vstupu do pravé předsíně;

na levém okraji:

1. kraniálně oblouček vyklenutý doleva – odpovídá levému okraji zadního úseku oblouku aorty;

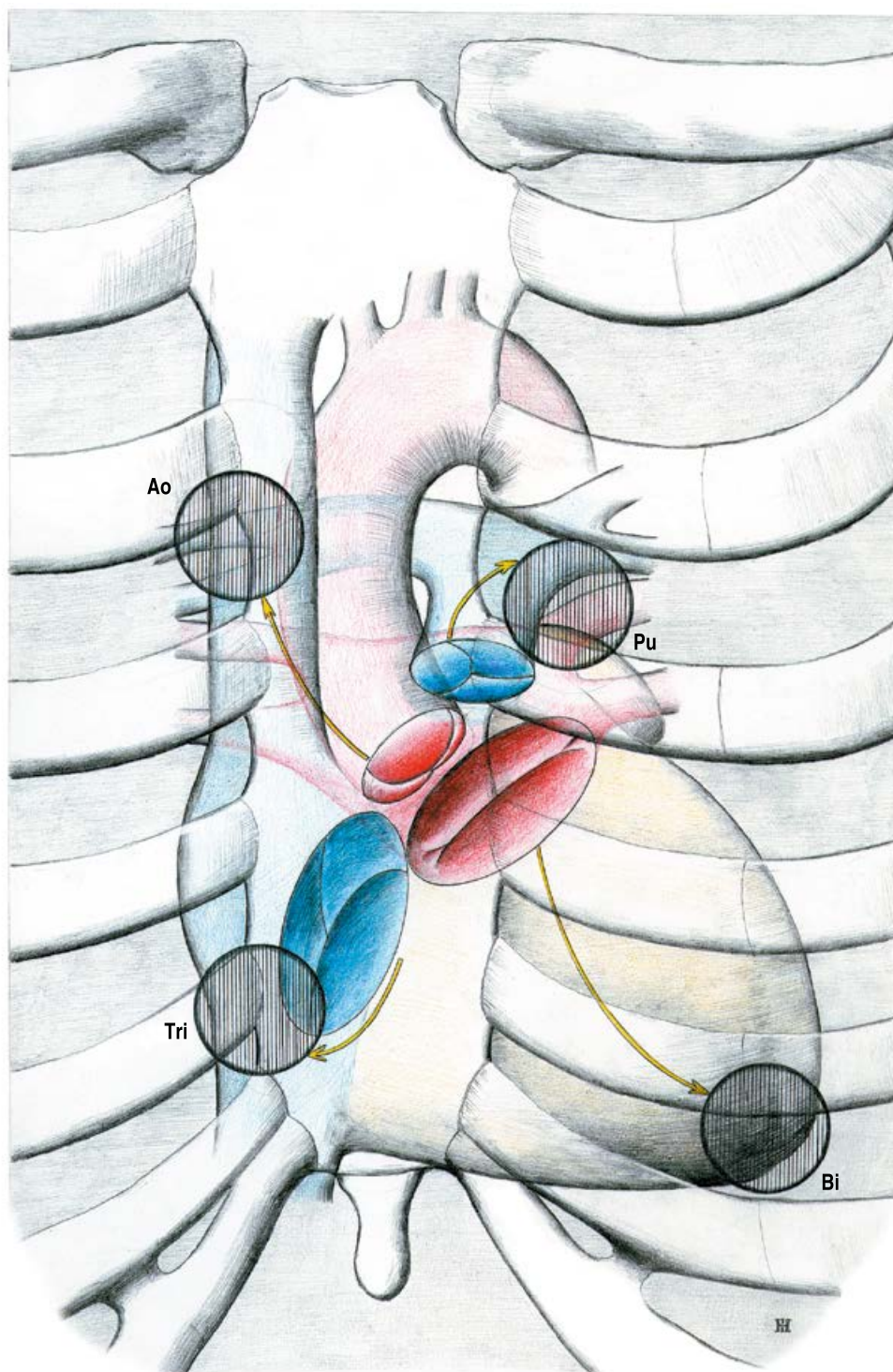
2. další doleva vyklenutý kratší oblouček – odpovídá levému okraji truncus pulmonalis a a. pulmonalis sinistra;

3. krátký rovný nebo doleva mírně vyklenutý úsek – odpovídá levému okraji auricula sinistra;

4. velký doleva konvexní oblouk, který dosahuje až k bránici do medioklavikulární čáry; odpovídá levému okraji levé komory.

Na srdečním stínu lze určovat rozměry: např. maximální vzdálenosti stínu doleva a doprava od střední čáry (distantia mediodextra et mediosinistra, jejichž součet tvoří tzv. transversálu srdeční), rentgenologickou délku srdce (úsečka od hranice stínu v. cava superior a pravé předsíně do průsečíku levého okraje srdce a bránice) apod.

Sklon srdce se určuje podle úhlu, který na předozadní projekci svírá linie délky srdce s horizontálou. Normálně činí asi 45°; je-li tato úsečka strmější, označuje se poloha srdce jako svislá, je-li úhel menší, označuje se poloha srdce jako příčná (obr. 44).



Obr. 45. PROJEKCE SRDEČNÍCH CHLOPNÍ A AUSKULTAČNÍ MÍSTA CHLOPNÍ

modře – chlopně pravého srdce

červeně – chlopně levého srdce

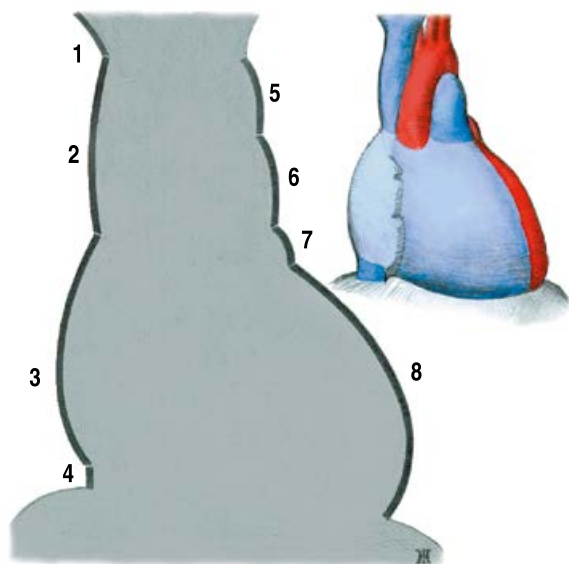
žluté šipky – jdou od chlopní do míst, kam proud krve zanáší zvuk chlopně

Ao – auskultační místo pro aortální chlopeň

Pu – auskultační místo pro pulmonální chlopeň

Tri – auskultační místo pro trojčipou chlopeň

Bi – auskultační místo pro dvojčipou (mitrální) chlopeň



Obr. 46. SCHEMA RENTGENOVÉHO OBRAZU SRDCE; zadopřední projekce – vedle je pro srovnání obraz srdce; čísla označují útvary, jejichž okraj je okrajem srdečního stínu

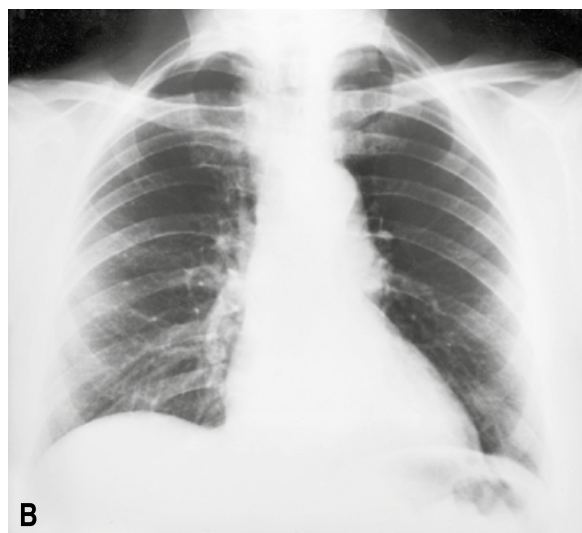
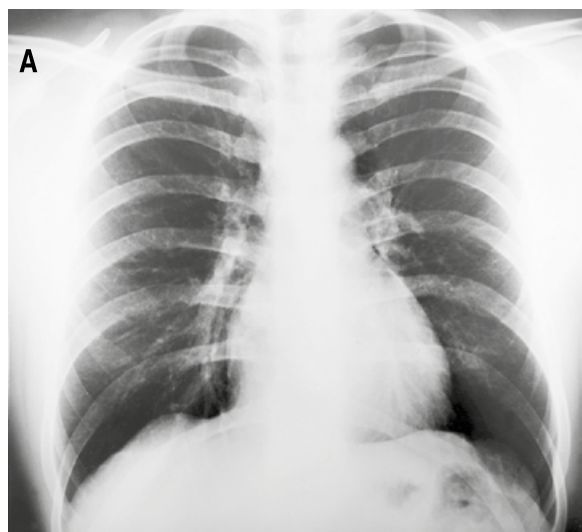
- 1 vena brachiocephalica dextra
- 2 vena cava superior
- 3 atrium dextrum
- 4 vena cava inferior (na rtg snímku patrná jen při hlubokém vdechu)
- 5 arcus aortae
- 6 truncus pulmonalis (spolu s a. pulmonalis sinistra)
- 7 auricula sinistra
- 8 ventriculus sinister

V šikmých projekcích srdce jsou více patrné poměry jednotlivých oddílů srdečních a tvar a poloha aorty (obr. 51);

v pravé šikmé projekci (obr. 51), které se také říká projekce šermířská, tvoří srdeční stín hlavně oddíl pravého srdce, dále se posuzuje tzv. Holzknechtovo pole za stínem srdce (mezi ním a páteří, kam se promítá jícen a za ním sestupná aorta);

v levé šikmé projekci (obr. 51), označované jako projekce boxerská, tvoří srdeční stín symetricky obě komory, nad srdcem je patrný oblouk aorty v celé své šíři a pod ním rozestup a. pulmonalis dextra et sinistra; mezi aortou a aa. pulmonales je patrné tzv. „aortální okno“.

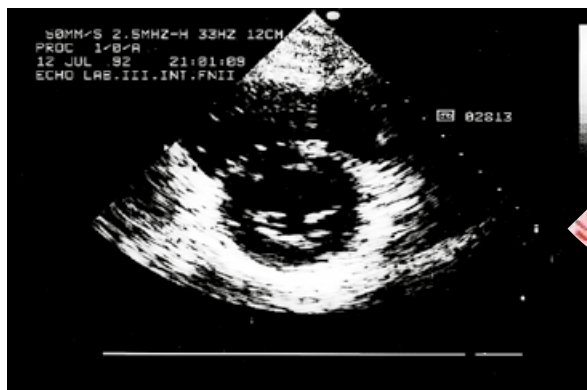
Vedle normálních snímků srdce v předozadní projekci a v šikmých projekcích se zobrazuje srdce při náplni pravé nebo levé strany, obdobně jiným



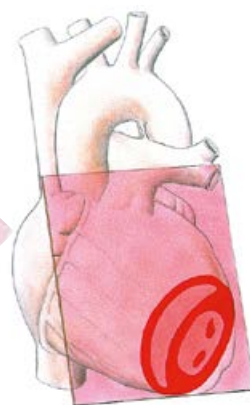
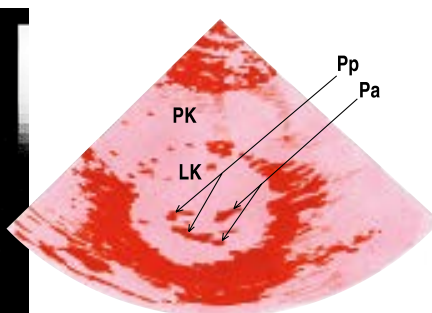
Obr. 47. STÍN SRDCE NA RENTGENOVÉM SNÍMKU v zadopřední projekci; srov. obr. 46

- A strmější podélná osa srdce v dlouhém a úzkém hrudníku
- B spíše příčná poloha srdce v krátkém a širokém hrudníku; jsou viditelné stíny bronchů a plicních cév, rozbíhající se od plicních hilů

technikám arteriografie; získává se pak oddělený obraz dutin pravé a levé strany srdce. Pro zobrazení řezů srdcem je možno použít i techniky CT (počítačová tomografie – obr. 49), kde vidíme srdce s plicemi na transversálních řezech hrudníkem, a dále moderní techniky ultrazvukového zobrazení (obr. 48).



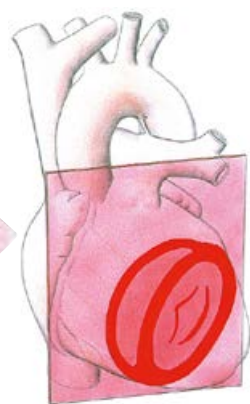
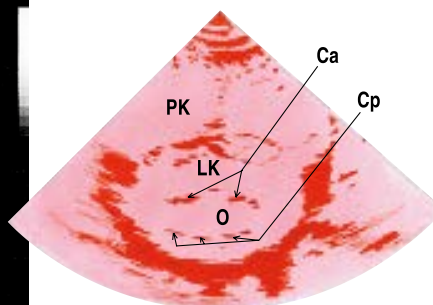
A echografický obraz v projekci označované jako parasternální v krátké ose, tj. rovina řezu je kolmá na podélnou osu srdce v úrovni papilárních svalů; pohled na řez směřuje od hrotu k bazi srdeční



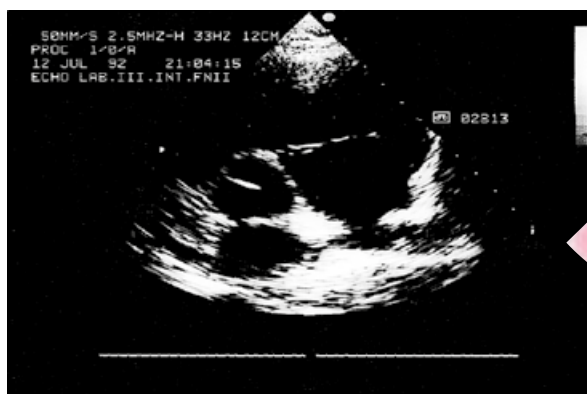
LK – levá komora srdeční
PK – pravá komora srdeční
Pa – musculus papillaris anterior
Pp – musculus papillaris posterior



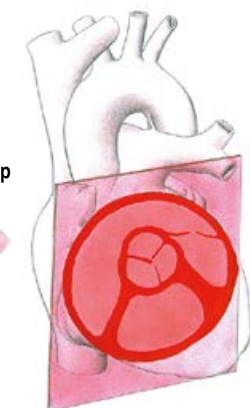
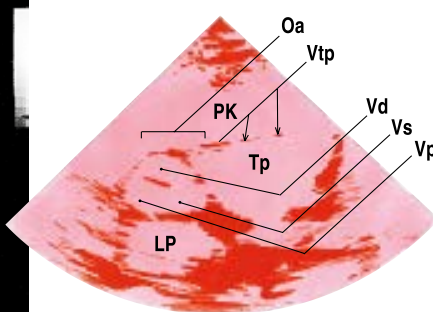
B řez obdobný jako na obr. A, vedený na úrovni cípů mitrální chlopně
LK – levá komora
PK – výtoková část pravé komory



O – otevřené ostium atrioventriculare sinistrum
Ca – cuspis anterior valvae atrioventricularis sinistae
Cp – cuspis posterior valvae atrioventricularis sinistae



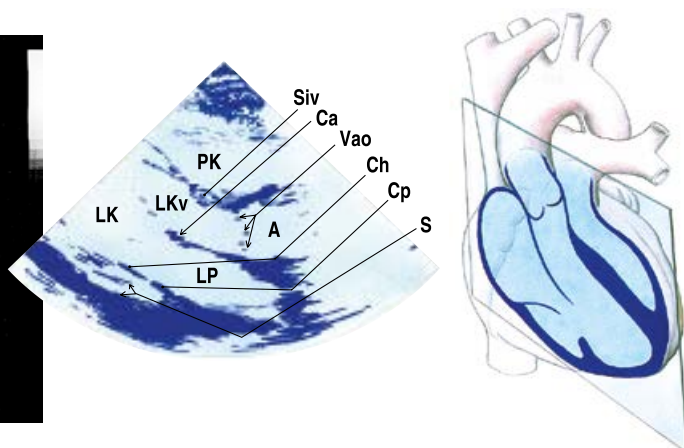
C řez podobný jako na obr. A a B, vedený dále kraniálně, při výstupu aorty a trunci pulmonalis z komor
LP – levá předsíň
PK – pravá komora
Oa – ostium aortae



Vd – velum semilunare dextrum valvae aortae
Vs – velum semilunare sinistrum valvae aortae
Vp – velum semilunare posterius valvae aortae
Tp – truncus pulmonalis
Vtp – valva trunci pulmonalis

Obr. 48. SRDCE V SONOGRAFICKÝCH OBRAZECH

Echografický obraz srdce představuje řez srdcem, vedený standardním směrem



D řez parasternální v dlouhé ose, tj. ve směru podélné osy srdeční; srdce v časně fázi diastoly; řez je přístrojem zobrazen v pohledu zleva, schema srdce je v pohledu zprava

PK – pravá komora

LK – levá komora

Siv – septum interventriculare

A – kořen aorty

LKv – levá komora, výtoková část

Vao – valva aortae, zavřená

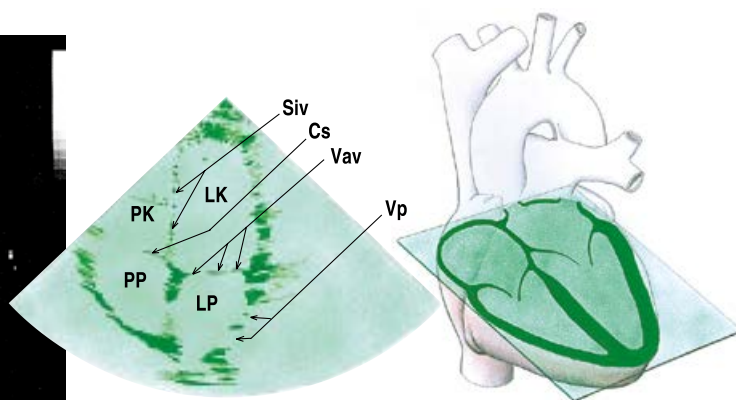
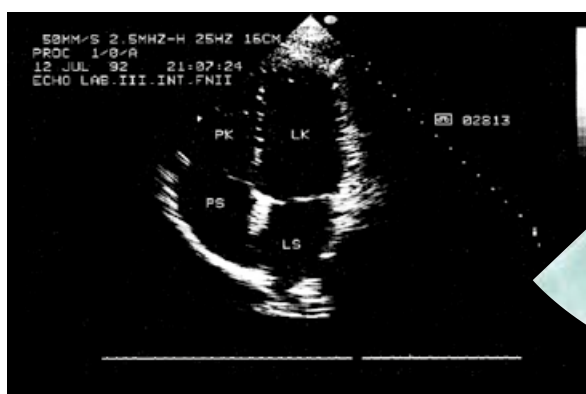
Ca – cuspis anterior valvae atrioventricularis sinistrae

Cp – cuspis posterior valvae atrioventricularis sinistrae

Ch – chordae tendineae pro zadní cíp levé atrioventrikulární chlopně

S – vnitřní stěna levé komory při facies diaphragmatica srdce

LP – levá předšň



E apikální čtyřdutinový pohled, představující řez v rovině od srdečního hrotu vzestupně k srdeční bazi; hrot srdeční je na obrázku nahoře; směr pohledu od bránice kraniálně

PK – pravá komora

LK – levá komora

PP – pravá předšň

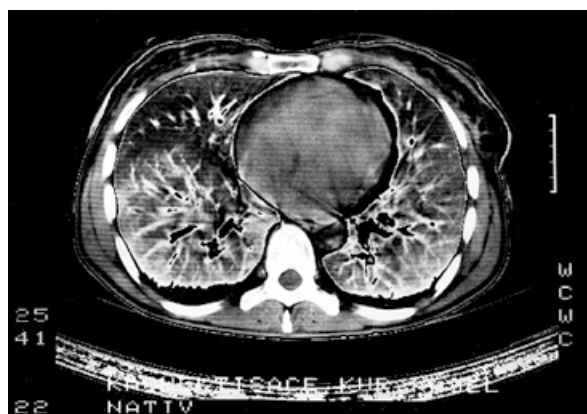
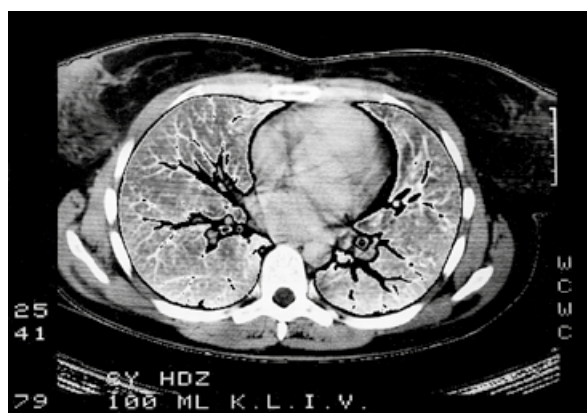
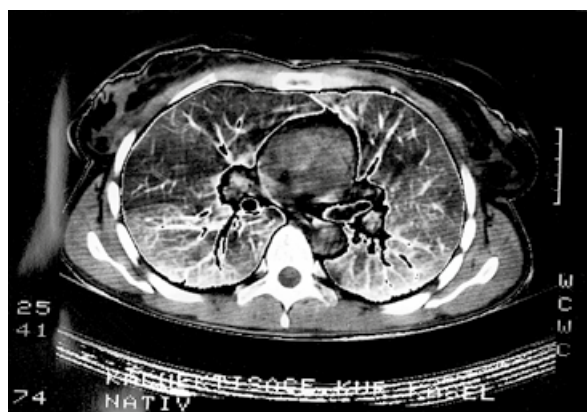
LP – levá předšň

Siv – septum interventriculare

Vav – valva atrioventricularis sinistra

Cs – cuspis septalis valvae atrioventricularis dextrae

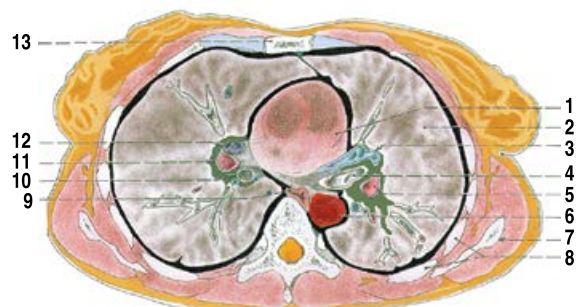
Vp – venae pulmonales sinistrae



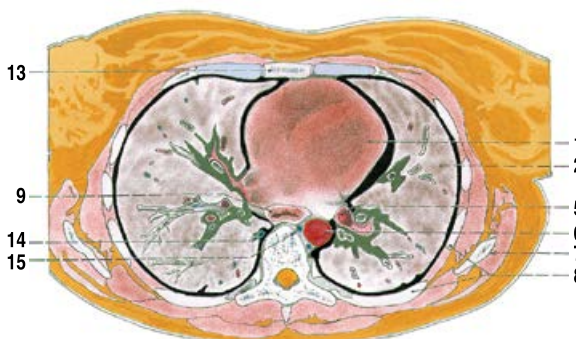
Obr. 49. PRÍČNÉ ŘEZY HRUDNÍKEM V OBRAZU POČÍTAČOVÉ TOMOGRAFIE (CT)

Obraz je vytvořen tak, že znázorňuje pohled z kaudální strany na plochu řezu; zádožná strana těla je na všech obrazech dole; vpravo od řezu je měřítko v centimetrech

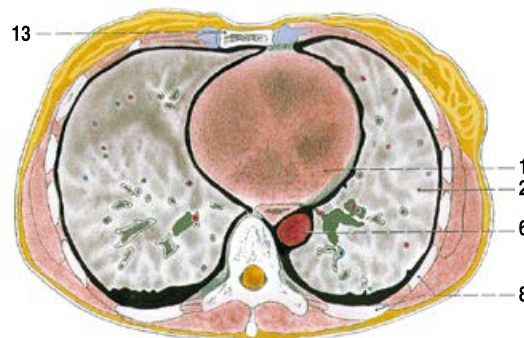
- 1 srdce
- 2 levá plíce s větvemi bronchů, plicní tepny a žíly
- 3 arteria pulmonalis sinistra
- 4 levý hlavní bronchus
- 5 vena pulmonalis sinistra
- 6 aorta descendens
- 7 lopatka



A řez v úrovni plicního hilu kaudálně od bifurcatio tracheae



B řez v úrovni plicního hilu kaudálně od řezu předchozího



C řez pod úroveň plicního hilu

Obr. 50. PRÍČNÉ ŘEZY HRUDNÍKEM, překreslené z obrazů počítačové tomografie na obr. 49

- 8 žebra
- 9 jícen
- 10 pravý hlavní bronchus
- 11 vena pulmonalis dextra
- 12 arteria pulmonalis dextra
- 13 sternum
- 14 vena azygos
- 15 vena hemiazygos accessoria