

Submitted: 09.02.2015

Accepted: 27.02.2015

Standardy badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego. Ocena układu wrotnego i naczyń wątroby

Standards of the Polish Ultrasound Society. Ultrasound examination of the portal system and hepatic vessels

Robert Lechowicz¹, Michał Elwertowski²

¹ Department of General, Transplant and Liver Surgery, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

² Department of General Surgery and Thoracic Diseases, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

Correspondence: Robert Lechowicz, MD, PhD, Department of General, Transplant and Liver Surgery, Independent Central Teaching Hospital, Medical University of Warsaw, ul. Banacha 1a, 02-097 Warsaw, Poland, e-mail: robert_lechowicz@wp.pl, tel. +48 609 858 171

DOI: 10.15557/JoU.2015.0018

Słowa kluczowe

żyła wrotna,
żyły wątrobowe,
nadciśnienie wrotne,
ultrasonografia
dopplerowska,
przeszczepienie
wątroby

Streszczenie

Wzrost zachorowań na choroby wątroby oraz rozwój chirurgii wątroby i innych inwazyjnych metod leczenia nadciśnienia wrotnego, a także zwiększająca się liczba zabiegów transplantacji wątroby wyznaczają wciąż nowe wyzwania dla ultrasonografii. Ultrasonografia, jako skuteczna i sprawdzona klinicznie metoda, stosowana jest od kilku dekad w diagnostyce chorób wątroby, jej naczyń i nadciśnienia wrotnego. Wykorzystywana jest zarówno na poziomie diagnostyki wstępnej, jak i specjalistycznej – wykonywanej w ośrodkach referencyjnych. Wartość diagnostyczna ultrasonografii w dużym stopniu zależy od znajomości anatomii, fizjologii, patofizjologii i aspektów klinicznych, a także stopnia opanowania techniki badania. W rękach doświadczonego lekarza metoda ta jest precyzyjnym i bardzo skutecznym narzędziem diagnostycznym, w przeciwnym razie jest bezużyteczna. W opracowaniu omówiono podstawowe elementy anatomii, fizjologii i patofizjologii, które stanowią o wyjątkowości układu wrotnego, a których znajomość jest kluczowa i niezbędna dla prawidłowego wykonania badania, a przede wszystkim właściwej interpretacji wyników. Przedstawiono wymagania dotyczące zaawansowania wykorzystywanej aparatury. Omówiono różne techniczne aspekty badania oraz prawidłowy obraz morfologiczny i parametry hemodynamiczne u osób zdrowych, a także najczęstsze sytuacje kliniczne i związane z nimi odchylenia od norm w wykonywanych badaniach. Prezentowana praca oparta jest na kilkunastoletnim doświadczeniu autora pracującego w największym ośrodku chirurgii wątroby w Polsce oraz na podstawie aktualnego piśmiennictwa.

Key words

portal vein,
hepatic veins,
portal hypertension,
Doppler ultrasound,
liver transplantation

Abstract

Increased incidence of liver diseases, the development of liver surgery and other invasive methods for managing portal hypertension, plus an increasing number of liver transplant procedures pose more and more new challenges for ultrasonography. Ultrasonography, being an effective and clinically verified modality, has been used for several decades for diagnosing diseases of the liver, its vessels and portal hypertension. It is used for both initial and specialist diagnosis (performed in reference centers). The diagnostic value of ultrasonography largely depends on the knowledge of anatomy, physiology, pathophysiology and clinical aspects as well as on the mastering of the scanning technique. In the hands of an experienced physician, it is an accurate and highly effective diagnostic tool; it is of little use otherwise. The paper presents elements of anatomy, physiology and pathophysiology which make the portal system exceptional and the knowledge of which is crucial and indispensable for a correct examination and, above all, for the correct interpretation of results. The authors also present requirements regarding the equipment. Moreover, various technical aspects of the examination are presented and the normal morphological picture and hemodynamic parameters of healthy individuals are described. The authors discuss the most common clinical situations and rare cases during ultrasound examinations. The paper is based on the experience of the author who works in the largest center of liver diseases in Poland, and on the current literature.

Wprowadzenie

Ultrasonografia, jako skuteczna i sprawdzona klinicznie metoda, stosowana jest od kilku dekad w diagnostyce chorób wątroby, jej naczyń i nadciśnienia wrotnego. Wykorzystywana jest zarówno na poziomie diagnostyki wstępnej, jak i specjalistycznej – wykonywanej w ośrodkach referencyjnych. Wzrost zachorowań na przewlekłe choroby wątroby, rozwój chirurgii wątroby, inwazyjne leczenie nadciśnienia wrotnego i zwiększająca się liczba zabiegów transplantacji wątroby wyznaczają nowe wyzwania dla tej metody i dla lekarzy wykonujących badania.

Wartość diagnostyczna ultrasonografii w dużym stopniu zależy od znajomości anatomii, fizjologii, patofizjologii i aspektów klinicznych, a także stopnia opanowania techniki badania. W rękach doświadczanego lekarza metoda ta jest precyzyjnym i bardzo skutecznym narzędziem diagnostycznym, w przeciwnym razie jest bezużyteczna.

Wątroba otrzymuje podwójne zaopatrzenie w krew – 75% z żyły wrotnej i 25% z tętnicy wątrobowej. Żyła wrotna to naczynie o długości około 30–90 mm i szerokości 6–12 mm⁽¹⁾. Odprowadza krew z nieparzystych narządów jamy brzusznej do wątroby. Powstaje z połączenia żyły śledzionowej i żyły kręzkowej górnej. Jej początek znajduje się za głową trzustki. Następnie żyła biegnie do wnęki wątroby, w tylnej części więzadła wątrobowo-dwunastniczego, przyśrodkowo od dróg żółciowych i bocznie od tętnicy wątrobowej właściwej. Razem z towarzyszącą jej tętnicą wątrobową dzieli się na naczynia płątowe, sektorowe i segmentalne, a ich końcowe gałęzie łączą się przez sieć kapilarną. Krew wrotna i tętnicza miesza się na poziomie zatok wątrobowych, a następnie przechodzi do żył centralnych i końcowych żyłek wątrobowych, które stopniowo łączą się w większe żyły i jako żyły wątrobowe (prawa, środkowa i lewa) uchodzą do żyły głównej dolnej. Układ żył wątrobowych i rozgałęzień żyły wrotnej stanowi podstawę podziału wątroby na segmenty według Couinauda.

Introduction

Ultrasonography, being an effective and clinically verified modality, has been used for several decades for diagnosing diseases of the liver, its vessels and portal hypertension. It is used for both initial and specialist diagnosis (performed in reference centers). Increased incidence of chronic liver diseases, the development of liver surgery and invasive methods for managing portal hypertension, as well as an increasing number of liver transplant procedures pose more and more new challenges for ultrasonography and for physicians who use this method.

The diagnostic value of ultrasonography largely depends on the knowledge of anatomy, physiology, pathophysiology and clinical aspects of pathologies, and on the mastering of the scanning technique. In the hands of an experienced physician, it is an accurate and highly effective diagnostic tool; it is of little use otherwise.

The liver receives double blood supply: 75% from the portal vein and 25% from the hepatic artery. The portal vein is approximately 30–90 mm long and 6–12 mm wide⁽¹⁾. It delivers blood from unpaired abdominal organs to the liver. The vein is formed by the confluence of the splenic and superior mesenteric veins. It originates behind the head of the pancreas. The vein then runs towards the hepatic hilum in the posterior part of the hepatoduodenal ligament, medially to the bile ducts and laterally to the hepatic vein proper. Together with the accompanying hepatic artery, it divides into lobar and segmental vessels, the terminal branches of which join to create a capillary network. Portal and arterial blood mix at the level of the hepatic sinusoids and then run to the central hepatic veins and terminal hepatic venules which gradually join into larger veins and communicate with the inferior vena cava as the hepatic veins (right, middle and left). The system of the hepatic veins and portal vein branches is the basis for Couinaud's division of the liver into segments.

Układ wrotny jest żylnym łożyskiem niskociśnieniowym, bezzastawkowym, ze zróżnicowanym ciśnieniem, malejącym w kierunku przepływu krwi. Prawidłowe ciśnienie w żyłę śledzionowej wynosi 9–11 mm Hg, w żyłę krezkową górną – 9–10 mm Hg, w żyłę wrotną i jej gałęziach – 6–8 mm Hg. W zatokach wątrobowych zmieszana krew wrotna i tętnicza tworzy ciśnienie 3–5 mm Hg. Ciśnienie w żyłach wątrobowych wynosi 1–2 mm Hg. Fizjologiczny gradient ciśnienia zapewnia samoistny, ciągły przepływ dowątrobowy (hepatopetalny).

Złotym standardem w ocenie ciśnienia w zatokach, które odzwierciedla ciśnienie w żyłę wrotną, jest pomiar ciśnienia zaklinowania w jednej z żył wątrobowych. Istotnym parametrem jest gradient pomiędzy ciśnieniem zaklinowania a ciśnieniem mierzonym tzw. „wolnym” cewnikiem w żyłach wątrobowych (*hepatic venous pressure gradient*, HVPG). Gradient prawidłowo powinien wynosić do 10 mm Hg. Wartości wyższe przemawiają za rozpoznaniem bloku wewnątrzwątrobowego, pozazatokowego, którego przyczyną w 85–95% jest marskość wątroby⁽²⁻⁴⁾.

Bloki przepływu wątrobowego dzielimy anatomicznie na przedwątrobowe (np. zakrzepica żyły wrotnej, śledzionowej), wewnątrzwątrobowe (np. marskość) i pozawątrobowe (np. zespół Budda-Chiariego). Podział czynnościowy oparty na pomiarach gradientu wyróżnia bloki wewnątrzwątrobowe przedzatkowe i pozazatkowe. Im większy gradient, tym bardziej nasilone nadciśnienie i większe ryzyko jego powikłań – rozwoju żylaków przełyku, krwotoków, wodobrzusza, dekompensacji funkcji wątroby, rozwoju zespołu wątrobowo-nerkowego (*hepato-renal syndrom*, HRS).

W nadciśnieniu wrotnym dochodzi do zwiększonego oporu przepływu w zatokach wątrobowych (na skutek włóknienia, bliznowacenia i powstawania guzków regeneracyjnych), a także do wzrostu całkowitej ilości krwi przepływającej przez układ wrotny (w wyniku zwiększenia trzewnego napływu tętniczego, stymulowanego działaniem wydzielanych do krążenia wazodylatorów)⁽⁴⁾. Przepływ w układzie wrotnym w nadciśnieniu jest więc przepływem hiperdynamicznym. Wzrost ciśnienia w układzie wrotnym powyżej 15 mm Hg (gradient powyżej 10 mm Hg) jest redukowany przez zwiększenie pojemności łożyska (powiększenie śledziony, poszerzenie światła naczyń żylnych) i otwieranie się pozawątrobowych połączeń z układem żylnym krążenia systemowego oraz wewnątrzwątrobowych połączeń omijających zatoki⁽⁵⁾. Około 65–90% naczyń obocznych można uwidocznic w USG⁽⁶⁾.

Najczęstsze miejsca połączeń wrotno-systemowych z przepływem odwątrobowym (hepatofugalnym) to⁽⁴⁻⁶⁾:

- połączenia żołądkowo-przełykowe (zasilane przez żyłę żołądkową lewą i żyły żołądkowe krótkie, w okolicy dna i wpustu żołądka, tworzą żyłaki przełyku, odpływ do żyły nieparzystej);
- układ żył brzusznych (poszerzone żyły w powłokach jamy brzusznej, zasilane przez udrożnioną żyłę pępkową – odpływ żyłami nabrzusznymi dolnymi do żył biodrowych zewnętrznych) – tworzy tzw. głowę meduzy;

The portal system is a low-pressure, valve-free vascular bed with diversified pressure which decreases with the direction of blood flow. Normal pressure in the splenic vein ranges from 9 to 11 mm Hg, in the superior mesenteric vein – 9–10 mm Hg, and in the portal vein and its branches – 6–8 mm Hg. In the hepatic sinusoids, mixing of portal and arterial blood results in pressure of 3–5 mm Hg. Blood pressure in the hepatic veins is 1–2 mm Hg. A physiological pressure gradient ensures spontaneous continuous hepatopetal flow.

The gold standard in the assessment of pressure in the sinusoids, which reflects blood pressure in the portal vein, is the measurement of wedged pressure in one of the hepatic veins. A gradient between wedged pressure and pressure measured with a so-called “free” catheter in the hepatic veins (hepatic venous pressure gradient, HVPG) is an important parameter. Its normal values do not exceed 10 mm Hg. Higher values indicate intrahepatic, postsinusoidal block which in 85–95% of cases is caused by liver cirrhosis⁽²⁻⁴⁾.

Hepatic flow blocks are divided anatomically into prehepatic (e.g. portal or splenic vein thrombosis), intrahepatic (liver cirrhosis) and posthepatic (Budd–Chiari syndrome). The functional division, based on gradient measurement, distinguishes between intrahepatic, presinusoidal and postsinusoidal blocks. The greater the gradient, the greater the hypertension and the higher the risk of its complications, such as esophageal varices, bleeding, ascites, decompensation of liver function or hepatorenal syndrome (HRS).

Portal hypertension causes increased flow resistance in the hepatic sinusoids (due to fibrosis, scarring and formation of regenerative nodules) as well as an increase in total amount of blood flowing through the portal system (as a result of an increase in the visceral arterial inflow stimulated by vasodilators released to the bloodstream)⁽⁴⁾. Thus the portal flow in hypertension is hyperdynamic. Increased pressure in the portal system that is higher than 15 mm Hg (gradient is greater than 10 mm Hg) is compensated by increased volume of the vascular bed (enlarged spleen, dilated venous lumina) and opening of extrahepatic anastomoses with the systemic venous system and intrahepatic ones that omit the sinusoids⁽⁵⁾. Approximately 65–90% of collateral vessels can be visualized in ultrasonography⁽⁶⁾.

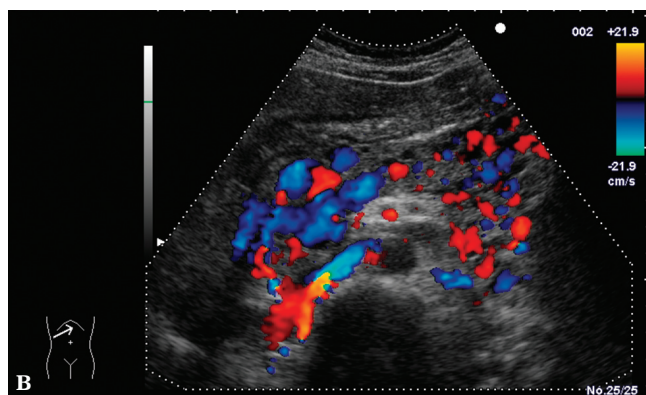
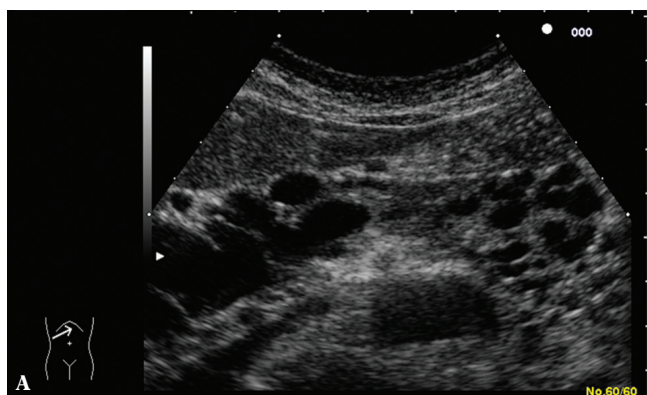
The most common portosystemic connections with hepatofugal flow include⁽⁴⁻⁶⁾:

- gastroesophageal connections (supplied by the left gastric vein and short gastric veins in the region of the fundus and cardia of the stomach; create esophageal varices; drain to the azygos vein);
- abdominal veins (dilated veins in the abdominal wall; supplied by patent umbilical vein; drain through the inferior epigastric veins to the external iliac veins) form so-called “caput medusae” sign;

- sploty okołodbytnicze (górny – zasilany przez żyłę kręzkową dolną, oraz środkowy i dolny – drenowany przez żyły sromowe do żył biodrowych wewnętrznych) – tworzy żylaki odbytu;
- układ żył pozaotrzewnowych (sploty żyłne Retziusa), najmniej istotne klinicznie (ryc. 1 A, B);
- połączenia śledzionowo-nerkowe (duże, kręte naczynia pomiędzy wnęką śledziony i górnym biegunem nerki lewej i lewą żyłą nerkową).
- rectal plexuses (upper – supplied by the inferior mesenteric vein; central and lower – drained by the pudendal veins to the internal iliac veins) create anal varices;
- retroperitoneal veins (veins of Retzius) are the least significant from the clinical point of view (Fig. 1 A, B);
- sple renal connections (large, tortuous vessels between the splenic hilum, upper pole of the left kidney and the left renal vein).

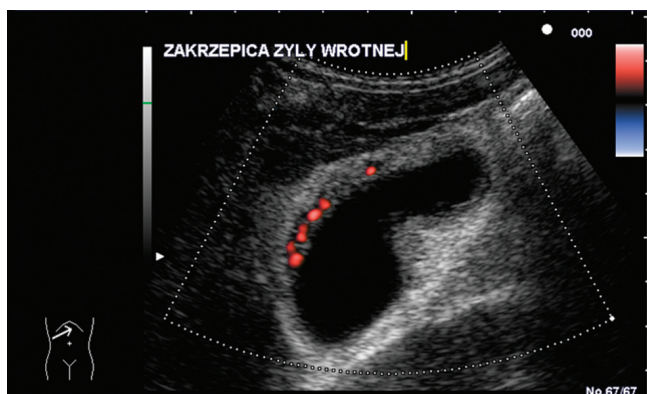
Poza tym mogą uczynniać się drogi krążenia omijającego w obrębie układu wrotnego, z przepływem dowątrobowym. Uwidaczniają się w badaniu USG, np. w regionalnym nadciśnieniu wrotnym, w przebiegu odcinkowej zakrzepicy:

- żyły Sappeya – sploty żyłne w ścianie pęcherzyka żółciowego; odpływ przez żyłę pęcherzykową do prawej gałęzi żyły wrotnej w przypadku zakrzepicy żyły wrotnej (ryc. 2);
- tzw. „przebudowa jamista” żyły wrotnej – liczne kręte naczynia oboczne więzadła wątrobowo-dwunastniczego wokół niedrożnej żyły wrotnej (ryc. 3 A, B, C);
- żyły trzustkowo-dwunastnicze, drenowane przez żyłę żołądkowo-sięciową lewą, uchodzącą do żyły kręzkowej górnej;
- żyły wrotne dodatkowe – w więzadle sierpowatym i żołądkowo-wątrobowym.
- Sappey’s veins – venous plexuses in the wall of the gallbladder; drain through the cystic vein to the right branch of the portal vein in the event of portal vein thrombosis (Fig. 2);
- so-called “cavernous transformation” of the portal vein – multiple tortuous collateral vessels of the hepatoduodenal ligament around the occluded portal vein (Fig. 3 A, B, C);
- pancreaticoduodenal veins – drained by the left gastro-omental vein to the superior mesenteric vein;
- accessory portal veins – in the falciform and hepatogastric ligaments.



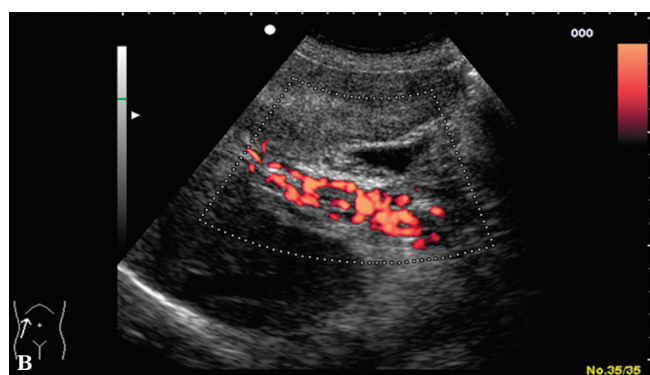
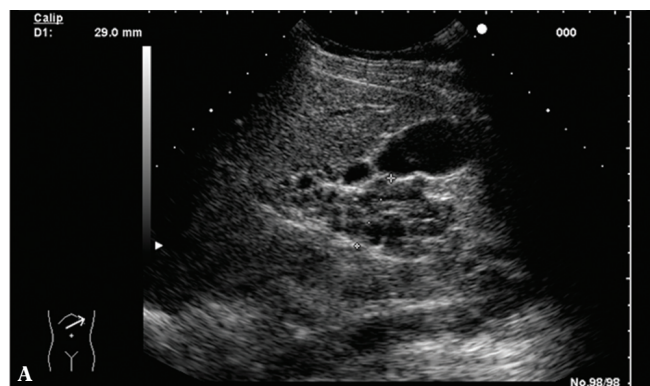
Ryc. 1. Sploty żyłne zaotrzewnowe (Retziusa). A. Obraz morfologiczny. B. Kolorowy doppler

Fig. 1. Retroperitoneal venous plexuses (veins of Retzius). A. Morphological image. B. Color Doppler



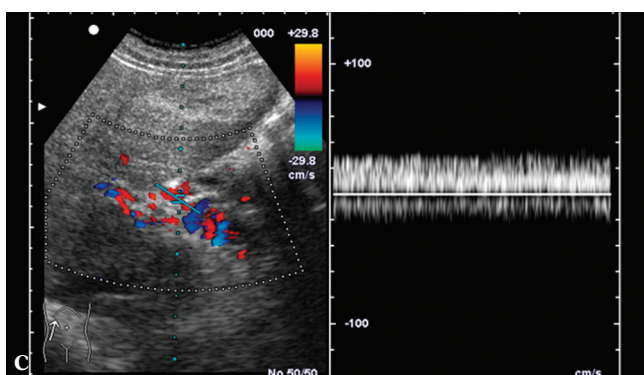
Ryc. 2. Żyły w ścianie pęcherzyka żółciowego (Sappeya) – doppler mocy

Fig. 2. Veins in the gallbladder wall (veins of Sappeya) – power Doppler



Ryc. 3. „Przebudowa jamista” PV. A. Obraz morfologiczny. B. Doppler mocy. C. Zapis spektralny przepływu

Fig. 3. “Cavernous transformation” of the PV. A. Morphological image. B. Power Doppler. C. Spectral recording of flow



Aparatura

Badania układu wrotnego i naczyń wątroby są w wielu przypadkach technicznie skomplikowane i dotyczą najczęściej tzw. pacjentów trudnych, dlatego wymagania sprzętowe są wysokie. Trudność w badaniu chorych z przewlekłymi chorobami wątroby wynika z zaburzeń wielkości i kształtu narządu oraz echogeniczności jego mięszu i echostruktury, które mogą istotnie zaburzać obraz struktur anatomicznych, w tym naczyń. Dodatkowo wodobrzusze i wzdęcie jelit powodują, że naczynia są słabo widoczne i trudno dostępne pod odpowiednim dla oceny dopplerowskiej kątem insonacji. Prędkości przepływu w układzie wrotnym, szczególnie w sytuacjach patologicznych, są relatywnie niskie, często rejestrowane z dużych głębokości, wśród licznych artefaktów. Jednocześnie w przypadku zwężeń naczyń, w przetokach tętniczo-wrotnych, tętniczo-żylnych oraz u pacjentów po zabiegach wewnątrzwątrobowego zespolenia wrotno-systemowego (*transjugular intrahepatic portosystemic shunt*, TIPS), prędkości przepływu są wysokie. Stanowi to duże wyzwanie dla opcji dopplerowskich aparatu.

Ponieważ ocenę przepływu w układzie wrotnym i w żyłach wątrobowych przeprowadza się przy swobodnym oddychaniu, wskazane jest, aby aparat miał opcję triplex doppler, chociaż można też badać z opcją duplex doppler zamrożony obraz B-mode).

Powinno się więc stosować aparaty klasy premium, z dobrym obrazowaniem B-mode, obrazowaniem harmonicznym (*tissue harmonic imaging*, THI), czułym i pracującym w szerokim zakresie dopplerem spektralnym, dopplerem kolorowym, z opcją dopplera mocy.

Equipment

In many cases, the evaluation of portal system and hepatic veins is a complex problem, and usually concerns so-called difficult patients. The equipment requirements are therefore high. The difficulty in examining patients with chronic liver diseases is a consequence of disorders in the liver size and shape as well as echogenicity of its parenchyma and echostructure, which can considerably blur the image of anatomic structures, including vessels. Moreover, ascites and intestinal flatulence make the vessels poorly visible and poorly accessible at the angle of insonation appropriate for Doppler assessment. Blood flow velocities in the portal system, particularly in pathological conditions, are relatively low and frequently recorded from considerable depths among numerous artefacts. At the same time, flow velocities are high when vessels are narrowed, in the arterioportal and arteriovenous shunts as well as in patients after transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS). This is a considerable challenge for the Doppler mode.

Since flow assessment in the portal system and hepatic veins is conducted with the patient breathing normally, the scanner should be equipped with the triplex Doppler mode (but the duplex Doppler mode can also be used for assessment of frozen B-mode images).

Therefore, premium-class equipment should be used ensuring good B-mode imaging, tissue harmonic imaging (THI), sensitive and full-range spectral Doppler, color Doppler and power Doppler.

Aparat powinien być wyposażony w typową sondę szerokopasmową, typu convex 2–5 MHz, do oceny struktur jamy brzusznej, oraz typową sondę liniową 5–10 MHz, do oceny powierzchni przedniej wątroby w celu poszukiwania cech przebudowy marskiej. Poza tym w ośrodkach specjalistycznych konieczna jest możliwość pracy aparatu z niskim indeksem mechanicznym (MI poniżej 0,1), z obrazowaniem drugiej harmonicznej metodą odwrócenia fazy impulsu, w celu wykonania ultrasonografii wzmocnionej kontrastem (*contrast-enhanced ultrasound, CEUS*), z zastosowaniem środka kontrastowego drugiej generacji. Ma to na celu ocenę miąższu i zmian ogniskowych wątroby oraz drożności naczyń w przypadkach wątpliwych w ocenie dopplerowskiej. Nie oznacza to, że nie można badać układu wrotnego i naczyń wątroby mniej zaawansowanymi technicznie aparatami. Wiele badań na etapie wstępnej diagnostyki czy też badań kontrolnych układu wrotnego u pacjentów z przewlekłymi chorobami wątroby, bez zaawansowanych cech marskości i nadciśnienia wrotnego, może być wykonywanych aparatami klasy średniej.

Przygotowanie do badania

Pacjent powinien być na czczo (ostatni posiłek około 6–8 godzin przed badaniem) – najlepiej badanie przeprowadzić rano. Przynajmniej pół godziny przed badaniem pacjent nie powinien wykonywać wysiłku fizycznego. W celu zmniejszenia ilości gazów w jelitach można stosować w dzień poprzedzający doustne środki zmniejszające napięcie powierzchniowe⁽²⁾.

Technika badania

Wizualizacja naczyń wątroby oraz całego układu wrotnego w prezentacji B (B-mode) wpisuje się w technikę badania narządów jamy brzusznej, szczególnie ocenę nadbrzusza, tj. wątroby, trzustki, śledziony, z wykorzystaniem tych narządów jako „okien akustycznych”, dających wgląd w ich otoczenie oraz przebiegające w ich miąższu i sąsiedztwie naczynia.

Stosowany jest dostęp podżebrowy, międzyżebrowy i spod wyrostka mieczykowatego. Dostęp podżebrowy prawy daje wgląd w większą część wątroby, w żyły wątrobowe i ich spływ oraz żyłę główną dolną i żyłę wrotną. Podobny, a czasem lepszy wgląd w te struktury daje dostęp boczny prawy, poprzez międzyżebra, dający dobry kąt insonacji dla oceny dopplerowskiej żyły wątrobowej prawej, środkowej, żyły głównej dolnej i żyły wrotnej oraz jej prawej gałęzi. Dostęp spod wyrostka mieczykowatego oraz podżebrowy prawy przy linii przyprostnej prawej daje bardzo dobry wgląd w żyłę wątrobową lewą i środkową oraz ich spływ, a przede wszystkim w lewą gałąź żyły wrotnej, pozwalając uzyskać tu kąt insonacji nawet 0–10°.

W celu uwidocznienia oraz oceny morfologii wątroby, śledziony i trzustki stosuje się prostopadłe względem siebie przekroje poprzeczne i podłużne oraz skośne. Należy badać

The scanner should be outfitted with a conventional broadband 2–5 MHz convex probe for evaluation of the abdominal structures as well as a typical linear probe (5–10 MHz) for evaluation of the anterior aspect of the liver in search for cirrhotic changes. Furthermore, specialist centers must be equipped with a scanner able to operate with a low mechanical index (MI lower than 0.1), with second harmonic imaging by reverse impulse phase to enable contrast-enhanced imaging (CEUS) with the use of second-generation contrast agents. This is needed for the assessment of the liver parenchyma, its focal lesions and patency of the vessels in the event of doubtful results of the Doppler examination. This does not mean, however, that the portal vein and hepatic vessels cannot be examined with less sophisticated scanners. Examinations at the level of initial diagnosis, of follow-up scans to check-up the portal system in patients with chronic liver diseases with no advanced cirrhosis or portal hypertension, can be conducted with the use of medium-class scanners.

Preparation for examination

The examination should be conducted with the patient fasting (the last meal ingested 6–8 hours before the examination). It is preferable to conduct the examination in the morning. At least 30 minutes before the test, the patient should refrain from physical exertion. To reduce the amount of gas in the intestine, oral agents to decrease surface tension can be used on the day before the scan⁽²⁾.

Scanning technique

Visualization of the hepatic vessels and the entire portal system in the B-mode is a part of abdominal examination, particularly the examination of the epigastric region, that involves the assessment of the liver, pancreas and spleen, with the use of these organs as “acoustic windows” enabling the evaluation of their surroundings and vessels running in the parenchyma and in the vicinity of these organs.

The examination is conducted via the subcostal and intercostal access and from below the xiphoid process. The right subcostal access enables assessment of the larger part of the liver, hepatic veins and their confluence as well as the inferior vena cava and the portal vein. A similar, or sometimes even better insight into these structures is provided by the right lateral access, through the intercostal spaces. It provides a good angle of insonation for the Doppler assessment of the right and middle hepatic veins, inferior vena cava and portal vein and its right branch. The access from below the xiphoid process and the right subcostal access at the right pararectus line guarantee a good insight into the left and middle hepatic veins, their confluence and, above all, into the left branch of the portal vein; the angle of insonation can be even 0–10°.

In order to visualize and assess the morphology of the liver, spleen and pancreas, perpendicular, transverse, longitudinal and oblique planes are used. The patient must be

pacjenta w sposób usystematyzowany, w ułożeniu na plecach, z rękami wzdłuż ciała lub nad głową oraz w ułożeniu ciała na lewym i prawym boku. Pozwala to zmniejszyć ryzyko przeoczenia patologii, daje lepszy wgląd w badane struktury w wyniku przemieszczenia i usuwania się struktur utrudniających badanie, jak pętle jelitowe. Ułatwia też odróżnienie artefaktów.

Struktury naczyniowe należy uwidaczniać w miarę możliwości na całym przebiegu wzdłuż osi długiej oraz poprzecznie, zaczynając od miejsca początkowego aż do podziału czy też spływu, identyfikując ich odgałęzienia.

W celu dokonania wiarygodnej oceny ścian naczyń i ich światła oraz pomiarów szerokości najlepiej obrazować je w miarę możliwości pod kątem insonacji zmierzającym do 90°, w opcji B mode, bez stosowania kolorowego dopplera. Natomiast do oceny dopplerowskiej, tj. oceny drożności naczyń oraz kierunku i prędkości przepływu konieczne jest szukanie takich dostępow, aby kąt osi naczyń i kierunku insonacji był mniejszy niż 60°, najlepiej aby wynosił poniżej 40°. Im mniejszy kąt dostępu, tym silniejszy i bardziej jednoznaczny co do kierunku i prędkości przepływu sygnał dopplerowski⁽⁷⁾.

Badać należy w różnych fazach oddychania, w zależności od potrzeb. Często w celu uwidocznienia pewnych obszarów konieczny jest głęboki wdech, jednak przy ocenie naczyń układu wrotnego oraz żył wątrobowych pomiarów należy dokonywać w trakcie spokojnego oddychania lub przy zatrzymanym swobodnym oddechu. Głęboki zatrzymany wdech może zwiększać szerokość naczyń wrotnych i zmieniać w nich przepływ, tłumiąc fizjologiczną fazowość w żyłach wątrobowych.

Następnie oceniamy przepływ w naczyniach kolorowym dopplerem. Na podstawie uzyskanego sygnału dopplerowskiego kodowanego kolorem, lub jego braku, stwierdzamy, czy naczynie jest drożne, czy nie, oraz jaki jest kierunek przepływu, a także czy przepływ odbywa się pełnym światłem naczyń, czy są ubytki sygnału, sugerujące np. skrzepliny. W przypadku wątpliwości co do drożności, szczególnie wynikających z trudności technicznych, należy wyłączyć kolorowy doppler i ocenić obecność przepływu dopplerem spektralnym, który jest bardziej czuły. Uzyskanie widma dopplerowskiego pozwala na ocenę charakteru przepływu (turbulentny, laminarny, żylny, tętniczny nisko- lub wysokooporowy, żylny arterializowany, żylny z pulsacjami i oscylacjami lub bez nich), pozwala określić prędkość maksymalną, minimalną, średnią oraz współczynniki oporu, pulsacji i wartości innych oznaczeń ilościowych.

Skala prędkości koloru powinna być ustawiana na podstawie aktualnej oceny, na poziomie 1/3–1/2 prędkości maksymalnej, a wzmocnienie (*gain*) na około 75%. W praktyce wyjściowo skala koloru dla przepływów wrotnych powinna być ustawiona w zakresie od -15 cm/s do +15 cm/s. Jeśli przepływy są bardzo wolne, należy obniżyć ją do około 10 cm/s lub niżej.

examinated in a systematized way in the supine position with the arms resting along the body or above the head, and in the left and right lateral decubitus position. This reduces the risk of overseeing pathologies, enables better visualization of the structures examined due to movement and elimination of obstacles, such as intestinal loops. Moreover, it makes it easier to distinguish artefacts.

If possible, vascular structures should be visualized on their entire course along the long axis and transversely. The assessment should begin at their origin and continue up to their branching or confluence; branches should be identified.

In order to make the assessment of the vascular walls and lumina reliable and to enable accurate width measurements, it is best to use the angle of insonation of 90° in the B-mode without using the color Doppler. In the Doppler assessment, i.e. to evaluate the patency of the vessels as well as the direction and velocity of blood flow, it is necessary to find such access sites to obtain the angle between the vessel axis and the direction of insonation below 60°, or even below 40°. The lower the access angle, the stronger and more unequivocal Doppler signal in terms of direction and velocity of flow⁽⁷⁾.

The examination should be conducted in different respiratory phases, depending on the needs. Frequently, deep inspiration is needed to visualize certain regions. However, when portal vessels and hepatic veins are assessed, the measurements should be taken during normal breathing or while holding normal breath. Holding a deep inspiration may increase the width of the portal vessels and change their blood flow thus dampening the physiological phasicity in the hepatic veins.

Subsequently, blood flow is assessed with the use of the color Doppler. Based on the color-coded Doppler signal, or the lack of it, it is possible to determine whether the vessel is patent or not and what the direction of flow is, as well as if blood flows in the entire lumen or whether there are signal defects suggesting, e.g. perimural thrombi. If there are doubts concerning patency, particularly resulting from technical problems, the color Doppler mode should be turned off and the spectral Doppler, which is more sensitive, should be used for flow determination. The Doppler waveform enables the assessment of the character of flow (turbulent, laminar, venous, arterial, low- or high-resistance, arterialized venous, venous with pulsations or oscillations, or without them) as well as the measurements of the maximum, minimum and mean velocities, resistivity indices, pulsation indices and other quantitative parameters.

The color velocity scale should be set based on current assessment at 1/3–1/2 of the maximum velocity, with gain at approximately 75%. In practice, initial color scale for portal flows should be set at -15 cm/s to +15 cm/s. If flows are very slow, it should be lowered to 10 cm/s or lower.

Skala dopplera spektralnego powinna być ustawiona tak, aby zapis zajmował 1/2 lub 2/3 skali, co umożliwi dokładną analizę widma i lepszą ocenę parametrów ilościowych. Należy pamiętać również o wartości filtra górnoprzepustowego (*wall filter*) i w przypadku niskich prędkości przepływu zmniejszyć go z 100 Hz do 50 Hz. Bramkę dopplerowską należy ustawić na 50% szerokości naczynia, w jego centralnej części. Należy rejestrować zapis z co najmniej trzech cykli pracy serca lub przez 2–3 sekundy. Prędkość przepływu w żyłę wrotnej wylicza aparat z wykonanego automatycznie lub manualnie obrysu widma dopplerowskiego, jako wartość średnią z prędkości maksymalnych rejestrowanych w tym czasie. Jest to tzw. prędkość TAM – *time averaged max velocity*^(1,2,6,7).

Prawidłowe obrazy naczyń w USG dopplerowskim

Żyła wrotna (PV – *portal vein*):

- szerokość, mierzona, podczas swobodnego oddychania, 2 cm przed rozwidleniem, w miejscu skrzyżowania z tętnicą wątrobową – jest zmienna: 6–13 mm, najczęściej 9–11 mm, a przy głębokim wdechu może wzrosnąć do 16 mm (rośnie także po posiłku i zależy od powierzchni ciała);
- przepływ ciągły, dowątrobowy, jednofazowy, z niewielkimi oscylacjami widma zależnymi od cyklu serca i faz oddechowych (ryc. 4);
- prędkość maksymalna: 15–30 cm/s (wzrasta po posiłku – od 50% do 100%, spada po pionizacji i wysiłku)⁽⁸⁾;
- prędkość średnia (V_{mean}): 12–20 cm/s, TAM >20 cm/s.

Żyła krezkowa górna (*superior mesenteric vein*, SMV):

- średnica: 4–13 mm, mierzona 2 cm przed spływem;
- prędkość maksymalna: 8–25 cm/s;
- prędkość średnia: 12–18 cm/s.

Żyła śledzionowa (*splenic vein*, SV):

- średnica: 5–10 mm, mierzona 2 cm przed spływem;
- prędkość maksymalna: 9–30 cm/s;
- prędkość średnia: 12–16 cm/s.

SMV i SV w warunkach prawidłowych – wzrost średnicy przy głębokim wdechu o 50–100%⁽¹⁾.

Żyły wątrobowe (*hepatic veins*, HVs):

- średnica ≤ 1 cm;
- prędkość: 16–40 cm/s;
- przepływ trójfazowy, związany z cyklem pracy serca – zmianami ciśnienia w prawym przedsionku, tzw. typ I (ocena na zatrzymanym normalnym wdechu, głęboki wdech tłumi pulsację – spłaszcza widmo) (ryc. 5).

Żyła główna dolna (*inferior vena cava*, IVC):

- średnica zazwyczaj poniżej 2 cm, zależna od fazy oddechu;

The spectral Doppler reading should occupy 1/2 or 2/3 of the scale. This enables a thorough analysis of the waveform and improves measurements of quantitative parameters. One should also remember about the wall filter value; it needs to be reduced from 100 Hz to 50 Hz if flow velocities are low. The Doppler gate should be set at 50% of the vessel's width in its central part. One should register the reading from at least three cardiac cycles or for 2–3 seconds. The flow velocity in the portal vein is calculated from the manual or automatic outline of the Doppler spectrum. It is a mean value of maximum velocities registered at a given time. This is so-called TAM velocity – *time averaged max velocity*^(1,2,6,7).

Normal presentation of vessels in Doppler ultrasonography

Portal vein (PV):

- the width, measured during normal breathing 2 cm above the branching at the site where it crosses the hepatic artery, varies: 6–13 mm, usually 9–11 mm, and when the patient inhales deeply, it may increase to 16 mm (it also increases after a meal and depends on the body surface);
- continuous hepatopetal, monophasic flow with slight oscillations of the waveform that depend on the cardiac cycle and respiratory phases (Fig. 4);
- maximum velocity: 15–30 cm/s (increases after a meal from 50% to 100%, declines after assuming a vertical position and upon physical exertion)⁽⁸⁾;
- mean velocity (V_{mean}): 12–20 cm/s, TAM >20 cm/s.

Superior mesenteric vein (SMV):

- diameter: 4–13 mm, measured 2 cm above the confluence;
- maximum velocity: 8–25 cm/s;
- mean velocity: 12–18 cm/s.

Splenic vein (SV):

- diameter: 5–10 mm, measured 2 cm above the confluence;
- maximum velocity: 9–30 cm/s;
- mean velocity: 12–16 cm/s.

In normal conditions, the diameters of SMV and SV increase upon a deep inspiration by 50–100%⁽¹⁾.

Hepatic veins (HV):

- diameter ≤ 1 cm;
- velocity: 16–40 cm/s;
- triphasic flow associated with the cardiac cycle – the changes in pressures in the right atrium, so-called type I (it is assessed upon holding normal breath; deep inspiration dampens pulsations – flattens the waveform) (Fig. 5).

Inferior vena cava (IVC):

- the diameter does not usually exceed 2 cm and depends on the respiratory phase;

- przepływ trójfazowy lub czterofazowy;
- tendencja do zapadania się w trakcie wydechu i poszerzenia w trakcie wdechu.

Tętnica wątrobowa (*hepatic artery, HA*) (ryc. 6):

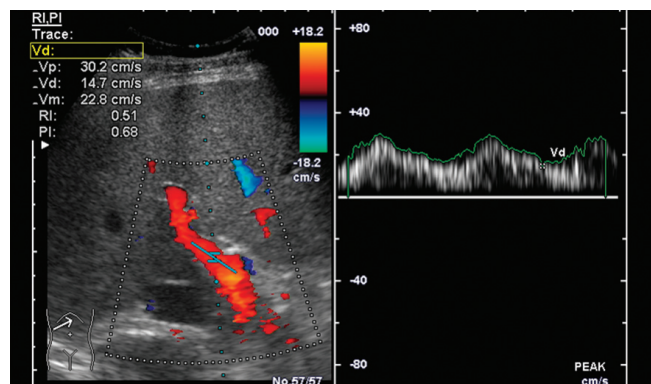
- średnica: 3,5–4,5 mm;
- prędkość skurczowa: 40–80 cm/s;
- prędkość rozkurczowa: 15–40 cm/s;
- wskaźnik oporu (RI): 0,59–0,8,
- wskaźnik pulsacji (PI): 1,0–1,5.

Zakres norm hemodynamicznych jest szeroki, często wartości norm podawanych przez jednych autorów zachodzą na zakresy parametrów opisywanych przez innych jako patologiczne. Wyniki pomiarów morfologicznych i parametrów hemodynamicznych należy traktować ze świadomością ich niedoskonałości, wynikających z warunków i możliwości technicznych badania, doświadczenia osoby badającej i aparatury. Mają one wartość przybliżoną. Potwierdza to również materiał własny autora. Nadal brakuje randomizowanych badań z udziałem odpowiednio licznych grup pacjentów^(2,3,5-7).

Ocena zmian patologicznych

Nadciśnienie wrotne w badaniu USG^(2,3,5-8)

- średnica PV: >13 mm, czułość: <50%, swoistość: 90–100%;
- SV i SMV: >11 mm, czułość: 72%, swoistość: 100%;
- wzrost średnicy PV, SMV i SV o <20–40% lub mniej przy głębokim wdechu (parametr bardziej czuły niż pomiar szerokości PV, czułość: 79,7%, swoistość: 100%);
- splenomegalia (dwubiegunowy wymiar: >12 cm, powierzchnia: >45 cm², czułość: 93%, swoistość: 36%);
- makroskopowe cechy marskości (guzkowa powierzchnia wątroby, gruboziarnista echostruktura mięszu, zmniejszony prawy płąt, powiększony płąt ogoniasty i segmenty lewoboczne, wodobrzusze);
- hepatofugalny przepływ w PV, SMV i SV, swoistość 100%, ale jest rzadko spotykany;
- brak oscylacji widma dopplerowskiego w PV (ryc. 7);



Ryc. 4. Prawidłowy zapis przepływu w PV z niewielkimi oscylacjami widma

Fig. 4. Normal flow in the PV with slight waveform oscillations

- tri- of tetraphasic flow;
- tends to collapse on expiration and dilate on inspiration.

Hepatic artery (HA) (Fig. 6):

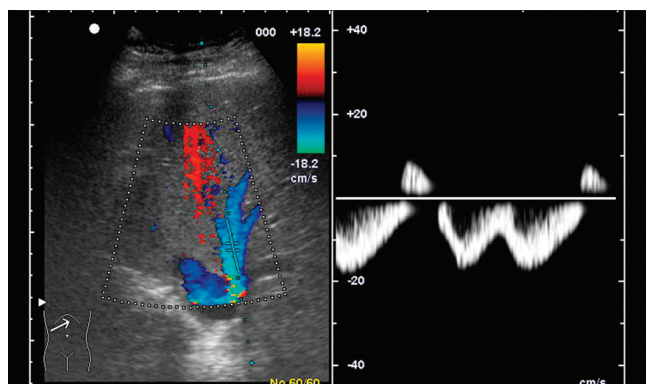
- diameter: 3.5–4.5 mm;
- systolic velocity: 40–80 cm/s;
- diastolic velocity: 15–40 cm/s;
- resistivity index (RI): 0.59–0.8,
- pulsatility index (PI): 1.0–1.5.

The hemodynamic normal ranges are broad. Frequently, normal values reported by one author overlap with values describes as pathological by other authors. It should be in mind that the results of morphological and hemodynamic parameters are imperfect and may depend on technical conditions and possibilities, experience of the examiner and equipment. These values are then approximate. This is confirmed by the author's own material. There are still no randomized studies with appropriate number of patients^(2,3,5-7).

Assessment of pathological lesions

Portal hypertension in a US examination^(2,3,5-8)

- PV diameter: >13 mm, sensitivity: <50%, specificity: 90–100%;
- SV and SMV: >11 mm, sensitivity: 72%, specificity: 100%
- an increase in PV, SMV and SV diameter by <20–40% or less on deep inspiration (the parameter is more sensitive than PV width measurements, sensitivity: 79.7%, specificity: 100%);
- splenomegaly (size along the long axis >12 cm, area: >45 cm², sensitivity: 93%, specificity: 36%);
- macroscopic features of cirrhosis (nodular liver surface, coarse-grained parenchymal echotexture, smaller right lobe, enlarged caudate lobe and left lateral segments, ascites);
- hepatofugal flow in the PV, SMV and SV, specificity 100%; rarely observed;



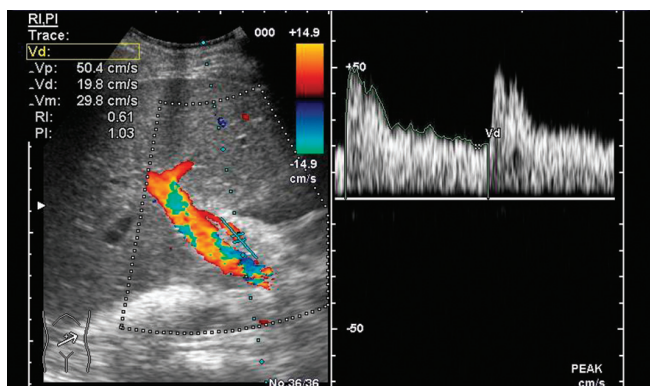
Ryc. 5. Trójfazowy przepływ w HV – typ I

Fig. 5. Triphasic flow in the HV – type I

- zwolnienie przepływu lub przepływ wahadłowy albo brak przepływu;
- obecność kolaterali wrotno-systemowych, czułość: 83%, swoistość: 100%, poszerzenie żyły pępkowej: >3 mm, poszerzenie żyły żołądkowej lewej powyżej 5 mm, a przy dużym nadciśnieniu – powyżej 7 mm;
- „tętniaki” żyłne w PV i SV (ryc. 8 A, B);
- utrata fazowości widma dopplerowskiego w HVs (widmo dwufazowe, tzw. typ II, stwierdzone u około 31% chorych z marskością lub widmo pozbawione fazowości, tzw. typ III, u 18% chorych z marskością) (ryc. 9 A, B);
- RI w tętnicy nerkowej: >0,7 – mierzony wewnątrznerkowo (wskazuje na zespół wątrobowo- nerkowy);
- RI w tętnicy śledzionowej: >0,63 – mierzony wewnątrzmiąższowo;
- poszerzenie i kręty przebieg tętnicy wątrobowej na skutek wzrostu przepływu tętniczego przy nadciśnieniu i marskości.

Hiperkinetyczne nadciśnienie wrotne⁽⁹⁾

- szczególna postać nadciśnienia wrotnego wywołana zwiększeniem objętości krwi w układzie wrotnym w przebiegu przetoki tętniczo-wrotnej (*arterio-portal fistula*, APF);



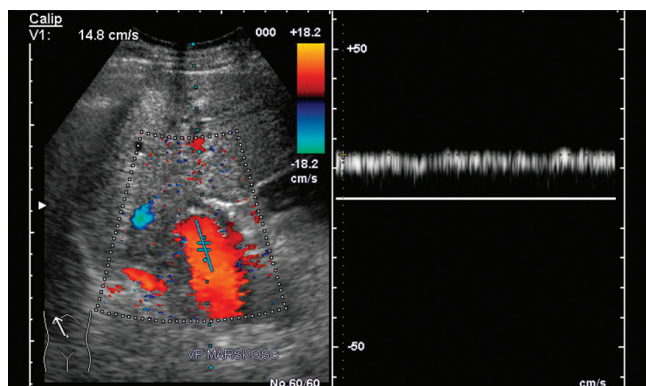
Ryc. 6. Prawidłowy zapis przepływu w HA

Fig. 6. Normal flow in the HA

- no undulation of the Doppler waveform in the PV (Fig. 7);
- slower or oscillating flow or no flow;
- presence of portosystemic collateral vessels, sensitivity: 83%, specificity: 100%, dilated umbilical vein >3 mm, dilated left gastric vein >5 mm and in considerable hypertension – above 7 mm;
- venous “aneurysms” in the PV and SV (Fig. 8 A, B);
- loss of Doppler waveform phasicity in the HVs (biphasic waveform, so-called type II, observed in approximately 31% of patients with cirrhosis or monophasic, type III, waveform observed in 18% of cirrhotic patients) (Fig. 9 A, B);
- RI in the renal artery >0.7, measured intrarenally (may indicate hepatorenal syndrome);
- RI in the splenic artery >0.63, measured in the parenchyma;
- dilated and tortuous hepatic artery due to an increase in arterial flow in hypertension and cirrhosis.

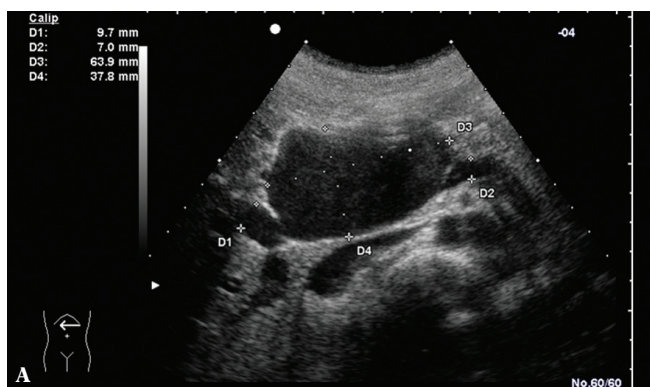
Hyperkinetic portal hypertension⁽⁹⁾

- a particular form of portal hypertension caused by increased blood volume in the portal system in the course of arterioportal fistula (APF);



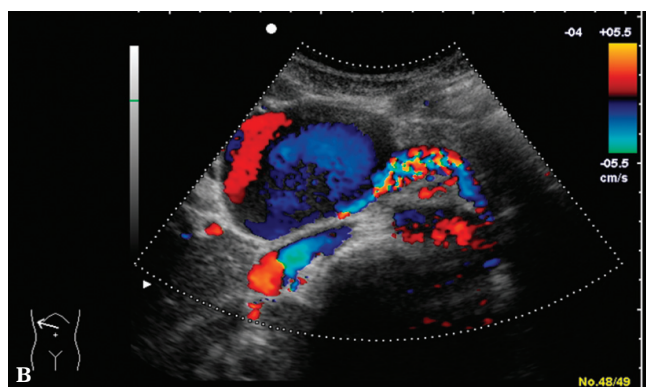
Ryc. 7. Dowątrobowy przepływ w PV – bez oscylacji – w nadciśnieniu wrotnym

Fig. 7. Hepatopetal flow in the PV, with nor oscillations, in portal hypertension

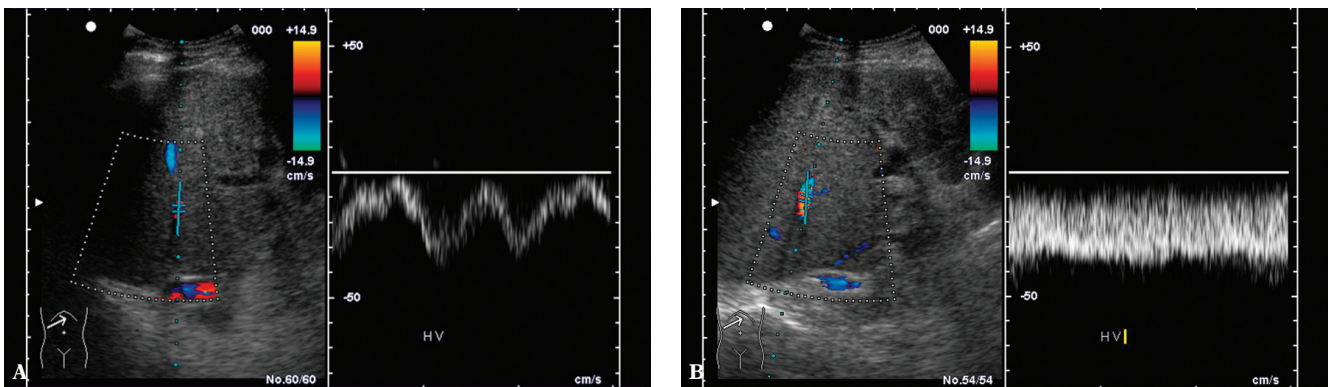


Ryc. 8. „Tętniak żylny”. A. Obraz morfologiczny. B. Kolorowy doppler

Fig. 8. “Venous aneurysm.” A. Morphological image. B. Color Doppler

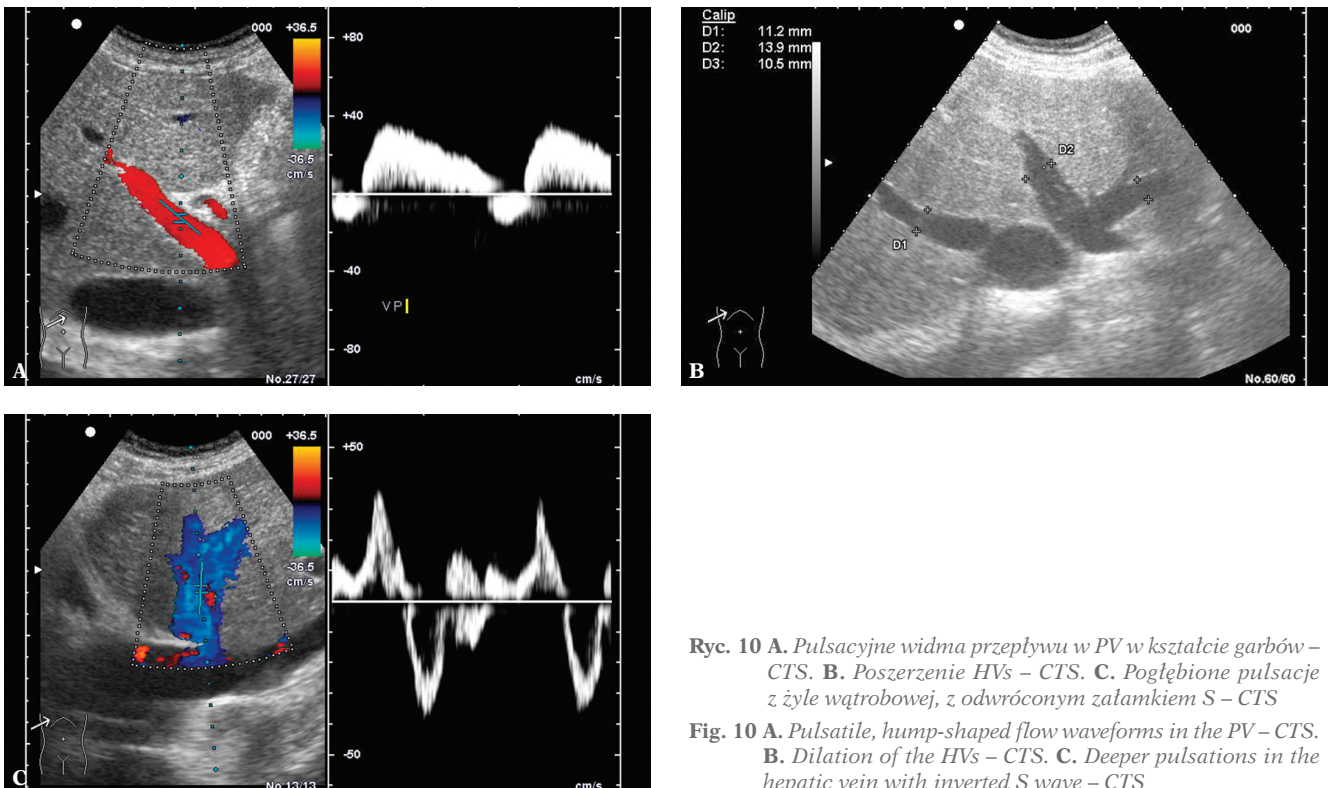


- APF mogą być wewnątrzwątrobowe i zewnątrzwątrobowe;
- przepływ w PV jest zawsze hepatopetalny, ze zmniejszoną prędkością w przetokach wewnątrzwątrobowych, a zwiększoną w zewnątrzwątrobowych;
- w APF zewnątrzwątrobowych przepływ w obu gałęziach PV jest hepatopetalny;
- w APF wewnątrzwątrobowych gałęzi PV drenująca przetokę ma zawsze hepatofugalny przepływ, natomiast druga gałąź ma przepływ hepatopetalny;
- przetoki wewnątrzwątrobowe to ogniskowe obszary płynowe, z poszerzoną gałęzią PV drenującą i poszerzoną zasilającą tętnicą, z szybkim, turbulentnym, niskoporym przepływem;
- przepływ w łożysku żylnym jest pulsacyjny, niskooporowy lub dwufazowy, zgodny z tętnem (tzw. arterializacja);
- APF can be intrahepatic or extrahepatic;
- PV flow is always hepatopetal with decreased velocity in intrahepatic fistulae and increased velocity in extrahepatic ones;
- in extrahepatic APF, blood flow in both PV branches is hepatopetal;
- in intrahepatic APF, blood flow in the PV branch that drains the fistula is always hepatofugal, and in the other branch, it is hepatopetal;
- intrahepatic fistulae are focal fluid areas with the dilated draining PV branch and dilated supplying artery with rapid, turbulent and low-resistance flow;
- blood flow in the venous bed is pulsatile, low-resistance or biphasic, consistent with the pulse (so-called arterialization);



Ryc. 9 A. Dwufazowy przepływ w HV – typ II. B. Jednofazowy przepływ w HV – typ III

Fig. 9 A. Biphasic flow in the HV – type II. B. Monophasic flow in the HV – type III



Ryc. 10 A. Pulsacyjne widma przepływu w PV w kształcie garbów – CTS. B. Poszerzenie HVs – CTS. C. Pogłębione pulsacje z żyły wątrobowej, z odwróconym załamkiem S – CTS

Fig. 10 A. Pulsatile, hump-shaped flow waveforms in the PV – CTS. B. Dilatation of the HVs – CTS. C. Deeper pulsations in the hepatic vein with inverted S wave – CTS

- w CEUS sygnał przepływu w gałęzi wrotnej drenującej przetokę wewnątrzwątrobową i w PV pojawia się we wczesnej fazie tętnicznej (7–10 s).
- in CEUS, the signal of flow in the portal branch draining the intrahepatic fistula and in the PV appears in the early arterial phase (7–10 s).

Nadciśnienie wrotne w przebiegu niewydolności serca (cardiogenic transsinusoidal shunting, CTS)⁽⁹⁾

- widmo w PV – pulsacyjne, o kształcie garbów, podatne na zmiany ciśnień w prawym przedsionku serca (w tym mechanizmie dochodzi do periodycznego wzrostu ciśnienia po stronie wrotnej);
- przepływ hepatopetalny, ze wstecznymi, periodycznymi załamkami hepatofugalnymi lub bez nich (ryc. 10 A);
- HVs i IVC poszerzone, również o pogłębionej pulsacyjności (ryc. 10 B, C).

Niedrożność żyły wrotnej w badaniu USG

Najczęstszą przyczyną jest zakrzepica (*portal vein thrombosis*, PVT) lub inwazja nowotworowa. Czułość kolorowego dopplera w wykrywaniu zakrzepicy 93%, swoistość 99%⁽³⁾.

- ostra zakrzepica:
 - hipoechogeniczne lub bezechowe skrzepiny w świetle żyły,
 - zatarcie ścian,
 - poszerzenie PV,
 - brak przepływu (ryc. 11 A),
 - zwolniony lub przyspieszony przepływ w miejscu zwężenia lub odwrócony przepływ – przy niepełnej zakrzepicy (ryc. 11 B) (ważna odpowiednia korekcja ustawień dopplerowskich – do niskich przepływów i kąt <60°; w przypadku wątpliwości można ocenić po posiłku albo z zastosowaniem CEUS);
- przewlekła zakrzepica:
 - PV często wąska i niewidoczna, hiperechogeniczna, zwłókniała,
 - tzw. przebudowa jamista – liczne kręte, drobne naczynia oboczne o przepływie dowątrobowym, przebiegające w więzadle wątrobowo-dwunastniczym, otaczające niedrożną zwłókniałą PV, rozwija się po 6–20 dniach po PVT i wraz z hiperperfuzją tętniczną zapewnia dość dobre ukrwienie wątroby⁽⁶⁾;
- inwazja nowotworowa:
 - poszerzenie PV do 20–25 mm zazwyczaj sugeruje wypełnienie światła masami nowotworowymi,
 - mogą być obecne naczynia tętnicze w obrębie wrastających do światła naczynia mas tkankowych (ryc. 11 C).

Zespół Budda-Chiariego w badaniu USG^(3,5–7)

Rzadko spotykany stan upośledzenia odpływu żylnego z wątroby, objawiający się bólem brzucha, masywnym, opornym na leczenie wodobrzuszem. Pierwotny najczęściej powstaje w wyniku zakrzepicy, wtórny w wyniku inwazji

Portal hypertension in the course of cardiac failure (cardiogenic transsinusoidal shunting, CTS)⁽⁹⁾

- the PV waveform – pulsatile, hump-shaped and susceptible to pressure changes in the right atrium (in this mechanism, portal pressure raises periodically);
- hepatopetal flow with inverted, periodical hepatofugal waves or without them (Fig. 10 A);
- dilated HVs and IVC, also with increased pulsation (Fig. 10 B, C).

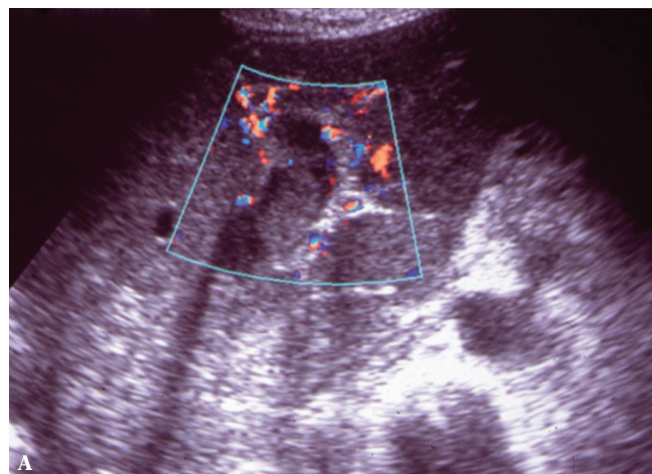
Portal vein obstruction in a US examination

Portal vein thrombosis (PVT) or neoplastic invasion are the most common causes. The sensitivity of the color Doppler in detecting thrombosis is 93% and specificity – 99%⁽³⁾.

- acute thrombosis:
 - hypoechoic or anechoic clots in the venous lumen;
 - blurred wall;
 - PV dilation;
 - absence of flow (Fig. 11 A);
 - slowed or accelerated flow at the stenosed site or inverted flow (in partial thrombosis) (Fig. 11 B). It is important to adjust Doppler settings for low flows and to the angle <60°; in the event of doubts, the examination can be repeated after a meal, or a CEUS should be performed;
- chronic thrombosis:
 - the PV is often narrow and invisible, hyperechoic and fibrotic;
 - so-called cavernous transformation – numerous tortuous slight collateral vessels with hepatopetal flow running in the hepatoduodenal ligament; they surround the occluded and fibrotic PV; it develops after 6–20 days following PVT and, together with arterial hyperperfusion, ensures good blood supply to the liver⁽⁶⁾;
- neoplastic invasion:
 - the PV dilated to 20–25 mm usually suggests that the lumina are filled with neoplastic masses;
 - arterial vessels can develop within the tissue masses growing into the vascular lumina (Fig. 11 C).

Budd–Chiari syndrome in a US examination^(3,5–7)

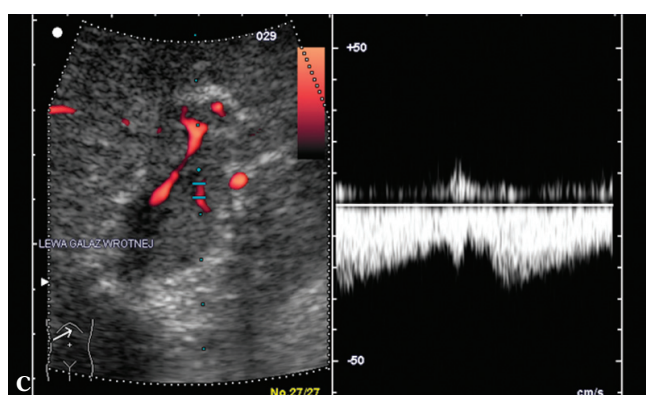
This rarely observed compromised venous confluence is manifested with abdominal pain and massive, treatment-resistant ascites. As a primary syndrome, it usually develops due to thrombosis; as a secondary syndrome – due to neoplastic invasion or external



Ryc. 11 A. Ostra pełna PVT. **B.** Niepełna PVT – doppler mocy. **C.** „Zakrzepica” nowotworowa – masy nowotworowe w świetle lewej gałęzi PV, unaczynione tętniczko z odwrotnym przepływem



Fig. 11 A. Acute complete PVT. **B.** Partial PVT – power Doppler. **C.** Neoplastic “thrombosis” – cancerous masses in the lumen of the left branch of the PV; arterial vasculature with hepatofugal flow



nowotworowej lub ucisku z zewnątrz. Może dotyczyć tylko żył wątrobowych lub żyły głównej dolnej, albo obu.

compression. It may be seen only in the hepatic veins or in the inferior vena cava, or in both of these vessels.

Ostry zespół Budda-Chiariego:

Acute Budd–Chiari syndrome:

- HVs poszerzone, wypełnione w całości lub częściowo przez hipoechogeniczne skrzepliny;
- HVs mogą być niewidoczne, bez przepływu;
- wątroba powiększona, obrzmiała, miąższ hipoechogeniczny lub heterogeniczny, niejednorodny w wyniku obrzęku, zmian krwotocznych i zaburzeń perfuzji;
- segment 1 niepowiększony lub nieznacznie powiększony;
- zwolnienie przepływu w PV, ciągły przepływ bez oscylacji widma dopplerowskiego, możliwy przepływ odwrotny;

- the HVs are dilated, partially or completely filled by hypoechoic clots;
- the HVs can be invisible with no signs of flow;
- the liver is enlarged, edematous; the parenchyma is hypoechoic or heterogeneous due to edema, hemorrhagic lesions and perfusion disorders;
- segment 1 is not enlarged or is slightly enlarged;
- PV flow is slower and continuous with no Doppler waveform oscillation; hepatofugal flow is possible;

Przewlekły zespół Budda-Chiariego:

Chronic Budd–Chiari syndrome:

- obraz kliniczny zależy od ciężkości uszkodzenia miąższu wątroby;
- znaczny, kompensacyjny przerost segmentu 1 z poszerzeniem do 3 mm jego żył (w prawidłowych warunkach niewidocznych);
- zniekształcenie wątroby, zanik części bocznych obu płąt wątroby, przerost segmentów centralnych, tj. 8 i 4a, odcinkowe pseudoguzowate przerosty miąższu, wzrost echogeniczności miąższu włókniejących części wątroby;
- żyły wątrobowe niewidoczne, niedrożne lub częściowo drożne ze zwężeniami;

- the clinical presentation depends on the severity of hepatic parenchyma damage;
- considerable compensatory hypertrophy of segment 1 with its veins (invisible in normal conditions) dilated to 3 mm;
- liver deformity, atrophy of the lateral aspects of both lobes, hypertrophy of the central segments, i.e. 8 and 4a, fragmentary pseudo-nodular hypertrophy of the parenchyma, increased echogenicity of the parenchyma in the fibrotic portions of the liver;
- the hepatic veins are invisible, occluded or partially patent with stenoses;

- odwrócenie kierunku przepływu o jednofazowym widmie, w odcinkach drożnych żył wątrobowych z redystrybucją krwi poprzez wewnątrzwątrobowe kolaterale do drożnych żył dodatkowych;
- przepływ w PV może być zwolniony, odwrócony lub nieobecny – zakrzepica;
- zespół Budda-Chiariego wtórnie prowadzi do nadciśnienia wrotnego.

Podobne objawy kliniczne do zespołu Budda-Chiariego występują w niedrożności końcowych żyłek wewnątrzwątrobowych (*veno-occlusive disease*, VOD) u pacjentów po radioterapii, chemioterapii, po przeszczepieniu szpiku i toksycznych uszkodzeniach. W odróżnieniu od zespołu Budda-Chiariego żyły wątrobowe są drożne, natomiast przepływ w PV może być zwolniony, odwrócony lub wahadłowy. Może wystąpić zakrzepica PV.

Ocena ultrasonograficzna TIPS (*Transjugular Intrahepatic Porto-systemic Shunt*)^(2,5-7)

TIPS wykonuje się przez wytworzenie połączenia między żyłą wątrobową a odgałęzieniem żyły wrotnej, przy pomocy rozprężalnego metalowego stentu o szerokości 8–12 mm, łączącego najczęściej prawą żyłę wątrobową z prawą gałęzią żyły wrotnej. W USG w mięszu wątroby jest widoczna hiperechogeniczna, tubularna struktura siateczkowata lub lita (w stentach powlekanych), o łagodnym, łukowato zakrzywionym przebiegu.

Prawidłowe parametry hemodynamiczne:

- przepływ w stencie lekko pulsacyjny, turbulentny, szybki, o prędkości co najmniej 50–60 cm/s, najczęściej 90–120 cm/s, ale spotyka się prędkości w zakresie 100–200 cm/s (ryc. 12 A);
- podobna prędkość przepływu mierzona przy końcu wrotnym, w środku stentu i przy końcu żylnym;
- przepływ w PV i SV hepatopetalny o prędkości 35–45 cm/s;
- hepatofugalny przepływ w lewej gałęzi żyły wrotnej.

Nieprawidłowe parametry hemodynamiczne:

- prędkość >220 cm/s z dużymi turbulencjami;
- zmiany prędkości w obrębie stentu >100 cm/s;
- spadek prędkości w dwóch kolejnych badaniach o >50 cm/s;
- widoczne zwężenie;
- prędkość przepływu w stencie <50 cm/s;
- przepływ ciągły, pozbawiony pulsacji;
- spadek prędkości w PV w porównaniu do wartości przed TIPS;
- rozwój hepatofugalnego lub wahadłowego przepływu w PV i SV;
- brak przepływu (ryc. 12 B);
- nawrót żylaków przełyku i rozwój wodobrzusza.

Celem USG jest kwalifikacja do TIPS, ocena położenia, drożności i parametrów przepływu po zabiegu i monitorowanie w czasie, w celu wykrycia zwężenia zanim zakrzepnie stent i nawrócą objawy nadciśnienia wrotnego.

- inverted flow with a monophasic waveform in the fragments of patent hepatic veins with the redistribution of blood to patent accessory veins by intrahepatic collateral vessels;
- PV flow can be slower, inverted or absent – thrombosis;
- Budd-Chiari syndrome leads to secondary portal hypertension.

Veno-occlusive disease (VOD) in patients after radiotherapy, chemotherapy, bone marrow transplantation and toxic injuries gives similar clinical symptoms to Budd-Chiari syndrome. By contrast with Budd-Chiari syndrome, hepatic veins are patent, but PV flow can be slower, inverted or oscillating. PV thrombosis is possible.

Ultrasound assessment of TIPS (*transjugular intrahepatic portosystemic shunt*)^(2,5-7)

TIPS is conducted by creating an anastomosis between the hepatic vein and branches of the portal vein with the use of expandable metal stents (8–12 mm wide). It is usually conducted to connect the right hepatic vein with the right branch of the portal vein. In the liver parenchyma, the ultrasound examination reveals a hyperechoic tubular structure that is reticular or solid (in coated stents) with a gentle arching course.

Normal hemodynamic parameters:

- the flow in the stent is slightly pulsatile, turbulent and rapid with the velocity of at least 50–60 cm/s (usually 90–120 cm/s). The velocities of 100–200 cm/s can also be observed (Fig. 12 A);
- the flow velocities measured at the portal end, in the stent and at the venous end are similar;
- PV and SV flow is hepatopetal with the velocity of 35–45 cm/s;
- hepatofugal flow can be observed in the left branch of the portal vein.

Abnormal hemodynamic parameters:

- velocity >220 cm/s, highly turbulent;
- velocity changes within the stent >100 cm/s;
- velocity drops in two consecutive examinations by >50 cm/s;
- visible stenosis;
- stent flow velocity <50 cm/s;
- continuous, pulsation-free flow;
- decrease in the velocity in the PV compared to the value obtained prior to TIPS;
- development of hepatofugal or oscillating flow in the PV and SV;
- absence of flow (Fig. 12 B);
- recurrence of esophageal varices and development of ascites.

The aim of a US examination is to qualify patients for TIPS, assess the position, patency and flow parameters after the procedure and monitor the patient over time in order to identify stenosis before recurrence of portal hypertension symptoms.

Zastosowanie USG w diagnostyce żylaków przełyku (EV – *esophageal varices*)⁽¹⁰⁾

Podjęmowane są próby znalezienia metod mniej inwazyjnych niż pomiar HVPG i endoskopia dla oceny możliwości występowania żylaków i krwawienia z nich. Mimo wstępnych, obiecujących doniesień, żadne z oznaczanych parametrów ultrasonograficznych nie są powszechnie akceptowanym nieinwazyjnym algorytmem do monitorowania EV.

Chociaż jest większe prawdopodobieństwo występowania żylaków, gdy:

- szerokość żyły wrotnej jest >13 mm;
- współczynnik oporu w tętnicy nerkowej wynosi >0,7.

Natomiast ryzyko krwawienia z żylaków przełyku jest większe, gdy stwierdza się:

- splenomegalię >15 cm;
- indeks zastojowy >0,154 cm/s (*congestion index*, CI – stosunek powierzchni przekroju PV do średniej prędkości – norma do 0,07 cm/s); czułość 70%, swoistość 64,9%;
- PHI >2,08 (*Portal Hypertensive Index* = HARI × 0,69 × SARI × 0,87/PVV_{mean});
- obecność nowych kolaterali w kolejnym badaniu.

Ważniejsze wydaje się monitorowanie wyżej wymienionych parametrów niż interpretacja poszczególnych pomiarów.

Ocena ultrasonograficzna naczyń wątroby po przeszczepieniu (*orthotopic liver transplantation*, OLTx)⁽⁵⁾

Oceniamy drożność tętnicy, żyły wrotnej i żył wątrobowych oraz funkcjonowanie zespołu naczyńiowych. Najważniejsza jest ocena drożności tętnicy.

HA (norma):

- przepływ niskooporowy, RI 0,5–0,8;
- czas akceleracji (AT) <80 ms.

HAS (*hepatic artery stenosis*) – zwężenie tętnicy wątrobowej:

- wzrost prędkości, PSV >200 cm/s oraz turbulencje w miejscu zwężenia (ryc. 13 A);
- RI <0,5 – dystalnie od miejsca zwężenia (ryc. 13 B);
- AT >80 ms – dystalnie od miejsca zwężenia (ryc. 13 C).

HAT (*hepatic artery thrombosis*) – zakrzepica tętnicy wątrobowej:

- brak przepływu w widocznej tętnicy;
- brak sygnału przepływu w okolic wnetki i śródwątrobowo.

HAP (*hepatic artery pseudoaneurysm*) – pseudotętniak tętnicy wątrobowej:

Application of a US examination for diagnosing esophageal varices (EV)⁽¹⁰⁾

It is attempted to find less invasive methods for diagnosing varices and variceal bleeding than HVPG and endoscopy. Despite initial promising reports, none of the ultrasound parameters have become commonly acknowledged in a non-invasive algorithm to monitor EV.

Nevertheless, varices are more likely to develop if:

- the diameter of the portal vein is >13 mm;
- the resistivity index in the renal artery is >0.7.

The risk of variceal bleeding is greater when the following are observed:

- splenomegaly >15 cm;
- congestion index (CI) >0.154 cm/s (ratio of the PV cross-sectional area to mean velocity – upper limit: 0.07 cm/s); sensitivity 70% and specificity 64.9%;
- PHI >2.08 (*Portal Hypertensive Index* = HARI × 0.69 × SARI × 0.87/PVV_{mean});
- presence of new collateral vessels in the subsequent examination.

It seems that monitoring of the aforementioned parameters is more important than the interpretation of individual measurements.

Ultrasound assessment of hepatic vessels after orthotopic liver transplantation (OLTx)⁽⁵⁾

One should assess the patency of the artery, portal vein and hepatic veins as well as functioning of the vascular anastomoses. The most important parameter is arterial patency.

HA (normal values):

- low-resistance flow, RI 0.5–0.8;
- acceleration time (AT) <80 ms.

HAS (hepatic artery stenosis):

- an increase in velocity, PSV >200 cm/s and turbulence at the site of stenosis (Fig. 13 A);
- RI <0.5 – distally to the site of stenosis (Fig. 13 B);
- AT >80 ms – distally to the site of stenosis (Fig. 13 C).

HAT (hepatic artery thrombosis):

- absence of flow in the visible artery;
- absence of the flow signal in the region of the hilum and intrahepatically.

HAP (hepatic artery pseudoaneurysm):

- powstaje nie zawsze w miejscu zespolenia (może powstać też w przebiegu zakażenia grzybiczego albo po przezskórnej interwencji);
- możliwe pęknięcie, lub przetoka do dróg żółciowych lub żyły wrotnej.

PV (norma):

- przepływ dowątrobowy z turbulencjami o prędkości średnio około 40 cm/s.

PVS (*portal vein stenosis*) (ryc. 14 A, B):

- silne turbulencje i wzrost prędkości przepływu do ponad 100 cm/s lub 3–4-krotny.

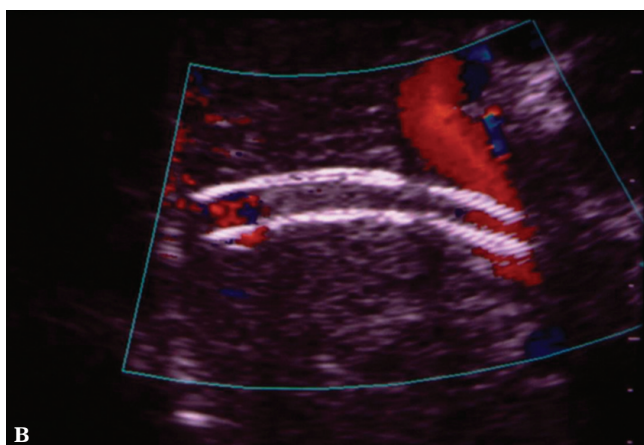
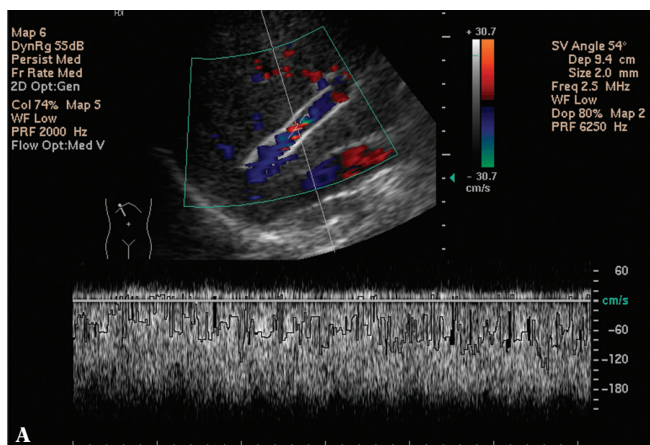
- it not always develops at the site of an anastomosis (it may develop due to fungal infection of percutaneous intervention);
- rupture or fistula to the bile ducts and portal vein are possible.

PV (normal value):

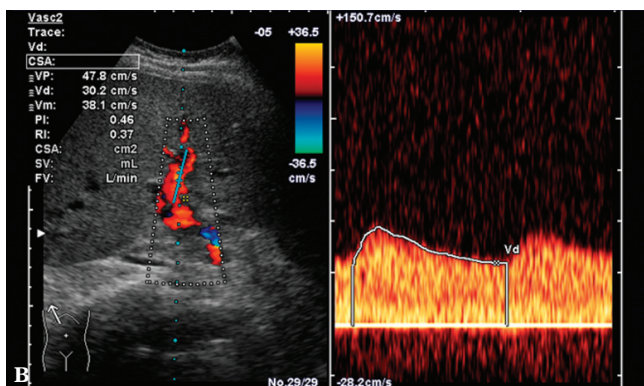
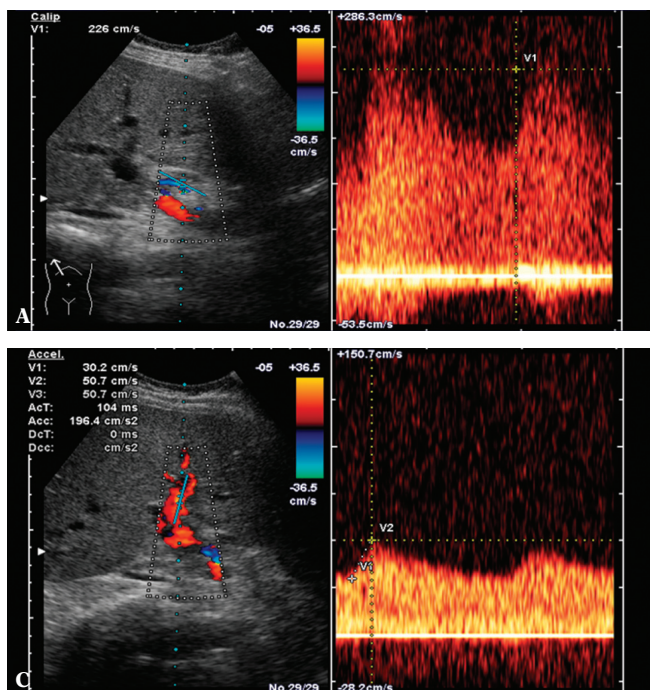
- hepatopetal turbulent flow with the mean velocity of 40 cm/s.

PVS (*portal vein stenosis*) (Fig. 14 A, B):

- severe turbulence and increased flow velocity to over 100 cm/s, or its 3–4-fold increase.

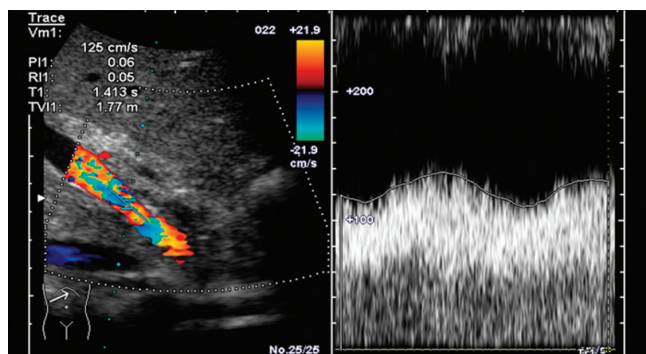
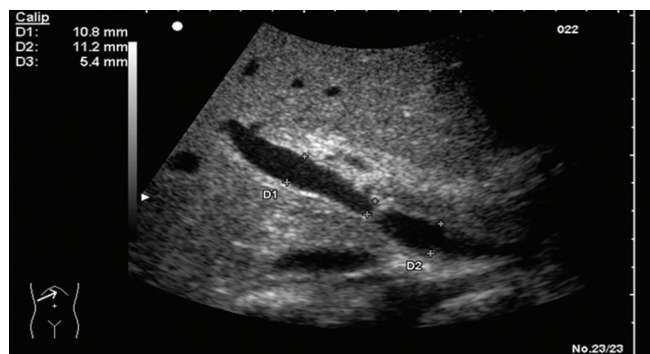


Ryc. 12 A. TIPS – przepływ prawidłowy. B. TIPS – niedrożny – brak przepływu w kolorowym dopplerze
 Fig. 12 A. TIPS – normal flow. B. TIPS – occlusion, the absence of flow in the color Doppler



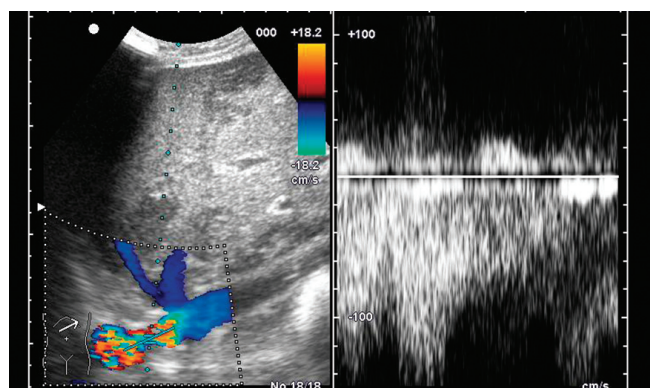
Ryc. 13 A. HAS – zapis widma dopplerowskiego w zwężeniu (PSV 226 cm/s). B. HAS – obniżony RI (0,37) – distalnie od zwężenia. C. HAS – wydłużony czas akceleracji (104 ms) – distalnie od zwężenia

Fig. 13 A. HAS – Doppler waveform in the stenosed area (PSV 226 cm/s). B. HAS – decreased RI (0,37) – distally to the stenosed area. C. HAS – prolonged acceleration time (104 ms) – distally to the stenosed area



Ryc. 14 A. PVS – obraz morfologiczny. B. PVS – zapis dopplerowski, turbulencje i wzrost prędkości do 125 cm/s

Fig. 14 A. PVS – morphological image. B. PVS – Doppler examination; turbulence and increased velocity to 125 cm/s



Ryc. 15. Zwężenie zespolenia IVC

Fig. 15. Stenosis of IVS anastomosis

PVT:

- brak przepływu, masy skrzepelinowe w świetle naczynia;
- w częściowej zakrzepicy przepływ częścią światła.

Zaburzenie odpływu żylnego na poziomie zespolenia: zwężenie, skręcenie IVC:

- na poziomie zwężenia silne turbulencje i wzrost prędkości przepływu 3–4-krotny (ryc. 15);
- zwolnienie przepływu poniżej 15 cm/s w HVs, brak fazowości widma dopplerowskiego.

Opis badania

Badanie układu wrotnego i naczyń wątroby jest nierozłączne z oceną USG jamy brzusznej.

Należy opisać wszystkie narządy mięszone jamy brzusznej oraz drogi żółciowe wraz z pęcherzykiem żółciowym i w przypadku obecności wodobrzusza ocenić jego stopień. Opisujemy wielkość, zarys i echostrukturę wątroby (w celu oceny ewentualnego uszkodzenia mięszu, marskości), ewentualne zmiany ogniskowe z ich różnicowaniem i stosunkiem do struktur naczyniowych (rak wątrobowokomórkowy może powodować nacieki i zakrzepicę naczyń łożyska wrotnego lub rzadziej żył wątrobowych).

Podobnej ocenie podlega śledziona i trzustka (guzy zapalne tego narządu mogą powodować nacieki i zakrzepicę SV

PVT:

- absence of flow, thrombotic masses in the vascular lumen;
- in partial thrombosis, flow is observed in a part of the lumen.

Disturbance of venous confluence at the level of anastomosis: stenosis or twisting of the IVC:

- severe turbulence and 3–4-fold increase of flow velocity (Fig. 15);
- flow slower than 15 cm/s in the HVs, absence of the Doppler waveform phasicity.

Test description

The assessment of the portal system and hepatic vessels is an indispensable part of an abdominal ultrasound examination.

All parenchymal abdominal organs and the bile ducts with the gallbladder must be described. If ascites is present, its grade must be specified. In the case of the liver, one must describe its size, outlines and echostructure (to assess possible parenchymal damage, cirrhosis), possible focal lesions with their differentiation and their relationship with vascular structures (hepatocellular carcinoma may cause infiltration and thrombosis of the portal vessels or, more rarely, hepatic veins).

The spleen and pancreas should be described in a similar fashion (inflammatory tumors may cause infiltration and

oraz SMV, a w konsekwencji regionalne nadciśnienie wrotne). Następnie opisujemy żyły wątrobowe: prawą, środkową, lewą, ich spływ, ewentualne żyły dodatkowe, ich szerokość, drożność i charakter przepływu – fazowość. Podobnej ocenie podlega żyła główna dolna.

Dalej oceniamy żyłę wrotną i jej gałęzie płatowe, sektorowe, segmentalne: ich szerokość, światło, drożność, kierunek przepływu, charakter widma dopplerowskiego, obecność lub brak fizjologicznych zmian w przepływie i szerokości naczyń pod wpływem fazy oddechowej i cyklu serca. Podobnej ocenie podlegają: żyła śledzionowa i kręzkowa górna, a w wybranych przypadkach – kiedy jest dostępna ocenie – żyła kręzkowa dolna.

Następnie poszukujemy naczyń krążenia obocznego wrotno-systemowego, w warunkach fizjologicznych niewidocznych w USG. W przypadkach nadciśnienia wrotnego najczęściej opisywane są spłoty żyłne we wnęce śledziony, przy krzywiznie mniejszej żołądka, poszerzona żyła żołądkowa lewa lub poszerzona udrożniona żyła pępkowa. Należy ocenić ich szerokość, drożność i w miarę możliwości kierunek oraz prędkość przepływu (tu trudności może sprawiać kręty przebieg naczyń).

Ważna jest ocena naczyń tętnicznych: tętnicy wątrobowej, tętnicy śledzionowej i kręzkowej górnej – charakteru widma dopplerowskiego, prędkości przepływu, współczynników oporowych: RI i PI – są to parametry pomocnicze w ocenie układu wrotnego, ale również podstawowe i istotne w diagnozowaniu ewentualnych przetok tętniczo-wrotnych i zastępczej hiperperfuzji tętniczej w wątrobie, przy spadku perfuzji wrotnej występującej w marskości wątroby lub zakrzepicy żyły wrotnej i/lub jej gałęzi płatowych.

Dokumentacja

Badanie można dokumentować na nośnikach cyfrowych jako zapis wideo lub pojedyncze obrazy zatrzymane. Jednak bardziej powszechne i wystarczające są zapisy obrazów „zamrożonych” na printach czarno-białych lub kolorowych.

Zakres dokumentacji zależy od zastanej sytuacji anatomicznej, przyczyn nadciśnienia wrotnego i zaawansowania zmian.

Należy udokumentować:

- cechy przebudowy marskiej wątroby, ewentualne guzy wątroby, wielkość śledziony, wodobrzusze;
- obraz żył wątrobowych z pomiarami szerokości oraz zapis widma dopplerowskiego;
- szerokość PV, SV, SMV, przy swobodnym oddychaniu lub zatrzymanym oddechu oraz przy głębokim oddychaniu;
- zapis widma dopplerowskiego z pomiarami prędkości średniej w PV, SV, SMV i ewentualnie w wybranych naczyniach obocznych;
- obraz 2D skrzepin w żyłach układu wrotnego uzupełniony o obrazy w opcji kolorowego dopplera lub dopplera mocy;

thrombosis of the SV and SMV and consequently, lead to regional portal hypertension). Subsequently, hepatic veins should be assessed: the right, middle and left one as well as their confluence, possible accessory veins, their width, patency and character of flow – phasicity. The assessment of the inferior vena cava is similar.

Subsequently, the portal vein with its lobar, sectorial and segmental branches must be assessed in terms of: their width, lumina, patency, direction of blood flow, character of the Doppler waveform and the presence or absence of physiological changes in flow and width of the vessels depending on the respiratory and cardiac cycles. A similar approach is conducted for the splenic, superior and inferior mesenteric veins if it is accessible for evaluation.

Next, one should search for collateral vessels or portosystemic vessels, which in physiological conditions are not visible in ultrasonography. In cases of portal hypertension, the most commonly assessed vessels are: venous plexuses in the splenic hilum and at the lesser curvature of the stomach, dilated left gastric vein or dilated patent umbilical vein. Their evaluation involves their width, patency and, if possible, the direction and velocity of blood flow (the tortuous course of the veins makes the examination difficult).

It is necessary to assess arteries (hepatic artery, splenic artery and superior mesenteric artery), the character of Doppler waveform, flow velocity and resistivity indices: RI and PI. They can help assess the portal system, but they are also basic and essential parameters in diagnosing arteriportal fistulae and compensatory arterial hyperperfusion in the liver when portal perfusion is reduced due to liver cirrhosis or thrombosis of the portal vein and/or its lobar branches.

Documentation

The examination can be documented either electronically as video recordings or in single “frozen” images (black and white or in color). The latter are more common and sufficient.

The scope of documentation depends on the anatomic situation, causes of portal hypertension and progression of lesions.

The following must be documented:

- signs of cirrhotic transformation of the liver, possible liver tumors, size of the spleen and ascites;
- image of the hepatic veins, together with their width measurements, and of the Doppler waveform;
- PV, SV and SMV width at normal respiration or when holding breath, and at deep respiration;
- recording of the Doppler waveform with mean velocities in the PV, SV and SMV and possibly also in the selected collateral vessels;
- 2D image of thrombi in the veins of the portal system supplemented with color Doppler or power Doppler images;
- recording of the Doppler waveform from the HA, SA and intrarenal arteries (if cirrhosis and hepatorenal syndrome are suspected);

- zapis widma dopplerowskiego z HA, SA i tętnic wewnątrznerkowych (w przypadku marskości i podejrzenia zespołu wątrobowo-nerkowego);
- zapis morfologiczny, w kolorowym dopplerze i spektralnym w stentach (pacjenci po TIPS);
- zapisy przepływów lub ich braku w naczyniach: PV, HA i HVs u pacjentów po transplantacji wątroby.

Podsumowanie

Ultrasonografia dopplerowska jest powszechnie stosowaną, uznaną, nieinwazyjną metodą diagnozowania narządów jamy brzusznej i układu wrotnego. Jest badaniem pierwszego wyboru wśród technik obrazowych w ocenie cech nadciśnienia wrotnego oraz zaawansowania zmian anatomicznych w jego przebiegu. Nie pozwala na ocenę ciśnień w układzie wrotnym, ich gradientu, a tym samym stopnia nadciśnienia wrotnego. USG nie daje też informacji na temat zaawansowania włóknienia wątroby (to domena elastografii), które koresponduje z zaawansowaniem klinicznym marskości i stopniem nadciśnienia wrotnego oraz ryzykiem krwawienia z żylaków przełyku. Najważniejszą rolę w tej ocenie odgrywa tu endoskopia.

W rękach doświadczonego lekarza ultrasonografia dopplerowska jest metodą o dużej skuteczności klinicznej, bogato opisaną w piśmiennictwie z lat 80. i 90. ubiegłego wieku, a także w obecnych doniesieniach. Jest skuteczna w wykrywaniu cech marskości, zmian nowotworowych wątroby, ocenie śledziony i wodobrzusza. Ma dużą wartość w ocenie morfologicznej naczyń wrotnych i żył wątrobowych oraz w ocenie ich drożności, kierunku przepływu i podstawowych parametrów hemodynamicznych. Służy do diagnostyki wstępnej, monitorowania poznanych patologii, kwalifikacji pacjentów do TIPS i OLTx oraz monitorowania efektów klinicznych.

Konflikt interesów

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

Piśmiennictwo / References

1. Hennerici M, Neuerburg-Heusler D: Vascular Diagnosis with Ultrasound. Thieme, Stuttgart & New York 1998.
2. Berzigotti A, Piscaglia F, and the EFSUMB Education and Professional Standard Committee: Clinical recommendation for the performance and reporting of ultrasound examination for portal hypertension, EFSUMB guidelines, 2013.
3. Middleton WD, Robinson KA: Ultrasound assessment of hepatic vasculature. In: Pellerito JS, Polak JF (eds.): Introduction to vascular ultrasonography. Elsevier Saunders, Philadelphia 2012: 495–515.
4. Krawczyk M (ed.): Chirurgia dróg żółciowych i wątroby. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2013.
5. Ahuja AT (ed.): Diagnostic imaging ultrasound. Amirsys 2007.
6. Harvey CJ, Lim AKP: Vascular disorders of the liver. In: Allan PL, Baxter GM, Weston MJ (eds.): Clinical Ultrasound. Vol. 1, Elsevier 2011.
7. Małek G, Elwertowski M: Wątroba, układ wrotny. In: Małek G (eds.): Ultrasonografia Dopplerowska. Zastosowanie kliniczne. Medipage, Warszawa 2003.
8. Patriquin H, Lafortune M, Burns PN, Dauzat M: Duplex Doppler examination in portal hypertension: technique and anatomy. AJR Am J Roentgenol 1987; 149: 71–76.
9. Meng Q, Lv L, Yang B, Fu N, Lu G: Fluctuating portal velocity tracing with rhythmicity: ultrasonic differential diagnosis and clinical significance. Radiol Oncol 2012; 46: 198–206.
10. Bintintan A, Chira RI, Mircea PA: Non-invasive ultrasound-based diagnosis and staging of esophageal varices in liver cirrhosis. A systematic review of the literature published in the third millennium. Med Ultrason 2013; 15: 116–124.

Summary

Doppler ultrasonography is a commonly used, well-established and non-invasive method to assess abdominal organs and the portal system. It is the first choice among imaging modalities for evaluating the signs of portal hypertension and progression of anatomic changes in the course of this disease. It does not enable assessment of pressures in the portal system or their gradient and thus the grade of portal hypertension cannot be determined. Moreover, ultrasonography provides no information about the progression of liver fibrosis (this can be done with elastography) that corresponds to clinical advancement of cirrhosis and grade of portal hypertension and also with the risk of bleeding from esophageal varices. Endoscopy plays a major role in such cases.

In the hands of an experienced physician, Doppler ultrasonography is a modality of high clinical efficacy, which is abundantly discussed in the literature from the 1980s and 1990s as well as in contemporary reports. It is an effective tool in detecting the signs of cirrhosis and neoplastic lesions of the liver as well as in the evaluation of the spleen and ascites. It is valuable in morphological presentation of the portal vessels and hepatic veins as well as in evaluating their patency, direction of blood flow and basic hemodynamic parameters. It is used for initial diagnosis, monitoring of diagnosed pathologies, qualifying patients for TIPS and OLTx and monitoring of clinical effects of the treatment.

Conflict of interest

The authors do not report any financial or personal links with other persons or organizations, which might negatively affect the content of this publication and claim authorship rights to this publication.