

Katarzyna Ostrzyżek-Przeździecka<sup>1</sup>, Jakub Bukowski<sup>2</sup>, Teresa Furman<sup>2</sup>, Natalia Jagielska<sup>2</sup>,  
Iwona Walecka<sup>3</sup>, Marta Ambroziewicz<sup>2</sup>, Anna Rakowska<sup>4</sup>, Jakub S. Gąsior<sup>1</sup>

Received: 15.12.2021  
Accepted: 22.12.2021  
Published: 31.12.2021

## Ocena globalnych wzorców ruchowych, część II: wykorzystanie oceny globalnych wzorców ruchowych w prognozowaniu wystąpienia mózgowego porażenia dziecięcego – przegląd zakresu literatury

General movements assessment, part II: the use of general movement assessment as a predictive tool of cerebral palsy – a scoping review

<sup>1</sup> Klinika Kardiologii Wieku Dziecięcego i Pediatrii Ogólnej, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

<sup>2</sup> Oddział Fizjoterapii, Wydział Medyczny, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

<sup>3</sup> Klinika Kardiologii Wieku Dziecięcego i Pediatrii Ogólnej, Szkoła Doktorska, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

<sup>4</sup> Dział Rehabilitacji Dziecięcej, Dziecięcy Szpital Kliniczny im. Polikarpa Brudzińskiego w Warszawie, Warszawa, Polska

Adres do korespondencji: Jakub S. Gąsior, Klinika Kardiologii Wieku Dziecięcego i Pediatrii Ogólnej, Warszawski Uniwersytet Medyczny, ul. Żwirki i Wigury 61, 02-091 Warszawa, e-mail: jgasion@wum.edu.pl

### ORCID iDs

1. Katarzyna Ostrzyżek-Przeździecka <https://orcid.org/0000-0001-9565-4952>
2. Jakub Bukowski <https://orcid.org/0000-0003-3433-7720>
3. Teresa Furman <https://orcid.org/0000-0002-3652-4936>
4. Natalia Jagielska <https://orcid.org/0000-0003-1838-0120>
5. Iwona Walecka <https://orcid.org/0000-0003-0491-6553>
6. Marta Ambroziewicz <https://orcid.org/0000-0003-0577-8068>
7. Anna Rakowska <https://orcid.org/0000-0002-7384-4031>
8. Jakub S. Gąsior <https://orcid.org/0000-0002-2009-2200>

### Streszczenie

Diagnozę mózgowego porażenia dziecięcego stawia się najczęściej między 12. a 24. miesiącem życia dziecka, co często znacznie opóźnia wdrożenie wczesnej interwencji terapeutycznej. Jednym z narzędzi służących do wczesnej diagnostyki jest ocena globalnych wzorców ruchowych. Niniejsza praca ma na celu przedstawienie aktualnej wiedzy o zastosowaniu oceny globalnych wzorców ruchowych w predykcji wystąpienia mózgowego porażenia dziecięcego. Przeglądu piśmiennictwa dokonano zgodnie z rekomendacjami Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Statement. Przeszukano medyczną bazę danych PubMed i zidentyfikowano 24 publikacje, które włączono do szczegółowej analizy. Najwyższą czułość wykazuje ocena globalnych wzorców ruchowych dokonana w okresie ruchów *fidgety* i przeprowadzona u niemowląt urodzonych przedwcześnie. W celu jak najwcześniejszego ustalenia rozpoznania rekomenduje się stosowanie oceny globalnych wzorców ruchowych i/lub HINE (Hammersmith Infant Neurological Examination) jako rutynowego badania noworodków z udokumentowanymi czynnikami ryzyka mózgowego porażenia dziecięcego. Zwiększanie świadomości personelu medycznego powinno mieć kluczowe znaczenie dla wdrażania rekomendowanego postępowania.

**Słowa kluczowe:** mózgowie porażenie dziecięce, ocena globalnych wzorców ruchowych, *general movements assessment*

### Abstract

The diagnosis of cerebral palsy is usually made between the 12 and 24 months of age which often delays the implementation of early therapeutic intervention. General movements assessment is one of the tools for the early diagnosis of cerebral palsy. The aim of this study was to present the current knowledge on the use of the general movements assessment in predicting cerebral palsy. The literature review was made in accordance with the recommendations of the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Statement. The PubMed medical database was searched, 24 publications were identified and included in the detailed analysis. The highest sensitivity was demonstrated for the general movements assessment performed during the *fidgety* period and in preterm infants. General movements assessment and/or Hammersmith Infant Neurological Examination (HINE) are recommended as a routine screening of newborns with documented risk factors for cerebral for the earliest possible diagnosis. Raising the awareness of medical personnel should be of key importance for the implementation of the recommended procedure.

**Keywords:** cerebral palsy, assessment of global movements, general movements assessment

## WPROWADZENIE

**M**ózgowe porażenie dziecięce (MPD) to grupa zaburzeń rozwoju ruchu i postawy spowodowanych uszkodzeniem ośrodkowego układu nerwowego (OUN) na wczesnym etapie – w okresie płodowym, okołoporodowym lub do 6. miesiąca życia wieku skorygowanego (Graham *et al.*, 2016; Hadders-Algra, 2014; Rosenbaum *et al.*, 2007). Uszkodzenie OUN nie jest postępujące, jednak stan kliniczny zmienia się wraz z wiekiem. Poza pogłębiającymi się nieprawidłowościami układu mięśniowo-szkieletowego pacjentom z MPD towarzyszą często dodatkowe objawy, m.in. zaburzenia czucia, percepcji, poznania, zachowania i komunikacji, a także padaczka (Graham *et al.*, 2016; Patel *et al.*, 2020; Rosenbaum *et al.*, 2007). MPD wciąż jest najczęstszą przyczyną zaburzeń ruchowych u dzieci, mimo że w ostatnich 15 latach częstość występowania – szacowana na około 1,4 na 1000 żywych urodzeń w krajach wysoko rozwiniętych – się zmniejszyła (Badawi *et al.*, 2021).

Wczesną diagnozę MPD stawia się na podstawie wyników badań neuroobrazowych i obecności objawów klinicznych – neurologicznych i/lub neuromotorycznych (Novak *et al.*, 2017). Lokalizacja i ciężkość uszkodzenia OUN mają wpływ na nasilenie deficytów rozwojowych. Różny czas wystąpienia pierwszych objawów oraz konieczność potwierdzenia zaburzeń rozwoju ruchu i postawy (zgodnie z definicją) mogą skutkować niezdiagnozowaniem MPD u dzieci z grupy ryzyka podczas standardowych procedur medycznych mających na celu ocenę stanu klinicznego noworodka i/lub niemowlęcia. Aby temu zaradzić, klinicyści powinni stosować czułe i specyficzne narzędzia, które pozwalają na wczesną identyfikację dzieci z grupy wysokiego ryzyka (Herskind *et al.*, 2015; Spittle *et al.*, 2016). Dzieci z poważnymi uszkodzeniami mózgu, a więc obciążone ryzykiem wystąpienia ciężkiej postaci MPD, są identyfikowane krótko po urodzeniu na podstawie wyników rutynowego badania neurologicznego i badań neuroobrazowych, takich jak badanie ultrasonograficzne (USG) przezciemiączkowe czy rezonans magnetyczny (*magnetic resonance imaging*, MRI) (Herskind *et al.*, 2015). W przypadku łagodniejszych postaci MPD wczesne wykrycie często nie jest możliwe. Dopiero wraz z rozwojem dzieci pojawiają się kolejne objawy/sygnaly ostrzegawcze: opóźnienie w osiąganiu kamieni milowych rozwoju motorycznego, drżenie, stale zacisnięte dłonie, zbyt wolny przyrost obwodu głowy. Ostateczną diagnozę MPD dodatkowo utrudniają wówczas atypowe lub niejednoznaczne symptomy (Herskind *et al.*, 2015; Novak *et al.*, 2017), co powoduje, że rozpoznanie często ustalone jest w 12., 18., 24. miesiącu życia (Smithers-Sheedy *et al.*, 2014) lub po 2. roku życia (Byrne *et al.*, 2017) w krajach rozwiniętych, a w pozostałych regionach świata – nawet około 5. roku życia (te Velde *et al.*, 2019). Analiza wyników retrospektywnych badań obserwacyjnych pozwala stwierdzić, że u 25–50% dzieci z późno zdiagnozowanym MPD w okresie noworodkowym nie występują objawy wskazujące na takie

rozpoznanie, co może sprawić, że na początkowym etapie życia nie zostanie wdrożona wczesna interwencja terapeutyczna (Hadders-Algra, 2014).

Wczesna diagnoza MPD ma kluczowe znaczenie dla wdrożenia interwencji terapeutycznej w okresie największej plastyczności rozwijającego się OUN (Maitre *et al.*, 2020). W większości krajów świata diagnoza MPD stawiana jest między 12. a 24. miesiącem życia dziecka. Grupa ekspertów zajmująca się zagadnieniami pediatrii neurorozwojowej opublikowała w 2017 roku przegląd piśmiennictwa dotyczący wczesnej diagnozy oraz interwencji u dzieci z MPD (Novak *et al.*, 2017). Eksperci – klinicyści i badacze – podkreślili, że rozpoznanie MPD można ustalić nawet przed 6. miesiącem życia, a także zarekomendowali narzędzia do wczesnej diagnostyki: MRI, Hammersmith Infant Neurological Examination (HINE) i ocenę globalnych wzorców ruchowych (*general movements assessment*, GMsA) metodą Prechtl (Novak *et al.*, 2017).

GMsA, dokonywana na podstawie analizy nagrania wideo przygotowanego według szczegółowo określonej procedury, pozwala ocenić jakość ruchów globalnych (*general movements*, GMs). Prawidłowe GMs to ruchy obejmujące całe ciało, charakteryzujące się zmienną amplitudą, intensywnością i prędkością. Mają one złożony, kompleksowy charakter, występują powtarzalnie/regularnie (Einspieler i Prechtl, 2005). Stopniowy początek i koniec sekwencji ruchu, rotacja wzdłuż osi kończyn i niewielkie zmiany kierunku ruchu powodują, że GMs sprawiają wrażenie płynnych i eleganckich. Pojawiają się około 9.–10. tygodnia życia płodowego i trwają do końca pierwszego półrocza życia. Wśród prawidłowych wzorców GMs wyróżnia się ruchy wijące (*writhing movements*, WMs), trwające od 38.–40. tygodnia ciąży do 6.–9. tygodnia życia, i ruchy drobnookrężne (*fidgety movements*, FMs; prawidłowe FMs, F+), które stopniowo zastępują WMs i są obecne do około 20. tygodnia (6. miesiąca) życia – czyli do momentu, gdy zaczynają dominować ruchy celowe i antygravitacyjne (Einspieler i Prechtl, 2005). GMs dzieci urodzonych przedwcześnie (*preterm GMs*) również mają charakter wijący, jednak osiągają większą amplitudę i prędkość w porównaniu z WMs obserwowanymi u dzieci urodzonych o czasie (Aizawa *et al.*, 2021). Uszkodzenie OUN może manifestować się występowaniem nieprawidłowych GMs, które tracą złożony i zmienny charakter. Zaobserwować wówczas można nieprawidłowe wzorce w okresie WMs – o typie uboższego repertuaru (*poor repertoire*, PR), kurczowo-zsynchronizowanym (*cramped-synchronised*, CS) lub chaotycznym (*chaotic*, Ch). W okresie FMs niepokojące są nieprawidłowe ruchy drobnookrężne (*abnormal fidgety*, AF) lub ich brak (*absent of fidgety*, F–) (Aizawa *et al.*, 2021; Einspieler i Prechtl, 2005).

Szczegółową charakterystykę prawidłowych i patologicznych wzorców GMs przedstawiano w pierwszej części cyklu prac dotyczących GMsA, w której omówiono zagadnienia związane z procedurą badania, rzetelnością, wiarygodnością i zgodnością narzędzia oraz wykorzystaniem GMsA w predykcji zaburzeń neurorozwojowych. Ponadto

przeanalizowano zastosowanie tej metody w połączeniu z neuroobrazowaniem i skalami służącymi do oceny rozwoju neuromotorycznego oraz podsumowano wiedzę na temat użycia nowych technologii z myślą o automatyzacji GMsA (Rakowska *et al.*, 2021).

Celem niniejszego przeglądu zakresu literatury jest podsumowanie wiedzy o wykorzystaniu GMsA w prognozowaniu wystąpienia MPD.

## MATERIAŁ I METODY

Przeglądu zakresu literatury dokonano zgodnie z właściwym rozszerzeniem rekomendacji Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Statement (Tricco *et al.*, 2018) uaktualnionych w 2020 roku (Page *et al.*, 2021). Kryteria kwalifikacji badań do przeglądu, strategię wyszukiwania, proces selekcji i syntezy uzyskanych danych zaprezentowano w pierwszej części cyklu publikacji (Rakowska *et al.*, 2021). Sześć strategii wyszukiwania pozwoliło zidentyfikować 194 publikacje poświęcone GMsA. W połączeniu słów kluczowych użytych w pierwszym wyszukiwaniu (patrz Rakowska *et al.*, 2021) ze zwrotem *cerebral palsy* uzyskano 114 artykułów.

Po wykluczeniu 11 duplikatów, 2 publikacji w języku innym niż angielski, 24 przeglądów piśmiennictwa, 7 protokołów badań, 3 komentarzy, 2 konsensusów, 1 pracy redakcyjnej, 3 badań dotyczących innej grupy pacjentów, 4 badań, w których nie oceniano wartości predykcyjnej GMsA, oraz 33 publikacji zakwalifikowanych do pierwszej części cyklu publikacji i nieuwzględniających wykorzystania GMsA w predykcji MPD uzyskano 24 artykuły, których pełną treść przeanalizowano. Włączone prace analizowało w pierwszej kolejności czworo autorów przeglądu, następnie czworo kolejnych zweryfikowało poprawność selekcji danych z publikacji zaakceptowanych do szczegółowej analizy.

## WYNIKI

W tab. 1 zaprezentowano cele badawcze, grupy badane i wyniki prac włączonych do analizy. W przeanalizowanych pracach oceniono łącznie 5450 dzieci, większość stanowiły noworodki urodzone przedwcześnie, w tym dzieci z grupy wysokiego ryzyka, po udarze, z niską masą urodzeniową. Wśród dzieci urodzonych o czasie były noworodki z encefalopatią niedotlenieniowo-niedokrwienną, po operacjach kardiochirurgicznych i zdrowe. Z grup badanych wykluczano dzieci z zespołami dysmorficznymi, nieprawidłowościami chromosomalnymi, zaburzeniami genetycznymi. W 20 pracach GMsA dokonano według protokołu Prechtla, w 4 – według protokołu Hadders-Algry. Zdecydowana większość ( $n = 17$ ) badań odnosiła się do GMsA tylko w okresie *fidgety*, w pozostałych pracach wzięto pod uwagę zarówno ruchy *writhing*, jak i *fidgety* ( $n = 7$ ). GMsA była jedynym badaniem albo łączono ją z badaniami obrazowymi (USG, MRI) i/lub badaniem neurologicznym, i/lub skalą HINE. W zależności od pracy

rozwój motoryczny, poznawczy i językowy dzieci oceniano od 1. do 6. roku życia przy użyciu różnych skal, testów i/lub badania neurologicznego.

## OMÓWIENIE

William Little, publikując w 1958 roku jedną z pierwszych prac poświęconych MPD, postulował jak najwcześniejsze stawianie diagnozy w celu promowania korzystnego leczenia nieprawidłowości wykrytych we wczesnych/początkowych stadiach zaburzeń (*promote beneficial treatment of the disorders when detected in the early stages*) (Little, 1958). Zagadnienie istotności wczesnego rozpoznania – ustalane go w najwcześniejszym wieku, w którym można zidentyfikować MPD – było i wciąż jest podnoszone w fachowej literaturze medycznej (te Velde *et al.*, 2019). Wczesne rozpoznanie ma kluczowe znaczenie dla jak najszybszego rozpoczęcia kompleksowej terapii, ale także dla zapewnienia rodzinie odpowiedniego wsparcia (nierzadko psychologicznego), polegającego na przekazaniu wiedzy o aktualnych możliwościach terapeutycznych i udostępnieniu informacji o społecznościach osób z MPD, co często ma duże znaczenie dla rodziców i/lub prawnych opiekunów pacjentów (Aravamuthan *et al.*, 2021, 2020; Herskind *et al.*, 2015; te Velde *et al.*, 2019). W badaniu przeprowadzonym w grupie ponad 460 rodziców dzieci z MPD wykazano, że chociaż większość dzieci (67%) została zdiagnozowana poniżej 2. roku życia, aż 40% rodziców stwierdziło, iż rozpoznanie ustalono za późno lub bardzo późno. Co ważne, autorzy podkreślili potrzebę poprawy sposobu, w jaki personel medyczny przekazuje informacje na temat rokowania dziecka z wysokim ryzykiem zaburzeń neurorozwojowych (Guttmann *et al.*, 2018).

Wyniki prac włączonych do niniejszego przeglądu uzasadniają jak najwcześniejsze przeprowadzanie GMsA w celu prognozowania MPD. Predykcja wystąpienia MPD z wykorzystaniem GMsA jest wysoka, gdy badanie wykonuje się kilkakrotnie, w odstępach czasu uwzględniających wszystkie okresy GMs. Przy pojedynczej obserwacji najwyższą wartość predykcyjną uzyska się, wykonując badanie około 3. miesiąca życia dziecka (czułość 98%, zakres 50–100%; swoistość 94%, zakres 35–100%) (Hadders-Algra, 2014). Ocena ruchów *fidgety* i ocena przeprowadzana u dzieci urodzonych przedwcześnie wykazują większą czułość niż ocena w okresie *writhing* i ocena dzieci urodzonych o czasie. Należy zaznaczyć, że choć w okresie *fidgety* badanie ma wysoką wartość predykcyjną, istnieje ryzyko uzyskania wyniku fałszywie dodatniego – nie każde dziecko z F– rozwiniętej MPD (ryc. 1). Obecność prawidłowych FMs w bardzo wysokim prawdopodobieństwie świadczy, iż rozwój neuromotoryczny dziecka będzie prawidłowy, a ryzyko MPD jest znikome (ryc. 2). Wyniki naszego przeglądu – przedstawione w tab. 1 oraz na ryc. 1 i 2 – są zgodne z wcześniejszymi doniesieniami dotyczącymi trafności predykcyjnej oceny ruchów globalnych w odniesieniu do MPD. W systematycznym przeglądzie piśmiennictwa z metaanalizą

| Autorzy i rok badania         | Cel badania                                                                                                                                                                    | Grupa eksperymentalna                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Szczegóły dotyczące GMSA i dodatkowych badań                                                                                                                                                                                                                                  | Wyniki mierzonych parametrów – predykcja wystąpienia MPD z wykorzystaniem GMSA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Wnioski                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Seme-Ciglienecki, 2003        | Ocena wartości predykcyjnej prawidłowych i nieprawidłowych GMS lub braku GMS dla wystąpienia zaburzenia neurologicznego u noworodków wysokiego ryzyka urodzonych przedwcześnie | <p><b>N</b> = 232 (121 ♀, 111 ♂) niemowląt</p> <p><b>Termin porodu:</b> grupa dzieci wysokiego ryzyka – średnia: 33. tydzień, zakres: 26–37. tydzień; grupa kontrolna – średnia: 34. tydzień, zakres: 24–37. tydzień</p> <p><b>Grupy:</b> dzieci wysokiego ryzyka (<i>n</i> = 120), kontrolna (<i>n</i> = 112)</p> <p><b>Kryteria włączające do grupy wysokiego ryzyka rozwoju deficytów neurologicznych:</b> co najmniej 3 czynniki ryzyka spośród następujących: krwawienie w I, II lub III trymestrze ciąży; niewydolność szklki macicy; infekcja w ciąży; stosowanie leków w ciąży, częstość; cukrzyca ciążowa; ciąża po zapłodnieniu <i>in vitro</i>; ciąża wielopłodowa; poród patologiczny (poród przedwczesny, cesarskie cięcie, poród pośladkowy, zastosowanie próżniociągu), łożogodna lub ciężka zamartwica w czasie porodu; hipoglikemia, hiperbilirubinemia, choroba hemolityczna; zespół zaburzeń oddychania, choroba błony hialinowej; zakażenia bakteryjne, grzybicze lub wirusowe w okresie noworodkowym; niedokrwistość ostra niewydolność nerek; drgawki noworodkowe; hipertonia mięśniowa, hipotonia mięśniowa i wiek matki &gt;35 lat w chwili poróżnienia</p> <p><b>N</b> = 74 (41 ♀, 33 ♂) niemowląt</p> <p><b>Termin porodu:</b> przedwczesny (&lt;37. tygodnia, <i>n</i> = 42, mediana: 30.5 tygodnia, zakres: 24–36. tydzień), o czasie (≥37. tygodnia, <i>n</i> = 32)</p> <p><b>Grupy:</b> I: wysokie ryzyko zaburzeń neurologicznych (<i>n</i> = 25); II: niskie ryzyko zaburzeń neurologicznych (<i>n</i> = 49)</p> <p><b>Kryteria włączające do grupy wysokiego ryzyka:</b> udar/niedotlenienie, krwotok śród- i nadskrzelowo-płucny</p> | <p>GMSA zgodna z protokołem Prechtila w 12. tygodniu wieku skorygowanego (<i>n</i> = 120).</p> <p>Badanie neurologiczne wg metody Illingwortha w skorygowanym wieku 24 miesięcy, badanie neurologiczne wg Amiel-Tison i Greniera.</p> <p>Diagnoza MPD w wieku 24 miesięcy</p> | <p>Prawidłowe FMS (<i>n</i> = 83), w tym: prawidłowy rozwój (<i>n</i> = 81), MPD i opóźnienie umysłowe (<i>n</i> = 2)</p> <p>AF (<i>n</i> = 20), w tym: prawidłowy rozwój (<i>n</i> = 7), MPD i opóźnienie umysłowe (<i>n</i> = 2), MPD (<i>n</i> = 10), opóźnienie umysłowe (<i>n</i> = 1)</p> <p>F– (<i>n</i> = 17), w tym: MPD i opóźnienie umysłowe (<i>n</i> = 14), MPD (<i>n</i> = 3)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>Wykazano, że GMSA pozwala na trafne przewidywanie późniejszych wyników neurologicznych u dzieci urodzonych przedwcześnie z grupy wysokiego ryzyka neurologicznego na długo przed wystąpieniem wyświrowanego napięcia mięśniowego o typie spastyczności</p> |
| Adde <i>et al.</i> , 2007     | Weryfikacja, w jakim stopniu GMSA podczas okresu <i>frigate movements</i> (FMS) może prognozować wystąpienie MPD                                                               | <p><b>N</b> = 74 (41 ♀, 33 ♂) niemowląt</p> <p><b>Termin porodu:</b> przedwczesny (&lt;37. tygodnia, <i>n</i> = 42, mediana: 30.5 tygodnia, zakres: 24–36. tydzień), o czasie (≥37. tygodnia, <i>n</i> = 32)</p> <p><b>Grupy:</b> I: wysokie ryzyko zaburzeń neurologicznych (<i>n</i> = 25); II: niskie ryzyko zaburzeń neurologicznych (<i>n</i> = 49)</p> <p><b>Kryteria włączające do grupy wysokiego ryzyka:</b> udar/niedotlenienie, krwotok śród- i nadskrzelowo-płucny</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>GMSA zgodna z protokołem Prechtila między 10. a 18. tygodniem wieku skorygowanego.</p> <p>Dodatkowo: sekwencyjne USG, rezonans magnetyczny (MRI), tomografia komputerowa (TK)</p>                                                                                          | <p>Rozpoznanie MPD (<i>n</i> = 10) (wszystkie dzieci z grupy wysokiego ryzyka), w tym: F– (<i>n</i> = 10)</p> <p>Brak MPD (<i>n</i> = 61) (<i>n</i> = 12 z grupy wysokiego ryzyka, <i>n</i> = 49 z grupy niskiego ryzyka), w tym: nieprawidłowe FMS (<i>n</i> = 1)</p> <p>Nieokreślone rozpoznanie (<i>n</i> = 3), w tym: nieprawidłowe FMS (<i>n</i> = 1)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>GMSA stosowana u niemowląt zakwalifikowanych do grupy wysokiego ryzyka zaburzeń neurologicznych może być użytecznym narzędziem prognostycznym w odniesieniu do MPD</p>                                                                                     |
| Sustersic i Paro-Panjan, 2008 | GMSA w odniesieniu do objawów neurologicznych w wieku 2 lat                                                                                                                    | <p><b>N</b> = 45 (22 ♀, 23 ♂) niemowląt</p> <p><b>Termin porodu:</b> 23–27. tydzień (<i>n</i> = 8), 28–32. tydzień (<i>n</i> = 15), 33–36. tydzień (<i>n</i> = 22)</p> <p><b>Masa urodzeniowa:</b> &lt;1000 g (<i>n</i> = 7), 1000–1500 g (<i>n</i> = 10), &gt;1500 g (<i>n</i> = 28)</p> <p><b>Kryteria włączające dzieci do grupy wysokiego ryzyka:</b> poród w wieku ≤36 tygodni; wystąpienie 1 lub więcej powikłań: punkcja w skali Apgar ≤7 w 5. minucie, wentylacja mechaniczna przez 1 tydzień, sepsa lub zakażenie OUN, drgawki, transfuzja wymienna z powodu hiperbilirubinemii, krwotok do OUN lub interwencja chirurgiczna</p> <p><b>Kryteria wyłączone z badania:</b> zespoły dysmorficzne i nieprawidłowości chromosomalne</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Ocena GMS zgodna z protokołem Prechtila między porodem a 20. tygodniem wieku skorygowanego.</p> <p>Ocena neurologiczna zgodna z opisem Amiel-Tison i Gosselin przeprowadzana w wieku okolo porodowym i powtarzana co 3 miesiące do 2. roku życia</p>                       | <p>Rozpoznanie MPD (<i>n</i> = 4), w tym: PR (<i>n</i> = 2), CS (<i>n</i> = 2), F– (<i>n</i> = 4)</p> <p>Minimalne MPD (<i>n</i> = 2), w tym: CS (<i>n</i> = 2), F+ (<i>n</i> = 1), F– (<i>n</i> = 1)</p> <p>Triada Amiel-Tison (<i>n</i> = 4), w tym: PR (<i>n</i> = 3), CS (<i>n</i> = 1), AF (<i>n</i> = 4)</p> <p>2 objawy z triady Amiel-Tison (<i>n</i> = 10), w tym: prawidłowe WMS (<i>n</i> = 1), F– (<i>n</i> = 3), AF (<i>n</i> = 4), F+ z nieprawidłowym innym repertuarem (<i>n</i> = 3)</p> <p>1 objaw triady Amiel-Tison (<i>n</i> = 9), w tym: nieprawidłowe WMS (<i>n</i> = 8), AF (<i>n</i> = 7)</p> <p>Brak nieprawidłowości neurologicznych (<i>n</i> = 16), w tym: prawidłowe WMS (<i>n</i> = 7), F+ (<i>n</i> = 5)</p> | <p>Wykazano dobrą korelację między GMS a obecnością objawów lub niewielkich objawów neurologicznych i zdolnością uczenia się w wieku 2 lat</p>                                                                                                                |

|                               |                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Romeo <i>et al.</i> , 2008    | Porównanie mocy predykcji GMSA i HINE w odniesieniu do wyniku badania neurorozwojowego w wieku 2 lat                                           | <b>N</b> = 903 (407 ♀, 496 ♂) niemowląt<br><b>Termin porodu:</b> 33.–36. tydzień ciąży ( <i>n</i> = 757), 28.–32. tydzień ciąży ( <i>n</i> = 119), ≤28. tydzień ciąży ( <i>n</i> = 27)<br><b>Kryteria wyłączenia z badania:</b> wady wrodzone, zaburzenia genetyczne                                                              | GMSA zgodna z protokołem Prechtl. GMSA i HINE w 3. miesiącu życia. Badanie neurologiczne (ouwenena i punktacja CAT/CLAMS (Clinical Adaptive Test/Clinical Linguistic and Auditory Milestone Scale) w 24. miesiącu życia                                                                                                                                                                                                                                                 | F+ ( <i>n</i> = 799), w tym: prawidłowy rozwój ( <i>n</i> = 692), MPD ( <i>n</i> = 1), niepełnosprawność w stopniu lekkim ( <i>n</i> = 106) AF ( <i>n</i> = 49), w tym: MPD ( <i>n</i> = 6), niepełnosprawność w stopniu lekkim ( <i>n</i> = 43) F- ( <i>n</i> = 55), w tym: MPD ( <i>n</i> = 50), niepełnosprawność w stopniu lekkim ( <i>n</i> = 5)                                                                                 | Wyniki potwierdzają wysoką moc predykcijną obu metod oceny neurologicznej i noworodków urodzonych przedwcześnie. Badanie HINE w 12. tygodniu życia wykazało nieco niższą czułość i swoistość niż GMSA w odniesieniu do rozwoju MPD                                                                                                |
| Bouwstra <i>et al.</i> , 2010 | Określenie wartości predykcji nieprawidłowych GMS dla wystąpienia poważnych zaburzeń neurorozwojowych                                          | <b>N</b> = 455 (241 ♀, 214 ♂) niemowląt<br><b>Termin porodu:</b> średnio 39,5 tygodnia ciąży<br><b>Średnia masa urodzeniowa:</b> 3452 g                                                                                                                                                                                           | GMSA wg protokołu Hadders-Algry w 3. miesiącu życia wieku skorygowanego. Standardowa ocena neurorozwojowa wg van Wierchen w wieku niespełna 4 lat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Brak definitywnie nieprawidłowych GMS (n = 438), w tym: MPD (n = 1), padaczka (n = 1), zespół Williamsa (n = 1), atrofia mózdzku (n = 1), prawidłowy rozwój (n = 434) Definitywnie nieprawidłowe GMS (n = 17), w tym: MPD (n = 2), znaczne opóźnienie psychoruchowe, hipotonia, głuchota (n = 1), brak poważnych zaburzeń neurorozwojowych (n = 14)                                                                                   | Powazne zaburzenia neurorozwojowe i MPD były istotnie częstsze w grupie ze zdecydowanie nieprawidłowymi GMS niż w grupie z GMS lepszej jakości. Jednakże w populacji ogólnej nieprawidłowe GMS mają ograniczoną wartość kliniczną jako pojedynczy predyktor poważnych zaburzeń neurorozwojowych                                   |
| De Vries i Bos, 2011          | GMSA u niemowląt z ekstremalnie niską masą urodzeniową w wieku równoważnym z terminem porodu w odniesieniu do wyników neurologicznych          | <b>N</b> = 13 (9 ♀, 4 ♂) niemowląt<br><b>Termin porodu:</b> 27,9 ± 2,9 tygodnia<br><b>Średnia masa urodzeniowa:</b> 798 ± 129 g<br><b>Kryteria włączenia:</b> dzieci urodzone przedwcześnie z niską masą urodzeniową (<1000 g)<br><b>Kryteria wyłączenia:</b> duża/poważna wada wrodzona                                          | GMSA zgodna z protokołem Prechtl w wieku:<br>• równoważnym z terminem porodu;<br>• około 3. miesiąca wieku skorygowanego.<br>USG mózgu po porodzie i raz w tygodniu do czasu normalizacji lub stabilizacji obserwowanych nieprawidłowości                                                                                                                                                                                                                               | Nieprawidłowe WMS (n = 10), w tym opóźnienie poznawcze i motoryczne (n = 1) Nieprawidłowe FMS (n = 3), w tym u żadnego dziecka nie zdiagnozowano MPD                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Nieprawidłowe GMS są powszechne i niemowląt z ekstremalnie niską masą urodzeniową. Po 3 miesiącach od porodu GMS są w większości normalne, w przeciwieństwie do ruchów w spójnym ciągu. Jednakże nieprawidłowości nie oznaczają upełnienia funkcji neurologicznych, np. MPD                                                       |
| Susteric <i>et al.</i> , 2012 | Określenie wartości predykcji GMSA w identyfikacji dzieci z zaburzeniami neurorozwojowymi zdiagnozowanymi między 5. a 6. rokiem życia          | <b>N</b> = 45 (22 ♀, 23 ♂) niemowląt<br><b>Termin porodu:</b> 33.–36. tydzień ciąży ( <i>n</i> = 22), 28.–32. tydzień ciąży ( <i>n</i> = 15), 23.–27. tydzień ciąży ( <i>n</i> = 8)                                                                                                                                               | GMSA zgodna z protokołem Prechtl prowadzona regulamie od urodzenia do 20. tygodnia życia dziecka. Zdolności motoryczne między 5. a 6. rokiem życia badano testem IMABC                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Rozpoznanie MPD (n = 4), w tym: PR (n = 2), CS (n = 2), F- (n = 4) Trudności motoryczne odpowiadające rozwojowym zaburzeniom koordynacji (n = 41), w tym: prawidłowe WMS (n = 9), PR (n = 23), CS (n = 9), F+ (n = 24), AF (n = 10), F- (n = 7)                                                                                                                                                                                       | GMSA ma wartość predykcijną w odniesieniu do wystąpienia MPD. Nieprawidłowe FMS mogą poprzedzać klinicznie istotne zaburzenia zdolności motorycznych. Czuość GMSA w identyfikacji dzieci z zaburzeniami neurologicznymi była wyższa w okresie ruchów <i>frigate</i> niż w okresie ruchów <i>writing</i>                           |
| Spittle <i>et al.</i> , 2013  | Ocena wartości predykcji GMSA w skorygowanym wieku 1;3 miesięcy u dzieci urodzonych przedwcześnie w przewidywaniu neurorozwoju w wieku 2;4 lat | <b>N</b> = 99 (49 ♀, 50 ♂) niemowląt<br><b>Termin porodu:</b> <30. tygodnia<br><b>Średnia masa urodzeniowa:</b> 1008 ± 265 g<br><b>Kryteria włączenia dzieci do grupy wysokiego ryzyka:</b> termin porodu <30. tygodnia<br><b>Kryteria wyłączenia z badania:</b> wrodzona wada, o której wiadomo, że ma negatywny wpływ na rozwój | GMSA zgodna z protokołem Prechtl w 1;3. miesiącu wieku skorygowanego. W wieku 2 lat oceniano rozwój psychomotoryczny za pomocą Skali Rozwoju Niemowłót i Dzieci – Bayley-III (Bayley Scales of Infant and Toddler Development – Third Edition) (n = 94). W wieku 4 lat umiejętności poznawcze i językowe oceniano za pomocą Skali Zdolności Różnicowych – DAS-II (Differential Ability Scales – Second Edition), a umiejętności motoryczne – za pomocą IMABC-2 (n = 85) | Nieprawidłowe WMS (n = 59), w tym: PR (n = 51), CS (n = 8) F- (n = 21) Rozpoznanie MPD (n = 5), w tym: tetraplegia (n = 2), diplegia (n = 2), hemiplegia (n = 1) GMFCS I (n = 3), II (n = 1), III (n = 1) Dzieci z nieprawidłowymi GMS w 1. miesiącu miały niższe wyniki we wszystkich obszarach neurorozwojowych w 2;4 roku życia, ale istotne zależności dotyczyły skali motorycznej Bayley-III w 2. roku i IMABC-2 w 4. roku życia | Stwierdzono silny związek między wynikami GMSA w wieku 1;3 miesięcy a wynikami motorycznymi w wieku 2;4 lat. GMSA w 1. miesiącu miała doskonałą czułość (100%) w predykcji umiarkowanych do znaczących zaburzeń ruchowych w 2. roku życia (lub MPD zarówno w 2., jak i w 4. roku życia), ale mniejszą czułość w wieku 4 lat (74%) |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Brogna <i>et al.</i> , 2013     | Ocena jakości i mocy predykcyjnej GMS w grupie niemowląt urodzonych między 34. a 36. tygodniem ciąży                                                                                                                                                            | N = 574 niemowląt (brak danych o płci)<br><b>Termin porodu:</b> 34. tydzień ciąży (n = 82), 35. tydzień ciąży (n = 271), 36. tydzień ciąży (n = 221)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | GMSA zgodna z protokołem Prechtlia w 1, 1.3, miesiącu po urodzeniu. USG przezrzeszkowe w 1. tygodniu po urodzeniu i w 40. tygodniu wieku ciążowego. Ocena neurorozwojowa zgodnie z kryteriami Touwen i skalą Bayley w 24. miesiącu życia                                                                       | F+ (n = 535), w tym: prawidłowy rozwój (n = 492), MPD (n = 0), niepełnosprawność w stopniu lekkim (n = 43) AF (n = 11), w tym: prawidłowy rozwój (n = 6), MPD (n = 0), niepełnosprawność w stopniu lekkim (n = 5) F- (n = 28), w tym: prawidłowy rozwój (n = 0), MPD (n = 22), niepełnosprawność w stopniu lekkim (n = 6) Prawidłowe WMS: (n = 472), w tym: prawidłowy rozwój (n = 447), MPD (n = 0), niepełnosprawność w stopniu lekkim (n = 25) PR (n = 74), w tym: prawidłowy rozwój (n = 45), MPD (n = 5), niepełnosprawność w stopniu lekkim (n = 24) Ch (n = 7), w tym: prawidłowy rozwój (n = 3), MPD (n = 0), niepełnosprawność w stopniu lekkim (n = 4) CS (n = 21), w tym: prawidłowy rozwój (n = 3), MPD (n = 17), niepełnosprawność w stopniu lekkim (n = 1) | Wyniki potwierdzają, że GMSA w okresie <i>fridger</i> , a zwłaszcza brak FMS, ma bardzo dobrą czułość (100%) i swoistość (97%) w przewidywaniu MPD. Moc predykcyjna w okresie WMS jest niższa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Øberg <i>et al.</i> , 2015      | Badanie związku między obecnością i jakością FMS u niemowląt wysokiego ryzyka a wystąpieniem zaburzeń neurorozwojowych (w tym MPD) w 2. roku życia                                                                                                              | N = 87 (46 ♀, 41 ♂) niemowląt<br><b>Termin porodu:</b> średnio 31. tydzień (±5,0), w tym: ≥37. tygodnia (n = 14), ≤32. tygodnia (n = 73)<br><b>Grupy na podstawie terminu porodu:</b> I: ≤28. tygodnia (n = 33), II: 28,1–36,9 tygodnia (n = 40), III: ≥37. tygodnia (n = 14)<br><b>Kryteria włączające do grupy wysokiego ryzyka:</b> masa urodzeniowa <1500 g, wiek ciążowy ≤32. tygodnia, zawał krwotoczny, leukomalacja okołokomorowa, infekcje, zamartwica                                                                                                              | GMSA zgodna z protokołem Prechtlia w wieku 3 miesięcy. FMS klasyfikowano jako prawidłowe, sporadyczne, nieprawidłowe lub brak. Ocena kliniczna rozwoju motorycznego dzieci w wieku 2 lat                                                                                                                       | F+ (n = 54), w tym: łagodne zaburzenia motoryczne (n = 4), prawidłowy rozwój motoryczny (n = 50) AF lub sporadyczne FMS (n = 16), w tym: MPD (n = 1), łagodne zaburzenia motoryczne (n = 3), prawidłowy rozwój (n = 12) F- (n = 17), w tym: łagodne zaburzenia motoryczne (n = 4), MPD (n = 9), prawidłowy rozwój (n = 4)<br>Jeśli uznać brak FMS za dodatni wynik testu – GMSA ma czułość i swoistość na poziomie 90%, wysoką negatywną wartość predykcyjną (99%) i względnie niską dodatnią wartość predykcyjną (53%)<br>Jeśli uznać obecność FMS za dodatni wynik testu – czułość w odniesieniu do braku diagnozy MPD wynosi 100%, swoistość – 70%, negatywna wartość predykcyjna – 100%, a pozytywna wartość predykcyjna – 30%                                       | GMSA to cenne narzędzie do wykrywania późniejszych problemów motorycznych we wczesnym okresie życia. Ryzyko wystąpienia problemów motorycznych w wieku 2 lat wzrasta w przypadku gorszego wyniku GMSA w okresie FMS; jest 10 razy większe, jeśli FMS nie występują do 3. miesiąca życia, niż gdy występują prawidłowe FMS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| van Iersel <i>et al.</i> , 2016 | Ocena, w jakim stopniu jakość GMS u dzieci urodzonych o czasie z niskim lub umiarkowanym ryzykiem zaburzeń rozwojowych zapowiada poważne zaburzenia neurologiczne, takie jak MPD, a u dzieci bez MPD – łagodniejsze formy ograniczonej mobilności w wieku 6 lat | N = 145 (59 ♀, 86 ♂) niemowląt<br><b>Termin porodu:</b> średnio 40. tydzień ciąży (36–43. tydzień ciąży)<br><b>Grupy:</b> I: niemowlęta, u których wystąpiły nieprawidłowości podczas porodu (n = 62); II: niemowlęta, u których nie wystąpiły nieprawidłowości podczas porodu (n = 81). Nieprawidłowości podczas porodu zostały zdefiniowane jako sytuacja spełniająca co najmniej jedną z następujących kryteriów: (1) nieprawidłowy kardioklogram; (2) punktacja Apgar po 5 minutach <7; (3) pH pępowinowe niższe niż 7,20; (4) nadmiar pępowinowy mniejszy niż 10 mmol/l | GMSA wg protokołu Hadders-Algra w okresie WMS (3 tygodnie wieku skorygowanego) i w okresie FMS (około 13. tygodnia wieku skorygowanego). Ocena po 6 latach składała się z badania neurologicznego, oceny mobilności za pomocą MABC oraz oceny problemów z zachowaniem i uczeniem się za pomocą kwestionariuszy | Okres WMS: optymalne i suboptymalne GMS (n = 51), umiarkowanie nieprawidłowe GMS (n = 59), definitywnie nieprawidłowe GMS (n = 35). Okres FMS: prawidłowe optymalne i suboptymalne GMS (n = 69), umiarkowanie nieprawidłowe GMS (n = 60), definitywnie nieprawidłowe GMS (n = 16). Rozpoznanie MPD (n = 5), w tym wszystkie dzieci miały nieprawidłowości w okresie WMS i FMS. U wszystkich dzieci z MPD wystąpiły nieprawidłowości podczas porodu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Jakość GMS w okresie WMS nie była predykcyjna dla wystąpienia MPD i innych ograniczeń ruchowych. Nieprawidłowe (umiarkowanie i zdecydowanie) GMS w okresie WMS wiązały się jedynie z nieznacznie wyższym ryzykiem problemów z uczeniem się i mniejszych zaburzeń neurologicznych. Zdecydowanie nieprawidłowe GMS w okresie <i>fridger</i> przewidywały wystąpienie MPD, szczególnie u dzieci, u których wystąpiły zaburzenia oddychowe przy porodzie, ale ze znacznie niższą czułością i dodatnią wartością predykcyjną niż w populacjach wcześniaków. Jakość GMS w okresie <i>fridger</i> nie wiązała się ograniczeniami ruchowymi, była jedynie związana w niewielkim stopniu z mniejszymi zaburzeniami neurologicznymi. Wartość predykcyjna GMSA jest mniejsza u dzieci urodzonych o czasie niż u wcześniaków |

|                           |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Morgan et al., 2016       | Ocena czułości i swoistości GMSA w celu oszacowania dokładności prognostycznej w stosunku do wystąpienia MPD                                                                                                     | <b>N</b> = 187 niemowląt (brak danych o płci)<br><b>Termin porodu:</b> brak danych<br><b>Szczegóły:</b> badanie przesiewowe w kierunku wystąpienia MPD u dzieci wysokiego ryzyka                                                                                                                                                                    | GMSA zgodna z protokołem Prechtlia w okresie FMs.<br>Diagnoza MPD w wieku 12–24 miesięcy na podstawie badania neurologicznego, wywiadu klinicznego i oceny zdolności motorycznych dziecka                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | F+ ( $n = 138$ ), w tym: prawidłowy rozwój ( $n = 99$ ), MPD ( $n = 1$ ), nieprawidłowy rozwój ( $n = 38$ )<br>AF ( $n = 1$ ), w tym: nieprawidłowy rozwój motoryczny (nie MPD) ( $n = 1$ )<br>F– ( $n = 48$ ), w tym: prawidłowy rozwój ( $n = 3$ ), MPD ( $n = 39$ ), nieprawidłowy rozwój ( $n = 6$ )<br>Rozpoznanie MPD ( $n = 40$ ), w tym: F– ( $n = 39$ ), F+ ( $n = 1$ )                                                                               | GMSA to nieinwazyjne badanie, które powinno być stosowane na oddziałach intensywnej terapii noworodka, szczególnie u noworodków wysokiego ryzyka, i w programach kontrolnych w celu wczesnej identyfikacji niemowląt, które charakteryzują się najwyższym ryzykiem MPD                                                                                                                                                                       |
| De Bock et al., 2017      | Ocena dokładności GMSA w predykcji zaburzeń neurorozwojowych w 2. roku życia wieku skorygowanego u dzieci urodzonych przedwcześnie. Wdrożenie GMSA do rutynowej praktyki klinicznej w warunkach pozaakademickich | <b>N</b> = 122 niemowląt (brak danych o płci)<br><b>Termin porodu:</b> <33. tygodnia wieku ciążowego<br><b>Szczegóły:</b> zaburzenia neurologiczne takie jak krwotok wewnątrzkomorowy, leukomalacja okołokomorowa, padaczka i mikrocefalia                                                                                                          | GMSA zgodna z protokołem Hadders-Algra w 1. i 3. miesiącu życia wieku skorygowanego.<br>Ocena neurologiczna, z wykorzystaniem Bayley Scales of Infant Development II (BSID-II) w 24. miesiącu życia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | GMSA w 3. miesiącu życia ma wartość predykcyjną w stosunku do wystąpienia nieprawidłowości i zaburzeń neurorozwojowych w 2. roku życia. Dzieci z nieprawidłowymi GMS w 3. miesiącu mają 12 razy większe ryzyko uzyskania nieprawidłowego wyniku w badaniu neurorozwojowym w 2. roku życia niż dzieci z prawidłowymi GMS.<br>Ocena GMS w 3. miesiącu życia dziecka prezentującego nieprawidłowe GMS ma 100-procentową czułość w predykcji MPD                   | GMSA w 3. miesiącu życia ma wartość predykcyjną w stosunku do wystąpienia nieprawidłowości i zaburzeń neurorozwojowych w 2. roku życia. Dzieci z nieprawidłowymi GMS w 3. miesiącu mają 12 razy większe ryzyko uzyskania nieprawidłowego wyniku w badaniu neurorozwojowym w 2. roku życia niż dzieci z prawidłowymi GMS.<br>Ocena GMS w 3. miesiącu życia dziecka prezentującego nieprawidłowe GMS ma 100-procentową czułość w predykcji MPD |
| Orlandi et al., 2018      | Badanie przydatności i skuteczności komputerowej analizy wideo w ocenie GMS                                                                                                                                      | <b>N</b> = 127 niemowląt (brak danych o płci)<br><b>Termin porodu:</b> mediana: 27.7 tygodnia ciąży<br><b>Szczegóły:</b> $n = 98$ – prawidłowy wzorzec motoryczny, $n = 29$ niemowląt prezentowało nieprawidłowe GMS.<br>W okresie od 18. do 24. miesiąca życia w grupie niemowląt zdiagnozowano: zaburzenia motoryczne – $n = 30$ , MPD – $n = 16$ | GMSA zgodnie z protokołem Hadders-Algra.<br>Minimalna długość filmu: 3 minuty                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Wykorzystano 16 filmów przedstawiających niemowlęta z MPD i 111 filmów przedstawiających niemowlęta bez zdiagnozowanego MPD. Najlepsze wyniki klasyfikacji (trafność – <i>accuracy</i> ) uzyskano dla klasyfikatora <i>AdaBoost</i> (85%) w wykrywaniu odpowiednich GMS i klasyfikatora <i>Random Forest</i> (92%) w predykcji MPD. Czuość klasyfikatorów wyniosła odpowiednio 0,55 i 0,44                                                                     | Możliwe jest opracowanie taniego, łatwego w użyciu, klinicznie użytecznego narzędzia, które wesprze klinicystów w ocenie i diagnostyce MPD. Autorzy podkreśliłi wysoką trafność i niską czułość oceny nieprawidłowych GMS i predykcji MPD                                                                                                                                                                                                    |
| Crowle et al., 2018, 2019 | Ocena przydatności i skuteczności GMSA w przewidywaniu wyników badania neurorozwojowego, w tym MPD, u niemowląt poddawanych zabiegom chirurgicznym w okresie noworodkowym                                        | <b>N</b> = 278 (113 ♀, 165 ♂) niemowląt, które przeszły poważną operację w okresie noworodkowym z powodu chorób serca ( $n = 149$ ), zaburzeń niezwiązanych z chorobami serca ( $n = 123$ ) lub z obu powodów ( $n = 6$ )<br><b>Termin porodu:</b> 38. tydzień wieku ciążowego                                                                      | GMSA zgodna z protokołem Prechtlia w 12. tygodniu życia.<br>Skala rozwoju niemowląt i małych dzieci – BSID-II, badanie kliniczne lub neurologiczne w 12. tygodniu wieku skorygowanego. BSID-II, badanie lekarskie i neurologiczne w 1. i 3. roku                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ocena neurorozwojowa po ukończeniu 1. roku życia: F+ ( $n = 248$ ); w tym: prawidłowy rozwój ( $n = 130$ ), opóźniony rozwój ( $n = 1$ )<br>F– ( $n = 25$ ), w tym: prawidłowy rozwój ( $n = 4$ ), opóźniony rozwój ( $n = 6$ ), MPD ( $n = 15$ )<br>AF ( $n = 5$ ), w tym: prawidłowy rozwój ( $n = 4$ ), opóźniony rozwój ( $n = 1$ )<br>W podgrupie mającej nagrania z okresu WMs zauważono, że wszystkie dzieci z wzorcem CS wykazały opóźnienia w rozwoju | GMSA ma wartość predykcyjną w odniesieniu do nieprawidłowego rozwoju, w tym MPD, w populacji pacjentów po operacjach. W przypadku predykcji MPD czułość GMSA oceniono na 100%, swoistość – na 96%. 86% niemowląt z prawidłowymi FMs prezentowało prawidłowy rozwój w wieku 3 lat                                                                                                                                                             |
|                           |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Ocena neurorozwojowa po ukończeniu 3. roku życia: F+ ( $n = 176$ ), w tym: prawidłowy rozwój ( $n = 152$ ), opóźniony rozwój motoryki dużej ( $n = 8$ ), umiarkowane opóźnienie rozwoju (językowe i motoryczne) ( $n = 7$ ), ogólne opóźnienie rozwojowe ( $n = 9$ )<br>F– ( $n = 22$ ), w tym: prawidłowy rozwój ( $n = 5$ ), MPD ( $n = 11$ )<br>( $n = 6$ – hemiplegia, $n = 2$ – diplegia, $n = 3$ – tetraplegia), rozwój nieprawidłowy (zespół CHARGE, niepełnosprawność wzroku lub słuchu, hipotonia) ( $n = 6$ )<br>AF ( $n = 4$ ), w tym: prawidłowy rozwój ( $n = 3$ ), autyzm ( $n = 1$ ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

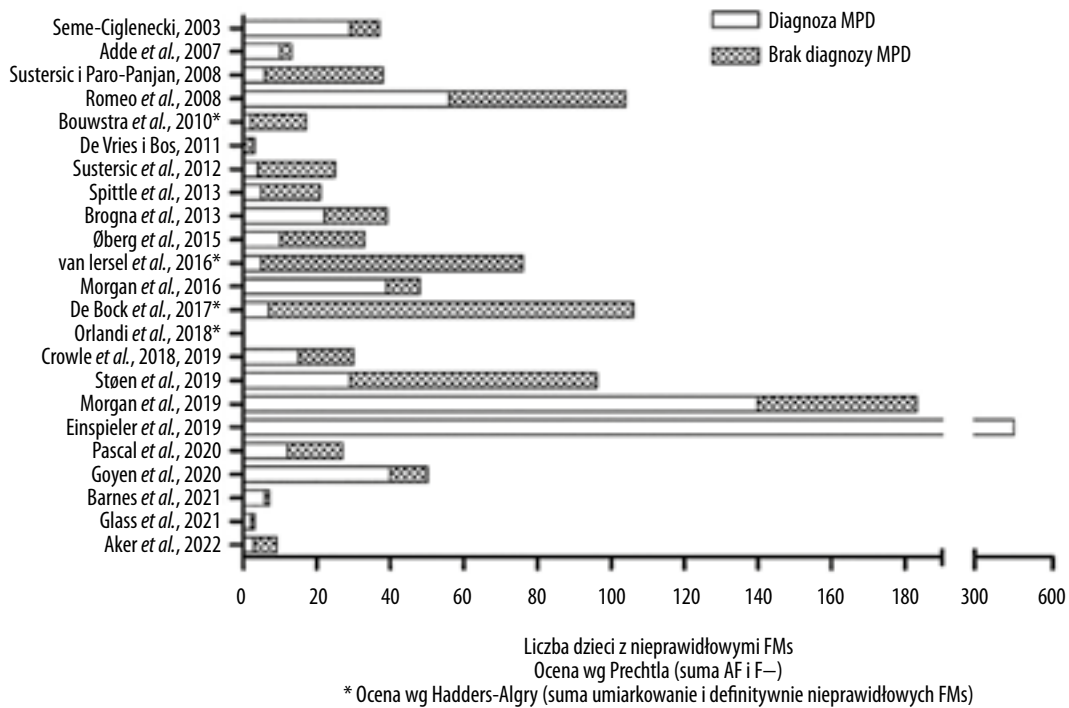
|                                           |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Støen <i>et al.</i>,<br/>2019</p>      | <p>Weryfikacja trafności GMSA w okresie FMs – osobno oraz w połączeniu z badaniami obrazowymi (USG i MRI) – w celu przewidywania MPD</p>                                                        | <p><b>N</b> = 405 (303 ♀, 102 ♂) niemowląt<br/><b>Termin porodu:</b> 26,7 tygodnia wieku ciążowego (&lt;28. tygodnia – <i>n</i> = 188, 28.–30. tydzień – <i>n</i> = 54)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>GMSA zgodna z protokołem Prechtila między 10. a 15. tygodniem życia. Ocena obrazowa mózgu (USG lub MRI).<br/>Diagnoza MPD między 18. a 24. miesiącem życia</p>                                                                                                                                                                | <p>AF (<i>n</i> = 96), F– (<i>n</i> = 60), sporadyczne FMs (<i>n</i> = 36) F+ (<i>n</i> = 309), w tym: przerywane FMs (<i>n</i> = 258), ciągłe FMs (<i>n</i> = 51)<br/>Rozpoznanie MPD (<i>n</i> = 42), w tym: F– (<i>n</i> = 29), AF (<i>n</i> = 13)<br/>Nieprawidłowe wyniki badań MRI/USG (<i>n</i> = 87)<br/><br/>Odsutek niemowląt z nieprawidłowymi GMS w okresie FMs był istotnie wyższy wśród dzieci z nieprawidłowym wynikiem badania MRI/USG niż wśród dzieci z prawidłowym wynikiem MRI/USG</p>                                                    | <p>Obecność prawidłowych FMs jest silnym markerem dla niewystąpienia MPD u dzieci wysokiego ryzyka. Badanie obrazowe mózgu (USG/MRI) w połączeniu z GMSA zwiększyło dokładność predykcyjną.<br/>Brak FMs i nieprawidłowy wynik badania neuroobrazowego mają najwyższą trafność w przewidywaniu MPD (95%)</p>                                                                |
| <p>Morgan <i>et al.</i>,<br/>2019</p>     | <p>Weryfikacja wartości predykcyjnej GMSA – osobno oraz w połączeniu z HINE i badaniami neuroobrazowymi (MRI/USG) – we wczesnej prognozie wystąpienia MPD u dzieci z grupy wysokiego ryzyka</p> | <p><b>N</b> = 441 (221 ♀, 220 ♂) niemowląt<br/><b>Termin porodu:</b> o czasie (≥37. tygodnia ciąży) (<i>n</i> = 120), 32.–36. tydzień ciąży (<i>n</i> = 191), ≤32. tygodnia ciąży (<i>n</i> = 130)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>Ocena GMS zgodna z protokołem Prechtila w okresach WfMs i FMs (nagranie najbliższe 12. tygodnia wieku skorygowanego).<br/>HINE w 3., 6., 9., 12. miesiącu życia<br/>MRI/USG wykonano u każdego dziecka w pierwszym półroczu życia.<br/>Wszystkie dzieci, u których potwierdzono MPD, sklasyfikowano w GMSFS w wieku 2 lat</p> | <p>Rozwój prawidłowy (<i>n</i> = 147), w tym: prawidłowe WfMs (<i>n</i> = 121), PR (<i>n</i> = 26), F+ (<i>n</i> = 147)<br/>Rozpoznanie MPD (<i>n</i> = 147), w tym: prawidłowe WfMs (<i>n</i> = 1), PR lub CS (<i>n</i> = 140), F+ (<i>n</i> = 7), AF (<i>n</i> = 6), F– (<i>n</i> = 134)<br/>Dzieci z łagodną niepełnosprawnością (<i>n</i> = 147), w tym: prawidłowe WfMs (<i>n</i> = 64), PR (<i>n</i> = 83), F+ (<i>n</i> = 104), AF (<i>n</i> = 36), F– (<i>n</i> = 7)</p>                                                                              | <p>Wartość predykcyjna GMSA dla wystąpienia MPD wyniosła 97% (czułość 95%, swoistość 97%) przy braku FMs. Obecność nieprawidłowych FMs pozwalała na predykcję MPD ze skutecznością na poziomie 89%.<br/>Wyniki GMSA i HINE w 3. miesiącu życia w połączeniu z wczesnym neuroobrazowaniem pozwalały na rozpoznanie MPD ze skutecznością 99% (czułość 98%, swoistość 99%)</p> |
| <p>Ennspleter <i>et al.</i>,<br/>2019</p> | <p>Ocena związku wzorców ruchowych i wzorców postawy od 3. do 5. miesiąca życia z oceną funkcji motoryki dużej (GMFCS) w grupie dzieci, u których zdiagnozowano MPD</p>                         | <p><b>N</b> = 468 (197 ♀, 271 ♂) niemowląt wysokiego ryzyka<br/><b>Termin porodu:</b> o czasie – ≥37. tygodnia (<i>n</i> = 206), przedwczesny – &lt;37. tygodnia (<i>n</i> = 262)<br/><b>Kryteria włączenia do grupy wysokiego ryzyka:</b> poród przedwczesny i/lub encefalopatia noworodkowa, uszkodzenie kory mózgowej, udar, objawy zamartwicy okołoporodowej, hipoglikemia, żółtaczka, posocznica, infekcje (zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych, zapalenie płuc), drgawki, wystąpienie MPD w rodzinie, cięża mnoga, zakażenie wirusem, cukrzyca u matki, niski status społeczno-ekonomiczny</p> | <p>GMSA zgodna z protokołem Prechtila w terminie od 9. do 22. tygodnia wieku skorygowanego</p>                                                                                                                                                                                                                                   | <p>F– (<i>n</i> = 445), AF (<i>n</i> = 5), F+ (<i>n</i> = 18)<br/>Rozpoznanie MPD i prawidłowe FMs (<i>n</i> = 18), w tym: postać hipertoniczna hemiplegii (<i>n</i> = 11), diplegii (<i>n</i> = 5), tetraplegii (<i>n</i> = 1), hipotonia (<i>n</i> = 1)<br/>Poziom GMFCS: I (<i>n</i> = 14), II (<i>n</i> = 3) III (<i>n</i> = 1)<br/>Rozpoznanie MPD i nieprawidłowe FMs (<i>n</i> = 5), w tym: postać spastyczna hemiplegii (<i>n</i> = 1) (poziom I GMFCS), diplegii (<i>n</i> = 1) (poziom IV GMFCS), tetraplegii (<i>n</i> = 3) (poziom III GMFCS)</p> | <p>Oslabione wzorce ruchu i postawy (w tym brak FMs) u niemowląt z uszkodzeniem mózgu mogą wskazywać na rozwój MPD, ale ocena ta nie pozwala na postawienie ostatecznej diagnozy</p>                                                                                                                                                                                        |
| <p>Pascal <i>et al.</i>,<br/>2020</p>     | <p>Określenie wartości prognostycznej GMSA we wczesnym diagnozowaniu MPD u dzieci po przebytym udarze okołoporodowym</p>                                                                        | <p><b>N</b> = 45 (18 ♀, 27 ♂) dzieci po udarze okołoporodowym<br/><b>Termin porodu:</b> o czasie (≥37. tygodnia) – <i>n</i> = 24, przedwczesny (&lt;37. tygodnia) – <i>n</i> = 21<br/><b>Kryteria włączenia do badania:</b> rozpoznanie udaru okołoporodowego potwierdzone w badaniu obrazowym mózgu noworodka</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>GMSA zgodna z protokołem Prechtila między 10. a 15. tygodniem wieku skorygowanego</p>                                                                                                                                                                                                                                         | <p>F– (<i>n</i> = 13), w tym: MPD (<i>n</i> = 8), sporadyczne FMs (<i>n</i> = 12), w tym: MPD (<i>n</i> = 4)<br/>Wygórowane FMs (<i>n</i> = 2), w tym: MPD (<i>n</i> = 0)<br/>Prawidłowe FMs (<i>n</i> = 18), w tym: MPD (<i>n</i> = 3)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>GMSA może pozwalać na prognozowanie wystąpienia MPD przed ukończeniem 5. miesiąca życia u niemowląt po udarze okołoporodowym</p>                                                                                                                                                                                                                                         |



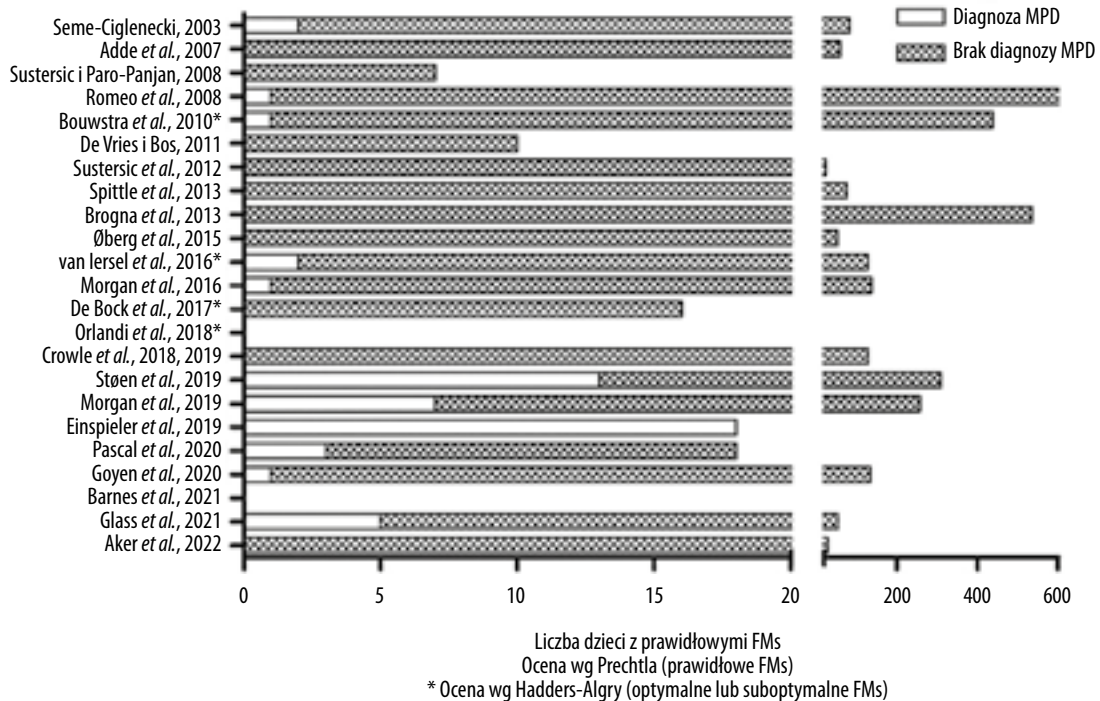
|                             |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Goyen <i>et al.</i> , 2020  | Zbadanie poziomu czułości i swoistości GMSA w prognozowaniu MPD u dzieci z grupy wysokiego ryzyka w wieku 2 lat                                                                        | <b>N</b> = 184 dzieci z grupy wysokiego ryzyka zaburzeń neurologicznych (brak danych o płci)<br><b>Termin porodu:</b> poród o czasie (45%), poród przedwczesny (55%)<br><b>Kryteria włączenia do grupy wysokiego ryzyka:</b> skrajnie wcześniactwo (poród przed 29. tygodniem ciąży), encefalopatia niedotleniowo-niedokrwienne (II–III stopnia), operacja w okresie noworodkowym, udar noworodkowy, leukomalacja okołokomorowa, objawy wskazujące na MPD | GMSA zgodna z protokołem Prechtila między 12. a 20. tygodniem życia                                                                                                                                   | F+ ( <i>n</i> = 134), w tym: rozwój prawidłowy ( <i>n</i> = 101), MPD ( <i>n</i> = 1), inne zaburzenia rozwoju ( <i>n</i> = 32)<br>AF ( <i>n</i> = 2), w tym: MPD ( <i>n</i> = 1), prawidłowy rozwój ( <i>n</i> = 1)<br>F– ( <i>n</i> = 48), w tym: MPD ( <i>n</i> = 39), zgon ( <i>n</i> = 3), prawidłowy rozwój ( <i>n</i> = 5), poważna wada rozwoju ( <i>n</i> = 1)<br><br>Czułość GMSA w predykcji MPD wyniosła 98%, swoistość – 96%. Przy nieprawidłowych FMS lub braku FMS czułość w odniesieniu do wykrycia jakiegokolwiek wady w rozwoju to 58%, a swoistość – 94% | Zaobserwowano wysoki poziom czułości i swoistości GMSA w prognozowaniu wystąpienia MPD u dzieci z grupy wysokiego ryzyka w wieku 2 lat                                                          |
| Barnes <i>et al.</i> , 2021 | Ustalenie wartości GMSA u niemowląt z bardzo niską masą urodzeniową w przewidywaniu wystąpienia MPD i umiarkowanego do ciężkiego zaburzenia neurorozwojowego w wieku 2 lat             | <b>N</b> = 137 niemowląt (brak danych o płci)<br><b>Termin porodu:</b> średnio 29,3 tygodnia wieku ciążowego<br><b>Szczegóły:</b> średnia masa urodzeniowa 1297 g                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ocena GMSA zgodna z protokołem Prechtila w wieku 3 miesięcy.<br>Ocena neurorozwojowa (umiarkowanej i ciężkiej zaburzenia neurorozwojowe zdefiniowane jako wynik <70 w skali BSID-III w wieku 2 lat)   | F– ( <i>n</i> = 7), w tym: MPD ( <i>n</i> = 6) (w 34.–40. tygodniu PMA wzorec PR)<br>F–: czułość 100%, swoistość 99% dla wystąpienia MPD<br>PR: czułość 100%, swoistość 57% dla wystąpienia MPD<br>F– poprzeczone PR: czułość 100%, swoistość 97% dla wystąpienia MPD                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | GMSA w wieku 3 miesięcy można uznać za ważne narzędzie przesiewowe do wczesnej identyfikacji niemowląt ze skrajnie niską masą urodzeniową, zagrożonych zaburzeniami neurorozwojowymi, w tym MPD |
| Glass <i>et al.</i> , 2021  | Określenie czułości i swoistości badania MRI u noworodków i GMSA w wieku 3 miesięcy w celu przewidzenia MPD oraz ocena, czy GMSA w połączeniu z MRI jest lepszym rozwiązaniem niż GMSA | <b>N</b> = 58 (31 ♀, 27 ♂) niemowląt<br><b>Termin porodu:</b> średnio 39,6 tygodnia wieku ciążowego<br><b>Czynnik ryzyka:</b> encefalopatia niedotleniowo-niedokrwienne – <i>n</i> = 42 (71%), udar niedokrwienno – <i>n</i> = 8 (14%), krwotok śródczaszkowy – <i>n</i> = 4 (8%), pozostałe – <i>n</i> = 4 (7%)                                                                                                                                          | GMSA zgodna z protokołem Prechtila w 15. tygodniu życia dziecka.<br>MRI średnio 4 dni po urodzeniu.<br>Diagnoza MPD średnio w wieku 31 miesięcy.<br>Klasyfikacja funkcji motorycznych za pomocą GMFCS | MPD ( <i>n</i> = 7), w tym: F– ( <i>n</i> = 2), F+ ( <i>n</i> = 5)<br>F– ( <i>n</i> = 3), w tym: MPD ( <i>n</i> = 2), brak MPD ( <i>n</i> = 1)<br>F+ i nieprawidłowe MRI ( <i>n</i> = 1)<br>GMSA: czułość 29%, swoistość 98%<br>GMSA w połączeniu z MRI: czułość 43%, swoistość 92%                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Prawidłowy obraz w MRI u noworodka i prawidłowy wynik GMSA w wieku 3 miesięcy zapewniają, że dziecko jest w grupie niskiego ryzyka wystąpienia umiarkowanego/ciężkiego MPD                      |
| Aker <i>et al.</i> , 2022   | Ocena wartości wczesnego badania MRI i obecności lub braku FMS w przewidywaniu wyników rozwoju układu nerwowego u niemowląt z encefalopatią niedotleniowo-niedokrwinną                 | <b>N</b> = 50 niemowląt z encefalopatią niedotleniowo-niedokrwinną (brak danych o płci)<br><b>Termin porodu:</b> brak danych                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | GMSA zgodna z protokołem Prechtila w wieku średnio 12 tygodni (8.–16. tydzień).<br>MRI w 5. dobie życia.<br><i>n</i> = 37 – Bayley-III w wieku średnio 18 miesięcy (16–21 miesięcy)                   | F– ( <i>n</i> = 9), w tym: zgon przed oceną neurorozwojową w wieku 18 miesięcy ( <i>n</i> = 1), MPD ( <i>n</i> = 2), wynik Bayley-III <85 ( <i>n</i> = 3), MPD + Bayley-III <85 ( <i>n</i> = 1), prawidłowy rozwój neuromotoryczny ( <i>n</i> = 3)<br>F+ ( <i>n</i> = 30), w tym: prawidłowy rozwój neuromotoryczny ( <i>n</i> = 25), wynik Bayley-III 70–85 ( <i>n</i> = 4), brak wyniku neurorozwojowego ( <i>n</i> = 1)                                                                                                                                                  | MRI i GMSA u niemowląt z encefalopatią niedotleniowo-niedokrwinną mogą z dużą dokładnością przewidywać rozwój neuromotoryczny dziecka                                                           |

AF – nieprawidłowe ruchy drobnookreślne; **Ch** – chaotyczne; **CS** – kurczowo-zsynchronizowane; **F+** – prawidłowe ruchy drobnookreślne; **F–** – brak ruchów drobnookreślnych; **FMS** – ruchy drobnookreślne; **GMFCS** – Gross Motor Function Classification System; **GMS** – ruchy globalne; **GMSA** – ocena globalnych wzorców ruchowych; **HINE** – Hammersmith Infant Neurological Examination; **MABC** – Movement Assessment Battery for Children; **MPD** – mózgowe porażenie dziecięce; **MRI** – rezonans magnetyczny; **OUN** – ośrodkowy układ nerwowy; **PMA** – post menstural age; **PR** – ubogi reperuar; **TK** – tomografia komputerowa; **USG** – ultrasonografia; **WMS** – ruchy wijące.

Tab. 1. Szczegółowe dane z badań włączonych do przeglądu zakresu literatury poświęconego wykorzystaniu GMSA w przewidywaniu MPD



Ryc. 1. Rozpoznanie MPD u dzieci z nieprawidłowymi FMs



Ryc. 2. Brak rozpoznania MPD u dzieci z prawidłowymi FMs

z 2018 roku (Kwong *et al.*, 2018) potwierdzono zasadność wykorzystania GMsA według Prechtla w predykcji MPD – szczególnie w okresie FMs. Niemniej jednak, ze względu na wspomniane już wyniki fałszywie dodatnie, podkreślono konieczność łączenia GMsA z innymi metodami oceny. Wśród badań z zastosowaniem GMsA według protokołu Prechtla dodatnia wartość predykcyjna (*positive predictive value*, PPV) wahała się od 36 do 100%, co wskazuje na zmienny, ale zauważalny odsetek wyników fałszywie dodatnich. Zakres ujemnej wartości predykcyjnej (*negative predictive value*, NPV) to 80–100%, co sugeruje mniejszy odsetek wyników fałszywie ujemnych i oznacza, że obecność prawidłowych FMów w większości przypadków wiązała się z prawidłowym wynikiem neuromotorycznym (Kwong *et al.*, 2018). Dla badań z protokołem Hadders-Algry zakres dla PPV i NPV wynosił odpowiednio 6–56% i 96–100%. Ocenę GMs można uzupełnić pomiarem wskaźnika poprawności/optimalności motorycznej (*motor optimality score*, MOS), który pozwala z dużym prawdopodobieństwem przewidzieć postać i ciężkość MPD na podstawie wczesnych objawów (Einspieler *et al.*, 2019). Obliczanie MOS możliwe jest po dokonaniu następujących ocen: jakości FMów, współwystępującego repertuaru motorycznego, innych ruchów, postawy i charakterystyki ruchu (Sharp *et al.*, 2018). Wynik w przedziale od 25 do 28 punktów uważa się za optymalny (Örtqvist *et al.*, 2021). Użyteczność MOS potwierdzono w badaniu przeprowadzonym w grupie 468 niemowląt: wśród dzieci z diagnozą MPD 95% nie miało ruchów drobnookrężnych, a wszystkie miały nieoptymalny MOS, który silnie korelował z poziomem GMFCS (Gross Motor Function Classification System). MOS >14 często związany był z klasyfikacją GMFCS na poziomie I i II, a MOS >8 – z klasyfikacją na poziomie IV i V. Obecność nieprawidłowych ruchów takich jak odgięcie tułowia w łuk lub powtarzalne ruchy kurczowo-zsynchronizowane wiązała się z wyższymi poziomami GMFCS (od III do V), z kolei asymetria ruchów w poszczególnych segmentach ciała – z wystąpieniem hemiplegii w późniejszym okresie życia. U dzieci z postacią dyskinetyczną MPD na etapie FMs obserwowano okrężne ruchy ramion nazywane ruchami wiatrakowymi (Einspieler *et al.*, 2019). Podjęto próbę ustalenia wskaźników klinicznych dotyczących jakości GMs, które wskazywałyby na określony typ MPD. Z analizy wynika, iż u dzieci z hemiplegią spastyczną w okresie WMs zazwyczaj występuje wzorzec PR lub CS, a następnie F– i asymetria ruchów segmentowych. Trajektoria GMs w przypadkach diplegii spastycznej to często F– poprzedzone CS. Dla tetraplegii spastycznej charakterystyczne są wczesny początek i długi czas trwania CS oraz brak ruchów drobnookrężnych. PR, F–, ruchy wiatrakowe i szeroko rozłożone palce dłoni wskazują na ryzyko rozpoznania MPD o typie dyskinetycznym. Nie zidentyfikowano trajektorii GMs typowej dla postaci ataktycznej (Novak *et al.*, 2017).

Szereg badań klinicznych, przeglądów piśmiennictwa i metaanaliz pozwoliło na opublikowanie w 2017 roku przewodnika z rekomendacjami oraz algorytmem postępowania,

sugerującego klinycystom i badaczom użycie zwalidowanych narzędzi, których wyniki umożliwiają predykcję MPD (Novak *et al.*, 2017). Podstawowe badanie kliniczne z wywiadem potwierdzającym obecność czynników ryzyka w okresie okołoporodowym, okresie niemowlęcym lub wczesnym dzieciństwie to pierwszy krok postępowania. Wybór badań obrazowych, metod oceny neurologicznej i rozwoju neuromotorycznego – drugi etap postępowania – zależy od wieku dziecka. Autorzy algorytmu zaproponowali dwa scenariusze: przed 5. miesiącem wieku skorygowanego najczulszymi narzędziami są MRI w wieku terminowego porodu (czułość 86–89%), GMsA metodą Prechtla (czułość 98%) i HINE (czułość 90%); po 5. miesiącu wieku skorygowanego rekomenduje się MRI (czułość 86–89%), HINE (czułość 90%), a także badanie z wykorzystaniem skali oceny rozwoju małych dzieci – DAYC (Developmental Assessment of Young Children; czułość – C index 83%) (Novak *et al.*, 2017). Zaleca się łączenie wymienionych metod z analizą historii medycznej pacjenta i długofalową obserwacją, umożliwiającą wyznaczanie trajektorii rozwojowych (Maitre *et al.*, 2020; Novak *et al.*, 2017). Pozytywne rezultaty wdrożenia omawianych rekomendacji do codziennej praktyki klinicznej zostały potwierdzone w Stanach Zjednoczonych: uzyskany wiek diagnozy MPD wyniósł 13 miesięcy (uprzednio 18 miesięcy) w analizie z 2017 roku (Byrne *et al.*, 2017) oraz 9,5 miesiąca (uprzednio 19,5 miesiąca) w doniesieniach z 2020 roku (Maitre *et al.*, 2020). Z kolei w Australii diagnozę wysokiego ryzyka MPD stawiano u dzieci w wieku 4,4 miesiąca, a diagnozę MPD – w wieku 8,9 miesiąca (te Velde *et al.*, 2021).

W 2021 roku McNamara i wsp. przedstawiły wyniki badania mającego na celu zidentyfikowanie priorytetowych działań, które podejmowali lekarze w Australii, co pozwalało na zdiagnozowanie MPD przed 6. miesiącem życia i w konsekwencji wdrożenie wczesnej interwencji. Ustalono trzy priorytety: 1) skierowanie na lub przeprowadzenie GMsA, 2) skierowanie na lub przeprowadzenie HINE, 3) komunikacja związana z przekazaniem informacji o diagnozie (McNamara *et al.*, 2021). W ciągu kilku najbliższych lat może się okazać, że wymienione działania staną się priorytetowe także na innych kontynentach. Co ciekawe, ponad 95% ze 159 klinycystów z Nowej Zelandii biorących udział w badaniu ankietowym oceniającym poziom świadomości wykorzystania narzędzi badawczych w diagnostyce MPD zdawało sobie sprawę z możliwości postawienia diagnozy do 12. miesiąca życia (Williams *et al.*, 2021). Wysoki poziom świadomości zastosowania w diagnozie MPD uzyskano dla MRI (94%), znacznie niższy – dla GMsA metodą Prechtla (70%) i HINE (77%). W grupie 54 klinycystów, którzy rozpoznawali MPD w ramach swojej roli zawodowej, 48% nigdy nie przeprowadziło GMsA lub HINE u dziecka <1. roku życia. Klinicyści, którzy nie stawiali diagnozy MPD ( $n = 104$ ), również wskazali na rzadkie korzystanie z wymienionych narzędzi – 74% i 54% nigdy nie używało odpowiednio GMsA i HINE u dzieci z wysokim ryzykiem MPD. Barię okazał się brak czasu, funduszy, klarownych

wytycznych i wsparcia ze strony organów zarządzających (Williams *et al.*, 2021). Wskazanie braku wytycznych jako bariery w badaniu z 2021 roku jest zastanawiające. Wytyczne odnośnie do postępowania ukierunkowanego na wczesną diagnozę MPD opublikowano bowiem w 2017 roku (Novak *et al.*, 2017), eksperci są zgodni co do wartości rekomendacji, potwierdzono też ich skuteczną implementację w Stanach Zjednoczonych i Australii (Byrne *et al.*, 2017; Maitre *et al.*, 2020; te Velde *et al.*, 2021). Niemniej podkreśla się, że wielu klinicystów wciąż waha się przed zastosowaniem zweryfikowanych narzędzi w 3.–4. miesiącu życia dziecka lub rezygnuje z omawianych tu badań. Jak sugerują Maitre i wsp. (2020), rezygnacja i/lub wahanie mogą być związane, przynajmniej w Stanach Zjednoczonych, z brakiem aktualnej wiedzy wśród klinicystów. Autorzy podkreślają istnienie luki między postępowaniem klinicznym opartym na podążaniu za najnowszymi wytycznymi ekspertów popartymi dowodami naukowymi (*evidence-based medicine*) a postępowaniem bazującym na znanym z doświadczenia, obecnie funkcjonującym podejściu (Maitre *et al.*, 2020).

Uważamy, że aktualizowane treści na temat zwalidowanych narzędzi badawczych stosowanych w diagnostyce MPD, czyli metody oceny neurologicznej – HINE i oceny rozwoju neuromotorycznego – GMsA, powinny być przedstawiane studentom kierunków medycznych w toku zajęć z pediatrii i/lub neurologii dziecięcej. Pamiętajmy jednak, że wiedza teoretyczna może nie wystarczyć do prawidłowego przeprowadzenia oceny klinicznej. Zarówno GMsA, jak i HINE wymagają odbycia certyfikowanego szkolenia. Warto zaznaczyć, że wiarygodność oceny rośnie wraz z praktyką (Maitre *et al.*, 2020), sugeruje się także, aby oceny dokonywało dwóch klinicystów (Bernhardt *et al.*, 2011). Przegląd zakresu najaktualniejszej literatury medycznej poświęconej GMsA zawarliśmy w pierwszej części cyklu prac (Rakowska *et al.*, 2021). W 2020 roku zaprezentowaliśmy przegląd piśmiennictwa dotyczący wykorzystania HINE u niemowląt w celu przewidzenia lub potwierdzenia MPD (Maćkowska *et al.*, 2020). Dużą zaletą badania HINE jest to, że można je zastosować u niemowląt już od 2. miesiąca życia. Niewątpliwymi walorami są również krótki czas realizacji, łatwość wykonania (nawet w przypadku mniej doświadczonego personelu) i ogólnodostępność. Formularz badania dostępny jest na stronie internetowej <http://hammersmith-neuro-exam.com/recording-scoring-proformas/>, wraz z wersją polskojęzyczną ([http://hammersmith-neuro-exam.com/wp-content/uploads/2020/06/HINE-Polish-translation\\_28.05.2020.pdf](http://hammersmith-neuro-exam.com/wp-content/uploads/2020/06/HINE-Polish-translation_28.05.2020.pdf)).

## WNIOSKI

Wczesna diagnoza MPD jest kluczowa dla wdrożenia szeroko rozumianej wczesnej interwencji, ukierunkowanej na wsparcie rozwoju dziecka i funkcjonowania całej rodziny. Autorzy badań włączonych do niniejszego przeglądu piśmiennictwa, a także eksperci publikujący regularnie

aktualizowane rekomendacje wskazują GMsA jako rzetelne narzędzie pomocne we wczesnym (do 6. miesiąca życia) diagnozowaniu MPD. Wykorzystanie GMsA wymaga jedynie (lub – bazując na ostatnich doniesieniach – aż) świadomości wartości predykcyjnej narzędzia i przeszkolonego personelu medycznego. Jak najwcześniejsze ustalanie rozpoznania MPD powinno być wynikiem zmian wprowadzanych w systemie opieki nad dziećmi z grup ryzyka.

## Konflikt interesów

*Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.*

## Piśmiennictwo

- Adde L, Rygg M, Lossius K et al.: General movement assessment: predicting cerebral palsy in clinical practise. *Early Hum Dev* 2007; 83: 13–18.
- Aizawa CYP, Einspieler C, Genovesi FF et al.: The general movement checklist: a guide to the assessment of general movements during preterm and term age. *J Pediatr (Rio J)* 2021; 97: 445–452.
- Aker K, Thomas N, Adde L et al.: Prediction of outcome from MRI and general movements assessment after hypoxic-ischaemic encephalopathy in low-income and middle-income countries: data from a randomised controlled trial. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2022; 107: 32–38.
- Aravamuthan BR, Fehlings D, Shetty S et al.: Variability in cerebral palsy diagnosis. *Pediatrics* 2021; 147: e2020010066.
- Aravamuthan BR, Shevell M, Kim YM et al.: Role of child neurologists and neurodevelopmentalists in the diagnosis of cerebral palsy: a survey study. *Neurology* 2020; 95: 962–972.
- Badawi N, Mcintyre S, Hunt RW: Perinatal care with a view to preventing cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2021; 63: 156–161.
- Barnes F, Graham L, Loganathan P et al.: General movement assessment predicts neuro-developmental outcome in very low birth weight infants at two years – a five-year observational study. *Indian J Pediatr* 2021; 88: 28–33.
- Bernhardt I, Marbacher M, Hilfiker R et al.: Inter- and intra-observer agreement of Prechtl's method on the qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants. *Early Hum Dev* 2011; 87: 633–639.
- Bouwstra H, Dijk-Stigter GR, Grooten HM et al.: Predictive value of definitely abnormal general movements in the general population. *Dev Med Child Neurol* 2010; 52: 456–461.
- Brogna C, Romeo DM, Cervesi C et al.: Prognostic value of the qualitative assessments of general movements in late-preterm infants. *Early Hum Dev* 2013; 89: 1063–1066.
- Byrne R, Noritz G, Maitre NL; NCH Early Developmental Group: Implementation of early diagnosis and intervention guidelines for cerebral palsy in a high-risk infant follow-up clinic. *Pediatr Neurol* 2017; 76: 66–71.
- Crowle C, Galea C, Walker K et al.: Prediction of neurodevelopment at one year of age using the General Movements Assessment in the neonatal surgical population. *Early Hum Dev* 2018; 118: 42–47.
- Crowle C, Loughran Fowlds A, Novak I et al.: Use of the general movements assessment for the early detection of cerebral palsy in infants with congenital anomalies requiring surgery. *J Clin Med* 2019; 8: 1286.
- De Bock F, Will H, Behrenbeck U et al.: Predictive value of General Movement Assessment for preterm infants' development at 2 years – implementation in clinical routine in a non-academic setting. *Res Dev Disabil* 2017; 62: 69–80.

- De Vries N, Bos A: The motor repertoire of extremely low-birthweight infants at term in relation to their neurological outcome. *Dev Med Child Neurol* 2011; 53: 933–937.
- Einspieler C, Prechtl HFR: Prechtl's assessment of general movements: a diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous system. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev* 2005; 11: 61–67.
- Einspieler C, Bos AF, Krieger-Tomantschger M et al.: Cerebral palsy: early markers of clinical phenotype and functional outcome. *J Clin Med* 2019; 8: 1616.
- Glass HC, Li Y, Gardner M et al.: Early identification of cerebral palsy using neonatal MRI and General Movements Assessment in a cohort of high-risk term neonates. *Pediatr Neurol* 2021; 118: 20–25.
- Goyen TA, Morgan C, Crowle C et al.: Sensitivity and specificity of general movements assessment for detecting cerebral palsy in an Australian context: 2-year outcomes. *J Paediatr Child Health* 2020; 56: 1414–1418.
- Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N et al.: Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers* 2016; 2: 15082.
- Guttmann K, Flibotte J, DeMauro SB: Parental perspectives on diagnosis and prognosis of neonatal intensive care unit graduates with cerebral palsy. *J Pediatr* 2018; 203: 156–162.
- Hadders-Algra M: Early diagnosis and early intervention in cerebral palsy. *Front Neurol* 2014; 5: 185.
- Herskind A, Greisen G, Nielsen JB: Early identification and intervention in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2015; 57: 29–36.
- van Iersel PAM, Bakker SCM, Jonker AJH et al.: Does general movements quality in term infants predict cerebral palsy and milder forms of limited mobility at 6 years? *Dev Med Child Neurol* 2016; 58: 1310–1316.
- Kwong AKL, Fitzgerald TL, Doyle LW et al.: Predictive validity of spontaneous early infant movement for later cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol* 2018; 60: 480–489.
- Little WJ: On the influence of abnormal parturition, difficult labours, premature birth, and asphyxia neonatorum, on the mental and physical condition of the child, especially in relation to deformities. *Dev Med Child Neurol* 1958; 1: 5–34.
- Maćkowska K, Raźniewska M, Siwiec G et al.: [Using the Hammer-smith Infant Neurological Examination Scale in infants to predict or confirm cerebral palsy – a systematic literature review]. *Neurol Dziec* 2020; 29: 57–65.
- Maitre NL, Burton VJ, Duncan AF et al.: Network implementation of guideline for early detection decreases age at cerebral palsy diagnosis. *Pediatrics* 2020; 145: e20192126.
- McNamara L, Scott KM, Boyd RN et al.: Consensus of physician behaviours to target for early diagnosis of cerebral palsy: a Delphi study. *J Paediatr Child Health* 2021; 57: 1009–1015.
- Morgan C, Crowle C, Goyen TA et al.: Sensitivity and specificity of General Movements Assessment for diagnostic accuracy of detecting cerebral palsy early in an Australian context. *J Paediatr Child Health* 2016; 52: 54–59.
- Morgan C, Romeo DM, 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.
- 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.
- Orlandi S, Raghuram K, Smith CR et al.: Detection of atypical and typical infant movements using computer-based video analysis. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2018; 2018: 3598–3601.
- Örtqvist M, Einspieler C, Ådén U: Early prediction of neurodevelopmental outcomes at 12 years in children born extremely preterm. *Pediatr Res* 2021. DOI: 10.1038/s41390-021-01564-w.
- Øberg GK, Jacobsen BK, Jørgensen L: Predictive value of general movement assessment for cerebral palsy in routine clinical practice. *Phys Ther* 2015; 95: 1489–1495.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM et al.: The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021; 372: n71.
- Pascal A, Govaert P, Ortibus E et al.: Motor outcome after perinatal stroke and early prediction of unilateral spastic cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol* 2020; 29: 54–61.
- Patel DR, Neelakantan M, Pandher K et al.: Cerebral palsy in children: a clinical overview. *Transl Pediatr* 2020; 9 (Suppl 1): S125–S135.
- Rakowska A, Tomalak S, Ostrzyżek-Przeździecka K et al.: Ocena globalnych wzorców ruchowych, część I: metoda Prechtla – aktualny stan wiedzy na podstawie przeglądu zakresu literatury. *Aktualn Neurol* 2021; 21: 189–203.
- Romeo DMM, 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.
- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A et al.: A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl* 2007; 109: 8–14.
- Seme-Ciglenecki P: Predictive value of assessment of general movements for neurological development of high-risk preterm infants: comparative study. *Croat Med J* 2003; 44: 721–727.
- Sharp M, Coenen A, Amery N: General movement assessment and motor optimality score in extremely preterm infants. *Early Hum Dev* 2018; 124: 38–41.
- Smithers-Sheedy H, Badawi N, Blair E et al.: What constitutes cerebral palsy in the twenty-first century? *Dev Med Child Neurol* 2014; 56: 323–328.
- Spittle AJ, Spencer-Smith MM, Cheong JL et al.: General movements in very preterm children and neurodevelopment at 2 and 4 years. *Pediatrics* 2013; 132: e452–e458.
- Spittle AJ, Walsh J, Olsen JE et al.: Neurobehaviour and neurological development in the first month after birth for infants born between 32–42 weeks' gestation. *Early Hum Dev* 2016; 96: 7–14.
- Stoen R, Boswell L, de Regnier RA et al.: The predictive accuracy of the General Movement Assessment for cerebral palsy: a prospective, observational study of high-risk infants in a clinical follow-up setting. *J Clin Med* 2019; 8: 1790.
- Sustersic B, Paro-Panjan D: Assessment of general movements in relation to neurologic signs at age two years. *Pediatr Neurol* 2008; 39: 108–112.
- Sustersic B, Sustar K, Paro-Panjan D: General movements of preterm infants in relation to their motor competence between 5 and 6 years. *Eur J Paediatr Neurol* 2012; 16: 724–729.
- Tricco AC, Lillie E, Zarin W et al.: PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Ann Intern Med* 2018; 169: 467–473.
- te Velde A, Morgan C, Novak I et al.: Early diagnosis and classification of cerebral palsy: an historical perspective and barriers to an early diagnosis. *J Clin Med* 2019; 8: 1599.
- te Velde A, Tantsis E, Novak I et al.: Age of diagnosis, fidelity and acceptability of an early diagnosis clinic for cerebral palsy: a single site implementation study. *Brain Sci* 2021; 11: 1074.
- Williams SA, 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.