

<b>Tabela: Wpływ leków sercowo-naczyniowych na parametry hemodynamiczne</b> .....	42
<b>Tętnica płucna</b> .....	43
Monitorowanie ciśnienia w tętnicy płucnej .....	43
Krzywa ciśnienia podczas wprowadzania cewnika do tętnicy płucnej .....	43
Cewnik w tętnicy płucnej w pozycji zaklinowania ..	43
Tabela: Wartości prawidłowe .....	44
Tabela: Powikłania cewnikowania tętnicy płucnej ..	46
Poziomowanie przetwornika (pozycja na wznak) ...	47
Zerowanie przetwornika .....	47
Procedura testu szybkiego płukania – test fali kwadratowej .....	47
Reakcja dynamiczna .....	48
Możliwe przyczyny nadmiernego tłumienia ( <i>overdamping</i> ) .....	49
Możliwe przyczyny niedostatecznego tłumienia ( <i>underdamping</i> ) .....	49
Krzywa ciśnienia tętniczego .....	49
Odczyty .....	49
Monitorowanie saturacji tlenem mieszanej krwi żyłnej (SvO <sub>2</sub> ) .....	50
Tabela: Monitorowanie SvO <sub>2</sub> .....	50
Tabela: Postępowanie w przypadku problemów w układach monitorowania hemodynamicznego .	51
<b>Kaniulacja tętnicy promieniowej</b> .....	53
Przed kaniulacją .....	53
Po kaniulacji .....	54

Wpływ leków sercowo-naczyniowych na parametry hemodynamiczne<sup>2</sup>

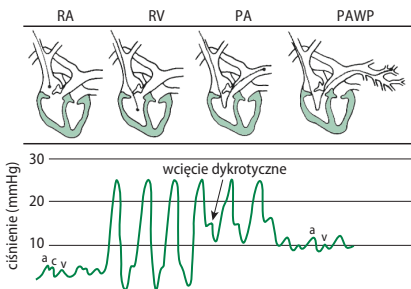
Lek	CO	HR	MAP	SVR	PVR	PAWP	CVP
Amirion	↑	↑	-	→	→	→	→
Digoksyna	↑	→	-	-	-	-	-
Dobutamina	↑	↑	↑	→	→	→	→
Dopamina							
< 6 µg/kg/min	↑	↑	↑	↑	-	↑	↑
> 6 µg/kg/min	↑	↑	↑↑	↑↑	↑	↑↑	↑↑
Epinefryna	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Fenylefryna	↓	-	↑	↑	↑	↑	↑
Izoproterenol	↑	↑	→	→	→	→	→
Nitrogliceryna							
< 50 µg/kg/min	-	-	-	-	-	→	→
> 50 µg/kg/min	↑	↑	→	→	→	→	→
Nitroprusydek sodu	↑	↑	→	→	→	→	→
Norepinefryna	↑	-	↑	↑	↑	↑	↑

CO – rzut serca; HR – częstość akcji serca; MAP – średnie ciśnienie tętnicze; SVR – systemowy opór naczyniowy; PVR – obwodowy opór naczyniowy; PAWP – ciśnienie zaklinowania w tętnicy płucnej; CVP – ośrodkowe ciśnienie żyłne

## Monitorowanie ciśnienia w tętnicy płucnej<sup>2</sup>

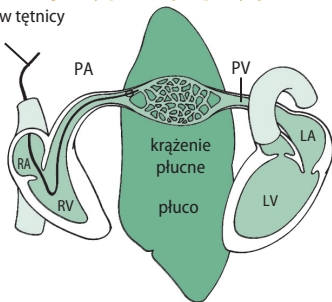
**Wprowadzanie cewnika.** Cewnik wprowadza się do dużej żyły drogą przezskórną lub przez wenesekcję. Balon napęlnia się w wejściu do prawego przedsionka, a cewnik zgodnie z kierunkiem przepływu wędruje do tętnicy płucnej (PA). *Podczas wprowadzania cewnika należy monitorować rytm serca ze względu na ryzyko zaburzeń rytmu.*

## Krzywa ciśnienia podczas wprowadzania cewnika do tętnicy płucnej<sup>6</sup>



## Cewnik w tętnicy płucnej w pozycji zaklinowania<sup>6</sup>

cewnik w tętnicy płucnej



Napęlnienie balonu umożliwia rejestrację ciśnienia w lewym sercu, gdyż cewnik „widzi” lewy przedsionek. RA – prawy przedsionek, LA – lewy przedsionek, RV – prawa komora, LV – lewa komora, PA – tętnica płucna, PV – żyła płucna.

## Wartości prawidłowe<sup>2</sup>

Miejsce	Wartość ciśnienia	Znaczenie kliniczne
RA	2–6 mmHg	wartość podwyższona: wzrost objętości wewnątrznaczyniowej, wady zastawki trójdzielnej lub zastawki tętnicy płucnej, ubytek w przegrodzie międzykomorowej z przeciekiem z lewa na prawo, zaciskające zapalenie osierdzia, zawał prawej komory, zapalenie mięśnia sercowego, tamponada serca, przewłękła obturacyjna choroba płuc, zatorowość płucna, nadciśnienie płucne lub przewłękła niewydolność lewej komory
RV	15–28/0–8 mmHg	podwyższona wartość skurczowa: zwężenie zastawki tętnicy płucnej, nadciśnienie płucne, przeciążenie objętościowe krążenia płucnego, ubytek w przegrodzie międzykomorowej z przeciekiem z lewa na prawo, przewłękła choroba płuc, zatorowość płucna, hipoksemia lub zespół ostrej niewydolności oddechowej podwyższona wartość rozkurczowa: niedomykalność zastawki tętnicy płucnej, niewydolność prawej komory, nadciśnienie płucne, tamponada serca, zaciskające zapalenie osierdzia lub wewnątrznaczyniowe przeciążenie objętościowe obniżona wartość skurczowa: niewydolność prawej komory obniżona wartość rozkurczowa: hipowolemia
Ciśnienie PAS	15–30 mmHg	wartość podwyższona: zwiększona objętość krwi w krążeniu płucnym, wzrost naczyniowego oporu płucnego wynikający z zatorowości płucnej, hipoksemii, choroby płuc lub ARDS
Ciśnienie PAD	5–15 mmHg	wartość podwyższona: dysfunkcja lewego serca, zwężenie i niedomykalność zastawki dwudzielnej, tamponada serca lub wzrost objętości wewnątrznaczyniowej wartość obniżona: hipowolemia lub wazodylatacja

## Wartości prawidłowe<sup>2</sup> – cd.

Miejsce	Wartość ciśnienia	Znaczenie kliniczne
PAWP	4–12 mmHg	wartość podwyższona: dysfunkcja lewej komory, zwężenie i niedomykalność zastawki dwudzielnej, zmniejszona podatność lewej komory, zwiększony systemowy opór naczyniowy, tamponada serca lub płynowe przeciążenie objętościowe wartość obniżona: hipowolemia lub wazodylatacja

RA – prawy przedsionek; RV – prawa komora; PAS – skurczowe w tętnicy płucnej; PAD – rozkurczowe w tętnicy płucnej; PAWP – ciśnienie zaklinowania w tętnicy płucnej; ARDS – zespół ostrej niewydolności oddechowej

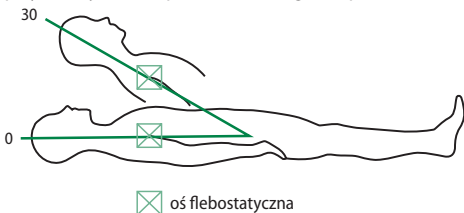
## Powikłania cewnikowania tętnicy płucnej<sup>2</sup>

Poinformuj lekarza o wszelkich powikłaniach związanych z cewnikiem tętnicy płucnej.

Problem	Obraz kliniczny	Postępowanie
Zator powietrzny	kliniczne objawy wstrząsu, zmiany neurologiczne	pozycja pacjenta głową w dół na lewym boku
Powstanie zakrzepu (zatorowość płucna)	nagle występująca duszność, tachykardia, ból w klatce piersiowej	użyj roztworu do płukania zawierającego heparynę w celu zapobiegania powikłaniom zakrzepowo-zatorowym
Perforacja/pęknięcie tętnicy płucnej	kliniczne objawy wstrząsu	jeżeli krzywa wydaje się wytlumiona, aspiruj skrzep, nie płucz forsownie cewnika
Zawał tętnicy płucnej	krwioplucie, kaszel, tarcie opłucnowe, hipoksemia, zasadowica oddechowa	nie wprowadzaj do balonu więcej niż 1,5 ml powietrza, opróżnij balon zaraz po pojawieniu się zapisu zaklinowania
Komorowe zaburzenia rytmu	skurcze przedwczesne komorowe, częstoskurcz komorowy	ciągłe monitorowanie EKG, podaj odpowiednio wcześniej lidokainę w celu zwalczania dysrytmii
Pęknięcie balonu	brak wyczuwalnego oporu podczas wstrzykiwania powietrza: niemożność uzyskania zapisu zaklinowania lub krwawienie wsteczne do portu balonu	nie używaj portu balonu, odpowiednio oznacz port

## Poziomowanie przetwornika (pozycja na wznak)<sup>10</sup>

Za pomocą poziomiccy wyznaczyć linię poziomą z punktem odniesienia osi flebostatycznej (przecięcie czwartej przestrzeni międzyżebrowej i linii środkowej klatki piersiowej). Ustawić zawór do atmosfery w poziomie punktu odniesienia osi flebostatycznej. Poziomować przetwornik przy każdej zmianie położenia chorego lub przetwornika.



## Zerowanie przetwornika<sup>2</sup>

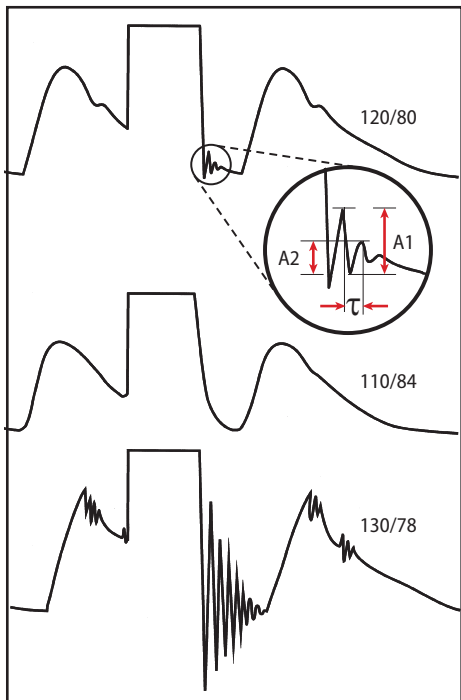
Należy:

1. zamknąć zawór do chorego,
2. otworzyć zawór do atmosfery (ciśnienie atmosferyczne),
3. ustawić monitor w pozycji „0”,
4. przekręcić zawór do pozycji zamkniętej, założyć sterylną zatyczkę na port,
5. upewnić się co do prawidłowego obrazu krzywej ciśnienia i ciśnień hemodynamicznych.

## Procedura testu szybkiego płukania – test fali kwadratowej<sup>2</sup>

1. Ręczne płukanie układu i obserwacja.
2. Wydrukowanie krzywej ciśnienia.
3. Ocena reakcji dynamicznej.

## Reakcja dynamiczna<sup>11</sup>



Krzywa ciśnienie–czas podczas testu szybkiego płukania z obserwacją reakcji dynamicznej w układzie monitorowania ciśnienia tętniczego.

*U góry:* optymalna reakcja dynamiczna ukazująca rzeczywiste ciśnienie wewnątrz tętnicze.

*Pośrodku:* układ nadmiernie wytłumiony wykazujący fałszywie niskie ciśnienie skurczowe.

*U dołu:* wchodzący w nadmierny rezonans, niedostatecznie wytłumiony układ wykazujący fałszywie wysokie ciśnienie skurczowe.

*Wstawka:* metoda wyznaczania współczynnika amplitudy ( $A_2 \div A_1$ ) i okresu fali rezonansowej ( $\tau$ ).  $A_1$  i  $A_2$  to następujące po sobie amplitudy.



## Możliwe przyczyny nadmiernego tłumienia (*overdamping*)<sup>2</sup>

- Nieodpowiednie wypełnienie worka ciśnieniowego.
- Pęcherzyki powietrza w przetworniku, cewniku, zaworach lub połączeniach.
- Zawężone cewniki.
- Zbyt długie dreny.
- Niewłaściwe połączenia drenów.

## Możliwe przyczyny niedostatecznego tłumienia (*underdamping*)<sup>2</sup>

- Pęcherzyki powietrza w przetworniku, cewniku, zaworach lub połączeniach.
- Krótki dren łączący.
- Nadmiar zaworów i połączeń w układzie.

## Krzywa ciśnienia tętniczego<sup>2</sup>

Fala „a” = skurcz przedsionka.

Fala „c” = zamknięcie zastawki trójdzielnej.

Fala „v” = skurcz prawej komory przy równoczesnym wypełnianiu prawego przedsionka krwią powodujący wpuklanie zastawki trójdzielnej ku górze do światła prawego przedsionka.

Nachylenie x = rozkurcz przedsionka.

Nachylenie y = opróżnianie przedsionka.

## Odczyty<sup>2</sup>

### Na wznak

- Wezgłowie może być uniesione do 60° – przetwornik ustawiony w osi flebostatycznej.

### Pozycja na boku (pozycja boczna 90°)

- Ułożenie na lewym boku – przetwornik ustawiony w czwartej przestrzeni międzyżebrowej na lewym brzegu mostka.
- Ułożenie na prawym boku – przetwornik ustawiony w czwartej przestrzeni międzyżebrowej w linii środkowej mostka.

### Ciśnienie w tętnicy płucnej (PA)

- Pomiar pod koniec wydechu.

### Ciśnienie zaklinowania w tętnicy płucnej (PAWP)

- Sprawdzić pojemność balonu podaną na cewniku i ni-

gdy nie używać ilości większej od podanej przez producenta.

- Wypełniać balon powoli; przerwać w momencie ukazania się krzywej ciśnienia zaklinowania w tętnicy płucnej (PAWP).
- Nie pozostawiać balonu wypełnionego dłużej niż 15 s.
- Należy pozwolić, by balon się biernie opróżnił.
- Upewnić się co do ponownego pojawienia się krzywej ciśnienia tętnicy płucnej po biernym opróżnieniu balonu.

*Ciśnienie rozkurczowe tętnicy płucnej (PAD) można wykorzystywać do szacunkowej oceny ciśnienia późnorozkurczowego lewej komory (LVEDP); jeżeli różnica między ciśnieniem PAD i PAWP jest mniejsza niż 5 mmHg, nie występuje przeszkoda w krążeniu płucnym, a akcja serca nie przekracza 130/min.*

### **Monitorowanie saturacji tlenem mieszanej krwi żyłnej (SvO<sub>2</sub>)<sup>2</sup>**

- Dostarcza ciągłych informacji o równowadze między podażą tlenu i zapotrzebowaniem na tlen.
- Czynniki wpływające na podaż i zapotrzebowanie na tlen: rzut serca, saturacja krwi tętniczej tlenem, ilość hemoglobiny i tkankowe zużycie tlenu.
- Norma: 60–80%
- Wartość znamienna: zmiana  $\geq 10\%$  lub SvO<sub>2</sub> < 60%

#### **Monitorowanie SvO<sub>2</sub><sup>2</sup>**

<60%	Zwiększone zużycie O <sub>2</sub>	Zmniejszona podaż O <sub>2</sub>
	dreszcze, drgawki, ból, aktywność fizyczna, hipertermia, zwiększona praca oddechowa, lęk	zmniejszony rzut serca, (np. krwotok, hipowolemia, wstrząs kardiogeny, niewydolność serca, dysrytmie), hipoksemia, niedokrwistość
< 80%	Zmniejszone zużycie O <sub>2</sub>	Zwiększona podaż O <sub>2</sub>
	hipotermia, znieczulenie ogólne, sepsa, zaskowica, zwiótczenie farmakologiczne	hiperoksja, przeciek z lewa na prawo

## Postępowanie w przypadku problemów w układach monitorowania hemodynamicznego<sup>2</sup>

Problem	Przyczyna	Rozwiązanie
<b>Odływ wsteczny krwi do drenów</b>	luźne połączenia zamknięty zawór do układu płukania nieodpowiednie ciśnienie	uszczelnić połączenia otworzyć zawór podnieść ciśnienie do 300 mmHg
<b>Wytłumiony zapis ciśnienia</b>	pęcherzyki powietrza w układzie tworzący się skrzep luźne połączenia odkształcanie się drenów zmiana stanu chorego nieodpowiednie ciśnienie	usunąć powietrze z układu aspirować krew z cewnika i przepłukać układ* uszczelnić połączenia używać drenów wysokociśnieniowych ocenić stan chorego i podjąć leczenie podnieść ciśnienie do 300 mmHg
<b>Brak krzywej ciśnienia</b>	przetwornik nieotwarty do cewnika przetwornik niepołączony z monitorem niewłaściwy dobór skali skręcony cewnik	sprawdzić układ połączyć przetwornik z monitorem wybrać skalę odpowiednią dla ciśnienia fizjologicznego ponownie umiejscowić cewnik
<b>Niewłaściwe odczyty</b>	sprawdź poziom odniesienia przetwornika powietrze lub skrzep w układzie	trzymać przetwornik w osi flebostatycznej lub na poziomie końcówki cewnika podczas odczytu sprawdzić system: aspirować powietrze lub skrzep z układu

## Postępowanie w przypadku problemów w układach monitorowania hemodynamicznego<sup>2</sup> – cd.

Problem	Przyczyna	Rozwiązanie
Szumy lub odrzut w obrębie krzywej ciśnienia	nadmierna ruchomość cewnika znajdującego się w dużym naczyniu zbyt długi dren	zmienić położenie cewnika, użyć urządzenia tłumiącego w celu usunięcia odrzutu krzywej usunąć zbyt długi dren

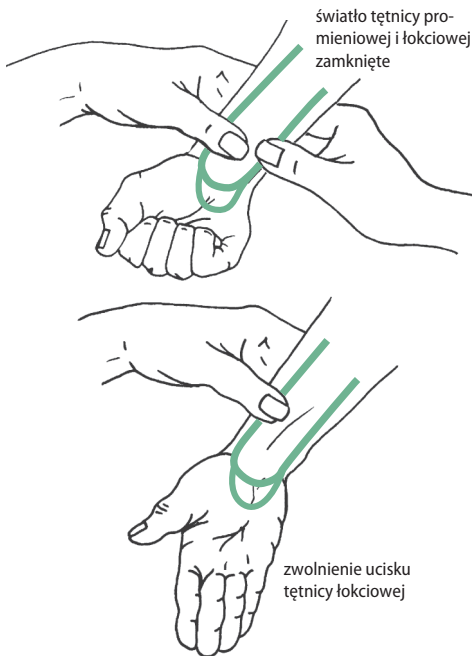
\* Nie płucać układu do pomiaru ciśnienia wewnątrzczaszkowego (ICP) oraz ciśnienia w lewym przedsionku (LAP).

# KANIULACJA TĘTNICY PROMIENIOWEJ

## Przed kaniulacją

### Test Allena<sup>10</sup>

Ocenić wydolność krążenia obocznego ręki przed wprowadzeniem cewnika do tętnicy promieniowej.



Trzymać rękę chorego w górze. Poprosić go, by zaciskał i puszczał pięść, uciskać równocześnie tętnicę promieniową i łokciową. Ręka stanie się blada. Opuścić rękę i poprosić chorego, by ją rozluźnił. Uciskając cały czas tę-

nicę promieniową, zwolnić ucisk tętnicy łokciowej. Szybki powrót właściwej barwy skóry (5–7 s) świadczy o właściwym przepływie w tętnicy łokciowej. Jeżeli błąd utrzymuje się dłużej niż 15 s, przepływ w tętnicy łokciowej jest niewystarczający i nie należy podejmować kaniulacji tętnicy promieniowej.

### Po kaniulacji<sup>2</sup>

- Ocenić wypełnienie kapilarne oraz barwę i temperaturę skóry, a także czucie i ruchy kończyny dystalnie od miejsca kaniulacji. Objawami upośledzenia krążenia mogą być ból, błąd, chłódna skóra oraz sinica w dalszym odcinku kończyny.
- Próbkę krwi powinny być pobierane w warunkach aseptycznych, podobnie jak zmienianie opatrunków. Miejsce wkłucia należy oglądać, zwracając uwagę na ewentualne zaczerwienienie, obrzęk, tkliwość na dotyk i wszelkiego rodzaju wysięk.
- Miejsce wkłucia powinno być odsłonięte w celu ułatwienia wykrycia wszelkich nieszczelności mogących powodować krwawienie.
- Monitorować krzywą ciśnienia, zwracając uwagę na zmiany amplitudy.
- Stosować roztwór do płukania zawierający heparynę, by nie dopuścić do powstania skrzepu.
- Podczas rejestracji odczytu zwrócić uwagę, by port atmosferyczny przetwornika znajdował się w osi flebostatycznej.