

Techniki inwazyjne w terapii płodu

Fetoskopia, implantacja shuntów, amnioinfuzja, amnioredukcja

KRZYSZTOF SZAFLIK, KRZYSZTOF SODOWSKI, TOMASZ SZAFLIK, BOGUSŁAW CZAJKOWSKI

FETOSKOPIA

Fetoskopia to zabieg polegający na wizualizacji płodu przeprowadzany w celach diagnostycznych lub terapeutycznych. Termin fetoskopia, wprowadzony przez Scrimgeoura w 1973 r., pochodzi od łacińskiego słowa foetus (płód) oraz greckiego słowa episkopion (obserwować)¹. Nazwę fetoskopia odnosiśmy do procedury terapii wewnątrzmacicznej i wizualizacji płodu, struktur łożyska, pępowiny oraz błon płodowych po 12 tygodniu ciąży.

Wstęp

W ostatnich latach nastąpił dynamiczny wzrost zainteresowania fetoskopią. Pierwsze próby wizualizacji endoskopowej płodu podjął w 1954 r. Westin². W 1972 r. Valenti w celu pobrania próbek skóry płodu wykorzystał zmodyfikowany pediatryczny cystoskop o średnicy 5 mm, który nazwał endoamnioskopem³. Przezbrzuszny dostęp w znieczuleniu miejscowym po raz pierwszy wykorzystali Hobbins i Mahoney z Uniwersytetu w Yale. Pobrali oni próbki i punktowali naczynia z powierzchni łożyska u pacjentek między 15 a 18 tygodniem ciąży⁵.

Pionierem laserowej koagulacji naczyń w zespole przetoczenia między płodami był De Lia. Jako pierwszy wykonał zabieg w 1988 r. na Uniwersytecie w Utah, a jego zasady opisał w 1990 r.⁵. W 1992 r. procedurę tę rozpowszechnili w Europie: Jan Deprest (w Belgii), Kypros Nicolaides (w Wielkiej Brytanii) i Yves Ville (we Francji)⁶⁻⁸. Obecnie wykorzystywanie różnego rodzaju fetoskopów jest nieodzownym elementem medycyny perinatalnej. Małoinwazyjny endoskopowy wgląd do jam ciała ludzkiego stosowany w celach diagnostycznych i terapeutycznych w wielu sytuacjach jest metodą z wyboru. Pomimo że pierwsze próby uwidocznienia płodu podjęto już w latach pięćdziesiątych, większe zainteresowanie fetoskopią nastąpiło w latach siedemdziesiątych.

W kolejnych latach wprowadzono do codziennej praktyki nowoczesne aparaty ultrasonograficzne. Wysoka rozdzielczość oraz doskonała jakość obrazu umożliwiły precyzyjniejsze wykonywanie fetoskopii. Wyznaczenie odpowiedniego toru wprowadzania i monitorowanie położenia fetoskopu to główne zadanie ultrasonografii podczas zabiegów wewnątrzmacicznych. Zrozumienie etiologii oraz patofizjologii niektórych patologii ciąży zmobilizowało badaczy do poszukiwania lepszych metod ich leczenia.

Miniaturyzacja sprzętu, nowe technologie obrazowania oraz techniki laserowe spowodowały ponowne zainteresowanie się metodami endoskopowymi w diagnostyce ciąży. W wybranych przypadkach ultrasonografia i fetoskopia wzajemnie się uzupełniają i pozwalają na ustalenie prawidłowej

diagnozy oraz leczenie wewnątrzmaciczne płodów. Embrioscopia jest terminem zarezerwowanym dla procedur wykonywanych przed 12 tygodniem ciąży, podczas gdy fetoskopia określa się procedury wizualizacji płodu powyżej tego okresu⁷.

Nieustanny postęp technologiczny w dziedzinie sprzętu endoskopowego przekłada się na ciągle poszerzanie spektrum operacji wykonywanych technikami endoskopowymi również w dziedzinie medycyny płodu⁸. Do typowych patologii leczonych z wykorzystaniem fetoskopii należą wg Depresta i wsp.^{8,13}:

- zespół przetoczenia między płodami (TTTS – twin-to-twin transfusion syndrome)
- zespół odwróconego kierunku przepływu krwi (TRAP – twin reversed arterial perfusion sequence)
- wrodzona przepuklina przeponowa (CDH – congenital diaphragmatic hernia) leczona również za pomocą FETO wewnątrzświatłowa okluzja tchawicy (FETO, fetal endoluminal tracheal occlusion)
- przepuklina oponowo-rdzeniowa
- atrezja oskrzeli
- teratoma okolicy krzyżowo-guzicznej
- sekwestr oskrzelowo-płucny
- uropatia zaporowa
- torbiele spłotów naczyniówkowych.

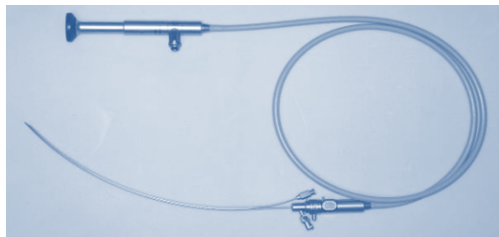
Przygotowanie do zabiegu i technika fetoskopii

Fetoskopia najczęściej wykonywana jest w znieczuleniu miejscowym. W wybranych przypadkach dopuszcza się znieczulenie dożylnie lub zewnątrzoponowe. Dobór znieczulenia zależy od wrażliwości pacjentki i przewidywanego czasu trwania zabiegu. Fetoscopia jako zabieg inwazyjny na ciężarnej macicy może wywołać czynność skurczową i w konsekwencji doprowadzić do poronienia lub porodu przedwczesnego. Dlatego też w Klinice Terapii Płodu Instytutu CZMP w Łodzi wszystkim pacjentkom zakwalifikowanym do tego zabiegu zlecamy tokolizę dożylną z siarczanu magnezu i β -mimetyków przynajmniej na 24 godziny przed zabiegiem. Ostatnio stosujemy wygodny w użyciu i skuteczny atozyban – antagonistę oksytocyny. W zależności od reakcji macicy dożylny wlew leków tokolitycznych utrzymujemy minimum do następnej doby po zabiegu.

W każdym przypadku przed rozpoczęciem zabiegu trzeba się upewnić, czy sprzęt jest sprawny. Dotyczy to w szczególności: aparatu ultrasonograficznego, kamery, źródła światła, optyk oraz źródeł energii (koagulacja i/lub laser). Powodzenie fetoskopii zależy także od dobrej widoczności w worku owodniowym. Płyn owodniowy może być mało klarowny, zwłaszcza u pacjentek po wcześniejszych zabiegach wewnątrzmacicznych (amniocenteza, kordocenteza). Dlatego też przystępując do zabiegu, należy mieć przygotowany ciepły roztwór soli na wypadek konieczności wymiany płynu owodniowego. Wykonanie drenażu lub amnioredukcji umożliwiają zakończenia typu Luer w dodatkowych kanałach płaszczu. Płaszcz do fetoskopii są fabrycznie wyposażone w ostro lub tępo zakończone mandryny. W zależności od preferencji operatora pozwala to na bezpośrednie wprowadzenie płaszczu fetoskopu do worka owodniowego przy użyciu ostro zakończonego mandrynu. Aby zmniejszyć drażnienie mięśnia macicy podczas zabiegu, dostęp do worka owodniowego uzyskuje się poprzez założenie odpowiedniego do średnicy płaszczu fotoskopu – sztywnego bądź półgietkowego trokara. Zastosowanie pośredniej drogi wkłucia, podobnie jak podczas laparoskopii, umożliwia wymianę instrumentów lub optyk bez konieczności powtórnego nakłuwania mięśnia macicy¹⁰.

W TTTS i przy lokalizacji łożyska na przedniej ścianie konieczne jest wykorzystanie zagiętego płaszczu z półgietką optyką 0°. Optyki te, ze względu na średnicę 1–2 mm oraz fiberoskopową budowę, cechują się gorszą jakością obrazu (ryc. 1)¹¹.

W celu poprawy widoczności można zastosować sztywną, 12–30° optykę Hopkinsa o średnicy 2 mm. Jest ona wprowadzana do wewnętrznego płaszczu, na szczycie którego znajduje się mechanizm Albarrana umożliwiający odgięcie włókna lasera (ryc. 2).



Rycina 1. Zagięty fetoskop w przypadku lokalizacji łożyska na ścianie przedniej



Rycina 2. Mechanizm odginający Albarrana

Optyka wraz z płaszczem wewnętrznym umieszczona jest w płaszczu zewnętrznym, który dodatkowo osłania kanał roboczy dla włókna lasera. Długość zestawu wynosi 26 cm, co w przypadku dużego wielowodzia może stwarzać trudności z uwidocznieniem przeciwnych struktur¹¹.

Szczegółową technikę zabiegów w poszczególnych patologich oraz potencjalne powikłania przedstawiono w rozdziałach dotyczących konkretnych patologii.

Współczesna endoskopia/fetoskopia: aspekty techniczno-użytkowe

Szeroka gama aparatury endoskopowej oraz różnorodność dostępnych funkcji wspomagających pracę sprawiają, że położnik musi doskonale znać nie tylko technikę operacyjną, lecz także możliwości techniczno-użytkowe obsługiwanego zestawu. Biegłość w posługiwaniu się oprzyrządowaniem endoskopowym ma niewątpliwie wpływ na płynność, bezpieczeństwo i końcowy efekt operacji. Wynika stąd konieczność przeznaczenia części rozdziału niniejszej monografii na omówienie zagadnień związanych z techniką sprzętu endoskopowego/fetoskopowego. Uwagę poświęcono głównie elementom tworzącym endoskopowy tor wizyjny, gdyż wysokiej jakości wizualizacja i związane z nią aspekty są fundamentem nowoczesnej endoskopii.

Fetoskop

Fetoskop jest pierwszym elementem łańcucha wizyjnego i jednocześnie, z uwagi na wrażliwą na uszkodzenia konstrukcję, jego najsłabszym ogniwem. Jego podstawowym zadaniem jest doprowadzenie i wyprowadzenie światła z wnętrza jamy ciała. W budowie każdego endoskopu można wyróżnić dwa układy optyczne. Pierwszy z nich odpowiada za doprowadzenie światła emitowanego przez zewnętrzne źródło do eksplorowanej jamy ciała. W większości dostępnych endoskopów czynność ta odbywa się za pośrednictwem wiązki włókien światłowodowych przebiegających wewnątrz tubusu endoskopu, które połączone są zewnętrznym światłowodem ze źródłem światła. Zadaniem drugiego układu jest wyprowadzenie światła (obrazu) z wnętrza jamy ciała do okularu endoskopu, na który zakładana jest

głowica kamery. Jakość układu wyprowadzającego światło w największej mierze wpływa na parametry otrzymywanego obrazu.

Wyróżniamy trzy stosowane w endoskopach techniki transmisji światła na zewnątrz: soczewkową, fiberoskopową oraz chip-on-the-tip (wewnętrzna kamera wideo). Zastosowanie poszczególnych technik uwarunkowane jest zazwyczaj rozmiarem endoskopu, elastycznością tubusu roboczego lub wymaganą jakością obrazu.

Technika soczewkowa występuje w większości endoskopów sztywnych. Przełomowe znaczenie w tej dziedzinie miało opracowanie przez prof. Harolda H. Hopkinsa (1918–1994) innowacyjnych soczewek o kształcie wałeczkowym (rod-lens system), które przyczyniły się do optymalizacji transmisji światła, diametralnie zwiększając jasność, kontrast, rozdzielczość oraz odwzorowanie kolorów w endoskopii. Udoskonalane przez lata optyki endoskopowe HOPKINS® obecnie idealnie współpracują z kamerami o rozdzielczości Full HD oraz 4K UHD, zapewniając uzyskiwanie realistycznych obrazów o bardzo wysokim stopniu identyfikowalności szczegółów struktur anatomicznych. Szeroki zakres dostępnych średnic od 2 do 10 mm sprawia, że endoskopy sztywne w połączeniu z płaszczami diagnostyczno-operacyjnymi lub kaniulami trokarów są powszechnie wykorzystywane w większości chirurgicznych specjalności medycznych. Na rynku dostępne są również sztywne optyki endoskopowe typu ENDOCAMELEON®, HOPKINS®, które umożliwiają śródoperacyjną zmianę kąta patrzenia, znacząco rozszerzając zakres obserwacji, szczególnie w trudnych warunkach operacyjnych.

Technika fiberoskopowa znajduje zastosowanie w endoskopach narażonych na większe naprężenia podczas normalnego użytkowania oraz w miniaturowych optykach endoskopowych o średnicach ≤ 2 mm. W technice tej światło wyprowadzane jest z endoskopu poprzez włókna szklane. Endoskopy wykorzystujące technikę fiberoskopową często określane są jako półsztywne, gdyż ich sztywny tubus roboczy jest do pewnego stopnia elastyczny. Przykładem są tu miniaturowe optyki do operacji fetoskopowych, których specyfika wymaga użycia ich w połączeniu z wygiętymi płaszczami operacyjnymi. W celu poprawy ergonomii pracy okular w endoskopach do fetoskopii zwykle połączony jest z tubusem roboczym poprzez elastyczny przewód, w którym przebiegają włókna światłowodowe, pozwalając na umieszczenie znacznie cięższej głowicy kamery w bezpiecznej odległości od pola operacyjnego.

Oddzielną grupę endoskopów stanowią endoskopy giętkie, których sonda robocza jest bardzo elastyczna, a sama końcówka dystalna może być dodatkowo aktywnie wyginana dzięki mechanizmowi wewnętrznych ściągów. Na rynku dostępne są endoskopy giętkie, których konstrukcja oparta jest na wspomnianej już technologii fiberoskopowej oraz nowoczesne giętkie wideoendoskopy, w których obraz rejestrowany jest bezpośrednio przez mikrokamerę umieszczoną w końcówce dystalnej endoskopu (chip-on-the-tip). Giętkie wideoendoskopy zapewniają obraz o wysokiej rozdzielczości, pozbawiony efektu siatki, jednak w przeciwieństwie do uniwersalnych pod względem podłączenia do kamery fiberoskopów wymagają odpowiednich, kosztownych procesorów wideo tej samej firmy co wideoendoskop. Brak okularu w endoskopach wideo uniemożliwia bezpośredni wgląd w pole operacyjne.

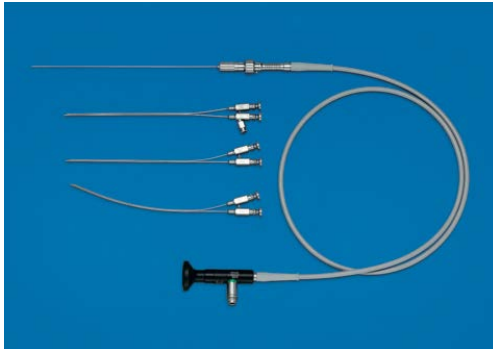
Przegląd zestawów endoskopowych do procedur fetoskopowych^{8,9}

Zestaw do TTTS wykorzystywany w 15–18 tygodniu ciąży przedstawiono na rycinie 3. W jego skład wchodzi:

- miniaturowa optyka 0°, średnica 1 mm
- płaszcz operacyjny prosty, roz. 6,5 Fr., z kanałem roboczym 0,8 mm
- płaszcz operacyjny prosty, roz. 5,6 Fr., z kanałem roboczym 0,8 mm
- płaszcz operacyjny zakrzywiony, roz. 5,6 Fr., z kanałem roboczym 0,8 mm.

Zestaw do TTTS używany w bardziej zaawansowanej ciąży, w tygodniach 17–20, zobrazowano na rycinie 4. W jego skład wchodzi:

- miniaturowa optyka 0°, średnica 1,3 mm



Rycina 3. Zestaw do TTTS (15–18 tygodni)



Rycina 4. Zestaw do TTTS (17–20 tygodni)



Rycina 5. Zestaw do TTTS z mechanizmem odginającym (II trymestr) – łożysko na ścianie przedniej



Rycina 6. Nowy zestaw do TTTS z miniaturową optyką zakrzywioną (II trymestr) – łożysko na ścianie przedniej

- płaszcz operacyjny prosty, rozm. 8 Fr., z kanałem roboczym 1 mm
- płaszcz operacyjny zakrzywiony, rozm. 8 Fr., z kanałem roboczym 1 mm.

Zestaw do TTTS z mechanizmem odginającym stosowany w II trymestrze w przypadku łożyska na ścianie przedniej zilustrowano na rycinie 5. W jego skład wchodzi:

- optyka HOPKINS® 30°, średnica 2 mm, długość 26 cm
- płaszcz operacyjny, rozm. 11,5 Fr.
- wkład roboczy z mechanizmem odginającym.

Nowy zestaw do TTTS wykorzystywany w II trymestrze w przypadku łożyska na ścianie przedniej przedstawiono na rycinie 6. Zawiera on: miniaturową optykę zakrzywioną 0°, o średnicy 3,3 mm, długości 30 cm, z dwoma kanałami roboczymi 4 Fr. i 3 Fr.

Zestaw do TTTS z miniaturową optyką prostą używany w II trymestrze przy łożysku na ścianie tylnej pokazano na rycinie 7. W jego skład wchodzi:

- miniaturowa optyka prosta 0° o średnicy 3,3 mm i długości 30 cm lub miniaturowa optyka 0° o średnicy 1,3 mm z dwoma kanałami roboczymi 4 Fr. i 3 Fr.
- płaszcz operacyjny z końcówką tępą, rozm. 9 Fr.
- płaszcz operacyjny z końcówką ostrą, rozm. 9 Fr.



Rycina 7. Zestaw do TTTS z miniaturową optyką prostą (II trymestr) – łożysko na ścianie tylnej



Rycina 8. Zestaw do okluzji tchawicy balonem w przypadku wrodzonej przepukliny przeponowej



Rycina 9. Kleszcze bipolarnie A. TAKE-APART®, rozm. 3 mm; trokar, rozm. 3,5 mm; B. Optyczne, rozm. 3 mm; trokar, rozm. 3,6 x 5,4 mm



Zestaw do okluzji tchawicy balonem (CDH – congenital diaphragmatic hernia) w przypadku wrodzonej przepukliny przeponowej przedstawiono na rycinie 8. Składa się on z następujących elementów:

- miniaturowa optyka 0°, średnica 1,3 mm
- zakrzywiony płaszcz operacyjny, rozm. 3,3 mm, z 2 kanałami
- kleszcze chwytające, 3 Fr.
- igła punkcyjna.

Dwa różne zestawy do okluzji pępowiny, wykorzystywane od 20 tygodnia ciąży, pokazano na rycinie 9.

Zestaw do usuwania taśm owodniowych zilustrowano na rycinie 10. Zawiera on:

- miniaturową optykę 0° o średnicy 1,3 mm
- nożyczki optyczne, rozm. 3,3 mm
- trokar, rozm. 3,5 mm.

Dwa różne zestawy do cystoskopii przedstawiono na rycinie 11.

Kamera endoskopowa

Kolejnym ogniwem w endoskopowym torze wizyjnym jest kamera endoskopowa, której zadaniem jest rejestracja obrazu, odpowiednie jego przetworzenie i przesłanie do monitora. Przedstawiono ją na rycinie 12. Urządzenie to składa się ze sterownika (procesora wideo) zapewniającego połączenie z monitorem oraz głowicy wyposażonej w obiektyw ze zintegrowanym adapterem do połączenia z okula-



Rycina 10. Zestaw do usuwania taśm owodniowych



Rycina 11. Miniaturowa optyka 0°. A. Średnica 1 mm; płaszcz operacyjny zakrzywiony, rozm. 5,6 Fr., z kanałem roboczym 0,8 mm; łącznik Y Tuohy-Borst; B. Średnica 1,3 mm; płaszcz operacyjny zakrzywiony, rozm. 8 Fr., z kanałem roboczym 1 mm; łącznik Y Tuohy-Borst



Rycina 12. Kamera endoskopowa

rem endoskopu. Rozdzielczość kamery wyrażana liczbą poziomych linii obrazu jest jej podstawowym parametrem, w decydującym stopniu wpływającym na szczegółowość otrzymywanego obrazu. Elementem odpowiadającym za rozdzielczość jest natomiast umieszczony wewnątrz głowicy kamery przetwornik obrazu – chip, czyli matryca CCD (charge-coupled device) lub CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor) złożona z wielu milionów światłoczułych komórek – pikseli, równomiernie rozmieszczonych w liniach pionowych i poziomych. Zadaniem przetwornika obrazu jest zamiana światła wpadającego przez obiektyw na proporcjonalny do jego natężenia sygnał elektryczny. Zastosowanie trzech chipów w głowicy kamery, z których każdy odpowiada za przetwarzanie jednego z trzech podstawowych kolorów RGB (czerwonego, zielonego i niebieskiego) istotnie poprawia odwzorowywa-

nie barw przez kamerę. Obiektyw o zmiennej ogniskowej (zoom) umożliwia powiększenie obrazu bez utraty jego jakości, co może mieć znaczenie podczas pracy z endoskopami o małych średnicach.

Ogromny postęp, jaki dokonał się w ciągu ostatnich dwóch dekad w technice systemów obrazowania wideo, przyczynił się również do dynamicznego rozwoju kamer endoskopowych. Spektakularnym wydarzeniem było wprowadzenie w 2007 r. pierwszej kamery endoskopowej pracującej w standardzie wysokiej rozdzielczości Full HD 1080 p, tj. 1920 x 1080 pikseli, progressive scan, 16:9. Rozdzielczość Full HD rozpoczęła nowy rozdział w historii endoskopii. Obraz uzyskiwany w tym standardzie cechuje pięciokrotnie większa liczba informacji w porównaniu z poprzednikiem – systemem PAL. W kolejnych latach doczekaliśmy się również w pełni funkcjonalnych systemów obrazowania endoskopowego 3D w rozdzielczości Full HD. Współcześnie kamery endoskopowe wchodzą w erę standardu rozdzielczości 4K UHD 3840 x 2160 pikseli, czyli dwukrotnego zwiększenia rozdzielczości wertykalnej i horyzontalnej obrazu w stosunku do Full HD. Znamienią dla standardu 4K jest również szeroka gama kolorów, czyli przestrzeń barw, która może zostać wygenerowana przez kamerę.

Dostępność różnych rodzajów endoskopów i technologii w nich wykorzystywanych sprawia, że istotnym kryterium wyboru kamery endoskopowej może być elastyczność w użyciu. Dla przykładu, platformę obrazową IMAGE1 S firmy Karl Storz dzięki modułowej konstrukcji można dostosować do indywidualnych potrzeb operatora, a zarazem rozbudować w przyszłości. Platforma IMAGE1 S zapewnia kompatybilność z głowicami kamery pracującymi w rozdzielczości 4K i Full HD, wideoendoskopami 3D oraz giętkimi wideoendoskopami.

Źródło światła

Dostarczenie odpowiedniej ilości światła do pola operacyjnego jest bezwzględnym warunkiem uzyskania wysokiej jakości obrazu endoskopowego. Elementem toru wizyjnego odpowiadającym za oświetlenie jest oczywiście źródło światła. Światło emitowane przez wewnętrzną lampę urządzenia LED lub ksenonowego dostarczane jest zewnętrznym światłowodem do endoskopu, a następnie przez jego wewnętrzną wiązkę światłowodową do pola operacyjnego.

Od kilku lat dominującym rodzajem oświetlenia w endoskopii jest światło ledowe (ryc. 13). Z uwagi na długą żywotność, sięgającą nawet 30 000 godzin, mniejszy pobór energii potrzebny do wygenerowania takiej samej ilości światła i cichą pracę ledowe źródła światła sukcesywnie wypierają z rynku źródła ksenonowe.

Emisja światła przez źródło światła związana jest z wytwarzaniem ciepła w elementach, przez które jest ono transmitowane. Zaleca się, aby ustalenia mocy wyjściowej źródła światła utrzymywać na możliwie najniższym poziomie gwarantującym optymalne oświetlenie. Zmienność warunków w polu operacyjnym, spowodowana np. krwawieniem czy też koniecznością zbliżania lub oddalania endoskopu, może znacznie pogorszyć warunki oświetleniowe. Nowoczesne źródła światła mogą współpracować z kamerą endoskopową, dzięki czemu natężenie światła jest automatycznie dostosowywane do nowych warunków w jamie ciała tak, aby przez cały czas uzyskiwać na monitorze obraz o możliwie najlepszej jakości.



Rycina 13. Źródło światła – LED

Światłowód

Światłowód złożony z wiązki włókien szklanych zamkniętych w elastycznym przewodzie jest nośnikiem światła między jego źródłem a endoskopem. Producenci endoskopów zwracają szczególną uwagę na prawidłowe dopasowanie średnicy światłowodu do średnicy optyki. Nieprawidłowości w tym zakre-

się mogą być przyczyną nadmiernego przegrzewania się, a w konsekwencji uszkodzenia elementów połączeniowych zarówno w endoskopie, jak i w światłowodzie.

Monitor

Monitor to ostatni element łańcucha toru wizyjnego. Wyświetlany na nim obraz jest przesyłany przez kamerę endoskopową. Podobnie jak w przypadku kamer endoskopowych jednym z głównych parametrów wyznaczających klasę tego urządzenia jest rozdzielczość matrycy. Aby optymalnie wykorzystać wysoką jakość, jaką oferują kamery endoskopowe pracujące w standardzie Full HD lub 4K, rozdzielczość natywna matrycy monitora powinna być zgodna z rozdzielczością kamery. Inne parametry monitora, które wpływają na jakość obrazu, to jasność i kontrast. Dzięki funkcji PIP (picture in picture), obecnej w większości monitorów, obraz endoskopowy oraz obraz USG mogą zostać wyświetlone na ekranie jednego monitora podczas operacji fetoskopowej. Pozwala to na wyświetlanie obok siebie obrazów pochodzących z różnych źródeł w celu łatwiejszego ustalenia topografii płodów, łożyska oraz przyczepów pępowin (twin video).

Źródła energii

Do koagulacji wybranych naczyń również niezbędne są źródła energii. W praktyce klinicznej wykorzystuje się lasery zapewniające odpowiednią koagulację, przede wszystkim: Nd:YAG (minimalna wymagana moc 60–100 W) lub laser diodowy (30–60 W) ze światłowodem 400–600 μm . W urządzeniach tych długość światła została dobrana w taki sposób, aby efekt koagulacji był największy w zakresie czerwonego koloru.

Zastosowanie znalazł również laser śródmiaższowy, użyty w kilku przypadkach relatywnie niskiej ciąży¹². Włókno lasera 600 μm jest wprowadzane śródmiaższowo i koaguluje tkanki dookoła, aż wystąpi zatrzymanie krążenia po zamknięciu naczyń pępkowych, żył wewnątrzwątrobowych lub naczyń miednicowych.

Dostępniejszym narzędziem jest elektrochirurgia. Wykorzystywane są zestawy bipolarne oraz monopolarne, standardowo stosowane w chirurgii endoskopowej.

SPRZĘT UMOŻLIWIAJĄCY WYMIANĘ PŁYNU OWODNIOWEGO

W Klinice Ginekologii, Rozrodczości i Terapii Płodów I CZMP wykorzystujemy pompę ssąco-płuczącą firmy Storz, pozwalającą na wymianę płynu owodniowego w przypadku gorszej czy złej widoczności w jamie owodniowej.

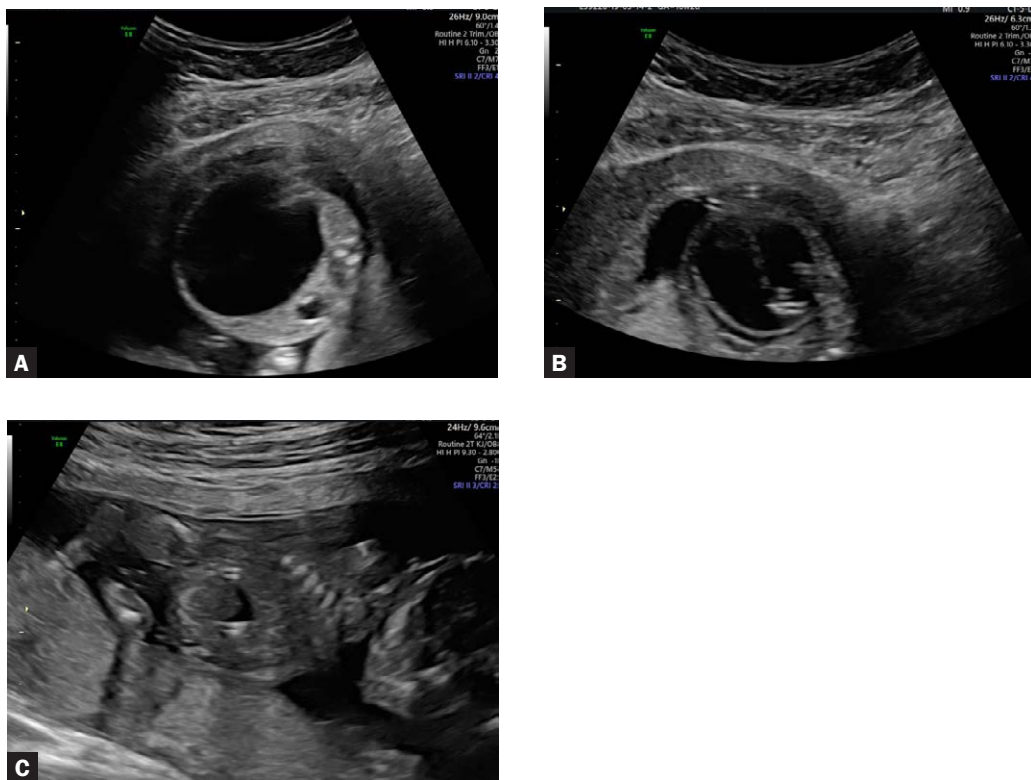
IMPLANTACJA SHUNTÓW

Dzięki ogromnemu postępowi w diagnostyce ultrasonograficznej patologiczne przestrzenie płynowe w obrębie płodu dotyczące torbielowato zmienionych narządów bądź wypełnionych płynem jam ciała są dokładnie i odpowiednio wcześniej rozpoznawane. Bardzo precyzyjnie można je zlokalizować, zmierzyć czy dokonać rekonstrukcji trójwymiarowej. Możliwość specjalnego postępowania w przypadku ich stwierdzenia oraz podjęcie próby leczenia z implantacją shuntów jest wskazane w ściśle określonych przypadkach¹⁴.

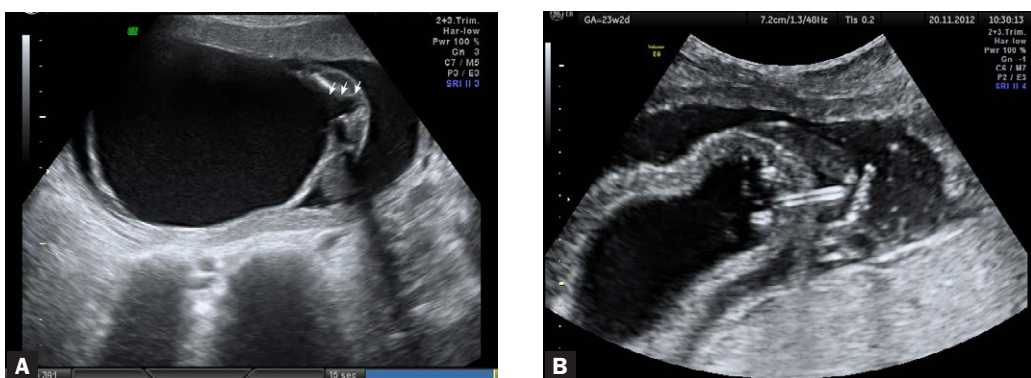
Podstawowymi wskazaniami do zakładania shuntów są^{8,12-15}:

- uropatie zaporowe
- hydrothorax i ascites w przebiegu NIHF
- zwyrodnienie torbielowate płuc płodu (CALM – cystic adenomatoid lung malformation) I st.
- wodogłowie wewnętrzne
- torbiele (jajnika, krezki jelita).

Technikę zabiegu implantacji shuntu przedstawiamy na przykładzie shuntu pęcherzowo-owodniowego (ryc. 14,15)¹³.



Rycina 14. Stan przed implantacją shuntu pęcherzowo-owodniowego i po niej. A. Megacystis – 16 tydzień ciąży; B. Stan bezpośrednio po implantacji shuntu; C. Druga doba po implantacji shuntu



Rycina 15. Stan przed implantacją shuntu pęcherzowo-owodniowego i po niej. A. Megacystis – 17 tydzień ciąży; B. Stan po implantacji shuntu

Należy pamiętać o właściwym czasie przeprowadzenia zabiegu: między 14 a 32 tygodniem ciąży.

Etapy zabiegu implantacji shuntu pęcherzowo-owodniowego:

- Amniotomia – podanie płynu do worka owodniowego w przypadku bezwodnia lub małowodzia w celu wytworzenia kieszonki płynowej, a przez to – ułatwienia wyprowadzenia końca shuntu

- Uwidocznienie: powiększonego pęcherza moczowego, moczowodów, przemieszczonych narządów jamy brzusznej, naczyń pęcherzowych (i naczyń z nimi sąsiadujących) w kolorowym dopplerze i ustalenie miejsca wprowadzenia shuntu.
- Implantacja shuntu pęcherzowo-owodniowego
- Wprowadzenie do pęcherza moczowego pod kontrolą USG igły punkcyjnej wraz z przewodnicą i wyprostowanym w niej shuntem. Po upewnieniu się, poprzez aspirację moczu, że koniec igły jest w pęcherzu moczowym płodu, dolną część shuntu zsuwamy z igły do pęcherza moczowego. Po 2–3 min zsuwamy drugi koniec cewnika w kieszonkę płynowej na granicy powłok brzusznych płodu i worka owodniowego.

W zabiegach w naszym ośrodku wykorzystujemy przewodnicę firmy Rocket Medical, shuntury firmy Rocket Medical i shuntury COOK o rozmiarach od 5 do 7 wyposażone w jednorazową przewodnicę, mandryn i popychacz.

AMNIOINFUZJA

Wykrycie małowodzia na każdym etapie rozwoju ciąży jest istotnym sygnałem ostrzegawczym i wymaga diagnostyki oraz rozpoczęcia intensywnego nadzoru stanu płodu. Terapia nieprawidłowości w zakresie zmniejszenia ilości płynu owodniowego to główne wskazania do terapii wewnątrzmacicznej związanej z wykonaniem amniotomizacji – podania sztucznego płynu owodniowego do jamy owodni^{14,16}.

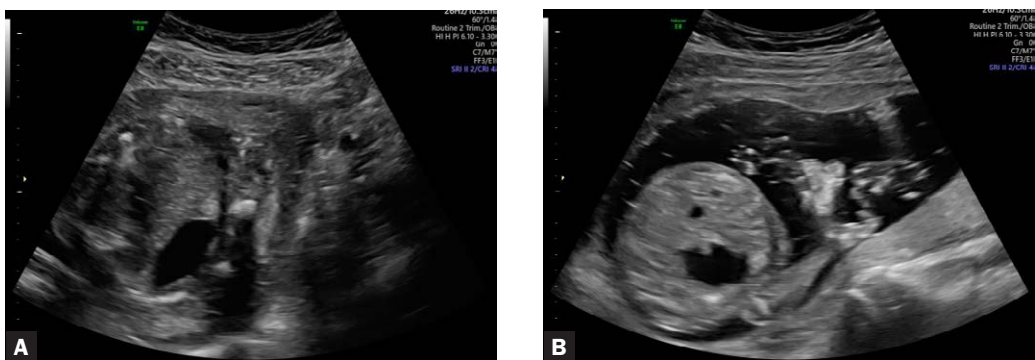
Ze względu na zastosowanie wyróżniono cztery rodzaje amniotomizacji¹⁴:

- diagnostyczną
- profilaktyczną
- terapeutyczną
- wymienną.

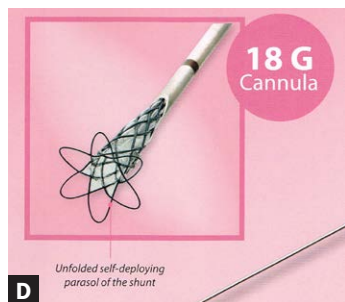
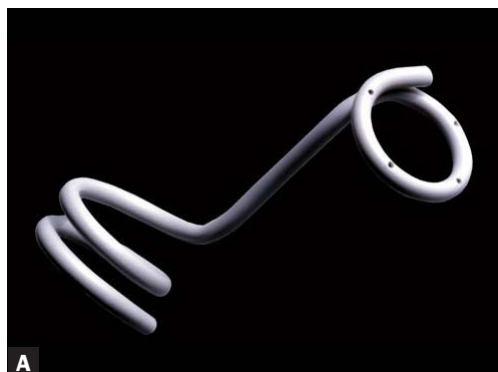
Amniotomizacja diagnostyczna

Stwierdzenie zmniejszonej ilości płynu owodniowego na każdym etapie ciąży powinno skłaniać do dokładnej oceny układu moczowego w celu potwierdzenia lub wykluczenia jego patologii. W każdym przypadku należy podjąć próbę wizualizacji pęcherza moczowego i nerek płodu.

Amniotomizacja diagnostyczna jest zalecana nie tylko w diagnozowaniu pierwotnych wad układu moczowego, ale także stanowi cenną pomoc w wykrywaniu innych towarzyszących wad rozwojowych (ryc. 17).



Rycina 17. Porównanie ilości płynu owodniowego przed amniotomizacją i po niej na podstawie obrazów USG z 18 tygodnia ciąży. A. Bezwodzie – przed amniotomizacją; B. Prawidłowa ilość płynu owodniowego – AFI 14 cm – po amniotomizacji



Rycina 16. Rodzaje shuntów. A. Shunt typu COOK; B. i C. Zestaw i shunt typu Rocket Medical; D. Od niedawna dostępny shunt typu parasolka firmy Sometex

Amnioinfuzja profilaktyczna

Wskazania do amnioinfuzji profilaktycznej obejmują¹⁴:

- profilaktykę hipoplazji płuc
- poprawę przepływów w przypadku uciśniętej pępowiny (cord compression)
- profilaktykę zespołu aspiracji smółki w gęstych zielonych wodach płodowych.

Amnioinfuzja terapeutyczna

Wskazania do tego rodzaju amnioinfuzji to¹⁶:

- wady układu moczowego
- wewnątrzmaciczne zahamowanie wzrostu płodu
- przedwczesne odpłynięcie wód płodowych
- ciąża przenoszona
- efekt niepożądany po zastosowaniu środków farmakologicznych.

Metody przeprowadzania amnioinfuzji

Sztuczne uzupełnienie niedoboru wód płodowych we wszystkich przypadkach etiologicznych małowodzia można wykonywać jako pojedyncze zabiegi lub w sposób ciągły z wykorzystaniem cewnika.

Wynika stąd podział na:

- amnioinfuzję pojedynczą
- seryjne amnioinfuzje
- amnioinfuzję ciągłą w przypadkach przedwczesnego pęknięcia błon płodowych (PROM – premature rupture of the membranes).

Zabiegi te można wykonać za pomocą dwóch technik:

- przezszyjkowej amnioinfuzji
- przezbrzuszej amnioinfuzji.

AMNIOREDUKCJA

Wielowodziem nazywamy nadmierne nagromadzenie się płynu owodniowego w worku owodniowym, przekraczające 1200–3000 ml. Częstość występowania tej patologii ze względu na wielość definicji waha się między 0,13 a 3,5%¹⁷.

Kryteria diagnostyczne

Za najistotniejsze kryterium potwierdzające rozpoznanie wielowodzia przyjmuje się stwierdzenie nadmiernej ilości płynu owodniowego w badaniu ultrasonograficznym. Na wielowodzie wskazują:

- indeks płynu owodniowego (AFI – amniotic fluid index, indeks Phalena) >18–22 cm lub
- maksymalny pionowy wymiar kieszonki płynu owodniowego (MVP – maximal vertical pocket) >8 cm

Mniejsze znaczenie mają obecnie inne, bardziej subiektywne kryteria diagnostyczne:

- znaczne powiększenie obwodu brzucha ciężarnej
- kulisty kształt macicy
- nieprawidłowy przyrost masy ciała ciężarnej.

Najczęstsze przyczyny wielowodzia i wskazania do amnioredukcji¹⁷:

- ze strony matki:
 - cukrzyca
 - konflikt serologiczny
 - infekcje (parwovirus B19, cytomegalowirus)

- ze strony płodu:
 - wady ośrodkowego układu nerwowego (hydrocephalus, meningocoele, acranium)
 - wady przewodu pokarmowego
 - niedrożność
 - wytrzewienie
 - przepuklina pępkowa
 - rozszczep podniebienia
 - wady układu oddechowego (głównie CCALM, sekwestr płuca)
 - obrzęk uogólniony płodu (NIHF – nonimmune hydrops fetalis)
 - wady serca płodu i ciężkie zaburzenia rytmu
 - ciąża wielopłodowa: zespół przetoczenia między płodami (TTTS – twin-to-twin transfusion syndrome), zespół odwróconej perfuzji tętniczej (TRAP – twin reversed arterial perfusion)
 - zespoły genetyczne (np. trisomia 21)
 - zaburzenia wzrastania płodu (zwiększone wydzielanie moczu)
- ze strony błon płodowych:
 - niedobór receptorów laktogenowych i nadmierne wytwarzanie prostaglandyn przez owodnię (naczyniaki kosmówki).

Warunki i kryteria kwalifikacji do zabiegu

U ciężarnych, u których wielowodzie wyraźnie zwiększa ryzyko przedwczesnego odpłynięcia płynu owodniowego oraz powoduje ból i trudności w oddychaniu, zaleca się wykonanie seryjnych amnioredukcji odbarczających.

Przygotowanie do zabiegu:

- przed zabiegiem pacjentka pozostaje na czczo
- w celu relaksacji mięśnia macicy należy zastosować tokolizę dożylną
- wykonać znieczulenie miejscowe (rozważyć premedykację pacjentki przed zabiegiem)
- zapewnić salę operacyjną.

Przeprowadzenie zabiegu może zwiększać ryzyko:

- przedwczesnego pęknięcia błon płodowych
- rozwinięcia/nasilenia czynności skurczowej
- przedwczesnego oddzielenia łożyska.

Zasady przeprowadzania amnioredukcji:

- Punkcje odbarczające wykonujemy po uprzednim odkażeniu skóry i jałowym obłożeniu pola operacyjnego, pod kontrolą ultrasonograficzną.
- Stosuje się znieczulenie miejscowe lub sedację pacjentki.
- Zaleca się użycie igły punkcyjnej 18 G.
- Można zastosować ssanie (z prędkością przepływu ok. 1000 ml/20 min) bądź odbarczanie kolejnymi strzykawkami jednorazowymi.
- Jednorazowo można dokonać redukcji do 2–3 l płynu w zależności od nasilenia wielowodzia²⁶.
- Można wykonywać seryjne amnioredukcje w uporczywym, ciągle narastającym wielowodziu.

Piśmiennictwo

1. Scrimgeour JB. Other techniques for antenatal diagnosis. In: Emery A.E.H. (ed.): Antenatal Diagnosis of Genetic Disease. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1973:49.
2. Westin B. Hysteroscopy in early pregnancy. Lancet 1954;11:872.

3. Valenti C. Endoamniocopy and fetal biopsy: a new technique. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 1972;114(4):561-4.
4. Hobbins JC, Mahoney MJ. In utero diagnosis of haemoglobinopathies. Technique of obtaining fetal blood. *N Engl J Med* 1973;290:1065.
5. De Lia JE, Cruikshank DP, Keye WR (Jr). Fetoscopic neodymium: YAG laser occlusion of placental vessels in severe twin-twin transfusion syndrome. *Obstet Gynecol* 1990;75(6):1046-53.
6. Pennehouat GH, Thebault Y, Ville Y, et al. First-trimester transabdominal fetoscopy. *Lancet* 1992;340(8816):429.
7. Ville Y, Khalil A, Homphray T, et al. Diagnostic embryoscopy and fetoscopy in the first trimester of pregnancy. *Prenat Diagn* 1997;17(13): 1237-46.
8. The EUROFOETUS and EuroTwin2Twin Group; Deprest J (ed.-in-chief), Barki G, Ville Y, Hecher K, et al. (eds). *Endoscopy in Fetal Medicine*, third edition. Tuttlingen: Endo-Press, 2015.
9. Highlights Endoscopy in Fetal Medicine, Recommended Sets, KARL STORZ SE co. KG; Gyn 101.3 02/2018/-E.
10. Deprest J, Ville Y. Obstetric Endoscopy. In: Harrison M, Evans M, Adzick NS, et al. (eds). *The unborn patient: the art and science of fetal therapy*. WB Saunders Publishers 2000:213-32.
11. Quintero RA, Bornick PW, Allen MH, et al. Selective laser photocoagulation of communicating vessels in severe twin-twin transfusion syndrome in women with an anterior placenta. *Obstet Gynecol* 2001;97(3):477-81.
12. Yamamoto M, Ville Y. Laser treatment in twin-to-twin transfusion syndrome. *Semin Fetal Neonatal Med* 2007;12(6):450-7.
13. Szaflik K, Kozarzewski M, Adamczewski D. Fetal bladder catheterization in severe obstructive uropathy before the 24 week of pregnancy. *Fetal Diagn Ther* 1998;13(3):133-5.
14. Bręborowicz G. *Ciąża wysokiego ryzyka*. Wydanie II. Ośrodek Wydawnictw Naukowych, Poznań 2006.
15. Sobczuk K, Janiak K, Szaflik K. Diagnostyka i terapia wewnątrzmaciczna w nieimmunologicznym obrzęku płodu. *Ginek. po Dypl.* 2018;T.20,6(118):32-45.
16. Kohari K, Mehlhaff K, Merriam A, et al. A Novel Approach to Serial Amnioinfusion in a Case of Premature Rupture of Membranes Near the Limit of Viability. *AJP Rep.* 2018;8(3):180-3.
17. Piantelli G, Bedocchi L et al. Amnioreduction for treatment of severe polyhydramnios. *Acta Bio Medica Ateneo Parmense* 2004;75 suppl.1:56-8.

