

Wytyczne postępowania klinicznego ISUOG (zaktualizowane): Badanie ultrasonograficzne ośrodkowego układu nerwowego płodu Część II: Sposób wykonywania badania celowanego

Tłumaczył Michał Berski

Konsultowały: dr hab. n. med. Małgorzata Świątkowska-Freund, prof. GUM, Katedra Perinatologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

dr n. med. Monika Mazanek-Mościcka, redaktor naczelny „Medycyny Praktycznej – Ginekologii i Położnictwa”

Komitet ds. Standardów Klinicznych

International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG) jest organizacją naukową, która zachęca do prowadzenia praktyki klinicznej opartej na naukowych przesłankach oraz wysokiej jakości dydaktyki i badań naukowych w dziedzinie diagnostyki obrazowej w położnictwie i ginekologii. Komitet ISUOG ds. Standardów Klinicznych (Clinical Standards Committee – CSC) ma za zadanie opracowywanie wytycznych praktyki klinicznej i uzgodnionych stanowisk w postaci rekomendacji edukacyjnych w dziedzinie diagnostyki obrazowej, opartych na konsensusie ekspertów. Wytyczne te odzwierciedlają wiedzę uznaną przez ISUOG za najlepszą w danym momencie. Chociaż ISUOG dołożyło wszelkich starań, aby wytyczne cechowały się w chwili wydania wiarygodnością, ani towarzystwo, ani żaden z jego pracowników lub członków nie bierze odpowiedzialności za konsekwencje jakichkolwiek niedokładnych lub błędnych danych, opinii bądź stwierdzeń rozpowszechnionych przez CSC. Dokumenty tego komitetu nie mają na celu ustalenia standardów prawnych opieki medycznej, ponieważ na interpretację danych leżących u podstaw wytycznych mogą wpływać indywidualne okoliczności, lokalne protokoły oraz dostępne środki. Zaakceptowane wytyczne można rozpowszechniać bezpłatnie za zgodą ISUOG (info@isuog.org).

WPROWADZENIE

Wady rozwojowe ośrodkowego układu nerwowego (OUN) należą do najczęściej występujących wad wrodzonych, a ich rozpowszechnienie przy urodzeniu wynosi 14/10 000¹. Spośród nich największą częstością występowania, wynoszącą w czasie ciąży 52/100 000, odznaczają się wady cewy nerwowej². Częstość występowania wad śródczaszkowych z prawidłową cewą nerwową pozostaje nieokreślona, gdyż większość z nich prawdopodobnie nie jest wykrywana przy urodzeniu i ujawnia się dopiero w późniejszym życiu. Jednak wyniki długoterminowych badań obserwacyjnych wskazują, że nieprawidłowości te mogą dotyczyć nawet jednego na 100 urodzeń³. W czasie ciąży badanie ultrasonograficzne (USG) w kierunku wad wrodzonych OUN przeprowadza się na ogół w ramach badania przesiewowego w II trymestrze⁴, dokonując obrazowania w 3 przekrojach poprzecznych – przezkomorowym, przezwzgorzowym i przezmózdkowym; skryning obejmuje również podstawową ocenę kręgosłupa, opisaną w I części niniejszych wytycznych⁵. Warto jednak zauważyć, że niektóre wady można wykryć już w badaniu wykonywanym w I trymestrze.

W niniejszych wytycznych przedstawiono protokół diagnostycznego USG, które należy wykonać w każdym przypadku zwiększonego ryzyka wad rozwojowych OUN. Szczegółową listę wskazań do celowanego USG układu nerwowego płodu opublikowano w I części niniejszych wytycznych⁵. Powszechnie się przyjmuje,

że celowane USG układu nerwowego płodu ma znacznie większe możliwości diagnostyczne niż podstawowe badanie przesiewowe i jest szczególnie pomocne w ocenie złożonych malformacji^{6,7}. Jednak jego wykonanie wymaga wysokiego poziomu wiedzy i doświadczenia, co nie zawsze jest dostępne ze względu na ograniczone rozpowszechnienie metody.

KWESTIE OGÓLNE

Zalecenia

- Przepochwowe USG stanowi preferowaną metodę wykonywania odpowiedniego, charakteryzującego się wysoką rozdzielczością, celowanego badania układu nerwowego. Jeśli jest technicznie niewykonalne (np. w przypadku położenia miednicowego, ciąży bliźniaczej), badanie przeprowadza się z dostępu przezbrzusznego (**ZASADA DOBREJ PRAKTYKI**).
- Gdy wykonanie badania z dostępu przezpochwowego jest technicznie niemożliwe, zaleca się stosowanie głowic liniowych lub mikrokonweksowych o wysokiej rozdzielczości (częstotliwość sięgająca 8–9 MHz), ponieważ zapewniają wyższą rozdzielczość niż standardowe głowice konweksowe (**ZASADA DOBREJ PRAKTYKI**).

Podstawową zasadą wykonywania USG mózgu płodu jest obrazowanie wielopłaszczyznowe, które uzyskuje się dzięki ustawieniu głowicy w linii szwów i ciemiączek głowy płodu⁸⁻¹⁰. Jeśli płód znajduje się w położeniu główkowym, zawsze należy stosować dostęp przezpochwowy, ponieważ jest znacznie korzystniejszy niż przezbrzuszny. Przynajmniej zapewnia zarówno lepszą rozdzielczość, ze względu na wyższą częstotliwość emisji, jak i niezakłócone obrazowanie w przekrojach strzałkowym i czołowym, gdyż umożliwia ominięcie cieni akustycznych wytwarzanych przez sklepienie czaszki. W przypadku płodów w położeniu miednicowym wykonuje się badanie przez dno macicy, umieszczając głowicę na dnie macicy równolegle zamiast prostopadle do powierzchni brzucha. Często jednak do początku III trymestru można w połączeniu z USG przeprowadzić delikatny obrót zewnętrzny płodu

i należy to robić, jeśli tylko jest to technicznie wykonalne¹¹.

Badanie ultrasonograficzne układu nerwowego płodu obejmuje także ocenę kręgosłupa, której dokonuje się w przekrojach: poprzecznym, czołowym i strzałkowym, zgodnie z opisem zamieszczonym w I części niniejszych wytycznych⁵. W USG kręgosłupa położenie stożka rdzenia ocenia się w przekroju strzałkowym.

W USG układu nerwowego płodu należy uwzględnić te same pomiary co uzyskiwane zwykle w badaniu podstawowym, tzn. wymiar dwuciemieniowy, obwód głowy, szerokość komór bocznych oraz wymiar poprzeczny mózdzku. Przednio-tylny wymiar zbiornika mózdkowo-rdzeniowego nie jest mierzony rutynowo; pomiaru takiego należy dokonywać tylko wtedy, gdy istnieje podejrzenie powiększenia zbiornika. W razie potrzeby można użyć jednego z wielu dostępnych nomogramów różnych struktur mózgu^{10,12}. Poszczególne wyniki pomiarów mogą się różnić w zależności od wieku ciążowego i warunków klinicznych.

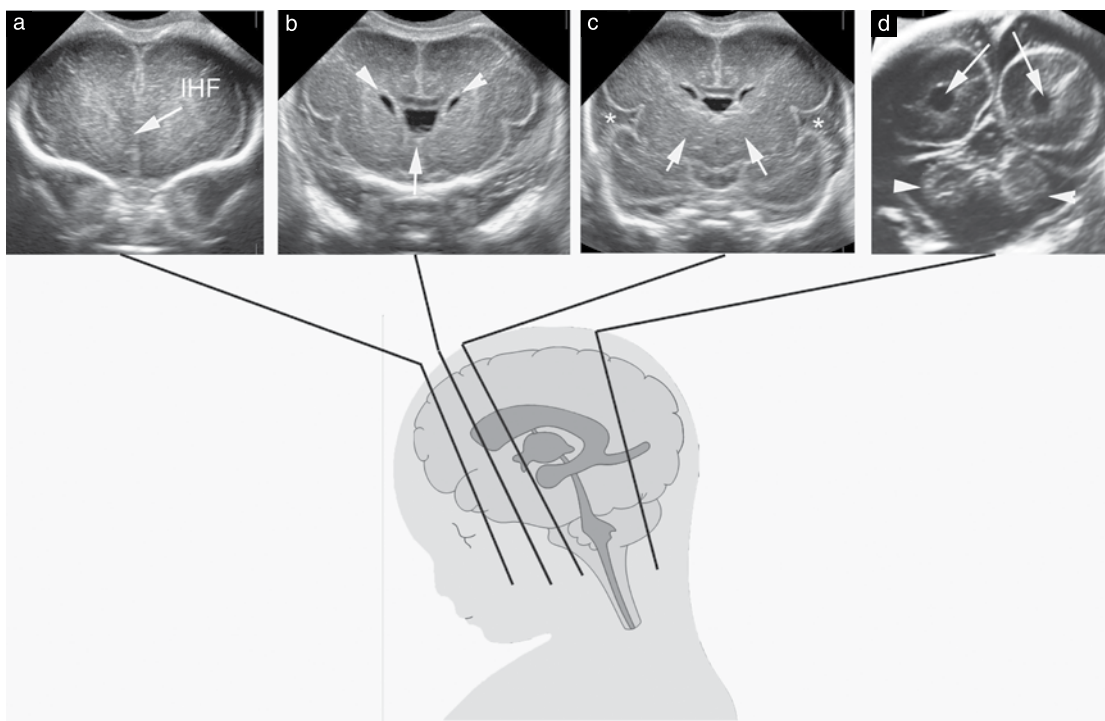
TECHNIKA ULTRASONOGRAFICZNEGO BADANIA UKŁADU NERWOWEGO

Mózg płodu

Niezależnie od tego, czy USG jest wykonywane przezpochwowo czy przezbrzuszenie, prawidłowe ustawienie głowicy we właściwych płaszczyznach wymaga zwykle delikatnej manipulacji płodem. W zależności od ułożenia płodu można wykorzystać różne przekroje¹⁰. Dokładną ocenę mózgowia przeprowadza się na ogół w 4 przekrojach czołowych i 3 strzałkowych. Poniżej przedstawiono opis różnych struktur, które można zobrazować w II i III trymestrze ciąży. Oprócz struktur anatomicznych, w USG układu nerwowego płodu powinno się również oceniać zakręty mózgu, które zmieniają się w czasie ciąży¹³⁻¹⁷.

Zalecenie

- Celowana anatomiczna ocena mózgu płodu opiera się na kontinuum przekrojów strzałkowych i czołowych. Najważniejsze przekroje opisano poniżej, ale przeszkolony ultrasonografista powinien umieć wybrać



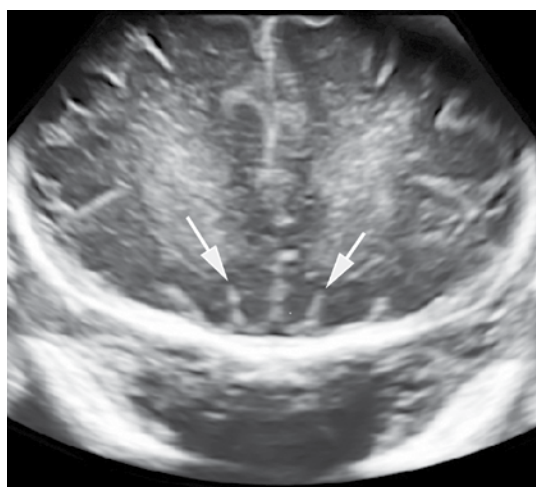
Ryc. 1. Przekroje czołowe głowy płodu. (a) Przekrój przezczołowy. Między płatkami czołowymi widoczna jest szczelina podłużna mózgu (IHF). Zobrazowano również kość klinową tworzącą sklepienie oczodołów, a także same oczodoły. (b) Przekrój przezogoniasty. Po obu stronach jamy przegrody przezroczystej (strzałka) widoczne są rogi czołowe komór bocznych (groty strzałek). Uwidoczniona także przednia część pnia ciała modzelowatego w przekroju poprzecznym ma postać lekko hipoechogenicznego pasma położonego nad jamą przegrody przezroczystej, pomiędzy rogami czołowymi. W kierunku dolnobocznym od rogów czołowych widać wyniosłości zwojowe. (c) Przekrój przezwzgórzowy. Zaznaczono wzgórze (strzałki) i wyspy (*). (d) Przekrój przezmóżdżkowy. Zaznaczono rogi potyliczne komór bocznych (strzałki) i mózdzek (groty strzałek).

i udokumentować te, które najlepiej obrazują prawidłową/nieprawidłową anatomię (**ZASADA DOBREJ PRAKTYKI**).

Przekroje czołowe (ryc. 1)

Przekrój przezczołowy (ryc. 1a). Obrazowanie w przekroju przezczołowym odbywa się przez ciemiączko przednie i umożliwia uwidocznienie szczeliny podłużnej oraz płatków czołowych mózgu. Ponieważ przekrój ten znajduje się przed ciałem modzelowatym, uwidoczniona szczelina podłużna mózgu ma zachowaną ciągłość. Do innych obrazowanych w ten sposób struktur należą kość klinowa i niekiedy oczodoły. W późnym okresie ciąży widoczne są również bruzdy węchowe^{15,18} (ryc. 2).

Przekrój przezogoniasty (ryc. 1b). Przekrój przezogoniasty uzyskuje się poprzez ustawienie głowicy bardziej z tyłu, przechylając i/lub przesuwając ją w kie-



Ryc. 2. Przekrój przezczołowy głowy płodu. Po 26. tygodniu ciąży można uwidocznnić bruzdy węchowe (strzałki) tuż nad kością klinową.

runku tylnej krawędzi ciemiączka przedniego. Jest to jeden z najważniejszych przekrojów w USG układu nerwowego płodu. Pozwala uwidocznąć rogi czołowe komór bocznych; jamę przegrody przezroczystej (trójkątną/trapezoidalną strukturę znajdującą się poniżej ciała modzelowatego i pomiędzy rogami czołowymi); przekrój poprzeczny przedniej części pnia ciała modzelowatego, uwidaczniającego się jako lekko hipoechogeniczne pasmo położone nad jamą przegrody przezroczystej i pomiędzy rogami czołowymi; sierp mózgu; wyniosłość zwojową i jądra ogoniaste.

Przekrój przezwzgórzowy (ryc. 1c). Przekrój przezwzgórzowy znajduje się stosunkowo blisko przekroju przezogoniastego. Czasem uzyskuje się go przez ciemiączko przednie dzięki ustawieniu głowicy pod pewnym kątem, a czasem przez niezarośnięty szew strzałkowy. Oba wzgórza znajdują się blisko siebie. Komora trzecia może być widoczna w linii środkowej wraz z otworami międzykomorowymi Monro; w przekroju położonym nieznacznie do tyłu obustronnie pojawia się komora boczna ze splotem naczyńkowym. W pobliżu podstawy czaszki, w linii środkowej zlokalizowany jest zbiornik międzykomorowy, w którego obrębie znajdują się naczynia krwionośne tworzące koło Willisa i skrzyżowanie nerwów wzrokowych. W tym przekroju możliwe jest również pełne uwidocznienie szczelin Sylwiusza. Ocena tego ostatniego punktu anatomicznego ma kluczowe znaczenie; w celu jego zobrazowania należy delikatnie, ale zdecydowanie nacisnąć na ciemiączko przednie, gdyż w przeciwnym razie boczne zacienienia powodowane przez kości ciemiieniowe będą utrudniać uwidocznienie wysp i okolic szczelin Sylwiusza.

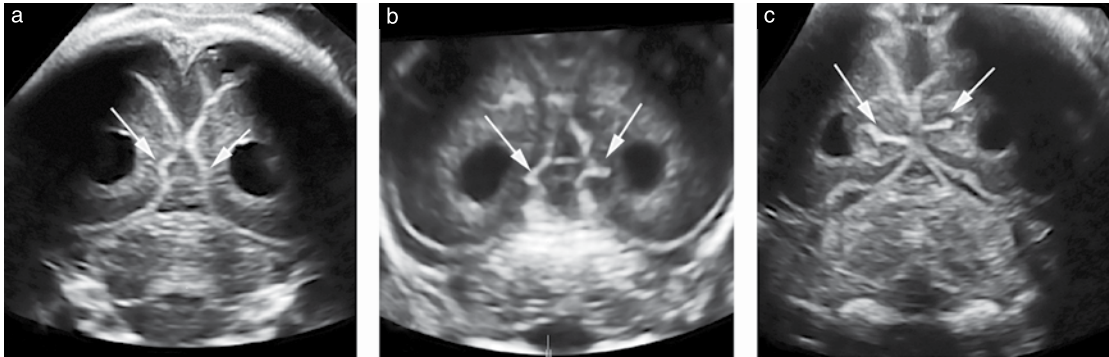
Przekrój przezmóźdżkowy (ryc. 1d). Przekrój przezmóźdżkowy jest jedynym przekrojem czołowym, który uzyskuje się przez ciemiączko tylne. Umożliwia uwidocznienie rogów potylicznych komór bocznych oraz szczeliny podłużnej mózgu. W zależności od wieku ciążowego można w nim również zobrazować bruzdę ostrogową (ryc. 3), a głębiej bruzdę ciemiieniowo-potyliczną. W płaszczyźnie tej widoczne są w przekroju poprzecznym zarówno półkule, jak i robak móźdżku. Ten ostatni ma większą echogeniczność niż półkule móźdżku.

Przekroje strzałkowe (ryc. 4)

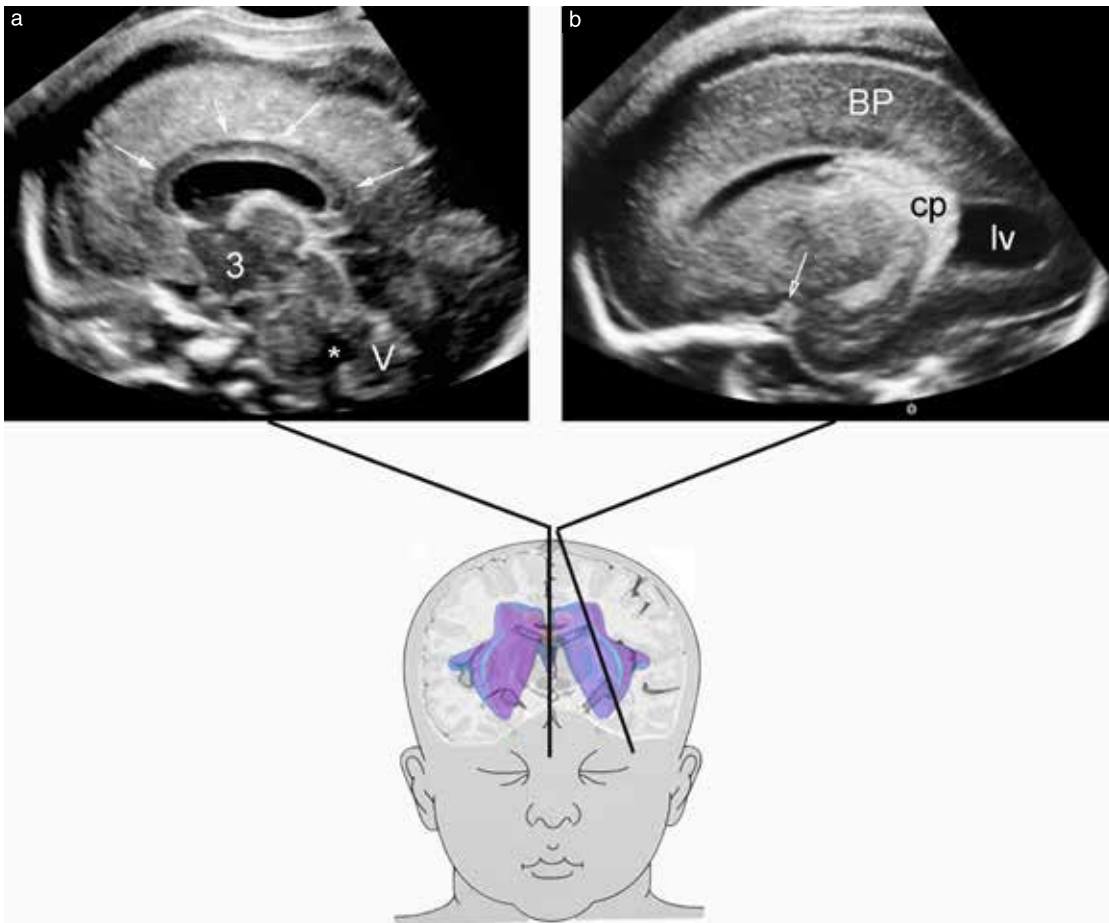
Zalecenia

- Przekrój strzałkowy pośrodkowy (pośrodkowy) jest płaszczyzną odniesienia w ocenie wszystkich głównych struktur znajdujących się w linii środkowej i ich nieprawidłowości. Aby zapewnić odpowiednią ocenę struktur anatomicznych położonych nad- i podnamiotowo, przekrój ten należy uwidocznić przez ciemiączko przednie lub tylne, a nawet przez niezarośnięty szew strzałkowy, w zależności od badanej struktury. Można to osiągnąć poprzez delikatne manipulowanie głową płodu za pomocą wolnej ręki w celu uzyskania odpowiedniej pozycji (**ZASADA DOBREJ PRAKTYKI**).
- Należy zachować ostrożność w wykorzystywaniu wyników oceny biometrycznej ciała modzelowatego jako kryteriów rozpoznania jego hipoplazji, ponieważ krótkie, cienkie lub grube ciało modzelowate niekoniecznie jest nieprawidłowe. Z tego powodu znacznie ważniejsza niż ocena ilościowa jest ocena jakościowa, polegająca na sprawdzeniu, czy wszystkie 4 części ciała modzelowatego są widoczne i prawidłowe w obrazowaniu w USG (**ZASADA DOBREJ PRAKTYKI**).

Przekrój strzałkowy pośrodkowy (pośrodkowy) przedni (ryc. 4a). Obraz w przekroju strzałkowym pośrodkowym przednim jest uzyskiwany przez ciemiączko przednie i umożliwia dobre uwidocznienie linii środkowej mózgu. W ocenie struktur podnamiotowych preferuje się badanie przez ciemiączko tylne (p. niżej). Przekrój pośrodkowy umożliwia uwidocznienie ciała modzelowatego ze wszystkimi jego składowymi. Szczególnie należy zobrazować wszystkie 4 części ciała modzelowatego – dziób, kolano, pień i płat – oraz ich ścisłe połączenie z jamą przegrody przezroczystej i komorą Vergi, jeśli takowa występuje. Poniżej jamy przegrody przezroczystej można zaobserwować komorę trzecią; ma ona postać hipoechogenicznej struktury, ale jej część przednia jest hiperechogeniczna z powodu obecności tkanki naczyńkowej. W tym przekroju widoczne są również anatomiczne struktury podnamiotowe, zwłaszcza robak móźdżku i komora czwarta. Jednak aby odpowiednio je uwidocznić i ocenić, zaleca się wykonywanie



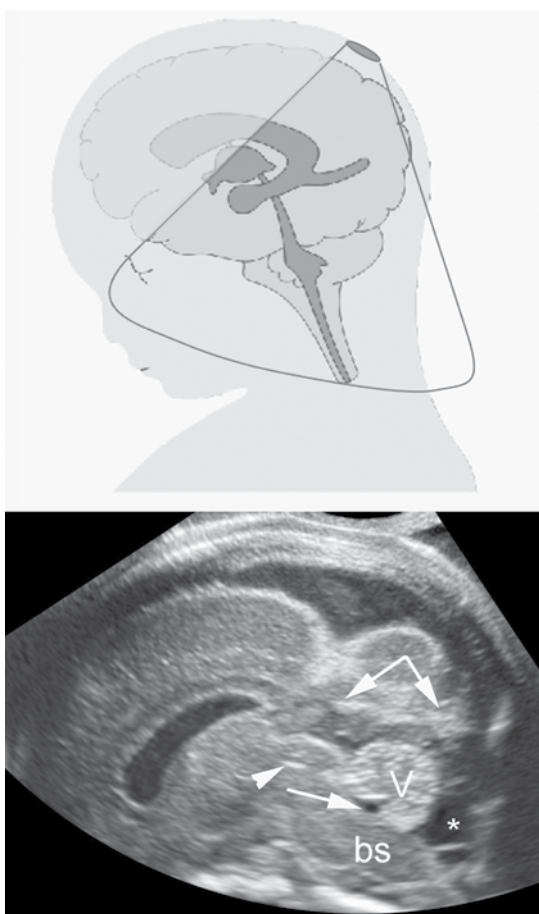
Ryc. 3. Postępujący rozwój bruzd ostrogowych (strzałki) uwidoczniony w przekroju przezmózdkowym głowy płodu: w 21. (a), 26. (b) i 31. tygodniu ciąży (c).



Ryc. 4. Przekroje strzałkowe głowy płodu. (a) Przekrój pośrodkowy przedni. Anatomiczne punkty orientacyjne możliwe do zobrazowania: środkowa część ciała modzelowatego (strzałki); poniżej jama przegrody przezroczystej z komorą Vergi (jeśli występuje); komora trzecia (3); komora czwarta (*); robak mózdzku (V). Można również uwidocznnić wodociąg Sylwiusza. (b) Przekrój przyszałkowy. Anatomiczne punkty orientacyjne możliwe do zobrazowania: kora mózgowia (BP); komora boczna (lv) ze spletem naczyniówkowym (cp); róg skroniowy; w zależności od wieku ciążowego i stopnia odchylenia bocznej główicy można uwidocznnić niewielką część szczeliny Sylwiusza (strzałka).

badania z dostępu tylnego (w przekroju pośrodkowym tylnym; p. niżej). W USG z wykorzystaniem kolorowego doplera można uwidocznnić tętnicę przednią mózgu, tętnice okołospoidłowe wraz z odgałęzieniami oraz żyłę Galena, ale jej rola w ocenie ciała modzelowatego jest marginalna.

Przekrój strzałkowy pośrodkowy (pośrodkowy) tylny (ryc. 5). Obraz w przekroju pośrodkowym tylnym uzyskuje się przez szew strzałkowy lub, lepiej, przez ciemiączko tylne. Należy zachować ostrożność, aby

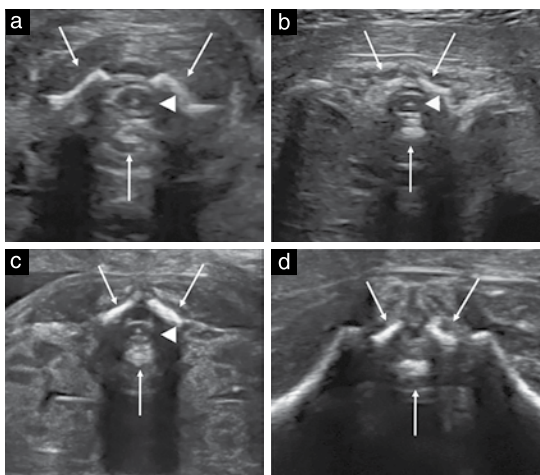


Ryc. 5. Przekrój strzałkowy pośrodkowy (pośrodkowy) tylny uzyskuje się przez naciśnięcie ciemiączka tylnego i jest najlepszym przekrojem do oceny dołu tylnego czaszki. Anatomiczne punkty orientacyjne możliwe do zobrazowania: robak mózdku (V) ze szczytową częścią stropu komory czwartej i komorą czwartą (strzałka); zbiornik mózdkowo-rdzeniowy (*); namiot (podwójna strzałka); pień mózgu (bs) z mostem. Można również uwidocznnić wodociąg Sylwiusza (grot strzałki).

uniknąć tworzenia cienia kości potylicznej, rzutującego na tylny dół czaszki oraz zbiornik mózdkowo-rdzeniowy, ograniczając lub uniemożliwiając kliniczną interpretację obrazu. Przy takim tylnym dostępie robak mózdku jest badany od góry, a wiązka ultradźwięków znajduje się pod kątem około 90° w stosunku do pnia mózgu, co stwarza najlepsze warunki do uwidocznienia tej struktury mózgu, trudnej niekiedy do zobrazowania w USG. Metoda ta umożliwi dokładną ocenę wszystkich zlokalizowanych w linii środkowej anatomicznych struktur orientacyjnych robaka mózdku i tylnego dołu czaszki, do których należą: płaszczyna pośrodkowa całego robaka mózdku ze szczytową częścią stropu komory czwartej, szczeliną pierwszą mózdku (a także szczeliną drugą mózdku, w późnym etapie ciąży) i płacikami robaka; trójkątna komora czwarta; zbiornik mózdkowo-rdzeniowy oraz pień mózgu ze śródmózgowiem, mostem i rdzeniem przedłużonym. Można również uwidocznnić górną granicę tylnego dołu czaszki, którą stanowi namiot. W tym przekroju pośrodkowym często możliwe jest zobrazowanie płynu znajdującego się w wodociągu Sylwiusza, szczególnie w II trymestrze ciąży.

Przekroje przystrzałkowe (ryc. 4b). Obraz w przekrojach przystrzałkowych uzyskuje się przez przesunięcie lub przechylenie głowicy w jedną ze stron nieco w bok od przekroju pośrodkowego. W płaszczynach tych można uwidocznnić komory boczne, sploty naczyniówkowe, okołokomorową korę mózgową oraz, głównie w III trymestrze, zakręty kory mózgowej na wypukłej powierzchni mózgu, a także różną część wysp/szczelin Sylwiusza. Widok bardziej z boku umożliwia zobrazowanie rogów skroniowych komór bocznych oraz wysp.

Przekroje dodatkowe. Powyżej opisano kluczowe przekroje, które należy uzyskać i ocenić w każdym celowanym USG układu nerwowego płodu. Jednak w zależności od celu badania można uwidocznnić inne, niekiedy bardzo przydatne pośrednie przekroje strzałkowe i czołowe, na przykład dokładna ocena dołu tylnego czaszki może wymagać uwidocznienia dodatkowych przekrojów czołowych skoncentrowanych na przekroju poprzecznym robaka mózdku.



Ryc. 6. Przekroje poprzeczne kręgosłupa płodu na różnych poziomach: szyjnym (a), piersiowym (b), lędźwiowym (c) i krzyżowym (d). Strzałki wskazują 3 punkty kostnienia kręgu. Należy zwrócić uwagę na nienaruszoną skórę pokrywającą kręgosłup. Na rycinach a–c rdzeń kręgowy jest widoczny jako hipoechogeniczna owalna struktura z białą kropką pośrodku (grot strzałki).

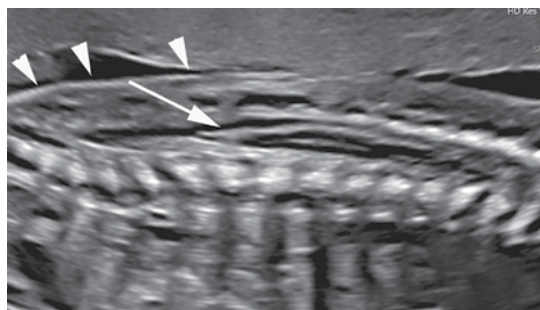
Kręgosłup płodu

Zalecenie

- Możliwość uwidocznienia stożka rdzenia kręgowego znajdującego się na brzusznej stronie kanału kręgowego, blisko trzonów kręgów, stanowi dobry wskaźnik prawidłowej struktury kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego (**ZASADA DOBREJ PRAKTYKI**).

W ocenie integralności kręgosłupa można wykorzystać 3 przekroje, a ich wybór zależy od położenia płodu. W większości przypadków możliwe jest uwidocznienie tylko 2 z tych przekrojów, ale w razie potrzeby można dokonać manipulacji płodem lub przeprowadzić trójwymiarowe (3D) USG w celu uwidocznienia trzeciego przekroju.

Przekroje poprzeczne. W przekroju poprzecznym badanie kręgosłupa ma charakter dynamiczny i polega na przesuwaniu głowicy ustawionej prostopadle do kręgosłupa wzdłuż całej długości (ryc. 6). Kręgi różnych odcinków kręgosłupa u płodu charakteryzują się różną budową: kręgi piersiowe i lędźwiowe mają trójkątny kształt z uwidaczającymi się wokół kanału nerwowego



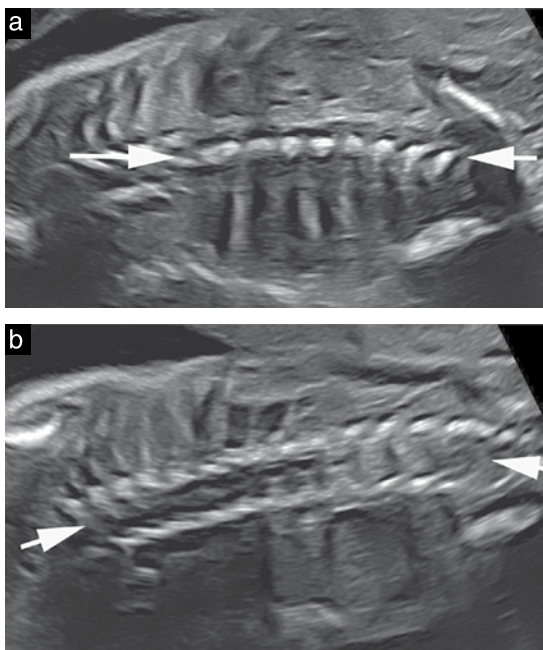
Ryc. 7. Przekrój strzałkowy kręgosłupa płodu. Dzięki wykorzystaniu nieskostniałego wyrostka kolczystego kręgu jako okna akustycznego można uwidocznić zawartość kanału kręgowego. Po 20. tygodniu ciąży stożek rdzenia (strzałka) powinien się znajdować na poziomie 2.–3. kręgu lędźwiowego (L2–L3), pozostawiając po stronie grzbietowej trójkątną strefę wypełnioną płynem mózgowo-rdzeniowym. Należy zwrócić uwagę na ciągłość skóry (groty strzałek).

go punktami kostnienia, kręgi szyjne są czworokątne, a krzyżowe – płaskie.

Przekroje strzałkowe. W przekrojach strzałkowych punkty kostnienia trzonu kręgu i łuków tylnych tworzą 2 równoległe linie, które zbiegają się w kości krzyżowej. Gdy płód jest ułożony grzbietem do przodu, można również uzyskać rzeczywisty przekrój strzałkowy, kierując wiązkę ultradźwięków poprzez nieskostniały wyrostek kolczysty, co pozwala na zobrazowanie kanału kręgowego i znajdującego się w nim rdzenia kręgowego (ryc. 7). W późnym okresie II trymestru i w III trymestrze stożek rdzenia znajduje się zwykle na poziomie 2.–3. kręgu lędźwiowego (L2–L3)^{19–21}. O prawidłowej strukturze kanału kręgowego wnioskuje się również na podstawie regularnego rozmieszczenia punktów kostnienia kręgosłupa oraz obecności tkanek miękkich pokrywających kręgosłup. Jeśli można uzyskać rzeczywisty przekrój strzałkowy, uwidocznienie stożka rdzenia w jego prawidłowym położeniu dodatkowo potwierdza rozpoznanie prawidłowej budowy kanału kręgowego (ryc. 7).

Zalecenie

- Użycie przezbrzuszných głowic liniowych/mikrokonweksowych o wysokiej częstotliwości zwiększa dokładność oceny rdzenia kręgowego i stożka rdzenia w przekroju pośrodkowym kręgosłupa (**ZASADA DOBREJ PRAKTYKI**).



Ryc. 8. Przekrój czołowy kręgosłupa płodu (strzałki). Jest on przydatny w wykluczaniu kręgu połowicznego i rozdwojenia rdzenia kręgowego. Przekrój ten można uwidocznnić na poziomie trzonów kręgowych (a) lub bardziej z tyłu, na poziomie łuków (b). Obrazowanie takie ma na celu wykluczenie nieprawidłowego odchylenia kręgosłupa.

Przekroje czołowe. W przekrojach czołowych kręgosłupa, w zależności od ustawienia wiązki ultradźwięków, uwidaczniają się jedna, 2 lub 3 równoległe linie. Odpowiadają one kolejno płaszczyznom (od brzucha w kierunku grzbietu): przechodzącej przez trzony kręgowych (jedna linia), przez trzony kręgowych i łuki tylne (3 linie) lub przez łuki tylne (2 linie; ryc. 8). Płaszczyzny te można łatwiej uwidocznnić w obrazowaniu 3D, jak omówiono poniżej.

Trójwymiarowe USG

Zalecenie

- Obrazowanie 3D jest zalecaną metodą celowanego USG układu nerwowego płodu, zwłaszcza gdy trudno jest uzyskać dobry obraz dwuwymiarowy. Metoda ta zapewnia zarówno zwiększoną rozdzielczość, jak i możliwość wielopłaszczyznowej korelacji obrazowania. **(ZASADA DOBREJ PRAKTYKI).**

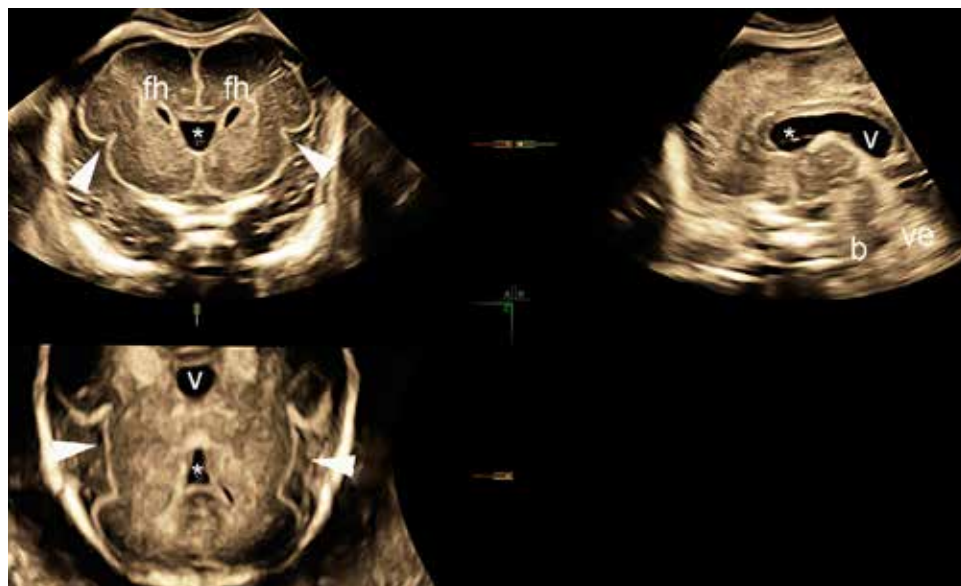
Chociaż istnieją pewne przydatne punkty orientacyjne świadczące o prawidłowym uchwyceniu przekroju strzałkowego pośrodkowego/pośrodkowego mózgu płodu (np. ciało modzelowate i robak mózdzku), drobne odchylenia od idealnego przekroju pośrodkowego nie rzadko pozostają niezauważone przez osobę przeprowadzającą badanie. Może to wpłynąć nie tylko na wyniki pomiarów, ale także na jakościową ocenę mózgu i pnia mózgu. Obrazowanie 3D w celowanym USG układu nerwowego płodu może być zatem szczególnie przydatne z dwóch względów. Po pierwsze, wielopłaszczyznowa korelacja obrazu umożliwia uzyskanie idealnych przekrojów w 3 ortogonalnych płaszczyznach (ryc. 9); po drugie, możliwość uwidocznienia grubszych „warstw” mózgu zwiększa stosunek sygnału do szumu tła we wszystkich 3 przekrojach, znacznie poprawiając jakość obrazu. Zalety te potwierdzają nasze zalecenia dotyczące stosowania techniki 3D w USG układu nerwowego płodu^{7,22,23}.

Korzyści w ocenie kręgosłupa płodu przynoszą ponadto odtwarzanie i rekonstrukcja przekrojów czołowych na poziomie trzonów kręgowych i/lub łuków tylnych²⁴ (ryc. 10).

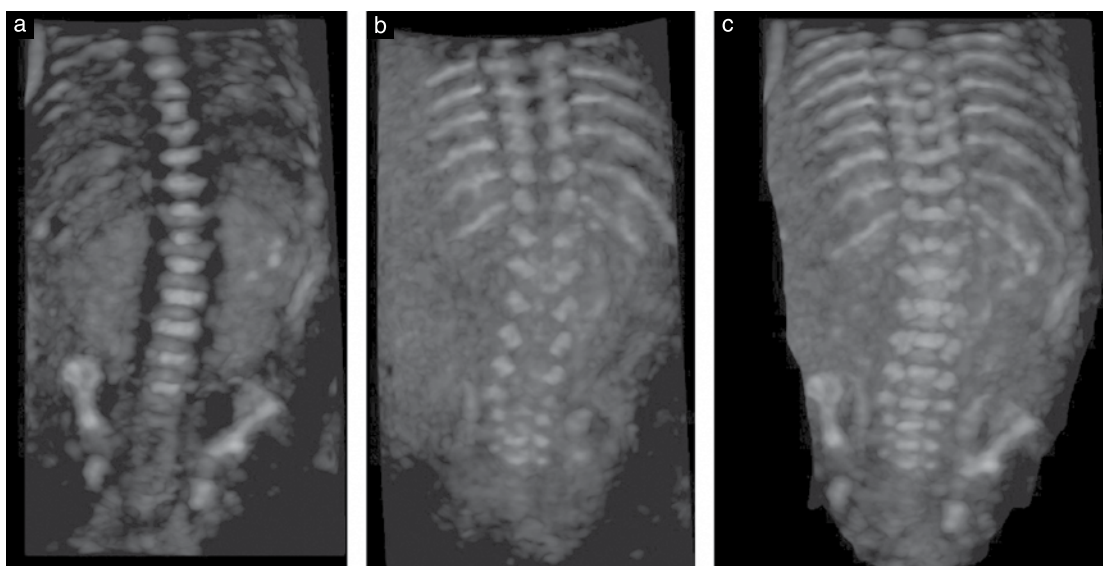
Badanie ultrasonograficzne układu nerwowego płodu w 13.–17. tygodniu ciąży

Wprowadzenie do praktyki klinicznej głowic o wysokiej częstotliwości^{25–28} i tendencja w kierunku przeprowadzania oceny anatomicznej na wcześniejszym etapie ciąży, co jest zalecane między innymi przez ISUOG^{29–31}, doprowadziły do wystawiania wczesnych skierowań w przypadkach podejrzenia wad rozwojowych mózgu lub kręgosłupa. Jednak zaawansowana ocena mózgu płodu w 13.–14. tygodniu ciąży różni się nieco od tej w 15.–17. tygodniu ze względu na szybkie zmiany, jakie zachodzą w OUN płodu w tym wieku ciążowym.

Zalecaną metodą badania jest przezpochwowe USG. Chociaż nowsze głowice przezbrzuszne o wysokiej częstotliwości umożliwiają przeprowadzenie właściwej oceny układu nerwowego płodu na wczesnym etapie – zwłaszcza jeśli wskaźnik masy ciała matki nie przekracza 25 kg/m², a badanie nie ma na celu uwidocznienia tylnego dołu czaszki płodu – to użycie głowic przezpochwowych o wyższej częstotliwości (6–12 MHz) pozwala na znacznie lepsze uwidocznienie wczesnej



Ryc. 9. Trójwymiarowa wielopłaszczyznowa korelacja obrazu znacząco ułatwia ocenę mózgu płodu. Na tym obrazie 26-tygodniowego płodu idealne ustawienie ortogonalne umożliwia widoczenie wszystkich głównych struktur mózgu w 3 przekrojach. W przekroju czołowym przegoniastym (przekrój A) widoczne są rogi czołowe (fh) komór bocznych po obu stronach jamy przegrody przezroczystej (*) i przednie części wysp (groty strzałek). W przekroju strzałkowym pośrodkowym (przekrój B) zobrazowano ciało modzelowate, jamę przegrody przezroczystej (*) i komorę Vergi (V) wraz z robakiem mózdku (ve) oraz, słabiej widoczny (z powodu kąta padania wiązki ultradźwięków), pień mózgu (b). W zrekonstruowanym przekroju poprzecznym (przekrój C) wyraźnie widoczne są wyspy (groty strzałek) wraz z jamą przegrody przezroczystej (*) i komorą Vergi (V).



Ryc. 10. Trójwymiarowa rekonstrukcja kręgosłupa płodu w 22. tygodniu ciąży z wykorzystaniem opcji *surface reendering*: przekroje czołowe. Obrazy uzyskano techniką ultrasonografii 3D z tej samej objętości, z wykorzystaniem różnych kątów padania i grubości wiązki ultradźwiękowej: (a) cienka wiązka skierowana przez trzony kręgów; (b) ta sama wiązka skierowana bardziej do tyłu w celu uwidocznienia tylnych łuków kręgów; (c) gruba wiązka ultradźwięków użyta do jednoczesnego uwidocznienia wszystkich 3 punktów kostnienia.

anatomii mózgu płodu i dokładniejszą ocenę tego obszaru anatomicznego. Przekrojami z wyboru w 13.–14. tygodniu ciąży są przekrój poprzeczny przezkomorowy (ryc. 11a) i przezwzgórzowy (ryc. 11b) w połączeniu z pośrodkowym (ryc. 11c), zrekonstruowanym z uzyskanych obrazów 3D w odróżnieniu od przekrojów poprzecznych wykorzystywanych na późniejszym etapie ciąży. Takie obrazowanie we wczesnym wieku ciążowym jest możliwe ze względu na znacznie mniejszy stopień skostnienia czaszki płodu. W połączeniu z wykorzystaniem obrazowania wielopłaszczyznowego umożliwia to uzyskanie doskonałych obrazów układu komór i całego mózgu w przekrojach pośrodkowym i czołowym, chociaż uwagę w tym wieku ciążowym często skupia się głównie na międzymózgowiu i dole tylnym czaszki (ryc. 11c i 11d)³¹. Potrzeba oceny przekrojów poprzecznych wynika ze zwiększającej się liczby danych potwierdzających możliwość wczesnego rozpoznania otwartego rozszczepu kręgosłupa^{32,33}. Wszystkie opisywane objawy ultrasonograficzne są spowodowane wyciekaniem płynu mózgowo-rdzeniowego przez otwartą dysrafię kręgosłupa. Najważniejszymi przekrojami umożliwiającymi wykrycie tych objawów są przekrój przezkomorowy^{34,35} (ryc. 11a) i pośrodkowy tylny^{29,32} (ryc. 11c). Ten ostatni stanowi również płaszczyznę odniesienia we wczesnej ocenie torbielowatych nieprawidłowości robaka mózdzku^{31,36}; ze względu na duże ryzyko fałszywie dodatnich rozpoznań ocenę taką należy przeprowadzać z dużą ostrożnością, zwłaszcza gdy wykryte nieprawidłowości wydają się izolowane³⁷. W przypadku jakiegokolwiek podejrzenia otwartego rozszczepu kręgosłupa należy uzyskać bezpośredni dowód występowania wady, dokonując oceny kręgosłupa płodu głowicą przezpochwową o wysokiej rozdzielczości.

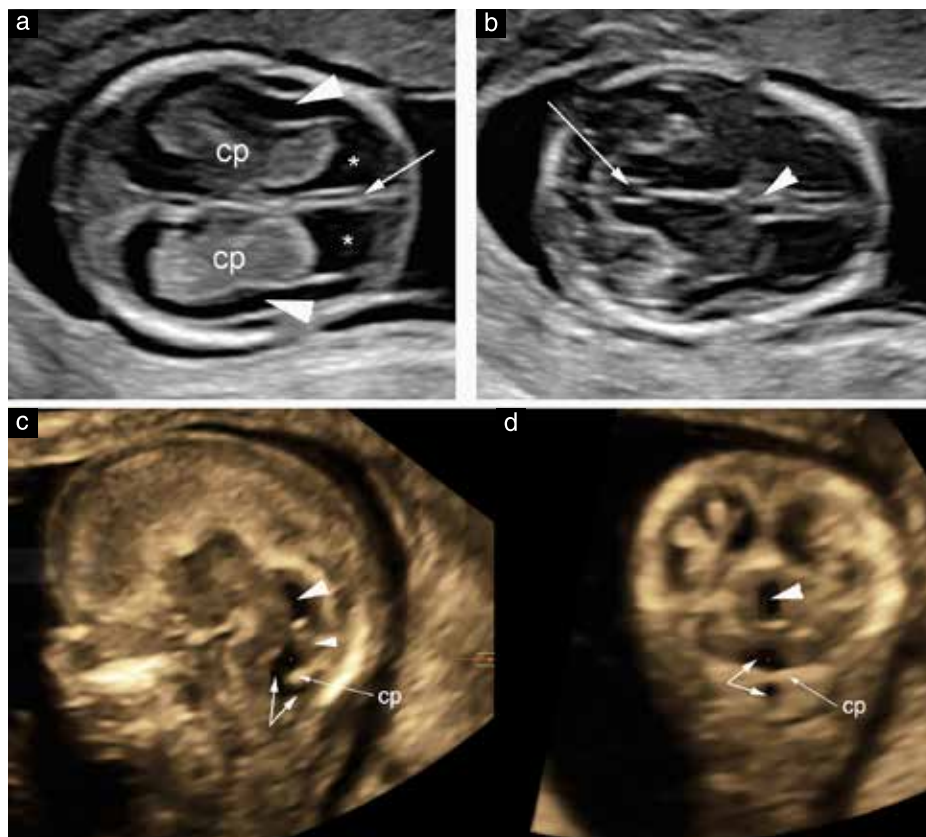
W 15.–17. tygodniu ciąży nadal obowiązuje zalecenie stosowania dostępu przezpochwowego, co umożliwia ocenę struktur niewidocznych we wcześniejszym wieku ciążowym^{10,38,39}. Ponieważ położenie głowy płodu ułatwia dostęp przez ciemiączko / szew strzałkowy (ryc. 12), preferowanymi przekrojami są czołowy i strzałkowy. Widok w przekrojach poprzecznych uzyskuje się z dostępu przezbrzusznego lub przezpochwowego po manipulacji głową płodu albo w rekonstrukcji 3D.

Przekrój przezkomorowy. W 13.–14. tygodniu ciąży w przekroju przezkomorowym można ocenić ilość płynu mózgowo-rdzeniowego wokół splotów naczyniówko-

wych, linię pośrodkową i cienką warstwę rozwijającej się kory mózgowej wokół komory bocznej (ryc. 11a). W 15.–17. tygodniu ciąży można uzyskać więcej informacji o korze mózgowej i układzie komorowym. Należy również podkreślić, że w tym wieku ciążowym wzdłuż linii środkowej często uwidacznia się owalna bezechowa struktura (ryc. 12a). Niedawno wykazano, że struktura ta, wcześniej uważana za komorę trzecią, stanowi w rzeczywistości występującą dość często *cavum veli interpositi* (ryc. 12), stwierdzaną u prawie połowy płodów w 13.–17. tygodniu ciąży³⁸.

Przekrój strzałkowy pośrodkowy/pośrodkowy. Zrekonstruowany w 13.–14. tygodniu ciąży przekrój strzałkowy pośrodkowy/pośrodkowy umożliwia pełną ocenę układu komór, ponieważ wodociąg jest znacznie lepiej widoczny niż na późniejszych etapach ciąży (ryc. 11c). Ponadto jest to najlepszy przekrój do oceny podnamiotowych struktur anatomicznych w przypadkach, w których w badaniu przesiewowym przezierności karkowej wykryto „torbielowaty tylny dół czaszki” (zwykle prawidłowy stan związany z rozwojem tych struktur)³¹. Począwszy od 14.–17. tygodnia ciąży uwidaczniają się niekiedy pierwsze oznaki obecności jamy przegrody przezroczystej³⁸ i przednich części ciała modelowatego³⁹ (ryc. 12d). W tylnym dole czaszki można ocenić anatomię rozwijającego się robaka mózdzku i pnia mózgu. Badający powinien mieć świadomość, że w tym wieku ciążowym wygląd mózdzku jest zupełnie inny od charakterystycznego dla 18.–23. tygodnia ciąży. Przykładem jest komora czwarta, która ma początkowo połączenie z kieszonką Blake’a, a gdy ta pęka, tworząc otwór Magendiego, komora łączy się ze zbiornikiem mózdkowo-rdzeniowym (ryc. 11 i 12)^{40,41}.

Chociaż możliwości wczesnej oceny anatomii płodu znacząco się poprawiły, w przypadku większości zaburzeń OUN uzasadnione jest przeprowadzenie kontrolnego USG układu nerwowego płodu po 20. tygodniu ciąży. Istotnymi wyjątkami, w których ustala się jednoznaczne rozpoznanie i nie ma konieczności przeprowadzania badania kontrolnego, są letalne lub prawie letalne wady rozwojowe, takie jak beczaszkiwie-bezmózgowie, duża przepuklina czaszkowa czy holoprocencefalia.



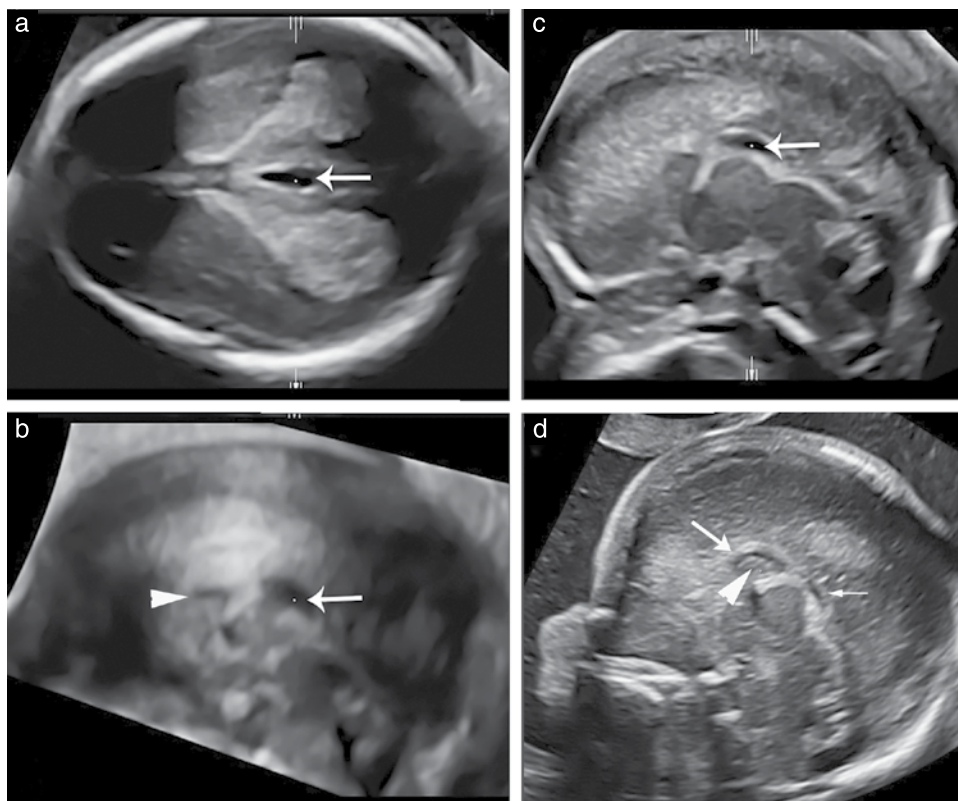
Ryc. 11. Badanie ultrasonograficzne układu nerwowego płodu w 13. tygodniu ciąży. (a) Przekrój poprzeczny przezkomorowy uwiadczniający sierp w linii środkowej (strzałka) i objaw „motyla” odpowiadający wydatnym splotom naczyniówkowym (cp) z widocznym płynem mózgowo-rdzeniowym (*). Można również zaobserwować cienki brzeg rozwijającej się kory mózgowej przyjmujący postać praktycznie bezechowego pasma tkanki (groty strzałek), otoczonego hiperechogenicznymi oponami mózgowymi na zewnętrznej powierzchni i podobnie hiperechogeniczną wyściółką komór na powierzchni przyśrodkowej. (b) Przekrój poprzeczny przezwzgórzowy przecina międzymózgowie i wydatny wodociąg (strzałka). Z przodu widoczny jest również sierp, podobnie jak pierwszy ślad jamy przegrody przezroczystej (CSP), ukazujący się jako nierównoległość sierpa (grot strzałki). Należy podkreślić, że CSP można uwidocznnić tylko w niektórych przypadkach, z użyciem głowic o wysokiej częstotliwości. (c i d) Przekrój strzałkowy pośrodkowy i czolowy tylny można lepiej uwidocznnić w rekonstrukcji z trójwymiarowych obrazów uzyskanych przezpochwowo, ze względu na oczywistą konieczność wielopłaszczyznowej korelacji obrazu. (c) Struktury możliwe do uwidocznienia w zrekonstruowanym przekroju strzałkowym pośrodkowym: na poziomie wodociągu Sylwiusza jest on wyraźnie widoczny (duży grot strzałki) i typowy dla tego wieku ciążowego; hipoechogeniczne międzymózgowie znajdujące się przed wodociągiem; tylny dół czaszki z widocznym połączeniem między komorą czwartą a fizjologiczną kieszonką Blake’a (podwójna strzałka). Hiperechogeniczny splot naczyniówkowy (cp) komory czwartej ukazuje się pomiędzy tą komorą a kieszonką Blake’a, z robakiem mózdzku (mały grot strzałki) znajdującym się powyżej splotu naczyniówkowego. (d) W zrekonstruowanym przekroju czolowym tylnym, na poziomie wodociągu Sylwiusza jest on wyraźnie widoczny (grot strzałki). Poniżej komora czwarta i kieszonka Blake’a (podwójna strzałka) są oddzielone splotem naczyniówkowym komory czwartej (cp).

REZONANS MAGNETYCZNY MÓZGU PŁODU

Zalecenie

- Obrazowanie mózgu płodu metodą rezonansu magnetycznego (MRI) jest uważane za uzupełnienie USG; może przynieść istotne informacje kliniczne, jeśli zostanie przeprowadzone w celu uzyskania odpowiedzi

na konkretne pytania postawione przez neurosonologa, nierozstrzygnięte w celowanej ultrasonografii OUN płodu. Jeśli nie ma możliwości przeprowadzenia USG układu nerwowego płodu lub uzyskania jego odpowiedniej jakości, jako badanie drugiej linii można wykonać MRI, o ile wykonująca go osoba ma wystarczające przeszkolenie w zakresie MRI mózgu płodu (**ZASADA DOBREJ PRAKTYKI**).



Ryc. 12. (a-c) Badanie ultrasonograficzne układu nerwowego płodu w 15. tygodniu ciąży. (a) W przekroju poprzecznym przez komorowy widoczna jest owalna bezechowa struktura (strzałka) wzdłuż linii środkowej. (b) Zrekonstruowany z (a) obraz w przekroju strzałkowym pośrodkowym pozwala ustalić, że ze względu na położenie strukturą tą jest *cavum veli interpositi* (strzałka). W przekroju tym widoczny jest również zawiązek ciała modzelowatego (grot strzałki). (c) Na przekroju strzałkowym pośrodkowym uzyskanym w dwuwymiarowym USG u tego samego płodu widoczne są te same struktury co na ryc. b, ale w większej rozdzielczości. (d) W 16. tygodniu ciąży zawiązek ciała modzelowatego (duża strzałka) i małą jamę przegrody przezroczystej (grot strzałki) można uwidoczniać w przezpochwowym USG o wysokiej częstotliwości. Ujawnia się również zanikanie *cavum veli interpositi* (mała strzałka).

Dostępne są wytyczne ISUOG dotyczące wykonywania MRI u płodu i opisywania jego wyników, zawierające przydatne informacje na temat tej metody obrazowania⁴². Należy podkreślić, że gdy wskazanie do przeprowadzenia tego dodatkowego badania jest zasadne, a pytanie diagnostyczne jasno sprecyzowane, MRI może się znacząco przyczynić do ustalenia ostatecznego rozpoznania. Jednak MRI powinien być wykonywany tylko po USG układu nerwowego płodu i jako jego uzupełnienie, jeśli przeszkolony operator uzna to za uzasadnione w celu rozstrzygnięcia istotnych wątpliwości diagnostycznych lub klinicznych. Jak wynika z opublikowanych danych, jeśli odpowiednie USG układu nerwowego płodu jest przeprowadzone przez doświadczoną osobę, zgodnie

z kryteriami określonymi w niniejszych wytycznych, MRI jest wymagany tylko w 7–15% przypadków⁴³⁻⁴⁵. Istotne znaczenie zarówno dla dobra pacjenta, jak i uniknięcia zbędnego skierowania na MRI ma to, aby nie spieszyć się z wysuwaniem podejrzenia wad rozwojowych OUN na podstawie przesiewowego lub niewłaściwie wykonanego USG układu nerwowego płodu, niespełniającego opisanych kryteriów technicznych^{42,46}.

AUTORZY WYTYCZNYCH

Niniejsze wytyczne w imieniu ISUOG zostały opracowane przez poniższych autorów i zrecenzowane przez Komitet ds. Standardów Klinicznych.

D. Paladini, Fetal Medicine and Surgery Unit, Istituto G. Gaslini, Genua, Włochy

G. Malinger, Division of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, Lis Maternity Hospital, Tel Aviv Sourasky Medical Centre, Sackler School of Medicine, Tel Aviv University, Tel Awiw, Izrael

R. Birnbaum, Division of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, Lis Maternity Hospital, Tel Aviv Sourasky Medical Centre, Sackler School of Medicine, Tel Aviv University, Tel Awiw, Izrael

A. Monteagudo, Carnegie Imaging for Women, Obstetrics, Gynecology and Reproductive Science, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, Nowy Jork, NY, USA

G. Pilu, Obstetric Unit, Department of Medical and Surgical Sciences, University of Bologna, Bologna, Włochy

L. J. Salomon, Hopital Necker Enfants Malades, AP-HP, and LUMIERE platform, EA 7328 Université de Paris, Paryż, Francja

I. E. Timor-Tritsch, Division of Obstetrical and Gynecological Ultrasound, NYU School of Medicine, Nowy Jork, NY, USA

JAK CYTOWAĆ

Niniejsze wytyczne należy cytować następująco: ‘Paladini D, Malinger G, Birnbaum R, Monteagudo A, Pilu G, Salomon LJ, Timor-Tritsch IE. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 2: performance of targeted neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2021. <https://doi.org/10.1002/uog.23616>.

PIŚMIENNICTWO

- Tagliabue G, Tessandori R, Caramaschi F, Fabiano S, Maghini A, Tittarelli A, Vergani D, Bellotti M, Pisani S, Gambino ML, Frassoldi E, Costa E, Gada D, Crosignani P, Contiero P. Descriptive epidemiology of selected birth defects, areas of Lombardy, Italy, 1999. *Popul Health Metr* 2007; 5: 4.
- Atta CA, Fiest KM, Frolkis AD, Jette N, Pringsheim T, St Germaine-Smith C, Rajapakse T, Kaplan GG, Metcalfe A. Global Birth Prevalence of Spina Bifida by Folic Acid Fortification Status: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Public Health* 2016; 106: e24–34.
- Myriantopoulos NC. Epidemiology of central nervous system malformations. In *Handbook of Clinical Neurology*. Vinken PJ, Bruyn GW (eds). Elsevier: Amsterdam, 1977; 139–171.
- Salomon LJ, Alfirevic Z, Berghella V, Bilardo C, Hernandez-Andrade E, Johnsen SL, Kalache K, Leung KY, Malinger G, Munoz H, Prefumo F, Toi A, Lee W, Committee ICS. Practice guidelines for performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 116–126.
- Malinger G, Paladini D, Haratz KK, Monteagudo A, Pilu GL, Timor-Tritsch IE. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 1: performance of screening examination and indications for targeted neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 56: 476–484.
- Malinger G, Birnbaum R, Haratz KK. Dedicated neurosonography for recognition of pathology associated with mild-to-moderate ventriculomegaly. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 56: 319–323.
- Monteagudo A, Timor-Tritsch IE, Mayberry P. Three-dimensional transvaginal neurosonography of the fetal brain: ‘navigating’ in the volume scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 307–313.
- Malinger G, Katz A, Zakut H. Transvaginal fetal neurosonography. Supratentorial structures. *Isr J Obstet Gynecol* 1993; 4: 1–5.
- Timor-Tritsch IE, Monteagudo A. Transvaginal fetal neurosonography: standardization of the planes and sections by anatomic landmarks. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 8: 42–47.
- Timor-Tritsch IE, Monteagudo A, Pilu G, Malinger G. *Ultrasound of the fetal brain*. McGraw-Hill: New York, 2012.
- Paladini D, Donarini G, Rossi A. Indications for MRI in fetal isolated mild ventriculomegaly... ‘And then, there were none’. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 54: 151–155.
- Napolitano R, Molloholli M, Donadono V, Ohuma EO, Wanyonyi SZ, Kemp B, Yaqub MK, Ash S, Barros FC, Carvalho M, Jaffer YA, Noble JA, Oberto M, Purwar M, Pang R, Cheikh Ismail L, Lambert A, Gravett MG, Salomon LJ, Bhutta ZA, Kennedy SH, Villar J, Papageorghiou AT, International F, Newborn Growth Consortium for the 21st C. International standards for fetal brain structures based on serial ultrasound measurements from Fetal Growth Longitudinal Study of INTERGROWTH-21st Project. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 56: 359–370.
- Droulle P, Gaillat J, Schweitzer M. [Maturation of the fetal brain. Echoanatomy: normal development, limits and value of pathology]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 1984; 13: 228–236.
- Monteagudo A, Timor-Tritsch IE. Development of fetal gyri, sulci and fissures: a transvaginal sonographic study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9: 222–228.
- Cohen-Sacher B, Lerman-Sagie T, Lev D, Malinger G. Developmental milestones of the fetal cerebral cortex. A longitudinal sonographic study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 494–502.
- Toi A, Chitayat D, Blaser S. Abnormalities of the foetal cerebral cortex. *Prenat Diagn* 2009; 29: 355–371.
- Poon LC, Sahota DS, Chaemsaitong P, Nakamura T, Machida M, Naruse K, Wah YM, Leung TY, Pooh RK. Transvaginal three-dimensional ultrasound assessment of Sylvian fissures at 18–30 weeks’ gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 54: 190–198.
- Acanfora MM, Stirnemann J, Marchitelli G, Salomon LJ, Ville Y. Ultrasound evaluation of development of olfactory sulci in normal fetuses: a possible role in diagnosis of CHARGE syndrome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2016; 48: 181–184.
- Perlitz Y, Izhaki I, Ben-Ami M. Sonographic evaluation of the fetal conus medullaris at 20 to 24 weeks’ gestation. *Prenat Diagn* 2010; 30: 862–864.
- Mottet N, Saada J, Jani J, Martin A, Riethmuller D, Zerah M, Benachi A. Sonographic Evaluation of Fetal Conus Medullaris and Filum Terminale. *Fetal Diagn Ther* 2016; 40: 224–230.
- Rodriguez MA, Prats P, Rodriguez I, Comas C. Prenatal Evaluation of the Fetal Conus Medullaris on a Routine Scan. *Fetal Diagn Ther* 2016; 39: 113–116.
- Fratelli N, Taddei F, Prefumo F, Franceschetti L, Farina G, Frusca T. Interobserver reproducibility of transabdominal 3-dimensional sonography of the fetal brain. *J Ultrasound Med* 2009; 28: 1009–1013.
- Maiz N, Alonso I, Belar M, Burgos J, Irasarrri A, Molina FS, de Paco C, Pijoan JI, Plasencia W, Rodo C, Rodriguez MA, Tajada M, Tubau A. Three dimensional ultrasonography for advanced neurosonography (Neurosofe-3d). Analysis of acquisition-related factors influencing the quality of the brain volumes. *Prenat Diagn* 2016; 36: 1054–1060.
- Buyukkurt S, Binokay F, Seydaoglu G, Gulec UK, Ozgunen FT, Evruke C, Demir C. Prenatal determination of the upper lesion level of spina bifida with three-dimensional ultrasound. *Fetal Diagn Ther* 2013; 33: 36–40.
- Bronshtein M, Blumenfeld Z. Transvaginal sonography-detection of findings suggestive of fetal chromosomal anomalies in the first and early second trimesters. *Prenat Diagn* 1992; 12: 587–593.
- Pooh RK. Neurosonoembryology by three-dimensional ultrasound. *Semin Fetal Neonatal Med* 2012; 17: 261–268.
- Rottem S, Bronshtein M, Thaler I, Brandes JM. First trimester transvaginal sonographic diagnosis of fetal anomalies. *Lancet* 1989; 1: 444–445.

28. Votino C, Kacem Y, Dobrescu O, Dessy H, Cos T, Foulon W, Jani J. Use of a high-frequency linear transducer and MTI filtered color flow mapping in the assessment of fetal heart anatomy at the routine 11 to 13 + 6-week scan: a randomized trial. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012; 39: 145–151.
29. Chaoui R, Nicolaides KH. From nuchal translucency to intracranial translucency: towards the early detection of spina bifida. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 35: 133–138.
30. Salomon LJ, Alfirevic Z, Bilardo CM, Chalouhi GE, Ghi T, Kagan KO, Lau TK, Papageorgiou AT, Raine-Fenning NJ, Stirnemann J, Suresh S, Tabor A, Timor-Tritsch IE, Toi A, Yeo G. ISUOG practice guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41: 102–113.
31. Paladini D, Donarini G, Parodi S, Chaoui R. Differentiating features of posterior fossa at 12–13 weeks' gestation in fetuses with Dandy-Walker malformation and Blake's pouch cyst. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 53: 850–852.
32. Chen FC, Gerhardt J, Entezami M, Chaoui R, Henrich W. Detection of Spina Bifida by First Trimester Screening – Results of the Prospective Multicenter Berlin IT-Study. *Ultraschall Med* 2017; 38: 151–157.
33. Meller C, Aiello H, Otano L. Sonographic detection of open spina bifida in the first trimester: review of the literature. *Childs Nerv Syst* 2017; 33: 1101–1106.
34. Chaoui R, Benoit B, Entezami M, Frenzel W, Heling KS, Ladendorf B, Pietzsch V, Sarut Lopez A, Karl K. Ratio of fetal choroid plexus to head size: simple sonographic marker of open spina bifida at 11–13 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 55: 81–86.
35. Ushakov F, Sacco A, Andreeva E, Tudorache S, Everett T, David AL, Pandya PP. Crash sign: new first-trimester sonographic marker of spina bifida. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 54: 740–745.
36. Volpe P, Persico N, Fanelli T, De Robertis V, D'Alessandro J, Boito S, Pilu G, Votino C. Prospective detection and differential diagnosis of cystic posterior fossa anomalies by assessing posterior brain at 11–14 weeks. *Am J Obstet Gynecol MFM* 2019; 1: 171–183.
37. Malinger G, Lev D, Lerman-Sagie T. The fetal cerebellum. Pitfalls in diagnosis and management. *Prenat Diagn* 2009; 29: 372–380.
38. Birnbaum R, Barzilay R, Brusilov M, Wolman I, Malinger G. The normal cavum veli interpositi at 14–17 weeks: three-dimensional and Doppler transvaginal neurosonographic study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020. DOI: 10.1002/uog.22176.
39. Birnbaum R, Barzilay R, Brusilov M, Wolman I, Malinger G. The early pattern of human corpus callosum development: A transvaginal 3D neurosonographic study. *Prenat Diagn* 2020; 40: 1239–1245.
40. Babcock CJ, Chong BW, Salamat MS, Ellis WG, Goldstein RB. Sonographic anatomy of the developing cerebellum: normal embryology can resemble pathology. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 166: 427–433.
41. Contro E, Volpe P, De Musso F, Muto B, Ghi T, De Robertis V, Pilu G. Open fourth ventricle prior to 20 weeks' gestation: a benign finding? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2014; 43: 154–158.
42. Prayer D, Malinger G, Brugger PC, Cassady C, De Catta L, De Keersmaecker B, Fernandes GL, Glanc P, Goncalves LF, Gruber GM, Laifer-Narin S, Lee W, Millischer AE, Molho M, Neelavalli J, Platt L, Pugash D, Ramaekers P, Salomon LJ, Sanz M, Timor-Tritsch IE, Tutschek B, Twickler D, Weber M, Ximenes R, Raine-Fenning N. ISUOG Practice Guidelines: performance of fetal magnetic resonance imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017; 49: 671–680.
43. Malinger G, Ben-Sira L, Lev D, Ben-Aroya Z, Kidron D, Lerman-Sagie T. Fetal brain imaging: a comparison between magnetic resonance imaging and dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 23: 333–340.
44. Paladini D, Quarantelli M, Sglavo G, Pastore G, Cavallaro A, D'Armiento MR, Salvatore M, Nappi C. Accuracy of neurosonography and MRI in clinical management of fetuses referred with central nervous system abnormalities. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2014; 44: 188–196.
45. Malinger G, Paladini D, Pilu G, Timor-Tritsch IE. Fetal cerebral magnetic resonance imaging, neurosonography and the brave new world of fetal medicine. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017; 50: 679–680.
46. Di Mascio D, Sileo FG, Khalil A, Rizzo G, Persico N, Brunelli R, Giancotti A, Panici PB, Acharya G, D'Antonio F. Role of magnetic resonance imaging in fetuses with mild or moderate ventriculomegaly in the era of fetal neurosonography: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 54: 164–171.

ZAŁĄCZNIK. Klasyfikacja wiarygodności danych i siły zaleceń*poziom wiarygodności danych*

- 1++ dane pochodzące z dobrze przeprowadzonych metaanaliz, przeglądów systematycznych badań z randomizacją oraz badań z randomizacją, w których przypadku prawdopodobieństwo błędów jest bardzo małe
- 1+ dane pochodzące z dobrze przeprowadzonych metaanaliz, przeglądów systematycznych badań z randomizacją oraz badań z randomizacją, w których przypadku prawdopodobieństwo błędów jest małe
- 1- dane pochodzące z metaanaliz, przeglądów systematycznych badań z randomizacją oraz badań z randomizacją, w których przypadku prawdopodobieństwo błędów jest duże
- 2++ dane pochodzące z wysokiej jakości przeglądów systematycznych badań kliniczno-kontrolnych albo z wysokiej jakości badań kliniczno-kontrolnych lub kohortowych, w których ryzyko czynników zakłócających, błędów lub przypadku jest bardzo małe, a prawdopodobieństwo związku przyczynowego duże
- 2+ dane pochodzące z dobrze zaplanowanych badań kliniczno-kontrolnych lub kohortowych, w których ryzyko czynników zakłócających, błędów lub przypadku jest małe, a prawdopodobieństwo związku przyczynowego umiarkowane
- 2- dane pochodzące z badań kliniczno-kontrolnych lub kohortowych, w których ryzyko czynników zakłócających, błędów lub przypadku jest duże, a prawdopodobieństwo związku nieprzyczynowego istotne
- 3 dane pochodzące z badań nieeksperymentalnych, takich jak opisy przypadków i opisy serii przypadków
- 4 opinie ekspertów

stopnie zaleceń

- A co najmniej jedna metaanaliza, przegląd systematyczny lub badanie z randomizacją, których poziom wiarygodności oceniono na 1++ i których wyniki można odnieść bezpośrednio do ocenianej populacji
przegląd systematyczny badań z randomizacją albo dane pochodzące z badań, których poziom wiarygodności oceniono na 1+, a wyniki można odnieść bezpośrednio do ocenianej populacji, i cechujące się ogólną zgodnością wyników
- B dane pochodzące z badań, których poziom wiarygodności oceniono na 2++, a wyniki można odnieść bezpośrednio do ocenianej populacji, i cechujące się ogólną zgodnością wyników
ekstrapolowane dane pochodzące z badań, których poziom wiarygodności oceniono na 1++ albo 1+
- C dane pochodzące z badań, których poziom wiarygodności oceniono na 2+, a wyniki można odnieść bezpośrednio do ocenianej populacji, i cechujące się ogólną zgodnością wyników
ekstrapolowane dane pochodzące z badań, których poziom wiarygodności oceniono na 2++