

# Najlepsze praktyki procesu wdrożenia oceny HeRO

## Przewodnik wdrożeniowy maksymalizujący korzyści kliniczne

William King

### Przegląd

Algorytm HeRO identyfikuje nieprawidłowe wzorce rytmu serca noworodków, które są związane z ekspresją cytokin i stanem zapalnym,<sup>1,2,3</sup> i jest wykorzystywana jako system wczesnego ostrzegania przed zakażeniami, w tym sepsą.<sup>4,5,6,7</sup>

W pragmatycznym, randomizowanym badaniu kontrolnym (RCT) obejmującym 3003 pacjentów, u pacjentów, u których oprócz standardowego monitorowania zastosowano monitorowanie z wykorzystaniem HeRO, odnotowano zmniejszoną śmiertelność z wszystkich przyczyn w oddziale noworodkowym<sup>8</sup> oraz w okresie 18–22 miesięcy.<sup>9</sup> Wśród pacjentów z sepsą objętych monitorowaniem z wykorzystaniem HeRO, odnotowano dodatkowo poprawę wyników neurorozwojowych w wieku 18–22 miesięcy<sup>10</sup> oraz skrócenie czasu hospitalizacji u osób, które przeżyły.<sup>11</sup> Ponadto przeprowadzona analiza finansowa wykazała, że przyrostowy współczynnik opłacalności dla oceny HeRO wynosił 34 720 USD na każde dodatkowe uratowane życie w 2021 roku, a oddziały noworodkowe wdrażające ocenę HeRO prawdopodobnie zwiększyłyby przychody.<sup>12</sup>

Randomizowane badanie kontrolowane miało charakter pragmatyczny, co oznacza, że wyniki oceny HeRO pacjentów były losowo wybierane do włączenia lub wyłączenia, a następnie wyniki były śledzone, bez żadnych obowiązkowych interwencji lub klinicznej organizacji pracy. Decyzję o reagowaniu na wyniki oceny HeRO pozostawiono lekarzom.

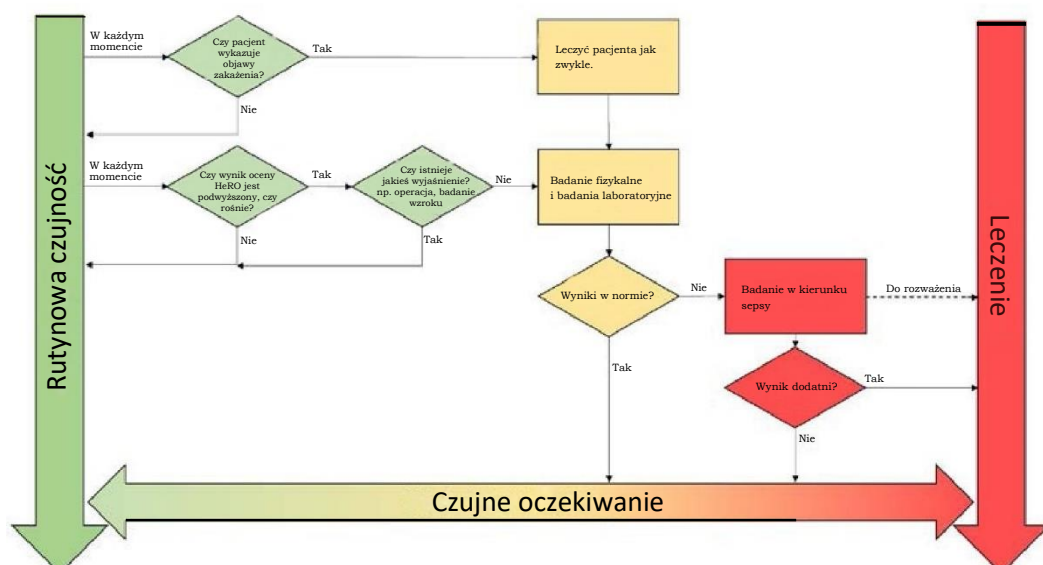
Zgodnie z założeniem badania, firma Medical Predictive Science Corporation nie instruowała wyraźnie użytkowników technologii HeRO, w jaki sposób wdrażać monitorowanie z wykorzystaniem HeRO, wybierając zamiast tego oferowanie porad i udostępnianie protokołów stosowanych przez innych użytkowników.

Obecnie, mając doświadczenie z ponad 150 000 przypadków pacjentów monitorowanych z wykorzystaniem HeRO na całym świecie, oczywiste jest, że najważniejszym aspektem każdej instalacji systemu HeRO jest lekarz. Ponieważ, jak każde narzędzie wspomagania decyzji klinicznych lub system wczesnego ostrzegania, ocena HeRO może pozytywnie wpływać na wyniki leczenia pacjentów tylko wtedy, gdy pozytywnie wpływa na podejmowanie decyzji klinicznych. Podejmowanie decyzji klinicznych może być zmaksymalizowane, a tym samym korzyści dla pacjentów największe, jeśli zespół opieki klinicznej jest w pełni i stale zaangażowany w korzystanie z oceny HeRO.

Poniżej przedstawiono najlepsze praktyki zaobserwowane u klientów, mające na celu maksymalizację korzyści z monitorowania z wykorzystaniem oceny HeRO.

### Protokół

Przeprowadzony wśród użytkowników sondaż wykazał, że choć protokoły przybierają różne formy, to opisany w nich przebieg pracy klinicznej i drzewo decyzyjne są niemal uniwersalne. We wszystkich przypadkach ocena HeRO jest traktowana jako jeden z wielu wskaźników zakażenia, jednak w żadnym przypadku wynik oceny HeRO nie zastępuje oceny lekarza.



Rysunek 1. Typowy protokół oceny pacjenta z wykorzystaniem HeRO

Na Rysunku 1 przedstawiono typowy protokół oceny pacjenta z wykorzystaniem HeRO. W tym przykładzie lekarze są instruowani do podjęcia rutynowego leczenia pacjenta jeśli wykazuje on oznaki i objawy zakażenia. To z reguły polega na przeprowadzeniu badania fizykalnego i badań laboratoryjnych. W przypadku stwierdzenia jakichkolwiek nieprawidłowości należy wykonać badanie w kierunku sepsy z możliwością natychmiastowego podjęcia leczenia w zależności od oceny lekarzy.

Co ważne, podwyższony lub rosnący wynik oceny HeRO bez racjonalnego wyjaśnienia (takiego jak operacja, badanie oka lub inny znany proces zapalny) prowadzi do tego samego punktu w drzewie decyzyjnym, co sytuacja gdy pacjent wykazuje oznaki zakażenia czyli do konieczności przeprowadzenia badania fizykalnego i badań laboratoryjnych.

Zasadniczo ocena HeRO staje się kolejnym objawem zakażenia, który może uruchomić standardowe postępowanie. Jednak w żadnym wypadku ocena HeRO nie może zastąpić oceny klinicznej, ani też leczenie nie może być podejmowane wyłącznie na podstawie wyniku oceny HeRO.

Innym ważnym punktem, na który należy zwrócić uwagę, jest to, że protokół nie narzuca rodzaju badań laboratoryjnych, ponieważ stwierdzono, że oddziały noworodkowe w różnych rejonach geograficznych mają różne preferencje w tym zakresie. Tam, gdzie zostało to zbadane, wyniki laboratoryjne wszystkich typów mają znacznie wyższą skuteczność predykcyjną w połączeniu z podwyższonym wynikiem oceny HeRO. Na przykład w publikacji Griffin et al stwierdzono, że skuteczność modelu w przewidywaniu zakażenia była znacznie wyższa, gdy stosowano zarówno ocenę HeRO, jak i badania laboratoryjne, niż gdy stosowano tylko jedno z nich,<sup>14,15</sup> w publikacji Kurul et al stwierdzono, że stężenie IL-6, PCT i CRP było znacząco wyższe w momencie podejrzenia, gdy było ono podyktowane podwyższonym wynikiem oceny HeRO u pacjentów, u których ostatecznie zdiagnozowano sepsę, w porównaniu z pacjentami bez tej diagnozy (każde  $p < 0,001$ ).<sup>16</sup>

Ta sama grupa opublikowała niedawno swój protokół w ramach badania przed/po. Stwierdzono, że po wdrożeniu protokołu monitorowania z wykorzystaniem oceny HeRO poprawiła się zachorowalność (mierzona wynikami w skali nSOFA) w momencie rozpoznania sepsy, nie odnotowano wzrostu liczby posiewów krwi, a także zaobserwowano trend w kierunku zmniejszenia śmiertelności ( $p = 0,13$ ) i zmniejszenia zużycia antybiotyków na 1000 dni pobytu na oddziale noworodkowym ( $p = 0,06$ ).<sup>17</sup> Pisemny protokół nie musi być wyczerpujący w każdym szczególe. Służy jednak jako podstawa dla wszystkich lekarzy, którzy zgadzają się na stosowanie oceny HeRO w celu informowania o decyzjach klinicznych, pozostawiając im jednocześnie swobodę w podejmowaniu własnych, najlepszych decyzji.

## Edukacja

Drugim filarem wdrożenia technologii HeRO jest ciągłe kształcenie. Po każdej nowej implementacji systemu monitorowania HeRO, personel jest zwykle angażowany w szkolenia. Są to zazwyczaj 15–20 minutowe sesje, podczas których omawia się rozwój algorytmu oceny HeRO, wyniki badań, sposoby uzyskania dostępu do wyniku oceny HeRO w zastosowanym rozwiązaniu, rozwiązywanie problemów i protokół postępowania. Oczywiście jest to znaczna ilość materiału jak na krótką sesję.

Powyższe oraz fakt, że na oddziale noworodkowym występuje niemal ciągła rotacja personelu, powoduje, że tak ważne jest zachęcanie personelu do korzystania z darmowych szkoleń online co najmniej raz w roku. Są one dostępne dla każdego na stronie <https://www.heroscore.com/mpsc-hero-training-courses/>.

Po pomyślnym ukończeniu odpowiedniego modułu szkoleniowego, uczestnik może wydrukować lub zapisać certyfikat, potwierdzający znajomość zagadnienia.

Wymóg ukończenia szkolenia online przez każdego członka personelu może być połączony z wymogiem przeglądu pisemnego protokołu, co daje szansę na zaangażowanie, informacje zwrotne i ciągłe doskonalenie najlepszych praktyk.



Od lewej: 5 dni temu wynik oceny HeRO wzrósł z poziomu podstawowego wynoszącego od 1 do 2 przez kilka dni, osiągając ostatecznie wartość szczytową większą niż 5. W czasie wskazanym przez żółtą pionową linię, wynik oceny HeRO wynosił 4,85 po ciągłym wzroście przez 24 godziny. Na widocznej w dolnym oknie krzywej trendu HR zmiany są niewidoczne gołym okiem. U niemowlęcia zdiagnozowano posocznice *Klebsiella* (dodatnie posiewy krwi i moczu).

**Rysunek 2.** Przykładowy slajd ze szkolenia dotyczącego oceny HeRO.

	0400	0500	0600	0700
<b>Basic Vitals</b>				
Temp				
Temp Source				
T1 Site Continuous				
Bed Type			Radiant War...	
Bed Control Type				
HR	168	160	124	145
Resp	34	25	24	26
Cuff BP Mode				
CUFF BP (S/D)				
Cuff Mean				
Cuff Site				
SpO2	90	94	92	90
SpO2 Site			Right Foot	
HeRO	2.4	2.4	2.4	2.8

Rysunek 3. Arkusz

Oprócz bezpłatnych szkoleń online, producent oferuje również regularnie planowane webinaria. Aby uzyskać harmonogram lub zaproponować czas szkolenia dla pracowników, należy skontaktować się pod adresem [info@heroscore.com](mailto:info@heroscore.com).

**Firma Viridian Polska, wyłączny dystrybutor HeRO w Polsce, oferuje usługi szkoleniowe i serwisowe dla użytkowników HeRO. Kontakt e-mail: [info@viridian.com.pl](mailto:info@viridian.com.pl)**

### Dokumentacja

Większość użytkowników zapisuje wynik oceny HeRO jednocześnie i z tą samą częstotliwością, co inne parametry życiowe w karcie leczenia. Zapis może odbywać się ręcznie lub automatycznie.

W przypadku urządzeń HeRO solo, duet i ES, możliwe jest jedynie ręczne wprowadzenie wyniku oceny HeRO do karty pacjenta. Chociaż gwarantuje to zaangażowanie pracowników, może być żmudne i stwarza możliwość popełnienia błędu ludzkiego przy wprowadzaniu danych.

Dla klientów korzystających z systemu centralnego monitorowania HeRO Symphony, w cenie produktu zawarta jest możliwość automatycznego wysyłania danych HL7 zawierających każdy godzinowy wynik oceny HeRO wygenerowany przez system do zewnętrznego systemu dokumentacji medycznej. Około połowa klientów systemu Symphony decyduje się na automatyczne wypełnianie kartoteki pacjenta wynikami oceny HeRO. Wprowadzenie ogranicza to błąd ludzki przy wprowadzaniu danych, ale jednocześnie może ograniczać zaangażowanie personelu.

Z tego powodu uważa się, że najlepszą praktyką jest wymaganie od pielęgniarki prowadzącej kartę walidacji wyniku oceny HeRO, podobnie jak w przypadku innych parametrów życiowych, zanim stanie się ona częścią stałej karty. To rozwiązanie zapewnia najlepszą równowagę pomiędzy zaangażowaniem pielęgniarek z jednej strony, a minimalizacją uciążliwości i błędów ludzkich z drugiej.

### Podsumowanie

Waga dowodów przemawiających za monitorowaniem wcześniaków z wykorzystaniem oceny HeRO jest bezsprzeczna, ale wprowadzenie go do praktyki nie musi być oczywiste. Stosując się do opisanych tutaj prostych, najlepszych praktyk polegających na opracowaniu protokołu, ciągłym szkoleniu personelu i dokumentowaniu wyników, użytkownicy HeRO mogą być pewni, że maksymalizują korzyści z wykorzystania tej technologii dla szpitala i pacjentów. Z przyjemnością służymy pomocą na każdym etapie.

### Piśmiennictwo

- 1 Fairchild, K. D., Saucerman, J. J., Raynor, L. L., Sivak, J. A., Xiao, Y., Lake, D. E., & Moorman, J. R. (2009). Endotoxin depresses heart rate variability in mice: cytokine and steroid effects. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 297(4), R1019–R1027. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00132.2009>
- 2 Fairchild, K. D., Srinivasan, V., Moorman, J. R., Gaykema, R. P., & Goehler, L. E. (2011). Pathogen-induced heart rate changes associated with cholinergic nervous system activation. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 300(2), R330–R339. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00487.2010>
- 3 Raynor, L. L., Saucerman, J. J., Akinola, M. O., Lake, D. E., Moorman, J. R., & Fairchild, K. D. (2012). Cytokine screening identifies NICU patients with Gram-negative bacteremia. *Pediatric research*, 71(3), 261–266. <https://doi.org/10.1038/pr.2011.45>
- 4 Fairchild K. D. (2013). Predictive monitoring for early detection of sepsis in neonatal ICU patients. *Current opinion in pediatrics*, 25(2), 172–179. <https://doi.org/10.1097/MOP.0b013e32835e8fe6>
- 5 Fairchild K. D. (2013). Predictive monitoring for early detection of sepsis in neonatal ICU patients. *Current opinion in pediatrics*, 25(2), 172–179. <https://doi.org/10.1097/MOP.0b013e32835e8fe6>
- 6 Sullivan, B. A., & Fairchild, K. D. (2015). Predictive monitoring for sepsis and necrotizing enterocolitis to prevent shock. *Seminars in fetal & neonatal medicine*, 20(4), 255–261. <https://doi.org/10.1016/j.siny.2015.03.006>
- 7 Kitzmiller, R. R., Vaughan, A., Skeeles-Worley, A., Keim-Malpass, J., Yap, T. L., Lindberg, C., Kennerly, S., Mitchell, C., Tai, R., Sullivan, B. A., Anderson, R., & Moorman, J. R. (2019). Diffusing an Innovation: Clinician Perceptions of Continuous Predictive Analytics Monitoring in Intensive Care. *Applied clinical informatics*, 10(2), 295–306. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1688478>
- 8 Moorman, J. R., Carlo, W. A., Kattwinkel, J., Schelonka, R. L., Porcelli, P. J., Navarrete, C. T., Bancalari, E., Aschner, J. L., Whit Walker, M., Perez, J. A., Palmer, C., Stukenborg, G. J., Lake, D. E., & Michael O'Shea, T. (2011). Mortality reduction by heart rate characteristic monitoring in very low birth weight neonates: a randomized trial. *The Journal of pediatrics*, 159(6), 900–6.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2011.06.044>
- 9 Schelonka, R. L., Carlo, W. A., Bauer, C. R., Peralta-Carcelen, M., Phillips, V., Helderman, J., Navarrete, C. T., Moorman,