

Otrzymano:
17.10.2017
Zaakceptowano:
16.02.2018
Opublikowano:
30.03.2018

Aktualny stan wiedzy na temat zastosowania ultrasonograficznych pomiarów tkanek miękkich płodu w ocenie rozwoju ciąży

Current knowledge on the use of ultrasound measurements of fetal soft tissues for the assessment of pregnancy development

Aleksandra Warska, Anna Maliszewska, Anna Wnuk, Beata Szyszka, Włodzimierz Sawicki, Krzysztof Cendrowski

Katedra i Klinika Położnictwa, Chorób Kobięcych i Ginekologii Onkologicznej, II Wydział Lekarski, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

Adres do korespondencji: Aleksandra Warska, Katedra i Klinika Położnictwa, Chorób Kobięcych i Ginekologii Onkologicznej, II Wydział Lekarski, WUM, ul. Kondratowicza 8, 03-242 Warszawa, tel. +48 326 58 18, e-mail: warska.aleksandra@gmail.com

DOI: 10.15557/JoU.2018.0008

Słowa kluczowe

położnictwo,
ciąża,
ultrasonografia,
masa płodu,
makrosomia płodu,
wewnątrzmaciczne
zahamowanie
wzrastania płodu

Keywords

obstetrics,
pregnancy,
ultrasonography,
fetal weight,
fetal macrosomia,
fetal growth
retardation

Abstract

Ultrasonography, with its detailed imaging of the fetus, is very widely used in obstetrics. The primary aim of ultrasound scanning in pregnancy is to limit the risk of obstetric complications by early detection of abnormalities, such as intrauterine growth restriction and macrosomia. Currently, morphometric formulae are used for estimating fetal weight. They utilize basic biometric parameters. However, Hadlock formula, used for fetal weight estimation, has an error rate of 20%. For this reason, researchers all over the world have been looking for other sonographic parameters correlating with fetal weight, with a higher predictive value. The current scientific reports indicate that new sonographic parameters, such as soft tissue thickness values, are useful for fetal weight assessment. The measurements can be conducted in various parts of the fetus's body, e.g. thigh, upper arm, abdomen or the subscapular area. Different types of measurements are characterized by different levels of correlation with other sonographic and anthropometric parameters as well as body mass and gestational age. Based on the reports, numerous studies proposing new fetal weight calculation formulae have been produced. Apart from soft tissue, some more advanced and detailed measurements are taken, such as those involving adipose and lean tissue or using three-dimensional ultrasound (3D), for determining fetal weight. Ultrasound measurement of subcutaneous tissue thickness in various parts of the body may prove to be a strong predictor of fetal weight, which is useful for sonographic assessment of pregnancy.

Wstęp

Ultrasonografia ma bardzo szerokie zastosowanie w położnictwie. Umożliwia m.in. szczegółowe obrazowanie płodu, przy czym badanie to ma swoją specyfikę na każdym etapie ciąży. Diagnostyka rozpoczyna się już w 4.–5.

tygodniu ciąży, kiedy możliwe jest uwidocznienie pęcherzyka ciążowego w jamie macicy, a od około 5.–6. tygodnia ciąży zauważalne jest echo zarodka⁽¹⁾. Wraz z rozwojem ciąży wzrasta liczba ocenianych parametrów oraz stopień trudności badania ultrasonograficznego. Informacje uzyskane przy użyciu tej metody dotyczące rozwijającego się

zarodka umożliwiają predykcję, diagnostykę, a także terapię wybranych patologii okresu płodowego. Do zalet badania ultrasonograficznego przede wszystkim należą jego nieinwazyjność oraz łatwość przeprowadzenia⁽¹⁾. Zgodnie z aktualnymi doniesieniami wykonywane w trakcie ciąży badania ultrasonograficzne są bezpieczne i nie wpływają na takie parametry jak: masa płodu, poród przedwczesny, stan urodzeniowy noworodka czy też śmiertelność okołoporodowa⁽²⁾. Ultrasonografia wiąże się również z pewnymi ograniczeniami, zwłaszcza w sytuacjach, kiedy uwidocznienie płodu może być utrudnione ze względu na niedogodne warunki techniczne, oraz w przypadkach otyłości u matki, łożyska zlokalizowanego na ścianie przedniej czy też małowodzia⁽³⁾. Głównym celem badań ultrasonograficznych w ciąży jest ograniczenie ryzyka powikłań położniczych dzięki wczesnemu rozpoznaniu nieprawidłowości⁽¹⁾. Można do nich zaliczyć zaburzenia wzrastania płodu, obejmujące zarówno hipertrofię, jak i hipotrofię, które częściej są spotykane w ciążach powikłanych m.in. cukrzycą, otyłością, nadciśnieniem tętniczym, nikotynizmem czy wadami genetycznymi płodu⁽¹⁾.

Zaburzenia wzrastania płodu

W ostatnich latach na całym świecie zauważono większy odsetek noworodków z dużą masą urodzeniową w stosunku do wieku ciążowego, określaną terminem makrosomii, która może być definiowana jako masa płodu przekraczająca 4500 g niezależnie od wieku płodowego lub przekraczająca 90. centyl dla danego wieku ciążowego i określonej populacji^(1,4). Natomiast w przypadku ciąż powikłanych cukrzycą szacowana masa płodu przekracza 4200 g⁽⁴⁾. Częstość występowania makrosomii w populacji ogólnej wynosi 6–14,5%, a u kobiet z cukrzycą 25–42%⁽⁵⁾. Czynniki ryzyka jej wystąpienia oprócz cukrzycy matki są: otyłość rodzącej, poród po terminie, wcześniej urodzone noworodki z makrosomią, wielorództwo, zaawansowany wiek kobiety, płody płci męskiej, hiperinsulinemia⁽⁴⁾. Makrosomia wiąże się z licznymi powikłaniami, zarówno dla matki, jak i płodu. W przypadku płodów i noworodków są to m.in.: zwiększona śmiertelność, występowanie dystocji barkowej, urazy okołoporodowe (w tym złamania kości ramiennej i obojczyka oraz uszkodzenia splotu barkowego), niska punktacja Apgar, hipoglikemia poporodowa, przedłużona żółtaczka, wady układowe, zaburzenia oddychania, hipokalcemia i zakażenia^(1,4,5). Natomiast w przypadku matek makrosomia wiąże się ze zwiększonym ryzykiem urazów okołoporodowych, w tym uszkodzeń przepony miednicy i zwieracza odbytu, zwiększonym ryzykiem ukończenia ciąży przez cięcie cesarskie, a także zwiększonym ryzykiem krwotoków poporodowych^(1,4,5). Uniknięcie powyższych komplikacji jest możliwe dzięki wczesnemu wykrywaniu makrosomii.

Innym rodzajem zaburzenia wzrastania wewnątrzmacicznego jest hipotrofia płodu. Przyjęto, że termin ten dotyczy płodów, których szacunkowa masa ciała lub obwód brzucha odpowiadają wartości poniżej 10. centyla⁽⁶⁾. Uważa się, że hipotrofia płodowa może być wynikiem zaburzeń homeostazy jednostki płodowo-łożyskowej, czyli niewy-

dolności łożyska^(1,6). Etiopatogeneza jest nadal nieznana, natomiast mechanizmy odpowiedzialne za zahamowanie wzrostu wewnątrzmacicznego można sklasyfikować jako czynniki płodowe, matczyne, łożyskowe i środowiskowe⁽¹⁾. Do najczęściej występujących należą: wiek matki >40 lat, niski wzrost matki, mała masa ciała matki, nadciśnienie tętnicze, cukrzyca z powikłaniami naczyniowymi, nikotynizm, otyłość, choroby nerek, choroby autoimmunologiczne, niedokrwistość i cholestaza ciężarnych^(1,6). Do grupy płodów z podejrzeniem hipotrofii zalicza się zarówno te, których niska masa ciała ma charakter konstytucjonalny lub uwarunkowany genetycznie, jak i stany patologiczne, takie jak wewnątrzmaciczne zahamowanie wzrastania płodu. Niska masa urodzeniowa stanowi istotny problem w położnictwie, ponieważ odpowiada za 69,6% zgonów noworodków oraz 66,4% zgonów wewnątrzmacicznych⁽⁷⁾. Najlepszą metodą diagnostyczną w przypadku tej patologii są regularne pomiary szacunkowej masy płodu lub mierzenie obwodu brzucha płodu w ciąży wysokiego ryzyka⁽⁶⁾.

Szacunkowa masa płodu

Obecnie w określaniu szacunkowej masy płodu wykorzystywane są wzory morfometryczne oparte na podstawowych parametrach biometrycznych, takich jak wymiar dwuciemieniowy, obwód główki, obwód brzucha, długość kości udowej⁽⁸⁾. Najczęściej stosowane są formuły Hadlocka oraz Sheparda, jednak wiążą się one z pewnymi ograniczeniami. Czułość i swoistość w wykrywaniu makrosomii u płodu w przypadku formuły Hadlocka wynoszą odpowiednio 62% i 93%, a w przypadku formuły Sheparda – 21% i 99%⁽⁹⁾. Stanowi to powód, dla którego badacze z całego świata poszukują innych parametrów sonograficznych korelujących z masą płodu, o wyższej wartości predykcyjnej. Do badanych parametrów płodu należą: wymiary wątroby, średnica mózdzku, długość nerek, grubość tkanek miękkich ramion, objętość kości udowej czy też pomiar odległości między policzkami⁽⁹⁻¹²⁾.

Pomiary tkanek miękkich

Pomiary tkanek miękkich w okolicy brzucha oraz łopatki u płodu

Aktualne doniesienia naukowe wskazują na przydatność w ocenie masy płodu nowych parametrów ultrasonograficznych – pomiarów grubości tkanek miękkich płodu^(4,9,11-14). Mogą być one wykonywane w różnych okolicach ciała płodu, m.in. możliwy jest pomiar grubości tkanki podskórnej uda, ramienia, brzucha czy też okolicy podłopatkowej. W zależności od rodzaju pomiaru wykazują one różny stopień korelacji z innymi parametrami ultrasonograficznymi, antropometrycznymi, masą czy też wiekiem ciążowym. Forouzer i wsp. udowodnili silną pozytywną korelację między pomiarem podskórnej tkanki tłuszczowej w okolicy brzucha płodu (*fetal abdominal soft tissue thickness*, FASTT) w trzecim trymestrze ciąży a masą płodu ($r = 0,86, p < 0,001$)⁽¹³⁾. Do badania włączonych zostało 300 pacjentek w wieku ciąży

zowym między 32. a 42. tygodniem. Metodyka polegała na ultrasonograficznym pomiarze tkanki podskórnej w przedniej jednej trzeciej obwodu brzucha, pomiędzy zewnętrzną i wewnętrzną granicą echogenicznej tkanki podskórnej. Przedział grubości tkanki tłuszczowej sięgał od 3 mm do 14 mm, ze średnią $6,7 \text{ mm} \pm 1,9^{(13)}$. Chen i wsp. przeprowadzili szerzej zakrojone badania na licznej grupie 744 pacjentek w ciąży o przebiegu fizjologicznym⁽¹⁴⁾. Wykazali, że pomiar tkanki tłuszczowej mierzony w drugim i trzecim trymestrze w okolicy brzucha płodu ($r^2 = 0,792, p < 0,0001$) oraz okolicy podłopatkowej ($r^2 = 0,302, p < 0,0001$) silnie koreluje z wiekiem płodu. Metodyka pomiaru tkanki tłuszczowej brzucha była podobna jak powyżej. Pomiar tkanki podskórnej okolicy podłopatkowej (*fetal subscapular soft tissue thickness, FSSTT*) był dokonywany po uwidocznieniu całej łopatki, przy ustawieniu znacznika pomiędzy skórą a granicą tkanki podskórnej, prostopadle do dolnego kąta łopatki. Jeszcze więcej informacji dostarczyła praca Rigano i wsp., którzy porównywali trzy grupy pacjentek: z ciążą o przebiegu fizjologicznym, obciążone cukrzycą ciążową typu G1, leczone dietą, i typu G2, leczone dietą i insuliną⁽¹⁵⁾. Zaobserwowali oni, że masa urodzeniowa noworodków nie różniła się znacząco w grupie ciąż u pacjentek z prawidłowym wynikiem testu obciążenia glukozą i pacjentek z cukrzycą ciążową leczonych dietą i insuliną, natomiast w grupie ciąż powikłanych cukrzycą leczoną samą dietą masa ta była znacznie wyższa. Pomiar grubości tkanki podskórnej znacznie się różniły pomiędzy grupą pacjentek z cukrzycą a grupą pacjentek z ciążą o przebiegu fizjologicznym między 24. a 35. tygodniem ciąży, natomiast nie było istotnych statystycznie różnic między 36. a 40. tygodniem ciąży. Autorzy powyższej pracy w swoim podsumowaniu podkreślają, że pomiar tkanki podskórnej może stanowić kolejny parametr oceny kontroli cukrzycy u ciężarnych pacjentek⁽¹⁵⁾.

Pomiar tkanek miękkich w okolicy kości ramiennej płodu

Pomiar tkanki miękkiej płodu jest możliwy również w okolicy kości ramiennej (*fetal humeral soft tissue thickness, FHSTT*). Al-Hilli w swoim badaniu wykazała, że grubość tkanki podskórnej kości ramiennej stanowi bardziej czuły parametr, ale mniej swoisty niż określenie masy przy pomocy wzoru Hadlocka⁽³⁾. Ma on też większą negatywną wartość predykcyjną niż standardowo stosowany wzór. Metodyka tego pomiaru polegała na zobrazowaniu kości ramiennej w przekroju podłużnym, a następnie rotacji głowy o 90 stopni oraz przesunięciu jej w kierunku głowy kości ramiennej, aby zmierzyć tkanki miękkie tuż poniżej głowy kości ramiennej.

Pomiar tkanek miękkich uda płodu

Kolejnym nowym parametrem ultrasonograficznym jest pomiar tkanek miękkich uda płodu (*fetal thigh soft tissue thickness, FTSTT*)⁽¹¹⁾. Dostępne są na razie pojedyncze doniesienia dotyczące tego parametru, jednak wyniki wydają się obiecujące. Według Scioscii i wsp. silnie koreluje on z obwodem brzucha płodu i masą urodzeniową nowo-

rodka⁽¹⁶⁾. Stwierdzenie to zostało wysunięte na podstawie badania przeprowadzonego w trzech etapach na łącznej liczbie 290 pacjentek (113, 108 i 69)⁽¹⁶⁾. Metodyka pomiaru polegała na zobrazowaniu kości udowej w przekroju podłużnym i zamrożeniu obrazu, a następnie zmierzeniu odległości od zewnętrznej powierzchni uda do zewnętrznej powierzchni kości udowej, prostopadle do kości, w jej środkowej części. W pierwszej fazie badań potwierdzono liniową zależność masy pourodzeniowej z obwodem głowy (*head circumference, HC*), wymiarem dwuciemiennowym (*biparietal diameter, BPD*), obwodem brzucha (*abdominal circumference, AC*), długością kości udowej (*femur length, FL*) i FTSTT. Kolejna faza polegała na ustaleniu nowej, zmodyfikowanej formuły do oszacowywania masy ciała płodu przy użyciu parametru FL oraz FTSTT. Natomiast w ostatniej fazie porównano wyniki oszacowania mas płodów za pomocą trzech formuł, dwóch dotąd dobrze znanych: Sheparda i Hadlocka oraz nowej formuły Scioscii. Autorzy wskazują na większą dokładność nowo zastosowanej formuły ($r = 0,79$), przy czym zaznaczają, że zarówno formuła Hadlocka, jak i Scioscii dają satysfakcjonujące wyniki (test Bartletta: 4,53, $p > 0,05$)⁽¹⁶⁾. Poszukuje się również zastosowania pomiarów tkanek miękkich płodów w wykrywaniu makrosomii. Han i wsp. wykazali przydatność FTSTT w rozpoznawaniu makrosomii płodu, z czułością wynoszącą 91% oraz swoistością 94%⁽¹⁷⁾. Podkreślili również, że parametr FTSTT, wykazujący pozytywną korelację z wiekiem ciążowym, może być bardziej przydatny do oszacowywania masy płodu niż pozostałe parametry ultrasonograficzne⁽¹⁷⁾. Potwierdzeniem tego jest praca Rotmenscha i wsp., którzy zauważyli, że takie parametry jak obwód brzucha, długość kości udowej i grubość tkanki podskórnej uda u płodu były znacząco wyższe w ciążach z makrosomią⁽⁹⁾. W pracy tej badano również nowy wskaźnik, jakim jest stosunek pomiaru grubości tkanki podskórnej do długości kości udowej, jednak nie wykazano znaczących różnic w przypadku ciąż z makrosomią ($p = 0,067$)⁽⁹⁾. W badaniach Chauhana i wsp. nie potwierdzono korelacji FTSTT jako czynnika predykcyjnego dużej masy urodzeniowej, ale jak sami autorzy pracy zauważają, nastąpiła duża rozbieżność czasu między poszczególnymi badaniami ultrasonograficznymi a porodem, co mogło wpłynąć na dokładność badań⁽¹⁰⁾. Temat ultrasonograficznych pomiarów FTSTT w ciążach niepowikłanych oraz ciążach wysokiego ryzyka podjęli w swojej pracy Abdalla i wsp.⁽¹⁸⁾ Zauważono, że im większa wartość FTSTT, tym większa masa ciała i długość noworodka. Wykazano istotną statystycznie korelację pomiędzy FTSTT a masą ciała kobiet przed ciążą i przed porodem, natomiast nie odnotowano zależności między FTSTT a przyrostem masy ciała podczas ciąży czy też BMI ciężarnych. Wyższe wartości FTSTT występowały u noworodków z większą masą urodzeniową między 38. a 40. tygodniem ciąży, natomiast nie została odnotowana taka zależność w ciążach w 37. i 41. tygodniu⁽¹⁸⁾.

Zastosowanie pomiarów tkanek miękkich płodu

Na bazie powyższych doniesień powstały liczne prace proponujące nowe formuły wyliczeń masy ciała^(16,19,20). Aktualnie pomiar obwodu brzucha płodu stanowi najsil-

niejszy czynnik predykcyjny masy płodu⁽¹⁹⁾. Jest on jednak obarczony dużym ryzykiem błędu, szczególnie gdy optymalne warunki do wykonania tego pomiaru nie są możliwe do spełnienia w trakcie badania⁽¹⁹⁾. Otrzymanie wysokowartościowego obrazu USG nie jest łatwe, nawet przez doświadczoną diagnostę. Pomiaru uzyskiwane z gorszej jakości wizualizacji obarczone są większą skalą błędów. Dlatego też Scioscia i wsp. opracowali nową formułę służącą określeniu szacunkowej masy ciała⁽¹⁶⁾. Na podstawie matematycznej analizy uzyskali wzór oparty na pomiarze długości kości udowej (FL) oraz grubości tkanki podskórnej uda (FTSTT). Zaletami tej formuły są łatwość wykonania badania oraz możliwość dokonania pomiarów, gdy głowa płodu znajduje się nisko w miednicy i jest niedostępna dla badającego⁽¹⁶⁾. Formuły Scioscii i Hadlocka uznano za podobnie satysfakcjonujące pod względem zdolności do oszacowania rzeczywistej masy ciała płodu, z bezwzględny średnim błędem poniżej 15% w ponad 90% przypadków^(16,20). Potwierdzeniem tych wyników jest praca Abuelghara i wsp., którzy w pierwszej kolejności zweryfikowali użyteczność formuły Scioscii, a następnie ją zmodyfikowali, aby porównać wyniki uzyskane za pomocą obu formuł⁽²⁰⁾. Według autorów obie formuły wykazywały znaczącą korelację z masą urodzeniową dziecka, jednak siła oryginalnej formuły Scioscii była wyższa – dla zmodyfikowanej $r^2 = 0,609$ ($p < 0,001$), a dla oryginalnej $r^2 = 0,957$ ($p < 0,001$)⁽²⁰⁾. Nie potwierdzając tego opublikowane w 2016 roku wyniki pracy Barros i wsp., którzy odnotowali istnienie słabej korelacji między masą oszacowaną za pomocą formuły Scioscii, czyli opartej jedynie na FL i FTSTT⁽²¹⁾. Stwierdzili również, że przy użyciu powyższej formuły dochodzi do przeszacowania większych płodów oraz niedoszacowania mniejszych. Jako przyczynę różnic autorzy wskazują małą liczbę płodów z makrosomią włączonych do ich badania. W pracy tej badania ultrasonograficzne były przeprowadzane na izbie przyjęć przez lekarzy rezydentów różniących się między sobą poziomem doświadczenia, gdyż celem było sprawdzenie zastosowania formuły właśnie dla takich warunków. Kalantari i wsp. również pracowali nad stworzeniem nowych formuł służących do oszacowywania masy płodu⁽¹⁹⁾. Do badania włączono różne kombinacje parametrów ultrasonograficznych stosowanych standardowo oraz FTSTT. Największą siłą predykcji odznaczała się wersja formuły, w której do parametrów AC, HC, FL dodano pomiar FTSTT ($r = 0,77$).

Poza pomiarami tkanek miękkich dokonywane są bardziej zaawansowane i szczegółowe pomiary, m.in. tkanki tłuszczowej oraz beztłuszczowej. Ich wyniki przedstawili w swojej pracy Bernstein i wsp. Metodyka pomiaru przeprowadzonego przez autorów polegała na zobrazowaniu przekroju podłużnego kości długich, w tym przypadku udowej i ramiennej, oraz obróceniu głowicy o 90 stopni, aby otrzymać przekrój poprzeczny kości płodu⁽²²⁾. Pomiar tkanki tłuszczowej stanowił różnicę między pomiarem całkowitej tkanki podskórnej a pomiarem tkanki beztłuszczowej, czyli mięśni i kości. Autorzy pracy zauważyli, że oba powyższe parametry wykazują unikatowy profil wzrostu. Z uwagi na przyspieszony wzrost płodu w późnej ciąży pomiary te mogą być bardziej czułym i swoistym markerem zaburzeń wzrastania płodu. Wykorzystali je również

w swoich pracach m.in. Larciprete i wsp. czy Galan i wsp., jako dokładniejszy parametr charakteryzujący budowę płodu^(23,24).

W porównaniu z licznymi pracami poświęconymi nowym pomiarom ultrasonograficznym w ciążach fizjologicznych czy z makrosomią tylko nieliczne publikacje dotyczą FTSTT w ciążach z hipotrofią. Balouet i wsp. przeprowadzili badania ultrasonograficzne na 232 płodach, wśród których tylko 39 miało zbyt małą szacunkową masę w stosunku do wieku ciążowego (SGA)⁽²⁵⁾. W tej grupie płodów ultrasonograficzna ocena tkanek miękkich uda miała wysoką pozytywną wartość predykcyjną (74%) w przewidywaniu niskiej masy urodzeniowej noworodka, z czułością 74% i swoistością 94%. W swoim badaniu Larciprete i wsp. poza płodowymi pomiarami tkanek miękkich w okolicy brzucha oraz okolicy podłopatkowej oszacowywali dodatkowo tkankę tłuszczową oraz tkankę mięśniową beztłuszczową kości ramiennej i kości udowej⁽²³⁾. Autorzy tej pracy zauważyli znacząco niższe wartości parametrów tkanki podskórnej okolicy podłopatkowej, brzucha oraz kości ramiennej u płodów z wewnątrzmacicznym zahamowaniem wzrostu. Jest to również jedno z nielicznych badań, do których zostały włączone pacjentki z nadciśnieniem tętniczym (9 z 14 badanych pacjentek miało nadciśnienie, a 2 z 14 stan przedzruciawkowy). Ciekawą obserwacją w tej kwestii mogą być badania Galana i wsp., którzy badali dwie populacje ciężarnych żyjących na różnych wysokościach, różniących się bezwzględnie wartością 1600 m⁽²⁴⁾. Autorzy zauważyli, że pomiary grubości tkanki podskórnej brzucha, uda oraz ramienia były niższe u płodów matek należących do populacji żyjącej w wyżej znajdującym się regionie. Nie znaleziono natomiast różnic w pomiarach tkanki mięśniowej między tymi dwiema populacjami. Innego zdania są Hill i wsp., którzy przebadali 240 pacjentek pod kątem parametrów tkanki podskórnej uda, łydki i brzucha płodów – u 13 wykazano opóźnione wzrastanie wewnątrzmaciczne, a u 38 dużą masę płodu. Autorzy uznali, że dla żadnej z powyższych grup parametry ultrasonograficzne nie mogą stanowić niezawodnego parametru predykcyjnego⁽²⁶⁾.

Zastosowanie technik ultrasonografii w projekcji 3D

Poza wykorzystaniem diagnostyki ultrasonograficznej dwuwymiarowej (2D) do określania masy płodu naukowcy starają się znaleźć zastosowanie dla diagnostyki ultrasonograficznej w projekcji trójwymiarowej (3D). Autorami jednej z pierwszych prac na ten temat byli Chang i wsp., którzy na podstawie pomiarów 3D uda oraz analizy uzyskanych wyników stworzyli formułę do szacowania masy płodu z większą dokładnością niż dotąd stosowanymi metodami, opierającymi się na parametrach 2D; jej procent błędu absolutnego wynosił 5,9%⁽²⁷⁾. Podobnie Liang i wsp. dokonywali pomiaru 3D ramienia, na podstawie którego szacowano masę płodu z większą dokładnością niż za pomocą standardowo stosowanych metod⁽²⁸⁾. Obie powyższe prace miały charakter doniesień wstępnych, a ultrasonograficzne pomiary 3D stanowiły jedyną zmienną w stosowanej formule. Natomiast Schild i wsp. stworzyli formułę

opartą na trójwymiarowych pomiarach objętości brzucha, uda oraz ramienia płodu, a także standardowym pomiarze 2D BPD⁽²⁹⁾. Nowa formuła obarczona była znacznie niższym średnim błędem od standardowo stosowanej formuły bazującej na pomiarach 2D. Jeszcze dokładniejsze oszacowanie masy ciała, w przypadku małych płodów (poniżej 1600 g), uzyskiwane było przez dodanie do pomiarów 3D pozostałych parametrów biometrycznych płodu, takich jak FL, HC, BPD⁽³⁰⁾. Autorzy stwierdzili, że wykorzystanie pomiarów 3D do oszacowywania masy płodu jest dokładniejsze, ale również bardziej czasochłonne – pomiar każdej kończyny trwał średnio 10–15 minut. Lee i wsp. w swoich badaniach w celu zwiększenia użyteczności technik 3D dążyli do skrócenia czasu ich wykonania do 10 sekund, dzięki użyciu komercyjnego programu⁽¹²⁾. Do badania użyto hybrydowej głowicy, co umożliwiło z pomiarów objętości uzyskać AC, FL oraz BPD. Autorzy doszli do wniosku, że włączenie objętości ramienia lub uda do pomiarów AC i BPD związane jest z większą precyzją. Średni błąd pomiaru masy ciała w stosunku do rzeczywistej wynosił 6,6%, a przy zastosowaniu standardowej formuły Hadlocka – 8,5%.

Podsumowanie

W położnictwie prawidłowe określenie masy płodu jest istotnym zagadnieniem, gdyż ma istotny wpływ na przebieg i zakończenie porodu. Nieprawidłowości w oszacowaniu

masy płodu mogą skutkować licznymi, często niebezpiecznymi powikłaniami, zarówno dla ciężarnej, jak i płodu. Aktualnie stosowana formuła Hadlocka do szacowania masy ciała jest obarczona 20-procentowym błędem, co może wynikać z umiejętności badającego, możliwości sprzętowych, warunków samego badania czy też etapu ciąży lub porodu. Dlatego pojawiają się kolejne doniesienia o nowych parametrach mogących służyć do predykcji masy płodu. Celem badaczy na całym świecie jest znalezienie parametru diagnostycznego najbardziej zbliżonego do ideału, czyli obarczonego jak najmniejszym błędem, szybkim do wykonania i powtarzalnym między różnymi badającymi. Takim parametrem może się okazać pomiar grubości tkanek miękkich płodu, zarówno w pomiarach dwu-, jak i trójwymiarowych. Aktualne doniesienia na ten temat są niejednoznaczne; badania często przeprowadzane były na małych grupach pacjentek, co znacznie zawęża ewentualne zastosowanie tych pomiarów w przyszłości. Ultrasonograficzny pomiar grubości tkanki podskórnej różnyh okolic ciała może się okazać silnym czynnikiem predykcijnym masy płodu, niezbędnym w ultrasonograficznej ocenie u ciężarnych.

Konflikt interesów

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

Piśmiennictwo

- Brebrowicz G: Położnictwo i ginekologia. Tom 1–2. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2013.
- Torloni MR, Vedmedovska N, Merialdi M, Betrán AP, Allen T, González R *et al.*: Safety of ultrasonography in pregnancy: WHO systematic review of the literature and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 599–608.
- Mudher SN, Al-Hilli N: Antepartum Detection of macrosomic fetus: Clinical versus sonographic, including humeral soft tissue thickness. *Med J Babylon* 2009; 6: 217–227.
- Zaręba-Szczudlik J, Romejko E, Ahmed S: Makrosomia płodu jako problem kliniczny – rozpoznawanie i postępowanie. *Perinatol Neonatol Ginekol* 2010; 3: 117–123.
- Łagoda K, Kobus G, Bachórzewska-Gajewska H: Wpływ cukrzycy ciążowej na rozwój płodu i noworodka. *Endokrynol Otył Zab Przem Mat* 2008; 4: 168–173.
- Lausman A, Kingdom J: Maternal Fetal Medicine Committee: Intrauterine growth restriction: screening, diagnosis, and management. *J Obstet Gynaecol Can* 2013; 35: 741–748.
- Radoń-Pokracka M, Huras H, Jach R: Wewnątrzmaciczne zahamowanie wzrastania płodu – diagnostyka i postępowanie. *Przegl Lek* 2015; 72: 376–382.
- Gabbe S, Niebyl J, Simpson J, Landon M, Galan H, Jauniaux E *et al.*: *Obstetrics: Normal and Problem Pregnancies*. Elsevier, Philadelphia 2016.
- Rotmensch S, Celentano C, Liberati M, Malinger G, Sadan O, Bellati U *et al.*: Screening efficacy of the subcutaneous tissue width/femur length ratio for fetal macrosomia in the non-diabetic pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 13: 340–344.
- Chauhan SP, West DJ, Scardo JA, Boyd JM, Joiner J, Hendrix NW: Antepartum detection of macrosomic fetus: Clinical versus sonographic, including soft-tissue measurements. *Obstet Gynecol* 2000; 95: 639–642.
- Luo H, Zhou S, Yang T, Liu S, Xu H: [Ultrasonic multiple measurement estimation of fetal weight in parturient]. *Hua Xi Yi Ke Da Xue Xue Bao* 2001; 32: 618–620.
- Lee W, Balasubramaniam M, Deter RL, Yeo L, Hassan SS, Gotsch F *et al.*: New fetal weight estimation models using fractional limb volume. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 34: 556–565.
- Forouzmehr A, Shahrokh A, Molaei M: Estimation of birth weight using sonographically measured fetal abdominal subcutaneous tissue thickness. *Iran J Radiol* 2004; 2: 47–49.
- Chen L, Wu JJ, Chen XH, Cao L, Wu Y, Zhu LJ *et al.*: Measurement of fetal abdominal and subscapular subcutaneous tissue thickness during pregnancy to predict macrosomia: a pilot study. *PLoS One* 2014; 9: e93077.
- Rigano S, Ferrazzi E, Radaelli T, Cetin ET, Pardi G: Sonographic measurements of subcutaneous fetal fat in pregnancies complicated by gestational diabetes and in normal pregnancies. *Croat Med J* 2000; 41: 240–244.
- Scioscia M, Scioscia F, Vimercati A, Caradonna F, Nardelli C, Pinto LR *et al.*: Estimation of fetal weight by measurement of fetal thigh soft-tissue thickness in the late third trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31: 314–320.
- Han Y, Lin H, Liu Y: Ultrasonic measurements of fetal thigh soft tissue thickness in the estimation of fetal weight. *Zhonghua Fu Chan Ke Za Zhi* 1998; 33: 277–279.
- Abdalla N, Bachanek M, Kania M, Roguska M, Cendrowski K, Sawicki W: [Correlation between ultrasonographic measurement of fetal thigh soft-tissue thickness and selected fetal ultrasonographic and maternal anthropometric parameters]. *Ginekol Pol* 2015; 86: 915–920.
- Kalantari M, Negahdari A, Roknsharifi S, Qorbani M: A new formula for estimated fetal weight: The impression of biparietal diameter, abdominal circumference, mid-thigh soft tissue thickness and femoral length on birth weight. *Iran J Reprod Med* 2013; 11: 933–938.

20. Abuelghar W, Khairy A, El Bishry G, Ellaithy M, Abd-Elhamid T: Fetal mid-thigh soft-tissue thickness: A novel method for fetal weight estimation. *Arch Gynecol Obstet* 2014; 290: 1101–1108.
21. Barros JG, Reis I, Pereira I, Clode N, Graça LM: Estimation of fetal weight during labor: still a challenge. *Rev Bras Ginecol Obstet* 2016; 38: 4–8.
22. Bernstein IM, Goran MI, Amini SB, Catalano PM: Differential growth of fetal tissues during the second half of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1997; 176: 28–32.
23. Larciprete G, Valensise H, Di Pierro G, Vasapollo B, Casalino B, Arduini D *et al.*: Intrauterine growth restriction and fetal body composition. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 258–262.
24. Galan HL, Rigano S, Radaelli T, Cetin I, Bozzo M, Chyu J *et al.*: Reduction of subcutaneous mass, but not lean mass, in normal fetuses in Denver, Colorado. *Am J Obstet Gynecol* 2001; 185: 839–844.
25. Balouet P, Hamel P, Domessent D, Allouche C, Speckel D, Barjot P *et al.*: Fetal weight estimation by limb fat measurement: Small for age fetuses diagnosis application. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 1994; 23: 64–68.
26. Hill LM, Guzick D, Boyles D, Merolillo C, Ballone A, Gmitter P: Subcutaneous tissue thickness cannot be used to distinguish abnormalities of fetal growth. *Obstet Gynecol* 1992; 80: 268–271.
27. Chang FM, Liang RI, Ko HC, Yao BL, Chang CH, Yu CH: Three-dimensional ultrasound-assessed fetal thigh volumetry in predicting birth weight. *Obstet Gynecol* 1997; 90: 331–339.
28. Liang RI, Chang FM, Yao BL, Chang CH, Yu CH, Ko HC: Predicting birth weight by fetal upper-arm volume with use of three-dimensional ultrasonography. *Am J Obstet Gynecol* 1997; 177: 632–638.
29. Schild RL, Fimmers R, Hansmann M: Fetal weight estimation by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 445–452.
30. Schild RL, Maringa M, Siemer J, Meurer B, Hart N, Goecke TW *et al.*: Weight estimation by three-dimensional ultrasound imaging in the small fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 168–175.