

Wykorzystanie skali Hammersmith Infant Neurological Examination u niemowląt w celu przewidywania lub potwierdzenia wystąpienia mózgowego porażenia dziecięcego - systematyczny przegląd piśmiennictwa

Using the Hammersmith Infant Neurological Examination Scale in infants to predict or confirm cerebral palsy - a systematic literature review

Klaudia Maćkowska , Marta Raźniewska , Gabriela Siwiec , Justyna Skrzypczak , Katarzyna Ostrzyżek-Przeździecka* , Jakub S. Gąsior* 

Oddział Fizjoterapii, Wydział Medyczny, Warszawski Uniwersytet Medyczny

*Klinika Kardiologii Wieku Dziecięcego i Pediatrii Ogólnej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

DOI:10.20966/chn.2020.59.470

STRESZCZENIE

Wstęp: W literaturze anglojęzycznej opisane zostało wiele narzędzi pozwalających na ocenę stanu neuromotorycznego noworodków i niemowląt. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie w polskiej literaturze medycznej skali Hammersmith Infant Neurological Examination (HINE) oraz przeprowadzenie systematycznego przeglądu piśmiennictwa dotyczącego stosowania jej u niemowląt w predykcji mózgowego porażenia dziecięcego (MPD).

Metoda: Przeszukano medyczną bazę danych MEDLINE PubMed używając następujących zwrotów kluczowych: cerebral palsy w połączeniu z Hammersmith Infant Neurological Examination, znajdujących się w tytule i/lub streszczeniu publikacji. Dodatkowym kryterium włączenia był język angielski publikacji.

Wyniki: Zidentyfikowano łącznie 22 publikacje. Pierwsza analiza pozwoliła wykluczyć 7 badań niespełniających kryteriów włączenia do szczegółowej analizy. Bazując na wynikach analizowanych badań można stwierdzić, że wynik HINE poniżej 66 punktów uzyskany w 3, 6, 9 i/lub 12 miesiącu życia wskazuje na ryzyko wystąpienia MPD w późniejszym etapie życia dziecka.

Wnioski: Skala HINE jest użytecznym narzędziem wykorzystywanym już w pierwszych miesiącach życia dziecka do oceny ryzyka wystąpienia zaburzeń neurorozwojowych, w tym MPD. Umożliwia wczesne wykrycie zespołu zaburzeń, co jest szczególnie istotne w zaplanowaniu dalszego odpowiedniego leczenia. Zaleca się połączenie badania neurologicznego HINE z badaniem metodą Prechtl'a oraz badaniami neuroobrazowymi w celu zwiększenia mocy predykcyjnej. Jednakże, ze względu na wysoką czułość obu narzędzi, w codziennej praktyce klinicyści mogą zdecydować się na użycie tylko jednego z nich (HINE lub ocena wg Prechtl'a). Mimo ogólnodostępnej i nieskomplikowanej formy badania, HINE nie znajduje jednak szerokiego zastosowania u klinicystów, co, bez wątpienia, powinno ulec zmianie.

Słowa kluczowe: mózgowie porażenie dziecięce, Hammersmith Infant Neurological Examination

ABSTRACT

Introduction: Many methods have been described in the English-language literature to assess the neuromotor condition of newborns and infants. The aim of the study was to present the Hammersmith Infant Neurological Examination (HINE) scale in the Polish medical literature and to review the systematic literature on the use of HINE in infants at risk of cerebral palsy.

Methods: MEDLINE PubMed medical database was searched using the following key phrases: cerebral palsy in conjunction with Hammersmith Infant Neurological Examination, in the title and/or abstract of the publication. An additional inclusion criterion was the English language of the publication.

Results: The 22 identified publications had been selected for the analysis. The first analysis ruled out seven studies that did not meet the inclusion criteria for detailed analysis. Based on the results of the analyzed studies, it can be concluded that the HINE result below 66 points obtained at 3, 6, 9 and/or 12 months of life indicates the risk of CP later in the child's life.

Conclusion: The HINE scale is a useful tool used in the first months of a child's life to assess the risk of developing neurodevelopmental disorders, including CP. This scale enables early detection of disorders, which is particularly important in planning further appropriate treatment. It is recommended to combine HINE with Prechtl examination and neuroimaging in order to increase the predictive power. However, due to the high sensitivity of both tools, clinicians may choose to use one of them in daily practice (HINE or Prechtl's assessment). Despite the widely available and uncomplicated form of the study, HINE is not widely used by clinicians, which undoubtedly should be change.

Key words: cerebral palsy, Hammersmith Infant Neurological Examination

INTRODUKCJA

Różne definicje mózgowego porażenia dziecięcego (MPD) pojawiały się w literaturze medycznej na przestrzeni lat. Próbę usystematyzowania wiedzy na temat MPD podjęli w 2006 roku Rosenbaum i wsp. [1]. Zgodnie z zaproponowaną przez autorów definicją, MPD to grupa

trwałych zaburzeń rozwoju ruchu i postawy wynikających z niepostępującego uszkodzenia rozwijającego się mózgu płodu lub niemowlęcia. W konsekwencji obserwujemy w tej grupie pacjentów ograniczenia motoryczne, którym często towarzyszą zaburzenia czucia, percepcji i funkcji

poznawczych, komunikacji, zachowania, a także padaczkę oraz wtórne powikłania ze strony układu mięśniowo-szkieletowego [1].

Przyczyny wystąpienia MPD są złożone i niejednorodne. Ich charakter może mieć podłoże zapalne, pourazowe, wrodzone, zakaźne lub metaboliczne. Bardzo często klinicyści nie są w stanie wskazać konkretnej przyczyny wystąpienia tej grupy zaburzeń u danego pacjenta [2]. W literaturze opisano wiele czynników, które zwiększają ryzyko wystąpienia MPD w okresie prenatalnym, okołoporodowym i poporodowym. Część czynników ryzyka związanych jest z sytuacją socjodemograficzną matki oraz historią poprzednich porodów [3]. Czynniki ryzyka okresu prenatalnego to infekcje wewnątrzmaciczne, a także wewnątrzmaciczne zahamowanie wzrostu i rozwoju płodu. Szacuje się, że stanowią one przyczynę około 70% przypadków wystąpienia MPD ogólnie, oraz około 55% przypadków postaci czterokończynowej. W okresie okołoporodowym największe ryzyko MPD niesie za sobą poród przedwczesny (około 35% przypadków), zwłaszcza skrajne wcześniactwo. Inne czynniki predysponujące do wystąpienia MPD w okresie okołoporodowym to aspiracja smółki, krwawienie dokomorowe, hiperbilirubinemia, zespół zaburzeń oddychania, niedotlenienie oraz drgawki noworodkowe. Okres poporodowy, w którym mogą pojawić się objawy MPD obejmuje czas od końca okresu noworodkowego do 5 roku życia dziecka. Ryzyko wystąpienia zespołu zaburzeń w tym przedziale czasu zwiększa zapalenie opon mózgowych, uraz głowy bądź podtopienie się dziecka [2, 3].

Badanie neurologiczne i/lub stanu neuromotorycznego noworodków i niemowląt przeprowadza się w celu oceny rozwoju psychoruchowego. Aby uzyskać kompleksowy obraz stanu neurologicznego pacjenta należy przeprowadzić dokładną ocenę funkcji czuciowych i motorycznych, ocenę nerwów czaszkowych oraz badanie odruchów neurologicznych. Informacje zebrane przy badaniu mogą stanowić podstawę do postawienia diagnozy oraz pomagają w planowaniu dalszej terapii [4]. Podczas oceny neurologicznej należy zwrócić szczególną uwagę na wszelkie nieprawidłowości w kontroli postawy i motoryki. Oceniając postawę dziecka ważne jest, aby ocenić ustawienie tułowia, głowy oraz kończyn. W ocenie motoryki niepokojący może być ubogi repertuar spontanicznych ruchów kończyn, brak płynności ruchu oraz nieprawidłowości w zakresie odruchów wrodzonych, rozwoju reakcji odruchowych i równoważnych. Występowanie podwyższonego lub obniżonego napięcia mięśniowego osiowego i/lub kończyn jest sygnałem alarmującym [5-7].

Do podstawowych narzędzi oceny ryzyka wystąpienia MPD możemy zaliczyć obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego, badanie globalnych wzorców ruchu metodą Prechtl'a (ang. Prechtl's General Movements Assessment) oraz skalę HINE (ang. Hammersmith Infant Neurological Examination) będącą prostą metodą punktacji zdolności motorycznych u dzieci od 2 do 24 miesiąca życia [8, 9].

Skala HINE składa się z trzech części: pierwszej stanowiącej badanie neurologiczne włączające ocenę: czynności nerwów czaszkowych, postawy ciała, ruchów, napięcia mięśniowego, odruchów i reakcji; drugiej pozwalają-

cej na ocenę 8 pozycji bazujących na wybranych etapach rozwoju motorycznego dziecka; oraz trzeciej oceniającej zachowanie. Pacjent oceniany z użyciem skali HINE może uzyskać maksymalnie 78 punktów [10]. Badając różne grupy wiekowe określono zakres wartości optymalnych na danym etapie rozwojowym dziecka: między 12 a 16 tygodniem życia: 62.5–69 punktów; między 16 a 20 tygodniem życia: 65.5–74 punkty; między 20 a 24 tygodniem życia: 69–76.5 punktów; między 28 a 32 tygodniem życia: 72–78 punktów; w 12 miesiącu życia: 63–78 punktów [11, 12]. Badanie neurologiczne HINE, z wykazaną wysoką czułością sięgającą 90% [8], pozwala na ocenę ryzyka lub wczesną diagnozę zaburzeń neurologicznych, co jest niezwykle istotne dla procesu neuroplastyczności mózgu, szybkiego wdrożenia odpowiedniego postępowania i interwencji terapeutycznej, a w konsekwencji, dla zmniejszenia ryzyka lub zapobiegania wystąpienia wtórnych powikłań [9].

Celem przedstawionej pracy jest systematyczny przegląd piśmiennictwa dotyczącego wykorzystania skali HINE u dzieci w wieku niemowlęcym do przewidywania wystąpienia MPD.

MATERIAŁ I METODY

Przeszukano medyczną bazę danych MEDLINE PubMed używając następujących słów kluczowych: cerebral palsy w połączeniu z Hammersmith Infant Neurological Examination, znajdujących się w tytule i/lub streszczeniu publikacji (link do wyszukiwania z dnia 08.04.2021): [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=\(%22cerebral%20palsy%22%5BTITLE%2FAbstract%5D\)%20AND%20\(%22Hammersmith%20Infant%20Neurological%20Examination%22%5BTITLE%2FAbstract%5D\)&page=2](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=(%22cerebral%20palsy%22%5BTITLE%2FAbstract%5D)%20AND%20(%22Hammersmith%20Infant%20Neurological%20Examination%22%5BTITLE%2FAbstract%5D)&page=2)

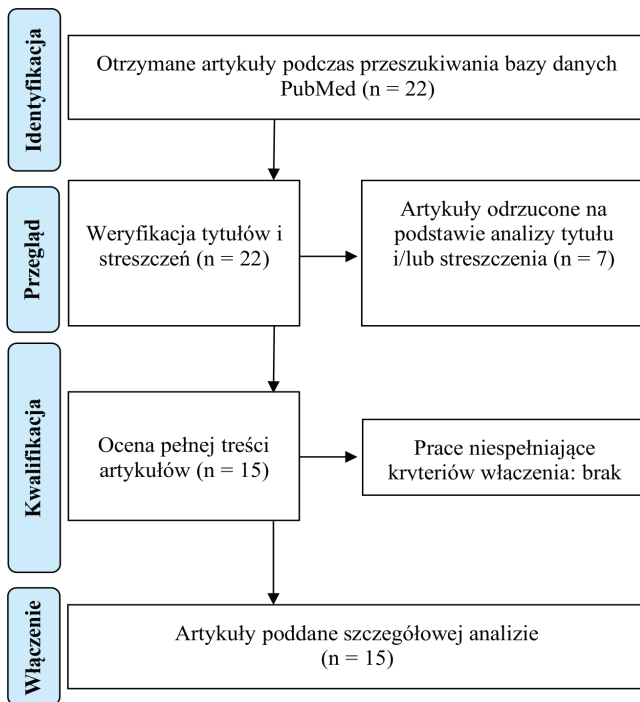
Do szczegółowej analizy włączono badania wykorzystujące skalę HINE w przewidywaniu wystąpienia MPD oraz badania, w których HINE stanowiło element oceny rozwoju motorycznego dzieci z rozpoznaniem MPD. Dodatkowym kryterium był język publikacji, włączono jedynie publikacje napisane w języku angielskim. Systematyczny przegląd piśmiennictwa został przeprowadzony zgodnie z rekomendacjami PRISMA statement (ang. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [13]. Rekomendacje PRISMA przedstawiają zestaw elementów niezbędnych do prawidłowego raportowania systematycznych przeglądów literatury i/lub metaanaliz. Dokument składa się z 27-częściowej listy kontrolnej i czteropoziomowego diagramu przedstawiającego sekwencję kolejnych etapów przeprowadzania przeglądu [13].

WYNIKI

Po przeszukaniu wybranej medycznej bazy danych zidentyfikowano 22 publikacje, w tym 5 przeglądów piśmiennictwa. Wyłączono jedną publikację oceniającą narzędzia kliniczne u niemowląt z opóźnieniem poznawczym i motorycznym bez MPD, jedną stanowiącą protokół randomizowanego kontrolowanego badania klinicznego oraz jedną, w której grupę badaną stanowili klinicyści [14]. Ostatecznie do przeglądu włączono i poddano szczegóło-

wej analizie 14 publikacji wykorzystujących narzędzie HINE (Rycina 1). Dodatkowym narzędziem wykorzystanym przez część badaczy w swoich pracach była skala Bayley II [10, 15-17] oraz metoda oceny globalnych wzorców ruchowych według Prechtla [9,18]. Szczegółowe wyniki niniejszego przeglądu zostały przedstawione w formie tabelarycznej, uwzględniając cel badania, charakterystykę grup badanych, interwencję terapeutyczną oraz wyniki (Tabela I).

Ryc 1. Proces selekcji badań
Figure 1. Screening process



DYSKUSJA

Do niedawna z postawieniem diagnozy MPD wstrzymywano się do okresu między 12 a 24 miesiącem życia dziecka [8]. Dziś, dzięki zwalidowanym skalom, testom i narzędziom diagnostycznym wykorzystywanym w połączeniu z badaniem neuroobrazowym klinicyści mogą zdiagnozować MPD u dziecka w wieku poniżej 5 miesiąca życia [8]. W prezentowanej pracy przedstawiono badanie neurologiczne HINE oraz dokonano systematycznego przeglądu piśmiennictwa dotyczącego wykorzystania badania u dzieci w wieku niemowlęcym, w celu przewidywania wystąpienia w późniejszym czasie zespołu zaburzeń rozwoju narządu ruchu i postawy jakim jest MPD.

Bazując na wynikach włączonych badań można stwierdzić, że wynik HINE poniżej 66 punktów uzyskany w pierwszych 12 miesiącach życia (3, 6, 9 miesiąc) sugeruje diagnozę MPD w późniejszym etapie życia. W 2017 Novak i wsp. przedstawili systematyczny przegląd piśmiennictwa prezentujący udokumentowane naukowo metody diagnostyczne, których określone wyniki pozwalają na wczesne i trafne rozpoznanie MPD [8]. Wynik HINE poniżej 57 punktów w 3 miesiącu życia, oraz poniżej 40

punktów w 6, 9 i 12 miesiącu życia pozwala określić z prawie 100% pewnością wystąpienie w przyszłości u dziecka MPD [8]. Mniejsza ilość punktów uzyskanych w badaniu HINE związana była z cięższą postacią MPD [8].

Włączone do niniejszego przeglądu badania miały różne cele. W związku z tym, dokonano podziału artykułów ujętych w wynikach na dwie grupy badań. Jedną z nich stanowią publikacje, w których badanie HINE wykonywano w pierwszych miesiącach życia dziecka, przed diagnozą MPD [9, 10, 17-19, 21-23]. Wyniki badań przedstawione w tych pracach są bezpośrednią odpowiedzią na postawiony cel pracy. Na ich podstawie można stwierdzić, iż HINE wykazuje wysoką czułość i swoistość, jednak najlepsze wyniki można osiągnąć łącząc to badanie z innymi metodami oceny, takimi jak ocena globalnych wzorców ruchowych wg Prechtla, MRI i USG, czego potwierdzenie możemy zaobserwować w dostępnej literaturze [8].

Niski wynik HINE w wieku niemowlęcym skorelowany był z opóźnionym rozwojem motorycznym dziecka [19, 17, 22, 23]. Dzieci ze zdiagnozowanym MPD, w okresie niemowlęcym prezentowały wyniki HINE znacznie niższe od normy [10, 17, 21]. Co więcej, dzięki badaniu HINE możliwe jest nie tylko wczesne diagnozowanie MPD, ale również przewidywanie typu oraz stopnia ciężkości MPD [17]. Znaczenie predykcyjne HINE zostało udowodnione obszernymi badaniami, w których metoda ta wyróżniła się wysoką czułością i swoistością [10].

Druga grupa publikacji to prace pośrednio związane z celem przeglądu, w których HINE stanowiło jedno z narzędzi diagnostycznych do stwierdzenia MPD bądź do ewaluacji nasilenia zaburzeń neurorozwojowych (w większości badań w 2 roku życia dziecka) [15, 16, 20, 24, 25]. Niższe wyniki HINE uzyskiwały dzieci, u których w okresie noworodkowym stwierdzono patologię w obrębie mózgu [15, 20] oraz, u których rozpoznano zaburzenia neurorozwojowe [16]. Dzieci z porażeniem czterokończynowym uzyskiwały znacznie niższe wyniki HINE, niż dzieci z inną postacią MPD [25]. Wyniki dzieci bez MPD były istotnie wyższe niż wyniki pacjentów z hemiplegią [24]. Autorzy prac zakwalifikowanych do przeglądu wykorzystywali również badanie GMA [9, 18] w celu oceny funkcjonalnej OUN (ośrodkowy układ nerwowy) oraz skalę Bayley, aby ocenić funkcje poznawcze oraz motorykę małą i dużą w 2 roku życia wieku skorygowanego [10, 15-17, 23, 25].

Kompleksowa diagnostyka niemowląt w celu predykcji zaburzeń neurorozwojowych oparta jest na stosowaniu badań neuroobrazowych (MRI lub USG), oceny globalnych wzorców ruchowych metodą Prechtla i badania neurologicznego HINE [8]. Morgan i wsp. w swojej pracy przedstawili wyniki uzyskane z wykorzystaniem wymienionych wyżej narzędzi, które w połączeniu wykazują wysoką moc predykcyjną. Uzupełniając się pozwalają uzyskać czułość i swoistość oceny neurologicznej sięgającą kolejno 98% i 99% [9]. Według Romeo i wsp. wykorzystywanie badania neurologicznego jakim jest Hammersmith Infant Neurological Examination pomaga w skutecznym przewidywaniu wyników neurorozwojowych u niemowląt, a w połączeniu z oceną ruchów globalnych wg Prechtla staje się dobrym narzędziem do wczesnego rozpoznania MPD oraz

rozróżnienia jego postaci [27]. Zintegrowane stosowanie tych metod powinno uzupełniać inne badania, aby przynieść jak najlepsze efekty we wczesnej ocenie neurorozwojowej niemowląt [9]. Jednakże ze względu na wysoką czułość obu narzędzi zastosowanie tylko jednego z nich, tj. HINE lub oceny wg Prechtl'a jest wystarczające w codziennej praktyce klinicznej.

W kwietniu 2021 roku zostało opublikowane badanie, którego autorzy analizowali związek wyników uzyskanych w badaniu HINE przez dzieci urodzone przedwcześnie w ich drugim roku życia z rozwojem poznawczym ocenionym w 11 roku życia [28]. Wynik badania HINE przeprowadzonego w wieku 2 lat może pomóc w wykrywaniu ryzyka upośledzenia funkcji poznawczych w wieku 11 lat u dzieci urodzonych przedwcześnie, które rozwiną lub nie MPD. Ponadto, uzyskanie wyższych wartości badania HINE w 2 roku życia było związane z wyższym poziomem inteligencji ocenianym w 11 roku życia [28]. Związek pomiędzy wczesnym nabywaniem umiejętności motorycznych i późniejszymi umiejętnościami poznawczymi jest coraz częściej badany zagadnieniem [29]. U dzieci rozwój motoryczny stymuluje interakcję ze środowiskiem, co skutkuje postępowaniem w rozwoju różnych umiejętności poznawczych poprzez tworzenie nowych możliwości uczenia się [30]. Opublikowany w 2017 roku e-book pod redakcją Petry Hauf i Klausa Libertusa zawiera 28 publikacji

naukowych analizujących związek pomiędzy domeną motoryki, a innymi zagadnieniami związanymi z rozwojem dziecka [31].

Mimo rosnącej świadomości personelu medycznego o możliwościach diagnostycznych HINE, nie jest to metoda powszechnie stosowana. Zgodnie z doniesieniami Williams i wsp. [32], niespełna 50% klinicystów nigdy nie stosowało badania HINE do oceny dzieci zagrożonych MPD w wieku poniżej pierwszego roku życia. Ponadto, 57% spośród badanych nigdy nie użyło metody HINE u dzieci między pierwszym, a drugim rokiem życia. Fakt niekorzystania z badania HINE przez badanych jest tym bardziej zaskakujący, iż prawie 80% medyków zadeklarowało znajomość wykorzystania powyższego badania w diagnozowaniu MPD [32].

Liczne badania potwierdzają, że HINE odgrywa istotną rolę w diagnostyce niemowląt dając dobre wyniki w predykcji MPD. Ogromną zaletą badania neurologicznego HINE jest fakt, że jest wystandaryzowanym i zwalidowanym narzędziem, które można zastosować u niemowląt już od 2 miesiąca życia. Niewątpliwym walorem tego badania jest również jego krótki czas realizacji, łatwość w wykonaniu, nawet w przypadku mniej doświadczonego personelu, oraz ogólnodostępność. Formularz badania dostępny jest na stronie internetowej <http://hammersmith-neuro-exam.com/recording-scoring-proformas/> wraz z wersją polskoję-

Tab. 1. Systematyczny przegląd piśmiennictwa skali HINE w celu przewidywania lub potwierdzenia wystąpienia MPD.
Systematic review of the HINE scale to predict or confirm the occurrence of CP.

Autor i rok publikacji <i>Author and the year of publication</i>	Cel badania <i>Aim of the study</i>	Przeprowadzone badanie neurologiczne <i>Neurological examination performed</i>	Charakterystyka grup badanych <i>Characteristic of the studied groups</i>	Interwencja terapeutyczna <i>Therapeutic intervention</i>	Wyniki <i>Results</i>
Ricci i wsp. (2006) [19]	1. Badanie za pomocą HINE niemowląt w wieku 6-9 msc. (wiek skorygowany) z leukomalacją okołokomorową. 2. Ocena istnienia związku między wynikami HINE a wystąpieniem zaburzeń rozwoju motorycznego w wieku 2 lat	HINE	n=24 pacjentów z torbielowatą leukomalacją okołokomorową urodzone w 26–38 tyg. ciąży: 6 pacjentów – II st. *, 17 pacjentów – III st., 1 pacjent – IV st. * zgodnie z klasyfikacją według de Vries et al. [19]	Brak	18 niemowląt rozwinęło MPD; HINE > 60: n=7, zdolne do samodzielnego chodu w wieku 2 lat (1 pacjent z diplegią, 6 pacjentów bez MPD); HINE 60-41: n=11, brak samodzielnego chodu, n=9 samodzielnie siadało (4 pacjentów z tetraplegią, 7 pacjentów z diplegią); HINE < 40: n=6, brak samodzielnego siadu w wieku 2 lat (6 pacjentów z tetraplegią).
Luciano i wsp. (2007) [20]	Ocena występowania i ciężkości objawów neurologicznych oraz zaburzeń poznawczych w wieku 2 lat u 16 niemowląt z wentrikulomegalią związaną z przedporodowym krwawieniem dokomorowym.	HINE przeprowadzone w 2 roku życia	n=16 (8♂, 8♀): 7 urodzonych przed 33-36 tyg. ciąży.	Brak	Badanie neurologiczne i ocena neurorozwojowa (autorzy nie używali nazwy HINE) w 2 roku życia: u 8 niemowląt zdiagnozowano MPD (2 z hemiplegią, 1 z diplegią, 5 z tetraplegią); u 6 padaczkę. U 8 pacjentów wynik oceny neurorozwojowej był w zakresie normy.

<p>Romeo i wsp. (2008) [21]</p>	<p>1. Ocena rozwoju neuromotorycznego w 1 roku życia za pomocą HINE. 2. Korelacja punktacji ze skali HINE z klasyfikacją GMFCS (ang. Gross Motor Function Classification System).</p>	<p>Badanie HINE w 3, 6, 9 oraz 12 miesiącu życia.</p>	<p>n=70 (45♂, 25♀) niemowląt z rozpoznanym MPD w 2 r.ż. wieku skorygowanego</p>	<p>Rehabilitacja 3-5/tydzień</p>	<p>Wyniki HINE na poszczególnych etapach rozwoju: 3 msc.: niemowlęta z tetraplegią (n=20) 100% HINE < 40; z diplegią (n=26) 38% HINE 40-60, 62% HINE < 40; z hemiplegią (n=19) 100% HINE 40-60; 6 msc.: niemowlęta z tetraplegią (n=20) 90% HINE < 40, 10% HINE 40-60; z diplegią (n=26) 54% HINE < 40, 46% HINE 40-60; z hemiplegią (n=19) 100% HINE 40-60; z postacią dyskinetyczną (n=5) 40% HINE < 40, 60% HINE 40-60; 9 msc.: niemowlęta z tetraplegią (n=20) 70% HINE < 40, 30% HINE 40-60; z diplegią (n=26) 31% HINE < 40, 61% HINE 40-60, 8% HINE 60-70; z hemiplegią (n=19) 42% HINE 40-60, 58% HINE 60-70; 12 msc.: niemowlęta z tetraplegią (n=26) 55% HINE < 40, 45% HINE 40-60; z diplegią (n=20) 27% HINE < 40, 61% HINE 40-60, 12% HINE 60-70; z hemiplegią (n=19) 32% HINE 40-60, 68% HINE 60-70; z postacią dyskinetyczną (n=5) 100% HINE 40-60. GMFCS: diplegia I (14%), II (45%), III (41%); tetraplegia III (5%), IV (40%), V (55%); hemiplegia I (72%), II (28%), postać dyskinetyczna II (40%), III (60%). W 3-6 msc. życia niemowlęta z tetraplegią (IV i V poziom GMFCS) oraz z ciężką diplegią (III poziom GMFCS) osiągnęły wynik HINE < 40, niemowlęta z łagodną/umiarkowaną diplegią (I i II poziom GMFCS) oraz hemiplegią (I i II poziom GMFCS) HINE 40-60. Wysoka korelacja pomiędzy wynikami HINE, a klasyfikacją GMFCS (r = -0.82, p < 0.001)</p>
<p>Maunu i wsp. (2011) [15]</p>	<p>Analiza związku między wystąpieniem poszerzenia komór mózgu w terminie planowanego porodu, a wynikami oceny neurorozwojowej w wieku 2 lat (wiek skorygowany) u niemowląt z niską masą urodzeniową i/lub urodzonych przedwcześnie.</p>	<p>HINE, Bayley II przeprowadzone w wieku 2 lat wieku skorygowanego.</p>	<p>n=225 (121♂, 104♀): średnia masa urodzeniowa 1133 g, średni wiek ciążowy 29 tyg.</p>	<p>Brak</p>	<p>Badanie HINE przeprowadzono u 215 (96%) niemowląt. MPD: n=15 (7%), w tym 14 z inną patologią mózgu; uszkodzenia słuchu: n=12 (5,3%); łagodne opóźnienie funkcji poznawczych: n=24 (10,7%); ciężkie opóźnienie funkcji poznawczych: n=8 (3,6%). HINE (n=215, wynik optymalny dla dziecka w wieku 18 miesięcy, urodzonego o czasie, to między 74 i 78): dzieci bez innej patologii mózgu (w tym 1 niemowlę z MPD) HINE 74. Dzieci z inną patologią mózgu (w tym 14 niemowląt z MPD) HINE 66-72.</p>

Lind i wsp. (2011) [16]	Ocena różnic w objętości mózgu u niemowląt z VLBW (ang. very low birth weight) bez zaburzeń neurorozwojowych takich jak: MPD, znaczne upośledzenie zdolności poznawczych, utrata słuchu i wzroku, w porównaniu do dzieci z VLBW z zaburzeniami neurorozwojowymi. Ocena związku między topograficznymi objętościami mózgu w terminie planowanego porodu, a rozwojem poznawczym i oceną neurologiczną w wieku 2 lat (wiek skorygowany).	HINE, Bayley II przeprowadzone w wieku 2 lat wieku skorygowanego.	n=164 dzieci z VLBW, w tym: dzieci bez zaburzeń neurorozwojowych n=148, dzieci z zaburzeniami neurorozwojowymi n=16.	Brak	Dzieci bez zaburzeń neurorozwojowych: HINE \geq 74: n=95 (64%) HINE < 74: n=53 (36%) Dzieci z zaburzeniami neurorozwojowymi: HINE \geq 74: n=2 (13%) HINE < 74 n=14 (88%) U dzieci bez zaburzeń neurorozwojowych mniejsza objętość mózdzku była istotnie skorelowana z niskim wynikiem w badaniu neurologicznym w 2 roku życia wieku skorygowanego. Objętość całkowitej tkanki mózgowej, płatów czołowych, zwojów podstawy i wzgórza oraz mózdzku była istotnie mniejsza, a objętość komór była istotnie większa u dzieci z zaburzeniami neurorozwojowymi niż u dzieci bez towarzyszących zaburzeń.
Romeo i wsp. (2013) [17]	Ocena badania HINE jako narzędzia predykcyjnego dla wyników neuromotorycznych niemowląt wypisanych z oddziału intensywnej opieki noworodkowej.	HINE w 3, 6, 9, 12 msc. + badanie neurologiczne wg Touwena i Bayley II w 2 roku życia.	n=1541 noworodków (816♂ 725♀): średni wiek ciążowy 36 tyg., średnia masa urodzeniowa 2500g. W drugim roku życia podział pacjentów na 3 grupy: prawidłowy rozwój (n=1150), lekka niepełnosprawność (n=321), MPD (n=70).	Brak	W grupie pacjentów, którzy rozwinęli MPD (n=70) wyniki uzyskane w: 3 msc.: 46% pacjentów HINE 40-66, 54% pacjentów HINE < 40. 6 msc.: 53% pacjentów HINE 40-66, 47% pacjentów HINE < 40. 9 msc.: 6% pacjentów HINE 67-72, 63% pacjentów HINE 40-66, 31% pacjentów HINE < 40. 12 msc.: 7% pacjentów HINE 67-72, 67% pacjentów HINE 40-66, 26% pacjentów HINE < 40. Wykazano istotną ujemną korelację między wynikami HINE w 3, 6, 9, 12 miesiącu życia a badaniem neurologicznym w 2 roku życia.
Setänen i wsp. (2014) [22]	Zbadanie wartości predykcyjnej badania neurologicznego w połączeniu z MRI w wieku równoważnym oraz serii USG przeciemiążkowego u dzieci urodzonych przedwcześnie, dla wyników badania neurologicznego w 2 roku życia wieku skorygowanego.	USG przeciemiążkowe, badanie neurologiczne Dubowitza i MRI - w wieku równoważnym HINE - 2 rok życia (wiek skorygowany).	n=216 (121♂ 95♀): średnia masa urodzeniowa 1132 g, średni wiek urodzenia 29 1/7 tygodnia	Brak	163 niemowląt - 1 lub więcej odchyłeń w pierwszym badaniu neurologicznym, 176 dzieci HINE > 70 Średni wynik HINE: 73,9 17 dzieci - zaburzenia neurosensoryczne. (MPD: n=14, wszyscy min. 1 odchylenie w badaniu w wieku równoważnym, średni wynik HINE: 54,3 pkt). Badanie neurologiczne podnosi wartość predykcyjną MRI i USG.

Setänen i wsp. (2016) [23]	Przewidywanie sprawności neuromotorycznej u dzieci urodzonych przedwcześnie na podstawie badania obrazowego (MRI) i badań neurologicznych.	Badanie neurologiczne Dubowitza i obrazowanie MRI. W wieku 2 lat HINE. W wieku 11 lat: TINE (ang. <i>Touwen Infant Neurological Examination</i>)	n=98; niemowlęta urodzone przed 37 tygodniem ciąży, mediana masy urodzeniowej: 1083 g, ponownie badane w wieku 2 i 11 lat	Brak	U 41 dzieci wystąpiła prosta postać MND (ang. <i>Minor Neurological Dysfunction</i>), u 11 złożona postać MND (cMND), a u 8 MPD. 82 badanych dzieci uzyskało wynik HINE większy niż 70. Brak informacji czy dzieci, które rozwinęły zaburzenia to te osoby które uzyskały wyniki HINE poniżej 70. Wartość predykcyjna strukturalnego MRI mózgu dla cMND lub MPD wynosiła odpowiednio 88% i 50%.
Hay i wsp. (2018) [24]	Wykorzystanie badania HINE i stopnia nasilenia asymetrii w celu zróżnicowania niemowląt z hemiplegią od rozwijających się prawidłowo.	HINE w 9-12 miesiącu życia	n=148, w tym n=74 z MPD	Brak	Mediana ogólnego wyniku HINE: HINE 57,5 dla dzieci z hemiplegią (n=35), HINE 63 dla dzieci z diplegią (n=11), HINE 26 dla dzieci z tetraplegią (n=28). Wyniki asymetrii wahały się od 6–17 u dzieci z hemiplegią, 0–3 u dzieci z diplegią i 0–15 u dzieci z tetraplegią. Dzieci rozwijające się prawidłowo miały sumaryczne wyniki HINE > 62 i asymetrię < 3.
Morgan i wsp. (2019) [9]	Analiza efektywności połączenia metod neuroobrazowania (MRI lub USG), oceny globalnych wzorców ruchowych wg Prechtl'a i badania HINE w celu wczesniej diagnostyki MPD.	Prechtl's GMA, HINE w 3, 6, 9 i 12 miesiącu życia (w analizie uwzględniono jedynie HINE przeprowadzone w 3 miesiącu)	n= 441 (220♂ 221♀): w tym n=147 z MPD, średnia masa urodzeniowa 2130 g.	Brak	Mediana ogólnego wyniku HINE w 3 msc.: HINE 63 dla dzieci zdrowych (n=147), HINE 57 dla dzieci z lekką niepełnosprawnością (n=147), HINE 46 dla dzieci z MPD (n=147) Mediana ogólnego wyniku HINE w 12 msc.: HINE 72 dla dzieci zdrowych, HINE 59 dla dzieci z MPD. Czulość i swoistość wykrywania MPD wyniosła: 88% i 62% dla HINE wykonanego w 3 msc., 95% i 97% dla globalnych wzorców ruchu wg Prechtl'a oraz 79% i 99% dla neuroobrazowania. Połączona moc predykcyjna wszystkich trzech ocen dała czulości i swoistości na poziomie 98% i 99%.
Romeo i wsp. (2020) [10]	Ocena skuteczności i użyteczności HINE w rozpoznawaniu typowego i opóźnionego rozwoju poznawczego w populacji dzieci z/ bez MPD.	HINE w 3, 6, 9, 12 miesiącu życia. Bayley II w wieku 2 lat wieku skorygowanego.	n=1229 niemowląt (646♂, 583♀): wiek ciążowy 25-36 tyg. (średnia 34,9 tyg.), masa urodzeniowa 630 g –4570 g (średnia 2256 g)	Brak	Dzieci z MPD: badanie w 3 msc. HINE < 57, w 12 msc. HINE < 66. Opóźnienie rozwoju poznawczego i/lub MPD: w 3 msc. HINE < 58, w 6 msc. HINE < 64, w 9 i 12 msc. HINE < 69. HINE wykazało wysoką czulość i swoistość predykcji znacznego opóźnienia funkcji poznawczych (zwłaszcza badanie w 3 msc.), szczególnie w grupie dzieci bez MPD. Ocena Bayley II: n=1108 dzieci bez diagnozy MPD: n=891 wskaźnik MDI (ang. Mental Developmental Index) > 70, n=217 MDI < 70, n=121 dzieci rozwinęło MPD, w tym: n=28 MDI ≥ 85, n=27 MDI 70-84, n=60 MDI < 70.

de Carvalho A. i wsp. (2020) [25]	1. Ocena neurorozwojowa u dzieci z MPD związanym z zakażeniem wirusem Zika. 2. Wskazanie zmiennych związanych z wystąpieniem cięższej postaci MPD.	Bayley III, HINE w 24 miesiącu życia	n=69 (33♂, 36♀) dzieci z MPD związanym z chorobą Zika, mediana wieku w okresie obserwacji wynosiła 24 (23-32) miesiące, mediana masy urodzeniowej wynosiła 2700 g (1300 - 3900 g).	Brak	65 dzieci z postacią bilateralną MPD (94,2%), a 4 unilateralną (5,8%), 64 dzieci z MPD GMFCS IV lub V (92,8%), 5 z MPD GMFCS I lub II. Mediana ogólnego wyniku w badaniu HINE 21 (zakres 9-75). HINE 19 (zakres 9-43) dla dzieci z porażeniem cztero kończynowym. HINE 69,5 (zakres 63-75) wśród pozostałych niemowląt.
Harpster i wsp. (2021) [26]	Ocena występowania i związku między nieprawidłowym wynikiem strukturalnego MRI, nieobecnością fidgety movements (GMA) i nieprawidłowym badaniem HINE w 3-4 miesiącu życia u niemowląt urodzonych przedwcześnie.	Prechtl's GMA, HINE w 3-4 miesiącu wieku skorygowanego, MRI w wieku równoważnym.	n=392 (210♂, 182♀); (15 niemowląt zostało wyłączonych z badania z powodu niepełnych danych); średnia masa urodzeniowa wynosiła 1294 g.; średni wiek ciążowy wynosił 29,3 tygodnia.	Brak	Spośród 375 niemowląt: 44 (12%) wykazało umiarkowane lub ciężkie zaburzenia mózgu, 17 (4,5%) miało nieprawidłowy wynik GMA, 77 (20,3%) miało nieprawidłowy wynik HINE. Wyniki HINE zakres od 30,5 do 73 (mediana 60). 27 niemowląt (7%) miało nieprawidłowości w co najmniej 2 z 3 badań (nieprawidłowe MRI, nieprawidłowy wynik GMA i/lub wynik HINE < 56); 9 (2%) wykazało nieprawidłowości we wszystkich 3 testach. Wyniki MRI były istotnie skorelowane z GMA i HINE. Istnieje niska korelacja ($R^2 = 0,14$) między wynikami GMA a HINE. Zaleca się stosowanie obu narzędzi w połączeniu z MRI, a nie zamiennie.
King i wsp. (2021) [18]	Określenie częstotliwości rozpoznawania MPD u niemowląt.	Prechtl's GMA, HINE w 3 miesiącu wieku skorygowanego	n=96 (55♂, 41♀): I grupa: n=68 (71%) urodzone przed 29 tyg. lub masa ciała poniżej 1000 g; II grupa: n=28 (29%) umiarkowane lub ciężkie uszkodzenia mózgu; w 3 miesiącu wieku skorygowanego.	Brak	MPD zdiagnozowano u 9 (9,6%) badanych - 2 z grupy I i 7 z grupy II; wysokie ryzyko wystąpienia MPD u 12 badanych (12,5%) - 7 z grupy I i 5 z grupy II. Mediana ogólnego wyniku HINE 60 (56,3-63,0) dla dzieci z typowym rozwojem; HINE 50,0 (45,0-52,0) dla dzieci z opóźnionym rozwojem; HINE 45,5 (40,8-47,5) dla dzieci z wysokim ryzykiem MPD; HINE 34 (26,8-45) dla dzieci z MPD.

zyczną (http://hammersmith-neuro-exam.com/wp-content/uploads/2020/06/HINE-Polish-translation_28.05.2020.pdf). Badanie HINE jest dobrą alternatywą, bądź uzupełnieniem dla innych, bardziej kosztownych badań. Wszystkie te aspekty przekonują o istotności badania HINE w ocenie i przewidywaniu rozwoju neuromotorycznego dzieci ze szczególnym uwzględnieniem pacjentów z grup ryzyka [5, 8, 33, 34].

PIŚMIENNICTWO

- [1] Rosenbaum P.L, Paneth N., Leviton A., et al.: The definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2007; 49(s109): 1-44.
- [2] Sankar C., Mundkur, N.: Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis. *Indian J Pediatr* 2005; 72: 865-868.
- [3] Michael-Asalu A., Taylor G., Campbell H., et al.: Cerebral Palsy: Diagnosis, Epidemiology, Genetics, and Clinical Update. *Adv Pediatr.* 2019; 66: 189-208.
- [4] Salandy S., Rai R., Gutierrez S., et al.: Neurological examination of the infant: A Comprehensive Review. *Clin Anat.* 2019; 32: 770-777.
- [5] Romeo D.M., Ricci D., Brogna C., et al.: Use of the Hammersmith Infant Neurological Examination in infants with cerebral palsy: a critical review of the literature. *Dev Med Child Neurol* 2016; 58: 240-245.
- [6] Pizzardi A., Romeo D.M., Cioni M., et al.: Infant neurological examination from 3 to 12 months: predictive value of the single items. *Neuropediatrics.* 2008; 39: 344-346.
- [7] Dubowitz L., Mercuri E., Dubowitz V.: An optimality score for the neurologic examination of the term newborn. *J Pediatr.* 1998; 133: 406-416.
- [8] Novak I., Morgan C., Adde L., et al. Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA Pediatr.* 2017; 171: 897-907.
- [9] Morgan C., Romeo D.M., Chorna O., et al.: The Pooled Diagnostic Accuracy of Neuroimaging, General Movements, and Neurological Examination for Diagnosing Cerebral Palsy Early in High-Risk Infants: A Case Control Study. *J Clin Med* 2019; 8: 1879.
- [10] Romeo D.M., Cowan F.M., Haataja L., et al.: Hammersmith Infant Neurological Examination for infants born preterm: predicting outcomes other than cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2020 Dec 18.
- [11] Haataja L., Mercuri E., Regev R., et al.: Optimality score for the neurologic examination of the infant at 12 and 18 months of age. *J Pediatr.* 1999; 135(2 Pt 1): 153-161.

- [12] Haataja L., Cowan F., Mercuri E., et al.: Application of a scorable neurologic examination in healthy term infants aged 3 to 8 months. *J Pediatr.* 2003; 143: 546.
- [13] Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., et al.: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA Statement. *PLoS Med* 2009; 3: e123-30.
- [14] Williams S.A., Mackey A., Sorhage A., et al.: Clinical practice of health professionals working in early detection for infants with or at risk of cerebral palsy across New Zealand. *J Paediatr Child Health.* 2021; 57: 541-547.
- [15] Maunu J., Lehtonen L., Lapinleimu H., et al.: Ventricular dilatation in relation to outcome at 2 years of age in very preterm infants: a prospective Finnish cohort study. *Dev Med Child Neurol.* 2011; 53: 48-54.
- [16] Lind A., Parkkola R., Lehtonen L., et al.: Associations between regional brain volumes at term-equivalent age and development at 2 years of age in preterm children. *Pediatr Radiol.* 2011; 41: 953-961.
- [17] Romeo D.M., Cioni M., Palermo F., et al.: Neurological assessment in infants discharged from a neonatal intensive care unit. *Eur J Paediatr Neurol.* 2013; 17: 192-198.
- [18] King A.R., Machipisa C., Finlayson F., et al.: Early detection of cerebral palsy in high-risk infants: Translation of evidence into practice in an Australian hospital. *J Paediatr Child Health.* 2021; 57: 246-250.
- [19] Ricci D., Cowan F., Pane M., et al.: Neurological examination at 6 to 9 months in infants with cystic periventricular leukomalacia. *Neuropediatrics.* 2006; 37: 247-252.
- [20] Luciano R., Baranello G., Masini L., et al.: Antenatal post-hemorrhagic ventriculomegaly: a prospective follow-up study. *Neuropediatrics.* 2007; 38: 137-142.
- [21] Romeo D.M., Cioni M., Scoto M., et al.: Neuromotor development in infants with cerebral palsy investigated by the Hammersmith Infant Neurological Examination during the first year of age. *Eur J Paediatr Neurol.* 2008; 12: 24-31.
- [22] Setänen S., Lahti K., Lehtonen L., et al.: Neurological examination combined with brain MRI or cranial US improves prediction of neurological outcome in preterm infants. *Early Hum Dev.* 2014; 90: 851-856.
- [23] Setänen S., Lehtonen L., Parkkola R., et al.: Prediction of neuromotor outcome in infants born preterm at 11 years of age using volumetric neonatal magnetic resonance imaging and neurological examinations. *Dev Med Child Neurol.* 2016; 58: 721-727.
- [24] Hay K., Nelin M., Carey H., et al.: Hammersmith Infant Neurological Examination Asymmetry Score Distinguishes Hemiplegic Cerebral Palsy From Typical Development. *Pediatr Neurol.* 2018; 87: 70-74.
- [25] Carvalho A.L., Ventura P., Taguchi T., et al.: Cerebral Palsy in Children With Congenital Zika Syndrome: A 2-Year Neurodevelopmental Follow-up. *J Child Neurol.* 2020; 35: 202-207.
- [26] Harpster K., Merhar S., Priyanka Illapani V.S., et al.: Associations Between Early Structural Magnetic Resonance Imaging, Hammersmith Infant Neurological Examination, and General Movements Assessment in Infants Born Very Preterm. *J Pediatr.* 2021; 232: 80-86.
- [27] Romeo D.M., Guzzetta A., Scoto M., et al.: Early neurologic assessment in preterm-infants: integration of traditional neurologic examination and observation of general movements. *Eur J Paediatr Neurol.* 2008; 12: 183-189.
- [28] Uusitalo K., Haataja L., Nyman A., et al.: Hammersmith Infant Neurological Examination and long-term cognitive outcome in children born very preterm. *Dev Med Child Neurol.* 2021 Apr 8.
- [29] Oudgenoeg-Paz O., Mulder H., Jongmans M.J., et al.: The link between motor and cognitive development in children born preterm and/or with low birth weight: A review of current evidence. *Neurosci Biobehav Rev.* 2017; 80: 382-393.
- [30] Bos A.F.: Early neuromotor performance and later cognition in children born preterm. *Dev Med Child Neurol.* 2021 May 6.
- [31] Libertus K., Hauf P. Editorial: Motor Skills and Their Foundational Role for Perceptual, Social, and Cognitive Development. *Front Psychol.* 2017; 8: 301.
- [32] Maitre N.L., Chorna O., Romeo D.M., et al.: Implementation of the Hammersmith Infant Neurological Examination in a High-Risk Infant Follow-Up Program. *Pediatr Neurol.* 2016; 65: 31-38.
- [33] Elik M., Gajewska E.: Wczesna diagnostyka mózgowego porażenia dziecięcego. Czy jest możliwa już w pierwszym półroczu życia? *Neurol Dziec* 2019; 57: 29-33.

Adres do korespondencji:

Jakub S. Gąsior, jgasion@wum.edu.pl, 793-199-222, Klinika Kardiologii Wieku Dziecięcego i Pediatrii Ogólnej, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Żwirki i Wigury 63A, 02-091 Warszawa