

Submitted: 10.01.2013

Accepted: 03.02.2013

## Standardy badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego – aktualizacja. Badanie trzustki

### Standards of the Polish Ultrasound Society – update. Pancreas examination

Grzegorz Ćwik

*II Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej, Gastroenterologicznej i Nowotworów Układu Pokarmowego, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Lublin, Polska*

*Adres do korespondencji: Dr hab. n. med. Grzegorz Ćwik, II Katedra i Klinika Chirurgii Ogólnej, Gastroenterologicznej i Nowotworów Układu Pokarmowego, SPSK 1, ul. Staszica 16, 20-081 Lublin, e-mail: grzegorzcwik@poczta.fm, tel.: 81 532 41 27, faks: 81 532 88 10*

#### Słowa kluczowe

badanie ultrasonograficzne, standardy badania ultrasonograficznego trzustki, choroby trzustki, rak trzustki, wskazania do poszczególnych rodzajów badania ultrasonograficznego

#### Streszczenie

Badanie ultrasonograficzne trzustki jest integralnym elementem badania ultrasonograficznego jamy brzusznej. Najczęstsze wskazanie do jego wykonania stanowi diagnostyka dolegliwości bólowych nadbrzusza, dyskomfortu, żółtaczk oraz monitorowanie pacjentów z ostrym zapaleniem trzustki. Ocena trzustki w badaniu ultrasonograficznym bywa problematyczna, między innymi ze względu na jej położenie anatomiczne i przesłonięcie przez treść żołądka i dwunastnicy, a także z powodu szeregu możliwych zmian chorobowych, w tym zapalnych, nowotworowych łagodnych i złośliwych, wymagających różnicowania. Podstawą trafnej diagnozy jest znajomość techniki badania, budowy prawidłowej trzustki, obrazów poszczególnych patologii. W pracy przedstawiono standardy badania ultrasonograficznego trzustki opublikowane w 2011 roku, zaktualizowane zgodnie z obecną wiedzą. Omówiono kolejno: przygotowanie chorego do badania, technikę badania, nieprawidłowe zmiany w trzustce, ostre zapalenie trzustki, przewlekłe zapalenie trzustki, zmiany torbielowate (torbiele łagodne, nowotworowe) oraz lite zmiany ogniskowe trzustki. Pod kontrolą obrazu ultrasonograficznego wykonywany jest drenaż zbiorników płynowych, ropni i torbieli. Doniosłą rolę w diagnostyce i leczeniu wybranych chorób górnego odcinka przewodu pokarmowego oraz narządów mięsaszowych nadbrzusza odgrywają endosonografia górnego odcinka przewodu pokarmowego, z możliwością wykonania cienkoigłowej biopsji aspiracyjnej, oraz ultrasonografia śródoperacyjna oraz laparoskopowa.

**Key words**

ultrasound examination, standards of ultrasound examination, pathologies of the pancreas, pancreatic carcinoma, indications for specific types of ultrasound examination

**Abstract**

Ultrasound examination of the pancreas constitutes an integral part of the abdominal ultrasound. It is mostly indicated to diagnose pain in the epigastrium, discomfort and jaundice as well as to monitor the patients with acute pancreatitis. The assessment of this organ in an ultrasound examination may be problematic due to its anatomical location and the fact that it might be covered by gastric and duodenal contents as well as due to a number of possible pathological changes, including inflammation and benign or malignant neoplasms, which require differentiation. The basis for establishing a correct diagnosis is the knowledge of the examination technique, correct pancreas structure and images of individual pathologies. This paper presents the standards of ultrasound examination published in 2011 and updated with the current knowledge. The following are discussed: preparation of the patient for the examination, abnormal lesions in the pancreas, acute pancreatitis, chronic pancreatitis, cystic lesions (benign and malignant cysts) and solid focal lesions. Ultrasound is also used to guide the drainage of fluid cisterns, abscesses and cysts. The prime role in the diagnosis and treatment of selected diseases of the upper gastrointestinal tract and parenchymal organs of the abdomen belongs to endosonography of the upper gastrointestinal tract, with the possibility to conduct a fine needle aspiration biopsy, and intraoperative or laparoscopic ultrasound.

Badanie ultrasonograficzne (USG) jest wyjściowym badaniem obrazowym w diagnostyce chorób trzustki, wielokrotnie ukierunkowującym dalsze etapy postępowania diagnostycznego<sup>(1,2)</sup>.

Według standardów badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego badanie trzustki przez powłoki jamy brzusznej u osób dorosłych jest wykonywane przy użyciu głowic sektorowych lub typu convex o częstotliwości 3,5 MHz<sup>(3)</sup>. Obraz powinien być generowany w jak największej ilości linii (zalecane 128 kanałów nadawczo-odbiorczych), użyta skala szarości powinna przekraczać 256 odcieni, liczba ognisk używanych do wytworzenia obrazu nie powinna być mniejsza niż 4. Ponieważ trzustka w zależności od ilości tkanki tłuszczowej badanej osoby (osoba szczupła, otyła) znajduje się na różnych głębokościach, konieczne jest dostosowanie ogniskowej głowicy. Ultrasonograf musi być wyposażony w programy do obliczania pola powierzchni oraz objętości ocenianej bryły, w opcje kolorowego Dopplera i Dopplera mocy, a także obrazowania harmonicznego. Procedury wspomagające to endosonografia (EUS), ultrasonografia śródoperacyjna oraz biopsja aspiracyjna cienkoigłowa (BACC) przez powłoki skórne lub EUS<sup>(3-6)</sup>.

**Przygotowanie do badania**

Głównym utrudnieniem w ocenie ultrasonograficznej trzustki jest gaz gromadzący się w przewodzie pokarmowym. Aby poprawić warunki badania, przez dwa dni przed badaniem pacjent powinien unikać spożywania potraw wzdymających i ciężkostrawnych. Badanie zazwyczaj wykonuje się rano, na czczo; w przeciwnym wypadku zalecane jest wstrzymanie się od przyjmowania pokarmów stałych i napojów gazowanych przez 6 godzin przed badaniem. Rekomenduje się przyjmowanie środków farmakologicznych zmniejszających objętość gazów w przewodzie pokarmowym<sup>(3-5)</sup>.

Ultrasound examination (US) is an initial imaging examination performed in the diagnosis of pancreatic pathologies, which frequently dictates subsequent diagnostic steps<sup>(1,2)</sup>.

According to the ultrasound standards of the Polish Ultrasound Society, the pancreas in adult patients is examined through the abdominal integuments with the use of a sector, convex-type transducer with the frequency of 3.5 MHz<sup>(3)</sup>. The image should be generated in as many lines as possible (128 transmit/receive channels are recommended), the grey scale applied should be greater than 256 shades and the number of foci used to generate the image should not be lower than 4. Due to the fact that the pancreas is located at various depths depending on the person (slender or obese patient), it is essential to adjust the focal zone of the transducer. The ultrasound scanner should be equipped with software to calculate the surface area and volume of the tested body, in color and power Doppler option as well as in harmonic imaging option. The supplementary procedures include: endosonography (EUS), intraoperative sonography and fine-needle aspiration biopsy (FNAB) through the integuments or EUS<sup>(3-6)</sup>.

**Preparation for examination**

The prime obstacle in ultrasound assessment of the pancreas is gas accumulating in the alimentary tract. In order to optimize the examination conditions, the patient should avoid distending and heavy food for two days prior to the examination. The test is usually performed in the morning with the fasting patient. Otherwise it is recommended to refrain from ingesting solid food and drinking carbonated drinks for 6 hours prior to the examination. It is recommended to take gas-reducing pharmacological agents<sup>(3-5)</sup>.

## Technika badania

Trzustkę obrazuje się na przekrojach w płaszczyźnie poprzecznej, podłużnej i skośnej. Zaleca się również wykorzystanie okna akustycznego wątroby, czyli badania przez lewy płąt wątroby, obrazowania trzustki po ułożeniu pacjenta zarówno na prawym, jak i lewym boku oraz po wykonaniu głębokiego wdechu. W przypadku uwidocznienia przewodu trzustkowego należy zmierzyć jego średnicę oraz przebieg<sup>(2,3)</sup>. Wielkość, kształt, zarysy i echostruktura prawidłowej trzustki mogą wykazywać istotne różnice, w zależności m.in. od typu budowy pacjenta, wieku, objętości tkanki tłuszczowej między zrazikami narządu<sup>(4,6,7)</sup>.

Górny zakres normy wielkości głowy trzustki wynosi w wymiarze AP do 3,4 cm, trzonu 2,9 cm, a ogona 3,2 cm. Długość narządu waha się w granicach od 12 do 20 cm. Echogeniczność trzustki jest zwykle nieznacznie wyższa od echogeniczności wątroby, może być także normo- i hiperechogeniczna. Echostruktura jest najczęściej jednorodna. Średnica prawidłowego przewodu trzustkowego nie powinna przekraczać 3 mm<sup>(3,4,8)</sup>.

Zmiany patologiczne trzustki mogą mieć charakter rozlany lub ogniskowy. W badaniu należy ocenić ich lokalizację z uwzględnieniem poszczególnych części anatomicznych trzustki, wymiary, echogeniczność w stosunku do niezmienionego miąższu trzustki, echostruktury. Ważna jest również ocena zewnętrznych zarysów trzustki. Integralnym elementem badania trzustki jest ocena przestrzeni zaotrzewnowej pod kątem powiększonych okolicznych węzłów chłonnych oraz zobrazowanie naczyń okołotrzustkowych, w celu rozpoznania przylegania lub naciekania<sup>(2,3,7-11)</sup>.

## Charakterystyka nieprawidłowych zmian trzustki

### Ostre zapalenie trzustki (OZT)

Złotym standardem w diagnostyce OZT jest tomografia komputerowa (TK). Badanie USG, z uwagi na nieinwazyjny charakter, ma podstawowe znaczenie w monitorowaniu stanu pacjenta<sup>(4,9)</sup>.

Ponadto badanie USG chorych jest wykonywane w celu<sup>(2,7-9,11-14)</sup>:

- określenia ewentualnego współistnienia kamicy pęcherzyka żółciowego, a przede wszystkim kamicy przewodowej (ocena wskazania do wczesnej endoskopowej sfinkterotomii);
- rozpoznania, na etapie monitorowania pacjenta, obecności zmian hipoechogenicznych, mogących odpowiadać obszarom martwicy (ryc. 1);
- uwidocznienia innych zbiorników płynowych w obrębie jamy otrzewnowej, w jamach opłucnowych, śródpiersi, tj. torbieli i ropni, oraz ropowicy (ryc. 2, 3);
- określania wskazań do interwencji chirurgicznej;

## Examination technique

The pancreas is examined in transverse, longitudinal and oblique planes. It is also recommended to make use of the acoustic window of the liver, i.e. an examination through the left liver lobe, as well as to visualize the pancreas in both left and right lateral positions of the patient and after a deep inspiration. If the pancreatic duct has been visualized, its diameter and course should be measured<sup>(2,3)</sup>. The size, shape, outlines and echostructure of the normal pancreas might vary depending on, e.g., patient's stature, age and the volume of the adipose tissue between the organ's lobules<sup>(4,6,7)</sup>.

The upper limit of the normal size in the AP aspect of the head of the pancreas is up to 3.4 cm, the body – 2.9 cm, and the tail – 3.2 cm. The length of the organ ranges from 12 to 20 cm. Its echogenicity is usually slightly higher than the echogenicity of the liver, but may also be normo- or hyperechoic. The echostructure is most frequently homogeneous. Finally, the diameter of the normal pancreatic duct should not exceed 3 mm<sup>(3,4,8)</sup>.

Pathological lesions in the pancreas may be diffuse or focal. In the examination, their localization in relation to individual anatomic elements of the pancreas needs to be determined as well as their dimensions, echogenicity in relation to the unaltered pancreatic parenchyma and echostructure. The assessment of the outer outlines of the pancreas is also important. An integral element of the pancreas ultrasound is the assessment of the retroperitoneal space in terms of local lymph nodes as well as the visualization of the peripancreatic vessels to diagnose their adherence or infiltration<sup>(2,3,7-11)</sup>.

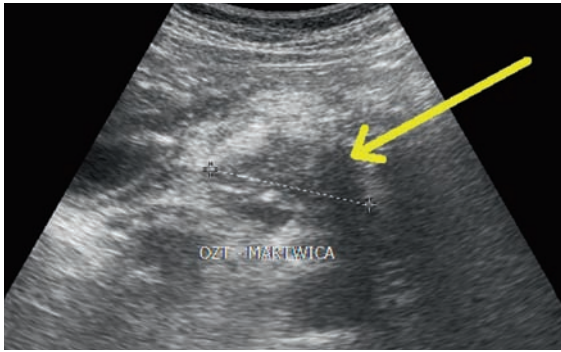
## Characteristics of abnormal pancreatic lesions

### Acute pancreatitis (AP)

The golden standard in the diagnosis of AP is computed tomography (CT). US examination, due to its non-invasive character, is of fundamental significance in monitoring the patient's condition<sup>(4,9)</sup>.

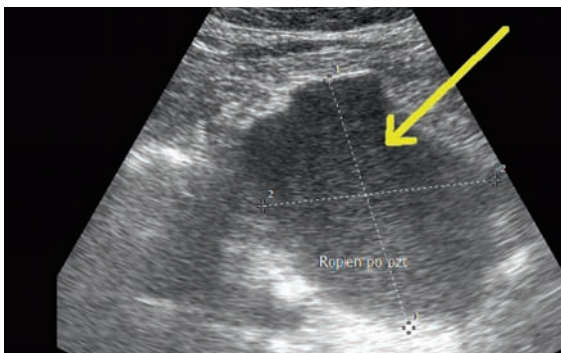
Moreover, ultrasound examination is performed in order to<sup>(2,7-9,11-14)</sup>:

- specify possible coexistence of cholecystolithiasis and, above all, choledocolithiasis (determining the indication for early endoscopic sphincterotomy);
- diagnose hypoechoic lesions, at the monitoring stage, which might correspond to areas of necrosis (fig. 1);
- visualize other fluid cisterns in the region of the peritoneal cavity, in the pleural cavities and mediastinum, i.e. cysts, abscesses and phlegmon (figs. 2, 3);
- determine the indications for a surgical intervention;
- diagnose vascular complications including thrombosis, mainly involving the portal vessels, and pancreatic pseudoaneurysms.



**Ryc. 1.** Ostre zapalenie trzustki. Niejednorodny, hipoechogeniczny obszar w rzucie trzon/ogon trzustki świadczący o rozległej martwicy

**Fig. 1.** Acute pancreatitis. Non-homogeneous, hypoechoic area in the body/tail projection attests to extensive necrosis



**Ryc. 3.** Duży ropień w rzucie ogona trzustki. Powikłana postać ostrego zapalenia trzustki

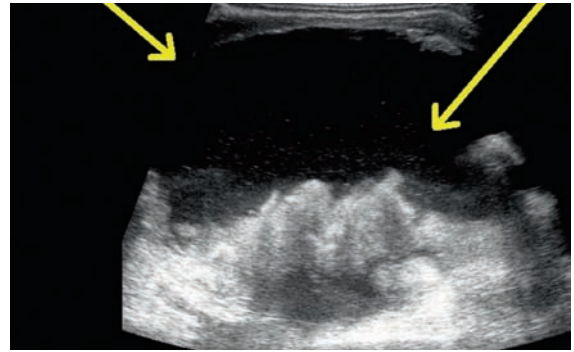
**Fig. 3.** Large abscess in the projection of the tail. Complicated acute pancreatitis

- rozpoznania powikłań naczyniowych, w tym zakrzepicy naczyń, głównie krążenia wrotnego, oraz tętniaków rzekomych trzustki.

Ultrasonografia zabiegowa pozwala na przeprowadzenie biopsji przezskórnej, zabiegów punkcyjnych i drenażowych pod kontrolą USG, endoskopowej nekrozektomii i drenażu przy użyciu EUS lub ultrasonografii laparoskopowej.

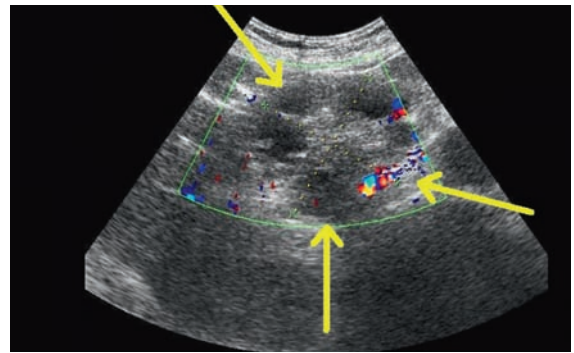
### Przewlekłe zapalenie trzustki (PZT)

Ultrasonografia jest obok TK podstawowym badaniem obrazowym w diagnostyce PZT. Endoskopowa cholangiopankreatografia wsteczna (ECPW) jest stosowana coraz rzadziej, głównie jako część procedury zabiegowej (sfinkterotomia). W przebiegu PZT w badaniu USG widoczne są zmiany morfologiczne, takie jak zanik, włóknienie czy zwąpnienia, doprowadzające do niewydolności narządu.



**Ryc. 2.** Ostre zapalenie trzustki. Duża torbiel z tkankami martwiczymi

**Fig. 2.** Acute pancreatitis. Large cyst with necrotic tissue



**Ryc. 4.** USG – kolorowy doppler. Surowiczy torbielakgruczołak w głowie trzustki, słabo unaczyniony. Struktura „plastramiody” z przestrzeniami torbielowatymi, centralna blizna

**Fig. 4.** Color Doppler sonography. Serous cystadenoma in the head of the pancreas showing poor signs of flow. “Honeycomb” structure with cystic areas and central scar

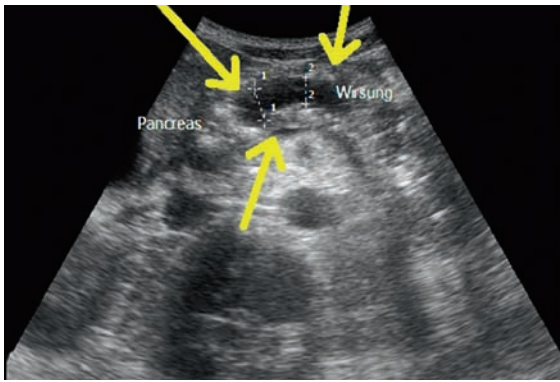
Interventional sonography allows for the performance of percutaneous biopsy, US-guided puncture and drainage procedures, endoscopic necrosectomy and drainage with the use of EUS or laparoscopic ultrasound.

### Chronic pancreatitis (ChP)

Beside CT, sonography constitutes the major imaging examination in the diagnosis of ChP. Endoscopic retrograde cholangiopancreatography (ERCP) is applied more and more rarely, mainly as part of the interventional procedure (sphincterotomy). In the course of ChP, US examination reveals morphological changes such as atrophy, fibrosis or calcifications, which lead to pancreatic failure.

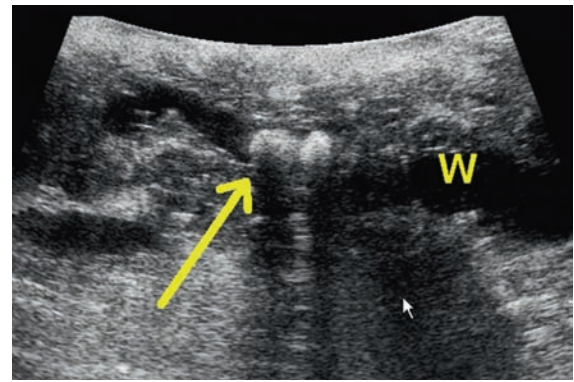
Typical features of ChP include<sup>(2,4,5,8,15,16)</sup>:

- altered echogenicity of the pancreas – in the majority of cases the lesions are hyperechoic and more often diffuse than focal;
- focal hyperechoic echoes corresponding to fibrous changes;



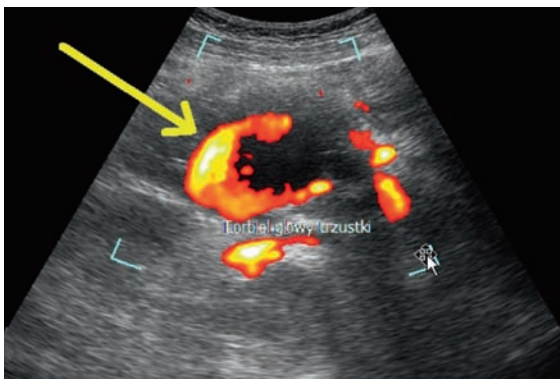
**Ryc. 5.** Przewlekłe zapalenie trzustki. Poszerzenie przewodu Wirsunga w trzonie, atrofia miększu, zmiany degeneracyjne

**Fig. 5.** Chronic pancreatitis. Wirsung's duct dilatation in the body of the pancreas, parenchymal atrophy, degenerative changes



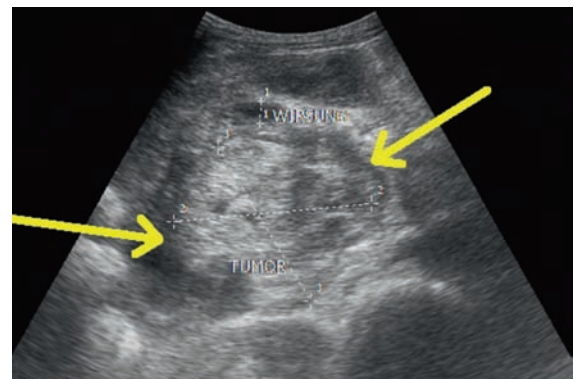
**Ryc. 6.** Przewlekłe zapalenie trzustki. Poszerzony przewód Wirsunga o nieregularnym przebiegu, z dużymi uwapnionymi złożami. Zmiany włókniste w miększu

**Fig. 6.** Chronic pancreatitis. Dilated Wirsung's duct with irregular course and large calcified concretions. Fibrous lesions in the parenchyma



**Ryc. 7.** USG – doppler mocy. Tętniak rzekomy trzustki. Tętniak tętnicy żołądkowo-dwunastniczej w przebiegu PZT

**Fig. 7.** Power Doppler sonography. Pancreatic pseudoaneurysm. The aneurysm of the gastroduodenal artery in the course of ChP



**Ryc. 8.** Duży hiperechogeniczny guz zapalny głowy trzustki, o niejednorodnej strukturze. Obwodowo poszerzony zastoinowo przewód Wirsunga

**Fig. 8.** Large hyperechoic inflammatory tumor of the head of the pancreas with a non-homogeneous structure. Wirsung's duct dilated peripherally due to obstruction

Do typowych cech PZT należą<sup>(2,4,5,8,15,16)</sup>:

- zmieniona echogeniczność trzustki – w większości przypadków są to zmiany hiperechogeniczne o charakterze rozlanym, rzadziej ogniskowym;
- ogniskowe echa hiperechogeniczne odpowiadające zmianom włóknistym;
- zwapnienia w miększu trzustki, w ścianie przewodów trzustkowych;
- torbiele rzekome o różnym umiejscowieniu;
- zmiana wymiarów trzustki – w części przypadków pole trzustkowe jest powiększone, niekiedy odcinkowo, z uwagi na towarzyszący wytwórczy odczyn zapalny; atrofia i bliznowacenie miększu prowadzą do zmniejszenia wymiarów trzustki; średnica jest jednak często uzależniona od szerokości przewodu Wirsunga (ryc. 5);
- nieprawidłowy obraz głównych przewodów trzustkowych (poszerzenie światła, nieregularny przebieg, złoży wapienne) (ryc. 6);
- tętniak rzekomy trzustki (ryc. 7);

- calcifications in the pancreatic parenchyma, in the walls of the pancreatic ducts;
- pseudocysts in various localizations;
- altered size of the pancreas – in certain cases the surface of the pancreas is, sometimes fragmentarily, enlarged due to accompanying proliferative reaction; atrophy and scarring of the parenchyma lead to the reduction of the size of the pancreas; the diameter, however, is frequently dependent on the width of the Wirsung's duct (fig. 5);
- abnormal presentation of the main pancreatic ducts (dilated lumina, irregular course, calcified concretions) (fig. 6);
- pancreatic pseudoaneurysm (fig. 7);
- inflammatory tumor often encompassing the head of the pancreas (fig. 8);
- ascites and fluid in the pleural cavity (mainly in the left one).

Inflammatory tumors require the differentiation from neoplastic lesions<sup>(4,5)</sup>. Within the inflammatory tumor,

- guz zapalny obejmujący najczęściej głowę trzustki (ryc. 8);
- wodobrzusze oraz płyn w jamie opłucnowej (głównie lewej).

Guz zapalny wymaga różnicowania ze zmianą nowotworową<sup>(4,5)</sup>. W obrębie guza zapalnego najczęściej widoczne są zmiany degeneracyjne w postaci torbieli, ogniskowych zwłóknień i zwapnień. W przypadku gdy dominują lite tkanki, a cechy degeneracyjne są słabo zaznaczone, należy podejrzewać zmianę złośliwą i zasugerować w opisie badania kolejne badania. Zalecaną metodą diagnostyczną jest EUS, która pozwala na dobre zobrazowanie zmiany i wykonanie biopsji<sup>(1,5)</sup>. Obecnie uważa się, że współczesna EUS jest dokładniejsza niż ECPW w ocenie wczesnych zmian zapalnych w przebiegu PZT.

Autoimmunologiczna postać PZT charakteryzuje się nasilonym odczynem zapalnym okołoprzewodowym, z następowym włóknieniem. W badaniu USG zaznacza się redukcja echogeniczności trzustki, ogniskowe lub rozlane powiększenie gruczołu. Nie stwierdza się natomiast obecności zwapnień oraz zbiorników płynowych<sup>(8)</sup>.

Ultrasonografia śródoperacyjna jest cenna w ocenie przebiegu przewodu trzustkowego, w identyfikacji kamieni wapiennych powodujących obturację i w monitorowaniu ich usuwania<sup>(1,6)</sup>.

## Zmiany ogniskowe torbielowate trzustki

### *Torbiele łagodne*

Torbiele trzustki są najczęściej powikłaniem ostrego lub przewlekłego zapalenia trzustki. Wyróżnia się torbiele retencyjne i martwicze, posiadające torebkę, oraz torbiele rzekome, stanowiące zejście PZT<sup>(4,8,14)</sup>. W badaniu USG należy określić ich wielkość, która stanowi kryterium kwalifikacji do leczenia. Wskazaniem do leczenia zabiegowego są torbiele o średnicy powyżej 5–6 cm, zwłaszcza objawowe<sup>(4,9,12,16)</sup>. Najczęściej wykonywany jest drenaż pod kontrolą EUS<sup>(10,13,14,16)</sup>. Badaniem znacznie podnoszącym bezpieczeństwo przeprowadzenia zabiegu jest ultrasonografia dopplerowska, zarówno w badaniu przez powłoki jamy brzusznej, jak i w EUS czy w ocenie śródoperacyjnej<sup>(4,16)</sup>. Procedura pomaga również w różnicowaniu rzadko spotykanych przypadków tętniaków rzekomych trzustki, będących powikłaniem PZT, niekiedy ostrego zapalenia.

### *Guzy nowotworowe o charakterze torbielowatym*

Stanowią 2–4% przypadków zmian torbielowatych trzustki<sup>(8,14,17–19)</sup>.

Guz torbielowaty surowiczy jest dobrze unaczyniony, zawiera liczne drobne torbiele, nierzadko centralną bliźnię oraz zwapnienia w jej otoczeniu. Torbiele mogą przybierać postać groniastą, w ich świetle mogą występować

degenerative lesions are frequently observed in the form of cysts, focal areas of fibrosis and calcifications. If solid tissues are predominant and degenerative features are not evident, a malignant lesion should be suspected and further tests should be suggested in the description of the examination. EUS, which allows for a good visualization of the lesion and performance of the biopsy, constitutes a recommended diagnostic method<sup>(1,5)</sup>. It is currently believed that contemporary EUS is more accurate than ERCP in the assessment of early inflammatory lesions in the course of ChP.

The autoimmune form of ChP, however, is characterized by intensified peripancreatic inflammatory reaction with consequential fibrosis. In the US examination, focal or diffuse enlargement of the pancreas and the reduction of the gland's echogenicity are observed. Calcifications or fluid cisterns, however, are not detected<sup>(8)</sup>.

Intraoperative sonography is valuable for the assessment of the course of the pancreatic duct, in the identification of the calculi which cause obstruction and in monitoring of their removal<sup>(1,6)</sup>.

## Cystic focal lesions of the pancreas

### *Benign cysts*

Pancreatic cysts are usually a consequence of acute or chronic pancreatitis. We distinguish retention and necrotic cysts, which possess a capsule, and pseudocysts, which are outcomes of ChP<sup>(4,8,14)</sup>. On US examination, their size needs to be determined, which constitutes a criterion for the qualification to the treatment. The cysts with the diameters exceeding 5–6 cm, especially symptomatic ones, constitute an indication for interventional treatment<sup>(4,9,12,16)</sup>. The most common procedure is the EUS-guided drainage<sup>(10,13,14,16)</sup>. Doppler sonography, in turn, is an examination which improves the safety of the procedures performed both in the examination through abdominal integuments and in EUS as well as in intraoperative assessment<sup>(4,16)</sup>. The procedure also allows for a differentiation of rare cases of pancreatic pseudoaneurysms which are a complication of ChP and, sometimes, AP.

### *Neoplastic cystic tumors*

Neoplastic cystic tumors account for 2–4% of all cystic lesions of the pancreas<sup>(8,14,17–19)</sup>.

Serous cystic tumors are well-vascularized, contain numerous slight cysts, often include central scars and calcifications in their area. The cysts may have a grape-like appearance and may contain septations (fig. 4). This type of tumors shows very low malignancy potential.

Mucinous cystic tumors occur more frequently. They are characterized by irregularly thickened walls, dense

przegrody (ryc. 4). Ten rodzaj guzów wykazuje bardzo niski potencjał złośliwości.

Torbielowate guzy śluzotwórcze występują częściej. Cechują się obecnością nieregularnie pogrubiłej ściany, gęstej zawartości, litych śródściennych guzków oraz obwodowych zwapnień. Większość tych zmian ma charakter nowotworowy złośliwy. Zalecaną metodą oprócz badania USG przez powłoki jamy brzusznej jest EUS oraz USG śródoperacyjne.

Za obecnością guza wewnątrzprzewodowego (*intraductal papillary mucinous neoplasm*, IPMN) przemawia uwidocznienie torbielowatego poszerzenia przewodu trzustkowego oraz wewnętrznych brodawkowatych wyrosłań w jego świetle<sup>(8,13,14,16,18,20)</sup>. W diagnostyce wykorzystuje się badanie USG i EUS, włącznie z BACC pod kontrolą obrazu USG/EUS, wykonuje się badania cytologiczne i biochemiczne płynu z torbieli, zawartości mucyny przy podejrzeniu guzów śluzotwórczych oraz markerów nowotworowych (CEA, rzadziej CA 19-9), głównie w przypadku zmian przekraczających 4–5 cm średnicy<sup>(5,14,18)</sup>. Ultrasonografia śródoperacyjna pomaga w określeniu różnic w budowie zmian torbielowatych, lito-torbielowatych i litych w samej trzustce oraz w jej sąsiedztwie<sup>(1,7,21)</sup>.

### Lite zmiany ogniskowe trzustki

Dokładność badania USG w diagnostyce różnicowej charakteru litych zmian w trzustce jest stosunkowo niska, wynosi średnio 50–70%. W celu poprawy wyników badania zaleca się obecnie stosowanie EUS, BACC pod kontrolą USG lub EUS, USG z użyciem środków kontrastujących, USG 3D i badania dopplerowskiego 3D, elastografii oraz ultrasonografii śródoperacyjnej i laparoskopowej<sup>(1,3,6,15,17,22–28)</sup>.

### Gruczołakorak

Jest najczęstszym złośliwym guzem trzustki, stanowiącym 70–85% litych zmian w trzustce<sup>(1,23)</sup>. Jest to zmiana hipoechogeniczna w stosunku do zdrowego mięszu trzustki lub o mieszanej echogeniczności, o nieregularnych granicach. W 60–65% przypadków raka trzustki zmiana lokalizuje się w głowie, powodując wtórnie poszerzenie przewodu trzustkowego oraz przewodu żółciowego wspólnego<sup>(8)</sup>. W badaniu USG należy określić lokalizację guza względem poszczególnych części anatomicznych trzustki, jego wielkość oraz stopień zaawansowania (naciek na otaczające struktury, w tym naczynia, zajęcie węzłów chłonnych). Istotne jest odróżnienie gruczołakoraka od innych zmian, najczęściej zapalnych lub pozapalnych trzustki, oraz określenie stopnia jego zaawansowania (ryc. 9, 10)<sup>(1,2,22,28)</sup>. Metodą z wyboru w określaniu zaawansowania guza, wraz z oceną okołotrzustkowych węzłów chłonnych, naczyń, narządów jamy brzusznej pod kątem obecności przerzutów, jest TK, ultrasonografia uchodzi za metodę wspomagającą.

Istotne znaczenie przy podejmowaniu decyzji dotyczących leczenia operacyjnego raka ma określenie jego lokalizacji. Zmiany położone w obrębie trzonu trzustki są zlokalizowane

contents, solid intramural nodules and peripheral calcifications. Most of such lesions are malignant. Apart from transabdominal ultrasound, it is also recommended to perform EUS and intraoperative US.

Moreover, the presence of intraductal papillary mucinous neoplasm (IPMN) is manifested by the detection of a cystic dilatation of the pancreatic duct and intraductal papillary projections<sup>(8,13,14,16,18,20)</sup>. In the diagnosis, the following tests are performed: US and EUS examination including the US/EUS-guided FNAB, cytological and biochemical tests of the cystic fluid, mucin content tests when mucus-secreting tumors are suspected as well as neoplastic markers (CEA and more rarely – CA 19-9) mainly in the case of lesions exceeding 4–5 cm<sup>(5,14,18)</sup>. Intraoperative sonography aids in determining the differences in the structure of cystic, solid-cystic and solid lesions in the pancreas and in its surroundings<sup>(1,7,21)</sup>.

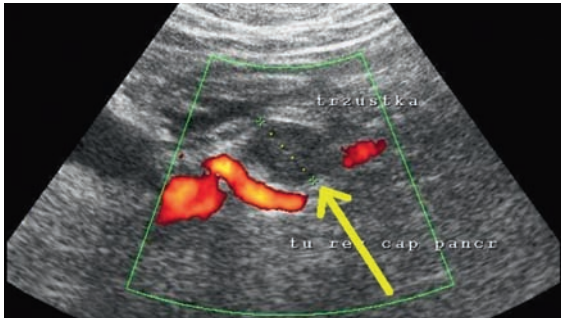
### Solid focal lesions of the pancreas

The accuracy of US examinations in differential diagnosis of solid lesions in the pancreas is relatively low. It constitutes 50–70%. In order to improve the examination results, currently, the following techniques are used: EUS, US/EUS-guided FNAB, contrast-enhanced US, 3D US and 3D Doppler examination, elastography as well as intraoperative and laparoscopic ultrasound<sup>(1,3,6,15,17,22–28)</sup>.

### Adenocarcinoma

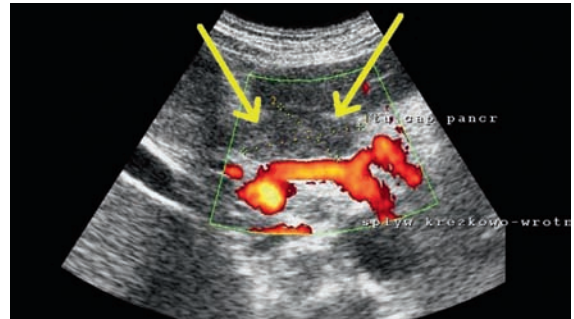
Adenocarcinoma is the most common pancreatic malignant neoplasm and accounts for 70–85% of all solid lesions in the pancreas<sup>(1,23)</sup>. The lesion is hypoechoic in relation to normal pancreatic parenchyma or of mixed echogenicity and irregular borders. In 60–65% of the cases of pancreatic carcinomas, the lesions are localized in the head causing secondary dilatation of the pancreatic and common bile ducts<sup>(8)</sup>. The purpose of US examination is to determine the localization of the tumor in relation to individual anatomical elements of the gland as well as to specify its size and degree of advancement (infiltration in the adjacent structures, including vessels, involvement of the lymph nodes). It is crucial to distinguish adenocarcinomas from other pancreatic lesions, frequently inflammatory or post-inflammatory ones, and to specify the degree of advancement (figs. 9, 10)<sup>(1,2,22,28)</sup>. The method of choice in determining the tumor advancement with simultaneous assessment of the peripancreatic lymph nodes, vessels and other abdominal organs in search for metastases, is CT. Ultrasound is considered a supplementary technique.

Determining the localization of the carcinoma is of considerable significance when decisions concerning surgical treatment are to be made. The lesions situated in the region of the body of the pancreas are localized to the left of the mesenteric vessels and to the right of the aorta. In many cases they considerably infiltrate the extraperitoneal space, aorta and nerve plexus, which prevents the resection of the tumor together with the pancreas.



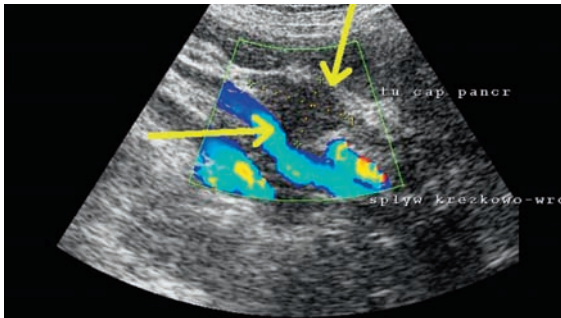
**Ryc. 9.** USG – doppler mocy. Rak trzustki. Hipoechogeniczny guz głowy trzustki wielkości około 2 cm (na granicy T1/T2). Guz objęty mięszkiem trzustki, nie nacieka splotu krezkowo-wrotnego

**Fig. 9.** Power Doppler sonography. Pancreatic carcinoma. Hypoechoic 2 cm tumor of the head of the pancreas (on the border of T1/T2). The tumor is enclosed in the pancreatic parenchyma and does not infiltrate the mesenteric-portal confluence



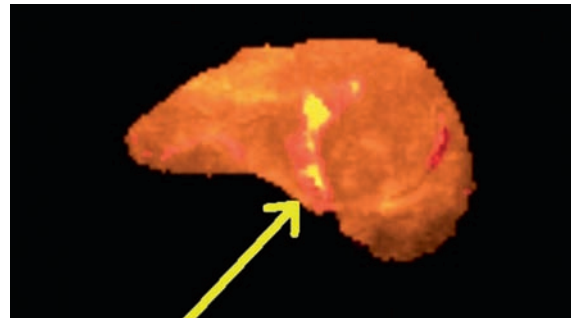
**Ryc. 10.** USG – doppler mocy. Rak trzustki. Hipoechogeniczny guz głowy trzustki wielkości 3x4 cm. Zmiana na długim odcinku przylegająca do naczyń splotu krezkowo-wrotnego

**Fig. 10.** Power Doppler sonography. Pancreatic carcinoma. Hypoechoic tumor of the head of the pancreas with the dimensions of 3x4 cm. The lesion on the long axis adheres to the vessels of the mesenteric-portal confluence



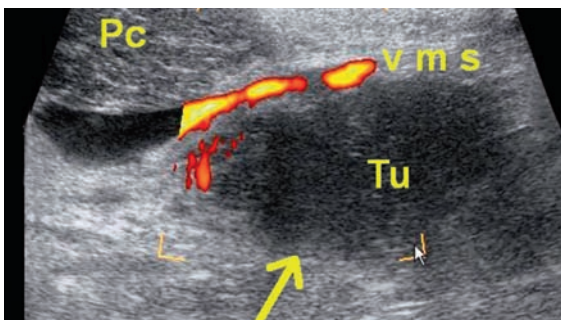
**Ryc. 11.** USG – kolorowy doppler. Rak trzustki. Guz średnicy 3 cm (T2), intymnie związany z okolicą splotu krezkowo-wrotnego

**Fig. 11.** Color Doppler sonography. Pancreatic carcinoma. 3 cm tumor (T2) closely adjoining to the region of the mesenteric-portal confluence



**Ryc. 12.** USG – doppler mocy 3D. Badanie sondą objętościową (convex). Ten sam guz co na ryc. 11. W badaniu uwidoczniono kątowe nacieczenie odcinka żylnego splotu krezkowo-wrotnego

**Fig. 12.** 3D power Doppler sonography. Examination with the volume transducer (convex). The same tumor as in fig. 11. The examination revealed angular infiltration of the fragment of the mesenteric-portal confluence



**Ryc. 13.** USG śródoperacyjne, doppler mocy. Rak wyrostka haczykowatego trzustki (Tu) przylegający do żyły krezkowej górnej (vms). Prawidłowa tkanka trzonowa w obrębie niezmienionej głowy trzustki (Pc)

**Fig. 13.** Intraoperative US, power Doppler. Carcinoma of the uncinate process (Tu) adhering to the superior mesenteric vein (vms). Normal lobulated tissue in the region of unaltered head of the pancreas (Pc)

na lewo od naczyń krezkowych, a na prawo od aorty i w wielu przypadkach szeroko naciekają przestrzeń pozaotrzewną, aortę i sploty nerwowe, uniemożliwiając wykonanie resekcji guza wraz z trzustką. Rak głowy trzustki naciekający naczynia splotu krezkowo-wrotnego jest zwykle zmianą nieresekcyjną<sup>(8,17,21,28,29)</sup>. Ważna jest ocena wielkości guza. Należy podać największy jego wymiar lub dwa obiektywnie

Carcinoma of the head of the pancreas which infiltrates the vessels of mesenteric-portal confluence is considered a non-resectable lesion<sup>(8,17,21,28,29)</sup>. It is important to assess the size of the tumor. Its largest dimension or two objectively largest values obtained in two different planes should be provided. This decides about the T feature (T1-T4) according to the clinical assessment of the extent of the carcinoma



największe uzyskane w trakcie badania w różnych przekrojach, co decyduje o cesze T (T1–T4) wg klinicznej oceny stopnia zaawansowania raka TNM-AJCC<sup>(1,23)</sup>. W ocenie małych zmian guzowatych oraz w diagnostyce powiększonych okolicznych węzłów chłonnych cenną metodą jest EUS<sup>(17,23,25)</sup>.

W badaniu USG należy ocenić okoliczne węzły chłonne (cecha N klasyfikacji TNM) okołotrzustkowe górne i dolne, okolicy odźwiernika i wnęki śledziony oraz dalsze zlokalizowane wzdłuż tętnicy kręzkowej górnej, tętnicy wątrobowej oraz pnia trzewnego<sup>(1,19,23,25)</sup>. Obecność powiększonych węzłów chłonnych rokuje niekorzystnie.

Kolejnym elementem diagnostyki jest ocena naczyń pod kątem ewentualnego naciekania<sup>(8,17,19,28,29)</sup>. Badanie dopplerowskie ma na celu ustalenie relacji pomiędzy guzem trzustki a głównymi naczyniami tętniczymi trzewnymi (pień trzewny, tętnica kręzkowa górna, wątrobowa wspólna, śledzionowa oraz żołądkowo-dwunastnicza) i żyłnymi (żyła wrotna, spływ wrotny oraz żyła kręzkowa górna) (ryc. 11, 12)<sup>(8,28,29)</sup>. Czułość metody w diagnostyce naciekania układu naczyniowego wynosi 60–80%, a swoistość 90–95%<sup>(19,22,24,28,29)</sup>. Dobre rezultaty uzyskiwane są przy wykorzystywaniu EUS<sup>(3,17,23,25)</sup>.

## Dodatkowe zabiegi diagnostyczne monitorowane USG i techniki badania USG

### Biopsja monitorowana USG

Procedurę wykonuje się pod kontrolą przezbrzuszną USG oraz EUS, śródoperacyjnie oraz laparoskopowo<sup>(1,23,24,30)</sup>. Ważnym wskazaniem do jej wykonania jest stosowanie leczenia skojarzonego, zarówno neoadiuwantowego, indukcyjnego, jak i radioterapii śródoperacyjnej, wymagających potwierdzenia obecności raka. Dodatni wynik biopsji wskazujący na obecności raka trzustki pozwala na wybór metody operacyjnej. U chorych, którzy nie są kandydatami do operacji resekcyjnej z powodu obecności nieoperacyjnego guza w badaniach obrazowych, BACC umożliwia stosunkowo szybką decyzję dotyczącą leczenia paliatywnego z wykorzystaniem głównie małoinwazyjnych metod postępowania<sup>(1,23,24,28)</sup>.

### Środki kontrastujące

Badania USG z użyciem środków kontrastujących CEUS (*contrast-enhanced ultrasound*) są pomocne w różnicowaniu charakteru zmian ogniskowych w trzustce<sup>(8,22,26,28,31)</sup> – w diagnostyce małych zmian guzowatych oraz zmian o niejednoznacznej etiologii. CEUS pozwala na odróżnienie słabo unaczynionych postaci raka trzustki od bogato unaczynionych guzów neuroendokrynych, przerzutowych oraz zmian zapalnych. Wskazaniem do badania jest podejrzenie obecności torbielowatych guzów nowotworowych. W CEUS uzyskuje się dobre uwidocznienie struktury „plastra miodu” oraz istniejących wewnętrznych przegród nowotworowych torbieli (guzy surowicze) oraz guzków śródściennych (torbielowate guzy śluzotwórcze)<sup>(8)</sup>.

progression by TNM-AJCC<sup>(1,23)</sup>. In the assessment of slight nodular lesions and in the diagnosis of surrounding enlarged lymph nodes, EUS is a valuable modality<sup>(17,23,25)</sup>.

In the US examination, it is important to assess the surrounding peripancreatic lymph nodes (N feature of TNM classification), both superior and inferior ones, lymph nodes in the region of the pylorus and splenic hilum as well as those located further along the superior mesenteric artery, hepatic artery and coeliac trunk<sup>(1,19,23,25)</sup>. The presence of enlarged lymph nodes portends an unfavorable prognosis.

A subsequent element of diagnosis is the assessment of the vessels in terms of possible infiltration<sup>(8,17,19,28,29)</sup>. The purpose of Doppler examination is to determine the relationship between the pancreatic tumor and major coeliac arteries (coeliac trunk, superior mesenteric, common hepatic, splenic and gastroduodenal) and veins (portal vein, portal drainage and superior mesenteric vein) (figs. 11, 12)<sup>(8,28,29)</sup>. The sensitivity of the method in the diagnosis of infiltration constitutes 60–80% and specificity 90–95%<sup>(19,22,24,28,29)</sup>. Good outcomes are obtained with the use of EUS<sup>(3,17,23,25)</sup>.

## Supplementary US-guided diagnostic procedures and US examination techniques

### US-guided biopsy

The procedure is conducted with transabdominal US or EUS monitoring. It is performed intraoperatively and by means of a laparoscope<sup>(1,23,24,30)</sup>. An important indication to perform it is the application of the combination therapy, i.e. neoadjuvant and induction therapy as well as intraoperative radiotherapy, which require the confirmation of carcinoma. A positive biopsy, which indicates the presence of pancreatic carcinoma, enables to select the surgical procedure. In patients, who do not qualify for a resection due to the presence of inoperative tumors, FNAB enables to make a relatively rapid decision concerning the palliative treatment mainly with the use of minimally invasive methods<sup>(1,23,24,28)</sup>.

### Contrast agents

Contrast enhanced ultrasound examinations (CEUS) are helpful in determining the character of pancreatic focal lesions<sup>(8,22,26,28,31)</sup> – in the diagnosis of slight nodular lesions and those with ambiguous etiology. CEUS allows for the differentiation between poorly vascularized forms of pancreatic carcinomas and neuroendocrine tumors, which are highly vascularized, as well as metastatic lesions and inflammatory changes. The suspicion of neoplastic cystic tumors is an indication for the examination. CEUS allows for a good visualization of the “honeycomb” image and of inner neoplastic septations in the cyst (serous tumors) as well as intramural nodules (mucinous cystic tumors)<sup>(8)</sup>. The fluid foci, including necrotic areas, do not

Wzmocnieniu kontrastem nie ulegają ogniska o charakterze płynowym, w tym obszary martwicy. CEUS coraz częściej wykonuje się przy użyciu EUS<sup>(1,15)</sup>.

## Elastografia

Znalazła zastosowanie w ultrasonografii przez powłoki skórne oraz, ostatnio, w EUS<sup>(25,27)</sup>. Czułość i swoistość tej metody w różnicowaniu zmian łagodnych i złośliwych wynosi nawet 90%.

## Ultrasonografia śródoperacyjna oraz laparoskopowa

Jest szeroko wykorzystywana, głównie w referencyjnych ośrodkach wykonujących skomplikowane zabiegi operacyjne na narządach mięsistych jamy brzusznej, również w schorzeniach trzustki. Stosuje się ją głównie przy różnicowaniu zmian ogniskowych, głównie przewodowego raka trzustki, zmian zapalnych, guzów neuroendokrynych, torbielowatych, jak również zmian wtórnych (chłoniak, ziarnica oraz przerzuty z raka nerki, czerniaka, raka jelita grubego, piersi, płuca czy mięsaka)<sup>(21,30,32)</sup>. Pozwala ocenić zaawansowanie guza nowotworowego trzustki i określić zakres resekcji<sup>(6,21)</sup>. Obecnie zaleca się rozszerzenie badania o obrazowanie dopplerowskie (ryc. 13). Ultrasonografia laparoskopowa umożliwia zobrazowanie zmian przerzutowych na powierzchni otrzewnej oraz powierzchownych zmian w wątrobie. Wykorzystanie ultrasonografii laparoskopowej włącznie z BACC zwiększa skuteczność badania do 88%<sup>(30)</sup>.

## Wynik badania

1. Wynik badania powinien zawierać dane osobowe badanej osoby, datę badania, nazwę placówki, w której wykonano badanie, nazwę aparatu USG, częstotliwość głowicy. W przypadku uwidocznienia trzustki prawidłowej należy takie określenie podać w wyniku badania. Gdy uwidoczniła została nieprawidłowość, opis badania powinien zawierać informację nt. odchyłań w zakresie: wielkości trzustki i jej zarysów zewnętrznych, zmiany echostruktury, jednorodności budowy i echogeniczności.
2. W przypadku stwierdzenia zmian patologicznych należy określić ich lokalizację (w tym np. w przebiegu PZT zmian wtórnych w okolicy narządu lub zmian odległych w jamie otrzewnej i przestrzeni zaotrzewnowej), liczbę, wielkość, echogeniczność i echostrukturę, zarysy, charakter ogniskowy lub rozlany, stosunek do okolicznych naczyń okołotrzustkowych.
3. Należy ocenić szerokość przewodu żółciowego wspólnego i obraz pęcherzyka żółciowego.
4. Opis jest zakończony wnioskiem (prawidłowa budowa trzustki, zmiany zapalne, zmiany rozrostowe, inne) wraz z propozycją kolejnego badania/badań diagnostycznego/diagnostycznych, jeśli jest/są wskazane.

undergo contrast enhancement. CEUS is more and more frequently performed with the use of EUS<sup>(1,15)</sup>.

## Elastography

Elastography may be used in transcutaneous sonography and has recently started to be used in EUS<sup>(25,27)</sup>. The sensitivity and specificity of this method in the differentiation of benign and malignant lesions reach even 90%.

## Intraoperative and endoscopic sonography

Intraoperative and endoscopic ultrasound is commonly used in referral centers which perform complex surgical procedures involving parenchymal organs of the abdomen, also in pancreatic pathologies. It is used primarily for the differentiation between focal lesions, mainly pancreatic ductal carcinoma, inflammatory lesions, neuroendocrine and cystic tumors as well as secondary lesions (lymphoma, granulomatosis and metastases of the renal carcinoma, melanoma, colonic carcinoma, breast and lung carcinomas as well as sarcoma)<sup>(21,30,32)</sup>. It enables to assess the progression of the neoplastic tumor of the pancreas and determine the range of resection<sup>(6,21)</sup>. At present, it is recommended to extend the examination to include Doppler imaging (fig. 13). Thanks to laparoscopic sonography, it is possible to visualize metastatic lesions in the peritoneal space and superficial lesions in the liver. The application of laparoscopic ultrasound with FNAB raises the efficacy of the examination up to 88%<sup>(30)</sup>.

## Examination results

1. The examination description should include the patient's personal details, date of examination, name of the facility in which the examination was performed, name of the US scanner as well as the frequency of the transducer. If normal pancreas has been visualized, it should be indicated in the result. If, however, an irregularity has been found, the description should contain information concerning the anomalies in terms of: the size of the pancreas and its outer outlines, changes in the echostructure, homogeneity of the structure and echogenicity.
2. In the case of pathological findings, the following aspects should be specified: their localization (including, e.g. in ChP, secondary lesions in the region of the organ and distant ones in the peritoneal cavity and retroperitoneal space), number, size, echogenicity and echostructure, outlines, focal or diffuse character and their relation to adjacent peripancreatic vessels.
3. The width of the common bile duct and gallbladder should be measured.
4. The description should be ended with a conclusion (normal pancreas, inflammatory lesions, proliferative lesions, others) and, if indicated, the suggestion of a subsequent diagnostic examination/examinations.

5. W przypadku trudności w ocenie USG trzustki (np. przesłonięta przez gazy) należy taką informację zawrzeć w opisie.
  6. Do opisu badania należy dołączyć dokumentację zdjęciową nieprawidłowych zmian morfologicznych, z zaznaczeniem w opisie liczby dołączonych zdjęć. Opis badania musi być potwierdzony podpisem badającego i jego pieczętą.
5. If difficulties in the US assessment of the pancreas occur (e.g. the gland covered by gas), such information should be included in the description.
  6. The photographic documentation of abnormal morphological changes should be enclosed and the description should indicate the number of the attached photographs. The description needs to be confirmed with a stamp and signature of the examiner.

### Konflikt interesów

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

### Conflict of interest

*Author does not report any financial or personal links with other persons or organizations, which might affect negatively the content of this publication and/or claim authorship rights to this publication.*

### Piśmiennictwo/References

1. Horwhat JD, Gress FG: Defining the diagnostic algorithm in pancreatic cancer. *JOP* 2004; 5: 289–303.
2. Benson MD, Gandhi MR: Ultrasound of the hepatobiliary-pancreatic system. *World J Surg* 2000; 24: 166–170.
3. Ćwik G: Badanie usg trzustki. W: Jakubowski W (red.): Standardy badań ultrasonograficznych Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego. Wyd. 4, Praktyczna Ultrasonografia, Roztoczańska Szkoła Ultrasonografii, Warszawa – Zamość 2011: 167–171.
4. Gierbliński I (red.): Diagnostyka ultrasonograficzna w chorobach trzustki. Praktyczna Ultrasonografia, Roztoczańska Szkoła Ultrasonografii, Warszawa – Zamość 2003.
5. Morris-Stiff G, Webster P, Frost B, Lewis WG, Puntis MC, Roberts SA: Endoscopic ultrasound reliably identifies chronic pancreatitis when other imaging modalities have been non-diagnostic. *JOP* 2009; 10: 280–283.
6. Kulig J, Kołodziejczyk P, Sierżęga M: Ultrasonografia laparoskopowa i śródoperacyjna. *Ultrasonografia* 2008; 8 (35): 9–12.
7. Merkle EM, Görlich J: Imaging of acute pancreatitis. *Eur Radiol* 2002; 12: 1979–1992.
8. D'Onofrio M, Vullierme MP, Válek V, Principe F, Canestrini S, Gallotti A *et al.*: Chapter 4, Pancreas. *EFSUMB – European Course Book*, 2010: 1–22.
9. Tonsi AF, Bacchion M, Crippa S, Malleo G, Bassi C: Acute pancreatitis at the beginning of the 21<sup>st</sup> century: the state of the art. *World J Gastroenterol* 2009; 15: 2945–2959.
10. Loveday BPT, Mittal A, Phillips A, Windsor JA: Minimally invasive management of pancreatic abscess, pseudocyst, and necrosis: a systematic review of current guidelines. *World J Surg* 2008; 32: 2383–2394.
11. Ibukuro K: Vascular anatomy of the pancreas and clinical applications. *Int J Gastrointest Cancer* 2001; 30: 87–104.
12. Al-Haddad M, Wallace MB: Diagnostic approach to patients with acute idiopathic and recurrent pancreatitis, what should be done? *World J Gastroenterol* 2008; 14: 1007–1010.
13. Baillie J: Endoscopic therapy in acute recurrent pancreatitis. *World J Gastroenterol* 2008; 14: 1034–1037.
14. Lipiński M, Degowska M, Rydzewska G: Zmiany torbielowate w trzustce. *Przegląd Gastroenterologiczny* 2007; 2: 315–319.
15. Kitano M, Kudo M, Maekawa K, Suetomi Y, Sakamoto H, Fukuta N *et al.*: Dynamic imaging of pancreatic diseases by contrast enhanced coded phase inversion harmonic ultrasonography. *Gut* 2004; 53: 854–859.
16. Brounts LR, Lehmann RK, Causey MW, Sebesta JA, Brown TA: Natural course and outcome of cystic lesions in the pancreas. *Am J Surg* 2009; 197: 619–623.
17. Fritscher-Ravens A, Knoefel WT, Krause C, Swain CP, Brandt L, Patel K: Three-dimensional linear endoscopic ultrasound-feasibility of a novel technique applied for the detection of vessel involvement of pancreatic masses. *Am J Gastroenterol* 2005; 100: 1296–1302.
18. Ferrone CR, Correa-Gallego C, Warshaw AL, Brugge WR, Forcione DG, Thayer SP *et al.*: Current trends in pancreatic cystic neoplasms. *Arch Surg* 2009; 144: 448–454.
19. Ćwik G, Kryza R: Postępy w diagnostyce ultrasonograficznej jamy brzusznej. *Ultrasonografia* 2009; 9 (39): 13–25.
20. Uehara H, Nakaizumi A, Ishikawa O, Iishi H, Tatsumi K, Takakura R *et al.*: Development of ductal carcinoma of the pancreas during follow-up of branch duct intraductal papillary mucinous neoplasm of the pancreas. *Gut* 2008; 57: 1561–1565.
21. Shin LK, Brant-Zawadzki G, Kamaya A, Jeffrey RB: Intraoperative ultrasound of the pancreas. *Ultrasound Q* 2009; 25: 39–48.
22. Scialpi M, Midiri M, Bartolotta TV, Cazzolla MP, Rotondo A, Resta MC *et al.*: Pancreatic carcinoma versus chronic focal pancreatitis: contrast-enhanced power Doppler ultrasonography findings. *Abdom Imaging* 2005; 30: 222–227.
23. Miura F, Takada T, Amano H, Yoshida M, Furui S, Takeshita K: Diagnosis of pancreatic cancer. *HPB (Oxford)* 2006; 8: 337–342.
24. Ćwik G, Ciechański A, Mądro P, Wallner G: USG 3D Doppler i BACC w kwalifikacji leczenia zmian guzowatych trzustki. *Nowotwory* 2009; 59 (supl. 2): 38.
25. Giovannini M, Botelberge T, Bories E, Pesenti C, Caillol F, Esterni B *et al.*: Endoscopic ultrasound elastography for evaluation of lymph nodes and pancreatic masses: a multicenter study. *World J Gastroenterol* 2009; 15: 1587–1593.
26. Sofuni A, Iijima H, Moriyasu F, Nakayama D, Shimizu M, Nakamura K *et al.*: Differential diagnosis of pancreatic tumors using ultrasound contrast imaging. *J Gastroenterol* 2005; 40: 518–525.
27. Dyrła P, Wojtuś S, Gil J, Jalocho Ł, Kosik K, Błaszak A *et al.*: Znaczenie elastografii ultrasonograficznej w rozpoznawaniu patologii przewodu pokarmowego. *Pol Merkur Lekarski* 2009; 26: 536–538.
28. Masaki T, Ohkawa S, Amano A, Ueno M, Miyakawa K, Tarao K: Non-invasive assessment of tumor vascularity by contrast-enhanced ultrasonography and the prognosis of patients with nonresectable pancreatic carcinoma. *Cancer* 2005; 103: 1026–1035.
29. Kaneko T, Kimata H, Sugimoto H, Inoue S, Ito S, Ishiguchi T *et al.*: Power Doppler ultrasonography for the assessment of vascular invasion by pancreatic cancer. *Pancreatol* 2002; 2: 61–68.
30. Mortensen MB, Frstrup C, Ainsworth A, Pless T, Larsen M, Nielsen H *et al.*: Laparoscopic ultrasound-guided biopsy in upper gastrointestinal tract cancer patients. *Surg Endosc* 2009; 23: 2738–2742.
31. Gierbliński I, Wociał T, Jarosz D, Polkowski M, Gerke W: Ultrasonografia wzmocniona kontrastem w różnicowaniu guzów trzustki. *Ultrasonografia* 2008; 8 (33): 16–20.
32. Isla A, Arbuckle JD, Kekis PB, Lim A, Jackson JE, Todd JF *et al.*: Laparoscopic management of insulinomas. *Br J Surg* 2009; 96: 185–190.