

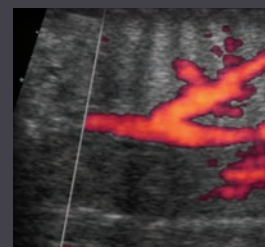
CALLLEN
ULTRASONOGRAFIA
W POŁOŻNICTWIE
I GINEKOLOGII

WYDANIE 6

MARY E.
NORTON

LESLIE M.
SCOUTT

VICKIE A.
FELDSTEIN



TOM 1

Redakcja wydania polskiego
ROMUALD DĘBSKI

CALLEN

ULTRASONOGRAFIA

W POŁOŻNICTWIE

I GINEKOLOGII

WYDANIE 6

Tom I

MARY E.

NORTON, MD

Professor
Obstetrics, Gynecology, and Reproductive
Sciences
University of California San Francisco
School of Medicine
San Francisco, California

LESLIE M.

SCOUTT, MD

Professor of Radiology and Vascular
Surgery
Yale University
School of Medicine
New Haven, Connecticut

VICKIE A.

FELDSTEIN, MD

Professor
Radiology and Biomedical Imaging
Obstetrics, Gynecology, and
Reproductive Sciences
University of California San Francisco
School of Medicine
San Francisco, California

Redakcja wydania polskiego

ROMUALD DĘBSKI

Tytuł oryginału: *Callen's Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology*
6th edition

This edition of Chapters 1-8, 38 and Appendices A-D of *Callen's Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology* by Mary E. Norton, Leslie M. Scoutt, Vickie A. Feldstein is published by arrangement with Elsevier Inc.

Rozdziały 1-8, 38 oraz Dodatki A-D książki *Callen's Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology* (autorzy: Mary E. Norton, Leslie M. Scoutt, Vickie A. Feldstein) zostały opublikowane zgodnie z umową z Elsevier Inc.

Copyright © 2017 by Elsevier, Inc. All rights reserved.

ISBN 978-0-323-32834-0

Tłumaczenie niniejszej publikacji zostało podjęte przez wydawnictwo **EDRA URBAN & PARTNER** na jego własną odpowiedzialność. Lekarze kliniczni oraz prowadzący badania naukowe, oceniając oraz wykorzystując jakiegokolwiek opisane tu informacje, metody, związki chemiczne czy eksperymenty, muszą zawsze opierać się na swoim osobistym doświadczeniu i wiedzy. Ze względu na szybko dokonujący się postęp w dziedzinie nauk medycznych należy w szczególności zwrócić uwagę na niezależną weryfikację rozpoznania oraz dawkowania leków. W najpełniejszym zakresie dozwolonym przepisami prawa Elsevier, autorzy, redaktorzy ani inne osoby, które przyczyniły się do powstania niniejszej publikacji, nie ponoszą żadnej odpowiedzialności w odniesieniu do jej tłumaczenia ani za jakiegokolwiek obrażenia czy zniszczenia dotyczące osób czy mienia związane z wykorzystaniem produktów, zaniedbaniem lub innym niedopatrzeniem ani też wynikające z zastosowania lub działania jakichkolwiek metod, produktów, instrukcji czy koncepcji zawartych z przedstawionym tu materiale.

© Copyright for the Polish edition by Edra Urban & Partner, Wrocław 2018

Redakcja naukowa II wydania polskiego: prof. CMKP dr hab. med. Romuald Dębski

Tłumaczenie z języka angielskiego:

lek. med. Martyna Bednorz – Dodatki A-D
lek. med. Anita Błażejewska – rozdz. 4, 5, 9
lek. med. Dagmara Filipecka-Tyczka – rozdz. 2, 7, 8
lek. med. Robert Jędra – rozdz. 6
dr n. med. Anna Kajdy – rozdz. 2
lek. med. Katarzyna Muzyka-Placzyńska – rozdz. 1, 3

Autorzy tłumaczenia I wydania polskiego: lek. med. Edyta Baj-Chojcka, lek. med. Anita Błażejewska, lek. med. Jerzy Chojcki, dr n. med. Marzena Dębska, lek. med. Aneta Dudel, Ewa Kretowicz, lek. med. Piotr Kretowicz, lek. med. Anna Michałowska, lek. med. Jan Olek, lek. med. Andrzej Zieliński

Prezes Zarządu: Giorgio Albonetti
Dyrektor Wydawniczy: lek. med. Edyta Błażejewska
Redaktor prowadzący: Renata Wręczycka
Redaktor tekstu: Lidia Kwiecień
Opracowanie skorowidza: Aleksandra Ozga

ISBN 978-83-66067-12-7

Edra Urban & Partner
ul. Kościuszki 29, 50-011 Wrocław
tel. 071 7263835
biuro@edraurban.pl

www.edraurban.pl

Łamanie i przygotowanie do druku: Marta Radlak
Druk: Opolgraf

CZĘŚĆ I Badania ultrasonograficzne w położnictwie

1 Badanie ultrasonograficzne w położnictwie, 2

Peter W. Callen, Mary E. Norton

2 Genetyka i prenatalne badania genetyczne, 25

Mary E. Norton, Britton D. Rink

3 Ultrasonograficzna ocena ryzyka wystąpienia aneuploidii w pierwszym i drugim trymestrze, 61

Katherine R. Goetzinger, Anthony O. Odibo

4 Badanie ultrasonograficzne we wczesnym pierwszym trymestrze ciąży, 88

Peter M. Doubilet, Carol B. Benson

5 Ocena anatomii zarodka i płodu w pierwszym trymestrze ciąży, 105

Amanda S. Trudell, Anthony O. Odibo

6 Biometria i wzrastanie płodu, 127

Carol B. Benson, Peter M. Doubilet

7 Ultrasonograficzna ocena ciąży wielopłodowej, 143

Lynn L. Simpson

8 Ultrasonograficzna ocena prawidłowej anatomii płodu, 170

Tara A. Morgan, Vickie A. Feldstein, Roy A. Filly

9 Artefakty, pułapki i warianty anatomiczne, 239

Peter W. Callen

Dodatek A Pomiary często wykorzystywane w celu oceny szacunkowego wieku płodu i biometrii płodu, 304

Dodatek B Pomiary wykorzystywane do oceny masy płodu, wielkości oraz proporcji ciała, 323

Dodatek C Ocena objętości płynu owodniowego, 352

Dodatek D Ocena stanu płodu za pomocą diagnostyki dopplerowskiej (bez oceny serca), 356

Index, 362

Badania ultrasonograficzne w położnictwie

Badanie ultrasonograficzne w położnictwie

Peter W. Callen, Mary E. Norton

PODSUMOWANIE NAJWAŻNIEJSZYCH INFORMACJI

- W ostatnich latach można zaobserwować ogromny rozwój technologii związanej z ultrasonografią, w tym udoskonalenie rozdzielczości przestrzennej oraz rozdzielczości kontrastu, rutynowe wykonywanie badań z obrazowaniem trójwymiarowym (3D), także w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem głowic objętościowych (4D), poszerzenie wskazań do wykonywania badań w trybie kolorowego oraz spektralnego dopplera, ulepszenie głowic ultrasonograficznych oraz powstanie komputerowych stanowisk umożliwiających oglądanie i interpretację wykonanych zdjęć.
- Obrazowanie coraz lepszej jakości niesie ze sobą ryzyko nadrozpoznawalności, a znaleziska nieistotne klinicznie, o których informuje się pacjentkę, mogą być powodem zbędnego stresu.
- Mimo istnienia dowodów, że ultrasonografia jest badaniem bezpiecznym dla płodu przy jej rozsądnym stosowaniu, został ogłoszony postulat, by ocena przepływów w naczyniach płodu z użyciem techniki dopplerowskiej była wykonywana jedynie w przypadku wskazań medycznych.
- Pozamedyczne zastosowanie ultrasonografii w celach psychologicznych czy wręcz rozrywkowych jest odradzane przez takie organizacje, jak Amerykański Instytut Ultrasonografii w Medycynie (*The American Institute of Ultrasound in Medicine AIUM*).
- Tylko osoby po odpowiednim przeszkoleniu powinny wykonywać badania ultrasonograficzne i interpretować ich wyniki.
- Należy przestrzegać ustalonych wytycznych rozpoznawania ciąży obumarłej w badaniu przezpochwowym u pacjentek z niepewną diagnozą.
- Chociaż wczesne rozpoznanie nieprawidłowości anatomicznych płodu może mieć duże znaczenie kliniczne, to jednak najważniejsze jest postawienie pewnej, jednoznacznej diagnozy. W przypadku podejrzenia nieprawidłowości należy wykonać badanie kontrolne.
- Pomiar wykonany na etapie wczesnej ciąży w większości przypadków są bardziej dokładne niż pomiary wykonane w ciąży donoszonej.
- Wprawdzie diagnoza wielowodzia i małowodzia może być postawiona na podstawie subiektywnej oceny, należy jednak również dokonać obiektywnych pomiarów: maksymalnej kieszonki płynowej (*deepest vertical pocket*, DVP) lub indeksu płynu owodniowego (*amniotic fluid index*, AFI).
- Preferuje się raczej podawanie odległości między dolnym brzegiem łożyska a ujściem wewnętrznym szyjki macicy niż używanie terminów, które mogą być mylnie interpretowane (np. łożysko brzeżnie przodujące).
- Jeżeli w ciąży wykonuje się tylko jedno badanie ultrasonograficzne lub badanie jest ukierunkowane na poszukiwanie wad płodu, to najlepiej wykonać je między 18 a 20 tygodniem ciąży.
- Położnicze badanie ultrasonograficzne może wiązać się ze wszystkimi możliwymi błędami, do których może dojść podczas procesu diagnostycznego.
- Badanie ultrasonograficzne jest nieinwazyjną, bezpieczną procedurą o wysokim stopniu akceptacji przez pacjentów, dostarczającą bardzo wielu przydatnych danych.

TREŚĆ

Bezpieczeństwo badania ultrasonograficznego, 3

Wskazania do badania ultrasonograficznego w położnictwie, 5

Kto powinien wykonywać badania ultrasonograficzne oraz jak to badanie powinno być wykonywane? 5

Pozamedyczne wykorzystanie ultrasonografii, 5

Terminologia, 5

Leksykon ultrasonograficzny, 6

Rekomendacje American Institute of Ultrasound in Medicine, 6

Aparatura ultrasonograficzna oraz dokumentacja, 6

Badanie ultrasonograficzne w pierwszym trymestrze ciąży, 12

Rozpoznanie ciąży wewnątrzmacicznej, 12

Liczba zarodków lub płodów, 12

Określenie wieku ciążowego, 13

Nieprawidłowości morfologiczne, 13

Kosmówka/łożysko, 13

Macica i przydatki, 13

Badanie ultrasonograficzne w drugim i trzecim trymestrze ciąży, 13

Liczba płodów i cechy życia płodu, 13

Położenie płodu, 13

Określenie wieku ciąży i masy płodu, 16

Objętość płynu owodniowego, 16

Objętość płynu owodniowego w ciążach mnogich, 17

Łożysko, 17

Wady anatomiczne płodu, 17
Macica i przydatki, 18
Słownictwo stosowane w przewodniku AIUM, ACR i ACOG, 18
Interpretacja badania ultrasonograficznego, 19
Dokumentacja wyników badania ultrasonograficznego, 19

Omawianie wyników badania z pacjentką, 20
Ocena literatury dotyczącej ultrasonografii położniczo-ginekologicznej, 20
Błędy w sztuce a położnicze badanie ultrasonograficzne, 21
Wnioski, 21

Mijają już ponad cztery dekady od rozpoczęcia wykonywania badań ultrasonograficznych u kobiet ciężarnych. Dzięki nim można uzyskać odpowiedzi na podstawowe pytania: Czy pacjentka jest w ciąży? Czy zarodek lub płód jest żywy? Czy jest to ciąża pojedyncza czy wielopłodowa? Jakie jest usytuowanie łożyska? Jaki jest wiek ciążowy? Przypuszczalnie niewielu lekarzy oczekiwało, iż nadejdzie moment, w którym dzięki badaniom ultrasonograficznym będzie można stwierdzić niewielkie wady anatomiczne, takie jak rozszczep wargi i podniebienia, czy też przewidzieć powikłania położnicze, takie jak łożysko przyrośnięte, lub rozpoznać niedokrwistość u płodu. Trudno uwierzyć, że wprowadzenie tej metody diagnostycznej początkowo spotkało się z niechętnym przyjęciem przez położników. Obecnie jest to badanie rutynowe, a pacjentka ciężarna ma wykonywane co najmniej jedno, a zwykle wiele badań ultrasonograficznych w czasie ciąży. Największy postęp w ultrasonografii dotyczy obrazowania trójwymiarowego, sond przezpochwowych o wysokiej częstotliwości oraz upowszechnienia skринingu wad chromosomalnych (np. przezierności karku). Spowodowało to poszerzenie wskazań do wykonywania badań ultrasonograficznych.

Od ostatniego wydania tego podręcznika obserwuje się ogromny rozwój technologii związanej z ultrasonografią, w tym polepszenie rozdzielczości przestrzennej oraz rozdzielczości kontrastowej, rutynowe wykonywanie badań z obrazowaniem trójwymiarowym (3D) także w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem głowic objętościowych (4D), poszerzenie wskazań do wykonywania badań w trybie kolorowego oraz spektralnego dopplera, udoskonalenie głowic ultrasonograficznych oraz usprawnienie cyfrowej obróbki obrazu. A to jedynie niektóre przykłady. Poszerzyła się także znacząco wiedza dotycząca prawidłowej anatomii i patologii płodu oraz patofizjologii chorób, a sieć internetowa pozwala na lepszą komunikację między badaczami oraz klinicystami. Zainicjowano wiele wspólnych badań, a także udoskonalono zalecenia dotyczące przeprowadzania badań ultrasonograficznych. Nadal jednak istnieją różnice w podejściu do wykonywania badań między różnymi grupami badających. Mimo udoskonalenia i ujednolicenia rekomendacji odnośnie do przeprowadzania i opisywania badań ultrasonograficznych w położnictwie, kilka kwestii jest ciągle nierozstrzygniętych, na przykład nie wiadomo do końca, co stanowi podstawę badań ultrasonograficznych, jakie struktury powinny być oceniane, jaki jest idealny termin wykonywania badań, kto powinien wykonywać i interpretować badanie, czy badanie ultrasonograficzne jest bezpieczne, jak badanie powinno być dokumentowane, jak powinno być opisywane oraz w jaki sposób powinna być informowana pacjentka. Coraz lepsza rozdzielczość badań oraz nowe znaleziska ultrasonograficzne są powodem dylematu: które z nich powinny być przekazywane pacjentce, a które należy pominąć w opisie, by nie wzbudzać niepotrzebnego niepokoju. Niektóre powyższe aspekty zostały omówione w dalszych rozdziałach, a część z nich opisano poniżej.

BEZPIECZEŃSTWO BADANIA ULTRASONOGRAFICZNEGO

Zaraz po wprowadzeniu techniki ultrasonograficznej pojawiły się pytania dotyczące bezpieczeństwa tego badania. Mimo wielu obaw co do szkodliwości ultrasonografii dla matki i dziecka, opubliko-

wano zaledwie kilka prac dotyczących działań niepożądanych oraz wpływu na płód. W powyższych badaniach skupiono się na mechanizmie termicznym i kavitacyjnym prowadzącym do ewentualnych uszkodzeń rozwijającego się płodu¹⁻⁵.

Absorpcja energii fal ultrasonograficznych przez tkanki miękkie i kości oraz ich konwersja na ciepło jest mierzona indeksem cieplnym (*thermal index*, TI). Indeks cieplny równy 1 oznacza wzrost temperatury o jeden stopień Celsjusza. W wielu pracach badawczych podaje się ogólny próg wzrostu temperatury o 1,5–2°C powyżej temperatury matki, poniżej którego nie dochodzi do powstania wad rozwojowych. W nowych aparatach ultrasonograficznych wzrost temperatury jest niewielki, zazwyczaj poniżej 1°C. Światowa Organizacja Ultrasonografii w Medycynie i Biologii (*World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology*) stwierdziła, że „diagnostyczna ekspozycja, wywołująca maksymalny wzrost temperatury *in situ* mniejszy niż 1,5 stopnia ponad normalny poziom, może być wykorzystywana bez obawy o szkodliwy efekt termiczny”⁶. Stwierdzono jednak, że „diagnostyczna ekspozycja związana ze wzrostem embrionalnej i płodowej temperatury *in situ* powyżej 41°C przez 5 minut może się okazać potencjalnie ryzykowna”⁶. Podsumowując można powiedzieć, że prawdopodobieństwo szkodliwego wpływu rutynowego badania ultrasonograficznego w skali szarości w pierwszym trymestrze jest bardzo niewielkie.

Stwierdzono, iż podczas stosowania techniki dopplerowskiej w pierwszym trymestrze temperatura może podwyższyć się o ponad 1,5°C¹. Badania, dotyczące wpływu wiązki Dopplera na tkanki miękkie przylegające do kości oraz przewodnictwo w komórkach nerwowych, wykazały znamieny wzrost temperatury po stosowaniu wiązki Dopplera dłużej niż przez 30 sekund^{1,7}. Europejska Federacja Stowarzyszeń Medycznych i Biologicznych (*European Federation for Societies in Medicine and Biology*) w 1998 r. stwierdziła, że „do czasu opublikowania dalszych badań naukowych badania w trybie pulsacyjnego i kolorowego dopplera powinny być wykonywane z dużą ostrożnością, zwłaszcza dotyczącą mocy wyjściowej”^{1,8}. Rekomenduje się, aby podczas wykonywania badania dopplerowskiego w pierwszym trymestrze ciąży indeks termiczny był równy lub niższy niż 1, a czas ekspozycji ograniczony do minimum, zwykle nie dłuższy niż 5–10 minut, nieprzekraczający 60 minut⁹. W przypadku badań wykonywanych przed 10 tygodniem należy używać indeksu termicznego dla tkanek miękkich (*thermal index soft*, TIs), natomiast w 10 tygodniu i na dalszych etapach ciąży, jeżeli widoczna jest ossyfikacja kości, powinno się wykorzystywać indeks termiczny dla kości (*thermal index bone*, TIB). Zgodnie z zasadą o akronimie ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), oznaczającą możliwie jak najkrótsze skanowanie, obrazowanie powinno być wykonywane z rozważą, a do udokumentowania czynności serca zarodka powinien być wykorzystywany tryb M-mode, zamiast dopplera spektralnego¹⁰. Badanie głowicą przezpochwową nie jest bardziej ryzykowne niż badanie wykonane przez powłoki brzuszne. Ryzyko zależy jedynie od indeksu termicznego.

Chociaż istnieje potencjalne ryzyko wpływu wiązki fali dopplerowskiej na zarodek, niewiele jest dowodów co do możliwego teratogennego wpływu ultrasonografii. We wstępie do jednej z prac stwierdzono: „W wielu badaniach naukowych wykazano, że zarodek

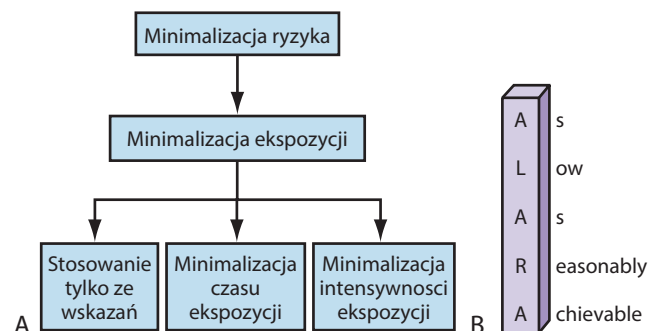
jest niewrażliwy na ekspozycję fal ultradźwiękowych. Logiczne wydaje się więc, że badanie metodą Dopplera przy niskim poziomie impulsów nie powinno wpłynąć na zarodek¹¹. W badaniu, przeprowadzonym na zwierzętach przez Zhu i wsp.¹², określano zmiany zachodzące w cyklu komórkowym nowo narodzonych szczurząt oraz dokonywano analizy wieloczynnikowej po diagnostycznym zastosowaniu kolorowego dopplera u ciężarnych samic. Okazało się, że kwas dezoksyrybonukleinowy nie został naruszony podczas żadnej z faz cyklu komórkowego niezależnie od częstotliwości fal ultradźwiękowych i czasu ich stosowania. W innym badaniu na zwierzętach Pellicer oraz współpracownicy zbadali uszkodzenia komórek szczurów po ekspozycji na 10-minutowe badania ultrasonograficzne o niskiej częstotliwości. Badacze stwierdzili, że im dłuższy czas ekspozycji, tym większe uszkodzenie komórek wątroby szczurów¹³. Kolejne badanie na modelu zwierzęcym również wykazało związek między czasem badania dopplerowskiego oraz potencjalnym wpływem uszkadzającym mózg^{14,15}. Chociaż badania te sugerują ostrożność i minimalizację niepotrzebnej ekspozycji, nie jest jasne, czy taki model można ekstrapolować na ludzi i czy znaleziska te miałyby wtedy znaczenie. Obecnie obowiązuje konsensus, mówiący o tym, że badanie dopplerowskie u płodu we wczesnej ciąży nie powinno być przeprowadzane bez wskazań medycznych¹⁶.

Kawitacja jest związana z wytwarzaniem pęcherzyków gazu na granicy powietrza i wody¹. Rozpatrywana jest możliwość wpływu napięcia, pochodzącego z płynu przylegającego do powierzchni gazowej, na niszczenie błon komórkowych podczas procesu kawitacji^{1,17}. Kawitacja jest trudna do udokumentowania u płodów ssaków, ponieważ w większości przypadków woda i powietrze nie graniczą ze sobą, a właśnie ta granica jest niezbędna do powstania zjawiska kawitacji¹. Indeks mechaniczny (*mechanical index*, MI) dostarcza informacji widocznych na monitorze o możliwym niepożądanym działaniu na tkanki w mechanizmie kawitacji. W praktyce indeks ten prawdopodobnie nie ma znaczenia dla badań położniczych, ponieważ ciało płodu nie zawiera pęcherzyków gazu¹⁸.

Wpływ prenatalnego badania ultrasonograficznego na stan urodzeniowy noworodków oraz wyniki odległe oceniano w wielu eksperymentach na modelu zwierzęcym. Chociaż w niektórych badaniach wykazywano niższą masę urodzeniową, mniejszą długość oraz mniejszą liczbę białych krwinek u tych noworodków, które były badane ultrasonograficznie w trakcie życia płodowego, w porównaniu z grupą kontrolną, to różnice te zanikały po trzech miesiącach obserwacji, a parametry hematologiczne normalizowały się do tego czasu¹⁹. Badania dotyczące rozwoju neurologicznego nie wykazały istotnej różnicy w funkcjach poznawczych, motorycznych oraz zdolnościach uczenia się^{1,19}. W badaniach oceniających ludzkie płody oraz noworodki uzyskiwano podobne wyniki. Zazwyczaj nie wykazywano w nich różnicy masy urodzeniowej między noworodkami poddanymi badaniom ultrasonograficznym i niebadanymi, natomiast w przypadku istnienia różnic po porodzie masa wyrównywała się w wieku od sześciu do siedmiu lat^{20,21}.

Informacje na temat związku ultrasonografii z wadami wrodzonymi są ograniczone. W badaniach oceniających aberracje chromosomowe oraz ekspozycję na ultradźwięki nie wykazano związku lub tylko niewielkie zmiany^{1,12,22}.

Główne trudności w badaniach oceniających potencjalny negatywny wpływ ultradźwięków polegają na tym, że: (1) poziom ekspozycji na fale ultradźwiękowe w eksperymentach daleko przekracza poziom stosowany w trakcie badań diagnostycznych; (2) wpływ ultradźwięków na rośliny, hodowle komórkowe czy też zwierzęta laboratoryjne może nie mieć odzwierciedlenia w modelach ludzkich; (3) wiele z badań *in vitro* wykazujących działania niepożądane nie zostało potwierdzonych *in vivo*²³.



RYCINA 1-1 Minimalizowanie ryzyka poprzez minimalizowanie ekspozycji (A) jest podstawową zasadą ALARA (B). (Za: Kremkau FW: *Diagnostic Ultrasound: Principles and Instruments*, wyd. 7, Philadelphia, WB Saunders, 2006).

Jedno z badań oceniających wpływ ultrasonografii diagnostycznej na migrację neuronów u myszy przykuło uwagę mediów¹⁵. Jednak z przyczyn wymienionych wcześniej, mimo interesujących wyników dotyczących myszy, nie ma to przełożenia na człowieka lub wpływ ten jest niewielki. W stosunku do powyższego badania podniesiono dwa poważne zarzuty. Mimo że badania wykonywano aparatami dostępnymi na rynku z niewiele wyższą częstotliwością niż standardowo stosowana (6,7 MHz wobec 3,5–5,0 MHz), to czas ekspozycji daleko przekraczał czas stosowany w rutynowym badaniu. W eksperymencie nie wykazano statystycznie znaczących różnic przy czasie ekspozycji wynoszącym poniżej 30 minut. Ponad 10 lat temu, kiedy ultrasonografista rozpoznawał poronienie zatrzymane, zalecany czas obserwacji zarodka, podczas którego nie obserwowano czynności serca, wynosił 3 minuty. Dwie minuty czy trzy minuty obserwacji zdają się trwać nieskończenie długo, ale większość ultrasonografistów przeprowadza powyższe badanie w czasie do 1 minuty. W przypadku nieco większych zarodków i na wczesnym etapie życia płodowego obserwacja mózgowia trwająca dłużej niż 5–10 minut byłaby za długa. Ponadto w większości przypadków głowica jest przesuwana przez różne części mózgowia, a nie trzymana w jednym punkcie podczas badania.

Drugim krytykowanym punktem jest czas trwania okresu embrionalnego u myszy oraz wielkość mózgowia myszy i ludzi. Autorzy powyższej pracy stwierdzili: „Czas trwania podziałów i migracji neuronów kory mózgowej u ludzi trwa 18-krotnie dłużej niż u myszy (między 6 a 24 tygodniem ciąży ze szczytem między 11 a 15 tygodniem w porównaniu z okresem ok. 1 tygodnia u myszy między E11 a E18)^{15,24,25}. Dlatego też ekspozycja 30-minutowa u ludzi to zdecydowanie krótszy okres w rozwoju kory mózgowej człowieka niż w przypadku myszy i dlatego ultrasonografia może mieć mniejszy ogólny wpływ, co powoduje, że rozwój kory mózgowej jest mniej podatny na ultradźwięki”.

Oświadczenie AIUM (*American Institute of Ultrasound In Medicine*), dotyczące bezpieczeństwa ultrasonografii diagnostycznej, potwierdza poprzednie doniesienia, w których nie wykazano negatywnych skutków ekspozycji na ultradźwięki pochodzące z aparatów diagnostycznych u pacjentek ani osób wykonujących badania²⁶. W powyższym oświadczeniu wzięto pod uwagę możliwość wystąpienia efektów odległych w czasie, lecz podkreślono, że obecnie korzyści wynikające z badań ultrasonograficznych przewyższają ryzyko, nawet jeśli jakiegokolwiek w ogóle istnieje^{26,27}. W ostatnim konsensusie dotyczącym badań ultrasonograficznych podkreślono, iż istnieją wysokiej jakości dowody, potwierdzające bezpieczeństwo ultrasonografii²⁸. Jednak według Kremkau²⁹, „nawet jeśli ryzyko

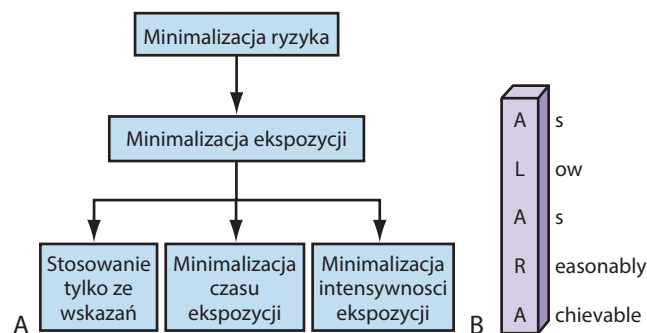
jest niewrażliwy na ekspozycję fal ultradźwiękowych. Logiczne wydaje się więc, że badanie metodą Dopplera przy niskim poziomie impulsów nie powinno wpłynąć na zarodek¹¹. W badaniu, przeprowadzonym na zwierzętach przez Zhu i wsp.¹², określano zmiany zachodzące w cyklu komórkowym nowo narodzonych szczurów oraz dokonywano analizy wieloczynnikowej po diagnostycznym zastosowaniu kolorowego dopplera u ciężarnych samic. Okazało się, że kwas dezoksyrybonukleinowy nie został naruszony podczas żadnej z faz cyklu komórkowego niezależnie od częstotliwości fal ultradźwiękowych i czasu ich stosowania. W innym badaniu na zwierzętach Pellicer oraz współpracownicy zbadali uszkodzenia komórek szczurów po ekspozycji na 10-minutowe badania ultrasonograficzne o niskiej częstotliwości. Badacze stwierdzili, że im dłuższy czas ekspozycji, tym większe uszkodzenie komórek wątroby szczurów¹³. Kolejne badanie na modelu zwierzęcym również wykazało związek między czasem badania dopplerowskiego oraz potencjalnym wpływem uszkadzającym mózg^{14,15}. Chociaż badania te sugerują ostrożność i minimalizację niepotrzebnej ekspozycji, nie jest jasne, czy taki model można ekstrapolować na ludzi i czy znaleziska te miałyby wtedy znaczenie. Obecnie obowiązuje konsensus, mówiący o tym, że badanie dopplerowskie u płodu we wczesnej ciąży nie powinno być przeprowadzane bez wskazań medycznych¹⁶.

Kawitacja jest związana z wytwarzaniem pęcherzyków gazu na granicy powietrza i wody¹. Rozpatrywana jest możliwość wpływu napięcia, pochodzącego z płynu przylegającego do powierzchni gazowej, na niszczenie błon komórkowych podczas procesu kawitacji^{1,17}. Kawitacja jest trudna do udokumentowania u płodów ssaków, ponieważ w większości przypadków woda i powietrze nie graniczą ze sobą, a właśnie ta granica jest niezbędna do powstania zjawiska kawitacji¹. Indeks mechaniczny (*mechanical index*, MI) dostarcza informacji widocznych na monitorze o możliwym niepożądanym działaniu na tkanki w mechanizmie kawitacji. W praktyce indeks ten prawdopodobnie nie ma znaczenia dla badań położniczych, ponieważ ciało płodu nie zawiera pęcherzyków gazu¹⁸.

Wpływ prenatalnego badania ultrasonograficznego na stan urodzeniowy noworodków oraz wyniki odległe oceniano w wielu eksperymentach na modelu zwierzęcym. Chociaż w niektórych badaniach wykazywano niższą masę urodzeniową, mniejszą długość oraz mniejszą liczbę białych krwinek u tych noworodków, które były badane ultrasonograficznie w trakcie życia płodowego, w porównaniu z grupą kontrolną, to różnice te zanikały po trzech miesiącach obserwacji, a parametry hematologiczne normalizowały się do tego czasu¹⁹. Badania dotyczące rozwoju neurologicznego nie wykazały istotnej różnicy w funkcjach poznawczych, motorycznych oraz zdolnościach uczenia się^{1,19}. W badaniach oceniających ludzkie płody oraz noworodki uzyskiwano podobne wyniki. Zazwyczaj nie wykazywano w nich różnicy masy urodzeniowej między noworodkami poddanymi badaniom ultrasonograficznym i niebadanymi, natomiast w przypadku istnienia różnic po porodzie masa wyrównywała się w wieku od sześciu do siedmiu lat^{20,21}.

Informacje na temat związku ultrasonografii z wadami wrodzonymi są ograniczone. W badaniach oceniających aberracje chromosomowe oraz ekspozycję na ultradźwięki nie wykazano związku lub tylko niewielkie zmiany^{1,12,22}.

Główne trudności w badaniach oceniających potencjalny negatywny wpływ ultradźwięków polegają na tym, że: (1) poziom ekspozycji na fale ultradźwiękowe w eksperymentach daleko przekracza poziom stosowany w trakcie badań diagnostycznych; (2) wpływ ultradźwięków na rośliny, hodowle komórkowe czy też zwierzęta laboratoryjne może nie mieć odzwierciedlenia w modelach ludzkich; (3) wiele z badań *in vitro* wykazujących działania niepożądane nie zostało potwierdzonych *in vivo*²³.



RYCINA 1-1 Minimalizowanie ryzyka poprzez minimalizowanie ekspozycji (**A**) jest podstawową zasadą ALARA (**B**). (Za: Kremkau FW: *Diagnostic Ultrasound: Principles and Instruments*, wyd. 7, Philadelphia, WB Saunders, 2006).

Jedno z badań oceniających wpływ ultrasonografii diagnostycznej na migrację neuronów u myszy przykuło uwagę mediów¹⁵. Jednak z przyczyn wymienionych wcześniej, mimo interesujących wyników dotyczących myszy, nie ma to przełożenia na człowieka lub wpływ ten jest niewielki. W stosunku do powyższego badania podniesiono dwa poważne zarzuty. Mimo że badania wykonywano aparatami dostępnymi na rynku z niewiele wyższą częstotliwością niż standardowo stosowana (6,7 MHz wobec 3,5–5,0 MHz), to czas ekspozycji daleko przekraczał czas stosowany w rutynowym badaniu. W eksperymencie nie wykazano statystycznie znamiennych różnic przy czasie ekspozycji wynoszącym poniżej 30 minut. Ponad 10 lat temu, kiedy ultrasonografista rozpoznawał poronienie zatrzymane, zalecany czas obserwacji zarodka, podczas którego nie obserwowano czynności serca, wynosił 3 minuty. Dwie minuty czy trzy minuty obserwacji zdają się trwać nieskończenie długo, ale większość ultrasonografistów przeprowadza powyższe badanie w czasie do 1 minuty. W przypadku nieco większych zarodków i na wczesnym etapie życia płodowego obserwacja mózgowia trwająca dłużej niż 5–10 minut byłaby za długa. Ponadto w większości przypadków głowica jest przesuwana przez różne części mózgowia, a nie trzymana w jednym punkcie podczas badania.

Drugim krytykowanym punktem jest czas trwania okresu embrionalnego u myszy oraz wielkość mózgowia myszy i ludzi. Autorzy powyższej pracy stwierdzili: „Czas trwania podziałów i migracji neuronów kory mózgowej u ludzi trwa 18-krotnie dłużej niż u myszy (między 6 a 24 tygodniem ciąży ze szczytem między 11 a 15 tygodniem w porównaniu z okresem ok. 1 tygodnia u myszy między E11 a E18)”^{15,24,25}. Dlatego też ekspozycja 30-minutowa u ludzi to zdecydowanie krótszy okres w rozwoju kory mózgowej człowieka niż w przypadku myszy i dlatego ultrasonografia może mieć mniejszy ogólny wpływ, co powoduje, że rozwój kory mózgowej jest mniej podatny na ultradźwięki”.

Oświadczenie AIUM (*American Institute of Ultrasound In Medicine*), dotyczące bezpieczeństwa ultrasonografii diagnostycznej, potwierdza poprzednie doniesienia, w których nie wykazano negatywnych skutków ekspozycji na ultradźwięki pochodzące z aparatów diagnostycznych u pacjentek ani osób wykonujących badania²⁶. W powyższym oświadczeniu wzięto pod uwagę możliwość wystąpienia efektów odległych w czasie, lecz podkreślono, że obecnie korzyści wynikające z badań ultrasonograficznych przewyższają ryzyko, nawet jeśli jakiegokolwiek w ogóle istnieje^{26,27}. W ostatnim konsensusie dotyczącym badań ultrasonograficznych podkreślono, iż istnieją wysokiej jakości dowody, potwierdzające bezpieczeństwo ultrasonografii²⁸. Jednak według Kremkau²⁹, „nawet jeśli ryzyko

jest tak niskie, że trudno je określić, ze zwykłej ostrożności powinno się wprowadzić rutynowe działania, mające na celu minimalizację ryzyka podczas uzyskiwania informacji niezbędnych w procesie diagnostycznym. Podejście to jest określane akronimem ALARA, oznaczającym podstawową zasadę racjonalnej ultrasonografii” (ryc. 1-1).

Dla odpowiedniego wykonywania badań istotna jest wiedza ultrasonografisty o ultradźwiękach i zasadach ich bezpiecznego zastosowania. Najlepiej podsumował to Merritt: „Obserwując gwałtowny rozwój ultrasonografii oraz stosowanie jej przez bardzo słabo wyszkolonych lekarzy, można przypuszczać, że więcej pacjentów jest zagrożonych nieprawidłową diagnozą wynikającą z niewłaściwych wskazań do badania, nieprawidłowym wykonaniem badania i błędami w interpretacji niż biofizycznymi negatywnymi skutkami badań”²⁷.

WSKAZANIA DO BADANIA ULTRASONOGRAFICZNEGO W POŁOŻNICTWIE

Rekomendacje wielu organizacji: Amerykańskiego Stowarzyszenia Położników i Ginekologów (ACOG, *American College of Obstetricians and Gynecologists*), Królewskiego Stowarzyszenia Położników i Ginekologów (RCOG, *Royal College of Obstetricians and Gynaecologists*) oraz Kanadyjskiego Towarzystwa Położników i Ginekologów (*Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada*), podkreślają korzyści wynikające z badań ultrasonograficznych u ciężarnych, w tym określenie wieku ciąży, liczby płodów, czynności serca płodu, lokalizacji łożyska oraz wykrywanie wad anatomicznych. Ze względu na te zalety oraz ze względu na to, że poważne wady anatomiczne występują w ciążach u pacjentek bez czynników ryzyka, organizacje te uznają, iż badanie w drugim trymestrze powinno być oferowane rutynowo wszystkim kobietom i być przeprowadzane zgodnie z poszczególnymi rekomendacjami towarzystw naukowych³⁰⁻³². Ponadto ACOG rekomenduje wykonywanie u wszystkich pacjentek badania w pierwszym trymestrze z oceną ryzyka wystąpienia aneuploidii, które powinno uwzględniać ocenę przezierności karkowej u płodu³³.

Korzyści wynikające z rutynowych badań ultrasonograficznych, mających na celu wykrywanie wad strukturalnych u płodów, są ciągle przedmiotem dyskusji. Po dużych badaniach oraz przeglądach systematycznych podkreśla się, iż w badaniu ultrasonograficznym, wykonywanym przed 24 tygodniem ciąży, można wykryć 16–44% wad^{31,34,35}. Na 84% oszacowano jednak detekcję poważnych lub letalnych wad płodu³¹. Czułość badania zależy od rodzaju wady anatomicznej, budowy ciała pacjentki, wieku ciąży oraz doświadczenia ultrasonografisty²⁸. Zmienność w odsetkach wykrywania wad płodów przypuszczalnie powodują: (1) różnice w ocenie neonatologicznej, (2) różnice w definicjach dużych wad, (3) odmienne ryzyko występujące w danych populacjach, (4) różne definiowanie rutynowych lub standardowych badań ultrasonograficznych oraz (5) doświadczenie badającego³⁶.

Kto powinien wykonywać badanie ultrasonograficzne oraz jak to badanie powinno być wykonywane?

Teoretycznie odpowiedź na pytanie, kto powinien wykonywać badania ultrasonograficzne, powinna być bardzo prosta. Jest to jednak jeden z najbardziej kontrowersyjnych tematów. Badanie powinni wykonywać adekwatnie wyszkoleni pracownicy (pod względem zarówno teoretycznym, jak i praktycznym) z umiejętnościami interpretacji wyników badania.

Ponad 30 lat temu grupa zajmująca się szkoleniem w ultrasonografii (*Joint Task Group on Training for Diagnosis in Obstetrical and*

Gynecologic Ultrasound) wydała przewodnik dla lekarzy po specjalizacji z radiologii oraz położnictwa i ginekologii, którzy nie odbyli oficjalnego szkolenia z zakresu ultrasonografii dotyczącej położnictwa i ginekologii³⁷. Rekomendacje te są ciągle uaktualniane, ostatnio w 2014 r. Uwzględniają one wytyczne dla osób o minimalnym doświadczeniu w położniczym i ginekologicznym badaniu ultrasonograficznym. Częścią szkolenia są również podstawy fizyki, technika przeprowadzania badania oraz interpretacja wyniku. Ponadto klinicysta powinien przeprowadzić przynajmniej 300 badań pod nadzorem, zanim zacznie samodzielnie wykonywać badania. Zaleca się, by osoba taka wykonywała minimum 170 badań rocznie³⁸.

Niefortunne są batalie między radiologami i położnikami dotyczące tego, kto powinien wykonywać badania. Jeżeli lekarz jest wystarczająco dobrze przeszkolony i spełnia minimalne standardy dotyczące badań ultrasonograficznych w położnictwie, to – zgodnie z wytycznymi Amerykańskiego Stowarzyszenia Radiologów (*American College of Radiology*, ACR), AIUM i ACOG – jego specjalizacja nie ma znaczenia^{39,40}. Autorzy tego rozdziału nie są zwolennikami wykonywania badań samodzielnie przez większość lekarzy. Takie badania są wykonywane coraz częściej⁴¹ i nierzadko są niekompletne oraz niższej jakości niż przeprowadzane przez wyszkolonego ultrasonografistę. Z wyjątkiem rejonów, gdzie nie ma specjalisty w zakresie ultrasonografii położniczo-ginekologicznej, pacjentki powinny być wysyłane do osób specjalizujących się w diagnostyce ultrasonograficznej.

Rekomendacje dotyczące przeprowadzania badań ultrasonograficznych w położnictwie zostały opracowane przez wiele towarzystw naukowych: ACR, ACOG i AIUM. Te zalecenia, zawierające dokładny opis badania płodu między 8 a 20 tygodniem ciąży, zostały opublikowane przez Narodowy Instytut Rozwoju Dziecka i Człowieka (*National Institute of Child and Human Development*, NICHD), Towarzystwo Medycyny Matczyno-Płodowej (*Society for Maternal-Fetal Medicine*, SMFM), ACR, ACOG i AIUM, Towarzystwo Radiologii Pediatricznej (*Society of Pediatric Radiology*, SPR) oraz Stowarzyszenie Radiologów w Ultrasonografii (*Society of Radiologists in Ultrasound*, SRU) w 2014 r.²⁸. AIUM opublikowało również wytyczne odnośnie do przeprowadzania badań ze szczegółową oceną anatomii płodu⁴². Rekomendacje te określają minimalny zakres standardowych i szczegółowych badań ultrasonograficznych.

Pozamedyczne wykorzystanie ultrasonografii

AIUM opublikowało stanowisko o rozważnym zastosowaniu ultrasonografii, które zostało również zatwierdzone przez ACOG. AIUM rekomenduje odpowiedzialne wykonywanie badań ultrasonograficznych, natomiast pozamedyczne zastosowanie ultrasonografii w celach psychologicznych czy też rozrywkowych nie jest zalecane. Wykonywanie badań w technice 2D lub 3D bez wskazań medycznych, jedynie po to, by uzyskać zdjęcie płodu czy określić płeć, jest sprzeczne z odpowiedzialną praktyką medyczną. Wprawdzie nie ma potwierdzonych negatywnych skutków biologicznych ekspozycji na ultradźwięki w trakcie typowych, obecnie wykonywanych badań, to jednak nie jest wykluczone, iż taki wpływ zostanie udowodniony w przyszłości. Tak więc ultrasonografia powinna być stosowana ze wskazań medycznych⁴³. Stanowisko to jest również zgodne z zasadami etycznymi⁴⁴.

Terminologia

Ostatnia klasyfikacja⁴⁵ badań ultrasonograficznych płodu, opracowana przez AIUM, ACR i ACOG, została podzielona na cztery główne kategorie: (A) badanie ultrasonograficzne w pierwszym trymestrze, (B) standardowe badanie w drugim i trzecim trymestrze, (C) badanie skrócone oraz (D) badanie specjalistyczne. Standardowe

badanie w drugim i trzecim trymestrze często jest określane jako badanie rutynowe, badanie podstawowe, badanie pierwszego poziomu lub kompletne badanie ultrasonograficzne. Badanie specjalistyczne może zawierać szczegółową ocenę anatomii płodu, jak również profil biofizyczny, badanie echokardiograficzne oraz dodatkowe pomiary biometryczne. Szczegółowa ocena anatomii płodu jest wykonywana wówczas, gdy pacjentka jest w grupie wysokiego ryzyka wystąpienia wad lub gdy istnieje podejrzenie wady na podstawie wywiadu, testów przesiewowych lub wyników standardowego badania ultrasonograficznego.

Istotne jest, że badania poziomu drugiego były zazwyczaj wykonywane przez osoby profesjonalnie przeszkolone w wykrywaniu wad płodu, co nie znaczyło, że badania poziomu 1 były przeprowadzone przez osoby niewykwalifikowane. Zostało to skomentowane przez Filly'ego⁴⁶, który uważa, że czasem osoba wykonująca badanie używa określenia „poziom 1” do maskowania niekompetencji. Uważa on również, że badania poziomu pierwszego nie powinny być określane przez umiejętności techniczne wykonującego badania ani też przez koszt odpowiedniego aparatu USG. W rzeczywistości badanie poziomu pierwszego „wymaga wysokich kompetencji i jest standardowym badaniem w drugim i trzecim trymestrze opisywanym przez wytyczne AIUM, ACR i ACOG”¹⁰.

Badanie specjalistyczne jest często określane jako badanie poziomu drugiego, badanie eksperckie lub badanie celowane. Według wytycznych AIUM, ACR i ACOG jest to dokładne badanie anatomii płodu, wykonywane w przypadku podejrzenia wad płodu na podstawie wywiadu, nieprawidłowych badań przesiewowych lub po badaniu skróconym bądź standardowym⁴⁵.

W Stanach Zjednoczonych tradycyjnie osobą obsługującą technicznie aparat ultrasonograficzny oraz drukującą odpowiednie zdjęcia (jest to technik, a nie lekarz) nazywa się *sonographer*, a lekarza, który odpowiednio interpretuje zdjęcia z badania – *sonologist*. Stopień współpracy tych dwóch specjalistów podczas przeprowadzania badań jest zróżnicowany w poszczególnych rejonach. W wielu krajach na świecie badania ultrasonograficzne są przeprowadzane przede wszystkim przez lekarzy. Chociaż udział techników ultrasonografistów w badaniu może być znaczący, należy pamiętać, że zgodnie z zaleceniami AIUM: „Badania ultrasonograficzne powinny być nadzorowane i interpretowane przez lekarzy przeszkolonych i doświadczonych w poszczególnych działach ultrasonografii. Nieprawidłowości powinny być odpowiednio udokumentowane, a wyniki właściwie przekazane osobie zajmującej się pacjentką. Chociaż technik wykonujący badania może odgrywać kluczową rolę w zdobywaniu właściwej informacji, to zaleca się, by za ostateczną interpretację i diagnozę badania ultrasonograficznego był odpowiedzialny nadzorujący lekarz”⁴⁷.

Być może najmniej kontrowersyjnym aspektem powyższej dyskusji jest to, kto powinien interpretować badanie ultrasonograficzne. Kwestia ta wydaje się dosyć jasna. Powinny być to osoby właściwie przeszkolone w ramach odpowiednich programów szkoleniowych. Szkolenie to powinno obejmować wykłady, praktyki oraz nadzór lekarski podczas przeprowadzania badań i interpretacji przypadków. Szkolenia przeprowadzane przez producentów sprzętu ani jednocygodniowe lub dwutygodniowe kursy nie stanowią odpowiedniego przygotowania do przeprowadzania badań ultrasonograficznych.

Leksykon ultrasonograficzny

Istnieją setki nieprawidłowych lub mylących określeń stosowanych w opisie położniczych badań ultrasonograficznych. Wiele z tych określeń jest omówionych w tym rozdziale, pozostałe są opisywane w innych rozdziałach. Terminologia jest szczególnie często nieprawidłowo używana i niewłaściwie interpretowana w dwóch działach

ultrasonografii w położnictwie, zajmujących się parametrami biofizycznymi płodu oraz wiekiem ciąży. Angielski zwrot *viability* definiuje się jako zdolność do przeżycia poza macicą. Nawet w przypadkach badań w późnym trzecim trymestrze powyższe stwierdzenie nie powinno być stosowane z całkowitą pewnością. Oceniając zarodek lub płód, należałoby używać słowa *żywy* oraz stosować sformułowanie *nieżywy* bądź *obumarły* (*nonviable*) w przypadku zarodków lub płodów martwych. Innym, nawet lepszym sposobem wyrażania tej informacji jest sformułowanie „niepowodzenia we wczesnej ciąży”.

Drugim, często mylącym określeniem jest wiek ciąży. Mogłoby się wydawać, że termin ten określa faktyczny wiek płodu od poczęcia do danej chwili. W rzeczywistości powyższe określenie jest traktowane jako synonim *wieku menstruacyjnego*, wyliczonego na podstawie ostatniej miesiączki. Wiek wyliczany na podstawie ostatniej miesiączki to czas od pierwszego dnia ostatniej miesiączki do momentu oceny ciąży. Prawdziwy wiek ciąży, określanej jako wiek płodu (*fetal age*), rzadko jest znany dokładnie, chyba że pacjentki są poddawane technikom wspomaganego rozrodu lub miesiączki występują bardzo regularnie, a dzień poczęcia jest dobrze znany. Jest on krótszy o dwa tygodnie od wieku obliczanego na podstawie ostatniej miesiączki.

W tej książce *wiek ciąży* jest używany zamiennie z *wiekiem menstruacyjnym*. Ważny jest jednak nie dobór terminu, ale to, by wykonujący badanie podczas interpretacji wyniku posługiwał się taką samą terminologią, jak lekarz zlecający badanie.

Kolejnym, często nieprawidłowo stosowanym, określeniem jest biegun zarodkowy. Należy unikać powyższego sformułowania, stosowanego zwykle we wczesnym okresie pierwszego trymestru. Okres embriogenezy kończy się wraz z ukończeniem 10 tygodnia ciąży; podczas tego okresu należy używać terminu *zarodek*. Po tym okresie odpowiedni jest termin *płód*.

REKOMENDACJE AMERICAN INSTITUTE OF ULTRASOUND IN MEDICINE

W 2013 r. opublikowano praktyczny przewodnik wykonywania badań ultrasonograficznych w ciąży, który został uaktualniony przez AIUM we współpracy z ACR, SRU i ACOG⁴⁵. Jest to modyfikacja opracowania opublikowanego w 1986 r. Aktualne opracowanie ACR, AIUM i ACOG zamieszczono w tabeli 1-1. W dalszej części autorzy tego rozdziału pragną przekazać własne opinie co do właściwie wykonywanego badania USG, będące poszerzeniem tego przewodnika. Książka zawiera dokładne opracowanie, dotyczące badania ultrasonograficznego w położnictwie, przygotowane przez wielu autorów, więc poglądy autorów tego rozdziału i autorów dalszych rozdziałów mogą być odmienne.

APARATURA ULTRASONOGRAFICZNA ORAZ DOKUMENTACJA

Wydaje się, że zawsze będą różne opinie dotyczące tego, który aparat ultrasonograficzny jest najlepszy. Obecnie różnice często bywają subiektywne, zwłaszcza gdy bierze się pod uwagę najnowsze aparaty. W większości aparatów jest stosowana technologia wizualizacji w czasie rzeczywistym, technika trójwymiarowa i czterowymiarowa oraz możliwość zastosowania kolorowego i pulsacyjnego dopplera, a także możliwość nagrywania klipów (*cine recording*).

Często kontrowersyjny jest dobór głowicy do badania. Należy stosować tyle głowic, ile potrzeba, by wyjaśnić przypadek danej

Ultrasonograficzna ocena ryzyka wystąpienia aneuploidii w pierwszym i drugim trymestrze

Katherine R. Goetzinger, Anthony O. Odibo

PODSUMOWANIE NAJWAŻNIEJSZYCH INFORMACJI

- Malformacje u płodu często są związane z występowaniem nieprawidłowości chromosomalnych. Dotyczy to głównie anomalii ośrodkowego układu nerwowego i twarzoczaszki, wodniaka karku, przepukliny przeponowej, wad serca, przewodu pokarmowego czy moczowo-płciowego i nieimmunologicznego obrzęku płodu oraz wad dotyczących kończyn.
- Połączenie pomiaru przezierności karkowej (*nuchal translucency*, NT) oraz markerów biochemicznych: białka PAPP-A (*pregnancy-associated plasma protein-A*) i wolnej podjednostki β gonadotropiny kosmówkowej (β -hCG), jest podstawą badania przesiewowego w pierwszym trymestrze.
- Włączenie do kalkulacji obecności lub braku kości nosowej pozwala zwiększyć wykrywalność zespołu Downa bez znaczących zmian w odsetku wyników fałszywie pozytywnych.
- Ultrasonograficzne badanie „genetyczne” w II trymestrze jest wykonywane jednocześnie z oceną anatomiczną płodu. Składa się na nie poszukiwanie zarówno dużych malformacji, jak i słabych, tzw. miękkich markerów aneuploidii. Obecność tych markerów lub ich brak zarówno izolowanych, jak i ich kombinacji wpływa na ocenę ryzyka aneuploidii, zwłaszcza trisomii 21.
- Dla każdego markera ultrasonograficznego aneuploidii został ustalony iloraz prawdopodobieństwa (*likelihood ratio*, LR). Jest on mnożony przez ryzyko wyjściowe dla danej pacjentki, a w wyniku uzyskuje się ryzyko ostateczne.
- Poszerzony fałd karku oraz brak kości nosowej lub kość hipoplastyczna są ultrasonograficznymi markerami aneuploidii w II trymestrze, które są silnie związane z trisomią 21 pary chromosomów.
- W populacji niskiego ryzyka w przypadku stwierdzenia pielektazji, ogniska hiperechogenicznego w sercu lub torbieli spłotów naczyniówkowych jako zmiany izolowanej ryzyko aneuploidii nie wzrasta.
- Znalezienie jednego markera aneuploidii powinno skłonić do szczególnie dokładnej oceny płodu w celu wykluczenia innych markerów i wad anatomicznych.

TREŚĆ

Anomalie strukturalne, 62

Markery aneuploidii w pierwszym trymestrze, 71

- Przezierność karkowa, 71
- Wodniak karku, 72
- Brak kości nosowej, 72
- Ocena przepływu w przewodzie żylnym, 72
- Niedomykalność zastawki trójdzielnej, 74
- Kąt twarzowo-szczękowy, 74

Badanie pod kątem aberracji chromosomalnych w drugim trymestrze, 74

- Poszerzenie fałdu karkowego, 75
- Brak kości nosowej lub hipoplastyczna kość nosowa, 75

Hiperechogeniczne jelita, 78

- Skrócenie kości długich (udowej i/lub ramiennej), 78
- Pielektazje, 78
- Ognisko hiperechogeniczne w sercu płodu, 79
- Inne słabe markery zespołu Downa, 80

Markery ultrasonograficzne innych aneuploidii w drugim trymestrze, 80

- Torbiel spłotów naczyniówkowych, 80
- Pępowina dwunaczyniowa, 81
- Nieprawidłowości budowy kończyn, 82

Wnioski, 83

Ultrasonografia w połączeniu z oceną markerów biochemicznych jest nieinwazyjną metodą oceny ryzyka aneuploidii. Poza poważnymi wadami wrodzonymi, opisanymi w dalszej części podręcznika i zebranymi w tabeli 3-1, wiele innych markerów, znajdujących zarówno w pierwszym, jak i w drugim trymestrze, jest związanych z wyższym ryzykiem wystąpienia aneuploidii. Takie znaleziska, zwykle nazywane słabymi lub miękkimi markerami, zazwyczaj same w sobie nie są wadami anatomicznymi i przeważnie nie mają znaczenia dla płodu poza wpływem na ryzyko aneuploidii. Obecność

lub brak tych markerów można wykorzystać do ponownego oszacowania ryzyka wyjściowego, uzyskanego na podstawie oceny markerów biochemicznych lub wieku matki. Jest to szczególnie ważne w przypadku zespołu Downa. Aż 75% płodów z trisomią 21 pary chromosomów nie ma żadnej wady anatomicznej możliwej do wykrycia w trakcie badania w drugim trymestrze¹. Natomiast w przypadku płodów z trisomią 18 i 13 pary chromosomów ponad 90% płodów ma poważne anomalie anatomiczne możliwe do rozpoznania w drugim trymestrze ciąży²⁻⁴.

Tabela 3-1 Główne wady anatomiczne związane z aneuploidią u płodu

Trisomia 21	Trisomia 13	Trisomia 18
Wspólny kanał przedsionkowo-komorowy	Wady serca	Wady serca
Atrezja dwunastnicy	Wady ośrodkowego układu nerwowego	Rozszczep kręgosłupa
Poszerzenie komór bocznych	Rozszczep wargi lub podniebienia	Mikrognacja
Inne wady serca	Omphalocele	Omphalocele
Wodniak karku	Wady pośrodkowej części twarzy	Zaciśnięte pięści
Nieimmunologiczny obrzęk płodu	Hiperechogeniczne nerki	Aplazja kości promieniowej
	Wady układu moczowego	Stopa końsko-szpotawa
	Polidaktylia	Dysgeneza mózdzku
	Stopa łyżwiasta (<i>rocker bottom foot</i>)	Wodniak karku
	Wodniak karku	Nieimmunologiczny obrzęk płodu
	Nieimmunologiczny obrzęk płodu	Przepuklina przeponowa
	Wrodzona przepuklina przeponowa	

Zmodyfikowane na podstawie Nyberg DA, Soultter VL: Sonographic markers of fetal trisomies. J. Ultrasound Med. 20: 655–674, 2001.

W tym rozdziale zostaną przedstawione obrazy ultrasonograficzne widoczne w pierwszym lub drugim trymestrze, których stwierdzenie wiąże się ze zmianą ryzyka wystąpienia aneuploidii. Omówione zostaną duże wady i słabe markery oraz ich skuteczność prognostyczna, jak również ich znaczenie w kalkulacji ryzyka w erze badań przesiewowych w pierwszym trymestrze oraz badań wolego DNA płodowego w surowicy matki (*cell-free DNA*, cfDNA).

ANOMALIE STRUKTURALNE

Wady anatomiczne, które mogą być zobrazowane w badaniu ultrasonograficznym płodów obarczonych aneuploidią, to wady centralnego układu nerwowego i twarzoczaszki, wodniak karku, przepuklina przeponowa, wady serca, układu pokarmowego, układu moczowo-płciowego, obrzęk nieimmunologiczny, a także wady kończyn. Większość płodów z trisomią 13 lub 18 pary chromosomów ma liczne duże wady. Natomiast tylko 25% ze wszystkich badanych w drugim trymestrze płodów z zespołem Downa ma rozpoznawalne w badaniu ultrasonograficznym wady strukturalne⁵. W dwóch badaniach na dużych grupach pacjentek poddawanych diagnostyce prenatalnej przed 20 tygodniem ciąży wady anatomiczne wykryto tylko u 16–17% płodów z trisomią 21 pary chromosomów^{6,7}.

Rozpoznanie wady serca w badaniu prenatalnym zwiększa ryzyko wystąpienia aberracji chromosomalnych. W porównaniu z badaniami poporodowymi wyższą częstość aneuploidii (22–32%) stwierdzono u tych płodów, które miały wykryte wady serca w badaniu prenatalnym^{8,9}. Czynnikiem, który wpływa na częstość aneuploidii, jest także rodzaj wady serca. I tak na przykład ryzyko wystąpienia aneuploidii jest dużo wyższe w przypadku zespołu niedorozwoju lewego serca (ryc. 3-1), wad przegrody przed-



RYCINA 3-1 Obraz czterech jam serca, projekcja koniuszkowa. Widoczne serce płodu w II trymestrze ciąży z zespołem hipoplazji lewego serca.

sionkowo-komorowej, tetralogii Fallota lub odejścia obydwu tętnic z prawej komory niż w przypadku izolowanej wady przegrody międzykomorowej czy zwężenia zastawek tętniczych¹⁰. Wada przegrody przedsionkowo-komorowej, inaczej nazywana wspólnym kanałem przedsionkowo-komorowym (*atrioventricular septal defect*, AVSD), szczególnie zwiększa ryzyko wystąpienia aneuploidii, zwłaszcza zespołu Downa. W badaniu 38 płodów z AVSD autorzy stwierdzili aneuploidię w 58% przypadków ($n=22$). W tej grupie najczęściej rozpoznano: zespół Downa ($n=19$) oraz trisomię 18 pary chromosomów ($n=1$), trisomię 13 pary chromosomów ($n=1$) oraz mozaicyzm ($n=1$)¹¹.

U około 50% noworodków z zespołem Downa występują wady serca, głównie wady przegrody międzykomorowej (ryc. 3-2) i wspólny kanał przedsionkowo-komorowy (ryc. 3-3). Niestety, wady przegrody międzykomorowej mogą być trudne do wykrycia w badaniu prenatalnym, dlatego też jej wykrywalność jest zmienna. Jedną z grup badaczy była w stanie wykryć wady serca u połowy płodów z zespołem Downa¹². De Vore, używając w badaniu niespecyficznych cech wad serca (niedomykalność zastawki trójdzielnej, płyn w osierdziu oraz dysproporcję wielkości między prawą i lewą połową serca), stwierdził nieprawidłowości w sercu 76% płodów z zespołem Downa, jednak tylko 9% z nich miało wadę przegrody przedsionkowo-komorowej¹³. Warto podkreślić, że u ponad 90% płodów z trisomią 13 i 18 pary chromosomów również występują wady serca. W kilku badaniach oszacowano częstość występowania poważnych wad serca w badaniach ultrasonograficznych u płodów z trisomią 18 na 80%^{4,14}.

Atrezja dwunastnicy (ryc. 3-4) jest bardzo rzadko rozpoznawana przed 20–24 tygodniem ciąży, kiedy to staje się widoczny poszerzony, wypełniony płynem żołądek oraz część bliższa dwunastnicy (objaw *double bubble*) oraz pojawia się wielowodzie. Jest to wiodąca przyczyna wrodzonej niedrożności jelit u noworodków. Wśród przypadków zarośnięcia dwunastnicy wykrytych prenatalnie trisomia 21 pary pojawia się w jednej trzeciej przypadków¹⁰.

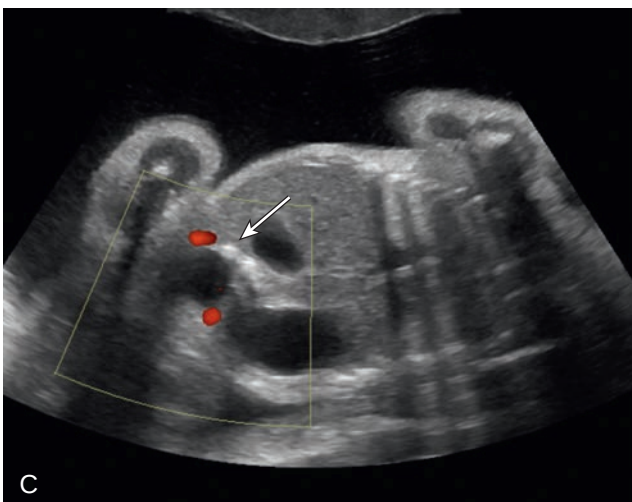
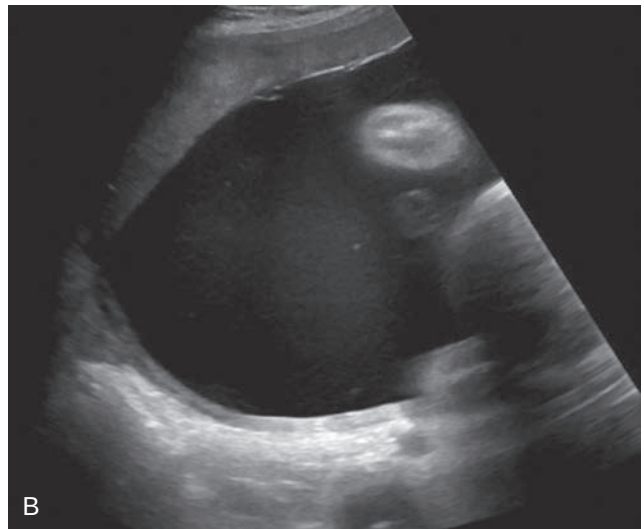
Powodem wystąpienia obrzęku nieimmunologicznego (ryc. 3-5) mogą być zarówno przyczyny matczyne, jak i płodowe. W badaniu



RYCINA 3-2 Obraz czterech jam serca płodu przedstawiający defekt przegrody międzykomorowej w części napływowej.



RYCINA 3-3 Przekrój poprzeczny klatki piersiowej przedstawiający całkowity kanał przedsionkowo-komorowy u płodu z zespołem Downa. Należy zauważyć ubytek typu otworu pierwotnego przegrody międzyprzedsionkowej i wadę w części napływowej przegrody międzykomorowej w obrazie krzyża serca wraz z towarzyszącą pojedynczą zastawką przedsionkowo-komorową.



RYCINA 3-4 Atrezja dwunastnicy u płodu z zespołem Downa. **A.** Przekrój poprzeczny przez jamę brzuszną płodu w trzecim trymestrze z klasycznym objawem podwójnej bańki żołądka (*double bubble*). **B.** Widoczne jest również wielowodzie oraz hiperechogeniczne jelita (**C**) (strzałka).

Ultrasonograficzna ocena ciąży wielopłodowej

Lynn L. Simpson

PODSUMOWANIE NAJWAŻNIEJSZYCH INFORMACJI

- Wczesne rozpoznanie i ocena kosmówkowości w pierwszym trymestrze ciąży są bardzo ważne dla prawidłowej opieki nad pacjentką w ciąży wielopłodowej.
- Bliźnięta dwukosmówkowe mogą być jednojajowe lub dwujajowe, podczas gdy wszystkie bliźnięta jednokosmówkowe z zasady są jednojajowe.
- Poszerzenie przezierności karkowej (NT, *nuchal translucency*) w ciążach jednokosmówkowych, poza związkiem z podwyższonym ryzykiem aneuploidii i wad wrodzonych, może wskazywać również na potencjalne wystąpienie powikłań związanych z anastomozami między bliźniętami we wspólnym łożysku.
- Ryzyko wystąpienia wad anatomicznych w ciążach wielopłodowych jest zwiększone, a najwyższe w ciążach jednokosmówkowych.
- Część anomalii strukturalnych dosyć często dotyczy obu płodów, ale zwykle są one różne, nawet u bliźniąt jednojajowych.
- Ultrasonografia przezpochwowa może być użytecznym narzędziem do wykrywania takich patologii, jak łożysko przodujące, naczynie przodujące, skrócenie szyjki macicy, które częściej zdarzają się w ciążach wielopłodowych.
- W ciążach wielopłodowych badanie ultrasonograficzne jest zalecane co miesiąc, z powodu ograniczenia możliwości oceny w badaniu przedmiotowym oraz ryzyka związanego z nieprawidłowym wzrastaniem płodu i objętością płynu owodniowego.
- Ciąże wielopłodowe z jednokosmówkowym łożyskiem wymagają zwiększonego nadzoru i seryjnych badań ultrasonograficznych w celu wykrycia specyficznych powikłań dla tych typów ciąż, takich jak zespół przetoczenia między bliźniętami (TTTS), nierównomierny podział łożyska z towarzyszącą dysproporcją wzrastania płodów lub z selektywną hipotrofią płodu (FGR) czy sekwencja anemia-polirytmia (TAPS).

TREŚĆ

Embriologia bliźniąt, 144

Ocena wieku ciążowego, 146

Kosmówkowość i owodniowość, 147

Przezierność karku, 150

Ocena anatomii, 151

Ocena łożyska, 152

Długość szyjki macicy, 152

Ocena wzrastania płodów, 153

Seryjny nadzór ultrasonograficzny, 155

Bliźnięta jednoowodniowe, 155

Bliźnięta zrośnięte, 156

Zespół odwróconego przepływu tętniczego u bliźniąt (TRAP), 158

Zespół przetoczenia krwi między bliźniętami (TTTS), 159

Sekwencja anemia-policytemia (TAPS), 164

Nierównomierny podział łożyska z towarzyszącą dysproporcją wzrastania płodów lub z selektywnym ograniczeniem wzrastania jednego płodu (sFGR/sIUGR), 165

Obumarcie jednego płodu, 166

Podsumowanie, 167

Diagnostyka ultrasonograficzna odgrywa kluczową rolę w opiece nad ciążą wielopłodową, która w Stanach Zjednoczonych zdarza się obecnie u ponad 3% wszystkich żywych urodzeń¹ (ryc. 7-1 i 7-2). Rozwój technik rozrodu wspomaganego przyczynił się do wzrostu liczby ciąż mnogich, ale na szczęście są one wcześniej wykrywane dzięki rutynowemu wykorzystaniu ultrasonografii w ośrodkach zajmujących się leczeniem niepłodności. Natomiast w okresie poprzedzającym włączenie ultrasonografii do praktyki położniczej połowa wszystkich ciąż bliźniaczych nie była rozpoznawana aż do momentu porodu². Dzisiaj, wraz z szeroką dostępnością ultrasonografii, większość ciąż mnogich jest rozpoznawana w pierwszym trymestrze ciąży, co umożliwia zindywidualizowanie i optymalizację opieki nad tymi skomplikowanymi ciążami.

Ciąże mnogie wymagają szczególnych względów, jak również wyjątkowe patologie, które mogą się pojawić, stwarzają konieczność dodatkowych badań obrazowych. Standardowe wskazania do badań ultrasonograficznych w ciążach mnogich obejmują: ocenę wieku ciążowego, określenie kosmówkowości, pomiar przezierności karkowej (NT, *nuchal translucency*), ocenę anatomii, ocenę łożyska, pomiar długości szyjki macicy, rutynowe badania wzrastania płodu oraz seryjne badania nad ciążami powikłanymi wadami, zaburzeniami wzrastania i nieprawidłową ilością płynu owodniowego. Ciąże mnogie z łożyskiem jednokosmówkowym wymagają wzmożonej oceny w kierunku: jednoowodniowości, bliźniąt nierozdzielonych, zespołu odwróconego przepływu tętniczego u bliźniąt (TRAP, *twin reversed arterial perfusion*), zespołu przetoczenia krwi między

bliźniętami (TTTS, *twin-twin transfusion syndrome*), nierównomiernego podziału łożyska z niezrównoważonym wzrastaniem bliźniąt lub selektywnym ograniczeniem wzrastania jednego płodu (FGR, *fetal growth restriction*), sekwencji anemii-policytemii u bliźniąt (TAPS, *twin anemia-polythemia sequence*) oraz obumarcia

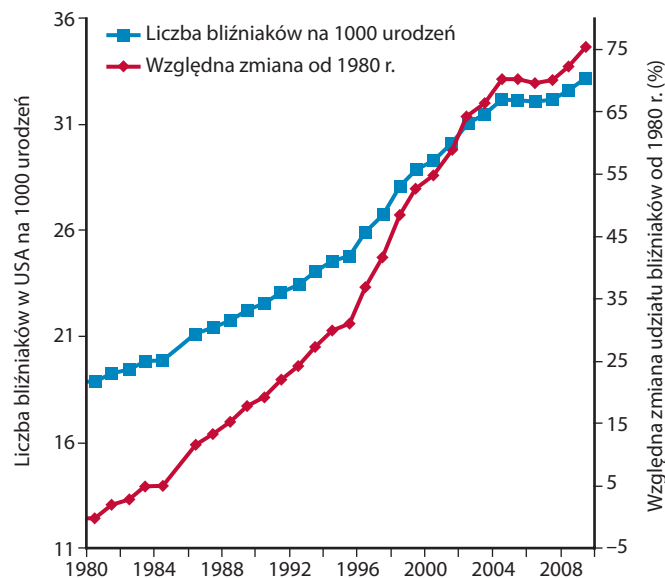
jednego płodu. Niewątpliwie ocena ultrasonograficzna ma zasadnicze znaczenie dla sprawowania prawidłowej opieki nad ciążami wielopłodowymi we współczesnym położnictwie.

EMBRIOLOGIA BLIŹNIĄT

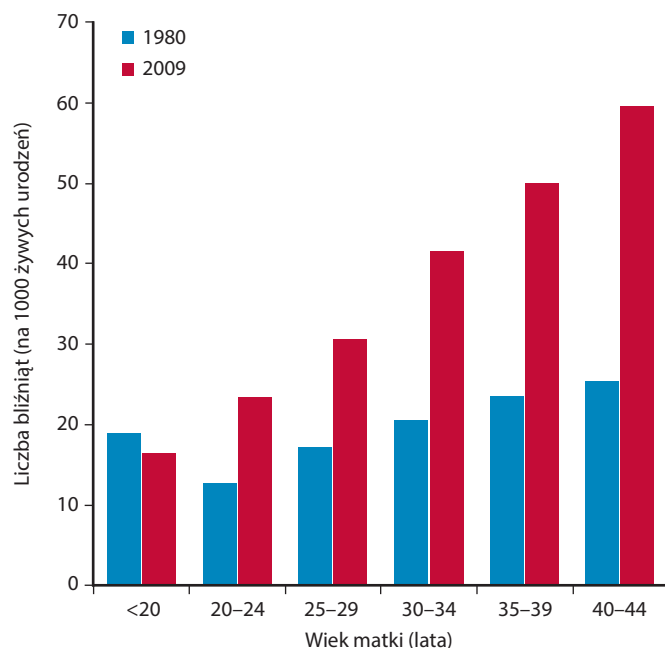
Embriologia ciąż bliźniaczych obejmuje złożoność rozwoju zarówno dwóch embryonów, jak również jednego lub dwóch łożysk. Bliźnięta mogą być monozygotyczne lub dwuzygotyczne w zależności od liczby komórek jajowych, które zostały zapłodnione podczas poczęcia (ryc. 7-3). Bliźnięta jednokosmówkowe są wynikiem zapłodnienia jednej komórki jajowej przez jeden plemnik, z następowym podziałem na dwa embryony. Oba mają ten sam genom, dlatego często określane są jako „bliźnięta identyczne”, ale wpływ różnych czynników na rozwój po poczęciu powoduje, że bliźniaki jednojajowe nie są tak naprawdę identyczne. Bliźnięta dwuzygotyczne są wynikiem zapłodnienia dwóch komórek jajowych przez dwa plemniki (ryc. 7-3 i 7-4). Te płody nie są bardziej podobne do siebie niż inne dzieci tych samych rodziców, dlatego też czasami są określane jako „bliźnięta braterskie”.

W przeciwieństwie do bliźniąt dwujajowych, częstość występowania bliźniąt jednojajowych jest stała na całym świecie i wynosi około 1/250 ciąż (tab. 7-1). Czas podziału w przypadku bliźniąt jednojajowych determinuje, jaki typ łożyska powstanie i jakie jest ryzyko wystąpienia dodatkowych komplikacji. Efekt ten pokazano na rycinie 7-5 i w tabeli 7-2, które przedstawiają czas i typy placentacji. Łožysko dwukosmówkowe pojawia się w około 1/3 ciąż bliźniaczych jednokosmówkowych i wynika to z wczesnego podziału w ciągu pierwszych 3 dni po zapłodnieniu. Jednokosmówkowe łożysko występuje u 2/3 bliźniąt jednojajowych i wynika z podziału między 4 a 8 dniem po zapłodnieniu. Ciąża jednoowodniowa występuje dużo rzadziej, dotyczy mniej niż 1% ciąż jednojajowych i jest wynikiem podziału między 9 a 12 dniem. W końcu bliźnięta nierozdzielone (zrosłaki) są wynikiem bardzo późnego podziału zarodka w 13 dniu od zapłodnienia lub w okresie jeszcze późniejszym. Z bardzo rzadkimi wyjątkami bliźnięta dwujajowe są dwukosmówkowe i dwuowodniowe.

Chociaż odsetek bliźniąt jednojajowych wśród spontanicznych ciąż bliźniaczych jest względnie stały, to zwiększa się pod wpływem technik rozrodu wspomaganego (ART, *assisted reproductive technology*), zwłaszcza związanych z manipulacjami na zarodkach lub późniejszym transferem zarodków^{3,4}. Wskaźnik ciąż jednojajowych związanych z ART zwiększył się o około 2–12 razy. Natomiast częstość występowania ciąż bliźniaczych dwujajowych zmienia się i jest związana z wiekiem matki, rasą, szerokością geograficzną i częstością



RYCINA 7-1 Trendy we wskaźniku występowania ciąż bliźniaczych (na 1000 urodzeń) oraz zmiany w odsetku ciąż bliźniaczych w USA w latach 1980–2009. (Dane opublikowane za zgodą: Ananth CV, Chauhan SP: Epidemiology of twinning in developed countries. *Semin Perinatol* 36(3):156–161, 2012).



RYCINA 7-2 Zmiany wskaźnika występowania ciąż bliźniaczych (na 1000 urodzeń) w porównaniu z wiekiem matek w USA w latach 1980–2009. (Dane opublikowane za zgodą: Ananth CV, Chauhan SP: Epidemiology of twinning in developed countries. *Semin Perinatol* 36(3):156–161, 2012).

TABELA 7-1 Wskaźnik urodzeń bliźniąt na 1000 urodzeń w zależności od regionu geograficznego

Obszar geograficzny	Jednojajowe	Dwujajowe
Nigeria	5,0	49,0
Stany Zjednoczone		
rasa czarna	4,7	11,1
rasa biała	4,2	7,1
Anglia i Walia	3,5	8,8
Japonia	3,0	1,3

Za: MacGillivray I: Epidemiology of twin pregnancy. *Semin Perinatol* 10:4, 1986.

Biometria i wzrastanie płodu

Carol B. Benson, Peter M. Doubilet

PODSUMOWANIE NAJWAŻNIEJSZYCH INFORMACJI

- Wiek ciążowy w pierwszym trymestrze początkowo powinien być określany na podstawie uśrednionej wartości średnicy pęcherzyka ciążowego, a następnie po uwidocznieniu zarodka na podstawie jego długości ciemieniowo-siedzeniowej (CRL).
- W drugim trymestrze wiek ciążowy powinien być określany na podstawie pomiarów głowy płodu, w skład których wchodzi wymiar dwuciemieniowy głowy (BPD) oraz obwód głowy (HC), lub na podstawie algorytmów obejmujących kilka pomiarów wielkości płodu.
- W późnym trzecim trymestrze zarówno pomiary ultrasonograficzne, jak i data ostatniej miesiączki (LMP) nie są odpowiednimi metodami do określania wieku ciążowego.
- Jeśli w pierwszym trymestrze wiek ciążowy został określony z użyciem jakiejś precyzyjnej metody, termin porodu nie powinien być zmieniany, ponieważ w tym czasie można najdokładniej go oszacować.
- Szacunkową ocenę masy płodu najlepiej ocenia się, zaczynając od połowy drugiego trymestru i na początku trzeciego trymestru. Przeprowadza się to na podstawie oceny szacunkowej masy płodu oraz ustalenia odpowiedniego percentyla dla tej masy.
- Zaburzenia wzrostu płodu (FGR) należy podejrzewać w przypadku masy płodu poniżej 10 percentyla dla danego wieku ciążowego.
- Makrosomię płodu podejrzewa się, gdy szacunkowa masa płodu (EFW) wynosi ponad 4000 g w przypadku pacjentek z cukrzycą i powyżej 4500 g w przypadku pacjentek w ciąży fizjologicznej.
- Rozpoznanie nadmiernej masy płodu może być postawione wówczas, gdy EFW przekroczy 90 percentyl dla danego wieku ciążowego.
- Poza oceną wieku ciążowego i monitorowaniem wzrostu płodu w rozpoznawaniu wad płodu ważną rolę odgrywa biometria. Dotyczy to zwłaszcza nieprawidłowości, które charakteryzują się nieprawidłowym wymiarem poszczególnych części ciała płodu, jak na przykład kości długie w dysplazjach kostnych.

TREŚĆ

Ocena wieku ciążowego, 128

Ocena wieku ciążowego w pierwszym trymestrze, 129

Ocena wieku ciążowego w drugim i trzecim trymestrze, 131

Pomiary, 131

Ocena wieku ciążowego w drugim i trzecim trymestrze, 133

Określanie wagi płodu i percentyla dla danego wieku ciążowego, 135

Zaburzenia wzrastania płodu, 136

Ograniczenie wzrastania płodu oraz płód zbyt mały w stosunku do wieku ciążowego, 136

Makrosomia płodu i płód zbyt duży w stosunku do wieku ciążowego, 137

Wady płodu związane z nieprawidłową biometrią, 137

Podsumowanie, 138

Ultrasonograficzne pomiary poszczególnych części ciała płodu umożliwiają określenie wieku ciążowego, szacunkowej wagi płodu oraz normy w pomiarach dla danego wieku ciążowego. W tym rozdziale zostały omówione różne pomiary płodu oraz ich wykorzystanie w określaniu wieku ciążowego, monitorowaniu wzrostu płodu, rozpoznawaniu zaburzeń wzrastania płodu oraz diagnostyce wad płodu, charakteryzujących się nieprawidłowym rozmiarem konkretnych struktur anatomicznych płodu.

Termin *wiek ciążowy* odnosi się do czasu trwania ciąży. Zanim rozwinęła się zaawansowana ultrasonografia, w określaniu wieku ciążowego opierano się na terminie liczonym od pierwszego dnia ostatniej miesiączki (LMP, *last menstrual period*). Używano także terminu *wiek miesięczkowy*. Wraz z rozwojem metod określania wieku ciążowego termin wieku ciążowego przestał być ściśle przypisywany do terminu ostatniej miesiączki. Zamiast tego, wiek ciążowy odnosi się

do szacowanej daty zapłodnienia plus dwa tygodnie. Ponieważ poczęcie występuje zwykle 2 tygodnie po terminie ostatniej miesiączki, wiek ciążowy i miesięczkowy pokrywają się. Jednak wiek ciążowy jest bardziej adekwatny do oszacowania tygodnia ciąży u kobiet z nieregularnymi cyklami. Pełny czas trwania ciąży to 40 tygodni. Szacunkowa data porodu (EDD, *estimated due date*) lub szacunkowa data rozwiązania (EDC, *estimated date of confinement*) odnoszą się do wieku ciążowego, który oznacza skończony 40 tydzień ciąży.

Kolejnym terminem wykorzystywanym w datowaniu ciąży jest wiek koncepcyjny, obejmujący czas trwania ciąży począwszy od daty poczęcia. W niektórych sytuacjach u pacjentek, które zaszły w ciążę dzięki technikom wspomaganego rozrodu (ART, *assisted reproductive technique*), wiek koncepcyjny może zostać określony z bardzo dużą dokładnością. Wynika to ze znajomości dokładnej daty zapłodnienia, do której, w celu określenia wieku ciążowego, dodaje się dwa

tygodnie. W przypadku pacjentek poddanych technikom wspomaganego rozrodu (ART) nie wprowadza się dodatkowych terminów na określenie wieku ciążowego. Termin wieku ciążowego jest używany do określania czasu trwania ciąży niezależnie od metody poczęcia¹.

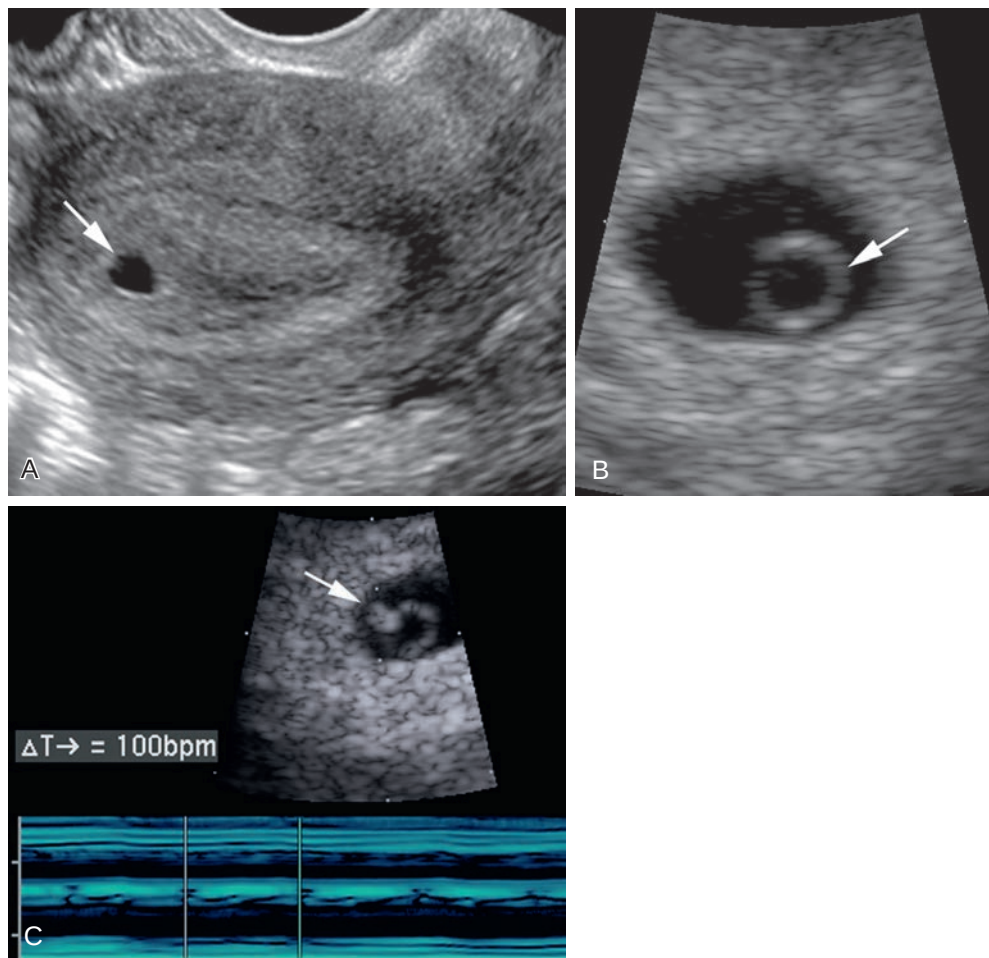
Właściwe datowanie wieku ciążowego jest niezwykle ważne w prowadzeniu ciąży, ponieważ wiele decyzji położniczych jest zależnych od wieku ciążowego. Czas wykonywania badań prenatalnych w kierunku aberracji chromosomowych wykonywanych w I trymestrze jest zależny od wieku ciążowego. W przypadku oceny poszczególnych struktur płodu musi być ustalony wiek ciążowy, aby można było odróżnić obraz prawidłowy od nieprawidłowego. Na przykład wstępowanie struktur wewnątrzbrzusznych do sznura pępowinowego jest zjawiskiem prawidłowym do 12 tygodnia ciąży (fizjologiczna przepuklina), natomiast jest zjawiskiem nieprawidłowym w II trymestrze, określanym wtedy jako przepuklina pępkowa². Optymalny czas na wykonanie badania ultrasonograficznego w II trymestrze ze szczegółową oceną anatomii płodu określa się na podstawie wieku ciążowego³. Dokładne datowanie wieku ciążowego jest także niezwykle ważne podczas określania wielkości poszczególnych

struktur płodu. Na przykład w przypadku za krótkiej dla danego wieku ciążowego kości udowej wzrasta ryzyko zespołu Downa lub dysplazji szkieletowej^{4,5}. W III trymestrze precyzyjne datowanie wieku ciążowego jest niezbędne do rozpoznania oraz zapobiegania porodowi przedwczesnemu, a także rozpoznawania ciąży po terminie i określania wskazań do interwencji.

Optymalne określenie wieku ciążowego jest także niezbędne w monitorowaniu wzrastania płodu. Kluczową metodą oceny wzrostu płodu jest określenie szacunkowej masy płodu (EFW) i stwierdzanie, czy nie jest za niska lub za wysoka dla danego wieku ciążowego. Zbyt małe płody dla danego wieku ciążowego mogą wymagać ścisłego nadzoru prenatalnego^{6,7} oraz wcześniejszego ukończenia ciąży. Niekiedy odpowiednią drogą porodu dla płodów o nieprawidłowej wielkości dla danego wieku ciążowego może być cięcie cesarskie^{8,9}.

OCENA WIEKU CIĄŻOWEGO

Wiek ciążowy może zostać określony na podstawie oceny klinicznej lub ultrasonograficznej. Ocena kliniczna obejmuje termin ostatniej



RYCINA 6-1 Ocena wieku ciążowego we wczesnym etapie I trymestru za pomocą badania ultrasonograficznego.

A. Przekrój strzałkowy przedstawiający zlokalizowany wewnątrzmacicznie niewielki, okrągły zbiornik płynu (strzałka), odpowiadający wiekowi ciążowemu 5,0 tygodni. **B.** Wewnątrzmaciczny pęcherzyk ciążowy z pęcherzykiem żółtkowym (strzałka) odpowiadający wiekowi ciążowemu 5,5 tygodni. **C.** Wewnątrzmaciczny pęcherzyk ciążowy z widocznym niewielkim, przylegającym do pęcherzyka żółtkowego zarodkiem z czynnością serca (strzałka). Podczas skanowania zarodka w trybie M uwidoczniono czynność serca 100 uderzeń na minutę. Obraz ten odpowiada wiekowi ciążowemu 6,0 tygodni.

Ultrasonograficzna ocena prawidłowej anatomii płodu

Tara A. Morgan, Vickie A. Feldstein, Roy A. Filly

PODSUMOWANIE NAJWAŻNIEJSZYCH INFORMACJI

- Stały rozwój technologii ultrasonograficznych, obejmujący zastosowanie głowic o wyższych częstotliwościach, głowic szerokopasmowych oraz możliwość wyboru położenia ogniskowej, wpłynął na poprawę możliwości oceny anatomii płodu, a tym samym zwiększył wymagania dotyczące wiedzy na temat prawidłowości struktur, które powinny być uwidocznione i oceniane podczas badania ultrasonograficznego płodu.
- Powierzchnowa anatomia płodu może być oceniona za pomocą ultrasonografii zarówno dwuwymiarowej, jak i trójwymiarowej i może służyć do oceny prawidłowego rozwoju struktur twarzy i zewnętrznych narządów płciowych.
- Najwcześniej rozpoznawanymi elementami płodowymi są struktury kostne płodu, a ich ocena ultrasonograficzna w znacznym stopniu zależy od pozycji płodu.
- Identyfikacja prawidłowej trójnaczyńowej pępowiny i prawidłowej anatomii żyły wrotnej może pomóc w ocenie prawidłowości rozwoju układu sercowo-naczyniowego.
- Wątroba jest największym narządem przewodu pokarmowego i ma największy wpływ na obwód brzucha.
- Echogeniczność płuc wzrasta w okresie ciąży, ale zmiany te nie korelują z dojrzałością płuc.
- Nerki rosną przez cały czas trwania ciąży ze stałym wskaźnikiem proporcji obwodu nerki do obwodu brzucha wynoszącym od 0,27 do 0,30.
- Kości sklepienia czaszki mogą zaciemniać część mózgu położoną bliżej głowicy. Do poprawienia wizualizacji mogą być wykorzystane okienka przeciętniackowe lub obszary uwidoczniane bez artefaktów wywołanych przez kości. W przypadku, gdy jedna półkula nie jest dobrze widoczna, zakłada się symetrię, chyba że podczas oceny nie jest to jednoznaczne.

TREŚĆ

Powierzchnowe struktury anatomiczne płodu, 177

Układ mięśniowy i układ szkieletowy, 180

Układ krążenia, 197

Układ pokarmowy, 204

Układ oddechowy, 213

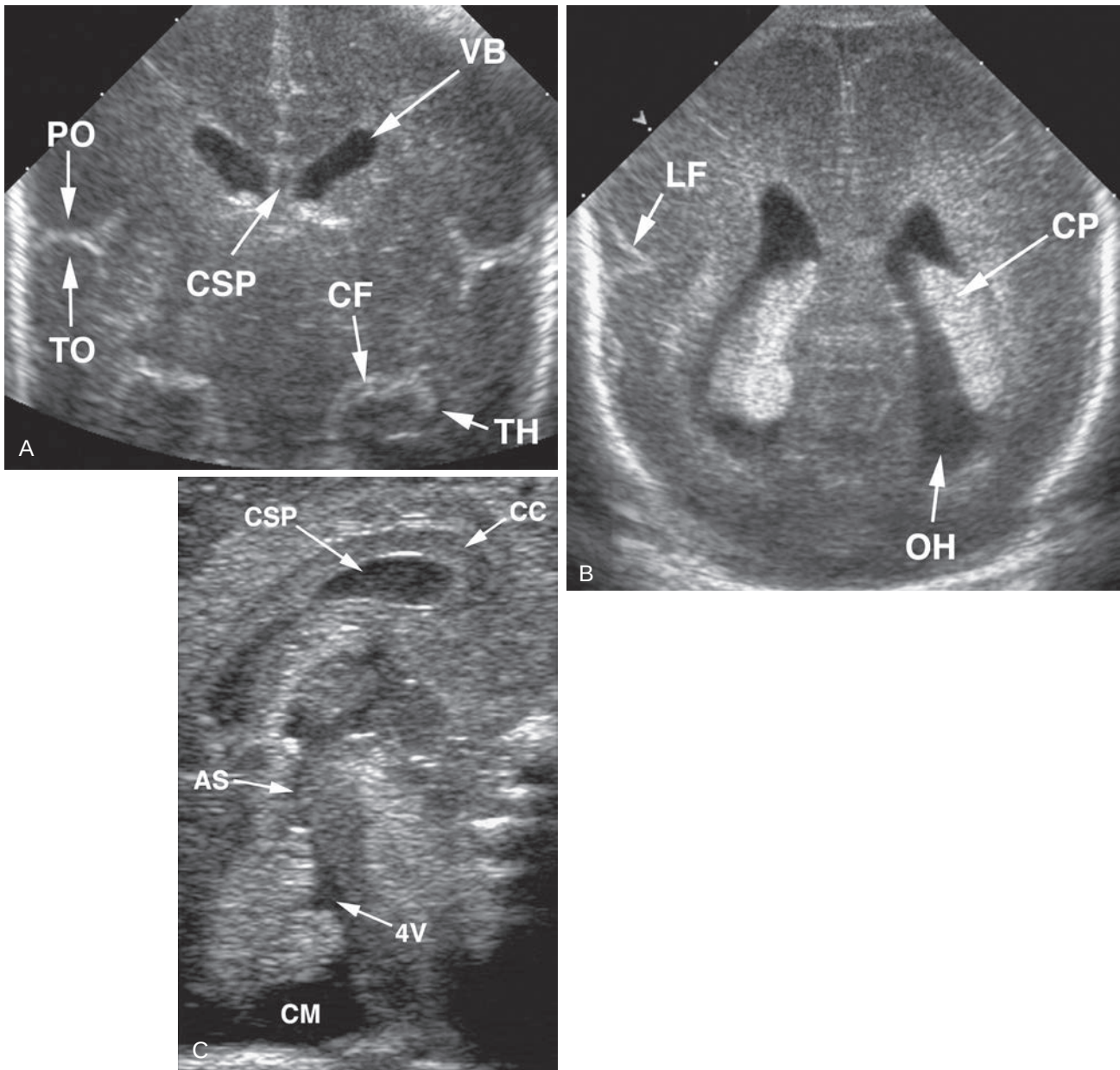
Układ moczowo-płciowy, 216

Ośrodkowy układ nerwowy, 218

Ultrasonograficzna ocena prawidłowej anatomii płodu ciągle ewoluje. Sprzęt stale jest ulepszany, co zapewnia dokładniejszą i coraz bardziej spójną jakość obrazu. Do najbardziej znaczących osiągnięć w zakresie obrazowania płodu zalicza się możliwość wyboru głębokości ogniskowania (strefy największego skupienia wiązki) oraz zmiany częstotliwości bez konieczności zmiany głowicy. Dzięki temu obserwowany obszar anatomiczny może być poddany stałej kontroli za pomocą wiązki ultrasonograficznej o optymalnej częstotliwości. Postęp technologiczny w ostatnich latach pozwala na obrazowanie za pomocą coraz wyższych częstotliwości niż miało to miejsce zaledwie dekadę temu, co przekłada się na rozdzielczość obrazu.

W związku z rozwojem technologicznym i możliwością obrazowania coraz mniejszych struktur, diagności zajmujący się ultrasonografią stopniowo udoskonalali swoją wiedzę dotyczącą interpretacji obrazów generowanych w trakcie rutynowej diagnostyki ultrasonograficznej. Z całą pewnością lepsza jakość obrazów USG ułatwia zrozumienie niuansów anatomii płodu i poszerza wiedzę, dotyczącą

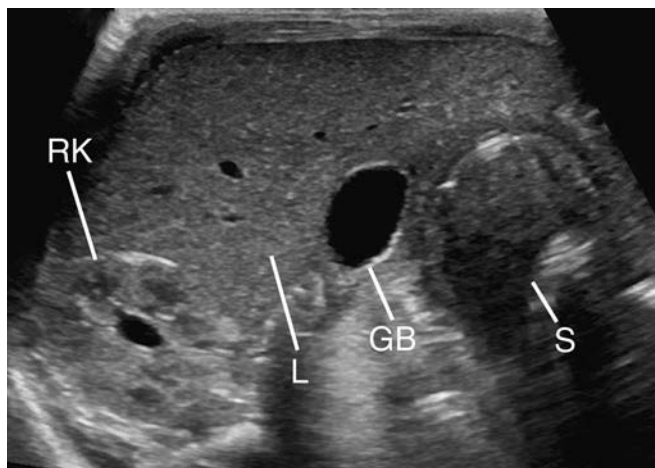
rozwoju płodu. Należy jednak zaznaczyć, że także inne czynniki mają wpływ na postęp w zakresie ultrasonografii. Jednym z takich czynników może być coraz większa powszechność badania ultrasonograficznego u urodzonych wcześniaków¹⁻². Te małe noworodki są odpowiednikami płodów w drugim trymestrze, czasami nawet w 24 tygodniu ciąży. Obrazowanie anatomii mózgu¹⁻² (ryc. 8-1) oraz jamy brzusznej (ryc. 8-2) takich noworodków umożliwia lepsze zrozumienie anatomii płodów, ponieważ w warunkach pozamacicznych możliwe jest zastosowanie głowic o jeszcze wyższej częstotliwości, uzyskanie większej liczby płaszczyzn przekroju oraz porównanie tych obrazów z innymi metodami diagnostycznymi. Większość tych informacji dotyczy również oceny młodszych płodów. Coraz bardziej docenianym badaniem w obrazowaniu płodu jest także rezonans magnetyczny. Również i w tej dziedzinie odnotowuje się znaczący postęp. Dzięki możliwości porównania anatomii płodu na obrazach ultrasonograficznych z odpowiadającymi im obrazami, uzyskanymi za pomocą rezonansu magnetycznego, dodatkowo pogłębia się wiedza na temat anatomii ultradźwiękowej płodu⁸⁻³.



RYCINA 8-1 Ultrasonogramy głowy noworodka. Obrazowania w przekrojach: wieńcowym (**A**), osiowym (**B**) oraz strzałkowym w linii przyśrodkowej ciała (**C**), stanowią przykład korelacji badań płodu. AS – wodociąg Sylwiusza (*sylvian aqueduct*); CC – ciało modzelowate lub spoidło wielkie mózgu (*corpus callosum*); CF – szczelina naczyniówkowa (*choroidal fissure*); CM – zbiornik wielki (*cisterna magna*); CP – splot naczyniówkowy (*choroid plexus*); CSP – jama przegrody przezroczystej (*cavum septi pellucidum*); LF – szczelina boczna (*lateral fissure*); OH – róg potyliczny (*occipital horn*); PO – wieczko ciemieniowe (*parietal operculum*); TH – róg skroniowy (*temporal horn*); TO – wieczko skroniowe (*temporal operculum*); VB – rogi przednie komór bocznych (*lateral ventricular body*); 4V – komora IV (*fourth ventricle*).

Zdolność ultrasonografii do wykrywania struktur znajdujących się wewnątrz płodu zależy od zachowania równowagi między rozdzielczością przestrzenną a kontrastem⁸. Zazwyczaj preferowany jest kontrast, ponieważ kontrast jest uważany za czynnik, który w większym stopniu niż rozdzielczość ułatwia ocenę obrazu. Na przykład trudne, a czasami wręcz niemożliwe, jest dostrzeżenie dużej białej kropki na białej ścianie, ponieważ nie ma różnicy kontrastów. Jednocześnie ludzkie oko z łatwością potrafi rozróżnić na tej samej ścianie małą czarną kropkę (duży kontrast). Struktury o nie-

wielkich rozmiarach (będące na wczesnym etapie rozwoju), w obrębie których występują duże kontrasty, są łatwiejsze do wykrycia niż struktury, które charakteryzują się mało widocznymi kontrastami. Chociaż ultrasonograficzne środki kontrastujące są stosowane w badaniu USG zarówno u dorosłych, jak i u dzieci, to jednak nie są one w stanie przejść przez łożysko w takiej ilości, która pozwoliłaby na wizualizację struktur płodu⁹. Nie mamy więc do dyspozycji żadnych czynników, które pozwoliłyby na zwiększenie kontrastu narządów płodu. Dlatego wykonujący badanie USG podczas obra-



RYCINA 8-2 Ultrasonogram brzucha noworodka. Obraz osiowego przekroju poprzecznego miesięcznego noworodka urodzonego przedwcześnie w 24 tygodniu ciąży przedstawia prawą nerkę (RK, *right kidney*), wątrobę (L, *liver*), pęcherzyk żółciowy (GB, *gallbladder*) i żołądek (S, *stomach*).

zowania pojedynczych wewnętrznych struktur anatomicznych może polegać wyłącznie na już istniejącej kontrastowości (zróżnicowaniu wrodzonym). Nie ma wątpliwości, że także rozdzielczość przestrzenna pełni kluczową rolę podczas określania morfologii, jednakże nie może być czynnikiem ograniczającym ocenę anatomii płodu. Na szczęście wymyślne nowoczesne systemy obrazowania ultrasonograficznego dają możliwość wyboru ustawienia kontrastu. Dzięki temu istnieje szansa na uzyskanie poprawy naturalnego kontrastu (wynikającego z wrodzonego zróżnicowania tkanek). Ważnym aspektem rozwoju technologicznego, który umożliwił uzyskanie obrazów o zdecydowanie wyższych częstotliwościach, jest fakt, że wyższe częstotliwości pozwalają skontrastować pomiędzy sobą różne narządy, co ma znaczenie diagnostyczne.

Kolejną technologią, która poprawiła jakość obrazowania płodu, a zwłaszcza wizualizację we wczesnej ciąży, jest głowica przepochwowa¹⁰⁻¹². Dzięki niej wybrane struktury anatomiczne płodu, w istocie zarodka, są zaskakująco dobrze widoczne (ryc. 8-4). Aczkolwiek metoda ta pełni kluczową rolę w nowoczesnym obrazowaniu, to jednak autorzy podręcznika postanowili skupić się na omówieniu anatomii, uwidocznionej dzięki zastosowaniu głowic przebrzusnych u płodów powyżej 14 tygodnia ciąży. Do badań USG w późniejszych etapach ciąży – w kontekście obrazowania anatomii płodu – użyto głowic przepochwowych przede wszystkim do wizualizacji przodującej części płodu. Taki wybór (głowica przepochwowa, a nie przebrzuszna) podyktowany jest tym, że w przypadku zastosowania głowicy przebrzuszej nie można uzyskać wystarczająco dokładnego obrazowania tej okolicy ciała płodu (np. części dalszej kości krzyżowej przy przodowaniu pośladków).

Nie można pominąć zasadności oceny innych parametrów technicznych ważnych podczas obrazowania płodu. Ultrasonografia jest techniką tomograficzną. Zawsze należy dążyć do właściwego ustawienia głowicy, mającego na celu osiągnięcie optymalnej płaszczyzny przekroju. Jednak nie jest możliwa pełna kontrola ustawienia płodu w stosunku do ciała matki. Nie można także wpłynąć na budowę ciała matki, czy objętość płynu owodniowego, czyli na czynniki, które mogą radykalnie wpłynąć na rozróżnienie elementów anatomii płodu. Poza wymienionymi utrudnieniami, większość struktur anatomicznych płodu może być poddana skutecznej ocenie ultrasonograficznej.



RYCINA 8-3 Obraz T2-zależny uzyskany za pomocą rezonansu magnetycznego, wykonanego u 21-tygodniowego płodu, przedstawia prawidłową anatomie wątroby (L, *liver*), komory bocznej mózgu (LV, *cerebral lateral ventricle*), żołądka (S, *stomach*), serca (H, *heart*), prawego płuca (RL, *right lung*), jelita cienkiego (SB, *small bowel*) oraz pęcherza moczowego (B, *bladder*).

W rozwoju nowoczesnej ultrasonografii płodu decydującymi czynnikami są wysoka rozdzielczość oraz obrazowanie w czasie rzeczywistym z możliwością stosowania różnych ustawień głowicy¹³⁻¹⁵. W kolejnych podrozdziałach przedstawiono poszczególne obrazy anatomii płodu, udokumentowane z użyciem różnych technik badania ultrasonograficznego. Oceniono zakres możliwości sprzętu ultrasonograficznego w obrazowaniu badanych części ciała płodu. Pokuszono się również o próbę oszacowania, w którym momencie części ciała płodu osiągają na tyle duże rozmiary, że można je dostrzec podczas badania USG. Warto przypomnieć, że wielkość (wymiary) i możliwość uwidocznienia danych struktur są względne na danym etapie rozwoju płodu. Na przykład u małego płodu z dobrze wypełnionym pęcherzem moczowym identyfikacja pęcherza

CALLLEN

ULTRASONOGRAFIA W POŁOŻNICTWIE I GINEKOLOGII TOM 1

Mary E. Norton, MD, Leslie M. Scoutt, MD, Vickie A. Feldstein, MD

[...] Callena powinien przeczytać każdy zajmujący się ultrasonografią położniczo-ginekologiczną, czyli w praktyce każdy położnik-ginekolog. Kolejne wydania Callena to były książki absolutnie podstawowe dla rozwoju mojej wiedzy, nie tylko ultrasonograficznej, ale i położniczej; uczyłem się z nich patologii ciąży i terapii prenatalnej. Tak naprawdę to nie jest podręcznik ultrasonografii, tylko raczej przewodnik po zastosowaniu metod obrazowych w położnictwie i ginekologii. Kiedykolwiek ktoś mnie zapytał, z jakiego podręcznika powinno się uczyć ultrasonografii, odpowiadałem: z Callena. Dla wielu ze względu na barierę językową był on niezbyt dostępny. Dlatego też z ogromną radością przekazuję Państwu tłumaczenie na język polski podręcznika Callena, biblii ultrasonografii położniczo-ginekologicznej. Jeżeli chce się dobrze i mądrze prowadzić diagnostykę ultrasonograficzną, należy zapoznać się z tą książką.

ROMUALD DĘBSKI

Tytuł oryginału: **Callen's Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology**. Publikację wydano na podstawie umowy z Elsevier.

ELSEVIER

ISBN 978-83-66067-12-7



www.edraurban.pl