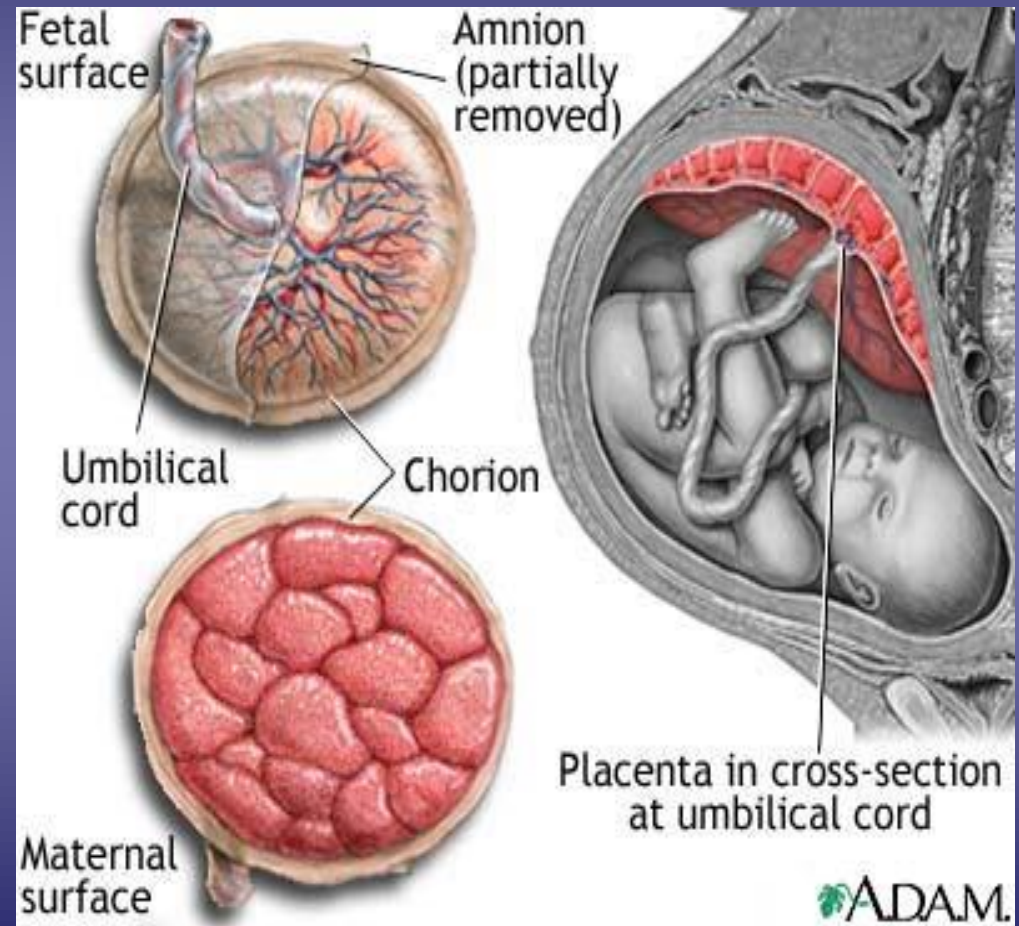


Patofizjologia krążenia płodowego



Krążenie płodowe w warunkach prawidłowych

- W łożysku dochodzi do wymiany gazów i składników odżywczych pomiędzy oboma krążeniami
- Nie dochodzi do mieszania się krwi w obrębie łożyska.

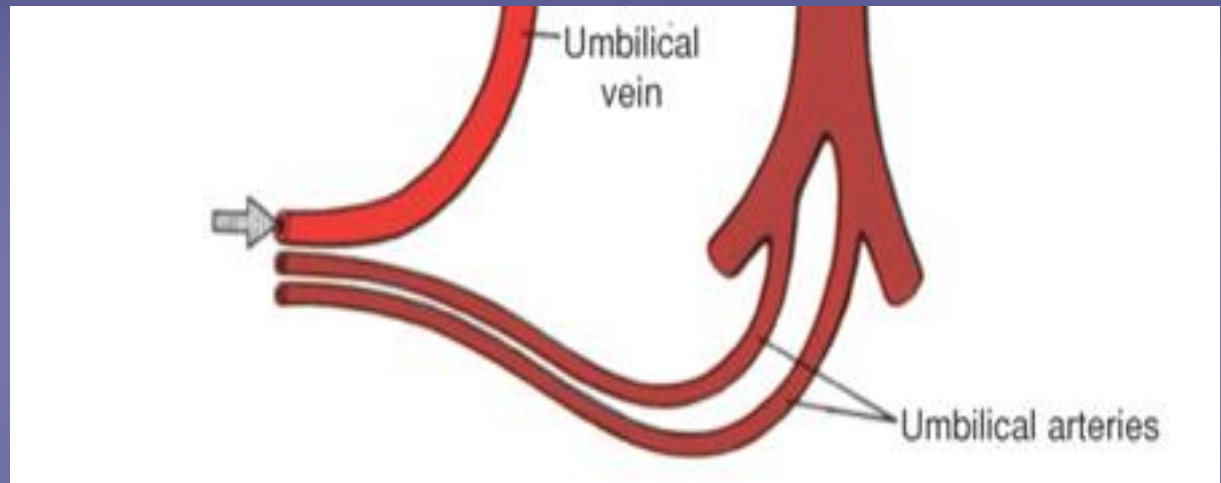
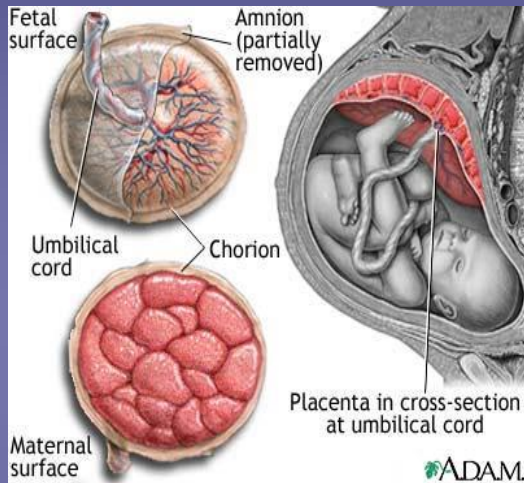


Krążenie płodowe w warunkach prawidłowych

■ **Żyła pępowinowa (UV)**

przewodzi utlenowaną krew i składniki odżywcze z łożyska

Żyła pępowinowa (UV) O₂



Para **tętnic pępowinowych (UA) CO₂**

■ Para **tętnic pępowinowych (UA)**

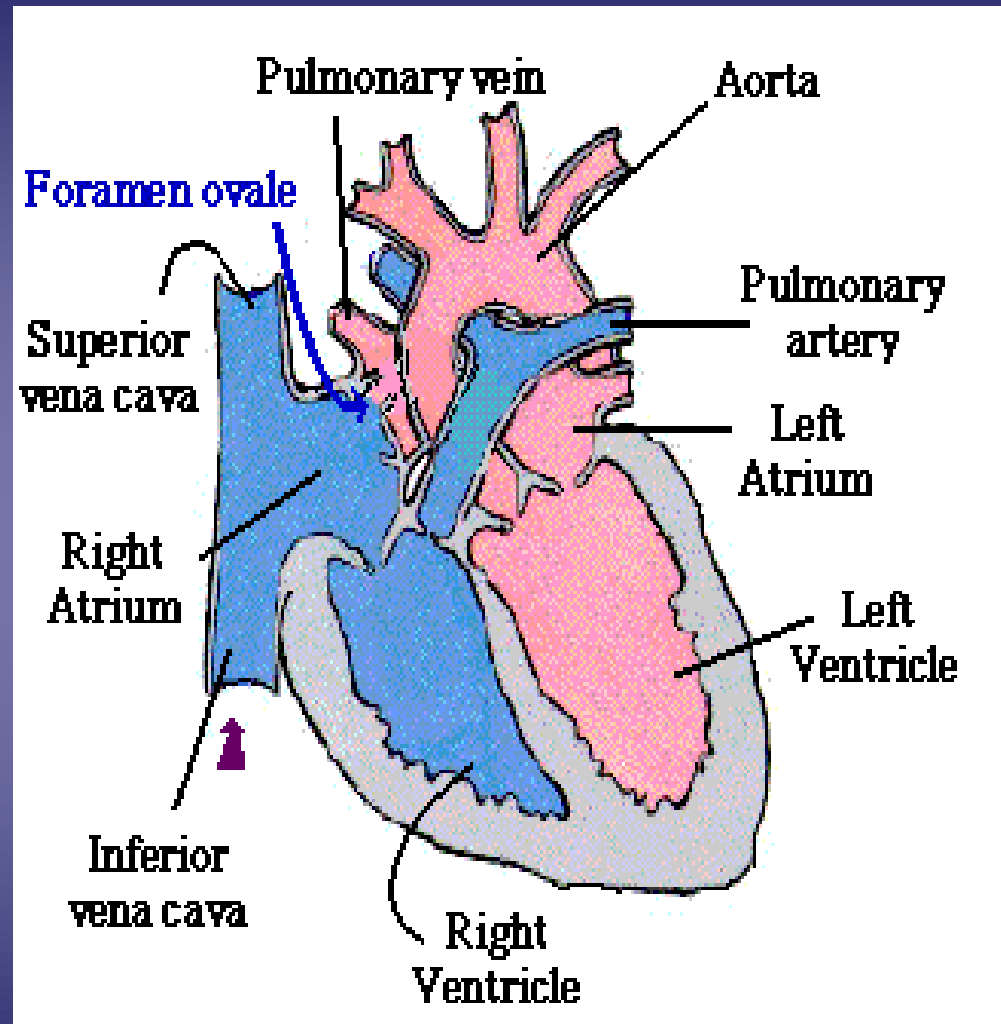
przewodzi odtlenowaną krew i produkty przemiany materii do łożyska

Krążenie płodowe w warunkach prawidłowych

- Mniejszość krwi z **UV** łączy się z krążeniem wrotnym wątroby w celu absorpcji składników odżywczych
- Większość krwi z **UV** (60%) przepływa **przez przewód żylny (DV)** i wkracza do krążenia wątrobowego i dalej do **żyły głównej dolnej (IVC)**

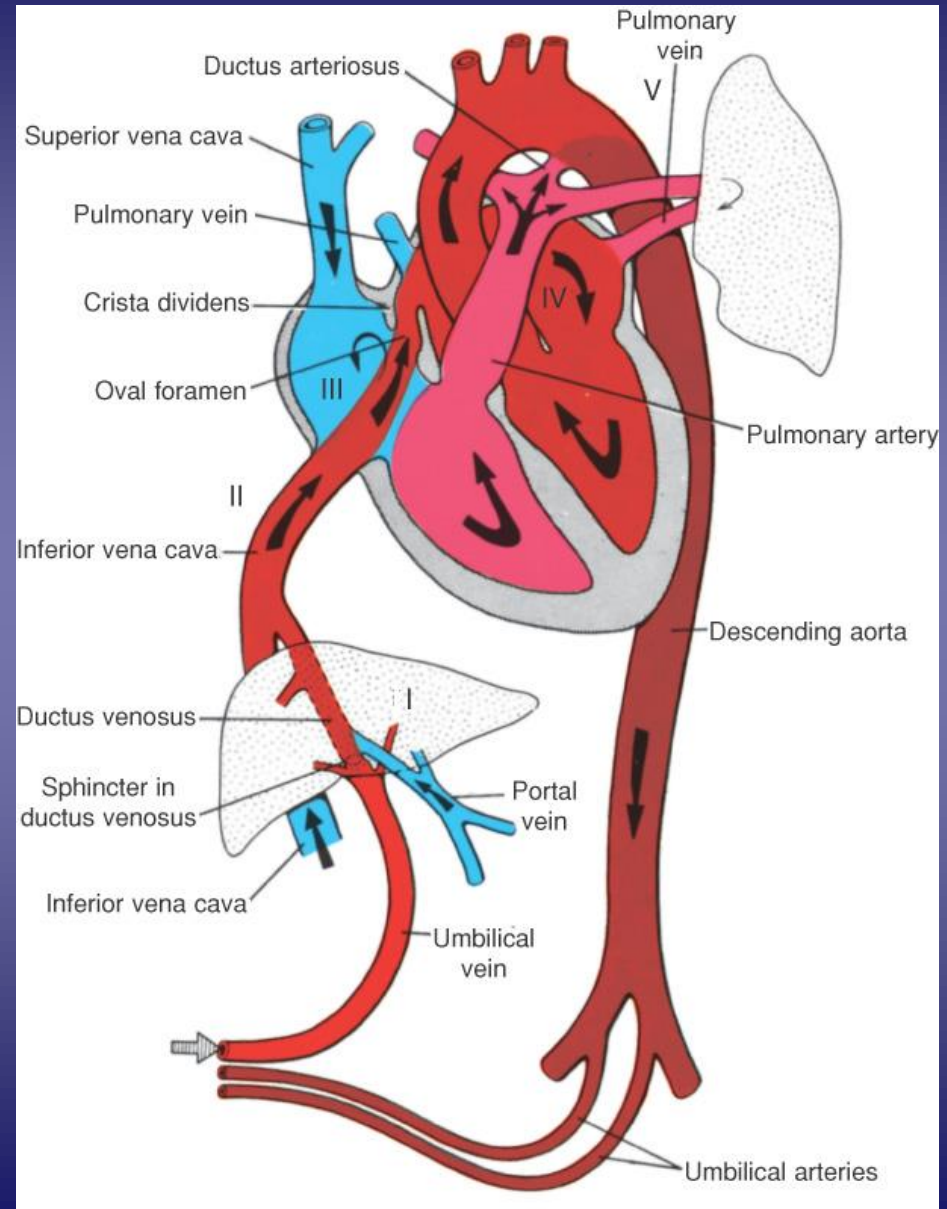
Krążenie płodowe w warunkach prawidłowych

- Krew z prawego przedsionka (**RA**) wpływa do lewego przez **otwór owalny (FO)** z zastawką omijając krążenie płucne
- Więcej niż 1/3 objętości krwi płynie tą drogą (utenowana z **DV**)
- **Zastawka FO** zapobiega cofaniu się krwi
- Krew nieutlenowana z **IVC** (część) oraz z **SVC** wpływa z **RA** do **RV**

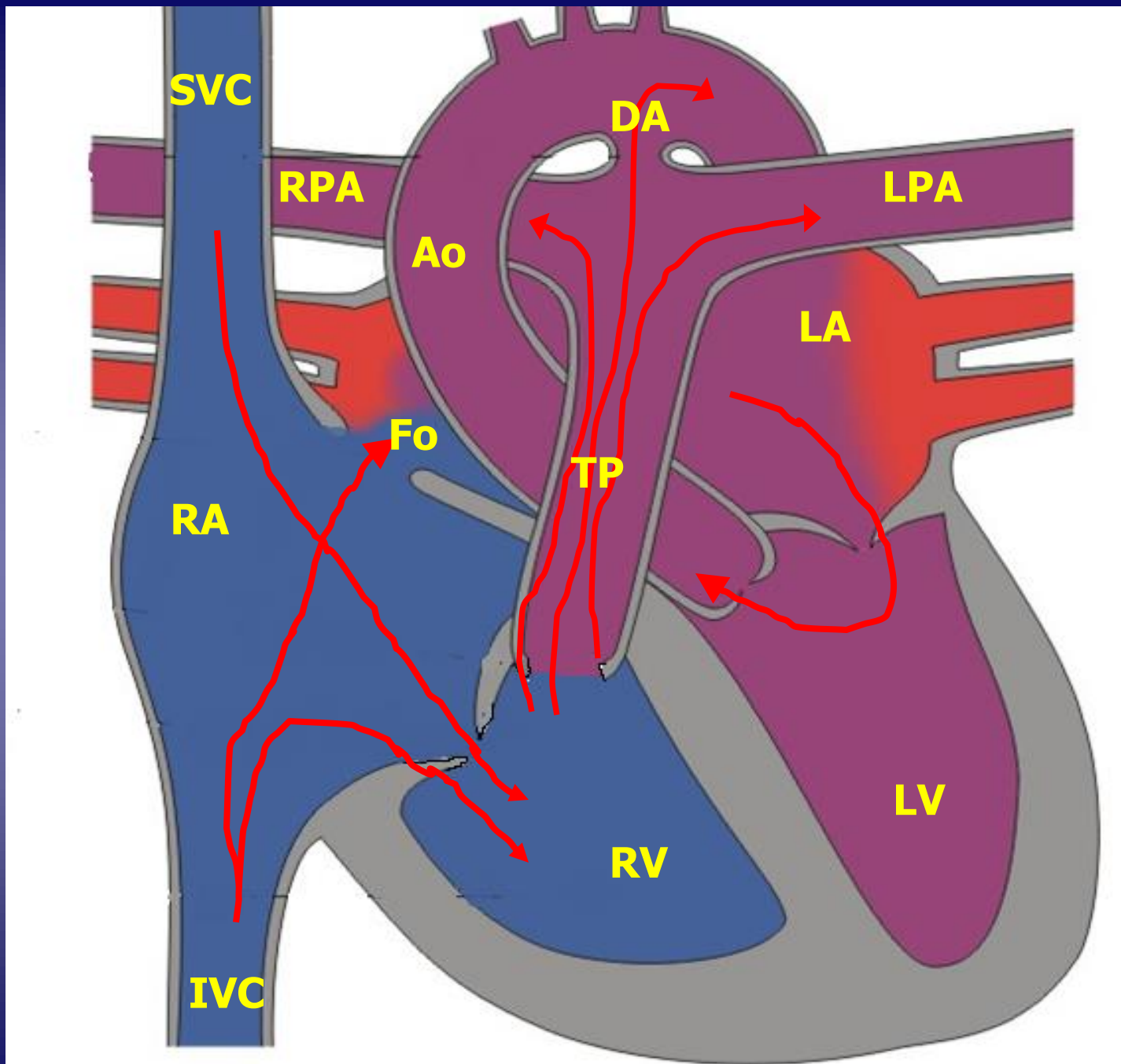


Krążenie płodowe w warunkach prawidłowych

- Krew z **prawej komory (RV)** wpływa do **pnia płucnego (TA)**
- Większość tej krwi wpływa do **łuku aorty (AA)** przez **przewód tętniczy (DA)**, omijając wysokooporowe krążenie płucne



Krążenie płodowe w warunkach prawidłowych



1/3 rzutu do Ao

- 4% do naczyń wieńcowych
- 20% do OUN
- 10% do cieśni aorty

2/3 rzutu do PA

- 8-10% przez płuca
- 90% do DA

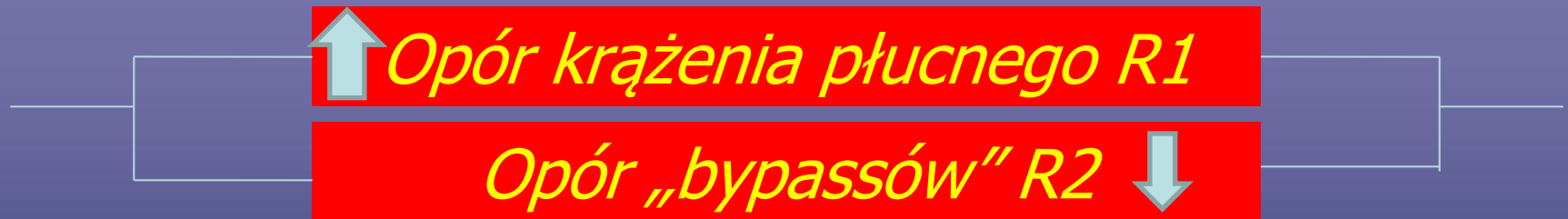
Krążenie płodowe w warunkach prawidłowych – cechy szczególne

- krążenie płucne – niskie pO_2 , wysoki R
- spadek oporu łożyskowego w miarę trwania ciąży
- wzrost rzutu serca w miarę rozwoju ciąży
- redystrybucja krążenia płodowego
- wzrost FHR w odpowiedzi na zapotrzebowanie na O_2
- płodowe myocardium
- brak unerwienia współczulnego – wrażliwość na „pre- i overload”

Krążenie płodowe w warunkach prawidłowych

- Zmiana z krążenia płodowego na noworodkowe zachodzi bardzo szybko
- Zmiana jest inicjalizowana przez pierwszy oddech dziecka

Krążenie płodowe – przed i po porodzie



$$1/R_{\text{śr}} = 1/R1 + 1/R2$$

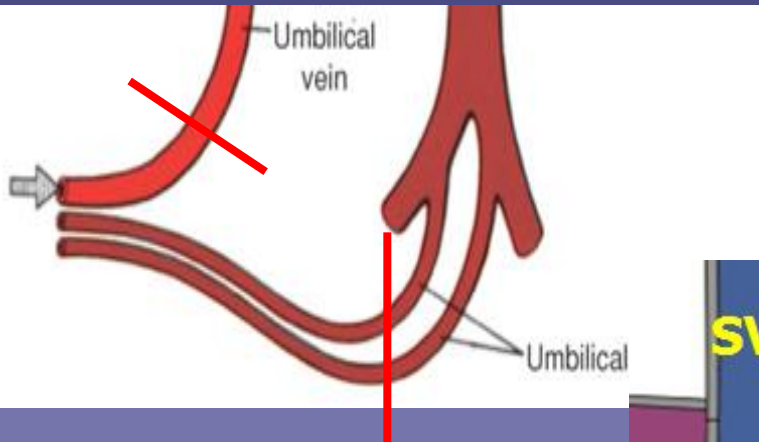
R1 przed porodem – wysokie (niski przepływ płucny)

R1 po porodzie – niski (przepływ płucny)

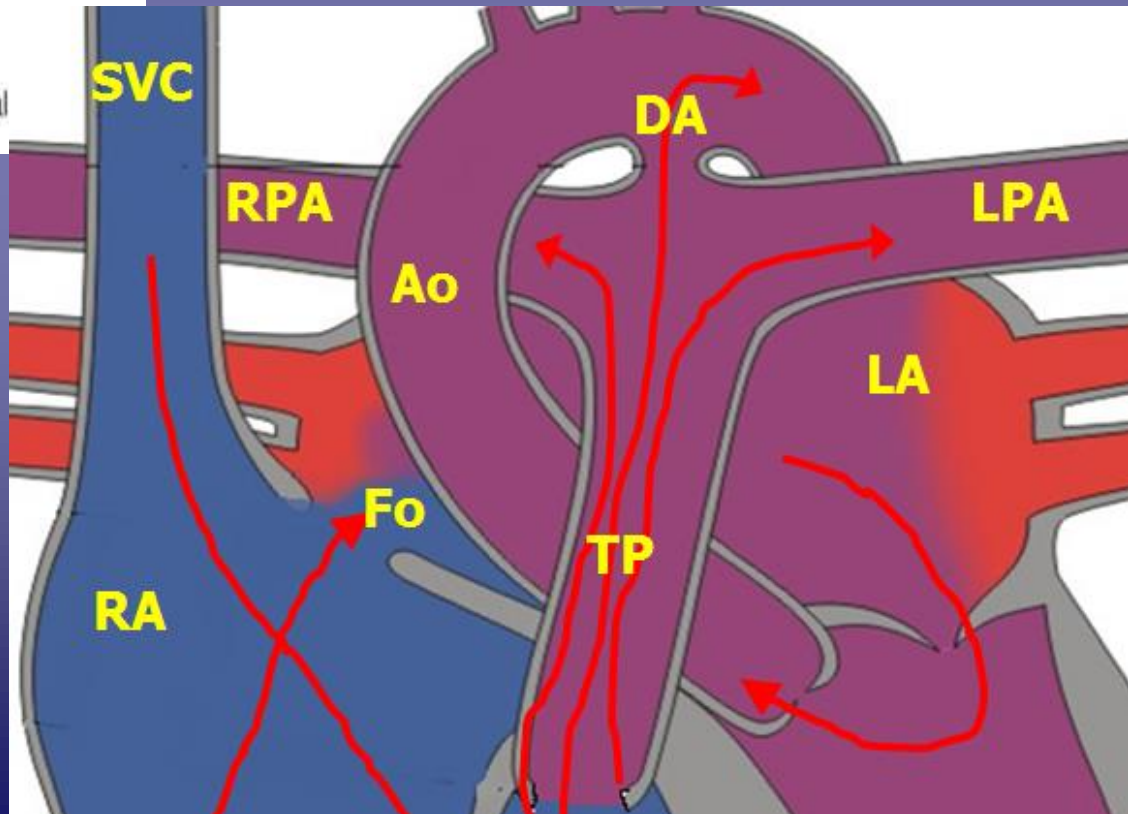
Krążenie płodowe – po porodzie

- brak napływu żylnego do **DV i IVC**
- spadek ciśnienia w **RA**

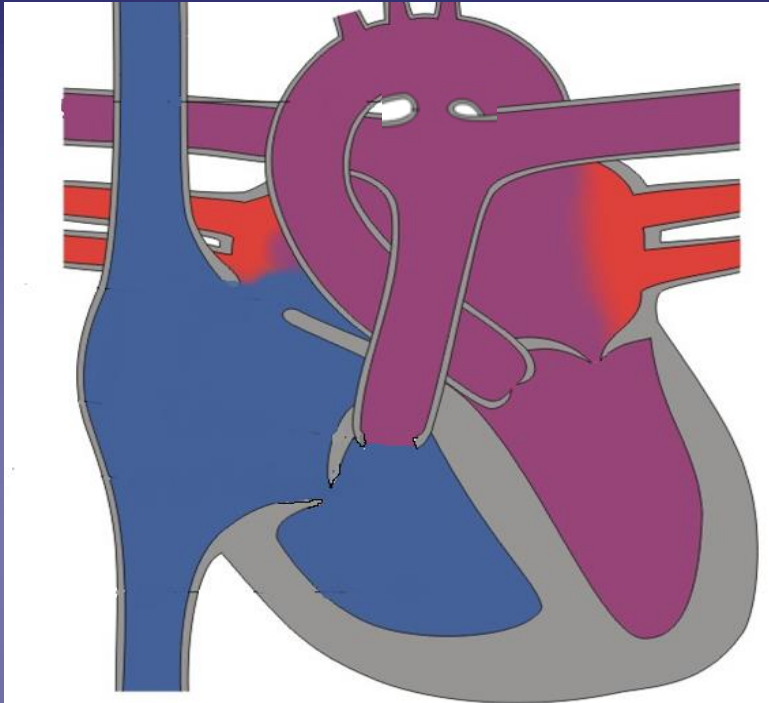
- spadek oporu w krążeniu płucnym
- gwałtowny wzrost perfuzji **RPA i LPA**
- gwałtowny wzrost pO₂ w **LPA i RPA**
- spadek ciśnienia w **RA**
- wzrost ciśnienia w **LA** – powrót żylny do **LA**
- zamknięcie **Fo**
- zamknięcie **DA**



- wzrost oporu przed **UA**
- wzrost oporu systemowego



Przedwczesne przemykanie się DA



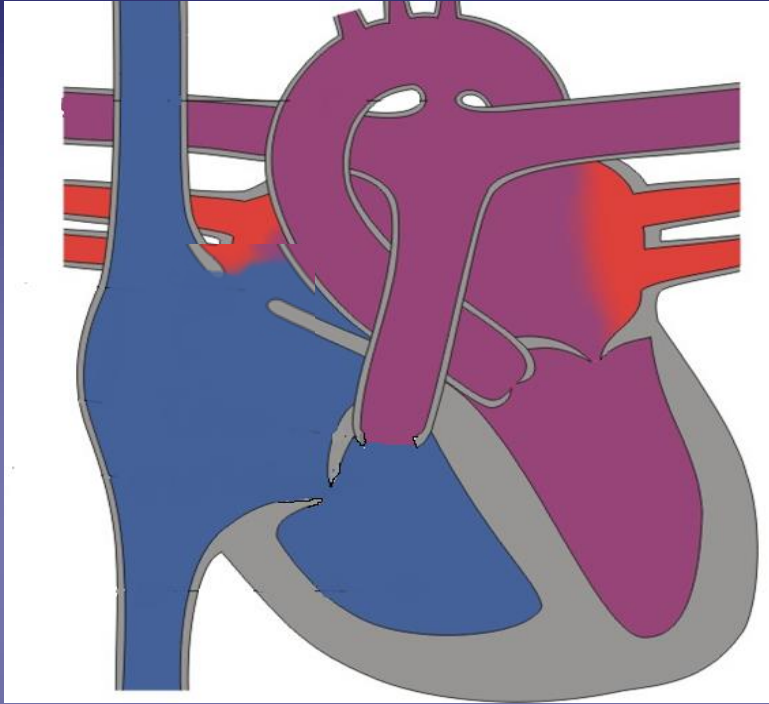
■ U płodu

- przerost **RV** i **IVS**
- obniżona kurczliwość **RV**
- poszerzenie **Fo**
- wzrost przepływu **P-L**
- wzrost **PSV >140cm/s w DA**, wzrost **PI >2,4**

■ U noworodka

- podwyższony opór płucny
- zmniejszony przepływ płucny
- przedłużony napływ przez **Fo**

Przedwczesne przymyknięcie się Fo



- **U płodu**
- Pogrubiała zastawka **Fo**
- Brak przepływu **Fo**
- niewydolność **RV**
- zgon płodu

Przedwczesne zarośnięcie DV

Prevalence and Outcome of Absence of Ductus Venosus at 11⁺⁰ to 13⁺⁶ Weeks

■ U płoc

Ismini Staboulidou^{a,c} Susana Pereira^a Jader de Jesus Cruz^a Argyro Syngelaki^a
Kypros H. Nicolaides^{a,b}

CRL mm	NT mm	Karyotype	Fetal abnormality	Follow-up		
				outcome	gestation, weeks	birth weight, g
51.7	1.4	normal	none	live birth	40	3,080
60.6	1.5	normal	none	live birth	40	3,500
54.6	1.5	normal	Ebstein anomaly	live birth	40	3,980
65.4	1.7	normal	none	live birth	39	3,178
60.0	1.7	normal	none	live birth	41	3,720
68.4	1.8	normal	none	live birth	41	3,489
58.0	1.9	normal	none	live birth	36	2,895
68.5	2.0	normal	none	live birth	38	3,377
75.4	2.1	normal	none	live birth	39	3,320
67.3	2.2	normal	none	live birth	39	3,500
77.1	2.2	trisomy 18	none	termination	14	–
48.3	2.5 ^a	normal	none ^b	live birth	37	1,930 ^d
52.7	3.0 ^a	rearrangement	Dandy Walker malformation	miscarriage	14	–
58.8	3.8 ^a	normal	none ^c	infant death	34	2,340
69.0	4.5 ^a	normal	none	live birth	41	3,377
67.4	5.9 ^a	turner	none	termination	13	–
68.1	6.2 ^a	trisomy 21	atrioventricular septal defect	termination	13	–
45.1	6.7 ^a	turner	coarctation of the aorta	termination	12	–
76.8	7.1 ^a	trisomy 21	none	termination	13	–
60.1	7.3 ^a	normal	none	live birth	39	–
62.3	7.9 ^a	turner	coarctation of the aorta	termination	13	–
61.0	9.3 ^a	normal	none	miscarriage	16	–
63.5	9.5 ^a	turner	none	termination	13	–
54.9	9.9 ^a	turner	none	termination	13	–
64.1	10.2 ^a	turner	none	termination	13	–
62.5	10.9 ^a	turner	coarctation of the aorta	termination	13	–

Krążenie płodowe w warunkach nieprawidłowych

- rozwój nieprawidłowości układu krążenia płodu modyfikuje przepływ w krążeniu płodowym
- obecność „shuntów” w krążeniu płodowym warunkuje przeżycie noworodka po porodzie
- wpływ wady układu krążenia płodu na stan ogólny noworodka jest uzależniony od jej ciężkości oraz tygodnia ciąży w którym wystąpią pierwsze objawy

Krążenie płodowe w warunkach nieprawidłowych

■ Przewodzalne wady serca

■ przewodozależny przepływ płucny

- lewo-prawy przez przewód tętniczy po urodzeniu

■ przewodozależny przepływ systemowy

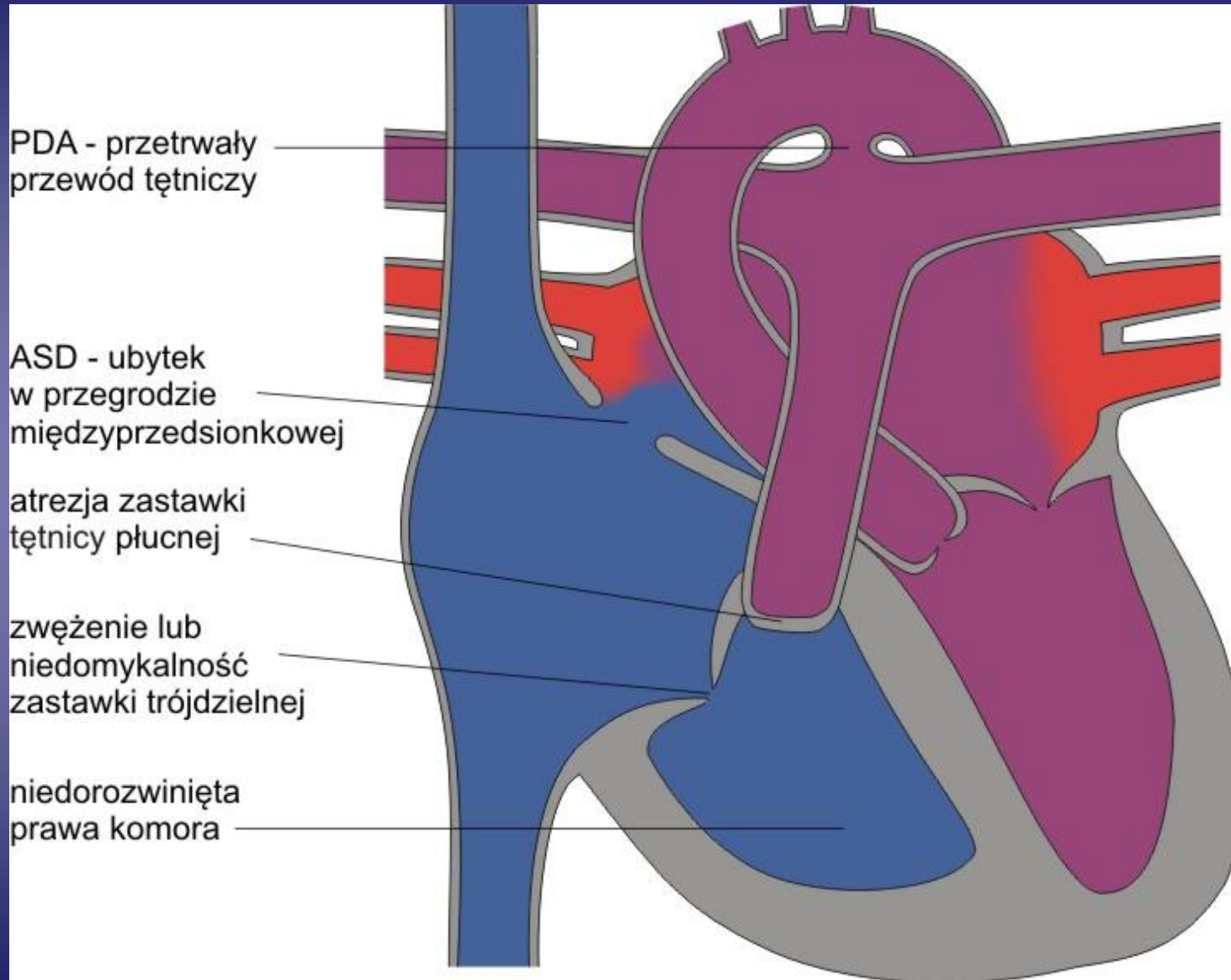
- prawo-lewy przepływ przez przewód tętniczy po urodzeniu

■ przewodozależne mieszanie się krwi pomiędzy krążeniem systemowym i płucnym po urodzeniu

Krążenie płodowe w warunkach nieprawidłowych

- Przewodozależny przepływ płucny
 - **atrezja tętnicy płucnej (PAA)**
 - atrezja zastawki trójdzielnej (bez ubytku międzykomorowego)
 - krytyczna tetralogia Fallota (ToF)
 - krytyczne zwężenie prawego ujścia P-K z VSD
 - krytyczna anomalia Ebsteina (EA)

■ Atrezja tętnicy płucnej (PAA)



■ Atrezja tętnicy płucnej (PAA) - patofizjologia

brak przepływu przez zastawkę PA



wzrost ciśnienia i przerost **RV**



niedomykalność **TV**



wzrostu ciśnienia w **RA**



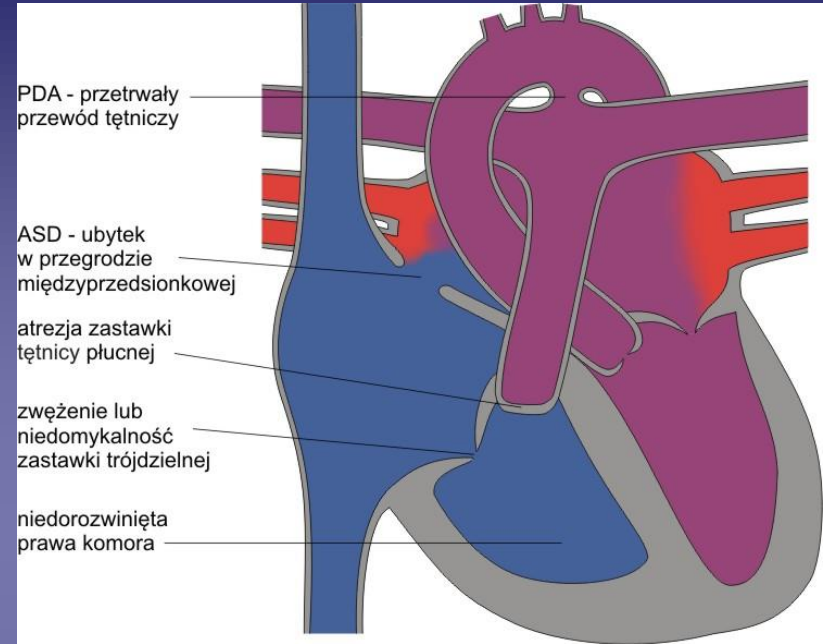
prawo-lewy przeciek przez **FO**



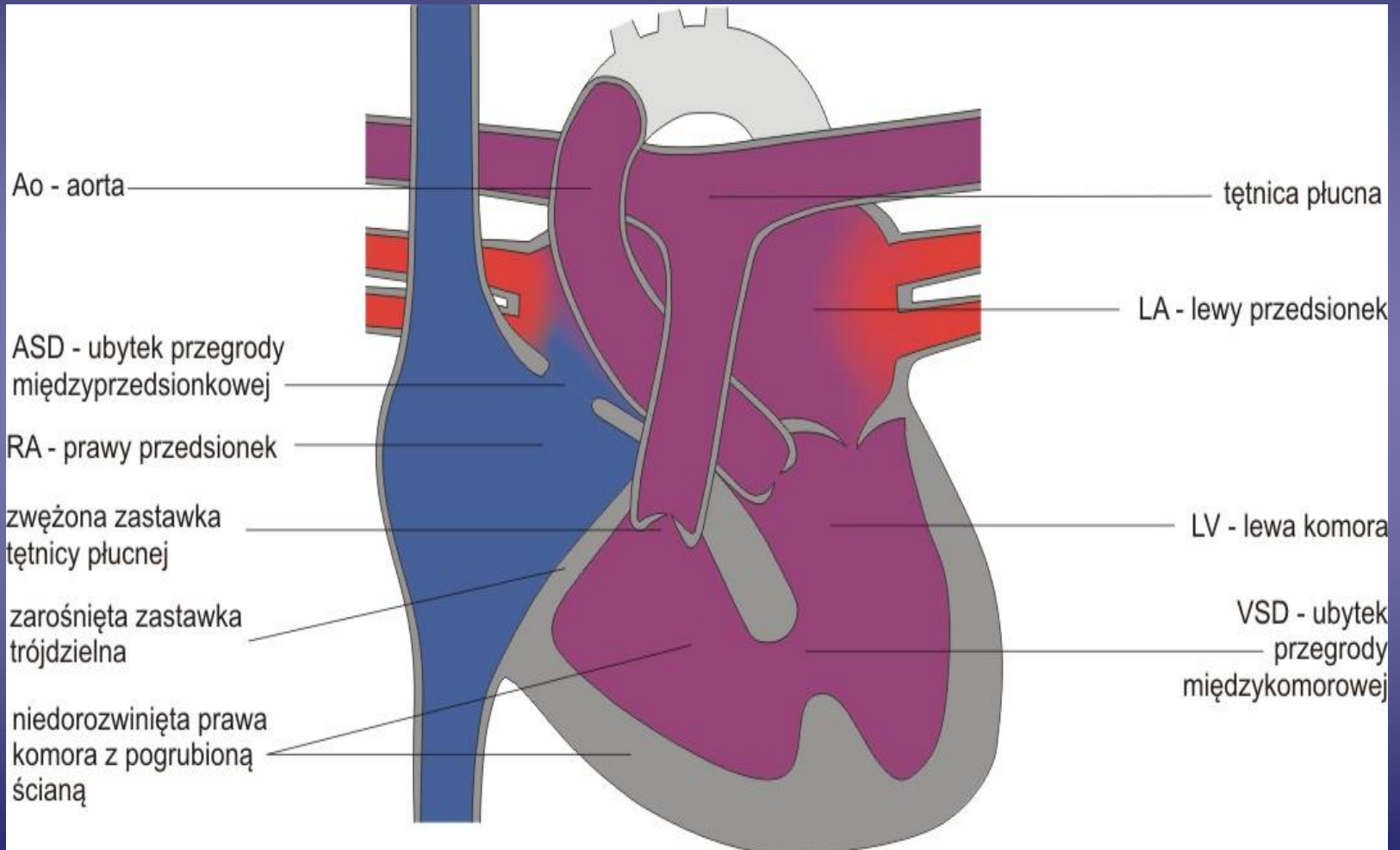
zmniejszenie utlenowania krwi w krążeniu systemowym (sinica)



przepływ płucny zapewnia drożny **DA** – przepływ wsteczny



■ krytyczne zwężenie prawego ujścia P-K z VSD



■ krytyczne zwężenie prawego ujścia P-K z VSD

dopływ do **RV** odbywa się od komory lewej przez **VSD**



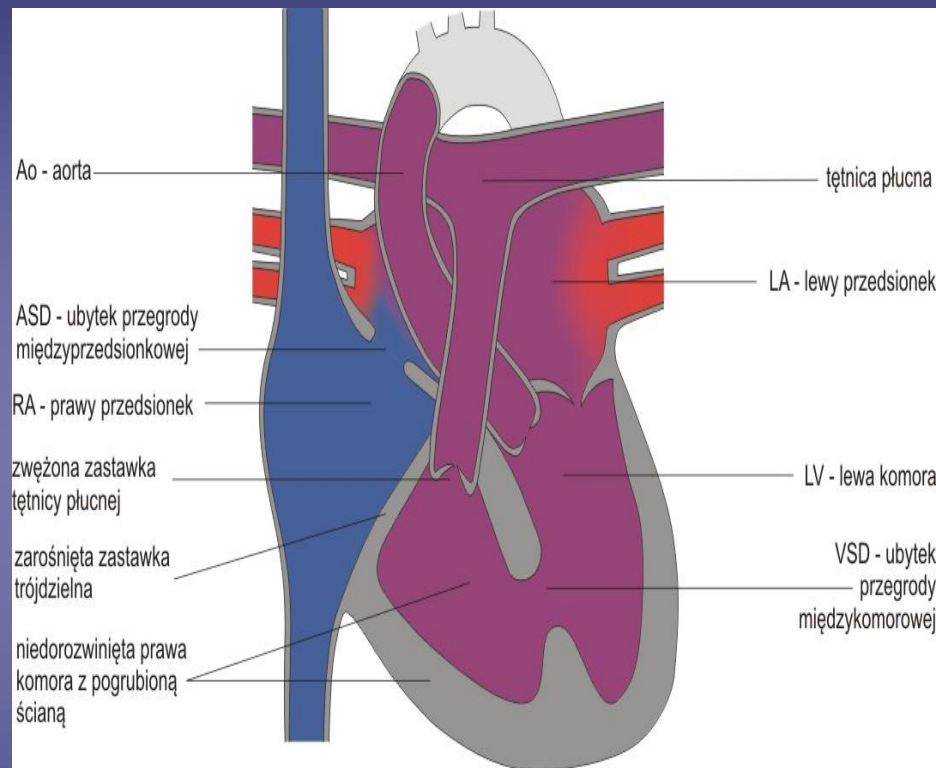
zastawka płucna często bywa zwężona lub zarośnięta



przepływ płucny – przez **PA** i drożny **DA** (przepływ wsteczny)



zwiększony przepływ płucny, zmniejszony przepływ płucny lub zrównoważony przepływ płucny i systemowy – w zal. od stopnia stenozы zastawki płucnej i wielkości VSD



Krążenie płodowe w warunkach nieprawidłowych

- **Przewodozależny przepływ systemowy**
 - **krytyczne zwężenie lewego ujścia tętniczego**
 - zespół hipoplazji lewego serca (atrezja lub krytyczne zwężenie zastawki aortalnej i zastawki mitralnej)
 - krytyczna koarktacja aorty
 - przerwanie ciągłości łuku aorty

■ krytyczne zwężenie lewego ujścia tętniczego

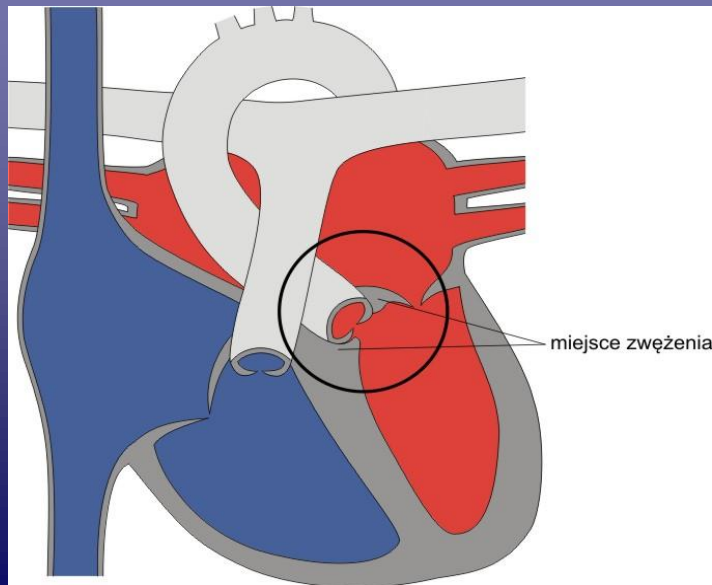
pogrubienie ściany
lewej komory



upośledzenie funkcji
lewej komory



zwłóknienie wsierdza i
fibroelastoza



■ krytyczne zwężenie lewego ujścia tętniczego

stan zagrożenia życia – najpierw narastający obrzęk płuc



objawy pojawiają się zaraz po urodzeniu - brak swobodnego przepływu Fo i DA



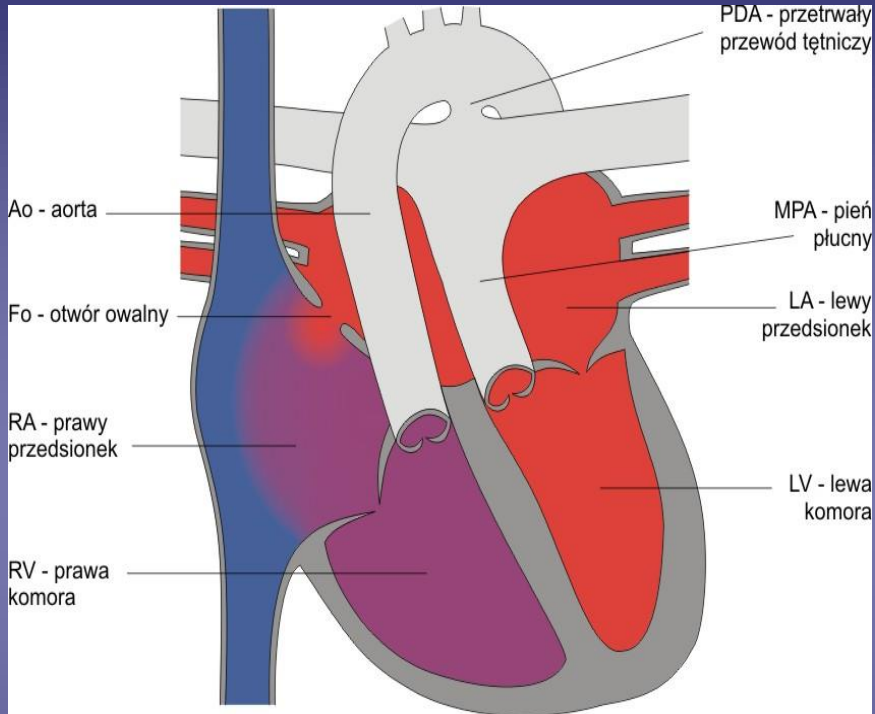
duży przeciek na poziomie **DA i Fo** zapewnia przepływ systemowy



po zamknięciu **DA** – zespół małego rzutu i konsekwencje

■ przewodozależne mieszanie się krwi pomiędzy krążeniem systemowym i płucnym

■ przewodozależne mieszanie się krwi pomiędzy krążeniem systemowym i płucnym



Przełożenie dużych naczyń, klasyczne, skorygowane

Mieszanie się krwi na poziomie **DA, Fo i czasem VSD** – warunkuje przeżycie

Przepływ na poziomie **Fo i DA** - dwukierunkowy

Krążenie płodowe - po porodzie

- **Fo** – zamyka się całkowicie w ciągu 1 roku życia
- **DA** – zamyka się krótko po porodzie – więzadło tętnicze
- **DV** – więzadło żyłne
- **UA** – więzadła pępkowe środkowe
- **UV** – więzadło obłe wątroby