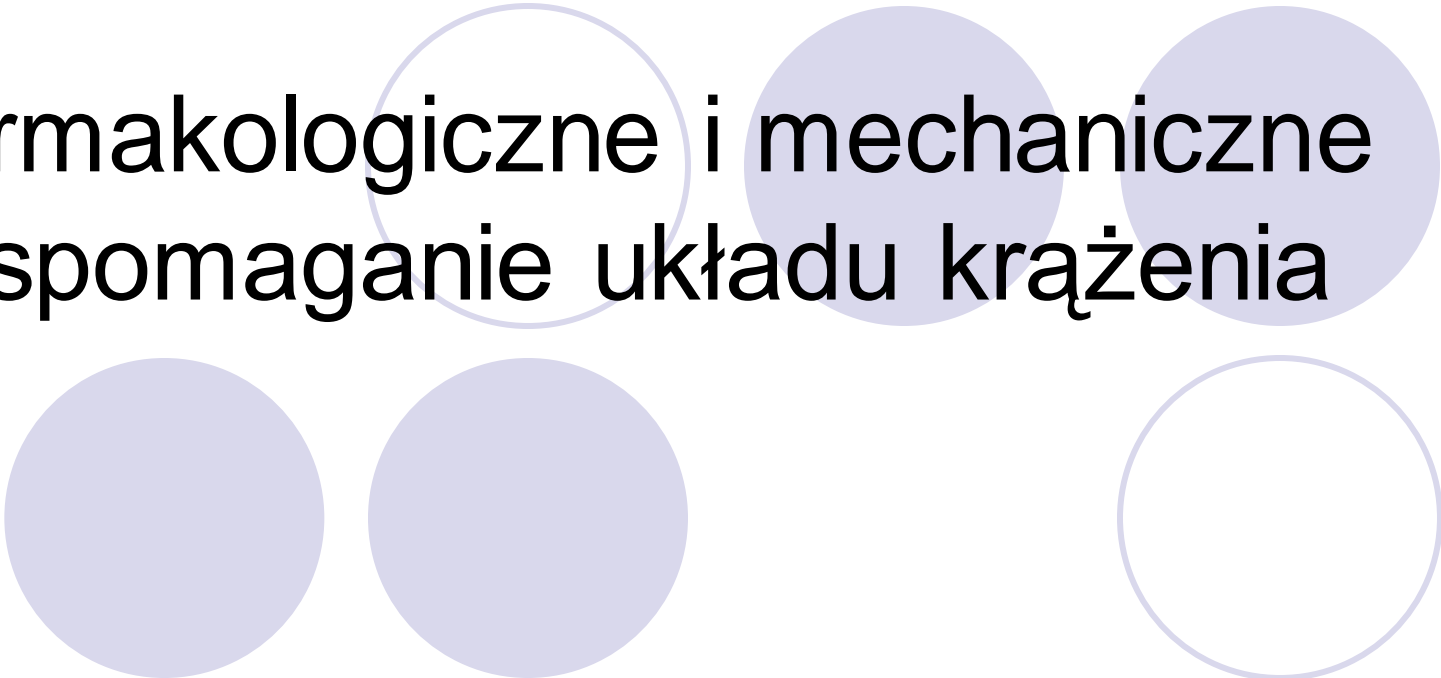


# Farmakologiczne i mechaniczne wspomaganie układu krążenia

The slide features several decorative circles. In the top row, there are three circles: a white circle with a light purple outline, a solid light purple circle, and another solid light purple circle. In the bottom row, there are three circles: two solid light purple circles on the left and a white circle with a light purple outline on the right.

# Leki stosowane w niewydolności krążenia

- NTG iv : dławica piersiowa; poprawa rzutu serca przez zmniejszanie obciążenia następczego ; zwalczanie obrzęku płuc
  - Dawki: 5-10  $\mu\text{g}/\text{min}$ , w razie potrzeby stopniowo zwiększając dawkę do osiągnięcia zadowalającego efektu, lecz dawka nie powinna przekraczać 0,4 mg/min[1]. Gdy sBP spada poniżej 90 mmHg- zmniejszyć dawkę, lub przerwać wlew
  - Niska dawka (do 50  $\mu\text{g}/\text{min}$ )-rozszerzenie żył; większa-tętnice[1]
  - Działanie przeciwplatekcyjne[1,4]
  - Ulega adsorbcji na PCV
  - Uwaga na leki stosowane w zaburzeniach erekcji
  - Przy dużych dawkach-methemoglobinemia
  - Tolerancja przy dłuższym podawaniu
  - Może zwiększać przeciek płucny i CBF, powodując wzrost ICP [1]

# Leki stosowane w niewydolności krążenia

- Diuretyki: jeśli występują objawy przewodnienia (zastój w krążeniu płucnym/obrzęki obwodowe), gdy PCWP utrzymuje się powyżej 20 mmHg pomimo stosowania wazodylatorów [1]
  - Nie jest to leczenie I rzutu w ONS[1]
  - Umiarkowane: furosemid 20-40mg/d po/iv
  - Duże: furosemid 40-100 mg/d iv lub we wlewie (skuteczniejszy) 5-40mg/h ; max. Dawka w ciągu 6h-100mg 24h-240mg
  - Przy braku efektu: hydrochlorotiazyd (50-100 mg/d) lub spironolakton 25-50 mg/d
  - Dodatkowo: monitorowanie diurezy, kontrola elektrolitów

# Leki stosowane w niewydolności krążenia

- Nesiritid- rekombinowany ludzki BNP
  - Działanie wazodylatacyjne
  - Dawka: bolus 2mg/kg, potem wlew 0,1mg/kg/h, możliwe zwiększanie dawki o 0,1 mg/kg/h co 3h do 0,3 mg/kg/h
  - Niepewna wartość kliniczna, brak przewagi nad innymi wazodylatatorami [1]
- Amiodaron: jedyny lek antyarytmiczny skuteczny w większości arytmii komorowych i nadkomorowych, pozbawiony ujemnego działania inotropowego

# Leki stosowane w niewydolności krążenia-katecholaminy

Wpływ różnych amin katecholowych na receptory adrenergiczne

Amina katecholowa	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\beta_1$	$\beta_2$	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Adrenalina	++	++	+++	++	0	0
Noradrenalina	++	++	++	0	0	0
Dopamina	++	++	++	+	+++	+++
Dobutamina	0/+	0	+++	+	0	0

- Dobutamina-syntetyczna katecholamina działająca na rec. B-działanie przede wszystkim inotropowe, niewielki efekt wazodylatacyjny
  - Dawka 3–15  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$
  - Skuteczna w niewydolności prawej i lewej komory
  - Nie wpływa na BP
  - Przy podawaniu powyżej 24-48h rozwój tolerancji
  - Ryzyko tachyarytmii i pobudzeń ektopowych
  - Zwiększa zużycie tlenu przez myocardium-niekorzystne w OZW
  - Przeciwwskazania: kardiomiopatia przeorstowa, złośliwe arytmie komorowe

# Leki stosowane w niewydolności krążenia-katecholaminy

- Dopamina: Zależnie od dawki pobudzenie rec. DA,  $\beta$ ,  $\alpha$ 
  - Działanie inotropowe dawki pośredniej słabsze od dobutaminy
  - Rec. D1 w naczyniach trzewnych-waodylatacja; presynaptyczne D2-spadek uwalniania noradrenaliny[4]
  - We wstrząsie kardiogenym bywa łączona z dobutaminą
  - Powoduje wzrost PCWP-prawdopodobnie obkurczenie żył płucnych
  - Ryzyko tachyarytmii (zwłaszcza w skojarzeniu z dobutaminą)
  - Pozanaczyniowe podanie dopaminy-niedokrwienna martwica w miejscu podania
  - Reakcje alergiczne na konserwant
  - Wzrost ciśnienia śródgałkowego
  - Opóźnione opróżnianie żołądka

1–3 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ 3–10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$	Renal vasodilatation and natriuresis Positive inotropic effect and systemic vasodilatation
>10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$	Systemic vasoconstriction

# Leki stosowane w niewydolności krążenia-katecholaminy

- Noradrenalina:stosowana w hipotensji utrzymującej się pomimo płynoterapii i stosowania dopaminy
  - Preferowana we wstrząsie septycznym
  - We wstrząsie kardiogenym, jeśli hipotensja (sBP <70mm Hg) utrzymuje się pomimo stosowania leków inotropowych i płynoterapii[6]
  - Może być też korzystna we wstrząsie kardiogenym spowodowanym zatorowością płucną[2]
  - Dawka: 0,2–1,3  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ , ale czasem zachodzi konieczność użycia dawek do 5  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$
  - Działanie inotropowe, wazokonstrykcyjne, spadek przepływu trzewnego
  - Wzrost sBP i dBP (brak działania na rec.  $\beta$  2)[4]
  - Reakcje alergiczne na konserwant
- Adrenalina:stosowana w NZK i anafilaksji, oraz w objawowej bradykardii niereagującej na atropinę, gdy nie można zastosować elektrostymulacji
  - Silny efekt inotropowy i chronotropowy
  - Duże ryzyko zaburzeń rytmu serca
  - Podnosi sBP, może obniżać dBP(rec.  $\beta$ 2-spadek oporu w tętnicach zaopatrujących mm. szkieletowe)[4]
  - Silniejszy niż w przypadku noradrenaliny negatywny wpływ na krążenie trzewne

# Leki stosowane w niewydolności krążenia-leki inotropowe

- Inhibitory PDE III

- Działanie inotropowe, lusitropowe, wazodylatacyjne
- Dawkowanie:
  - Milrinon: bolus 50 µg/kg, potem wlew 0,25–1 µg/kg/min
  - Enoksymon: bolus 0,25-0,75 mg/kg, potem wlew 1,25–7,5 µg/kg/min
- Mogą obniżyć BP
- Wskazane u chorych z hipoperfuzją obwodową i utrzymanym BP, u których leczenie diuretykami i wazodylatorami okazało się nieskuteczne
- Nie wpływają na zużycie tlenu przez myocardium
- Skuteczne u pacjentów przyjmujących β-blokery i niereagujących na dobutaminę
- Działanie proarytmiczne



# Leki stosowane w niewydolności krążenia-leki inotropowe

- Lewosymendan: działanie inotropowe i wazodylatacyjne
  - Działanie inotropowe: wzrost wrażliwości troponiny C na jony wapnia, hamowanie PDE III
  - Działanie wazodylatacyjne: otwarcie ATP-zależnych kanałów potasowych
  - Działa ochronnie w niedokrwieniu mięśnia sercowego
  - Zwiększa CO, HR, SV
  - Zmniejsza PCWP i PVR
  - Dawka: bolus 3-12  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (nie stosować gdy sBP < 100 mm Hg), potem wlew 0,05-0,2  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$
  - Skuteczny u chorych przyjmujących  $\beta$ -blokery
  - Posiada aktywne metabolity o długim czasie działania

# CPAP

- Przeciwdziała obrzękowi płuc, zmniejsza przeciek płucny, zwiększa dowóz tlenu
- Obniża powrót żylny-niekorzystne w hipowolemii[2], jednak przy zachowanym powrocie żylnym obniża obciążenie natępcze[2]
- We wstrząsie kardiogennym-zwiększa rzut serca i podnosi BP[2]
- Rutynowe stosowanie w ONS zmniejsza śmiertelność[2], efekt szczególnie wyrażony u pacjentów zagrożonych niewydolnością oddechową, z towarzyszącą hiperkapnią i kwasicią



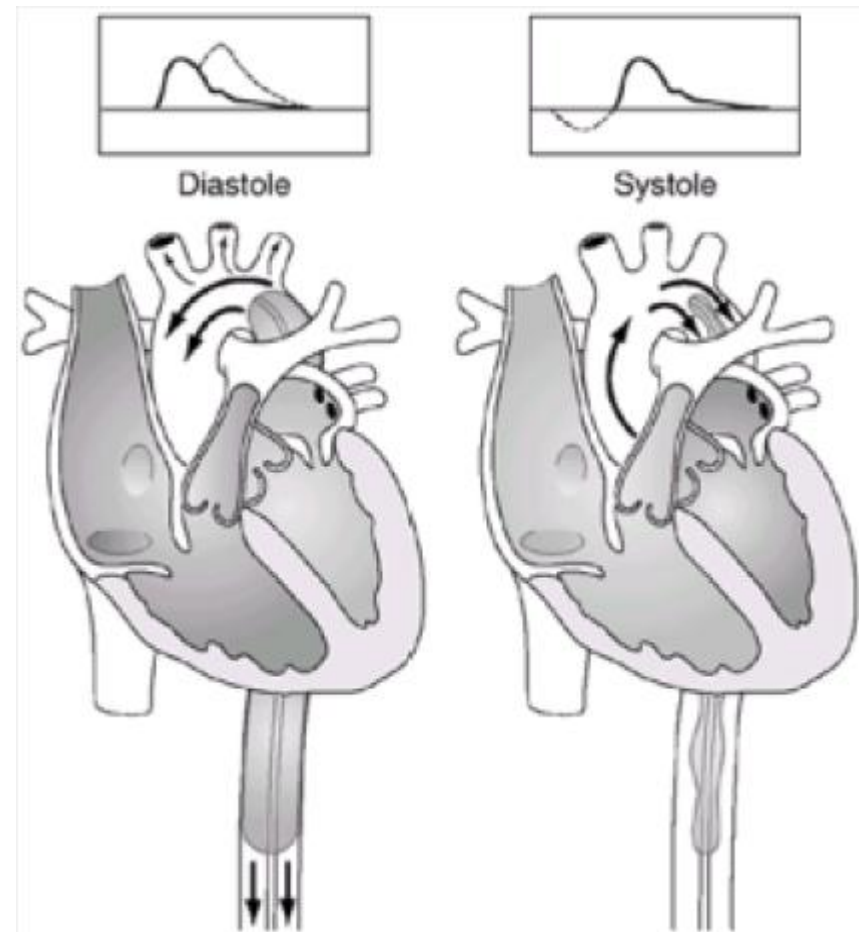
# Mechaniczne wspomaganie układu krążenia

- Jeżeli farmakoterapia jest nieskuteczna, a przyczyna niewydolności serca jako pompy jest odwracalna (stan po operacji kardiologicznej, OZW, ostra niedomykalność zastawki mitralnej, planowany przeszczep serca) można zastosować urządzenia wspomagające pracę serca:
  - IABP
  - LVAD
  - RVAD
  - BiVAD
- IABP: Kontrapulsacja Wewnątrzaoortalna:
  - Cewnik z balonem wprowadzany przez tętnicę udową do aorty
  - Koniec balonu powinien znajdować się tuż za odejściem lewej t. podobojczykowej
  - Balon jest napełniany helem w trakcie rozkurczu (synchronizacja z załamkiem R), opróżniany tuż przed początkiem skurczu

# Mechaniczne wspomaganie układu krążenia

## IABP

- Napełnienie balonu w czasie rozkurczu wypycha krew z aorty, podnosi dBP i zwiększa przepływ przez tt. wieńcowe
- Opróżnienie balonu obniża ciśnienie końcoworozkurczowe, zmniejszając opór w początkowej fazie skurczu. W ten sposób spada obciążenie następcze, a rośnie objętość wyrzutowa
- Przeciwwskazania: niedomykliwość aortalna, rozwarstwienie aorty, protezowanie aorty piersiowej w ciągu ostatnich 12 miesięcy, tętniak aorty, zaawansowana miażdżyca aorty i tt. Biodrowych(względne)



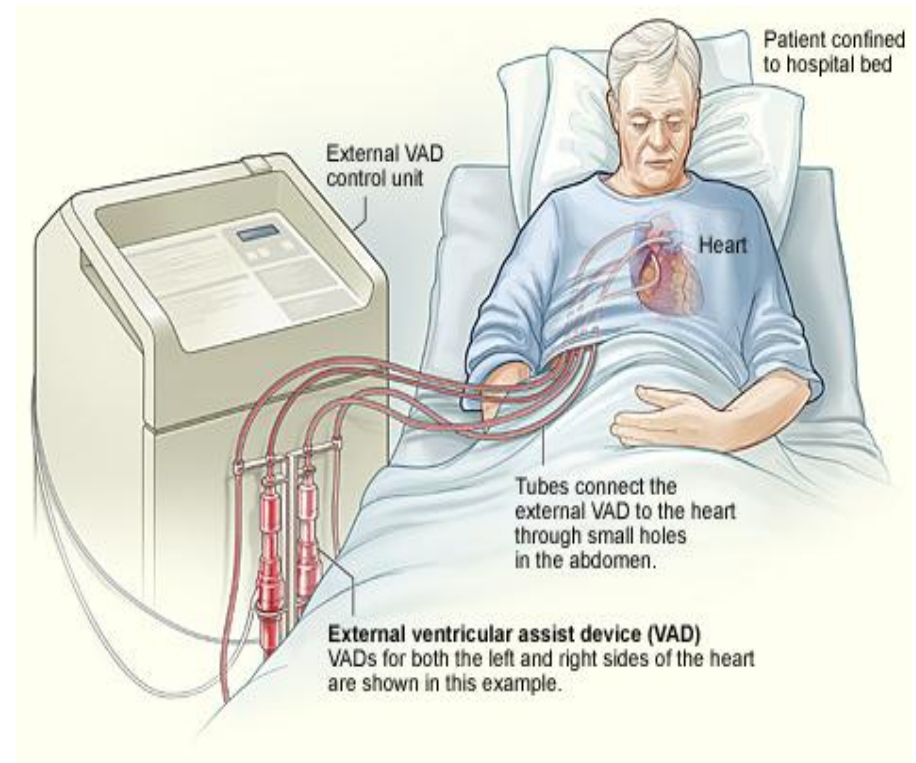
# Mechaniczne wspomaganie układu krążenia

- IABP-powikłania:

- Niedokrwienie kkd.
- Niedokrwienie rdzenia kręgowego
- Niedokrwienie narządów j. Brzuszej
- Niewydolność nerek
- Zakażenie
- Pęknięcie balonu i zator gazowy helem
- Rozwarstwienie aorty
- Poważne krwawienie
- Tętniak rzekomy

# Mechaniczne wspomaganie układu krążenia

- VAD: pompy wspomagające funkcję lewej (LVAD), prawej (RVAD) lub obu (BiVAD) komór
  - Pacjenci, u których zarówno farmakoterapia, jak i IABP nie przyniosły poprawy
  - Modele pozaustrojowe lub wszczepialne
  - Do 7 dni: ECMO, pompy centryfugalne
  - 7 dni do 3 mcy: pompy pulsacyjne, centryfugalne



# Mechaniczne wspomaganie układu krążenia

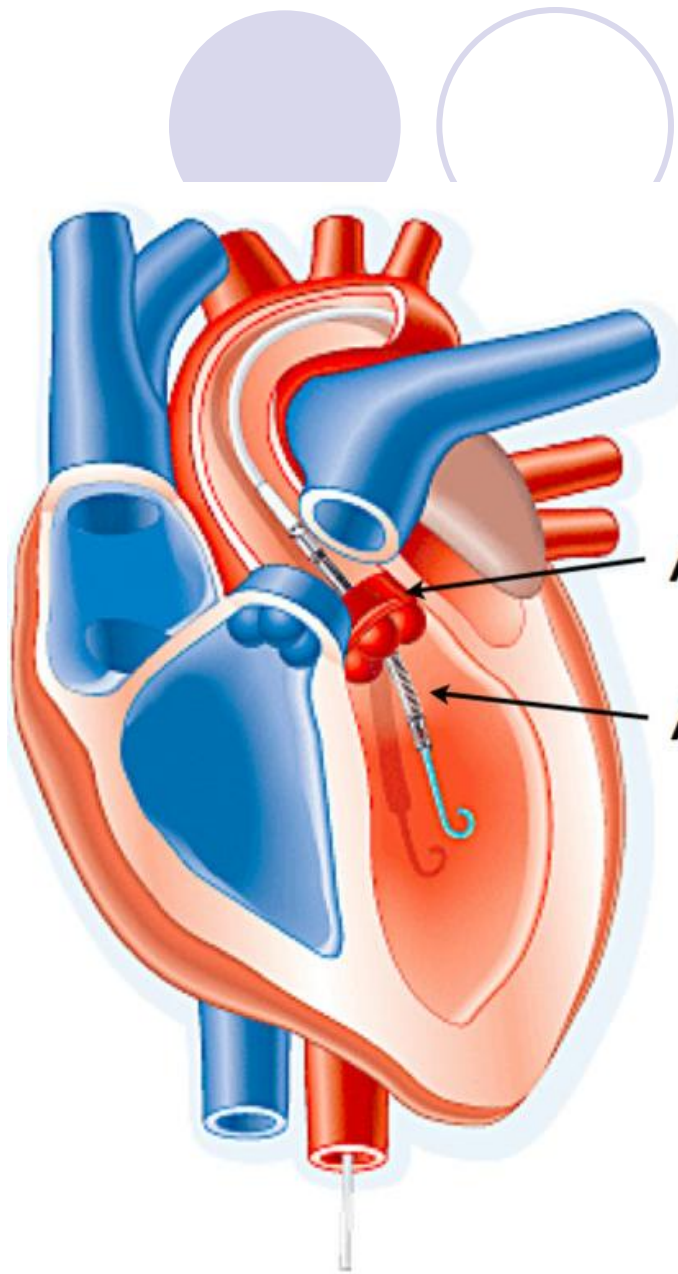
- Wskazania do VAD:
  - Skrajna niewydolność serca
  - Niewydolność serca po przeszczepie
  - Wstrząs po operacji kardiochirurgicznej
  - Wstrząs kardiogeny w przebiegu myocarditis lub OZW
  - ECMO: ciężka niewydolność oddechowa izolowana lub z niewydolnością serca
- Przeciwwskazania: ciężka sepsa, krwawienia, niedawno przebyty uraz głowy lub udar mózgu
- Powikłania:
  - Krwawienia
  - Incydenty zakrzepowozatorowe
  - Uszkodzenie urządzenia
  - Niewydolność nerek
  - Zakażenia
  - Hemoliza

# pLVAD



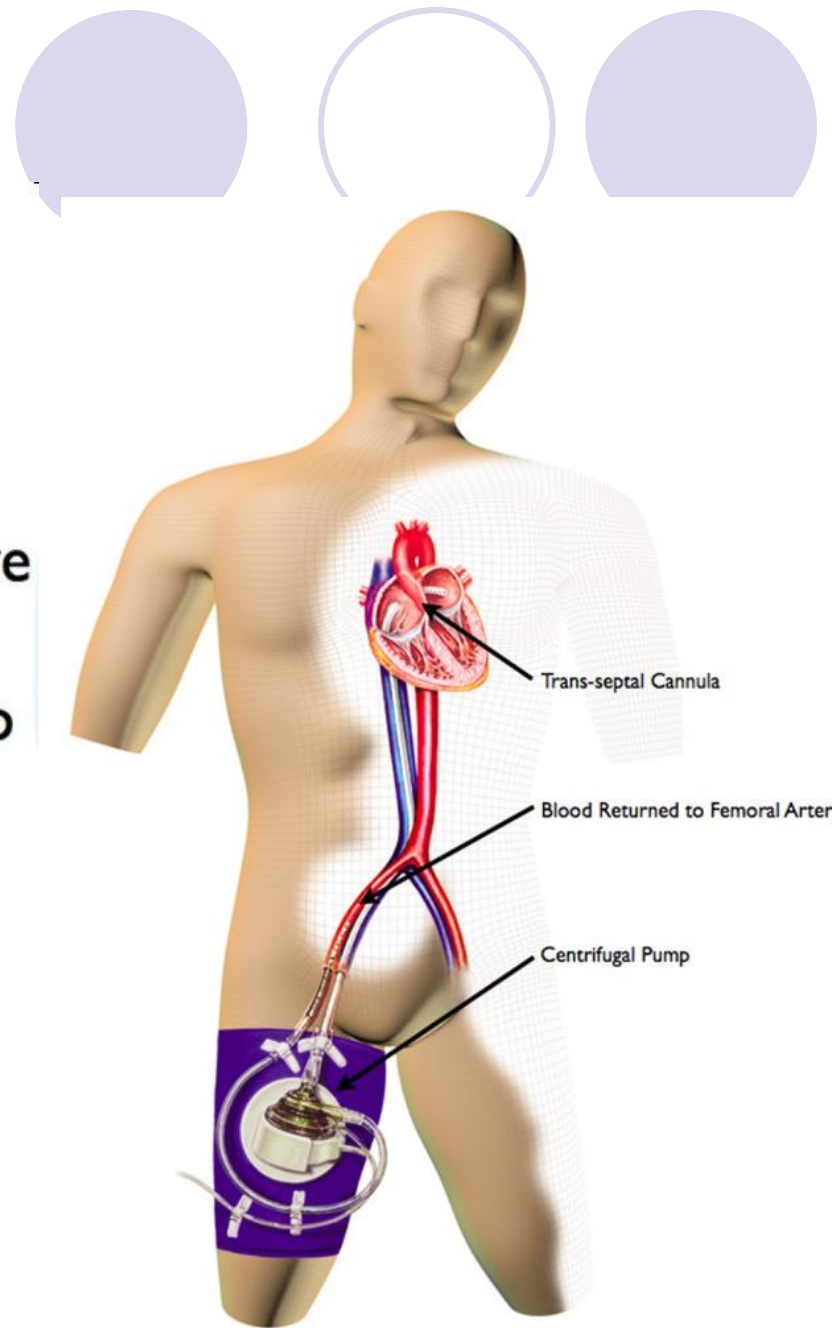
- LVAD wszczepiane przezskórnie
- Nie wymagają sternotomii, ani torakotomii
- W porównaniu z IABP lepszy efekt hemodynamiczny, ale brak wpływu na śmiertelność [5]
- 2 systemy: TandemHeart i Impella LP 2.5
- TandemHeart-więcej powikłań krwotocznych i częstsze neidokrwienie kkd
- Impella-brak różnicy w stosunku do IABP jeśli chodzi o ilość powikłań





**Aortic Valve**

**Axial Pump**



**Trans-septal Cannula**

**Blood Returned to Femoral Artery**

**Centrifugal Pump**

# ECMO

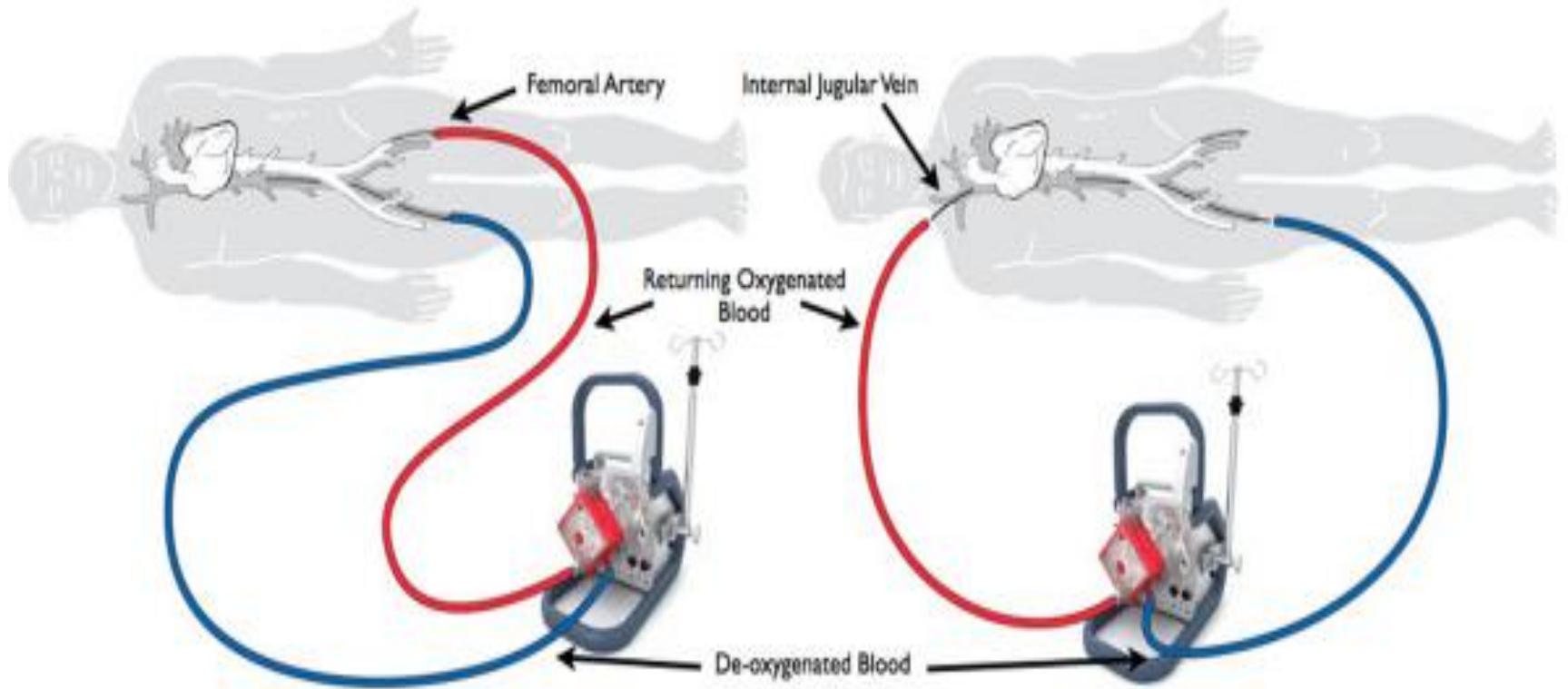


- Gdy inne metody okazują się niewystarczające-tymczasowe zastąpienie czynności układu krążenia i/lub oddechowego
- Krew pacjenta jest przepompowywana przez zewnętrzny oksygenator
- Centralne-kaniulacja prawego przedsionka i aorty
- Obwodowe:kaniulacja nn. udowych
- wECMO (żylno-żylne)-tylko niewydolność oddechowa
- vaECMO (żylno-tętnicze)-wstrząs kardiogeny nie poprawiający się mimo IABP
  - Najszybciej rosnąca grupa pacjentów z ECMO [5]

ECMO

VA-ECMO

VV-ECMO



Dziękuję za uwagę

Sorry,  
no joke  
here

# Źródła



1. Marino, Paul L; The ICU Book, 3rd ed.
2. Hall JB, Schmidt GA, Wood IDH; Principles of Critical Care Medicine 3rd ed.
3. Szczeklik A; Choroby Wewnętrzne 2011
4. Katzung B; Basic and Clinical Pharmacology 10th ed.
5. Cove ME, MacLaren G; Clinical review: mechanical circulatory support for cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction, Crit Care. 2010; 14(5): 235.
6. Khalid L, Dhakham SH; A Review of Cardiogenic Shock in Acute Myocardial Infarction, Curr Cardiol Rev. 2008 February; 4(1): 34–40.