

mysafety insight

HemoSight™

Informacje i zastosowanie kliniczne

mindray
healthcare within reach

Spersonalizowana i długotrwała kontrola stanu hemodynamicznego

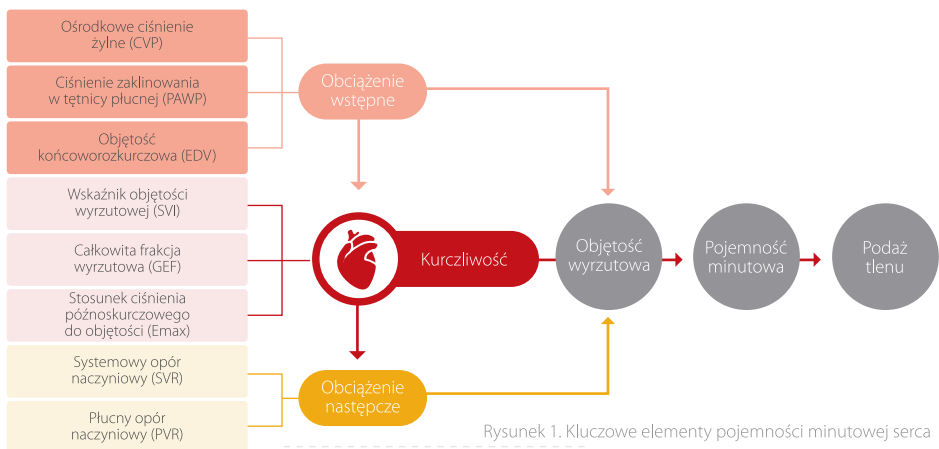
Cel – Optymalna podaż tlenu

Celem monitorowania stanu hemodynamicznego pacjenta jest utrzymanie prawidłowej perfuzji i podaży tlenu, a także zapewnienie równowagi pomiędzy podażą a zużyciem tlenu dzięki klinicznym interwencjom w oparciu o parametry hemodynamiczne¹.

Dowóz podaży tlenu jest uzależniona od przepływu krwi w układzie krążenia, a istotnym wskaźnikiem ilustrującym ten przepływ jest pojemność minutowa serca (CO). Do kluczowych składowych CO należą: obciążenie wstępne serca (preload), obciążenie następcze (afterload) i kurczliwość mięśnia sercowego (myocardial contractility) (rys. 1).

Każdy parametr hemodynamiczny posiada pewne ograniczenia w odzwierciedlaniu zmian fizjologicznych zachodzących w organizmie pacjenta. Podejmowanie decyzji w oparciu o wzrost lub obniżenie wartości tylko jednego parametru może skutkować wdrożeniem chybionej terapii. Konieczne jest zatem jednocześnie monitorowanie wielu parametrów, a następnie ustalenie rozpoznania na podstawie kompleksowej analizy zmian w ich zakresie.

Można stwierdzić, że kompleksowe i dynamiczne stosowanie wielu monitorowanych parametrów jest kluczowe dla monitorowania stanu hemodynamicznego i skuteczności leczenia².



Rysunek 1. Kluczowe elementy pojemności minutowej serca

Spersonalizowana ciągłość opieki

Obecnie wiadomo, że współczynnik śmiertelności w ciągu 30 dni od zabiegu chirurgicznego jest nawet do 1000 razy większy niż współczynnik śmiertelności śródoperacyjnej^{3,4}. Opracowanych zostało wiele rozwiązań mających na celu ograniczenie powikłań pooperacyjnych⁵. Spośród nich najistotniejsza okazała się kontrola optymalnego obciążenia płynami i stanu hemodynamicznego pacjentów poddawanych poważnym zabiegom chirurgicznym.

Na różnych etapach leczenia hemodynamicznego, sposób i częstotliwość monitorowania mogą się różnić w zależności od dynamicznie zmieniającego się stanu pacjenta (rys. 2). Z tego względu, spersonalizowana kontrola hemodynamiczna pacjenta na każdym etapie procesu okołoperacyjnego (a nie tylko śródoperacyjnego) może zapewnić lepsze wyniki^{4,5}.

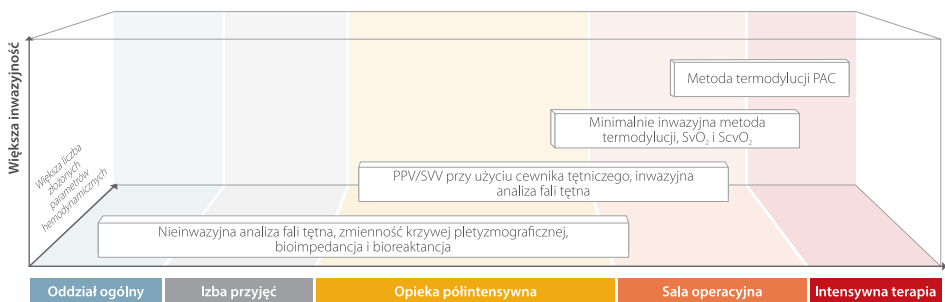
Rozwój technologii spowodował, że monitorowanie hemodynamiczne nie tylko umożliwia określenie stanu hemodynamicznego pacjenta i potencjalnych problemów, lecz również przyczyn i/lub następstw chorób poprzez analizę grupy powiązanych ze sobą parametrów hemodynamicznych. Ponadto wzrost liczby tych parametrów umożliwia personelowi medycznemu dogłębne poznanie procesu leczenia⁶. Odpowiednia kontrola operująca się na skutecznym monitorowaniu stanu hemodynamicznego w odpowiednim momencie może zatem zmniejszyć ryzyko powikłań, a tym samym przyczynić się do poprawy wyników leczenia poszczególnych pacjentów⁶⁻⁷.

Różnorodność pacjentów, poziomy opieki i metody monitorowania stanu hemodynamicznego

Obecnie dostępnych jest wiele różnych metod monitorowania hemodynamicznego, które personel medyczny może wybrać stosownie do potrzeb. Systemy te można wymienić w kolejności stopnia inwazyjności, począwszy od bardzo inwazyjnego cewnikowania tętnicy płucnej (PAC) po mniej inwazyjne, takie jak termodylucja przezpłucna i analiza konturu fali tętna, aż po całkiem nieinwazyjną technologię bioimpedancji/bioreaktancji. Wybór metody i czasu jej stosowania zazwyczaj zależy od dwóch głównych czynników:

1. Stopnia inwazyjności procedury monitorowania ryzyka.
 2. Wymaganego poziomu dokładności otrzymanych parametrów hemodynamicznych.
- Na różnych etapach optymalizacji układu krążenia metody oraz intensywność leczenia mogą być zróżnicowane. Obecnie klinicyści zwracają coraz większą uwagę na minimalizowanie ryzyka, a co za tym idzie stopnia inwazyjności monitorowania. Decyzja o stopniu inwazyjności stosowanej procedury monitorowania może stanowić wyzwanie w niektórych sytuacjach (np. okołoperacyjnych). Ważne jest zatem zrozumienie zasad pomiaru i wskazań inwazyjnych, minimalnie inwazyjnych i nieinwazyjnych metod dostępnych do monitorowania parametrów hemodynamicznych, tak aby możliwy był wybór optymalnej metody monitorowania pojemności minutowej serca u poważnie chorych lub operowanych pacjentów⁸. Połączenie i zintegrowanie parametrów z różnych systemów monitorowania hemodynamicznego może pomóc lepiej zrozumieć stan hemodynamiczny pacjenta⁹.

Na przykład pacjent z niedociśnieniem i małą pojemnością minutową serca zostanie zdiagnozowany i będzie leczony w inny sposób niż pacjent z niedociśnieniem i dużą pojemnością minutową serca⁹, a podczas jego leczenia trzeba będzie uwzględnić wiele czynników (hipowolemie, zmniejszoną kurczliwość lub zatory).



Rysunek 2. Techniki monitorowania parametrów hemodynamicznych podczas sprawowania opieki na pacjentem

Wszechstronna kontrola stanu hemodynamicznego z zastosowaniem HemoSight

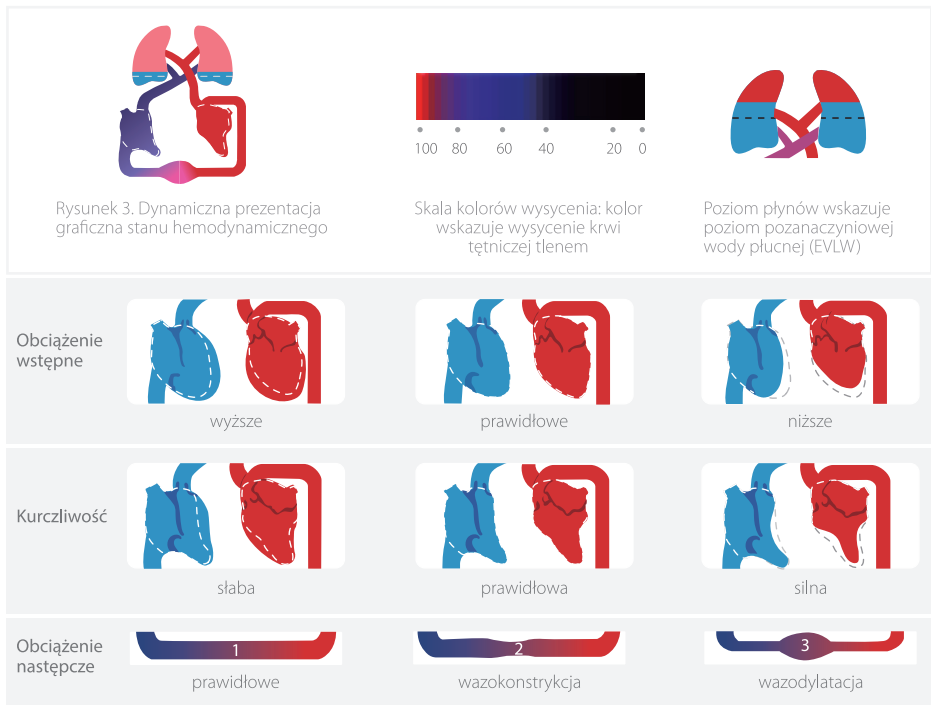
HemoSight to aplikacja wspierająca postępowanie kliniczne w oparciu o technologię kompleksowego monitorowania hemodynamicznego. Zapewnia kompletny zestaw narzędzi pomocnych w ocenie układu krążenia, z uwzględnieniem diagnozy hemodynamicznej, testów terapii płynowej i kontroli oraz oceny skuteczności terapii. Wszystkie informacje są sortowane przy użyciu wyraźnego i intuicyjnego interfejsu, który usprawnia przepływ pracy klinicznej.

Nieustanny rozwój technologii monitorowania niesie ze sobą możliwość dokładnego mierzenia coraz większej liczby parametrów. W rezultacie, personel medyczny dysponuje większą ilością informacji na temat stanu hemodynamicznego pacjenta, ale z drugiej strony kompleksowa analiza wielu parametrów staje się coraz bardziej skomplikowana.

Badania wykazują, że mózg ludzki jest zdolny, bezproblemowo przetwarzać co najwyżej 5 do 7 zmiennych jednocześnie¹⁰, co zazwyczaj stanowi liczbę parametrów, z którymi lekarze pracują podczas monitorowania i oceny hemodynamicznej.

Diagnoza hemodynamiczna: zaawansowana ocena przy użyciu wyświetlacza graficznego

W praktyce klinicznej, pierwszym punktem leczenia jest rozpoczęcie monitorowania mającego na celu ocenienie stanu hemodynamicznego pacjenta.



Infografiki ułatwiają przetwarzanie informacji o wskaźnikach hemodynamicznych wyświetlanych na monitorach, co usprawnia dokładność rozpoznania i zwiększa skuteczność procesu podejmowania decyzji o właściwej terapii^{10,11,12,13,14}. W celu zbadania sposobu, w jaki wyświetlanie danych liczbowych bądź prezentacji graficznych wpływa na zdolność anestezjologów do stawiania diagnozy, Blike GT i wsp. przeprowadzili doświadczenie polegające na generowaniu i wyświetlaniu zestawów danych składających się z częstości akcji serca, układowego ciśnienia tętniczego krwi, płucnego ciśnienia tętniczego krwi, ośrodkowego ciśnienia żylnego i pojemności minutowej serca, odpowiednio w formie liczbowej i graficznej w celu zdiagnozowania ewentualnego wstrząsu i jego etiologii¹⁵. W badaniu uczestniczyło jedenastu anestezjologów, którzy podjęli w sumie 3060 decyzji diagnostycznych. Wyniki badania wykazują, że w porównaniu z prezentacją danych liczbowych, wyświetlanie danych w postaci graficznej poprawiło trafność diagnozy (w przypadku rozpoznania wstrząsu zaobserwowano wzrost o 1,4%, w przypadku określenia etiologii o 4,1%, $p < 0,001$), jak również wpłynęło na krótszy czas stawiania diagnozy (rozpoznanie braku wstrząsu krótsze o 1,0 sekundę, a określenie etiologii wstrząsu o 1,4 sekundy). W 2008 r. Gorges i Stagers podsumowali w swojej recenzji, że dzięki prezentacji graficznej personel medyczny szybciej identyfikuje zdarzenia niepożądane (analiza 18 badań). W trzynastu badaniach potwierdzono poprawę dokładności diagnozy klinicznej, a w trzech zmniejszenie psychicznego obciążenia lekarzy pracą w przypadku stosowania wyświetlacza graficznego¹⁶.

W aplikacji HemoSight można nie tylko wyświetlać pogrupowane wartości liczbowych parametrów hemodynamicznych, ale również ich dynamiczną reprezentację graficzną skracającą czas wykrywania zmian parametrów fizjologicznych. Umożliwia to również szybsze i trafniejsze podejmowanie decyzji klinicznych, zmniejszając zarazem psychiczne obciążenie pracą^{16,17}.

Testy terapii płynowej: terapia skoncentrowana na celach z szerszym polem widzenia

Samo monitorowanie hemodynamiczne może odzwierciedlać stan hemodynamiczny pacjenta lub określić cel optymalizacji układu krążenia, jednak nie może dostarczyć wskazówek bądź informacji zwrotnych dotyczących strategii leczenia. W związku z tym, korzystanie z inwazyjnej techniki monitorowania, takiej, jak na przykład PAC, może okazać się zbędną techniką niemającą wpływu na wyniki leczenia pacjenta^{6,18,19}, a niosącą więcej ryzyka niż korzyści. Terapia hemodynamiczna powinna być nakierowana na poprawę perfuzji tkankowej i pojemności minutowej serca oraz na podaż tlenu w oparciu o funkcjonalną ocenę odpowiedzi na płyny u danego pacjenta²⁰.

Zgodnie z wytycznymi „Surviving Sepsis Campaign (SSC): International Guidelines for Management of Severe Sepsis and Septic Shock 2012” wczesna resuscytacja pozwala poprawić czynność narządów i ograniczyć współczynnik śmiertelności pacjentów ze wstrząsem septycznym²¹⁻²². Odpowiednia resuscytacja płynowa może zwiększyć efektywną objętość krwi krążącej i poprawić perfuzję tkankową, a tym samym wydolność narządową. Nieprawidłowa resuscytacja płynowa może spowodować obrzęk płuc i/lub innych narządów, niewydolność oddechową, przedłużoną wentylację mechaniczną, a także wpłynąć na dowóz tlenu i ostatecznie zwiększyć wskaźnik śmiertelności²³.

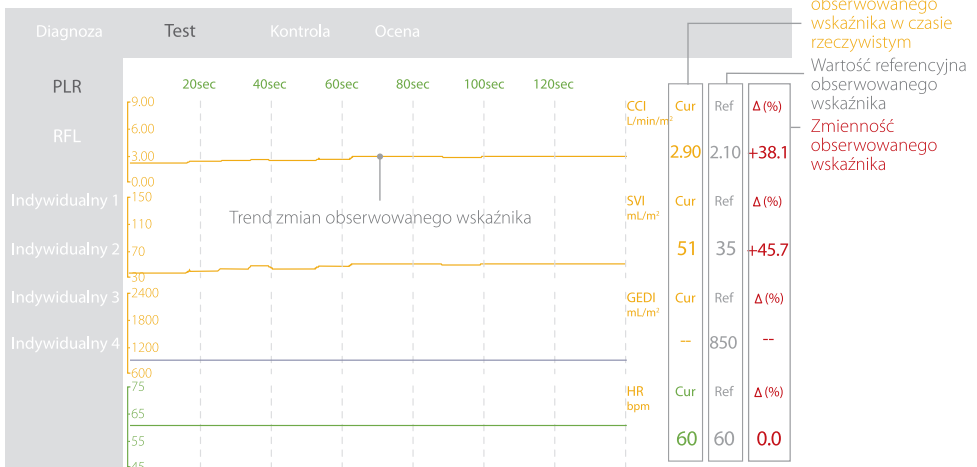
Z badań wynika, że jedynie około 50% pacjentów w stanie krytycznym odpowiada na resuscytację płynową²⁴. W przypadku pacjentów bez odpowiedzi na tę strategię terapeutyczną leczenie zwiększeniem objętości wewnątrznaczyniowej może doprowadzić do zaostrzenia obrzęku płuc i hipoksji. W związku z tym, przewidywanie odpowiedzi na terapię objętościową ma ogromne znaczenie kliniczne, jako że pozwala uniknąć zbędnej resuscytacji płynowej, zachować równowagę pomiędzy potencjalnymi korzyściami terapii objętościowej i związanym z nią ryzykiem²⁵.

Do typowych wskaźników i metod określania odpowiedzi na terapię płynową należą: statyczne wskaźniki obciążenia wstępnego, takie jak osrodkowe ciśnienie żyłne (CVP), ciśnienie zaklinowania tętnicy płucnej (PAWP) i objętość końcoworozkurczowa komory; dynamiczne wskaźniki wstępnego obciążenia, takie jak zmienność ciśnienia tętna (PPV), zmienności objętości wyrzutowej (SVV) i testy odpowiedzi na terapię płynową, jak na przykład próba RFL (szybkie obciążanie płynami) i PLR (pasywne unoszenie nóg).

Styczne wskaźniki obciążenia wstępnego stanowią rzeczywiste odzwierciedlenie obciążenia wstępnego serca. Uważa się, że niskie obciążenie wstępne wskazuje na potencjalnie korzystną odpowiedź na leczenie objętościowe, natomiast wysokie obciążenie wstępne jest prognostykiem słabej odpowiedzi. Z badań klinicznych wynika jednak, że statyczne parametry hemodynamiczne nie są w pełni wiarygodne²⁵ ze względu na występowanie wielu czynników zakłócających, takich jak ciśnienie w klatce piersiowej, ciśnienie w worku osierdziowym i ciśnienie w jamie brzusznej²⁶. Odzwierciedlają one stan obciążenia wstępnego zamiast przewidywać odpowiedź na płynoterapię²⁷⁻²⁸⁻²⁹. Jako wskaźnik obciążenia objętościowego serca, statyczne obciążenie wstępne może być uznane jako indywidualnie określona wartość prognozy bezpieczeństwa²⁶.

Dynamiczne wskaźniki obciążenia wstępnego oceniają stan objętości i przewidują odpowiedź na płynoterapię poprzez zastosowanie mechanizmu interakcji pomiędzy układem sercowym a oddechowym. W wielu badaniach wykazano, że dynamiczne wskaźniki obciążenia wstępnego mają przewagę nad wskaźnikami statycznymi w przewidywaniu odpowiedzi na płynoterapię, szczególnie pod względem czułości i specyficzności³⁰⁻³¹. Dynamiczne wskaźniki obciążenia wstępnego można monitorować w sposób ciągły w celu uzyskania odpowiedzi u danego pacjenta na płynoterapię w czasie rzeczywistym. Kliniczne zastosowanie tych wskaźników jest jednak znacznie ograniczone. Można je wykorzystać jedynie u pacjentów mechanicznie wentylowanych, u którym nie występuje oddechanie spontaniczne ani arytmie, a objętość oddechowa (TV) przekracza 8 ml/kg masy ciała.

Podczas badań podatności na płynoterapię, lekarze eksperymentalnie zwiększają objętość wewnątrznaczyniową u pacjenta i obserwują wskaźniki wyrzutowe w celu określenia odpowiedzi na obciążenie płynami. Powszechnie dostępne są dwie, łatwe w realizacji techniki oparte na parametrach fizjologicznych: manewr PLR (pasywne unoszenie nóg) i RFL (szybkie obciążanie płynami)³²⁻³³.



Rysunek 4. Narzędzie HemoSight do badań hemodynamicznych

W badaniu RFL, objętość płynów w organizmie pacjenta jest zwiększana poprzez eksperymentalną resuscytację płynową. W badaniu PLR, nogi pacjenta są unieszone, co prowadzi do przeniesienia około 300 ml objętości wewnątrzkrążeniowej z dolnej części ciała na prawą stronę serca, odzwierciedlając próbę obciążenia płynami³⁴. Korzyścią tej metody jest jej szybka odwracalność, trafność oraz wiarygodność odpowiedzi na płynoterapię, niezależnie od interakcji pomiędzy układem krążenia a układem oddechowym³⁵, oraz niezależnie od warunków takich jak: oddychanie spontaniczne, arytmie, wentylacja niską objętością oddechową i mała podatność płuc. Badanie PRL można zatem stosować u wszystkich pacjentów, w tym u pacjentów niezaintubowanych. Należy zauważyć, że technika określania pojemności minutowej serca w trakcie testu PLR musi wykrywać krótkotrwałe i przejściowe zmiany, ponieważ efekty PLR ustępują bardzo szybko. Pojemność minutową serca należy mierzyć nie tylko przed testem PLR i w trakcie jego trwania, ale również po jego zakończeniu w celu kontroli poziomu wyjściowego. Poza tym, aby zapewnić wiarygodność interpretacji zmian pojemności minutowej serca, należy unikać adrenergicznych stymulacji, takich jak ból, kaszel, dyskomfort lub innych czynności pobudzających³⁵.

Aby podczas całej procedury badania PLR przestrzeganie powyżej podanych zasad było łatwiejsze, konieczne jest dokładne monitorowanie i dokumentowanie w czasie rzeczywistym zmian odpowiednich wskaźników fizjologicznych.

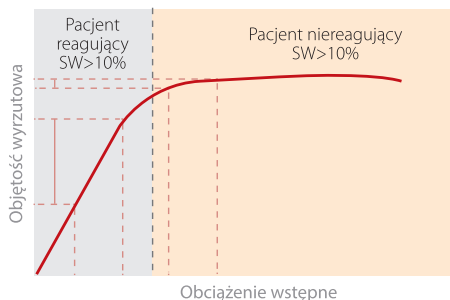
Każdy z przedstawionych wskaźników i sposobów oceny odpowiedzi na płynoterapię ma swoje zalety i wady. Klinicyści powinni dokonywać wyborów zależności od potrzeb poszczególnych pacjentów i zastosowań klinicznych.

Narzędzie HemoSight do badań hemodynamicznych (rys. 4) przedstawia dynamiczne trendy zmian wybranych wskaźników podczas badań klinicznych oraz wartości w czasie rzeczywistym, wartości referencyjne i zmienności (procentowe) wybranych wskaźników, umożliwiając dokładniejsze oszacowanie odpowiedzi pacjenta na płynoterapię. Ponadto, HemoSight jako narzędzie platformowe oprócz testów RFL (szybkie obciążenie płynami) i PLR (pasywne unoszenie nóg) zapewnia testy zindywidualizowane, dostosowane do potrzeb poszczególnych użytkowników. Personel medyczny może wybierać parametry do monitorowania i określać czas trwania badania.

Kontrola terapii: skuteczne narzędzia do zarządzania oceną pacjenta

Prawo Franka-Starlinga

Objętość wyrzutowa (SV) rośnie wraz ze wzrostem objętości końcoworozkurczowej (EDV), w związku z czym objętość minutową serca można zwiększać poprzez zwiększanie obciążenia wstępnego (obciążenie płynami). Powiązanie to występuje do momentu, w którym tkanka mięśnia sercowego nie może się bardziej rozciągnąć. Zwiększanie wartości EDV nie będzie już wtedy powiązane z wyższą wartością SV. Pacjent będzie zagrożony przeciążeniem płynami, a objętość wyrzutowa zacznie maleć (rys. 5)³⁶.



Rysunek 5. Krzywa Franka-Starlinga

Prawidłowa ilość płynu

Nieprawidłowa płynoterapia wynikająca zarówno ze zbyt dużej lub zbyt małej objętości, stanowią znaczącą przyczynę zachorowalności i śmiertelności pacjentów²¹⁻²²⁻²³.

Celem resuscytacji płynowej jest zapobiegnięcie pogorszeniu funkcji układu krążenia spowodowanego wtórnym uszkodzeniem lub słabą objętością naczyniową lub przywrócenie prawidłowej pracy układu krążenia.

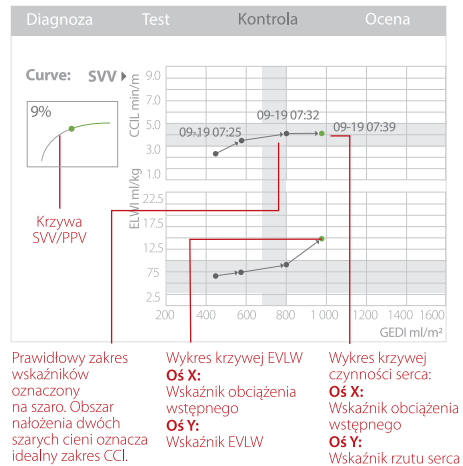
- Przeciążenie płynami wykazuje powikłania, które zazwyczaj wynikają z kontekstu wcześniej istniejących chorób układu sercowo-oddechowego i poważnych chorób o ostrym przebiegu.
- Dostarczenie niewystarczającej ilości płynów zazwyczaj skutkuje objawami związanymi z nieprawidłowym krążeniem i zmniejszoną perfuzją narządową.



Rysunek 6. Optymalizacja płynów

Kontrola terapii hemodynamicznej

Aplikacja HemoSight rejestruje wskaźniki obciążenia wstępnego pacjenta, objętość minutową serca i wskaźniki pozanaczyniowej wody płucnej (EVLW), zapewniając w czasie rzeczywistym informację zwrotną na temat zmian hemodynamicznych w trakcie resuscytacji płynowej. Wspomaga to lekarzy w kontrolowaniu procesu leczenia i optymalizacji terapii hemodynamicznej.



Rysunek 7. Kontrola terapii hemodynamicznej

Krzywa SVV/PPV wskazuje odpowiedź pacjenta na obciążenie płynami w czasie rzeczywistym, co umożliwia śledzenie stanu obciążenia wstępnego u pacjenta i określanie celu resuscytacji płynowej. Krzywa ta przypomina również lekarzom o ewentualnej możliwości zmodyfikowania strategii leczenia, na przykład poprzez zastosowanie leków innych niż te stosowane w terapii płynowej w celu ustabilizowania funkcji układu krążenia pacjenta.

- Gdy stosunek SVV/PPV pacjenta wynosi mniej niż 10% i mieści się w zielonej części krzywej, wartość pojemności minutowej serca znajduje się na płaskim odcinku krzywej Franka-Starlinga, a pacjent nie odpowiada na resuscytację płynową.
- Gdy stosunek SVV/PPV pacjenta wynosi ponad 10% i nie mieści się w zielonej części krzywej, wartość pojemności minutowej serca znajduje się na pochyleniu krzywej Franka-Starlinga, a pacjent odpowiada na resuscytację płynową.

Wykres krzywej czynności serca pokazuje zmianę pracy serca w trakcie terapii.

Czynność serca w różnych punktach w czasie jest zaznaczana kropkami połączonymi strzałkami w porządku chronologicznym. W narzędziu kontrolnym wyświetlany jest również wykres liniowy EVLW pacjenta, który wskazuje ilość pozanaczyniowej wody płucnej w czasie rzeczywistym. Umożliwia to śledzenie skutków zwiększonego obciążenia płynami i unikanie urazów płuc.

Ponadto, graficzna reprezentacja stref docelowych pomaga lekarzom w dążeniu do realizacji jednego lub wielu celów¹⁷ i umożliwia zwiększenie zgodności w przypadku strategii skierowanych na cele.

Narzędzie HemoSight firmy Mindray stanowiące aplikację wspomaganą klinicznego wspiera personel medyczny w bardziej efektywnym monitorowaniu i kontrolowaniu parametrów hemodynamicznych. Wszechstronna analiza wielu parametrów hemodynamicznych i ich powiązań przedstawiona na prostym oraz intuicyjnym wyświetlaczu graficznym, optymalizuje przepływ pracy klinicznej. Narzędzie to wspomaga lekarzy w szybkiej ocenie stanu hemodynamicznego pacjentów i ułatwia podejmowanie trafnych decyzji diagnostycznych i terapeutycznych.

Piśmiennictwo:

1. M.R. Pinsky. Protocolized Cardiovascular Management Based on Ventricular-arterial Coupling [J]. Functional Hemodynamic Monitoring. Volume 42 of the series Update in Intensive Care and Emergency Medicine: 381-395
2. Dr. Liu Dawei. Clinical application of Hemodynamic monitoring parameters [J]. Chinese Medical Journal, 2002. 82 (4):286-288.
3. Calland JF, Adams RB, Benjamin DK Jr, et al. Thirty-day postoperative death rate at an academic medical center. Ann Surg. 2002;235(5):690-698. doi:10.1097/0000658-200205000-00011
4. Sessler DI, Saugel B. Beyond 'failure to rescue': the time has come for continuous ward monitoring. Br J Anaesth. 2019 Mar;122(3):304-306. doi: 10.1016/j.bja.2018.12.003. Epub 2019 Jan 3. PubMed PMID: 30770047.
5. Michard, Frederic & Biais, Matthieu & Lobo, Suzana & Futier, Emmanuel. (2019). Perioperative Hemodynamic Management 4.0. Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology. 33. 10.1016/j.bpa.2019.04.002.
6. Dr. Liu Dawei, Dr. Wang Xiaoting, Dr. Zhang Hongmin, etc.. Critical Hemodynamic Therapy – Beijing Consensus [J]. Chinese Journal of Internal Medicine, 2015. 54(3):248-271.
7. Vincent JL, Pelosi P, Pearse R, et al. Perioperative cardiovascular monitoring of high-risk patients: a consensus of 12. Crit Care. 2015;19(1):224. Published 2015 May 8. doi:10.1186/s13054-015-0932-7
8. Saugel B, Vincent JL. Cardiac output monitoring: how to choose the optimal method for the individual patient. Curr Opin Crit Care. 2018 Jun;24(3):165-172. doi: 10.1097/MCC.0000000000000492. Review. PubMed PMID: 29621027.
9. Vincent JL, Rhodes A, Perel A, Martin GS, Della Rocca G, Vallet B, Pinsky MR, Hofer CK, Teboul JL, de Boode WP, Scolletta S, Vieillard-Baron A, De Backer D, Walley KR, Maggiorini M, Singer M. Clinical review: Update on hemodynamic monitoring—a consensus of 16. Crit Care. 2011 Aug 18;15(4):229. doi: 10.1186/cc10291. Review. PubMed PMID: 21884645; PubMed Central PMCID: PMC3387592.
10. Miller GA. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. 1956.
11. Frederic Michard. Decision Support for Hemodynamic Management: From Graphical Display to Closed Loop Systems [J]. Anesth Analg. 2013. 117(4): 876-82.
12. Triesman A. Preattentive processing in vision [J]. Comput Vis Graphics Image Proc. 1985; 31: 156-77.

13. Agutter J, Drews F, Syroid N, Westneskow D, Albert R, Strayer D, Bermudez J, Weinger MB. Evaluation of graphic cardiovascular display in a high-fidelity simulator [J]. *Anesth Analg* 2003;97: 1403-13.
14. Gurushanthaiah K, Weinger MB, Englund CE. Visual display format affects the ability of anesthesiologists to detect acute physiologic changes. A laboratory study employing a clinical display simulator. *Anesthesiology* 1995;83: 1184-93
15. Blike GT, Surgenor SD, Whalen K. A graphical object display improve anesthesiologists' performance on a simulated diagnostic task [J]. *J Clin Monit Comput* 1999;15(1): 37-44
16. Gorges M, Staggers N. Evaluations of physiological monitoring display: a systematic review [J]. *J Clin Monit Comput* 2008; 22: 45-46.
17. Michard Hemodynamic monitoring in the era of digital health *Ann. Intensive Care* (2016) 6:15 DOI 10.1186/s13613-016-0119-7
18. Sandham JD, Hull RD, Brant RF, et al. A randomized controlled trial of the use of pulmonary-artery catheter in high-risk surgical patients [J]. *N Engl J Med*, 2003, 348(1): 5-14.
19. Shah MR, Hasselblad V, Stevenson LW, et al. Impact of the pulmonary artery catheter in critically ill patients: meta-analysis of randomized clinical trials [J]. *JAMA*, 2005, 294(13): 1664-1670.
20. Bernd Saugel et al. Personalized hemodynamic management. *Current Opinion in Critical Care*. 23(4):334–341, AUGUST 2017. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000422 PMID: 28562384
21. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and sepsis shock: 2012 [J]. *Crit Care Med*. 2013, 41(2): 580-637.
22. De la Puente-Diaz de Leon VM, Rivero-Sigarroa E, Domiguez-Cherit G, et al. Fluid therapy in severe sepsis and sepsis shock [J]. *Crit Care Med*. 2013, 41(2): e484-e485.
23. Durairaj L, Schmitt GA. Fluid therapy in resuscitated sepsis: Less is more [J]. *Chest*, 2008, 133(1): 252-263.
24. Monnet X, Teboul JL. Passive leg raising [J]. *Intensive Care Med*, 2008, 34(6): 659-663.
25. Monnet X, Marik P, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness: an update. *Ann Intensive Care*. 2017;6(1):111.
26. De Backer D, Vincent JL (2018) Should we measure the central venous pressure to guide fluid management? Ten answers to 10 questions. *Crit Care* 22:43
27. Antonelli M, Levy M, Andrews PJ, et al. Hemodynamic monitoring in shock and implications for management, international consensus conference, Paris, France, 27-28 April 2006 [J]. *Intensive Care Med*, 2007, 33(4): 575-590.
28. Osman D, Ridet C, Ray P, et al. Cardiac filling pressure are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge [J]. *Crit Care Med*, 2007, 35(1): 64-68.
29. Marik PE, Baram M, Vahid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systemic review of the litera. True and the tale of seven mares [J]. *Chest*, 2008, 134(1): 172-178.
30. Michard F, Teboul JL, Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence [J]. *Chest*, 2002, 121(6): 2000-2008.
31. Yang X, Du B. Does pulse pressure variation predict fluid responsiveness in critically ill patients? A systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2014;18:650.
32. Marik PE (2016) Fluid responsiveness and the six guiding principles of fluid resuscitation. *Crit Care Med* 44:1920–1922
33. Cavallaro F, Sandroni C, Marano C, et al. Diagnostic accuracy of passive leg raising for prediction of fluid responsiveness in adults: systematic review and meta-analysis of clinical studies. *Intensive Care Med*, 2010, 36(9): 1475-1483
34. Monnet X, Teboul JL. Passive leg raising: five rules, not a drop of fluid! *Crit Care*. 2015;19:18.
35. Monnet X, Rienzo M, Osman D, Anguel N, Richard C, Pinsky MR, Teboul JL. Passive leg raising predicts fluid responsiveness in the critically ill. *Crit Care Med* 2006, 34:1402–1407.
36. Ciba Foundation Symposium (1974) *The Physiological Basis of Starling's Law of the Heart*. Excerpta Medica, Amsterdam.

healthcare within reach

KANAŁY MEDIÓW SPOŁECZNOŚCIOWYCH MINDRAY

LinkedIn



www.mindray.com

P/N: ENG-Metabolic Monitoring Clinical Information Leaflet-210285X11P-20200707
©2020 Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co.,Ltd. All rights reserved.

mindray
healthcare within reach