

Klatka piersiowa

– połączone częściowo narządy

Klatka piersiowa (cavea thoracis) zawiera serce (cor) oraz płuca (pulmones). W starożytności sądzono, iż energia życiowa wprowadzana jest do płuc wraz z wdychanym powietrzem i mieszana z krwią w sercu, uważanym za siedzibę duszy, a następnie przez naczynia jest rozprowadzana po całym organizmie. Również w dzisiejszych czasach serce uważane jest za motor życia, a potocznie za ośrodek emocji. Naukowo serce definiowane jest jako wydrążony mięsień, który pompuje krew poprzez mały krwiobieg do płuc oraz poprzez duży krwiobieg do całego organizmu. **Lewa połowa serca** pompuje bogatą w tlen krew do **dużego krążenia (ustrojowego)**, które przez tętnice (wychodzące z serca) doprowadza ją do narządów. W narządach rozgałęziające się naczynia tworzą sieć kapilarów (mikrokrążenie) umożliwiającą wymianę produktów przemiany materii i gazową. Żyły doprowadzają ubogą w tlen krew do **prawy połowy serca** krew przepływa przez **krążenie małe (płucne)** do płuc, gdzie uboga w tlen krew, poprzez tętnice płucne i ich rozgałęzienia, dopływa do pęcherzyków płucnych (alveoli pulmones), gdzie zostaje wzbogacona w tlen i żyłami płucnymi wpływa do lewego przedsionka. W ten sposób krwiobieg zostaje zamknięty.

Czynność serca jako pompy jest fascynująca. Serce bije średnio 70 razy na minutę i pompuje w czasie każdego skurczu (zatem w fazie skurczowej) 70 ml krwi do krwioobiegu. Nawet jeżeli serce nie jest zmuszone do „szybszej” czynności, daje to wyższy wynik aniżeli 100 000 uderzeń w ciągu doby i 36 milionów uderzeń w każdym roku życia. Ilością krwi pompowanej przez serce w okresie życia 80-latka (206 000 m³) można by napełnić około 80 olimpijskich basenów. Bez serca nie można funkcjonować; zatrzymanie jego akcji jest najczęściej bezpośrednią przyczyną śmierci.

Otwarcie klatki piersiowej, jako jedno z ważniejszych zadań na zajęciach prosektoryjnych, jest przyjmowane zarówno przez uczących, jak i przez studentów z mieszanymi uczuciami, od pełnego szacunku wobec zwłok poprzez napięcie aż do zainteresowania. Wyjęcie serca oraz płuc z równoczesnym prawem do dotykania ich własnymi rękami, tychże istotnych dla życia organów, uważane jest powszechnie za olbrzymi przywilej.

Śródpiersie (mediastinum)

Od tylnej powierzchni mostka do przedniej powierzchni kręgowych rozciąga się ustawiona strzałkowo ważna przestrzeń w części środkowej klatki piersiowej zwana śródpiersiem (mediastinum od: in medio stans = stojąca pośrodku). Od góry przestrzeń ta przechodzi, bez wyraźnej granicy, przez otwór górny klatki piersiowej w trzewia szyi, ku dołowi oddziela ją wyraźnie przepona (diaphragma). Po obydwu stronach śródpiersia położone są płuca, każde w jamie opłucnowej (cavities pleurales).

W śródpiersiu znajduje się wiele związanych ze sobą narządów. **Grasica (thymus)** leży w **śródpiersiu górnym** tuż za mostkiem. Jest ona narządem układu immunologicznego, który jednakże wkrótce po okresie dojrzewania ulega zwyrodnieniu tłuszczowemu. **Żyła główna górna** (v. cava superior) przesunięta jest w prawo w stosunku do płaszczyzny pośrodkowej. Żyły ramiennie-głowe (v.v. brachiocephalicae) pokrywają duże pnie tętnicze szyi i kończyny górnej, które odchodzą od **łuku aorty**. Zarys lewej granicy śródpiersia zdominowany jest przez łaskowato wygiętą tętnicę główną (aortę). W górnym śródpiersiu, ku tyłowi od żył i łuku aorty, znajduje się **tchawica** (trachea), która dzieli się na prawe i lewe oskrzela główne (bronchi principales), a ku tyłowi od tchawicy znajduje się **przełyk**

(oesophagus) leżący na trzonach kręgow. Między przełykiem i kręgosłupem położony jest delikatny **przewód piersiowy** (ductus thoracicus), który transportuje (zawierającą wchłonięte tłuszcze) mleczną chłonkę z górnej części ciała.

W ograniczonym od dołu przeponą **śródpiersiu dolnym** głównym narządem jest **serce**. Przesunięte jest ono w lewo i znajduje się w cienkościennym surowiczym worku tworzącym jamę osierdziową (cavitas pericardiacca). Serce można uwidocznic po usunięciu lub nacięciu worka osierdziowego – spoczywa ono dużą powierzchnią na przeponie, a jego koniuszek (apex cordis) znajduje się w lewej piątej przestrzeni międzyżebrowej. Serce można objąć dłonią, chwytając je od koniuszka i poruszając nim we wszystkie strony w worku osierdziowym, gdyż jest ono „zawieszono” na dużych naczyniach wychodzących z jego górnego bieguna (aorta, a. pulmonalis) lub uchodzących na tylnej powierzchni (vv. pulmonales, v. cava superior et v. cava inferior). Okolica serca, w której znajdują się duże naczynia krwionośne, leżąca po przeciwnej stronie koniuszka, zwana jest podstawą serca (basis cordis).

Bezpośrednio ku tyłowi od tylnej ściany osierdza, dokładniej ku tyłowi od lewego przedsionka, przebiega przełyk (**oesophagus**) w kierunku rozwoju przełykowego przepony (hiatus oesophageus). Nieco na lewo od przełyku, ku tyłowi od worka osierdziowego, przebiega **aorta** w kierunku rozwoju aortowego przepony (hiatus aorticus), w którym przechodzi także **przewód piersiowy** (ductus thoracicus). **Żyła główna dolna** (v. cava inferior) przechodzi przez własny otwór (foramen venae cavae), który znajduje się nieco po stronie prawej i grzbietowo w środku ścięgnistym przepony pod osierdziem i podstawą serca. W obrębie śródpiersia przebiegają również liczne inne struktury, np. tętnice piersiowe wewnętrzne (aa. thoracicae internae), nerwy przeponowe (nn. phrenici), nerwy błędne (nn. vagi), żyły nieparzyste (vv. azygotes) oraz zwoje i nerwy pni współczulnych (część układu nerwowego autonomicznego).

Płuca i ich jamy

Płuca położone są po lewej i prawej stronie śródpiersia. Każde otoczone surowiczymi jamami opłucnowymi (cavities pleurales). Prawe płuco jest większe i składa się z trzech płatów, lewe jest mniejsze i ma dwa płaty. Powierzchnię płuca pokrywa cienka błona surowicza (opłucna płucna – pleura visceralis), spod której prześwituje czarnawy sieciowaty pigment. Ten antracytowy barwnik składa się głównie z sadzy, a więc z węgla, i pochodzi ze spalin i dymu tytoniowego. Barwnik ten znajduje się także w węzłach chłonnych wnęki płuc.

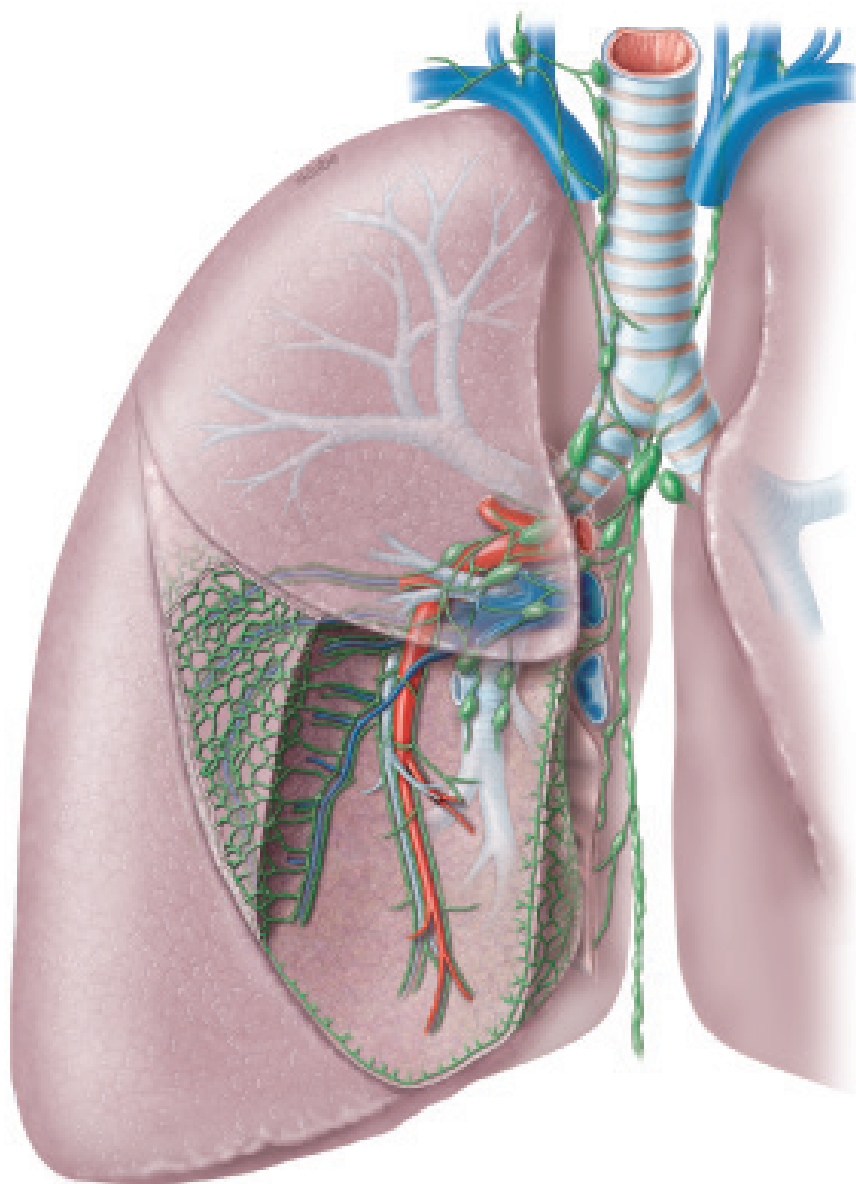
Płuca mogą przesuwac się i poruszać w obrębie swoich jam. Tylko we wnętrzu, gdzie wnikają oskrzela, tętnice płucne i wychodzą żyły płucne są nieruchome. Często jednakże, w wyniku zapaleń, dochodzi do zrostów opłucnej płucnej z opłucną ścienną (**pleura parietalis**), która składa się z opłucnej żebrowej (pleura costalis), śródpiersiowej (pleura mediastinalis) i przeponowej (pleura diaphragmatica). Tworzą one wspólnie „worek”, którego brzegi w czasie wydechu wystają znacznie ponad brzegi płuc. Te „niewykorzystane” w czasie wydechu przestrzenie nazywa się zachyłkami opłucnowymi (recessus pleurales). W czasie oddychania płuca dostosowują się do kształtu klatki piersiowej i przepony. Zmieniają kształt, wnikając do zachyłków lub wychodząc z nich. Zrosty opłucnej ściennej z trzewną utrudniają czynność płuc.

Uwagi kliniczne

Elektrokardiogram (EKG) jest standardową techniką diagnostyczną informującą o czynności mięśnia sercowego, o wielkości i położeniu serca oraz stanie naczyń wieńcowych. **Badanie rentgenowskie, tomografia komputerowa (TK)** oraz **tomografia rezonansu magnetycznego (MRT)** klatki piersiowej stanowią podstawę diagnostyki chorób płuc, dającą też informację o wielkości serca i jego funkcji. **Cewnikowanie serca**, w którym zastosowanie środków kontrastowych uwidacznia naczynia wieńcowe serca i w przypadku ich zwężenia umożliwia ich poszerzenie, wymaga dokładnej znajomości anatomii. **Echokardiografia** umożliwia w bardzo prosty sposób zbadanie zastawek i ich czynności. Wymienione metody badań stosowane są przez internistów (kardiologów), a także przez radiologów. Jeżeli wszystkie zachowawcze metody leczenia zawiodą, pomóc może tylko kardiotorakochirurgia, w której usuwa się płuco lub jego część, defekty dużych naczyń, a także przeszczepianie serca i płuc.

→ wskazówki dotyczące preparowania

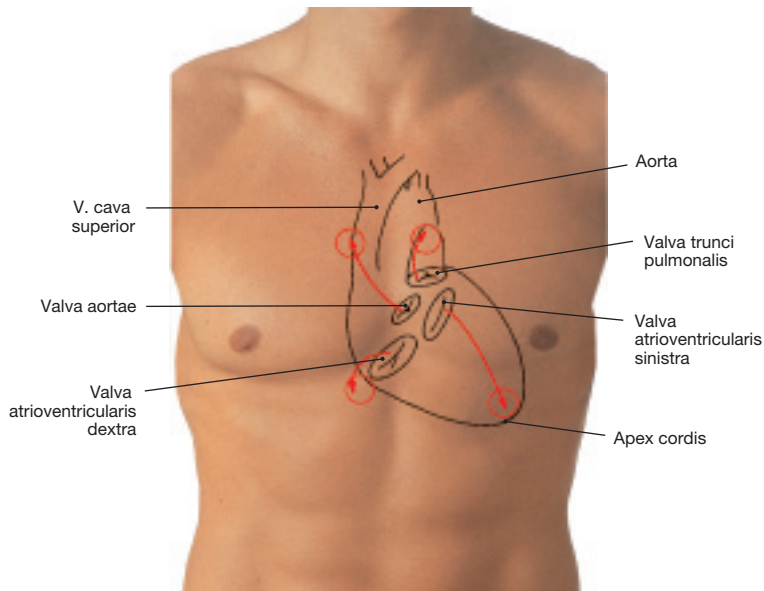
Naczynia piersiowe wewnętrzne można uwidocznnić przez okienkowane otwory w przestrzeniach międzyżebrowych w ich przebiegu wzdłuż mostka, ażeby ich nie uszkodzić przez otwarcie klatki piersiowej. Po usunięciu mostka z przednimi częściami żeber przecina się struktury wnetki płuc i wyjmuje je. Teraz można preparować śródpiersie: najpierw worek osierdziowy i odsłonięty nerw przeponowy. Po usunięciu tkanki tłuszczowej z nasierdza można prześledzić odgałęzienia tętnic wieńcowych. Nożyczkami otwiera się komory prowadzące do aorty i pnia płucnego oraz prawy przedsionek do ujścia żył głównych. Po usunięciu worka osierdziowego uwidacznia się przełyk oraz dalsze struktury śródpiersia tylnego, takie jak aorta piersiowa, żyły nieparzysta i nieparzysta krótka, nerw błędny i przewód piersiowy. Po usunięciu opłucnej ściennej preparuje się pnie współczulne z nerwami trzewnymi oraz naczynia i nerwy międzyżebrowe. Na końcu preparuje się śródpiersie górne z ciałem tłuszczowym grasicy oraz strukturami stanowiącymi ciągłość z szyją.



TEMATYCZNA LISTA PRZEGLĄDOWA

- Rozwój: jamy serca i przegrody, krążenie płodowe, wady rozwojowe
- serce: położenie w obrazie rentgenowskim i osłuchiwanie zastawek, worek osierdziowy i nerw przeponowy, podział (wnętrze jam i zastawki, układ przewodzący), tętnice wieńcowe i główne ich gałęzie, unerwienie autonomiczne
- płuca: jamy opłucnej z zachyłkami, rzutowanie granic płuc, płaty i segmenty, węzły i naczynia chłonne
- podział i zawartość śródpiersia: odgałęzienia aorty, przełyk i jego części oraz zwężenia, tchawica z rozwidleniem, przewód piersiowy i zakres spływu chłonki, części układu autonomicznego oraz przebieg pnia współczulnego i nerwu błędnego [X]

Projekcja serca



Ryc. 5.1 Projekcja serca, zastawek oraz miejsc osłuchiwania na przednią ścianę klatki piersiowej.

Prawy brzeg serca rzutuje się w linii biegnącej od trzeciej do szóstej chrząstki żebrowej, 2 cm bocznie od prawego brzegu mostka.

Lewy brzeg serca rzutuje się wzdłuż linii łączącej dolny brzeg 3. żebra (2–3 cm przymostkowo) z linią środkowo-obojęczkową lewą.

Serce posiada zastawkę z płatków w kształcie żagla między przedsionkiem i komorą oraz zastawkę z płatków w kształcie kieszonki między komorą i dużą tętnicą.

Rzut czterech zastawek serca tworzy krzyż przesunięty nieco ku stronie lewej od płaszczyzny pośrodkowej.

Projekcja zastawek serca w praktyce ma drugorzędne znaczenie, ponieważ powstające w nich tony i szmery, w czasie przepływu krwi, najlepiej są słyszalne w miejscach zakreślonych kółkami i wskazanymi strzałkami.

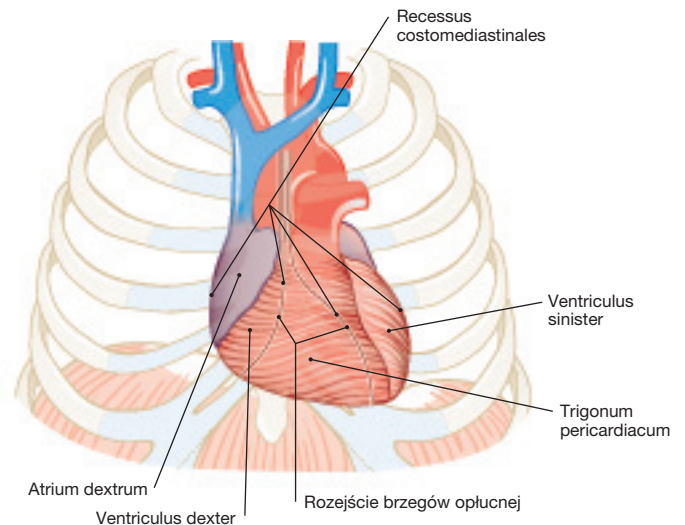
	Rzutowanie zastawek	Miejsca osłuchiwania
Zastawka pnia płucnego	Lewy brzeg mostka, 3. chrząstka żebrowa	2. lewa SIC przymostkowo
Zastawka aorty	Lewy brzeg mostka, 3. SIC	2. prawa SIC przymostkowo
Zastawka dwudzielna (mitralna)	4.–5. lewa chrząstka żebrowa	5. lewa SIC w linii środkowo-obojęczkowej
Zastawka trójdzielna	5. chrząstka żebrowa poza mostkiem	5. prawa SIC przymostkowo

SIC – spatium intercostale

Ryc. 5.2 Projekcja serca na klatkę piersiową; widok od przodu (wg [2]).

W sercu wyróżnia się **cztery powierzchnie**: skierowana ku przodowi powierzchnia mostkowo-żebrowa (facies sternocostalis) utworzona jest w większości przez prawą komorę. Zwrócona ku dołowi powierzchnia przeponowa (facies diaphragmatica) utworzona jest przez obydwie komory. Powierzchnię płucną prawą (facies pulmonalis) tworzy prawy przedsionek, a po stronie lewej lewa komora. Z tego wynika, że prawa komora nie uczestniczy w żadnym zarysie brzegów serca.

Większą część powierzchni mostkowo-żebrowej pokrywa obustronnie opłucna. Obszar ten odpowiada zachyłkom żebrowo-śródpiersiowym (**recessus costomediastinales**) jamy opłucnowej. Poniżej 4. żebra brzości opłucnej rozchodzą się i ograniczają trójkąt osierdziowy (**trigonum pericardiacum**), w miejscu którego osierdzie przylega bezpośrednio do ściany przedniej klatki piersiowej.



Uwagi kliniczne

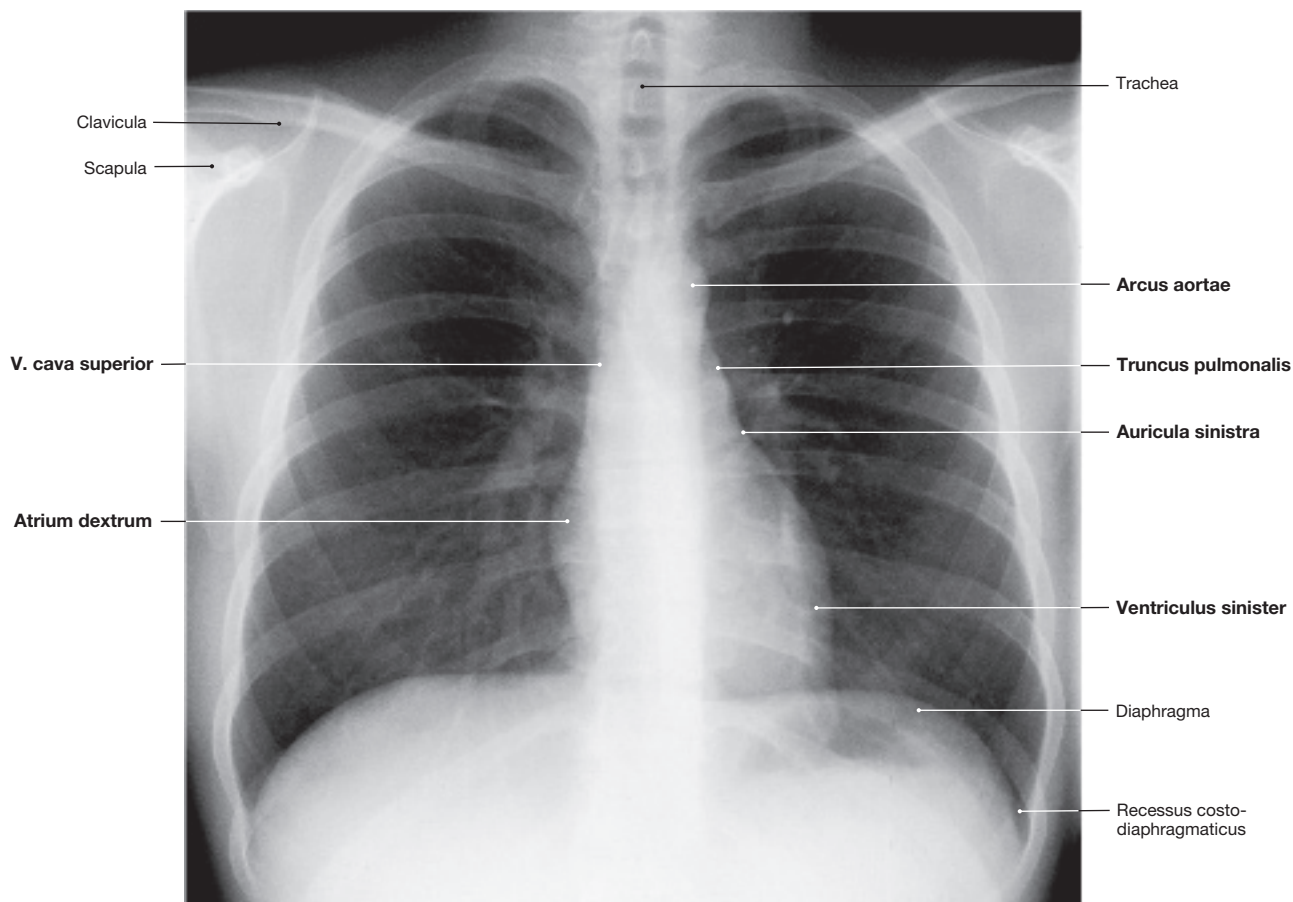
Podczas osłuchiwania serca stetoskopem (auscultatio) słyszy się w różnych miejscach **tony serca**, odpowiadające czynnościom serca:

- **Pierwszy ton serca** odpowiada początkowej fazie skurczu komory i zamknięciu zastawki przedsionkowo-komorowej
- **Drugi ton serca** wywołany jest początkową fazą rozkurczu oraz zamknięciem zastawki tętniczej

Szmery serca nie występują u ludzi zdrowych i wywołane są zaburzoną czynnością zastawek. Słyszalne są podczas zwężenia zastawek (stenosis) lub ich niedomykalności (insufficiencia). Rodzaj szmeru i jego umiejscowienie dają informację o zaburzonej czynności poszczególnych zastawek. Opukiwanie serca (percussio) informuje o jego **wielkości**. Projekcja zarysów serca, które przykrywa opłucna zachyłków żebrowo-przeponowych, odpowiada polu **względego stłumienia**

serca, ponieważ w polu tym odgłos opukowy jest nieco przytłumiony przez wypełnione powietrzem płuco. Jeżeli pole stłumienia przekracza po lewej stronie linię środkowo-obojęczkową, świadczy to o powiększeniu lewej komory serca. Obszar, w którym serce przylega do przedniej ściany klatki piersiowej, oznacza trójkąt osierdziowy. Jest to pole **bezwzględnego stłumienia serca**, ponieważ tutaj odgłos opukowy jest maksymalnie stłumiony. Obszar ten nie ma żadnego znaczenia diagnostycznego, może jednak w krytycznych przypadkach być wykorzystany do nakłucia prawej komory (**nakłucie dosercowe**) bez jednoczesnego uszkodzenia opłucnej i niebezpieczeństwa wystąpienia odmy (pneumothorax). Nakłucie wykonuje się między czwartą i piątą przestrzenią międzyżebrową około 2 cm w lewo od linii przymostkowej. Jednakże zabieg ten jest dość ryzykowny i dlatego został zaniewany.

Projekcja serca



Ryc. 5.3 Klatka piersiowa, cavea thoracis, z narządami wewnętrznymi; obraz rentgenowski w projekcji tylnoprzodnej (P-A). Zdjęcie rentgenowskie można wykorzystać do oceny wielkości serca.

Oprócz jego wielkości absolutnej ważna jest znajomość części serca stanowiących jego kontury (zob. niżej).

Ryc. 5.4 Schemat sylwetki serca w obrazie rentgenowskim.

Prawy zarys serca od góry ku dołowi tworzą:

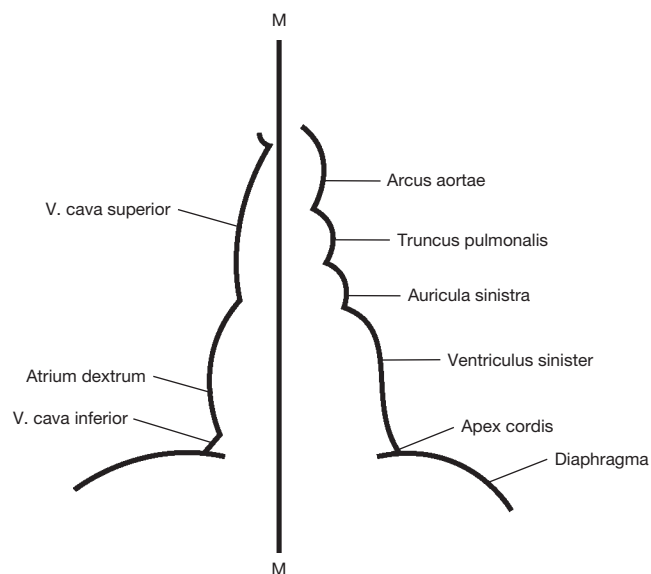
- żyła główna górna (v. cava superior)
- prawy przedsionek (atrium dextrum)

Lewy zarys serca od góry ku dołowi tworzą:

- łuk aorty (arcus aortae)
- pień płucny (truncus pulmonalis)
- lewe uszko (auricula sinistra)
- lewa komora (ventriculus sinister)

Prawa komora nie tworzy konturów serca!

M – planum medianum corporis

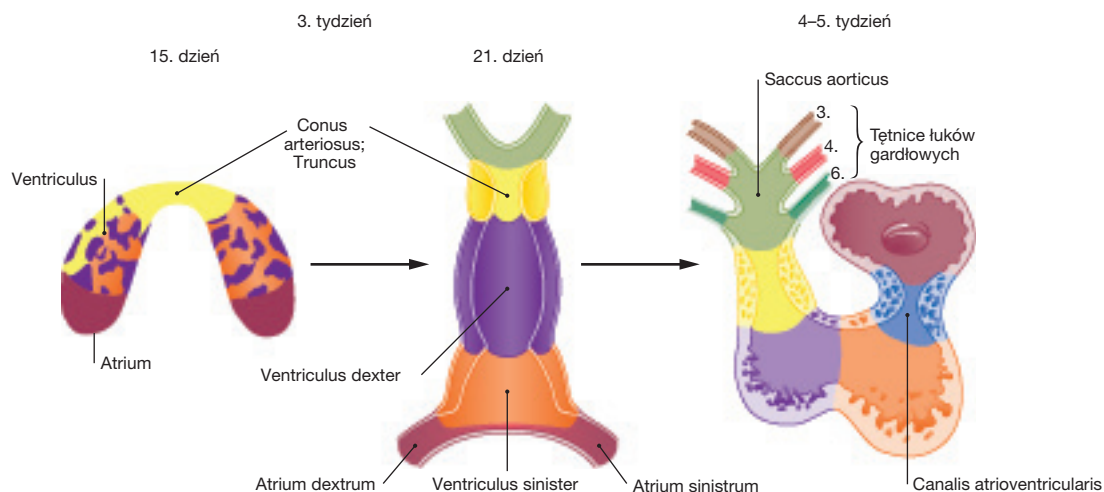


Uwagi kliniczne

Przełądowe zdjęcie rentgenowskie klatki piersiowej daje informację o wielkości serca. Poprzeczny wymiar serca jest osobniczo zmienny. Jeżeli zajmuje on więcej niż połowę wymiaru klatki piersiowej, wskazuje to na powiększenie poprzez **przerost** mięśnia (hypertrophia) lub **poszerzenie** (dilatatio) ściany. Najczęściej powiększenie występuje po stronie lewej (facies pulmonalis sinistra), wskazując na powiększenie lewej komory. Przyczyną tego może być **nadciśnienie** w krążeniu ustrojowym lub **zwężenie** (stenosis), szczególnie niedomykalność za-

stawek aorty lub **zastawki mitralnej**. Powiększenie prawej komory, np. w nadciśnieniu płucnym, przy przewlekłych obstrukcyjnych schorzeniach płuc (asthma) lub też w zatorze tętnic płucnych na zdjęciu rentgenowskim tylnoprzodnym jest niewidoczne, gdyż komora ta nie tworzy zarysów sylwetki serca. Wtedy należy wykonać zdjęcie boczne lub warstwowe z zastosowaniem tomografii komputerowej (TK) lub magnetycznego rezonansu (MRT).

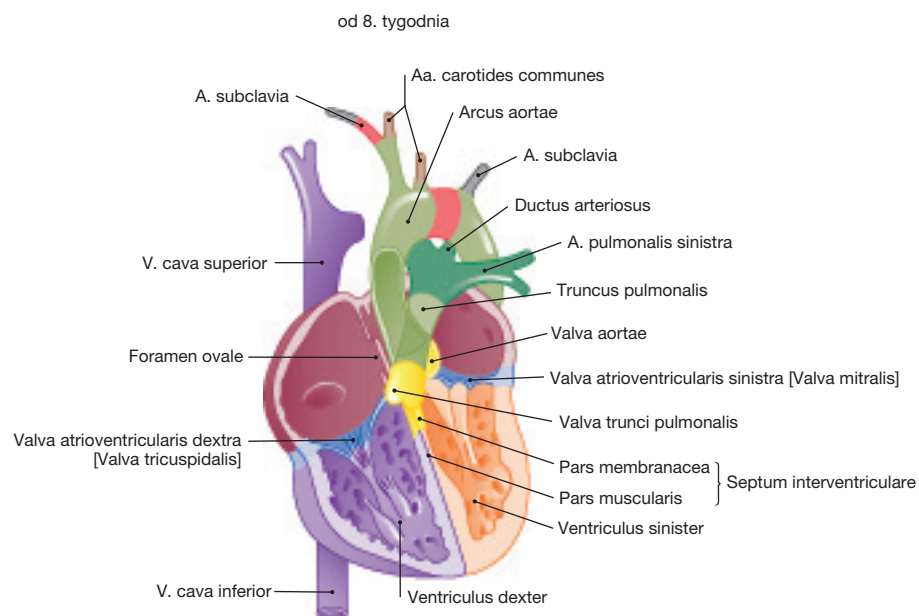
Rozwój



Ryc. 5.5 Stadia rozwoju serca w 3.–5. tygodniu (wg [2]).

W 3. tygodniu w mezodermie pola sercotwórczego ze splotu naczyniowego tworzy się cewa wsierdziowa posiadająca początkowo kształt podkowy. Przestrzeń otaczająca **cewę wsierdziową** tworzą jamę osierdziową, która łączy się z jamą ciała. Błazka wewnętrzna jamy osierdza grubieje, tworząc mięsień sercowy. Nasierdzie rozwija się z komórek pochodzących z przegrody poprzecznej i zawiązka wątroby. Cewy wsierdziowe łączą się w pojedynczą cewę sercową, która od końca 3. tygodnia zaczyna się rytmicznie kurczyć. Cewa sercowa dzieli się na parzysty

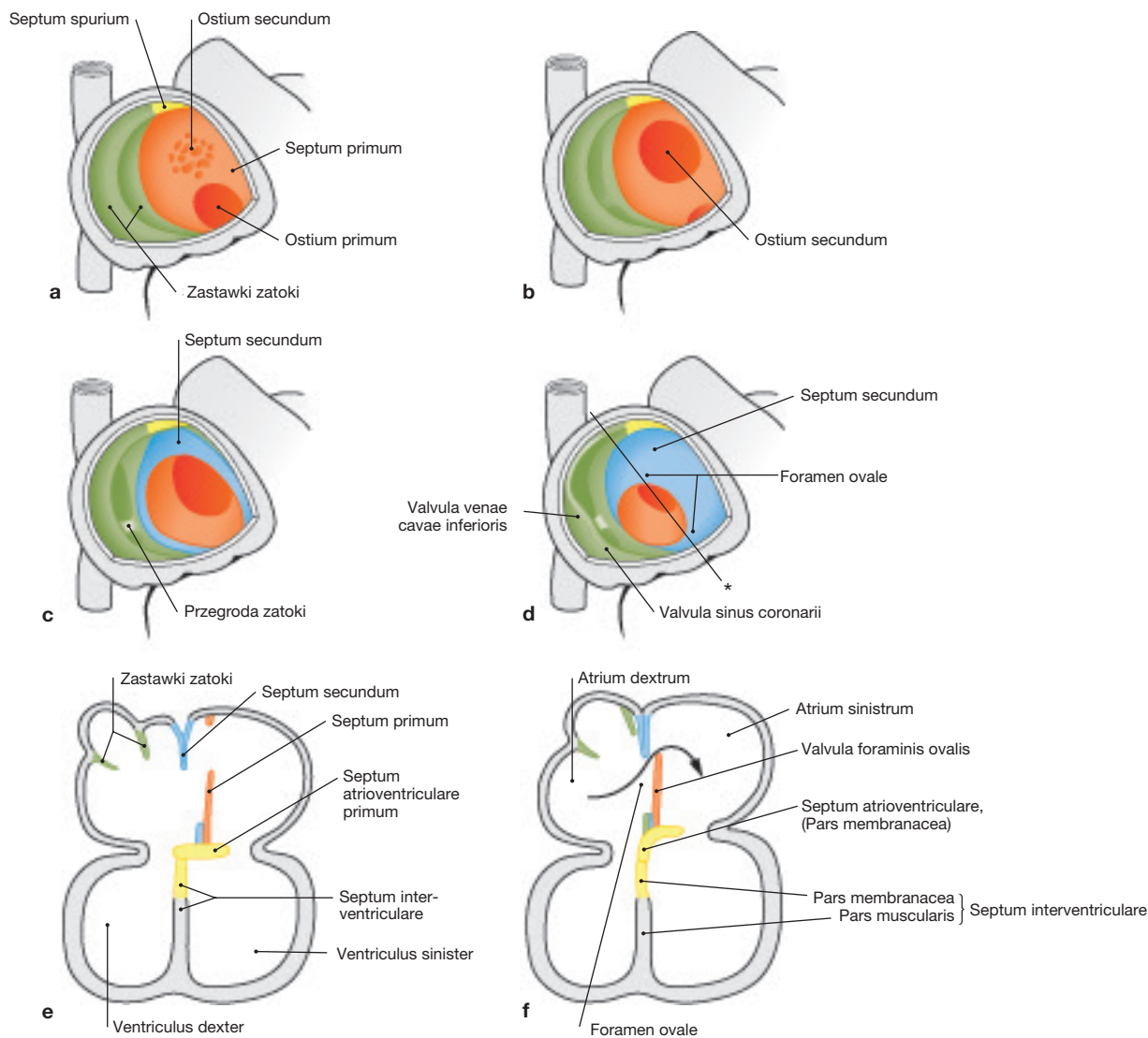
przedsiónek z zatoką żylną jako część dopływową, pojedynczą komorę i pojedynczy stożek tętniczy jako część odpływową. Wskutek różnego wzrostu długości poszczególnych części cewy sercowej w **4.–5. tygodniu** powstaje **pętla sercowa** w kształcie litery S. Połączenie między przedsiönkiem i komorą zwęża się, tworząc pojedynczy kanał przedsiönkowo-komorowy, który najpierw uchodzi do lewej komory, a następnie przemieszcza się w linii środkowej. Kanał ten zostaje podzielony przez poduszczeni wsierdziowe na prawe i lewe ujście przedsiönkowo-komorowe. Poduszczeni te tworzą płatki zastawek.



Ryc. 5.6 Stadia rozwoju serca w 5.–7. tygodniu (wg [2]).

W 5.–7. tygodniu rozwija się przegroda międzykomorowa (pars muscularis), która niezupełnie oddziela obydwie komory. Połączenie to istnieje do końca 7. tygodnia, do momentu zespolenia części błoniastej (pars membranacea) przegrody i zupełnego rozdzielenia komór. Stożek tętniczy, stanowiący drogę odpływu, dzieli się spiralnie i tworzy wspólnie z workiem aortowym **pień płucny i aortę**. Od worka aortowego odchodzą **tętnice**

łuków gardłowych. Spośród sześciu tętnic łuków gardłowych rzeczywiście rozwijają się tylko tętnice trzeciego, czwartego i szóstego łuku, które tworzą części tętnic w pobliżu serca. Z tętnicy trzeciego łuku rozwija się tętnica szyjna wspólna, z tętnicy czwartego prawego łuku tworzy się tętnica podobojczykowa, a z tętnicy czwartego lewego powstaje łuk aorty. Z tętnicy szóstego łuku rozwijają się tętnice płucne i przewód tętniczy.



Ryc. 5.7 a do f Etapy podziału przedsionka w 5. (a, b), 6. (c, e) oraz 7. i 8. tygodniu (d, f); widok od otwartego prawego przedsionka (a–d) i w płaszczynie czterech jam (e i f) (wg [2]).

a Podział przedsionka rozpoczyna się w 5.–7. tygodniu od rozwoju przegrody pierwszej lub pierwotnej (**septum primum**), która wyrasta od górno-grzbietowej ściany, ograniczając od dołu otwór pierwszy lub pierwotny (**ostium primum**).

b W górnym odcinku przegrody pierwszej, w wyniku programowanej śmierci komórek (apoptoza) powstaje otwór drugi lub wtórny (**foramen secundum**).

c, e Po stronie prawej przegrody pierwszej rozwija się przegroda druga, wtórna (**septum secundum**). Obydwie przegrody leżą blisko siebie i ograniczają otwór owalny.

d, f Przegroda pierwsza tworzy zastawkę otworu owalnego (**valvula foraminis ovalis**), umożliwiającą przepływ krwi z prawego do lewego przedsionka (→ ryc. 5.8). Po urodzeniu zastawka otworu owalnego zamyka ten otwór w wyniku wzrostu ciśnienia w lewym przedsionku (→ ryc. 5.10).

* Płaszczyzna przekroju e, f

Uwagi kliniczne

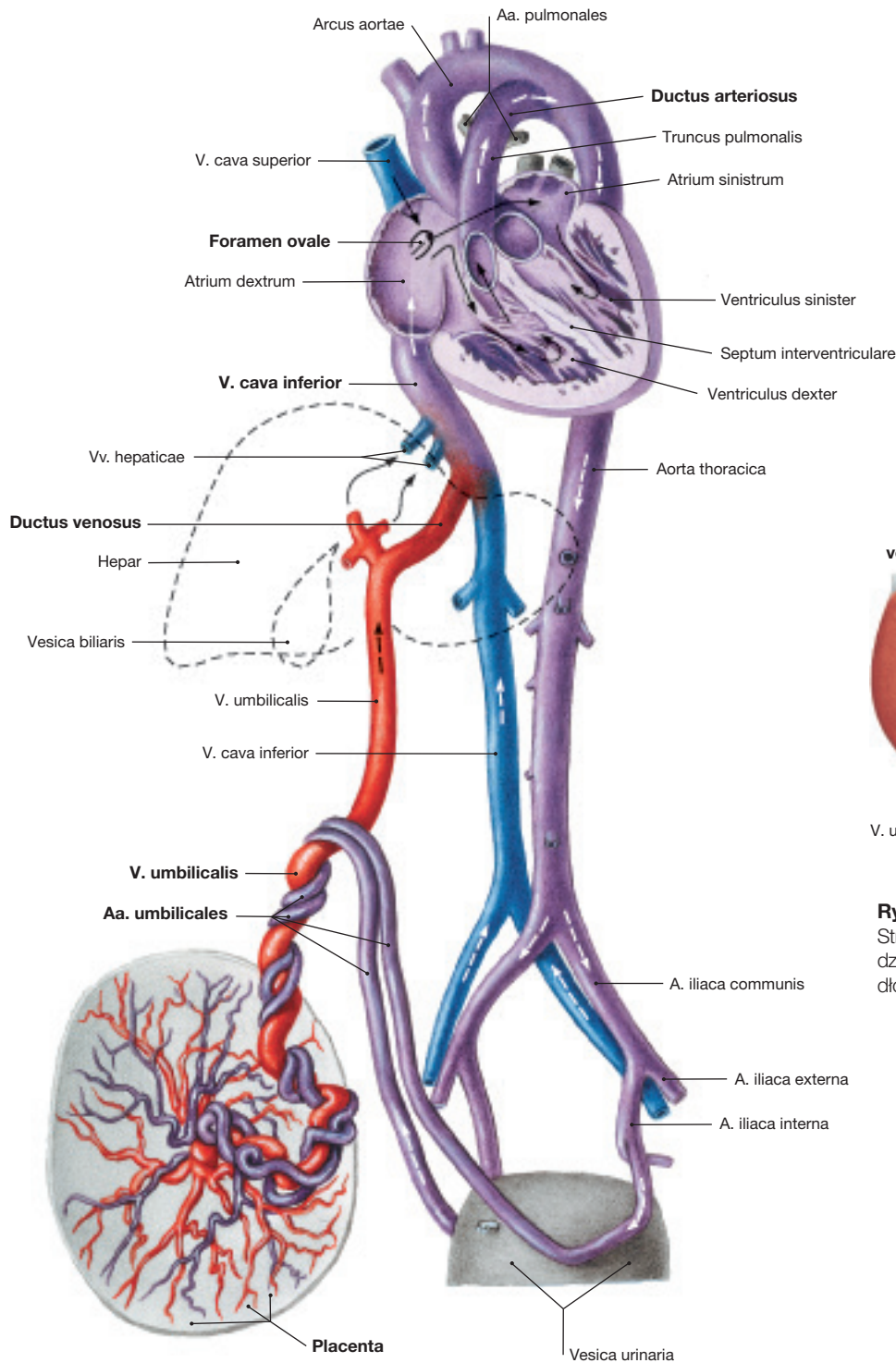
Wrodzone wady serca występują u 0,75% wszystkich noworodków i są tym samym najczęstszymi zaburzeniami rozwojowymi. Na szczęście nie wszystkie wady serca wymagają podjęcia leczenia, ponieważ nie są funkcjonalnie istotne. Aby zrozumieć powstawanie i kliniczne symptomy ważnych wad serca dzieci i młodzieży, należy zapoznać się przynajmniej z podstawami etapów rozwoju serca. Ze względu na ich medyczne znaczenie i ważność diagnostyczną w wielu specjalnościach, omówiono krótko najważniejsze wrodzone wady serca. Patofizjologicznie najczęstsze wady serca można podzielić na trzy grupy.:

- Najczęściej występują zaburzenia **przepływu pomiędzy lewym i prawym sercem** (ubytki przegrody międzykomorowej 25%, przetwały przewód tętniczy [→ s. 9] 12%), w których krew, wskutek podwyższonego ciśnienia w krążeniu ustrojowym, przepływa w kierunku od strony lewej do prawej w krążeniu płucnym. Podwyższone ciśnienie płucne prowadzi do niewydolności prawego serca, o ile nie jest podjęty zabieg operacyjny.

- Wady **przepływu pomiędzy stroną prawą i lewą** (tetralogia Fallota 9%, przemieszczenie dużych naczyń 5%) rozpoznaje się po niebieskim zabarwieniu skóry (sinica), kiedy uboga w tlen krew z krążenia płucnego przepływa do krążenia dużego.
- Trzecią grupę stanowią **wady związane ze zwężeniem** (zwężenie zastawki pnia płucnego, zwężenie zastawki aorty, zwężenie cieśni aorty [→ s. 9] każdorazowo 6%), w których dochodzi do przerostu odpowiedniej komory.

Tetralogia FALLOTA jest złożoną wadą, w której występują: ubytek w przegrodzie międzykomorowej, zwężenie zastawki pnia płucnego, przerost prawej komory oraz aorta w położeniu jeźdźca. Wskutek asymetrycznego podziału stożka tętniczego zastawka pnia płucnego jest zwężona, natomiast aorta jest przesunięta ponad przegrodę (w położeniu „jeźdźca”). Zwężenie zastawki pnia płucnego powoduje przerost prawego serca i przepływ z komory prawej do lewej przez ubytek przegrody międzykomorowej oraz powstanie sinicy.

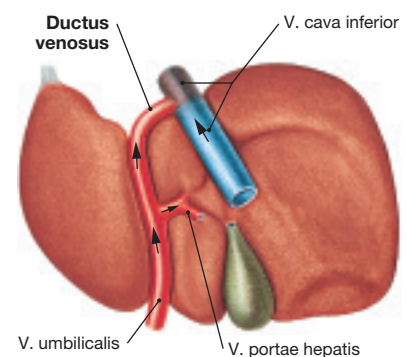
Krążenie prenatalne (płodowe)



Ryc. 5.8 Krążenie prenatalne (*circulatio fetalis*); schemat.

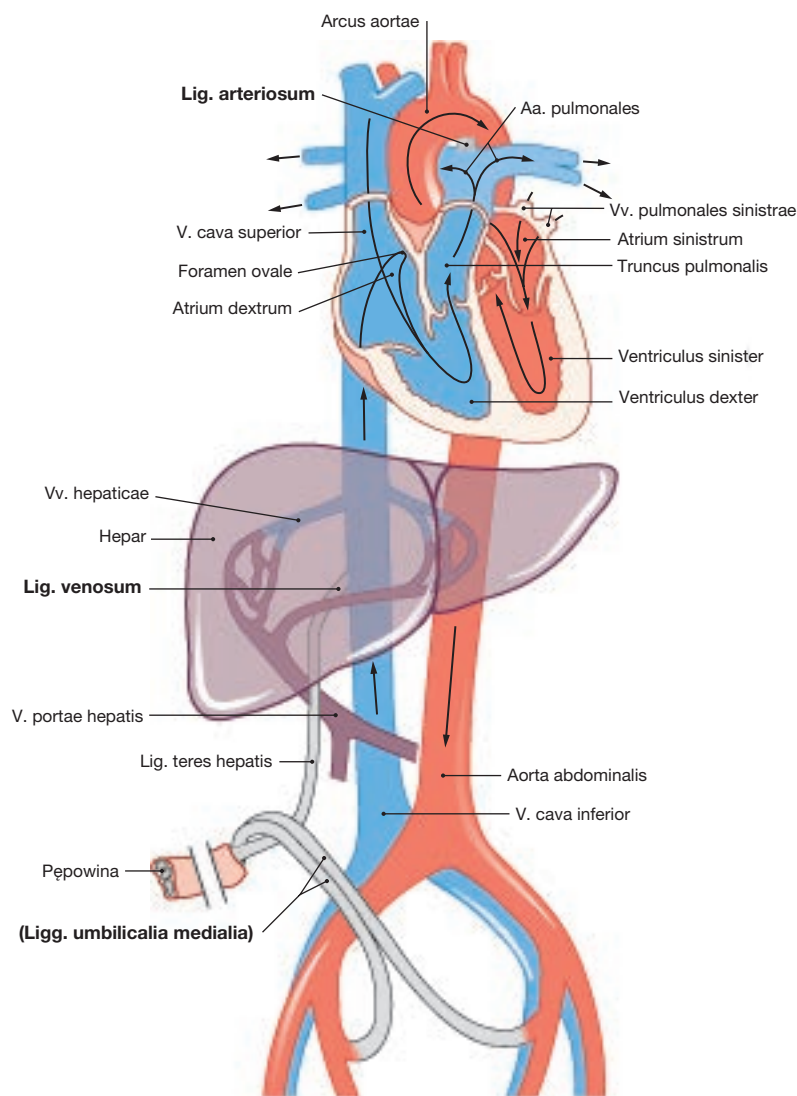
Na rycinie przedstawiono w różnych kolorach zawartość tlenu we krwi: bogata w tlen (czerwony), uboga w tlen (niebieski), zmieszana (fioletowy). Strzałki wskazują kierunek przepływu krwi.

Krążenie płodowe różni się od postnatalnego następującymi cechami: obecnością naczyń pępkowych, przewodu żylnego, przewodu tętniczego, otworu owalnego (→ ryc. 5.10). Uboga w tlen krew płodu przepływa przez tętnice pępkowe (**aa. ambilicales**), odchodzące od tętnic biodrowych wewnętrznych, do łożyska. Z łożyska utlenowana krew wraca żyłą



Ryc. 5.9 Wątroba płodu; widok od tyłu. Strzałki wskazują kierunek przepływu krwi. Po urodzeniu **ductus venosus** zarasta, tworząc więzadło żylne (**lig. venosum**).

pępkową do płodu, omijając wątrobę, w której jest duży opór naczyniowy, przez **przewód żylny**. Obecność zastawki przy ujściu żyły głównej dolnej (*valvula venae cavae inferioris*) powoduje, iż przeważająca objętość krwi przepływa przez **otwór owalny** do lewego przedsionka. Dzięki temu utlenowana krew najkrótszą drogą dopływa do narządów. Krew z żyły głównej górnej wpływa do prawej komory i następnie przez **przewód tętniczy** (dawniej **BOTALLA**) będący krótkim naczyniem, przepływa od pnia płucnego do aorty, omijając niefunkcjonalne krążenie płucne.



Ryc. 5.10 Schemat krążenia postnatalnego.

Podczas porodu krążenie łożyskowe zostaje przerwane. Rozprężenie płuc podczas oddechu uruchamia krążenie płucne, powodujące wzrost ciśnienia w lewym przedsionku. Po zmianie krążenia płodowego na postnatalne dochodzi do następujących zmian: połączenie (w formie wentyla) między prawym i lewym przedsionkiem przez otwór owalny zamyka się biernie przez wzrost ciśnienia w lewym przedsionku. Następnie zrasta się zastawka otworu owalnego z przegrodą wtórną. Po otworze owalnym pozostaje **dół owalny (fossa ovalis)**.

Przewód tętniczy zarasta w ciągu kilku dni i tworzy więzadło tętnicze lig. arteriosum (→ ryc. 5.13).

Przewód żylny zarasta po urodzeniu, tworząc **więzadło żyłne (lig. venosum)** we wrotach wątroby.

Żyła pępowinowa, po zarośnięciu, tworzy **więzadło obłe wątroby (lig. teres hepatis)** rozciągające się między ścianą brzucha i wątrobą. Dalsze części tętnic pępkowych tworzą prawe i lewe więzadła pępkowe przysródkowe (**lig. umbilicale mediale**), stanowiące podłoże fałdów pępkowych przysródkowych na powierzchni wewnętrznej przedniej ściany brzucha.

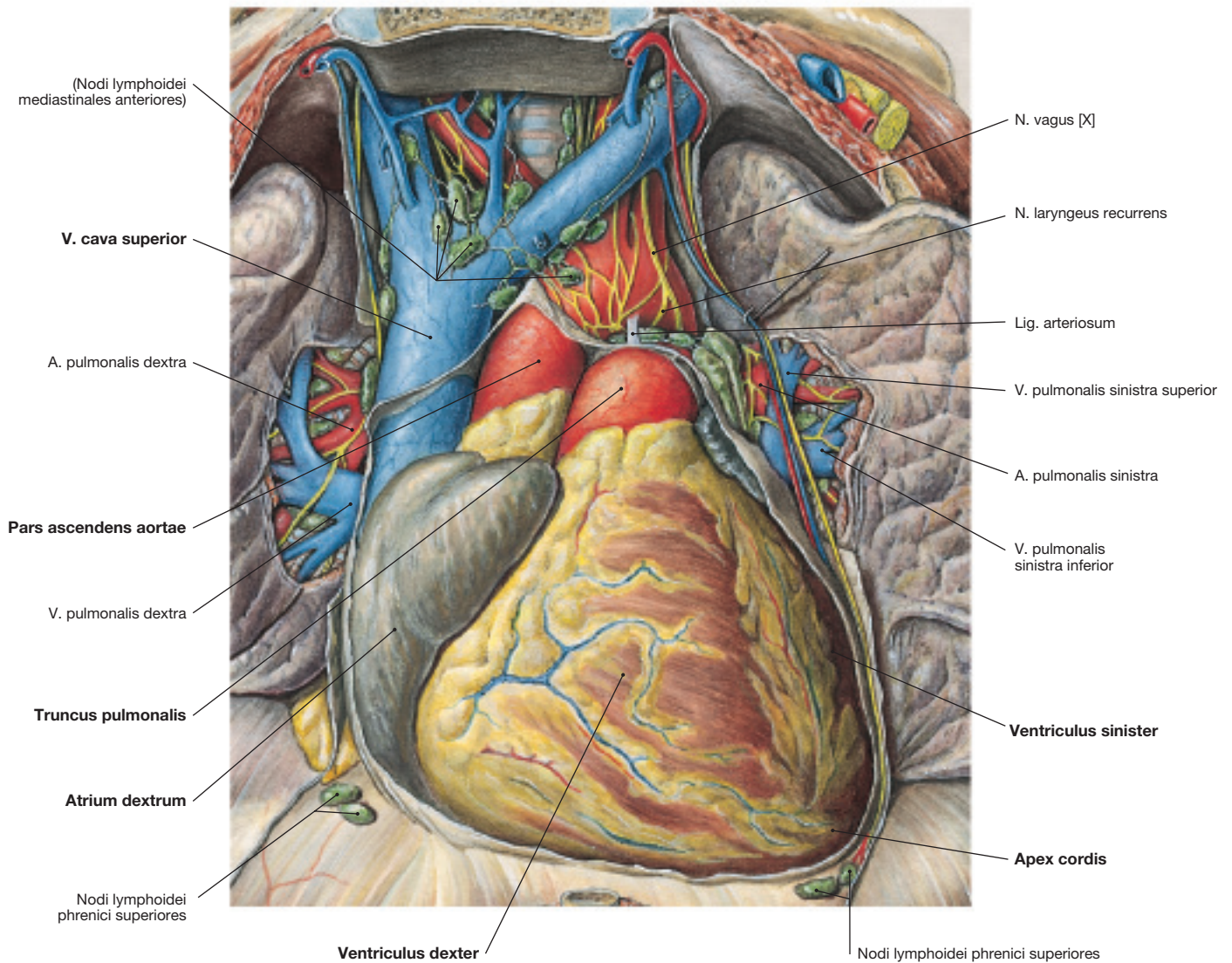
Uwagi kliniczne

Przetrwwały przewód tętniczy (ductus arteriosus persistens): ponieważ prostaglandyna E_2 wpływa rozszerzająco na przewód tętniczy, podanie substancji hamującej syntezę prostaglandyny może spowodować zamknięcie otworu i ewentualne uniknięcie operacji. Ponieważ substancje te stosowane są obecnie jako przeciwzapalne i przeciwbólowe, mogą one również spowodować u ciężarnych przedwczesne zamknięcie płodowego otworu owalnego.

Niezamknięty otwór owalny: u około 20% dorosłych powstaje, dające się stwierdzić sondą, okienko w miejscu otworu owalnego, które jest nieistotne czynnościowo. Może to jednak doprowadzić do przechodzenia skrzepin z kończyn dolnych do krążenia dużego i powstania zawałów w narządach i udarów mózgowia.

Zwężenie cieśni aorty: jeżeli zarastanie przewodu tętniczego przemieszcza się na leżący poniżej odcinek łuku aorty, dochodzi do zwężenia cieśni aorty. W następstwie dochodzi do przerostu lewego serca i nadciśnienia w górnej połowie ciała. W dolnej części ciała ciśnienie jest za niskie. Badaniem stwierdza się skurczowe szmery pomiędzy łopatkami, jak również ubytki w obrębie żeber na zdjęciach rentgenowskich spowodowane krążeniem obocznym między tętnicami międzyżebrowymi i tętnicą piersiową wewnętrzną. Zwężenie to musi być leczone operacyjnie lub poprzez poszerzenie, ponieważ w przeciwnym razie dochodzi w młodym wieku do niewydolności serca i udarów mózgu.

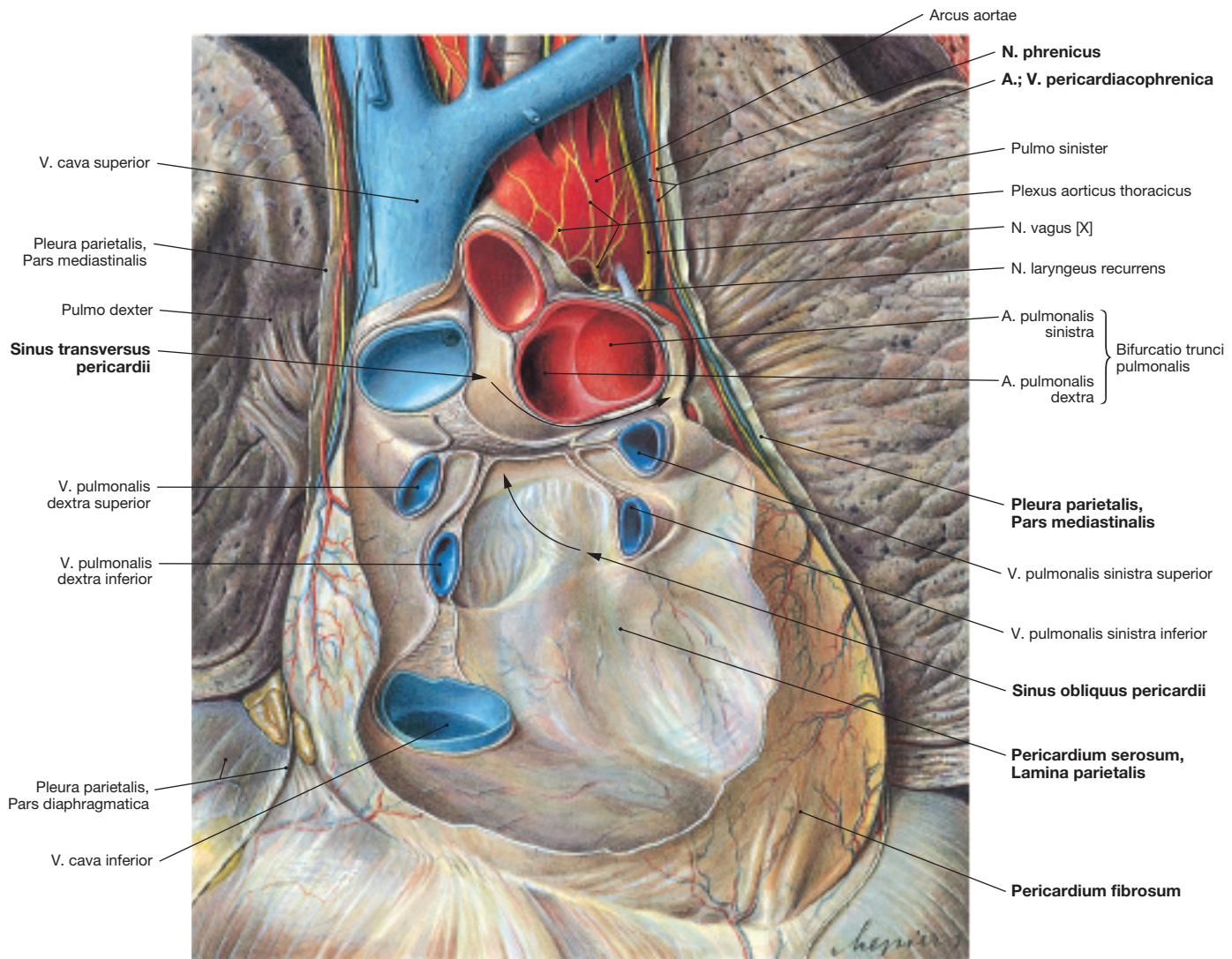
Polożenie serca



Ryc. 5.11 Położenie serca, cor, w klatce piersiowej, situs cordis; widok od przodu po otwarciu osierdzia.

Serce leży w jamie osierdziowej (cavitas pericardiaca) w dolnym środkowym śródpiersiu. W sercu wyróżnia się szeroką podstawę, skierowaną ku górze oraz ku stronie prawej i odpowiadającą płaszczyźnie zastawek u wyjścia dużych naczyń. Koniuszek serca (apex cordis) skierowany jest w lewo i ku dołowi. Podstawę z koniuszkiem łączy **długa oś serca** (12 cm), która przebiega ukośnie w klatce piersiowej od góry i od tyłu ku przodowi i dołowi, tworząc **ze wszystkimi trzema płaszczyznami powierzchni** kąt 45°.

W sercu wyróżnia się cztery powierzchnie (→ ryc. 5.2). Powierzchnia przednia, mostkowo-żebrowa (facies sternocostalis), utworzona jest głównie przez prawą komorę. Powierzchnia dolna spoczywa na przeponie (facies diaphragmatica) i składa się częściowo z prawej i lewej komory. Powierzchnia ta odpowiada klinicznie „ścianie tylnej” w diagnostyce EKG, jeśli przykładowo mówi się o zawale tylnej ściany serca. Powierzchnię płucną (facies pulmonalis) po stronie prawej tworzy prawy przedsionek, a po lewej lewa komora.



Ryc. 5.12 Osierdzie, pericardium; widok od przodu, po usunięciu przedniej ściany osierdzia i wyjęciu serca. Osierdzie obejmuje serce, stabilizuje jego położenie i umożliwia pozbawione tarcia skurcze. Składa się ono od zewnątrz z osierdzia włóknistego (**pericardium fibrosum**) oraz leżącego wewnątrz osierdzia surowiczego (**pericardium serosum**). Osierdzie surowicze posiada blaszkę ścienną (lamina parietalis), która ku przodowi od wyjścia dużych naczyń jako blaszka trzewna (lamina visceralis), czyli **epicardium**, otacza zewnętrzną powierzchnię serca. Na tylnej powierzchni przedsionków fałdy przechodzącego nasierdzia w osierdzie tworzą ramie pionowe pomiędzy żyłami głównymi górną i dolną oraz ramie poziome pomiędzy żyłami płucnymi górnymi prawą i lewą. W ten sposób na tylnej ścianie osierdzia powstają dwie oddzielne przestrzenie (sinus pericardii, strzałki).

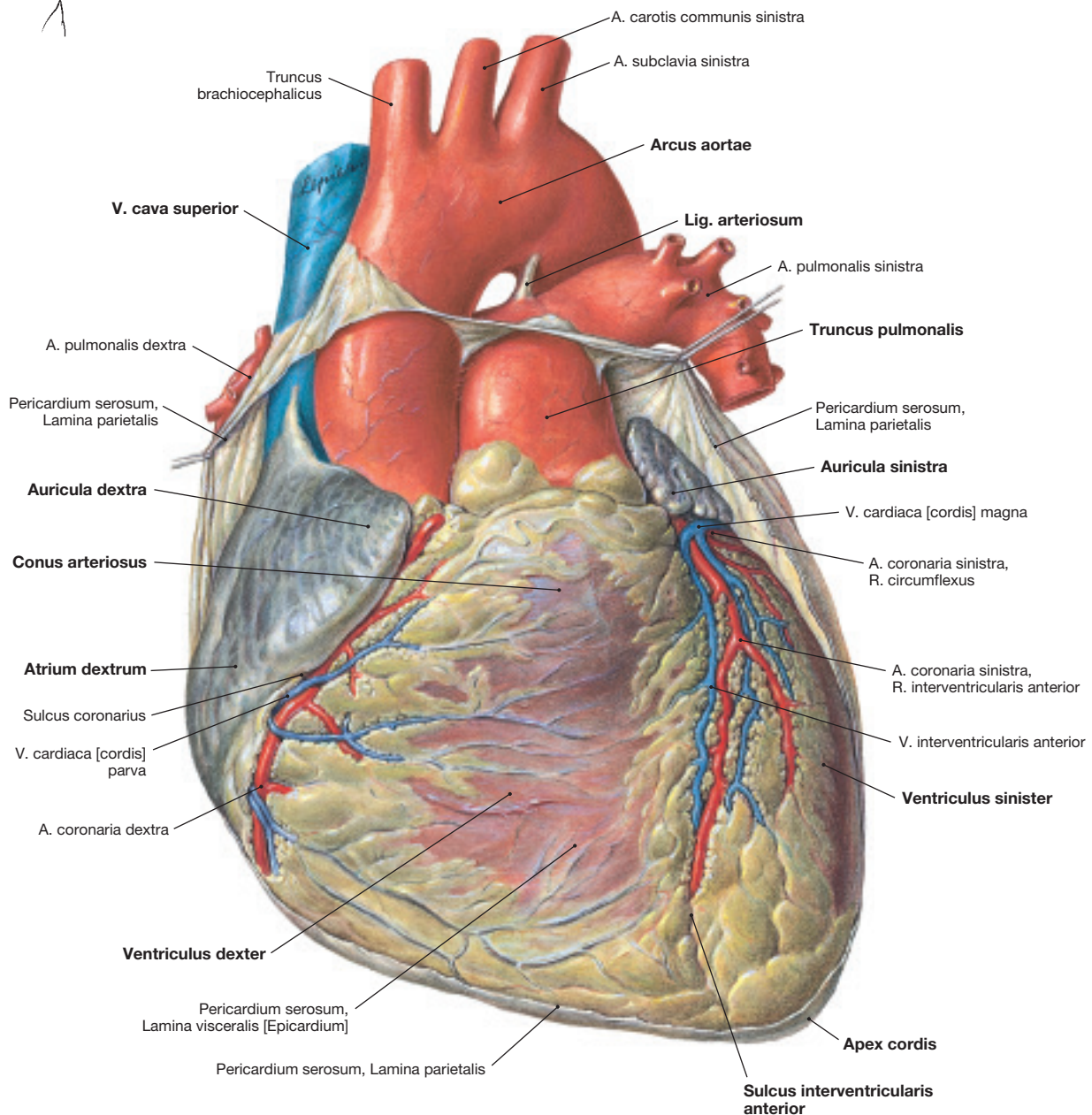
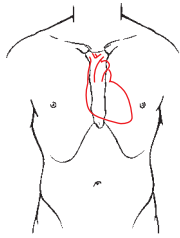
- **Sinus transversus pericardii:** powyżej ramienia poziomego, pomiędzy żyłą główną górną i aortą oraz pniem płucnym
 - **Sinus obliquus pericardii:** poniżej poziomego ramienia pomiędzy obustronnymi żyłami płucnymi
- Pericardium fibrosum** połączone jest:
- ze środkiem ścięgnięciem przepony
 - z tylną powierzchnią mostka (ligg. sternopericardiaca)
 - z rozwidleniem tchawicy (membrana bronchopericardiaca)
- Od wewnątrz do osierdzia przylega **pleura parietalis, pars mediastinalis**. Pomiedzy obydwoma błonami przebiegają nerw przeponowy (n. phrenicus) i naczynia osierdziowo-przeponowe (vasa pericardiacophrenica). Nasierdzie jest blaszką trzewną osierdzia surowiczego.

Uwagi kliniczne

W jamie osierdziowej znajduje się zazwyczaj 15–35 ml surowiczego płynu. Osierdzie wraz z sercem zawiera jednakże 700–1100 ml. W niewydolności serca lub zapaleniu osierdzia (**pericarditis**) płyn może się gromadzić w jamie osierdziowej, obciążając czynność serca. Podczas

pęknięcia ściany serca po zawale lub uszkodzeniu (ugodzenie nożem) może dojść do **tamponady osierdzia**, w czasie której krew hamuje czynność serca, prowadząc najczęściej do śmierci.

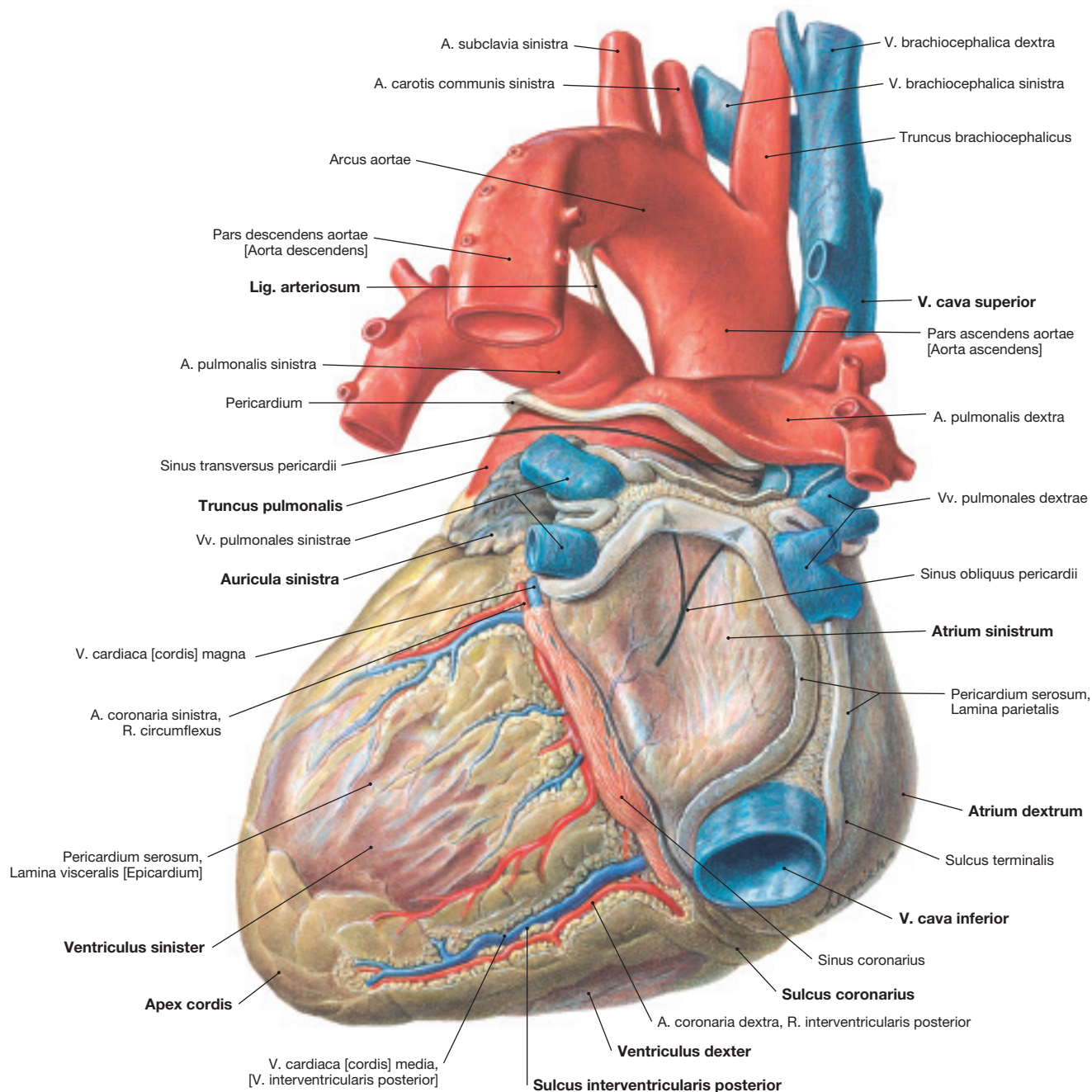
Serce



Ryc. 5.13 Serce, cor; widok od przodu.

Serce waży 250–300 g i ma wielkość zbliżoną do pięści danej osoby. Koniuszek (apex cordis) skierowany jest ku dołowi i ku stronie lewej. Podstawa odpowiada położeniu **sulcus coronarius**, w którym między innymi przebiega a. coronaria dextra. Serce składa się, po stronie lewej i prawej, z jednej komory (ventriculus) i przedsionka (atrium). Na przedniej powierzchni (facies sternocostalis) zaznacza się przegroda międzykomorowa (septum interventriculare) w miejscu bruzdy międzykomorowej przedniej, **sulcus interventricularis anterior**, w której przebiega r. interventricularis anterior t. wieńcowej lewej (a. coronaria sinistra). Na powierzchni dolnej (facies diaphragmatica) granicę komór zaznacza bruzda międzykomorowa

tylna, **sulcus interventricularis posterior** (→ ryc. 5.14). Prawa komora, przed przejściem w pień płucny, poszerza się w stożek tętniczy (conus arteriosus). Początek aorty z lewej komory jest niewidoczny od zewnątrz z powodu jej spiralnego przebiegu ku tyłowi od pnia płucnego. Aorta rozpoczyna się po stronie prawej pnia płucnego, który połączony jest z łukiem aorty więzadłem płucnym (lig. arteriosum), będącym pozostałością po krążeniu płodowym (→ ryc. 5.8). Obydwa przedsionki posiadają ślepo zakończone workowate uszka serca (auriculae dextra et sinistra). Do prawego przedsionka uchodzą żyły główne górna i dolna, a do lewego przedsionka uchodzą cztery żyły płucne.



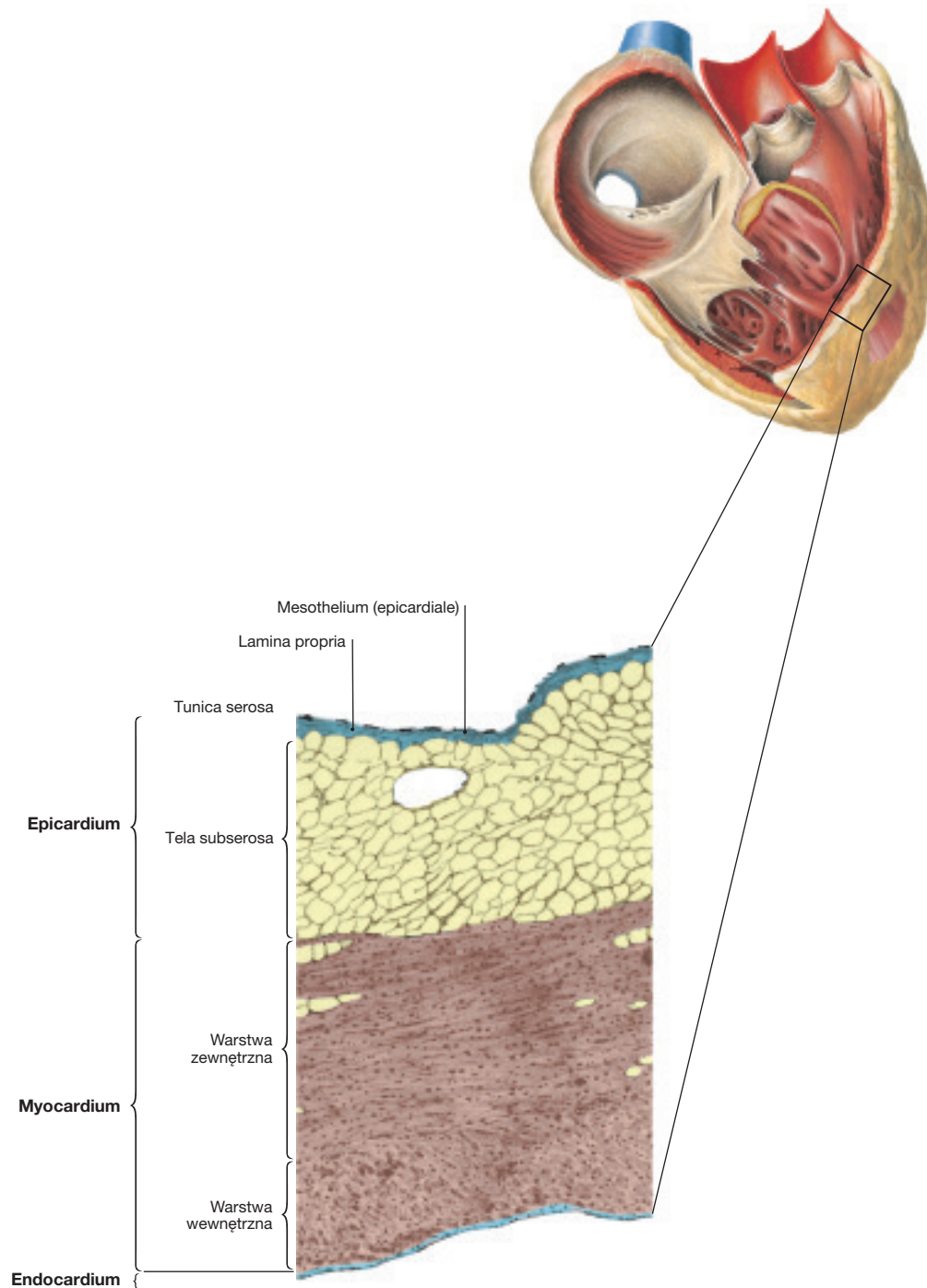
Ryc. 5.14 Serce, cor; widok od tyłu (objaśnienie → ryc. 5.13).

Uwagi kliniczne

Większość serc oglądanych na ćwiczeniach prosekcyjnych jest powiększona. Wskazuje to na częste schorzenia serca związane z przerostem (**hypertrophia**), np. w nadciśnieniu, lub poszerzeniem (dilatatio), np. w nadużywaniu alkoholu lub schorzeniach wirusowych. U wyczynowych sportowców (trening, anaboli) serce może osiągnąć

ciężar 500 g. Określa się to jako **krytyczny ciężar serca**, powyżej którego niemożliwe jest wystarczające ukrwienie, co może prowadzić do zawałów serca. W warunkach patologicznych serce może osiągnąć ciężar 1100 g, co określa się jako serce bydlęce (**cor bovinum**).

Ściana serca

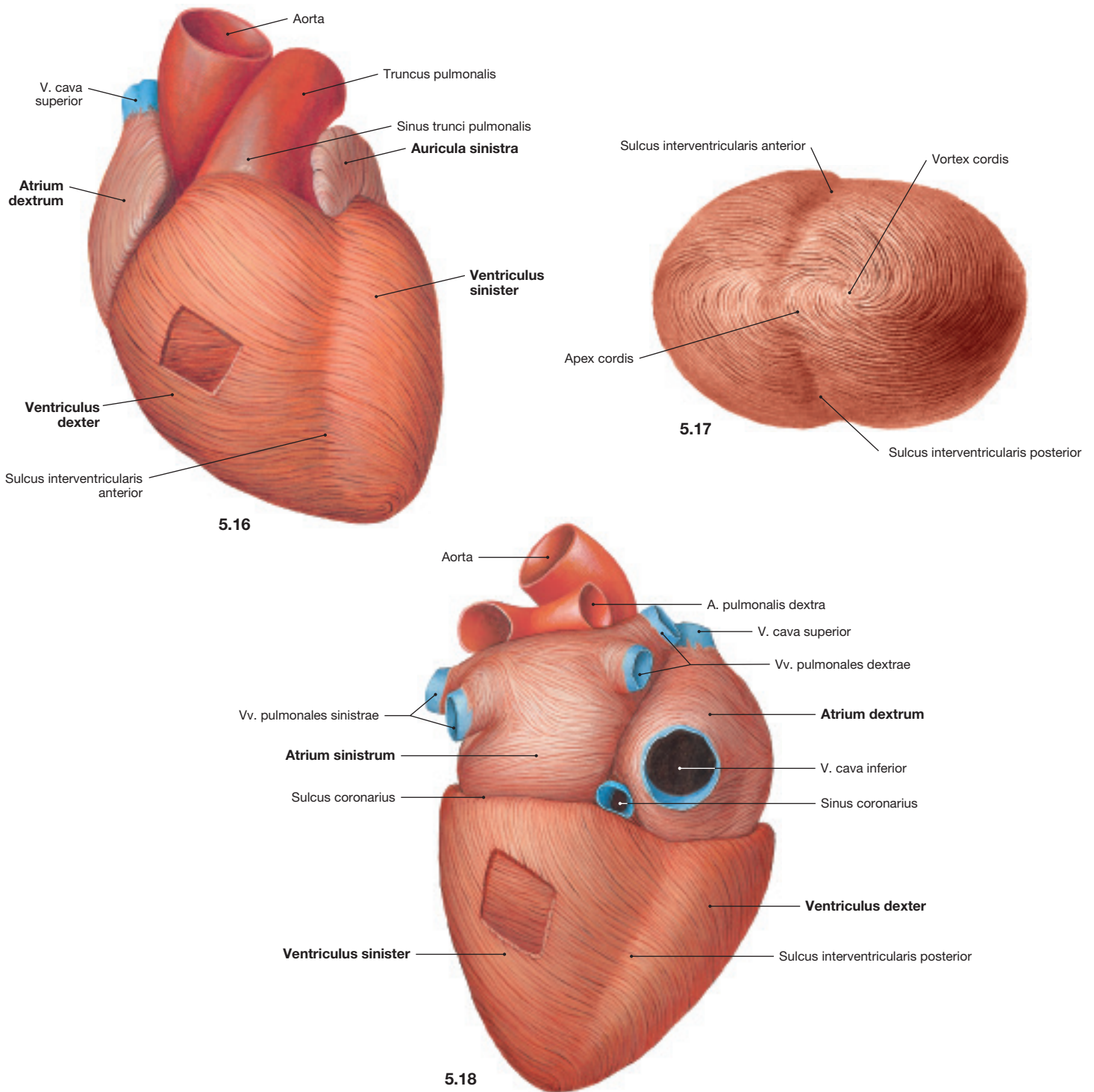


Ryc. 5.15 Budowa ściany serca; wycinek z prawego przedsionka (wg [2]).

Ściana serca zawiera trzy warstwy:

- **Wsierdzie (endocardium);** zbudowane ze śródbłonna i tkanki łącznej, wyścielające wewnętrzną powierzchnię
- **Śródsierdzie (myocardium);** mięsień sercowy zbudowany z komórek mięśniowych
- **Nasierdzie (epicardium);** błona surowicza i podsurowicza pokrywająca powierzchnię zewnętrzną i odpowiadająca blaszce trzewnej osierdzia surowiczego. Tkanka podsurowicza u ludzi zawiera dużo białej tkanki tłuszczowej, w której znajdują się naczynia krwionośne i nerwy serca.

Mięsień sercowy



Ryc. 5.16 do 5.18 Mięsień sercowy, myocardium; widok od przodu (→ ryc. 5.16), od koniuszka serca (→ ryc.5.17) i od tyłu, i dołu (→ ryc. 5.18).

Włókna mięśnia sercowego składają się z pojedynczych kardiomiocytów i przebiegają ukośnie wokół serca. W ścianie przedsionków i prawej ko-

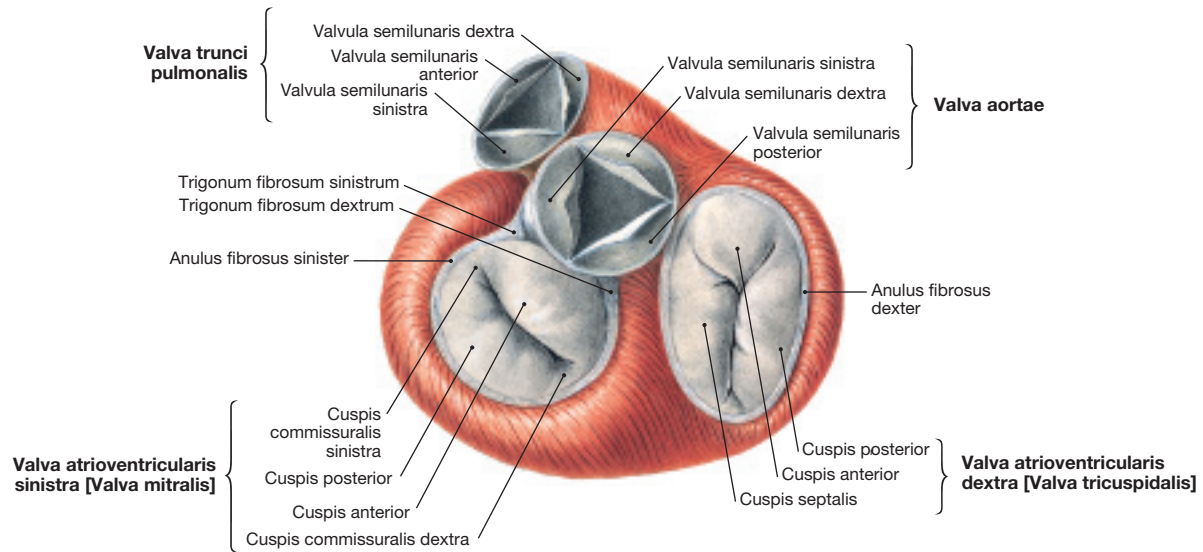
mory tworzą one dwie warstwy, a w lewej komorze nawet trzy warstwy. Mięsień sercowy oraz cała ściana serca w obrębie lewej komory są dużo grubsze, ponieważ komora ta pompuje krew do krążenia ustrojowego pod wyższym ciśnieniem aniżeli komora prawa. Grubość ściany prawej komory wynosi 3–5 mm, a lewej 8–12 mm.

Uwagi kliniczne

Przy grubości ściany **lewej komory powyżej 15 mm** dochodzi do jej przerostu, który może być wynikiem podwyższonego ciśnienia lub zwężeniem zastawki aorty. Przerost **prawej komory** następuje po-

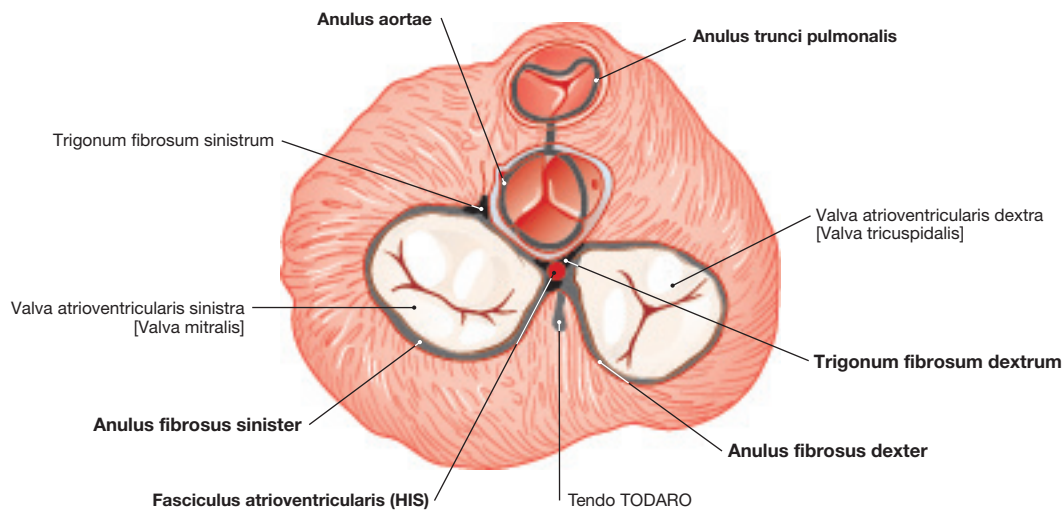
wyżej **5 mm** grubości tej ściany. Oprócz zwężenia zastawki pnia płucnego może dojść do nadciśnienia płucnego, spowodowanego przez przewlekłe obturacyjne schorzenia płuc, np. astmę lub zatopy płuc.

Zastawki serca i szkielet serca



Ryc. 5.19 Zastawki serca, valvae cordis; widok od góry, po usunięciu przedsionków, aorty i pnia płucnego, Serce ma dwie **zastawki z płatkami w formie żagli** (valvae cuspidales), po jednej między przedsionkiem i komorą. Zastawka przedsionkowo-komorowa prawa (valva atrioventricularis dextra) składa się z trzech płatków (**valva tricuspidalis**). Zastawka przedsionkowo-komorowa lewa (valva atrioventricularis sinistra) zwana mitralną (**valva bicuspidalis, valva mitralis**) ma dwa płatki. Do płatków zastawek przyczepiają się struny ścięgnowe (chordae tendineae) odchodzące od mięśni brodawkowatych

i zapobiegające odchyłaniu zastawek do przedsionków. Pomiedzy komorami i dużymi tętnicami znajdują się zastawki tętnicze **aorty** (valva aortae) po stronie lewej i **pnia płucnego** (valva trunci pulmonalis) po stronie prawej, zbudowane z płatków w formie półksiężyców (valvulae semilunares). W fazie skurczu (**systole**), kiedy krew pompowana jest z komór do dużych naczyń, **zastawki tętnicze otwierają się**, a zastawki przedsionkowo-komorowe zamykają się. W fazie wypełniania, rozkurczu (**diastole**) **zastawki przedsionkowo-komorowe otwierają się** i krew z przedsionków wpływa do komór. Zastawki tętnicze są wtedy zamknięte.



Ryc. 5.20 Szkielet serca; widok od góry, schemat (wg [2]). Zastawki serca umocowane są w szkielecie serca, który tworzy łącznotkankowe pierścienie włókniste (anuli fibrosi dexter et sinister) wokół zastawek przedsionkowo-komorowych (valvae atrioventriculares), jak również pierścienie włókniste wokół zastawek tętniczych. Między pierścieniami włóknistymi znajduje się trójkąt włóknisty prawy (trigonum fibrosum dextrum), przez który przechodzi pęczek HISA z prawego przedsionka do

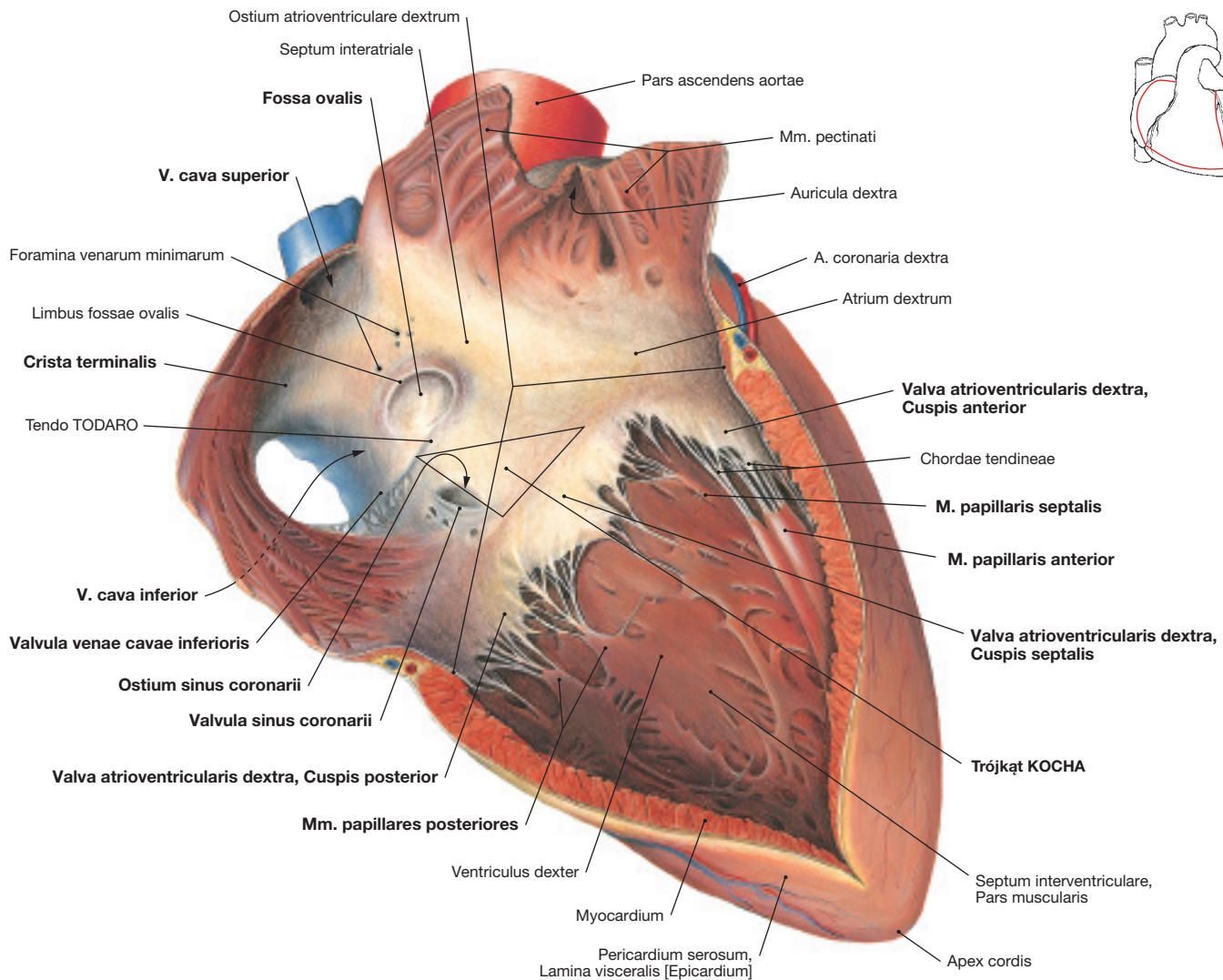
przegrody międzykomorowej, stanowiący część układu bodźcoprzewodzącego. Szkielet serca jest nie tylko stabilizatorem zastawek, lecz także pełni funkcję izolatora elektrycznego przedsionków i komór, ponieważ wszystkie komórki mięśnia sercowego przyczepiają się do szkieletu i nie ma możliwości przewodzenia pobudzenia z przedsionków do komór. Dlatego przewodzenie to odbywa się przez pęczek przedsionkowo-komorowy (HISA).

Uwagi kliniczne

Szmermy serca powstają przy zwężeniu zastawek (stenosis) lub ich niedomykalności (insufficiencia). Szmermy te są najgłośniejsze w miejscach osłuchiwania zastawek (→ ryc. 5.1). Jeżeli szmer występuje w czasie skurczu, **systole** (a więc między pierwszym i drugim tonem serca), przemawia to za **niewydolnością** zastawki **przedsionkowo-komorowej**, która w tej fazie powinna być zamknięta. Jeżeli szmer ponad zastawką występuje w rozkurczu (diastole), świadczy to o zwę-

żeniu (stenosis), ponieważ w tej fazie zastawki te powinny być otwarte. Odnosnie do **zastawek tętniczych** mechanizm jest **odwrotny**. Zwężenie zastawek może być wrodzone lub nabyte (choroby reumatyczne, bakteryjne zapalenie wsierdzia – endocarditis). Niewydolność serca jest najczęściej nabyta i może być skutkiem zawału serca w wyniku uszkodzenia mięśni brodawkowatych, które mocują zastawki przedsionkowo-komorowe.

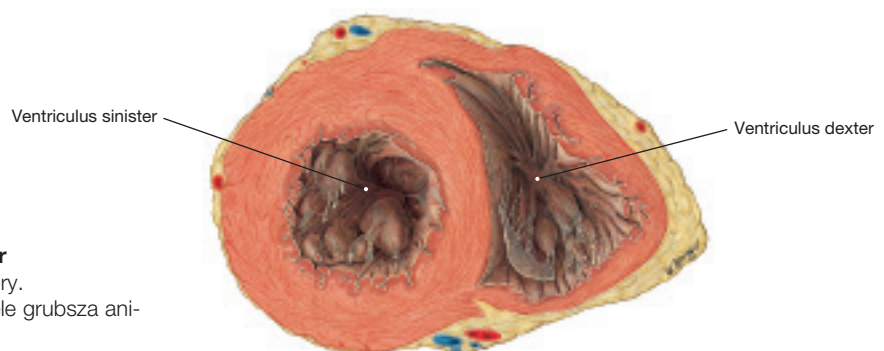
Jamy serca



Ryc. 5.21 Prawy przedsionek, atrium dextrum, i prawa komora, ventriculus dexter; widok od przodu.

Prawy przedsionek składa się z części o gładkiej powierzchni wewnętrznej, zatoki żył głównych (sinus venarum cavarum) oraz części, której wewnętrzną powierzchnię tworzą mięśnie grzebieniaste (mm. pectinati). Między obydwiema częściami leży **grzebień graniczny (crista terminalis)**, który jest ważną strukturą orientacyjną, ponieważ na jego wysokości od strony zewnętrznej (podnasierdziowej), między ujściem żyły głównej górnej i prawym uszkiem serca (auricula dextra), leży węzeł zatokowy układu bódźcoprzewodzącego (→ s. 20–21). W przegrodzie międzyprzedsionkowej (septum interatriale) znajduje się dół owalny (fossa ovalis), pozostałość po otworze owalnym, ograniczony rąbkami otworu owalnego (limbus fossae ovalis). Ujście **zatoki wieńcowej** (ostium sinus coronarii), która jest największą żyłą serca, posiada zastawkę (valvula sinus coronarii). Również otwór żyły głównej dolnej zaopatrzony jest w zastawkę (valvula venae cavae inferioris), która jednakże nie zamyka światła żyły. W prawym

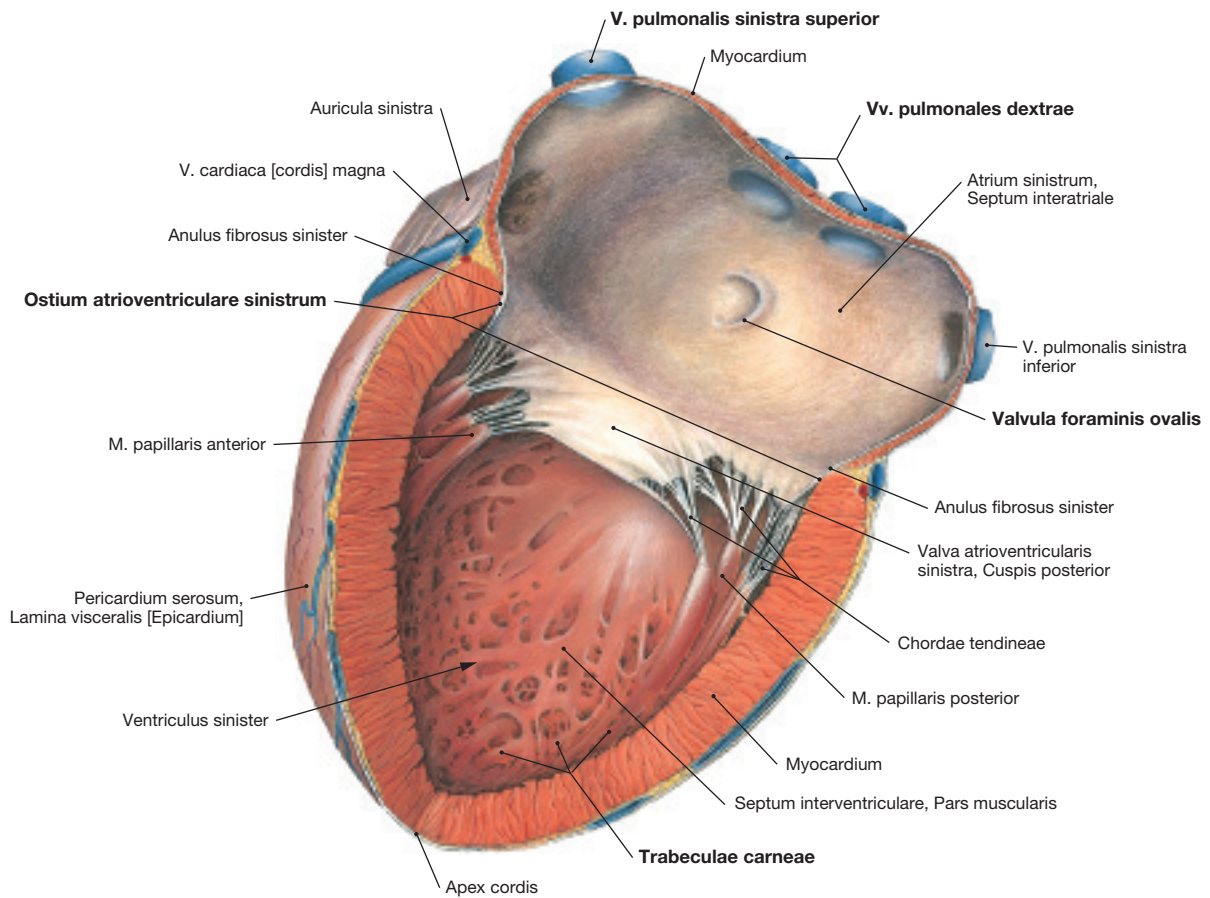
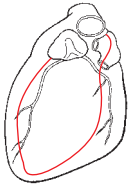
przedsionku znajdują się także ujścia żył najmniejszych serca (foramina venarum minimarum). W przedłużeniu zastawki żyły głównej dolnej leży ścięgno TODARO (tendo valvulae venae cavae inferioris). Jest ono także ważną strukturą orientacyjną, ponieważ wspólnie z ujściem zatoki wieńcowej i zastawką trójdzielną ogranicza trójkąt KOCHA, w którym leży węzeł przedsionkowo-komorowy (→ ryc. 5.25 do → 5.27). W prawej komorze znajdują się trzy mięśnie (mm. papillares anterior, posterior et septalis), do których, przez struny ścięgliste (chordae tendineae), umocowane są trzy płatki zastawki przedsionkowo-komorowej. Od strony przegrody międzykomorowej (septum interventriculare) widoczna jest tutaj tylko część mięśniowa. Od niej odchodzą (niewidoczne na rycinie) włókna układu bódźcoprzewodzącego do mięśnia brodawkowatego przedniego (**m. papillaris anterior**). Połączenie to nazywa się beleczką przegrodowo-brzezną (**trabecula septomarginalis**) lub moderatorem LEONARDO DA VINCI (→ ryc. 5.27).



Ryc. 5.22 Lewa i prawa komora, ventriculus sinister et ventriculus dexter; przekrój poprzeczny, widok od góry.

Ściana lewej komory ma silniejszą mięśniówkę i jest o wiele grubsza aniżeli ściana prawej komory.

Jamy serca

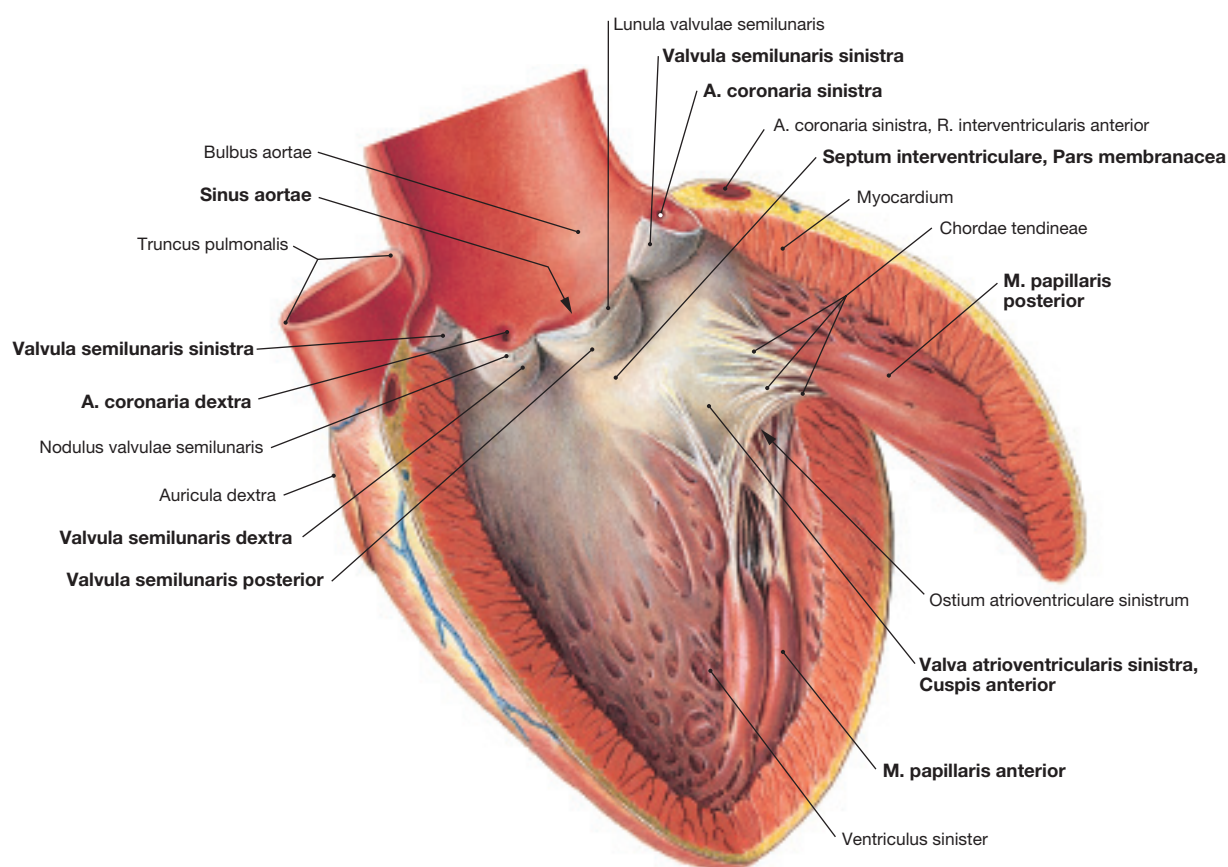


Ryc. 5.23 Lewy przedsionek, atrium sinistrum, i lewa komora, ventriculus sinister; widok od strony bocznej.

Lewy przedsionek posiada uszko serca (auricula sinistra). Uchodzą do niego cztery żyły płucne (vv. pulmonales). Ze ściany przegrodowej wystaje listewka w kształcie sierpa, zastawka otworu owalnego (valvula forami-

nis ovalis). Jest ona pozostałością po przegrodzie pierwszej w rozwoju serca (→ ryc. 5.7). Ujście przedsionkowo-komorowe lewe, prowadzące do lewej komory, zaopatrzone jest w zastawkę dwudzielną. Ściana komory nie jest gładka, lecz pokryta beleczkami mięśniowymi (trabeculae carneae).

Jamy serca

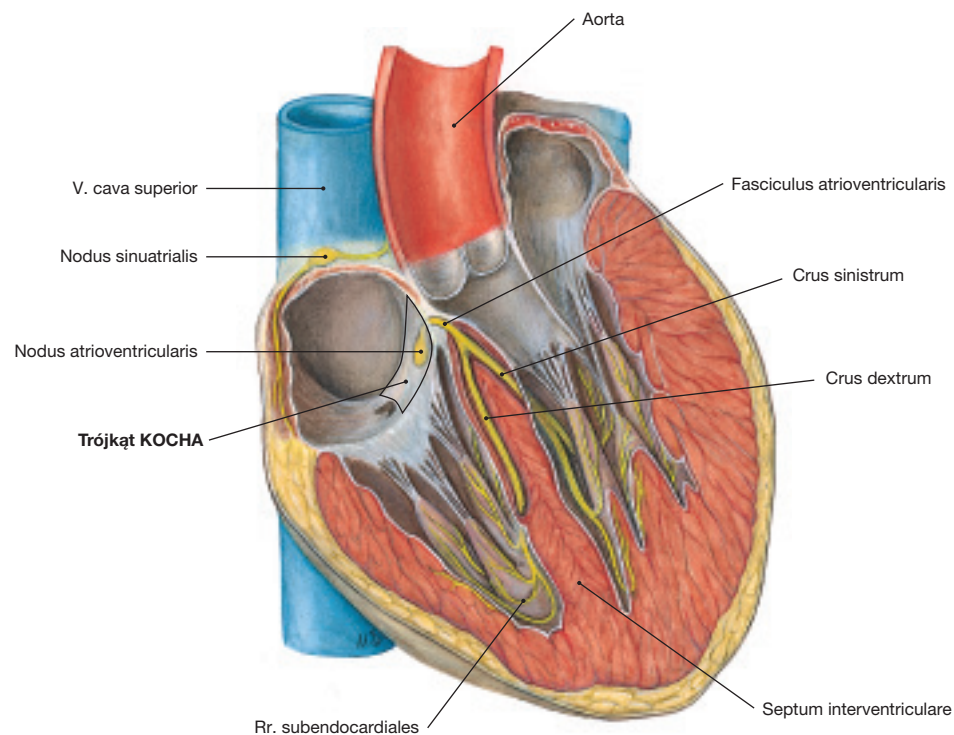


Ryc. 5.24 Lewa komora, ventriculus sinister; widok od strony bocznej.

Zastawka mitralna (valva antrioventricularis sinistra) składa się tylko z dwóch płatków odpowiadających **dwom mięśniom brodawkowatym** (mm. papillares anterior et posterior). Pod zastawką mitralną znajduje się wielkości ok. 1 cm² część błoniasta (**pars membranacea**) przegrody

międzykomorowej. Większa część przegrody składa się z mięśnia (pars muscularis). Poprzez zastawkę aorty (valva aortae) zaopatrzoną w **trzy płatki półksiężycowate (valvulae semilunares)** krew przepływa do poszerzonej części aorty, zwanej opuszką (bulbus aortae). Poza płatkami półksiężycowatymi jest zatoka aorty (sinus aortae), w której rozpoczynają się obydwie **tętnice wieńcowe** (aa. coronariae dextra et sinistra).

Układ bodźcoprzewodzący



Ryc. 5.25 Układ bodźcoprzewodzący (complexus stimulans et systema conducente cordis) wzdłuż osi serca na przekroju w sercu.

Układ bodźcoprzewodzący serca zbudowany jest ze zmodyfikowanych komórek mięśnia sercowego (nie są to włókna nerwowe). Układ zawiera cztery części:

- **Węzeł zatokowo-przedsionkowy** (nodus sinuatrialis, KEITH-FLACKA)
- **Węzeł przedsionkowo-komorowy** (nodus atrioventricularis, ASCHOFFA -TAWARY)
- **Pęczek przedsionkowo-komorowy** (fasciculus atrioventricularis, HIS)
- Odnogi (crus dextrum et sinistrum, TAWARA)

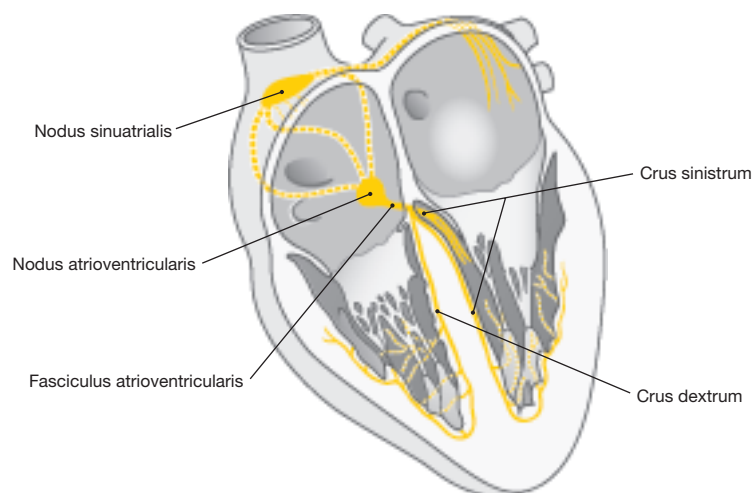
Pobudzenie generowane jest samoistnie w węźle zatokowo-przedsionkowym przez spontaniczną depolaryzację komórek mięśniowych z częstotliwością około 70/minutę. **Węzeł zatokowo-przedsionkowy**, wielkości ok. 3×10 mm, leży podnasierdziowo w ścianie prawego przedsionka, pomiędzy ujściem żyły głównej górnej a prawym uszkiem w rynnie (sulcus terminalis cordis), które odpowiada od wewnątrz grzebieniowi granicznemu (crista terminalis). Czasami w miejscu węzła znajduje się podnasierdziowa tkanka tłuszczowa, i jest on wtedy widoczny gołym okiem. Do

tego węzła dochodzi oddzielna tętnica (r. nodi sinuatrialis), która najczęściej odchodzi od t. wieńcowej prawej. Z węzła zatokowo-przedsionkowego pobudzenie przemieszcza się przez mięsień sercowy **do węzła przedsionkowo-komorowego**, który nieznacznie je spowalnia, ażeby umożliwić odpowiednie wypełnienie komory.

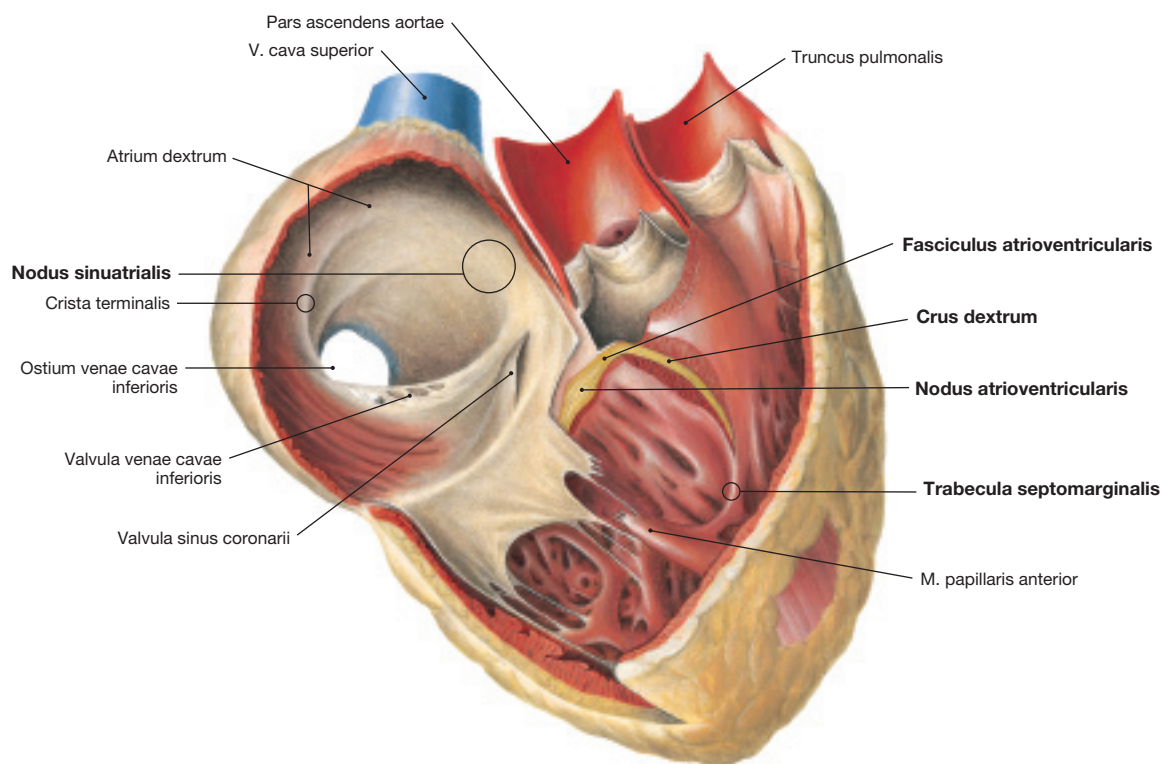
Węzeł przedsionkowo-komorowy jest wielkości ok. 5×3 mm i leży w trójkącie KOCHA w części mięśniowej przegrody międzykomorowej. Trójkąt KOCHA ograniczają: ścięgno TODARO, ujście zatoki wieńcowej i płatek przegrodowy zastawki trójdzielnej (→ ryc. 5.21). Węzeł zatokowo-przedsionkowy posiada również własną tętnicę (r. nodi atrioventricularis), która odchodzi od dominującej tętnicy (najczęściej t. wieńcowej prawej) jako odgałęzienie t. międzykomorowej tylnej (r. interventricularis posterior).

Pobudzenie z węzła przedsionkowo-komorowego przemieszcza się do pęczka HISA (ok. 4×20 mm), który przebiega przez trójkąt włóknisty prawy, a stąd do przegrody międzykomorowej. W części błoniastej przegrody **pęczek HISA** dzieli się na dwie **odnogi**. Lewa odnoga TAWARY rozgałęzia się na pęczki: przedni, przegrodowy i tylny, dochodzące do odpowiednich części mięśnia sercowego, mięśni brodawkowatych i koniuszka serca. Prawa odnoga rozgałęzia się podwsierdziowo w przegrodzie, aż do koniuszka serca i dochodzi do mięśnia brodawkowatego przedniego przez beleczkę przegrodowo-brzezną (→ ryc. 5.27).

Układ bodźcoprzewodzący



Ryc. 5.26 Układ bodźcoprzewodzący serca; schemat.

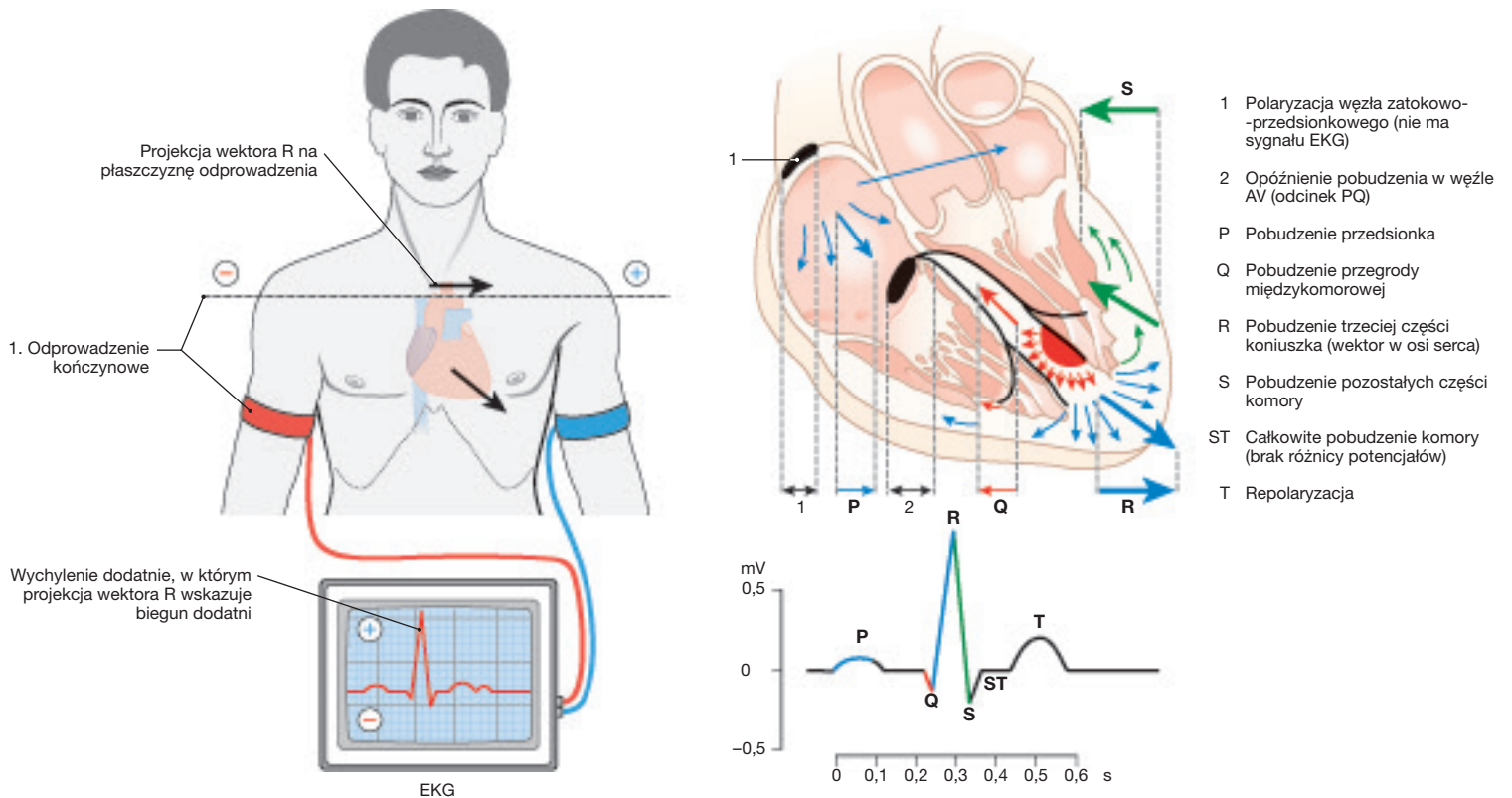


Ryc. 5.27 Układ bodźcoprzewodzący serca.

Układ bodźcoprzewodzący składa się z **czterech części** (→ ryc. 5.25).
Na rycinie jest dobrze widoczny przebieg odnogi prawej (crus dextrum) do

mięśnia brodawkowego przedniego przez beleczkę przegródowo-brzezną.

Układ bodźcoprzewodzący



Ryc. 5.28 Podstawy anatomiczne elektrokardiogramu (EKG) (wg [2]).

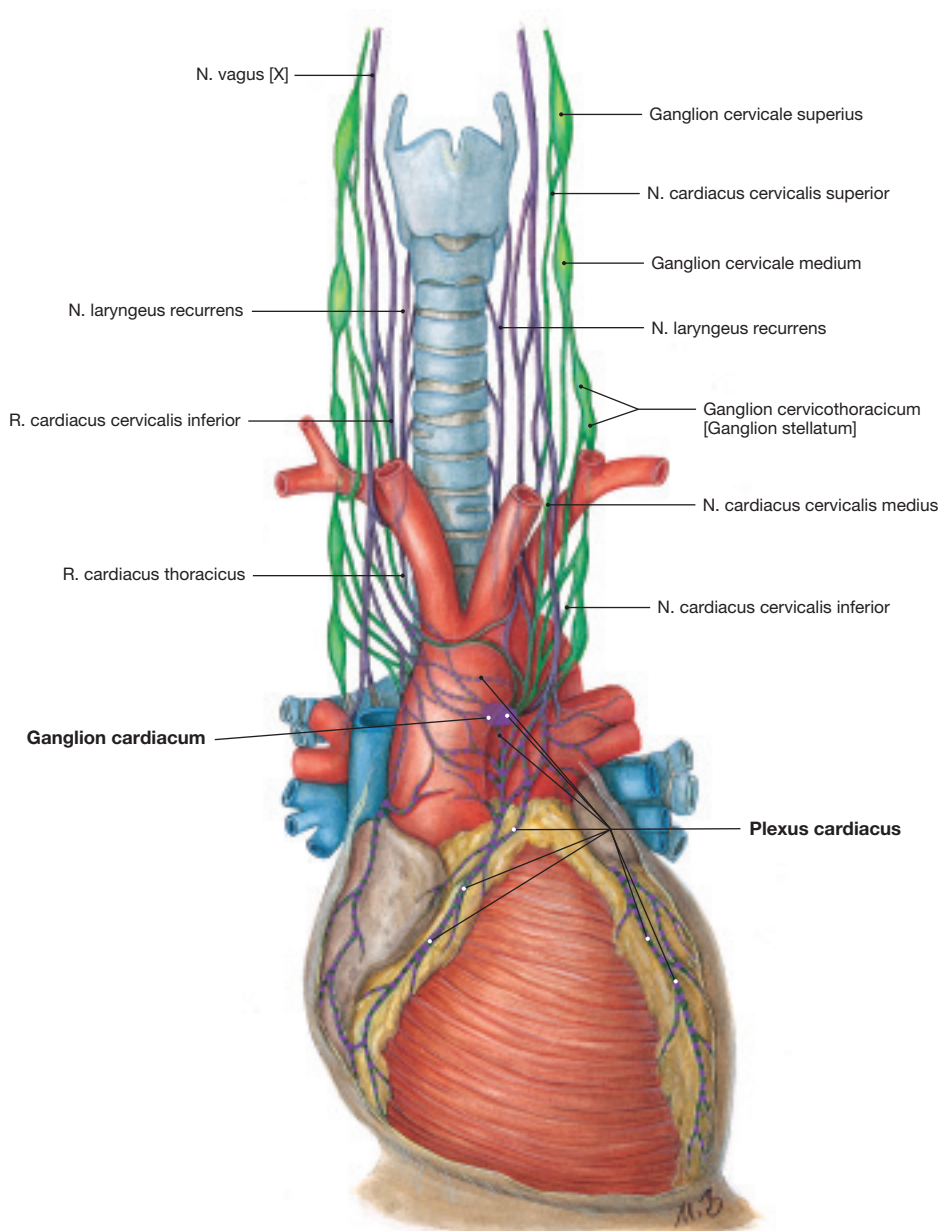
Pobudzenie wychodzi z węzła zatokowo-przedsionkowego i po opóźnieniu w węźle AV jest przenoszone przez pęczek HISA do przegrody międzykomorowej. Odnogi komór rozgałęziają się i pobudzają mięsień komór. Przechodzenie pobudzenia odbierane jest przez elektrody umieszczone na powierzchni ciała. Gdy impuls dotrze do elektrody, dochodzi do wychylenia dodatniego ku górze. Pobudzenia węzła zatokowo-przedsionkowego, ze względu na jego małą objętość, nie można rozpoznać. Pobudzeniu przedsionków odpowiada **załamek P**. Opóźnienie w węźle AV wskazuje odcinek PQ, w którym pobudzenie całego mięśnia sercowego przedsionków nie wykazuje zmian potencjału. **Ostry załamek Q** wywoła-

ny jest krótkotrwałą repolarizacją przegrody międzykomorowej. Uniesione ramię **załamka R** powstaje w wyniku rozprzestrzenienia pobudzenia w kierunku koniuszka serca, a opadające ramię **załamka S** wskazuje na rozchodzenie pobudzenia od koniuszka serca. Odcinek ST wykazuje pobudzenie całkowite mięśnia komory. Ponieważ generowanie zwrotnego bodźca następuje w odwrotnej kolejności, powstaje uniesienie **załamka T** w obrazie EKG. Ze względu na rejestrację przynajmniej trzech typowych odprorowadzeń kończynowych można z największego załamka R określić oś elektryczną serca oraz typ połączenia. Elektryczna oś serca nie jest jednakże identyczna z osią anatomiczną serca, ponieważ ma na nią wpływ masa mięśniowa komór oraz zdolność bodźcotwórcza tkanek.

Uwagi kliniczne

Za pomocą EKG można stwierdzić zaburzenia rytmu serca, podczas których serce pulsuje za szybko (tachykardia > 100/minutę), za wolno (bradykardia < 60/minutę) lub po prostu nieregularnie (arytmia). Oprócz tego wpływ na rozchodzenie się bodźców mają także zaburzenia krążenia w chorobach wieńcowych serca (np. zawał) i inne schorzenia, jak np. zapalenie mięśnia sercowego. EKG ma szczególne znaczenie w rozpoznaniu zawału serca.

Jeśli włókna przedsionka obchodzą węzeł AV i mają bezpośredni wpływ (wiązka-KENTA) na pęczek HISA lub mięsień komory, może dojść do zaburzenia rytmu serca (**Zespół WOLFFA-PARKINSONA-WHITE'A**). Jeśli zaburzenia rytmu serca stają się symptomatycznie nieprzyjemne i nie można leczyć ich farmakologicznie, konieczne jest przerwanie dróg przewodzących elektrycznych przez cewnik do-sercowy.



Ryc. 5.29 Unerwienie serca: plexus cardiacus z włóknami współczulnymi (zielone) i przywspółczulnymi (fioletowe); schemat. Unerwienie autonomiczne serca przystosowuje czynność **układu bódźcoprzewodzącego** i pracę mięśnia sercowego do potrzeb wydolnościowych organizmu. Tę część autonomicznego układu nerwowego stanowi splot sercowy (plexus cardiacus), który zawiera włókna nerwowe współczulne i przywspółczulne. **Włókna współczulne** są pozazwojowymi włóknami, których ciała komórkowe (perikarya) znajdują się w części szyjnej pnia współczulnego (truncus sympathicus) i które dochodzą do splotu sercowego przez trzy nerwy sercowe szyjne: górny, środkowy i dolny (nn. cardiaci cervicales superior, medius et inferior). Układ współczulny przy-

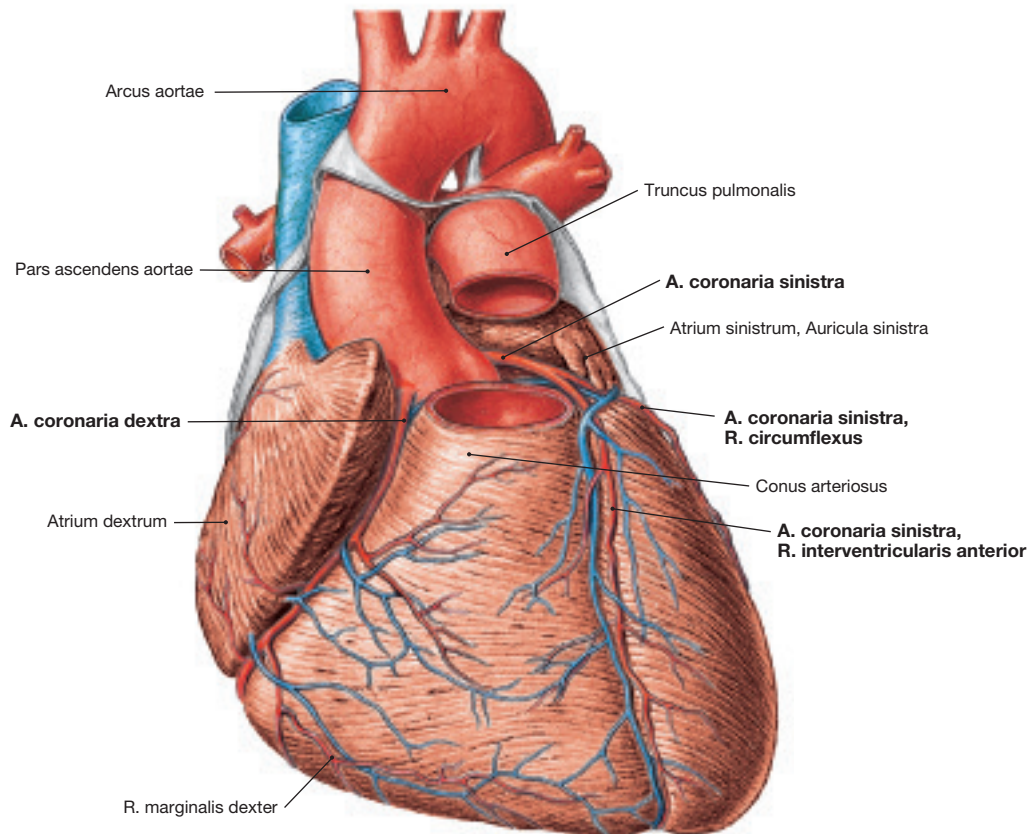
spiesza częstość skurczów serca (dodatnia chronotropia), wzmacnia przewodzenie pobudzenia (dodatnia dromotropia) oraz pobudza włókna mięśnia sercowego (dodatnia batmotropia). Jednocześnie zwiększa siłę skurczu (dodatnia jonotropia) i przyspiesza rozluźnienie (dodatnia lusitropia). Układ **przywspółczulny** działa negatywnie (ujemnie) chrono-, dromo- i batmotropowo, a na przedsionki także ujemnie jonotropowo. Włókna nerwowe przywspółczulne są przedzwojowymi włóknami nerwu błędnego (X) i dochodzą do splotu sercowego jako gałęzie sercowe szyjne górne i dolne (rr. cardiaci cervicales superior et inferior) oraz gałęzie sercowe piersiowe (rr. cardiaci thoracici). W splotu sercowym znajduje się do 500 małych zwojów (ganglia cardiaca), które są neuronami pozazwojowymi.

Uwagi kliniczne

Pobudzenie układu współczulnego, np. w stresie, przyspiesza częstość skurczów serca (tachykardia) i wzrost ciśnienia krwi (hypertonia). Uszkodzenie włókien przywspółczulnych powoduje także tachykardię. Zwiększenie wydolności serca zwiększa zapotrzebowanie na tlen ko-

mórek mięśnia sercowego i może prowadzić, przy zwężeniu naczyń wieńcowych (choroba wieńcowa), do dławicy piersiowej (angina pectoris) i zawału serca (infarctus cordis).

Tętnice wieńcowe serca



Ryc. 5.30 Tętnice wieńcowe serca, aa. coronariae; widok od przodu.

Tętnica wieńcowa prawa (a. coronaria dextra) odchodzi od prawej zatoki aorty, przebiega w bruzdzie wieńcowej do prawego brzegu (margo dexter) i przechodzi na powierzchnię przeponową, najczęściej jako gałąź międzykomorowa tylna (**r. interventricularis posterior**). **Tętnica wieńcowa lewa** (a. coronaria sinistra) odchodzi od lewej zatoki aorty i po prze-

biegu 1 cm dzieli się na gałąź międzykomorową przednią (**r. interventricularis anterior**), dochodzącą do koniuszka serca, i gałąź okalającą (**r. circumflexus**), przebiegającą w bruzdzie wieńcowej wokół lewego brzegu na tylnej powierzchni. Tętnicą dominującą nazywa się tętnicę oddającą gałąź międzykomorową tylną. Najczęściej (w 75% przypadków) dominującą tętnicą jest tętnica wieńcowa prawa (s. 26 i 27).

Ważne gałęzie tętnicy wieńcowej prawej (a. coronaria dextra)

- R. coni arteriosi
- R. nodi sinuatrialis (2/3 przypadków) do **węzła zatokowo-przedsionkowego**
- R. marginalis dexter
- R. posterolateralis dexter
- R. nodi atrioventricularis **do węzła AV** (przy dominującej tętnicy)
- R. interventricularis posterior (przy dominującej tętnicy) z rr. interventriculares septales, zaopatrującymi **pęczek HISA**

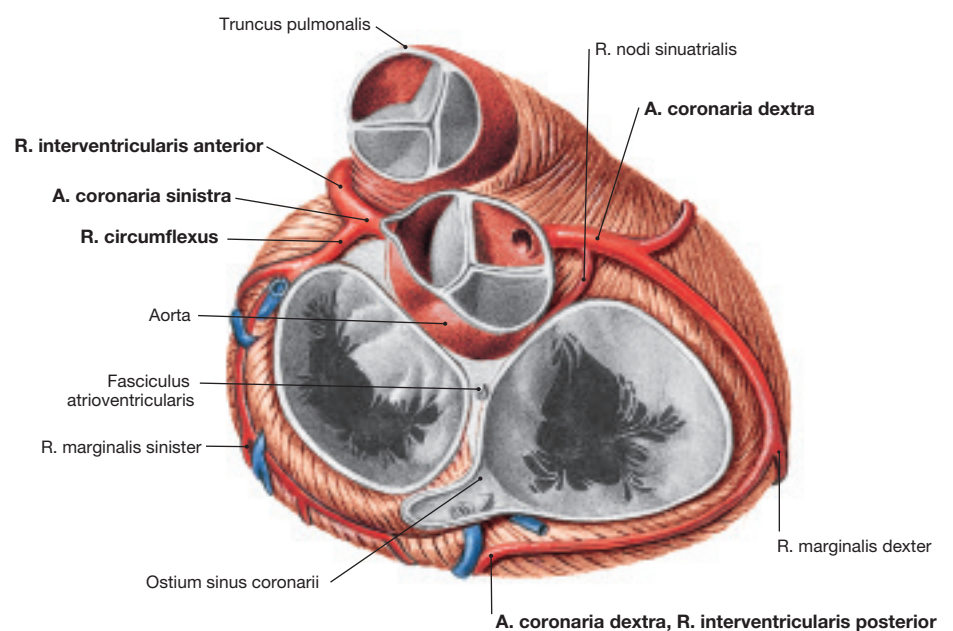
Ważne gałęzie tętnicy wieńcowej lewej (a. coronaria sinistra)

R. interventricularis anterior:

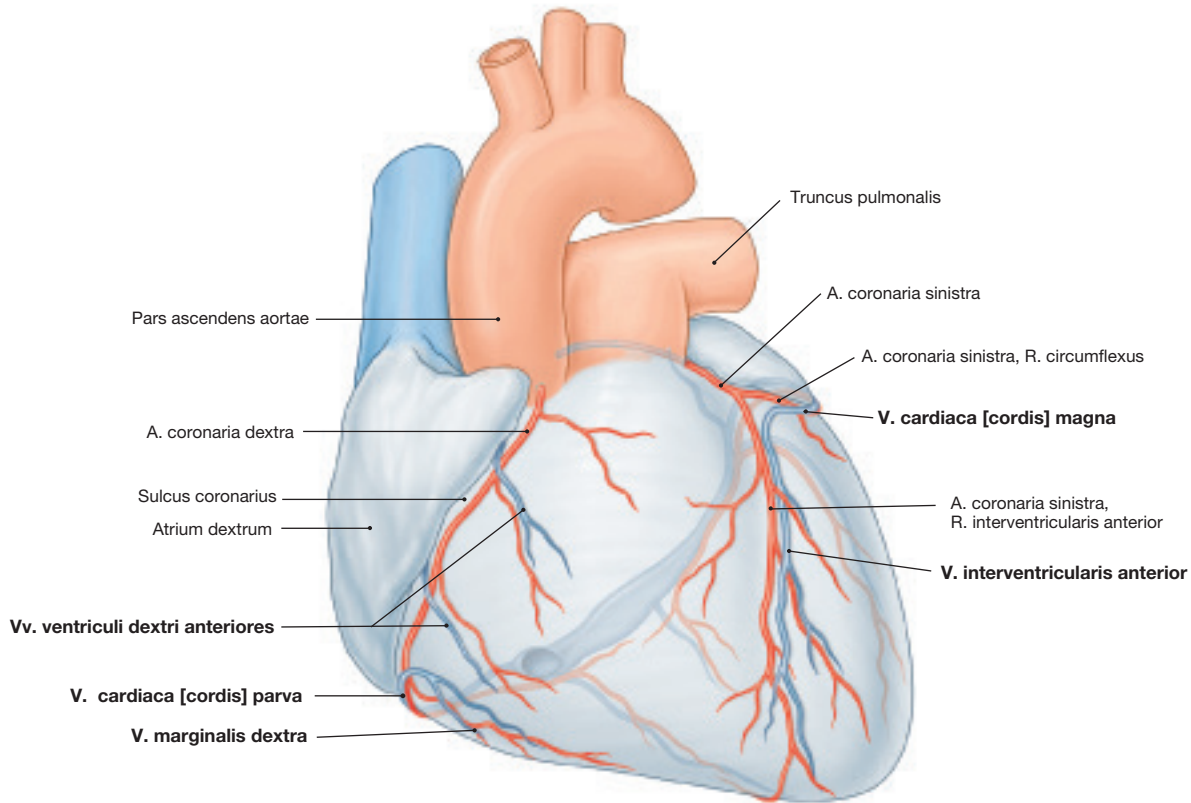
- R. coni arteriosi
- R. lateralis (Klin.: R. diagonalis)
- Rr. interventriculares septales

R. circumflexus:

- R. nodi sinuatrialis (1/3 przypadków) do węzła zatokowo-przedsionkowego
- R. marginalis sinister
- R. posterior ventriculi sinistri



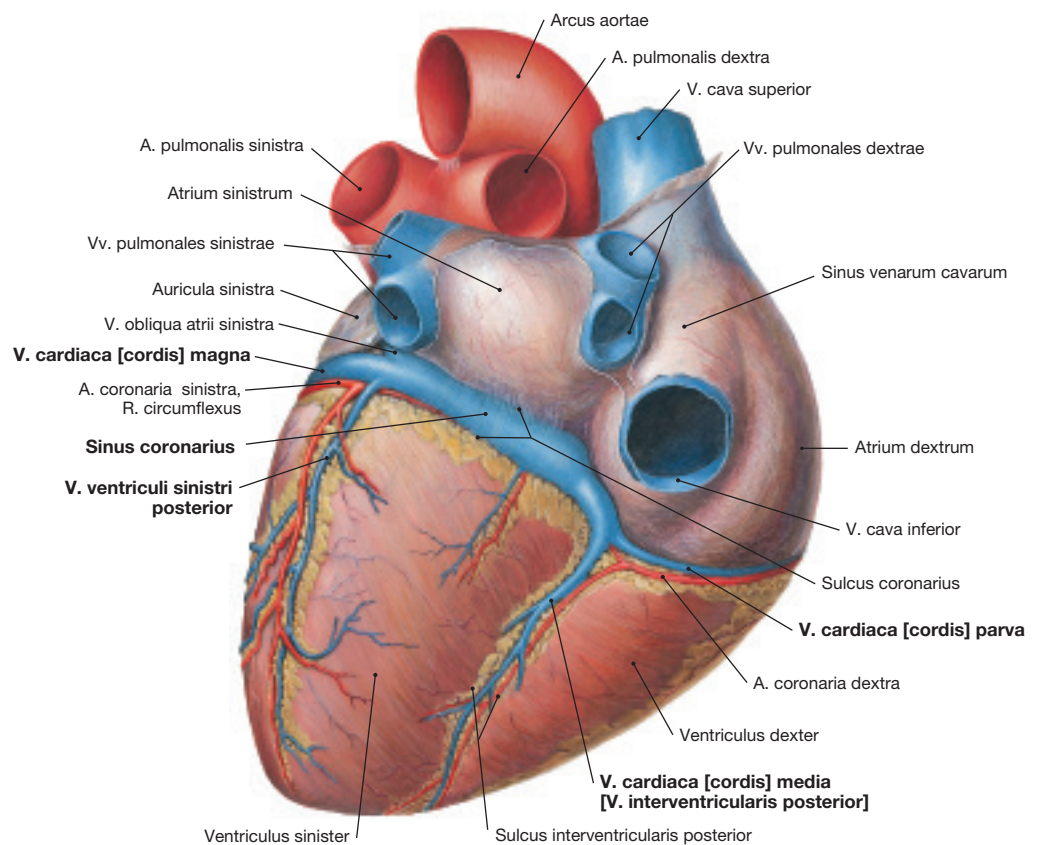
Ryc. 5.31 Tętnice wieńcowe serca, aa. coronariae; widok od góry.



Ryc. 5.32 Żył serca, vv. cordis; widok od przodu [8].
Krew żylna z serca odpływa trzema układami żylnymi. 75% krwi dopływa do zatoki wieńcowej (sinus coronarius) i następnie do prawego

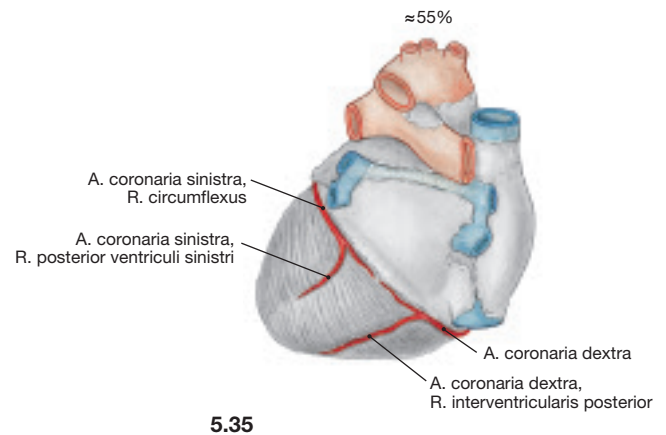
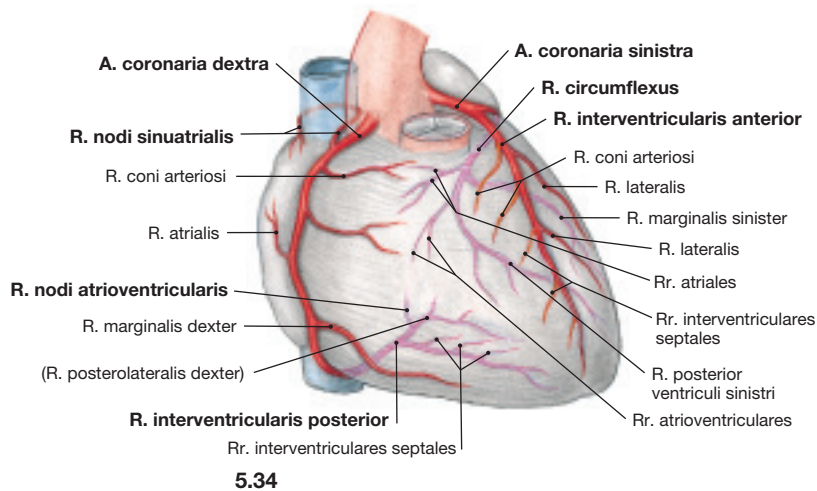
przedsionka. Pozostałe 25% odpływa bezpośrednio do przedsionków i komór przez układ przezścienny (systema transmuralis) i śródścienny (systema endomuralis) (s. 17–19).

Żył serca (vv. cordis)
Układ zatoki wieńcowej <ul style="list-style-type: none"> • V. cardiaca magna: zbiera krew z zakresu unaczynienia t. wieńcowej lewej <ul style="list-style-type: none"> – v. interventricularis anterior – v. marginalis sinistra – vv. ventriculi sinistri posteriores • V. cardiaca media: w bruzdzie międzykomorowej tylnej • V. cardiaca parva: w prawej bruzdzie wieńcowej, występuje w 50% • V. obliqua atrii sinistri
Układ przezścienny: <ul style="list-style-type: none"> • Vv. ventriculi dextri anteriores • Vv. atriales
Układ śródścienny: <ul style="list-style-type: none"> • Vv. cardiaca minima (vasa THEBESII)



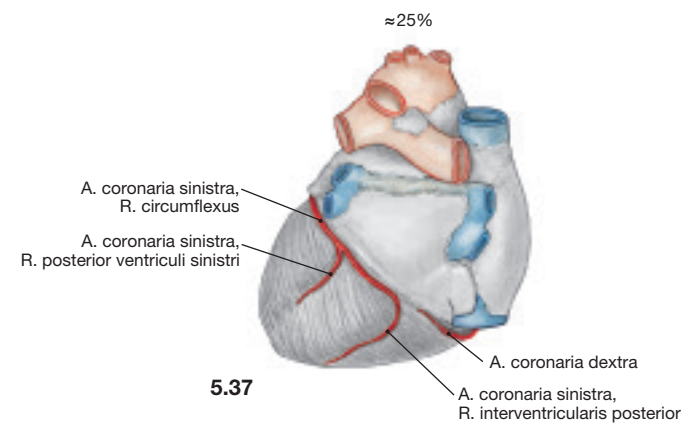
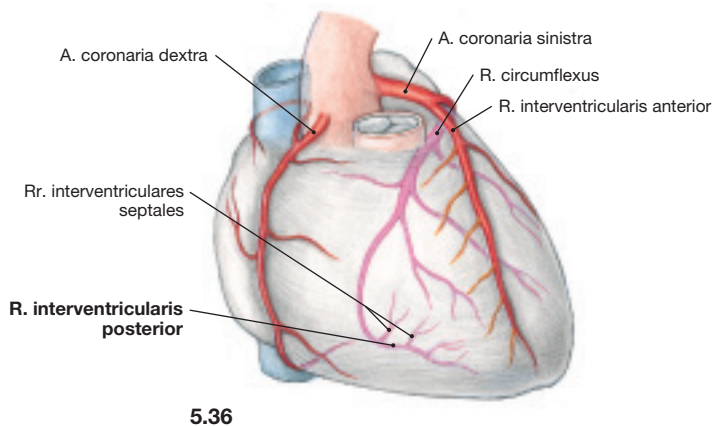
Ryc. 5.33 Żył serca, vv. cordis; widok od tyłu i od dołu.

Typy zaopatrzenia przez tętnice wieńcowe



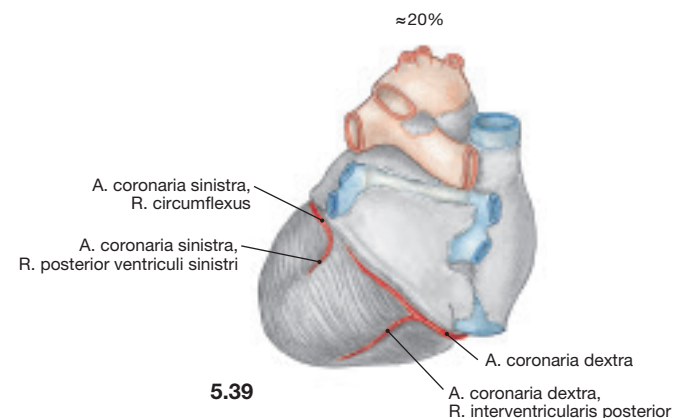
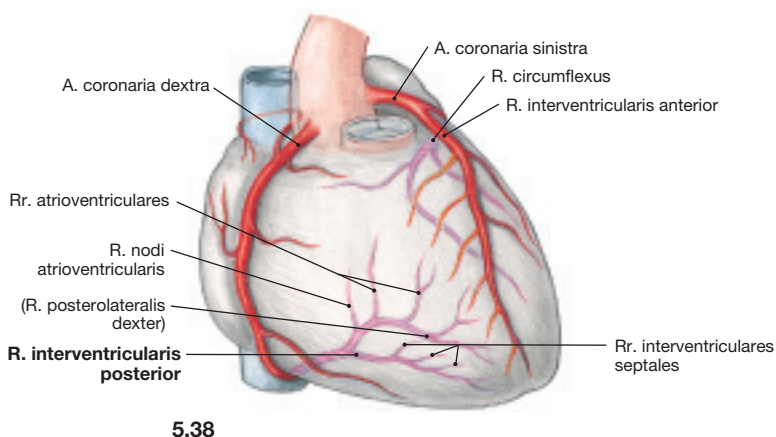
Ryc. 5.34 i 5.35 Typ wyrównany zaopatrzenia przez tętnice wieńcowe (aa. coronariae); widok od przodu (→ ryc. 5.34) oraz od tyłu (→ ryc. 5.35).

→ Ryc. 5.35 Najczęściej (55%) przypadków r. interventricularis posterior odchodzi od a. coronaria dextra; nie dochodzi jednakże do tylnej ściany lewej komory. Określa się to jako typ wyrównany.



Ryc. 5.36 i 5.37 Typ lewostronny zaopatrzenia przez tętnice wieńcowe, aa. coronariae; widok od przodu (→ ryc. 5.36) i od tyłu (→ ryc. 5.37).

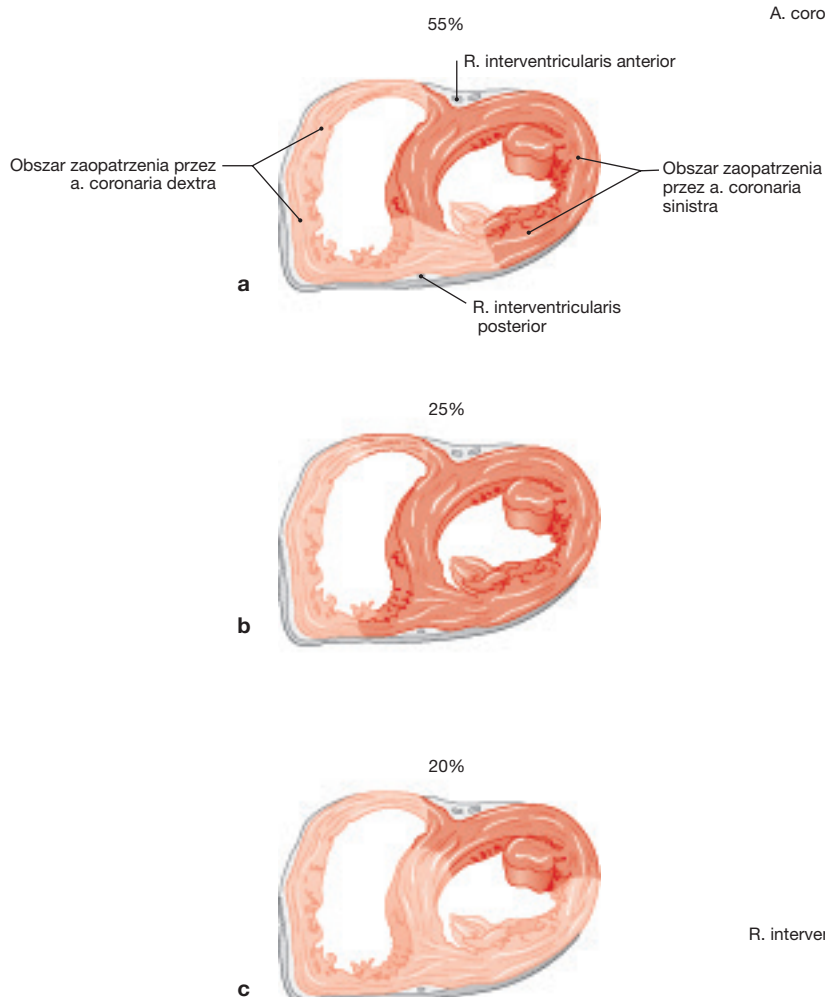
→ Ryc. 5.37 W 25% przypadków r. interventricularis posterior odchodzi od a. coronaria sinistra.



Ryc. 5.38 i 5.39 Typ prawostronny zaopatrzenia przez tętnice wieńcowe, aa. coronariae; widok od przodu (→ ryc. 5.38) i od tyłu (→ ryc. 5.39).

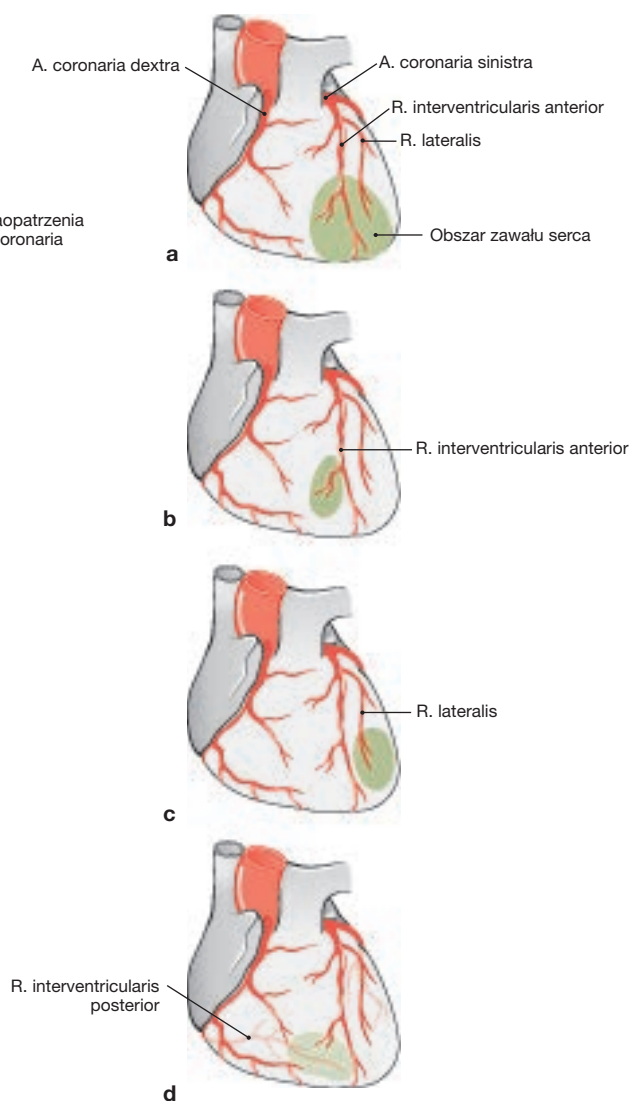
→ Ryc. 5.39 W 20% przypadków a. coronaria dextra oddaje nie tylko r. interventricularis posterior, lecz zaopatruje także część ściany tylnej lewej komory.

Typy zaopatrzenia przez tętnice wieńcowe



Ryc. 5.40 a do c Obszary zaopatrzenia przez a. coronaria dextra (jasnoczerwone) i a. coronaria sinistra (ciemnoczerwone) w przekroju poprzecznym; widok od dołu (wg [2]).

- a) Wyrównany typ zaopatrzenia:** t. wieńcowa lewa poprzez rr. interventriculares septales od r. interventricularis anterior zaopatruje około 2/3 przedniej części przegrody międzykomorowej. Trzecią, tylną część przegrody unaczyniają odpowiednie gałęzie od r. interventricularis posterior i t. wieńcowej prawej.
- b) Lewostronny typ zaopatrzenia:** t. wieńcowa lewa zaopatruje całą przegrodę międzykomorową oraz węzła AV.
- c) Prawostronny typ zaopatrzenia:** 2/3 przegrody i dużą część ściany tylnej lewej komory unaczynia t. wieńcowa prawa. Typy rozgałęzień mają wpływ na stopień zaawansowania zawału serca po zamknięciu jednej z tętnic wieńcowych.



Ryc. 5.41 a do d Przykłady zawałów po zamknięciu tętnic wieńcowych.

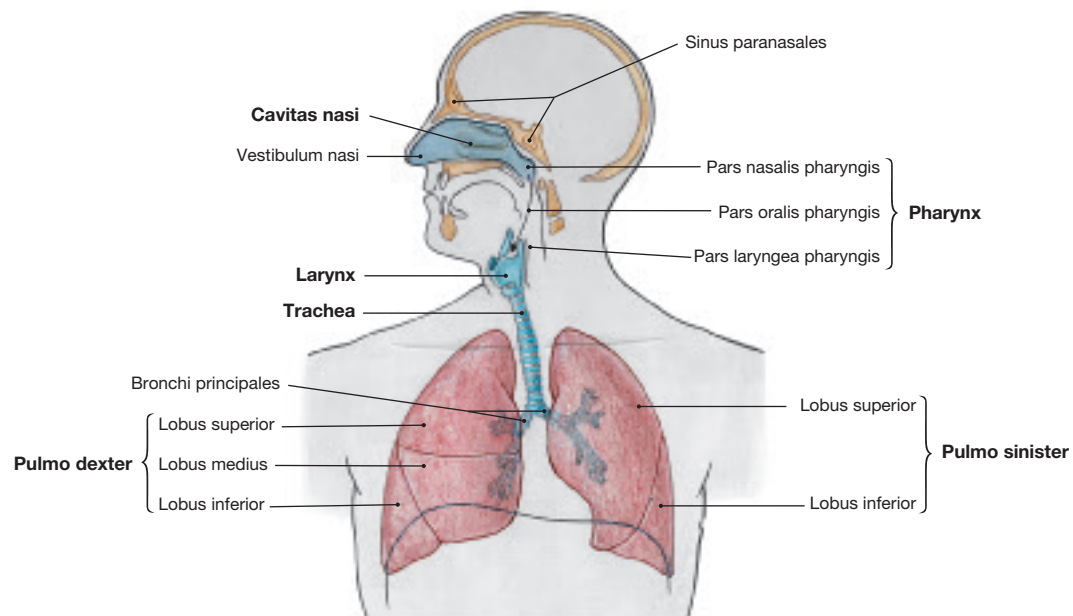
- a** Po zamknięciu końcowego odcinka r. interventricularis anterior dochodzi do zawału koniuszka serca.
- b** Podczas izolowanego zamknięcia r. interventricularis anterior powstaje zawał ściany przedniej.
- c** Po zamknięciu r. lateralis powstaje zawał ściany bocznej.
- d** Zamknięcie r. interventricularis posterior powoduje zawał w części dolnej powierzchni przeponowej, zwany zawałem tylnej ściany.

Uwagi kliniczne

W chorobie wieńcowej serca dochodzi do zwężenia naczyń wieńcowych spowodowanego miażdżycą (arteriosclerosis). Może to powodować, ze względu na niedostateczne ukrwienie, bóle w klatce piersiowej (**angina pectoris**), które promieniują do ramienia. Przy całkowitym zamknięciu tętnicy mięsień sercowy obumiera (**zawał serca**). Tętnice wieńcowe są naczyniami czynnościowo końcowymi, dlatego zamknięcie pojedynczych gałęzi prowadzi do określonych zawałów. Mogą one być stwierdzone w badaniu EKG w różnych odprowadzeniach elektrod. Najpewniejsze rozpoznanie daje cewnikowanie serca z zastosowaniem rentgenowskich środków kontrastowych. Podczas zawału ściany tylnej typowe jest zaburzenie unaczynienia węzła AV, ponieważ

unaczynia go tętnica odchodząca od r. interventricularis posterior (ryc. 5.38). Może to dodatkowo prowadzić do spowolnienia czynności serca (bradykardia). Najczęściej (przy wyrównanym i prawostronnym typie zaopatrzenia) r. interventricularis posterior jest gałęzią końcową t. wieńcowej prawej. Ponieważ mięsień prawej komory wymaga mniejszego zapotrzebowania na tlen aniżeli mięsień lewej komory, podczas zamknięcia odcinka bliższego t. wieńcowej prawej może dojść do izolowanego zawału ściany tylnej. W tym przypadku, z powodu niewystarczającego zaopatrzenia węzła przedsionkowo-komorowego, obserwuje się wyraźną bradykardię.

Projekcja tchawicy i oskrzeli



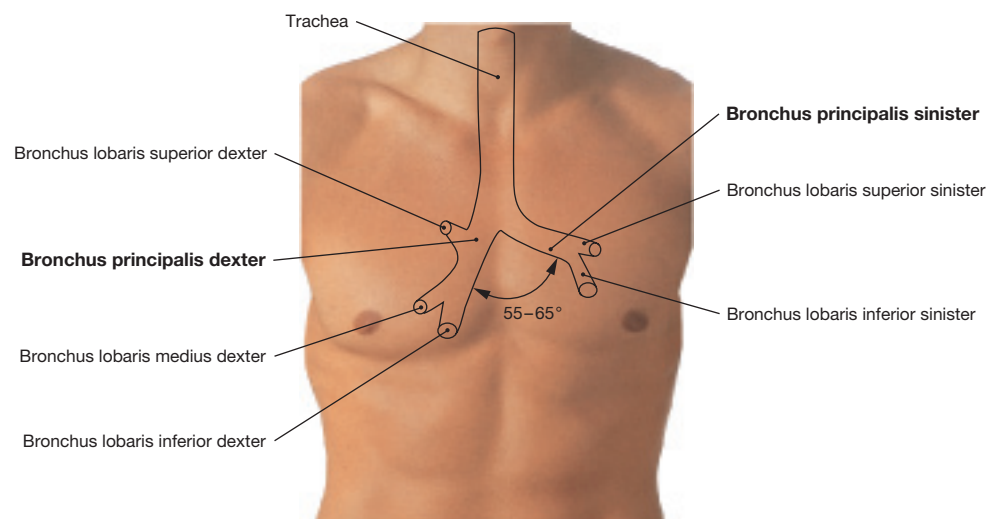
Ryc. 5.42 Górne i dolne drogi oddechowe; schemat.
 Układ oddechowy dzieli się na górne i dolne drogi oddechowe.
 Do **górných** dróg oddechowych zalicza się:

- Jamę nosową (cavitas nasi)
- Gardło (pharynx)

Do **dolnych** dróg oddechowych należą:

- Krtań (larynx)
- Tchawica (trachea)
- Płuca (pulmones)

Płuco prawe (pulmo dexter) posiada trzy płaty, płuco lewe (pulmo sinister) dwa.



Ryc. 5.43 Projekcja tchawicy i głównych oskrzeli na przednią ścianę klatki piersiowej.

Tchawica (trachea) ma długość 10–13 cm i podczas głębokiego wdechu wydłuża się aż do 5 cm. Rozpoczyna się na poziomie chrząstki pierścieniowatej, rzutując na 7. kręgu szyjny. Podział tchawicy na dwa oskrzela główne znajduje się na poziomie 4. do 5. kręgu piersiowego (II.–III. żebro).

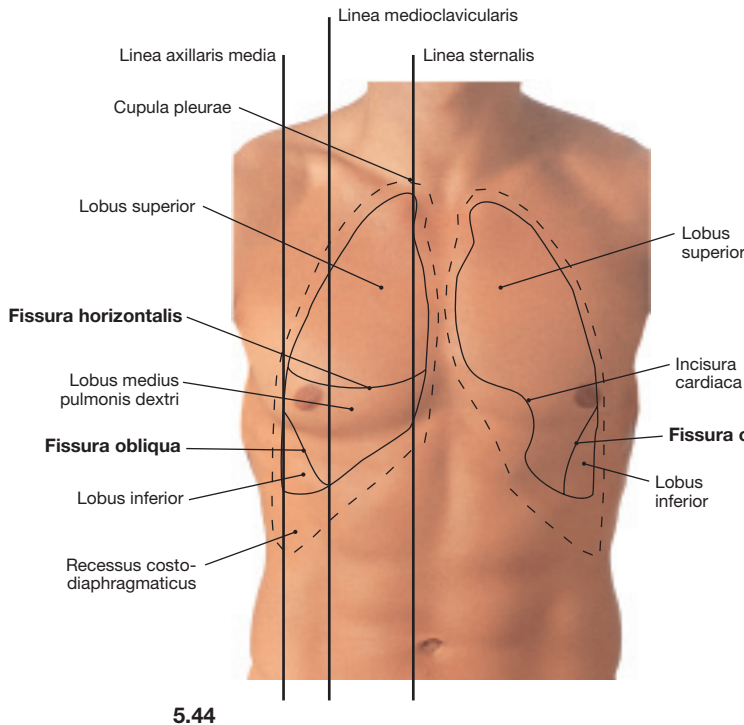
Kąt między dwoma oskrzelami głównymi wynosi 55° i 65°. **Oskrzela główne prawe** (bronchus principalis dexter) jest grubsze, ma długość 1–2,5 cm i ustawione jest **prawie pionowo**, podczas gdy **oskrzela główne lewe** (bronchus principalis sinister) jest prawie dwukrotnie dłuższe od prawego i ustawione jest ukośnie.

Uwagi kliniczne

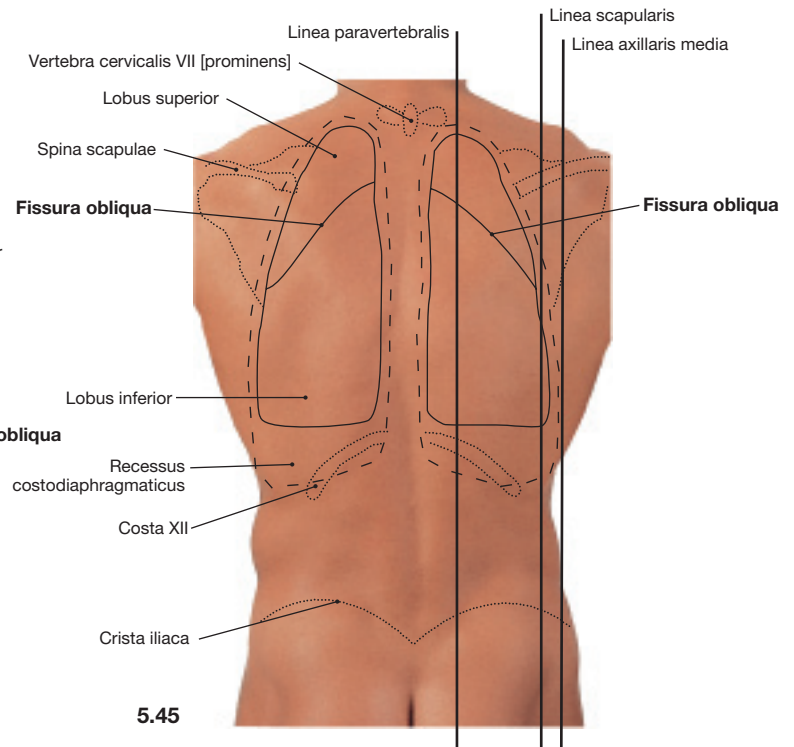
Z powodu bardziej stromego położenia oskrzela głównego prawego podczas wniknięcia ciała obcego przy wdechu (**aspiratio**) dostaje się

ono do **płuca prawego**. Przy grożącym uduszeniu wiedza ta może udzielającemu pomocy lekarzowi pomóc zyskać na czasie.

Projekcja płuc



5.44



5.45

Ryc. 5.44 i 5.45 Projekcja granic płuc i opłucnej na przednią ścianę klatki piersiowej (→ ryc. 5.44) i na tylną powierzchnię klatki piersiowej (→ ryc. 5.45).

Płuco prawe posiada trzy płaty, ograniczone szczeliną skośną (**fissura obliqua**) i szczeliną poziomą (**fissura horizontalis**). Szczelina skośna rozciąga się od tyłu i boku IV. żebra i oddziela płat górny od dolnego. Od linii pachowej środkowej schodzi bardziej stromo i osiąga VI żebro w linii środkowo-obojęczykowej. Na przedniej powierzchni płuca szczelina skośna oddziela płat środkowy od dolnego (→ ryc. 5.53 i 5.54). Od przodu wzdłuż IV żebra przebiega szczelina pozioma oddzielająca płat górny od płata środkowego.

Płuco lewe ma tylko dwa płaty oddzielone szczeliną skośną (fissura

obliqua). Przez przemieszczenie śródpiersia w lewo, spowodowane położeniem serca (incisura cardiaca), pojemność lewego płuca jest mniejsza i jego położenie w linii mostkowej i środkowo-obojęczykowej różni się od płuca prawego (zob. tabela).

Każda **jama opłucnowa** (cavitas pleuralis) ograniczona jest **opłucną ścienną** (pleura parietalis), która podzielona jest na część śródpiersiową (pars mediastinalis), część żebrową (pars costalis) i część przeponową (pars diaphragmatica) (→ ryc. 5.65). W jamie opłucnowej można wyróżnić rezerwowe przestrzenie, zachyłki opłucnowe (recessus pleurales). Największym z nich jest zachyłek żebrowo-przeponowy (**recessus costodiaphragmaticus**), którego głębokość w linii pachowej środkowej wynosi 5 cm.

	Granice płuca prawego	Granice płuca lewego
Linia mostkowa	przecina VI żebro	przecina IV żebro
Linia środkowo-obojęczykowa	równoległe do VI żebra	przecina VI żebro
Linia pachowa środkowa	przecina VIII żebro	jak w płucu prawym
Linia łopatkowa	przecina X żebro	jak w płucu prawym
Linia przykręgową	przecina XI żebro	jak w płucu prawym

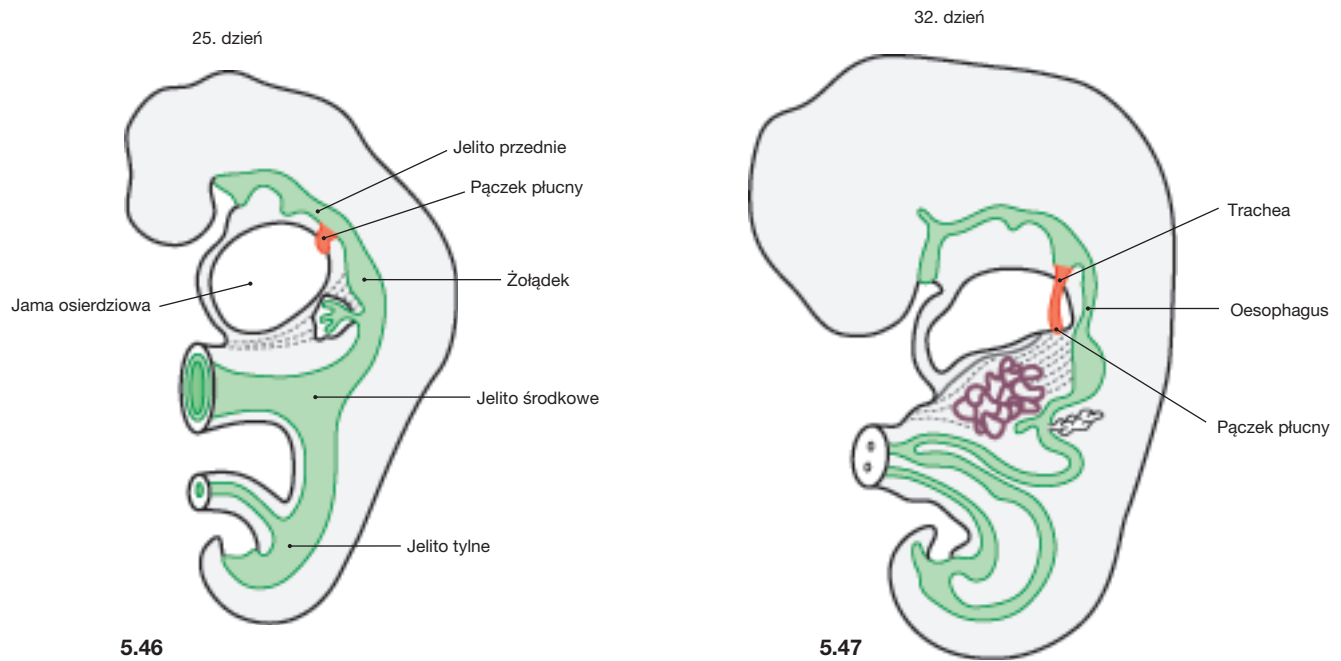
Granice opłucnej: zawsze jedno żebro niżej.

Uwagi kliniczne

Granice płuc i opłucnej odgrywają rolę podczas badania pacjenta, dzięki czemu można ustalić **wielkość i przesuwalność płuc podczas oddychania**, a także **zlokalizować zmiany patologiczne** wskazujące na zapalenie płuc (pneumonia) lub gromadzenie płynu w szczelinach (**wysiłek opłucnej**). Płyn opłucnowy bada się przez nakłucie zachyłku żebrowo-przeponowego. Tylko **pleura parietalis** jest

unerwiona czuciowo (nocyceptywnie) – i dlatego jest **wrażliwa na ból**. Kiedy zapaleniom lub guzom płuc towarzyszą bóle w klatce piersiowej, należy brać pod uwagę zajęcie opłucnej ściennej. Jeżeli powietrze dostaje się do jamy opłucnowej, płuco zapada się całkowicie lub częściowo i wytwarza się odma (**pneumothorax**). Podczas opukiwania słychać głośny odgłos opukowy.

Rozwój



Ryc. 5.46 i 5.47 Rozwój dolnych dróg oddechowych w 25. (ryc. 5.46) i 32. (ryc. 5.47) dniu (wg [3]).

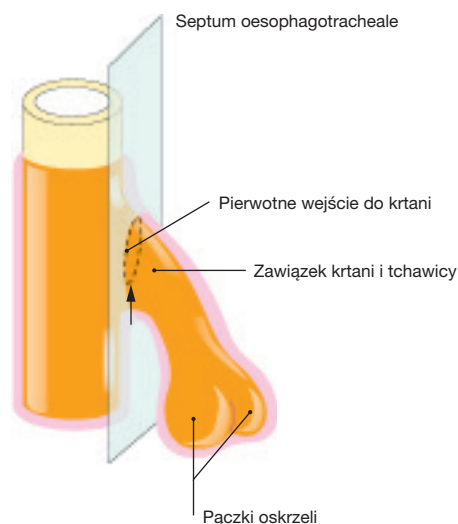
Nabłonek krtani, tchawicy i płuc rozwija się począwszy od 4. tygodnia z endodermy jelita przedniego. Tkanka łączna, mięśnie gładkie i naczynia krwionośne pochodzą z otaczającej mezodermy.

Uwagi kliniczne

Zaburzenie rozdziału przełyku i tchawicy może prowadzić do połączeń tych narządów zwanych **przetokami przełykowo-tchawicznymi**, którym często towarzyszy ślepo zakończony przełyk (**atresia oesophagi**).

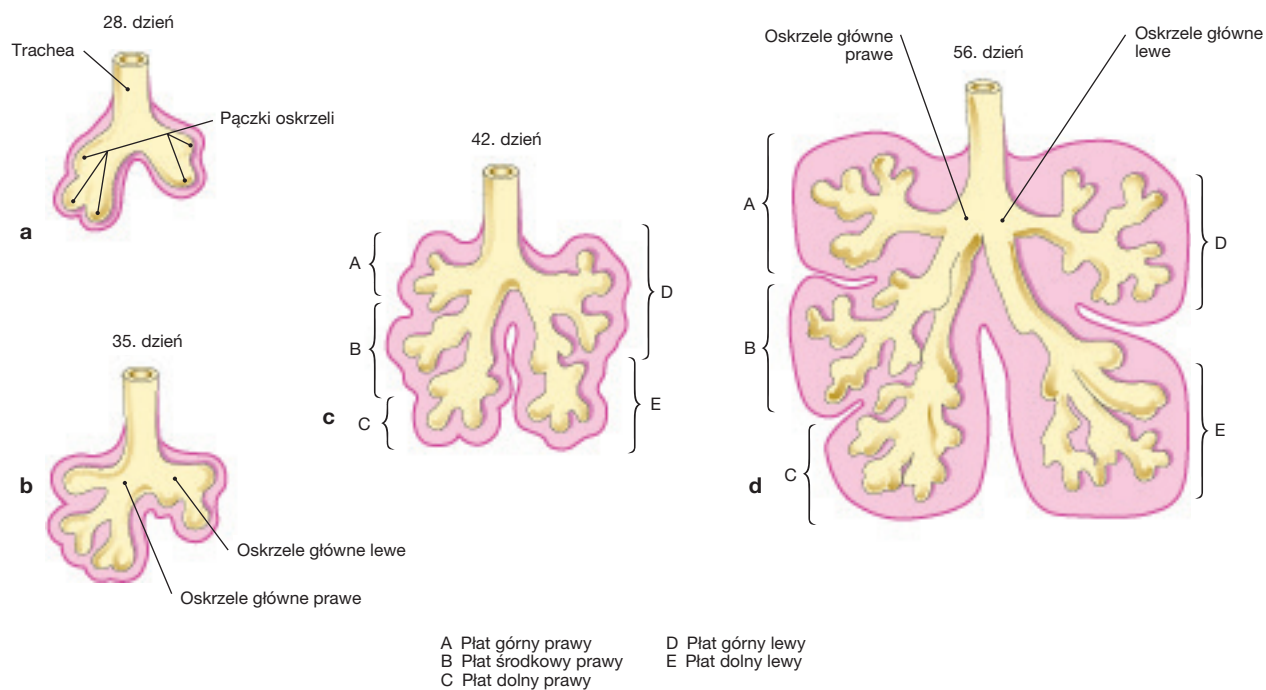
Od **28. tygodnia** wydzielany jest w pęcherzykach **surfaktant**, który obniża napięcie powierzchniowe pęcherzyków. Od 35. tygodnia wydzielanie surfaktantu jest na tyle duże, iż może umożliwić **spontaniczne oddychanie**. Niedostateczne wydzielanie surfaktantu prowadzi

do rozwoju **zespołu błon szklistych** (*respiratory distress syndrome, RDS*), stanowiącego najczęstszą przyczynę śmierci wcześniaków. W przypadku porodu przed 30. tygodniem RDS rozwija się aż u 60% wcześniaków. Ponieważ płuco wypełnia się powietrzem dopiero podczas porodu, medyk sądowy może stwierdzić za pomocą próby pływania, czy płód urodził się martwy (płuco tonie), czy zmarł po porodzie (płuco pływa).



Ryc. 5.48 Rozwój przegrody przełykowo-tchawiczej (septum oesophagotracheale) [20].

W czasie 4. i 5. tygodnia tworzą się obustronnie fałdy mezenchymalne, które łączą się, tworząc septum oesophagotracheale, prowadząc do oddzielenia dolnych dróg oddechowych od przełyku.



A Płat górny prawy
B Płat środkowy prawy
C Płat dolny prawy

D Płat górny lewy
E Płat dolny lewy

Ryc. 5.49 a do d Okresy rozwoju płuc [20].

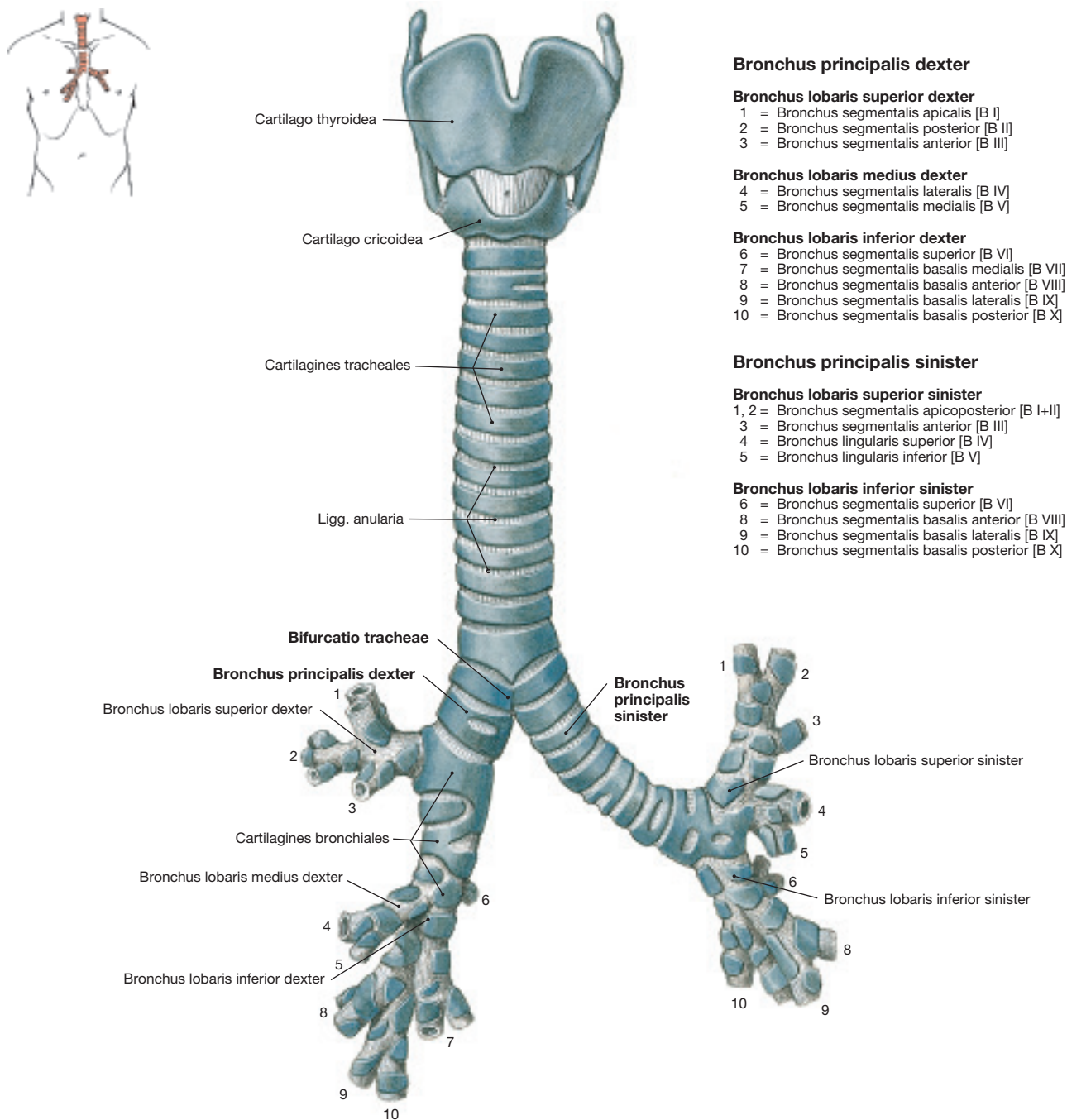
Wyróżnia się trzy okresy rozwoju płuc, które częściowo zachodzą na siebie:

- **okres rzekomogruczołowy** (7.–17. tydzień); rozwój dróg oddechowych upowietrzających płuca

- **okres kanalikowy** (13.–26. tydzień); wczesny rozwój części dróg oddechowych odpowiedzialnych za wymianę gazową

- **okres pęcherzykowy** (23. tydzień – 8. rok życia); rozwój pęcherzyków

Tchawica i oskrzela



Ryc. 5.50 Drogi oddechowe dolne z krtanią, larynx, tchawicą, trachea i oskrzelami, bronchi; widok od przodu.

Tchawica, o długości 10–13 cm, rozciąga się od chrząstki pierścieniowatej krtani (larynx) do jej podziału (bifurcatio tracheae) na dwa oskrzela główne (**bronchi principales**). Dzieli się ona na część szyjną (pars cervicalis) i część piersiową (pars thoracica). Rzutowanie i topografię przedstawiono na rycinie 5.43. Oskrzelka główne dzielą się na trzy prawe i na dwa (lewe) oskrzela płatowe (**bronchi lobares**). Od oskrzeli płatowych odchodzą oskrzela segmentowe (**bronchi segmentales**). W prawym płucu wyróżnia się dziesięć segmentów, a więc dziesięć oskrzeli segmentowych. W lewym płucu brakuje segmentu 7. i odpowiadającego mu oskrzelka. Dalszej systematyki drzewa oskrzelowego nie przedstawiono na rycinie.

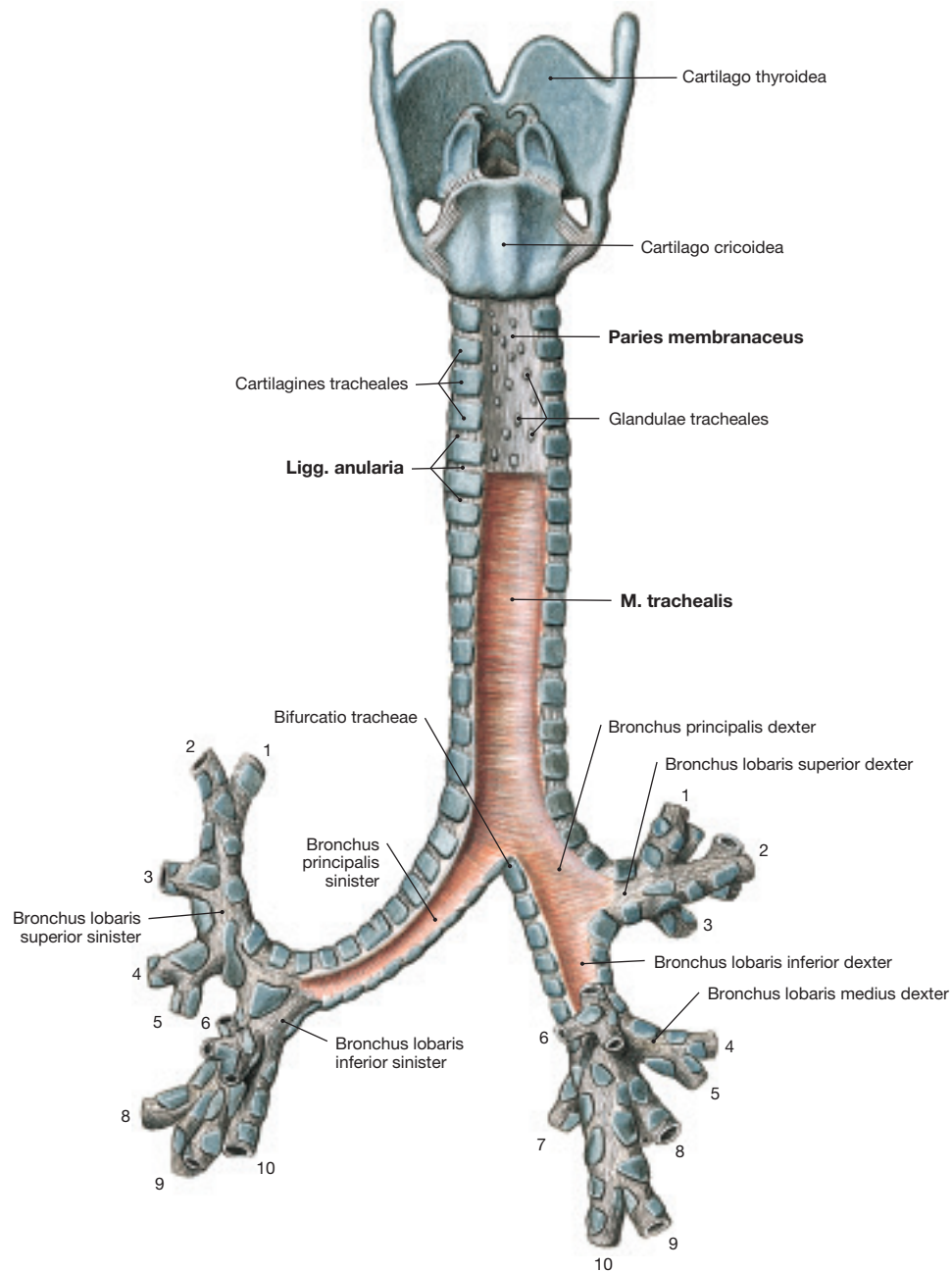
Oskrzelka rozgałęziają się sześć- do dwunastokrotnie i przechodzą w oskrzelka (**bronchioli**), mające średnicę mniejszą od 1 mm i nie zawierające w ścianie chrząstek i gruczołów. Oskrzelko pierwszego rzędu zaopatruje zrazik płucny (lobulus pulmonis), w którym oskrzelka dzielą się trzy- do czterokrotnie aż do oskrzerek końcowych (**bronchioli terminales**). Do oskrzerek tych sięga **część dróg oddechowych** doprowadzających powietrze, których pojemność wynosi 150–170 ml. Oskrzelko końcowe zaopatruje grono płucne (acinus pulmonis), które zawiera dziesięć generacji oskrzerek oddechowych (bronchioli respiratorii) z przewodami (ductus) i woreczkami pęcherzykowymi (sacculi alveolares). Wszystkie części posiadają pęcherzyki (alveoli) i należą do **części układu oddechowego odpowiedzialnego za wymianę gazową**.

Uwagi kliniczne

Pojemność odcinka dróg oddechowych przewodzących powietrze (**150–170 ml**) odpowiada anatomicznej „przestrzeni martwej” i ma praktyczne znaczenie przy reanimacji. Przy sztucznym oddychaniu musi zostać wymieniona objętość większa niż 170 ml, gdyż w przeciwnym

razie bogate w tlen powietrze nie osiągnie pęcherzyków, a tylko zużyte powietrze będzie przepływać przez drogi oddechowe. Z tego względu lepiej przeprowadzić sztuczne oddychanie wolniej i z większą objętością aniżeli szybko z niewystarczającą objętością.

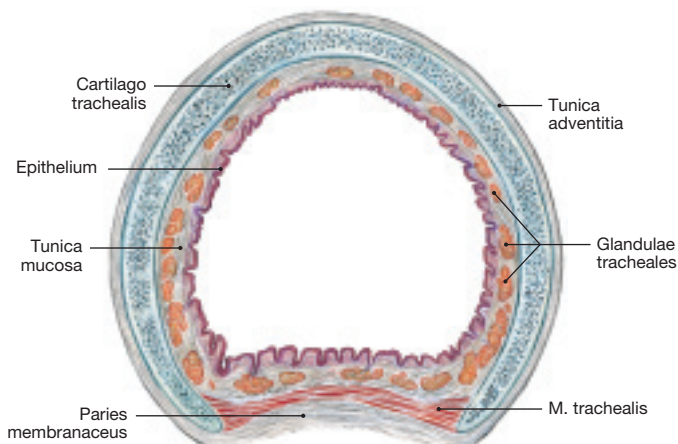
Budowa tchawicy i oskrzeli



Ryc. 5.51 Dolne drogi oddechowe z krtanią, larynx, tchawicą, trachea, i oskrzelami, bronchi; widok od tyłu.

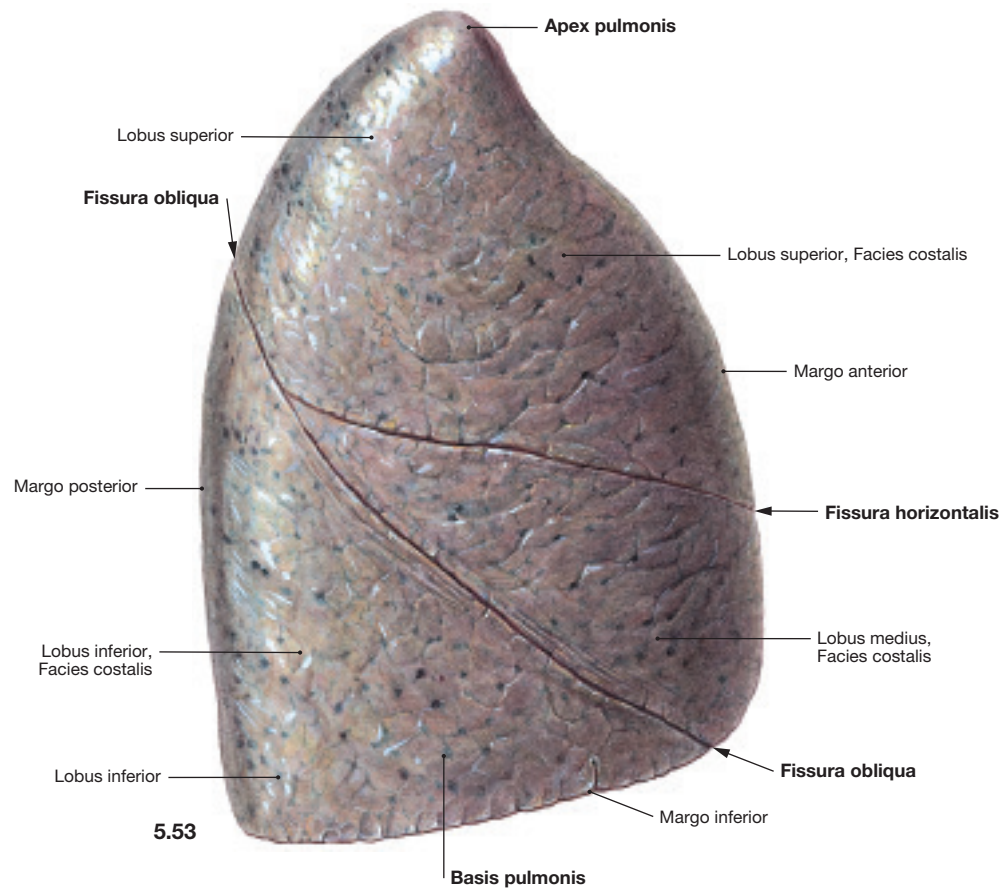
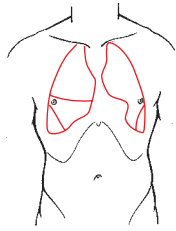
Podział drzewa oskrzelowego został opisany na rycinie 5.50. Widok od tyłu pokazuje, że tylna ściana tchawicy i oskrzeli głównych nie zawiera

chrząstek (paries membranacea), lecz zbudowana jest głównie z mięśni gładkich (m. trachealis). Poszczególne chrząstki połączone są więzadłami obrączkowymi (ligg. anularia) zawierającymi tkankę łączną sprężystą, co powoduje, że podczas głębokiego wdechu tchawica może się wydłużyć do 5 cm.



Ryc. 5.52 Tchawica, trachea. Przekrój poprzeczny widziany pod lupą. Ściana tchawicy i oskrzeli głównych, postępując od wewnątrz, składa się z błony śluzowej (tunica mucosa), na zewnątrz której jest tunica fibromusculocartilaginea (błona włóknisto-mięśniowo-chrzęstna). Tunica fibromusculocartilaginea zawiera 16 do 20 podkowiastych chrząstek hialinowych, które są otwarte od tyłu i połączone w tej części mięśniami gładkimi (m. trachealis).

Płuca

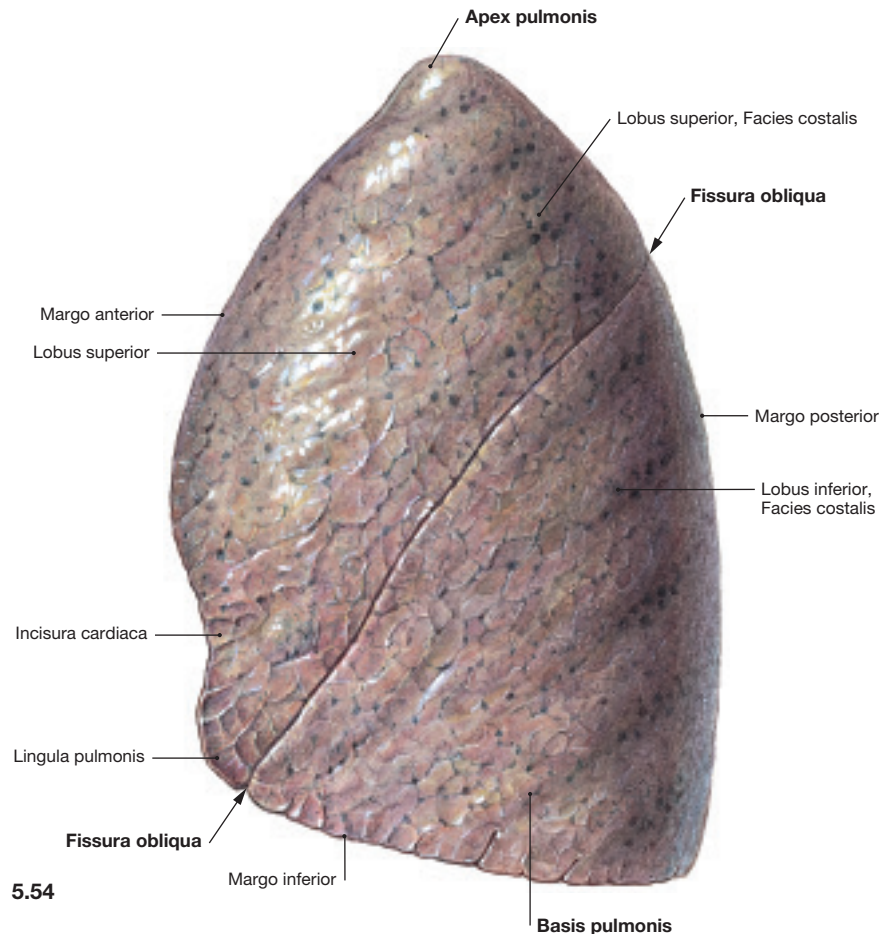


5.53

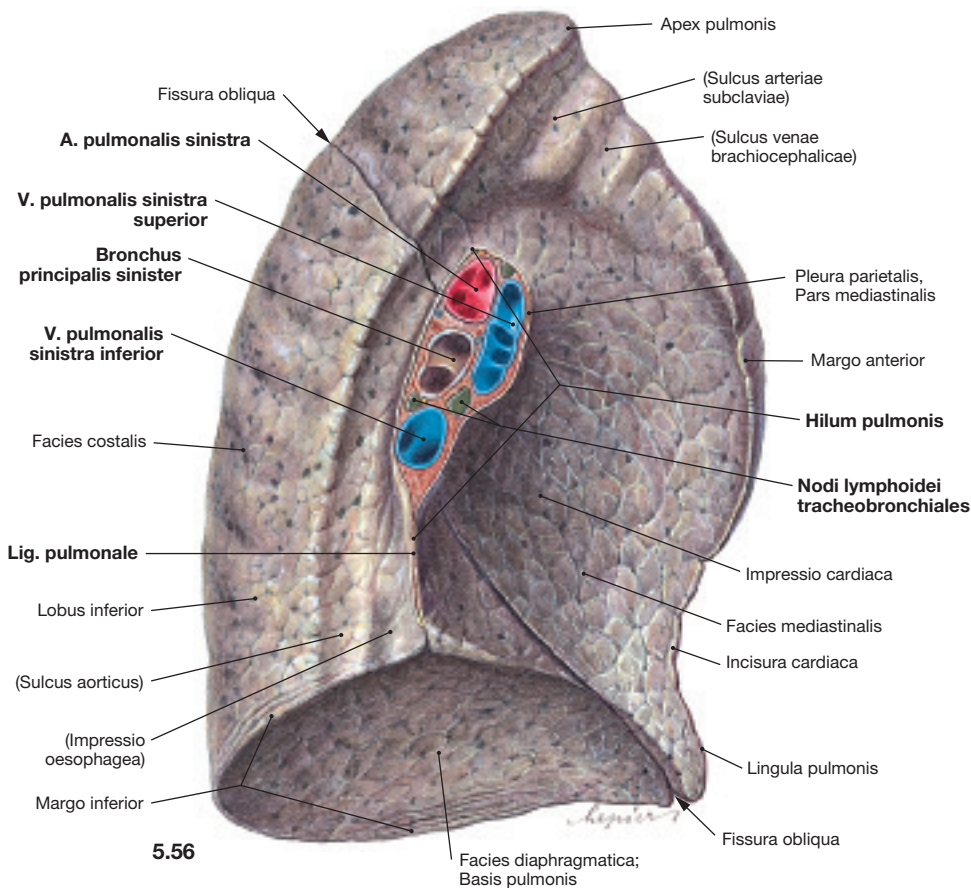
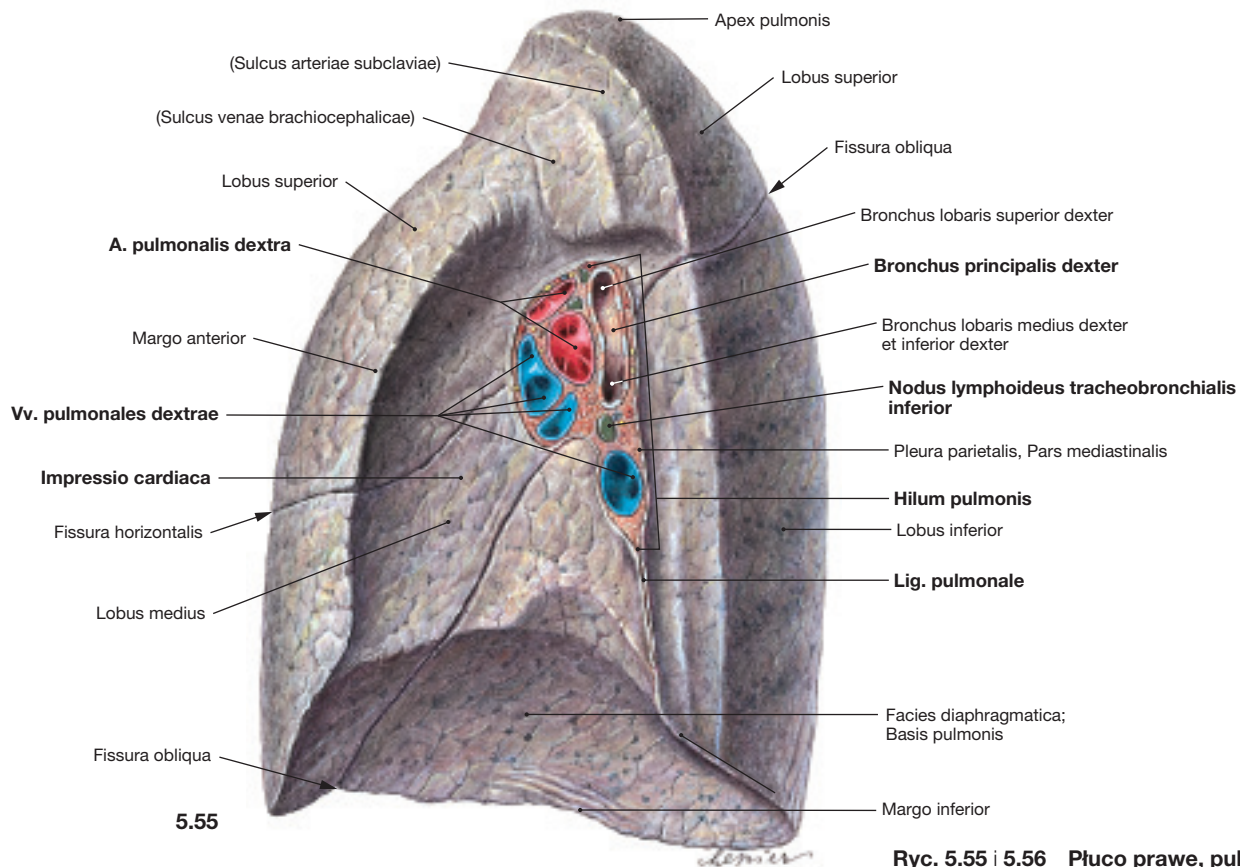
Ryc. 5.53 i 5.54 Płuco prawe, *pulmo dexter* (→ ryc. 5.53), i płuco lewe, *pulmo sinister* (→ ryc. 5.54); widok od strony bocznej.

Płuco prawe składa się z trzech płatów (lobi superior, medius et inferior) oddzielonych przez szczelinę skośną i szczelinę poziomą. Płuco lewe posiada dwa płaty (lobi superior et inferior) oddzielone szczeliną skośną. Płatowi środkowemu odpowiada języczek (*lingula pulmonis*) płata górnego, który poniżej wcięcia sercowego tworzy wypustkę w kształcie języka. Pojemność płuca prawego wynosi 2–3 l, a przy maksymalnym wdechu nawet 5–8 l. Pojemności tej odpowiada powierzchnia wymiany gazowej wielkości 70–140 m². Płuco lewe, ze względu na lewostronne położenie serca, ma pojemność o 10–20% mniejszą od płuca prawego.

W części górnej płuc znajduje się szczyt płuca (*apex pulmonis*), a w dolnej jest szeroka podstawa (*basis pulmonis*). Powierzchnie płuc pokrywa opłucna trzewna (*pleura visceralis*), którą w zależności od położenia można podzielić na trzy powierzchnie: leżącą bocznie powierzchnię żebrową (*facies costalis*), przechodzącą na brzegu dolnym w powierzchnię przeponową (*facies diaphragmatica*) (→ ryc. 5.55 i 5.56), a obydwie na brzegu przednim i tępy brzegu tylnym przechodzą w powierzchnię śródpiersiową (*facies mediastinalis*).



5.54



Ryc. 5.55 i 5.56 Płuco prawe, pulmo dexter (→ ryc. 5.55), i płuco lewe, pulmo sinister (→ ryc. 5.56); widok od strony przyśrodkowej.

Na powierzchni przyśrodkowej leży wnęka płuca (hilum pulmonis), w której znajdują się oskrzela główne i duże naczynia, tworzące korzeń płuca (radix pulmonis). We wnęcie opłucna trzewna (pleura visceralis) przechodzi w opłucną ścienną (pleura parietalis) wyścielającą jamę opłucnową. Przejście opłucnych rozciąga się ku dołowi do więzadła płucnego (lig. pulmonale).

Układ oskrzeli głównych i dużych naczyń w obrębie wnęki jest typowy dla obu płuc. W **płucu prawym oskrzela główne** leży **najwyżej**, podczas gdy w lewym oskrzela to znajduje się poniżej tętnicy płucnej. Żyły płucne położone są ku przodowi i dołowi. W obrębie wnęki, po odcięciu korzenia, widoczne są przecięte węzły chłonne tchawiczo-oskrzelowe (nodi lymphoidei tracheobronchiales), które z powodu osadzającego się pyłu węglowego zabarwione są często na czarno. Powierzchnia śródpiersiowa (facies mediastinalis), ze względu na serce (impressio cardiaca), jest wklęsła (bardziej po stronie lewej). Obydwa płuca często posiadają wyciski spowodowane przylegającymi naczyniami krwionośnymi lub, po stronie lewej, położonym przełykiem. Wyciski te, podobnie jak brzozy płuc, widoczne są w płucach utrwalonych (artefakty utrwalania), uwydatniając topografię płuc.

Uwagi kliniczne

Szczyty płuc wystają aż do 5 cm ponad otworem górnym klatki piersiowej. Istnieje zatem niebezpieczeństwo, przy zakładaniu **centralnego cewnika żylnego (CCŻ)** poprzez ż. podobojczykową, uszkodzenia płuca oraz, w przypadku otwarcia jamy opłucnowej, wytworzenia odmy (pneumothorax) z zapadnięciem płuca, „żgnięcie” w języku klinicznym. Mimo że ryzykowane jest także zakładanie CCŻ przez żyłę szyjną we-

wnętrzną na szyi, ponieważ wtedy dokonuje się wkłucia w kierunku stawu mostkowo-obojczykowego z możliwością nakłucia szczytu płuca, to ryzyko jest o wiele większe przy zakładaniu CCŻ przez żyłę podobojczykową, ponieważ kontaktuje się ona z jamą opłucnową (→ ryc. 5.99), zanim utworzy ż. ramienno-głową.