

KOSZYK III. PYTANIE 38

Pacjenci wymagający inwazyjnego monitorowania hemodynamicznego na oddziałach intensywnej terapii kardiologicznej

dr n. med. Robert Kowalik, lek. Ewa Szczerba

I Katedra i Klinika Kardiologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Przedrukowano za zgodą z: Filipiak K.J., Grabowski M. (red.). Repetitorium z kardiologii. Koszyki pytań do egzaminu specjalizacyjnego. Tom 2. Via Medica, Gdańsk 2013: 564–568

Wstęp

Dobór metod rejestracji parametrów hemodynamicznych pacjenta zależy od jego stanu klinicznego, przewidywanej terapii i potrzeby monitorowania jej efektów oraz oceny ewentualnych powikłań leczenia. Zakres monitorowania powinien być określany z uwzględnieniem korzyści, jak i potencjalnych powikłań metody. Najogólniej, wszyscy pacjenci niestabilni hemodynamicznie, z istniejącym zagrożeniem lub już dokonaną dekomensacją układu krążenia mogą być monitorowani hemodynamicznie za pomocą metod inwazyjnych. Zalicza się do nich:

- cewnikowanie żył centralnych;
- krwawy pomiar ciśnienia tętniczego;
- monitorowanie gazometrii tętniczej;
- cewnikowanie tętnicy płucnej za pomocą cewnika Swana-Ganza [1, 2].

Metody te są szczególnie wartościowe u chorych z zagrażającym lub rozwiniętym wstrząsem kardiogennym, ze zdekomensowaną zastoinową niewy-

dolnością serca, u pacjentów otrzymujących wlewy z katecholamin katecholowych lub z leków wazodylatacyjnych, takich jak nitrogliceryna, nitroprusydek, u pacjentów z przełomem nadciśnieniowym, a także u chorych po zabiegach kardiochirurgicznych, z objawami małego rzutu, obciążonych dużym ryzykiem hipotensji (szczegółowy wykaz stanów wymagających inwazyjnego monitorowania znajduje się w tab. 1) [1]. Wreszcie na podstawie uzyskanych parametrów hemodynamicznych możliwa jest krótko- lub długoterminowa ocena skutków leczenia lekami aktywnymi hemodynamicznie.

Cewnikowanie żył centralnych

Do możliwych żylnych dostępów centralnych zalicza się żyły szyjną wewnętrzną, podobojczykową oraz udową. Założenie cewnika do żył centralnych należy rozważyć w sytuacjach gdy: niemożliwe jest założenie obwodowego dostępu żylnego, istnieje potrzeba szybkiego podania płynów, leków

Tabela 1. Stany mogące wymagać inwazyjnego monitorowania hemodynamicznego (zmodyfikowano na podstawie [1])

Powikłany zawał serca (ciężka niewydolność serca, zespół małego rzutu, wstrząs kardiogenny, powikłania mechaniczne, niedomykalność mitralna, pęknięcie przegrody międzykomorowej, tamponada)
Obrzęk płuc
Otrzymywanie leków wazoaktywnych (wazokonstrykcyjnych i wazodylatacyjnych)
Masywna zatorowość płucna
Nadciśnienie płucne
Niewydolność oddechowa, w tym zespół ostrej niewydolności oddechowej
Ostra niewydolność nerek
Posocznica
Duże ryzyko wystąpienia okołoperacyjnych lub położniczych komplikacji kardiologicznych

hipertonicznych, podrażniających naczynia obwodowe, inotropowo dodatnich, gdy istnieje potrzeba monitorowania ciśnienia centralnego oraz do pomiaru saturacji żyłnej krwi mieszanej [3]. Dostęp do żyły centralnej może być przydatny w celu założenia czasowej stymulacji serca, cewnikowania tętnicy płucnej lub do hemodializ. Wśród przeciwwskazań do założenia wkłucia centralnego należy wymienić: przebytą operację na tętnicach szyjnych, miażdżycę tętnic szyjnych, zespół żyły głównej górnej, uraz szyi i koagulopatię [3]. Wedle wytycznych Europejskiego Towarzystwa Kardiologicznego (ESC, *European Society of Cardiology*) można rozważyć założenie centralnego dostępu żylnego w celu prowadzenia płynoterapii, podawania leków lub monitorowania centralnego ciśnienia żylnego i saturacji krwi żyłnej mieszanej (SvO₂, *mixed venous oxygen saturation*) (klasa zaleceń IIb, poziom dowodów C). Saturacja jest pośrednią miarą hipoksji i perfuzji obwodowej. Wartości poniżej 65% świadczą o zwiększonym zużyciu tlenu przez tkanki obwodowe [4]. Należy pamiętać o zachowaniu ostrożności przy interpretacji ciśnień w prawym przedsionku, ponieważ rzadko korelują z parametrami hemodynamicznymi w lewym przedsionku. Pomiar jest szczególnie niemiarodajny u pacjentów z patologiami zastawki trójdziałelnej oraz u pacjentów wentylowanych mechanicznie z wykorzystaniem dodatniego ciśnienia końcowo-wydechowego [4].

Krwawy pomiar ciśnienia tętniczego

Krwawy pomiar ciśnienia tętniczego zapewnia ciągłość monitorowania jego wartości, ocenę dynamiki zmian ciśnienia w krótkich interwałach czasowych, a także umożliwia precyzyjne wyliczenie średniego ciśnienia tętniczego (MAP, *mean arterial pressure*). Krwawy pomiar ciśnienia tętniczego uzyskuje się poprzez założenie wkłucia dotętniczego na obwodzie najczęściej do tętnicy promieniowej. Typowe przeciwwskazania do założenia dojścia tętniczego w tej lokalizacji to: planowane lub dokonane pobranie tętnicy promieniowej do pomostowania aortalno-wieńcowego (CABG, *coronary artery bypass grafting*), niewydolność łuku dłoniowego oraz zakażenie w miejscu wkłucia. Pozostałe miejsca dostępu to tętnica udowa i ramienna [3]. Wgląd w wartości ciśnienia tętniczego, oznaczonego metodą krwawą, umożliwia optymalizację terapii lekami wazoaktywnymi, wpływającymi odpowiednio na parametry he-

modynamiczne, takie jak rzut serca i opór obwodowy. Z badań wynika, że należy dążyć do utrzymania MAP na poziomie 65 mm Hg, ponieważ farmakologiczne forsowanie wyższych wartości nie przekłada się na lepszą perfuzję narządową. Krwawy pomiar ciśnienia tętniczego ma szczególne znaczenie u pacjentów, u których już niewielkie zmiany ciśnienia mogą się przekładać na potrzebę modyfikacji terapii, czyli u pacjentów z hipotensją, we wstrząsie kardiogenym, w trakcie wlewu z amin presyjnych lub nitrogliceryny bądź nitroprusydku [1, 3]. Jest on również niezbędny u pacjentów z kontrapulsacją wewnątrz-aortalną (IABP, *intraaortic balloon counterpulsation*) w celu synchronizacji działania IABP z pracą serca. Wydaje się, że u pacjentów nienormotensyjnych bezpośredni pomiar ciśnienia tętniczego lepiej obrazuje rzeczywisty stan hemodynamiczny [5]. Wytyczne ESC z 2005 roku zalecają krwawy pomiar ciśnienia u pacjentów, u których niezbędna jest analiza ciągłego zapisu zmian tego parametru z powodu niestabilności hemodynamicznej lub u których istnieją wskazania do częstego wykonywania gazometrii krwi tętniczej [4].

Gazometria tętnicza

Jest to jedno z podstawowych badań uzyskiwanych z wykorzystaniem założonej uprzednio na stałe linii tętniczej. Gazometria tętnicza umożliwia precyzyjną ocenę zarówno komponenty związanej z wymianą oddechową, jak i komponenty metabolicznej będącą wyrazem funkcji nerek oraz przemiany energetyczno-metabolicznej na poziomie tkankowym. Pacjenci z niewydolnością serca i współtowarzyszącą niewydolnością oddechową powinni mieć wykonaną gazometrię krwi tętniczej celem kwalifikacji do wspomaganego wentylacji metodą nieinwazyjną (CPAP, *continuous positive airway pressure*) lub do respiratoroterapii [1]. Pacjenci już wentylowani mechanicznie bądź z nieinwazyjnym CPAP powinni mieć co kilka godzin wykonywane badanie gazometrii krwi tętniczej w celu kontroli i optymalizacji terapii. Badanie ma również podstawowe znaczenie w decyzjach terapeutycznych dotyczących formy tlenoterapii i monitorowania leczenia u pacjenta z zatorowością płucną. Dodatkowo wyniki badania gazometrycznego pozwalają na systematyczną kontrolę stężeń potasu i dwuwęglanów u pacjentów w różnych stadiach przewlekłej choroby nerek, co stanowi podstawę

kwalifikacji do ewentualnego leczenia nerkozastępczego [6].

Cewnikowanie tętnicy płucnej za pomocą cewnika Swana-Ganza

Cewnik Swana-Ganza pozwala na bardzo dokładne monitorowanie parametrów hemodynamicznych chorego i może dostarczyć danych pozwalających na różnicowanie przyczyn wstrząsu [7]. Do parametrów uzyskiwanych dzięki cewnikowaniu tętnic płucnych zalicza się:

- ciśnienie w żyłę głównej górnej;
- ciśnienie w prawym przedsionku;
- ciśnienie w tętnicy płucnej;
- ciśnienie zaklinowania w kapilarach płucnych.

Wyżej wymienione parametry pozwalają na wyliczenie średniego ciśnienia tętniczego, rzutu serca, wskaźnika sercowego, objętości wyrzutowej, oporu naczyń obwodowych i płucnych. Uważa się, że ciśnienie zaklinowania w kapilarach płucnych odzwierciedla ciśnienie końcoworozkurczowe lewej komory i jest parametrem pośrednio oceniającym obciążenie wstępne [2]. Należy pamiętać, że pomiar ten jest niemiarodajny u pacjentów ze stenozą mitralną, śluzakiem lewego przedsionka, z niedomykalnością aortalną, wzmożoną sztywnością mięśniówki lewej komory z powodu przerostu, kardiomiopatii restrykcyjnej, cukrzycy, otyłości czy niedokrwienia oraz u pacjentów wentylowanych mechanicznie przy

użyciu dodatniego ciśnienia końcoworozkurczowego (*patrz także tab. 2*) [4].

Według wytycznych ESC z 2005 roku dotyczących postępowania w ostrej niewydolności serca można rozważyć cewnikowanie tętnicy płucnej u pacjentów niestabilnych hemodynamicznie, nieodpowiadających przewidywalnie na stosowane leczenie oraz z jednoczesnym zastojem i hipoperfuzją. Zgodnie z założeniami pomiary uzyskane w ten sposób powinny umożliwić prowadzenie optymalnej płynoterapii i leczenia lekami wazoaktywnymi i inotropowo dodatnimi (tab. 3) [4]. Jednak najnowsze, pochodzące z 2012 roku wytyczne ESC dotyczące postępowania w zawale serca z uniesieniem odcinka ST (STEMI, *ST-elevation myocardial infarction*) podkreślają, że ocena i leczenie tak groźnego i skomplikowanego hemodynamicznie stanu, jak wstrząs kardiogeny, nie musi się opierać na cewnikowaniu prawego serca, ponieważ wystarczające do prowadzenia terapii są parametry uzyskane na podstawie dwuwymiarowej echokardiografii dopplerowskiej z oceną frakcji wyrzutowej lewej komory i ewentualnych towarzyszących powikłań mechanicznych. Obecnie zgodnie z wytycznymi można rozważyć cewnikowanie tętnicy płucnej w trakcie leczenia pacjentów we wstrząsie kardiogenym (IIb B), ponieważ może to pozwolić na precyzyjne korygowanie ciśnienia napełniania i ocenę pojemności minutowej serca [7]. Z przeglądu piśmiennictwa oraz z badania ESCAPE (*Evaluation*

Tabela 2. Podstawowe schematy postępowania terapeutycznego oparte na danych z monitorowania inwazyjnego u pacjentów z ostrą niewydolnością serca (zmodyfikowano na podstawie [4])

Wskaźnik sercowy [l/min/m ²]	Ciśnienie zaklinowania w kapilarach płucnych [mm Hg]	Ciśnienie skurczowe [mm Hg]	Sugerowane leczenie
< 2,2	< 14	–	Płynoterapia
< 2,2	> 14	> 85	Leki wazodylatacyjne
< 2,2	> 18–20	< 85	Leki inotropowe i diuretyki
< 2,2	> 18–20	> 85	Leki wazodylatacyjne i diuretyki
> 2,2	> 18–20	–	Diuretyki

Tabela 3. Monitorowanie hemodynamiczne pacjentów — zakresy wartości prawidłowych dla wybranych parametrów hemodynamicznych (zmodyfikowano na podstawie [2])

Parametr	Zakres wartości prawidłowych
Skurczowe ciśnienie tętnicze	90–140 mm Hg
Rozkurczowe ciśnienie tętnicze	60–90 mm Hg
Ośrodkowe ciśnienie żyłne	0–8 mm Hg
Wskaźnik sercowy	2,5–4,0 l/min/m ²
Ciśnienie zaklinowania w kapilarach płucnych	6–12 mm Hg

Study of Congestive Heart Failure and Pulmonary artery catheterization Effectiveness) wynika, że wykorzystanie dodatkowych informacji klinicznych płynących z cewnikowania tętnicy płucnej nie wiąże się z redukcją ani ze wzrostem śmiertelności wśród chorych w stanie ciężkim [8]. Badanie ESCAPE miało na celu porównanie wyników leczenia pacjentów z ciężką, objawową, nawracającą niewydolnością serca, prowadzonego na podstawie danych z cewnikowania tętnicy płucnej i obrazu klinicznego w porównaniu z wynikami leczenia opartego jedynie na danych klinicznych. Okazało się, że dodanie danych z pomiaru cewnikiem Swana-Ganza do terapii prowadzonej na podstawie dokładnej oceny klinicznej nie wiązało się z mniejszą śmiertelnością i redukcją ryzyka powtórnej hospitalizacji. W tej grupie pacjentów odnotowano więcej działań niepożądanych [9].

Piśmiennictwo

1. Mathews R., Brown D.L. Invasive hemodynamic monitoring in the cardiac intensive care unit. W: Jeremias A., Brown D.L. (red.). Cardiac intensive care. Saunders, an imprint of Elsevier Inc., Philadelphia 2010: 558–569.
2. Taszner M., Lewicki Ł., Zięba B. i wsp. Wstrząs kardiogeny — ogólne zasady postępowania. *Terapia* 2008; 206: 43–48.
3. Gallagher C.J., Poovathor S. Vascular Access in the Intensive Care Unit. W: Jeremias A., Brown D.L. (red.). *Cardiac Intensive Care*. Saunders, an imprint of Elsevier Inc., Philadelphia 2010: 545–557.
4. Nieminen M.S., Bohm M., Cowie M.R. i wsp. Executive summary of the guidelines on the diagnosis and treatment of acute heart failure. *Eur. Heart J.* 2005; 26: 384–416.
5. Holt T.R., Withington D.E., Mitchell E. Which pressure to believe? A comparison of direct arterial with indirect blood pressure measurement techniques in the pediatric intensive care unit. *Pediatr. Crit. Care Med.* 2011; 12: e391–394.
6. Wadhwa N.K. Emergency Dialysis and Ultrafiltration. W: Jeremias A., Brown D.L. (red.). *Cardiac Intensive Care*. Saunders, an imprint of Elsevier Inc., Philadelphia 2010: 644–651.
7. Steg G., James S.K., Atar D. i wsp. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur. Heart J.* 2012; 33: 2569–2619.
8. Monica R. Shah M.R., Hasselblad V., Stevenson L.W. i wsp. Impact of the pulmonary artery catheter in critically ill patients meta-analysis of randomized clinical trials. *JAMA* 2005; 294: 1664–1670.
9. Binanay C., Califf R.M., Hasselblad V. i wsp. Evaluation study of congestive heart failure and pulmonary artery catheterization effectiveness: the ESCAPE trial. *JAMA* 2005; 294: 1625–1633.