

Submitted: 04.11.2014

Accepted: 07.01.2015

## Doświadczenia własne w zastosowaniu śródoperacyjnej ultrasonografii w leczeniu powikłanych przypadków ostrego i przewlekłego zapalenia trzustki oraz nowotworów trzustki

Applications of intraoperative ultrasound in the treatment of complicated cases of acute and chronic pancreatitis and pancreatic cancer – own experience

Grzegorz Ćwik, Michał Solecki, Grzegorz Wallner

*II Department of General and Gastrointestinal Surgery and Surgical Oncology of the Alimentary Tract, Medical University of Lublin, Poland*

*Correspondence: Grzegorz Ćwik, MD, PhD, Department and Clinic of General Surgery, Gastroenterology and Digestive Tract Neoplasm, No. 1 Independent Public Clinical Hospital in Lublin, ul. Staszica 16, 20-081 Lublin, tel.: +48 81 532 41 27, fax: +48 81 532 88 10, e-mail: grzegorzczwik@poczta.fm*

DOI: 10.15557/JoU.2015.0005

### Słowa kluczowe

ultrasonografia  
śródoperacyjna,  
diagnostyka,  
powikłane schorzenia  
trzustki

### Streszczenie

Zarówno ostre, jak i przewlekłe stany zapalne trzustki prowadzą często do powstania powikłań, które współcześnie rozwiązują się na drodze zabiegów endoskopowych oraz operacyjnych. Śródoperacyjna ultrasonografia (IOUS) w wielu przypadkach umożliwia prawidłowe określenie rozległości zmian chorobowych, pozwala na bezpieczne przeprowadzenie zabiegu operacyjnego oraz skrócenie czasu jego trwania. **Cel:** W klinice, w której pracują autorzy, śródoperacyjne badanie ultrasonograficzne jest wykonywane w codziennej praktyce. W niniejszej pracy pragniemy podzielić się własnymi doświadczeniami w zastosowaniu tej techniki obrazowania. **Materiał i metody:** Badania śródoperacyjne przeprowadzane były przez chirurga, który dokonywał oceny przed zabiegiem, co pozwoliło na weryfikację rozpoznań. Przytoczony materiał dotyczy 145 procedur IOUS wykonywanych podczas laparotomii z powodu zmian chorobowych trzustki, w tym 57 zastosowanych w przypadku procesu zapalnego. **Wyniki i wnioski:** IOUS jest wiarygodnym badaniem w ocenie ostrych zmian zapalnych w trzustce, głównie w trakcie operacji przewlekłego, objawowego zapalenia tego narządu. Prawidłowo wyznacza zakres planowanej operacji. Badanie różnicuje zmiany torbielowate, guzy o torbielowatym charakterze, określa prawidłowy sposób drenażu lub weryfikuje wskazania do wycięcia zmiany chorobowej. Ocenia miejsce i zakres operacji drenażowych w przypadku nadciśnienia w drogach trzustkowych spowodowanego zwapnieniami mięszu lub kamcią przewodową w przebiegu przewlekłego zapalenia trzustki. W raku trzustki – weryfikuje stan miejscowego zaawansowania zmian guzowatych, pozwala na ocenę zajęcia naczyń okołotrzustkowych, węzłów chłonnych oraz wykazuje obecność przerzutów miejscowych i odległych, w tym w obrębie wątroby. IOUS znacznie poprawia skuteczność śródoperacyjnej BACC oraz aspiracji lub drenażu zbiorników płynowych.

### Key words

intraoperative ultrasonography, diagnostics, pancreatic disease complications

### Abstract

Both acute and chronic inflammation of the pancreas often lead to complications that nowadays can be resolved using endoscopic and surgical procedures. In many cases, intraoperative ultrasound examination (IOUS) enables correct assessment of the extent of the lesion, and allows for safe surgery, while also shortening its length. **Aim of the research:** At the authors' clinic, intraoperative ultrasound is performed in daily practice. In this paper, we try to share our experiences in the application of this particular imaging technique. **Research sample and methodology:** Intraoperative examination conducted by a surgeon who has assessed the patient prior to surgery, which enabled the surgeon to verify the initial diagnosis. The material presented in this paper includes 145 IOUS procedures performed during laparotomy due to lesions of the pancreas, 57 of which were carried out in cases of inflammatory process. **Results and conclusions:** IOUS is a reliable examination tool in the evaluation of acute inflammatory lesions in the pancreas, especially during the surgery of chronic, symptomatic inflammation of the organ. The procedure allows for a correct determination of the necessary scope of the planned surgery. The examination allows for the differentiation between cystic lesions and tumors of cystic nature, dictates the correct strategy for draining, as well as validates the indications for the lesion's surgical removal. IOUS also allows the estimation of place and scope of drainage procedures in cases of overpressure in the pancreatic ducts caused by calcification of the parenchyma or choledocholithiasis in chronic pancreatitis. In pancreatic cancer, IOUS provides a verification of the local extent of tumor-like lesions, allowing for the assessment of pancreatic and lymph nodes metastasis, and indicating the presence of distant and local metastases, including the liver. IOUS significantly improves the effectiveness of intraoperative BAC aspiration or drainage of fluid reservoirs.

Ultrasonografia jest podstawową metodą w zakresie diagnostyki obrazowej jamy brzusznej. Obecnie z uwagi na rozszerzone spektrum technicznych możliwości USG badanie może w wielu przypadkach zastąpić cały szereg procedur klasycznej rentgenodiagnostyki, takich jak tomografia komputerowa (KT), badania naczyniowe czy nawet rezonans magnetyczny (MRI)<sup>(1-3)</sup>. To jedyna uznana nieinwazyjna, czyli bezpieczna metoda obrazowania.

Wprowadzona w latach 60. XX wieku metoda ultrasonografii śródoperacyjnej (*intraoperative ultrasonography*, IOUS) początkowo wykorzystywana była do diagnostyki jamy brzusznej, oceny kamicy pęcherzyka żółciowego i dróg żółciowych<sup>(4)</sup>. Dzięki znacznemu postępowi, głównie w aspekcie technologii, w latach 80., już po wprowadzeniu ultrasonograficznej techniki prezentacji B, Lane i Glazer w czasopiśmie „Lancet” opisali IOUS jako przydatną metodę w badaniu patologicznych zmian w obrębie trzustki<sup>(5)</sup>. Nowe generacje aparatów USG o wielofunkcyjnych głowicach i oprogramowaniu pozwalającym na dokładne odczytanie obrazu badanego narządu sprawiły, że ultrasonografia nabrała nie tylko diagnostycznego znaczenia. Nastąpił znaczący rozwój ultrasonografii zabiegowej, w tym laparoskopowej (*laparoscopic ultrasonography*, LUS)<sup>(6-8)</sup>.

Ultrasonografia śródoperacyjna jest coraz częściej wykorzystywana w trakcie zabiegów na trzustce – głównie w przypadkach zmian guzowatych, nowotworowych, ale obecnie również przy operacjach ostrego i przewlekłego zapalenia trzustki<sup>(3,9)</sup>. Jej zasadnicze zadanie to uwidocznienie zmian ogniskowych, określenie ich charakteru i granicy oraz pobranie materiału do badania histopatologicznego podczas operacji. IOUS pozwala na różnicowanie zmian torbielowatych, lito-torbielowatych i litych w samej trzustce oraz w jej sąsiedztwie<sup>(3,10)</sup>. Ważny element stanowi ocena

Ultrasonography is the primary method in diagnostic imaging of the abdomen. Currently, due to the broader scope of technical capabilities, ultrasound examination may in many cases substitute a whole range of classical X-ray procedures, such as computed tomography (CT), vascular examination, or even magnetic resonance imaging (MRI)<sup>(1-3)</sup>. Ultrasonography is the only recognized non-invasive, and thus safe, imaging method.

Introduced in the 1960s, intraoperative ultrasonography (IOUS) was initially used in diagnostics of the abdomen, and the assessment of cholelithiasis and biliary disorders<sup>(4)</sup>. Owing to considerable developments, mainly in terms of technology, in the 1980s and after the introduction of B-scan presentation in ultrasonography, Lane and Glazer have described IOUS in “The Lancet”, referring to the technique as a useful method in examining pathological lesions of the pancreas<sup>(5)</sup>. The new generation of ultrasound devices with multi-purpose scanner heads and software which allows for accurate imaging of the scanned organ made ultrasonography something more than a diagnostic tool. It has led to a significant development of interventional ultrasonography, including laparoscopic ultrasonography (LUS)<sup>(6-8)</sup>.

Intraoperative ultrasonography is increasingly being used during pancreas surgery – mainly in cases of tumor-like lesions and cancers, but also in acute and chronic pancreatitis surgery<sup>(3,9)</sup>. Its fundamental task is to visualize lesions, determine their nature and extent, and provide material for histopathological examination during surgery. IOUS enables the differentiation between cystic, litho-cystic, and tumor changes in the pancreas itself and its vicinity<sup>(3,10)</sup>. An important factor is the assessment of secondary changes arising in the course of both

wtórnych zmian powstałych w przebiegu zarówno procesów zapalnych trzustki, jak i w wyniku ekspansji raka trzustki, z możliwością zajęcia węzłów chłonnych oraz wzrostu przerzutów nowotworu. Prawidłowa ocena struktur anatomicznych w czasie operacji i pola operacyjnego po zakończonym zabiegu w połączeniu z badaniem ultrasonograficznym pozwalają na dokładne określenie radykalności leczenia.

Do badań IOUS najlepiej obrazujących trzustkę wykorzystuje się głowice o wysokiej częstotliwości, głównie w zakresie 7,5–10 MHz<sup>(2,7,11)</sup>. Kształt i wielkość dopasowane są do możliwości oceny narządu w dwóch wymiarach – podłużnym oraz poprzecznym. Obecnie najczęściej używa się głowic o kształcie „T” lub „I”; są to zwykle głowice typu convex, rzadziej sektorowe albo liniowe. Sprzęt musi być łatwy do sterylizacji i prosty w obsłudze.

Bardzo ważnym elementem badania jest bezpośrednio przyłożenie głowicy do trzustki, co pozwala na prawidłowe jej zobrazowanie i wychwycenie nawet drobnych szczegółów budowy oraz zmian chorobowych<sup>(7,12)</sup>. W tym celu należy starannie wypreparować i uwolnić trzustkę ze zrostów towarzyszących zwykle procesowi zapalnemu, a następnie otworzyć torbę sieciową, co w takich warunkach może okazać się trudne. W przypadkach, gdy nie udaje się za pomocą postępowania chirurgicznego dotrzeć do samej trzustki, możliwe jest badanie USG narządu poprzez lewy płąt wątroby lub okno akustyczne wytworzone przez uciśniętą ścianę żołądka<sup>(7)</sup>. Aby w takich warunkach dokładniej zobrazować głowę trzustki i struktury ją otaczające, wydaje się przydatne przyłożenie sondy poprzez dwunastnicę, nawet od strony bocznej, i skierowanie jej w stronę żyły wrotnej. Oceniając głowę trzustki, należy równocześnie zwrócić uwagę na takie struktury anatomiczne jak wyrostek haczykowaty trzustki, żyłę wrotną i spływ kręzkowo-wrotny oraz tętnicę kręgową górną. Trzeba też pamiętać o konieczności zobrazowania elementów węzła wątrobowo-dwunastniczego – przewodu żółciowego wspólnego i struktur naczyniowych – oraz o ocenie pęcherzyka żółciowego. W dalszej kolejności powinno się zobrazować dystalny odcinek trzustki, przylegające duże naczynia tętnicze, naczynia śledzionowe oraz wnękę śledziony<sup>(2,7,12)</sup>.

Prawidłowa trzustka ma budowę zrazikową. Echogeniczność mięszu jest oceniana jako nieznacznie większa w stosunku do tkanki wątrobowej. Sama echogeniczność zależy od wieku pacjenta. U młodych osób może być lekko obniżona, u starszych podwyższona, co wiąże się głównie z zawartością elementów włóknistych oraz tłuszczowych<sup>(7,9)</sup>. Wzmocniona echogeniczność trzustki jest charakterystyczna dla przewlekłego zapalenia, w przebiegu którego wzrasta ilość elementów włóknistych oraz zwapnień, przy redukcji prawidłowego mięszu narządu<sup>(7,13)</sup>. Obfita tkanka tłuszczowa okolicy pozaotrzewnowej oraz nacieczenie nią trzustki może u części pacjentów wpłynąć na trudności zobrazowania brzegu badanego organu. Pomocne w takich warunkach wydaje się określenie położenia przylegających struktur naczyniowych, biegnących wzdłuż trzustki oraz krzyżujących ją<sup>(7)</sup>. Ważnym elementem badania jest ocena całej trzustki z wykorzystaniem przyłożenia głowicy w wielu miejscach oraz użyciem dopplera mocy i dopplera kolorowego<sup>(9)</sup>.

the inflammation of the pancreas, and the expansion of pancreatic cancer with lymph node involvement and the escalation of tumor metastasis. The correct assessment of anatomical structures during surgery and the operating field after the completion of treatment, in combination with ultrasound, allow for a precise choice of the aggressiveness of treatment.

IOUS of the pancreas is best performed using high-frequency scanner heads, mainly in the frequency range of 7.5–10 MHz<sup>(2,7,11)</sup>. The shape and size of the heads are matched to the ability to assess the organ in two dimensions – longitudinal and transverse. Currently, the most commonly used shaped for scanner heads are “T” and “I”; these are typically Convex array heads, with sectorial and linear designs being less popular. The equipment must be easy to sterilize and convenient to use.

A very important element of the examination is the direct application of the scanner to the pancreas, which allows for correct imaging and detection of even small details in the organ's structure and potential lesions<sup>(7,12)</sup>. The pancreas should be carefully isolated and released from adhesions typically surrounding the organ in inflammatory processes, after this is done, the lesser sac needs to be open, which – in such cases – may often prove to be difficult. In cases where the specialist cannot surgically access the pancreas, it is possible to perform ultrasound scan of the organ through the left lobe of the liver, or the acoustic window formed by pressing the stomach wall<sup>(7)</sup>. In such conditions, in order to obtain a better image of the head of the pancreas and the surrounding structures, a useful approach is to place the scanner over the duodenum, even from the side, and to place it towards the portal vein. When assessing the head of the pancreas, one should also concurrently pay attention to such anatomical structures as the uncinate process, portal vein, the portal-mesenteric confluence, and the superior mesenteric artery. It is also important to obtain images of the section of the hepatoduodenal ligament – the common bile duct and vascular structures – and to examine the gallbladder. Next, distal pancreas should also be examined, together with the adjacent large arteries, splenic vessels and the spleen cavity<sup>(2,7,12)</sup>.

A correctly developed pancreas is divided into lobules. Parenchymal echogenicity is judged as being slightly greater in relation to the liver tissue. Echogenicity depends on the patient's age. In younger patients it may be slightly reduced, while in elderly it may be increased, which is mainly related to the content of the fibrous and fatty elements<sup>(7,9)</sup>. Increased echogenicity of the pancreas is a characteristic symptom of chronic inflammation, in the course of which the amount of fibrous elements and calcification increases, with a reduction of the organ's normal parenchyma<sup>(7,13)</sup>. Abundant adipose tissue surrounding the retroperitoneum and its infiltration of the pancreas in some patients may negatively affect the possibility of imagining the organ's edges. In such cases, it might be beneficial to determine the position of the adjacent vascular structures extending along the pancreas and crossing it<sup>(7)</sup>. An important element of the examination is the evaluation of the

Przedstawiona praca jest próbą oceny przydatności IOUS oraz określenia wskazań do zastosowania metody w leczeniu zmian chorobowych trzustki, głównie powikłań pozapalnych, na podstawie doświadczeń własnych oraz cytowanej literatury.

## Materiał i metoda

W II Katedrze i Klinice Chirurgii Ogólnej, Gastroenterologicznej i Nowotworów Układu Pokarmowego śródoperacyjne badania ultrasonograficzne wykonywane są od 1996 roku. W tym czasie przeprowadzono około 500 takich procedur, głównie z powodu różnych schorzeń wątroby oraz trzustki. Badanie IOUS od roku 2007 przeprowadzane jest z użyciem nowej aparatury BK Medical System Pro Focus oraz głowicy liniowej typu „linear array” 5–12 MHz, podłużnej o kształcie „I”, przystosowanej do śródoperacyjnej biopsji i ablacji. Wcześniej do tego celu wykorzystywano głowicę liniową 12 MHz i ultrasonograf Hitachi EUB 410. W ostatnich 10 latach, tj. od 2004 do 2014 roku, wykonano ponad 280 procedur śródoperacyjnej ultrasonografii, w tym w 145 przypadkach – laparotomii w schorzeniach trzustki. W tej grupie badanych w okresie przedoperacyjnym stosowano USG przezskórne, włącznie z dopplerem, u 113 pacjentów wykonano wielorzędową KT, u 33 – MRI lub PET. Wśród osób z pierwotną chorobą dotyczącą trzustki w większości przypadków przyczyną IOUS były zmiany guzowate, zarówno te potwierdzone już w badaniach obrazowych oraz w biopsji aspiracyjnej cienkoigłowej celowanej (BACC) jako nowotworowe, jak i bez sprecyzowanego wyniku odnośnie do nowotworowego lub zapalnego charakteru, czyli przypadki zakwalifikowane do diagnostyki różnicowej. Do procedury zakwalifikowano 88 pacjentów z guzami trzustki, w tym 41 z potwierdzonym rakiem lub z podejrzeniem przemiany nowotworowej w przedoperacyjnej BACC. Pozostali wymagali śródoperacyjnej weryfikacji guza trzustki. U 57 chorych IOUS wykonano z powodu innych, nienowotworowych schorzeń tego narządu – głównie przewlekłego zapalenia trzustki – w celu weryfikacji zmian o charakterze poszerzonego przewodu trzustkowego, identyfikacji złogów oraz torbieli. Rzadziej badanie przeprowadzano, aby dokonać śródoperacyjnej oceny zmian w przebiegu ostrego zapalenia trzustki, głównie zobrazować zbiorniki ropni i płynowe. Dane liczbowe dotyczące badanych pacjentów przedstawia tab. 1.

Podczas przygotowywania aparatury do operacji głowica śródoperacyjna (BK Pro Focus) była sterylizowana w odpowiednich płynach antyseptycznych. W ciągu ostatnich 5 lat do badania wykorzystywano jednorazowe pokrowce, używane także w laparoskopii, osłaniające cały kabel. Od ponad

IOUS u pacjentów operowanych z powodu schorzeń trzustki <i>IOUS in patients operated due to lesions of the pancreas</i>	145
Pacjenci z potwierdzeniem raka trzustki <i>Patients with confirmed pancreatic cancer</i>	41
Diagnostyka różnicowa zmiany guzowatej <i>Differential diagnosis of tumors</i>	47
Schorzenia trzustki o innym charakterze niż rak <i>Non-cancerous pancreatic tumors</i>	57

entire pancreas by applying the scanner to multiple locations, and the use of Doppler scanning and color imaging<sup>(9)</sup>.

This paper attempts to assess the suitability of IOUS and to determine the indications for the use of this method in the treatment of pancreatic lesions, mainly inflammatory complications, based on our own experience and the literature cited.

## Research sample and methodology

The II Department of General and Gastrointestinal Surgery and Surgical Oncology of the Alimentary Tract has been performing ultrasound examinations since 1996. During this period, approximately 500 such procedures have been carried out, mainly necessitated by the various diseases of the liver and the pancreas. Since 2007, IOUS examination have been performed using the new BK Medical. Pro Focus system, and the 5-12 MHz linear array probe with oblong “I” shape, adapted for intraoperative biopsy and ablation. Previously, the examination was performed using a 12 MHz linear probe and a Hitachi EUB 410 12 ultrasound. In the last 10 years, over 280 procedures of intraoperative ultrasonography were performed, including 145 cases of laparotomy due to various pancreatic diseases. In this group of patients, percutaneous ultrasound, including Doppler, was used prior to surgery, with multislice CT, 33 – MRI or PET performer in the case of 113 patients. In patients with underlying disease of the pancreas, in most cases the reason for UOUS examination were nodular changes, both already confirmed by previous imaging and fine needle aspiration biopsy targeting (BACC) as cancerous, with and without an explicit result with regard to the nature of the tumor or inflammation, i.e. cases classified for differential diagnosis. The procedure was performed on 88 patients with tumors of the pancreas, including 41 with confirmed (through BACC) or suspected cancer of malignant transformation. The remaining group of patients required intraoperative verification of pancreatic tumor. In 57 patients IOUS was performed due to other, non-oncological diseases of that organ – mainly chronic pancreatitis – in order to verify the changes occurring in the enlarged pancreatic duct, identifying plaques and cysts. Less often, the examination was carried with the aim of providing intraoperative assessment of the changes in the course of acute pancreatitis, mainly to provide images of the abscesses and fluid reservoirs. Table 1 presents details on the patients examined.

Before each examination, an intraoperative probe (BK Pro Focus) was sterilized using appropriate antiseptic agents. Over the last 5 years, disposable covers – also used in laparoscopy – which mask the entire section of the cable were

**Tab. 1.** Badanie IOUS w grupie pacjentów operowanych z powodu zmian chorobowych trzustki (w latach 2004–2014)

**Tab. 1.** IOUS examination in patients operated due to lesions of the pancreas (years 2004–2014)

roku używane są specjalne jednorazowe pokrowce na głowice USG, które nie wymagają ich wcześniejszego sterylizowania. Osłony te chronią czoło głowicy i są wypełnione żel. W trakcie badania ocenie poddawano całą trzustkę, od głowy obrazowanej przez dwunastnicę oraz z bezpośredniego przyłożenia sondy do narządu, po nacięciu torby sieciowej i uwolnieniu wszystkich zrostów od wysokości krzywizny żołądka do nasady krezki poprzecznic. W dalszej kolejności ocenie poddawano trzon i ogon trzustki, a następnie dochodzono do wnęki śledziony. Zwracano uwagę na zrazikową budowę miększu, wymiary, przylegające naczynia, włącznie z oceną przepływu w badaniu dopplerowskim. Różnicowano naczynia tętnicze oraz żyłne, zarówno przy użyciu dopplera kolorowego, jak i dopplera mocy, a w wybranych przypadkach dopplera pulsacyjnego. Oceniano również wszystkie zmiany patologiczne dotyczące samej trzustki, jej otoczenia, impresji lub naciekania struktur naczyniowych. W wypadku zmian nowotworowych określano zajęcie układu chłonnego okołotrzustkowego oraz czy doszło do powstania dalszych przerzutów, głównie w obrębie wątroby i w kolejnych stacjach węzłów chłonnych. Gdy zabieg operacyjny wykonywany był z innego powodu niż nowotworowy charakter zmian w trzustce – oceniano zakres i typ zmian wtórnych, degeneracyjnych oraz przebudowę struktury tego organu. Określano wielkość i liczbę zbiorników płynowych, ich położenie, a także stosunek do przewodu pokarmowego i innych okolicznych narządów oraz naczyń górnego piętra jamy brzusznej.

W diagnostyce różnicowej, przy podejrzeniu przemiany nowotworowej lub innej, o trudnym do ustalenia charakterze, wykonywano w trakcie IOUS biopsję cienko-, a częściej gruboigłową. Od dłuższego czasu używamy zestawu Sonocan (B Braun), który zapewnia uzyskanie pełnocylindrycznej próbki tkanek. Ważny element przy przeprowadzaniu biopsji stanowi specjalny uchwyt na strzykawkę umożliwiający pobranie próbki jedną ręką. Zestaw wyposażony jest w strzykawkę aspiracyjną 10 mm oraz igły o średnicy od 7 do 12 mm. W zmianach przylegających do dwunastnicy można wykorzystać igły o większej średnicy, a nawet zestawy tnące do cylindrycznej biopsji tkankowej (igły „tru-cut” 12–16 mm). W tych przypadkach chirurg zawsze oczekiwał na wynik dostarczony przez patologa bezpośrednio na salę operacyjną.

## Wyniki

W okresie ostatnich 10 lat IOUS wykonano w grupie 145 pacjentów operowanych z powodu schorzeń trzustki określonych we wcześniejszych badaniach obrazowych i laboratoryjnych. Wśród tych chorych u 41 potwierdzono obecność raka już przed operacją, zarówno w badaniu cytologicznym w biopsji cienkoigłowej, jak również w przeprowadzonych różnorodnych badaniach obrazowych oraz w oznaczeniach markera nowotworowego CA 19-9; rzadziej badano miano markera CA 125 lub CEA. W tych przypadkach procedura IOUS miała na celu określenie stanu zaawansowania raka i możliwości przeprowadzenia bezpiecznego zabiegu resekcyjnego lub tylko postępowania paliatywnego z wytworzeniem zespołów omijających.

used. For over a year now, special disposable covers for ultrasound heads are also in use. Apart from not requiring prior sterilization, covers of this type protect the front of the scanner head, and are filled with gel. During the examination, the entire pancreas was evaluated, starting from head imaging, through the duodenum, and the direct application of the probe to the organ, after the incision of lesser sac and the release of all adhesions, starting from the stomach curvature and proceeding through to the root of the transverse colon mesentery. This was followed by the examination of the body of the organ's, the tail of the pancreas, and the spleen cavity. Attention was paid to the lobular parenchyma construction, its dimensions, and adjacent vessels; this included flow evaluation by Doppler scanning. Arteries and veins were scanned, both using color and power Doppler, and – in some cases – pulsed Doppler as well. The assessment included any abnormalities in the pancreas itself, lesions present in its surroundings, and vascular infiltrations. In cases of neoplastic lesions, lymphatic involvement was evaluated, including the assessment of potential metastases, mainly in the liver and subsequent lymph nodes. In cases where the surgery was performed due to causes other than cancer, examination was conducted for the extent and type of secondary degenerative lesions, and the changes in the organ's structure. The size, location, and number of fluid reservoirs was determined, as well as the gastrointestinal tract and other nearby organs and vessels of the upper section of the abdominal cavity.

In differential diagnostics, in cases of suspected malignant changes of hard-to-determine nature, IOUS was accompanied by biopsy using fine- or – more often – core needle. For a long time, the authors have been using the Sonocan (B Braun), which provides cylindrical tissue samples. An important aid in biopsy is the special needle holder which allows sampling with one hand. The setup is equipped with a 10 mm aspiration syringe and needles with a diameter of 7 to 12 mm. In the case of changes which are adjacent to the duodenum, it is possible to use needles of larger diameter, including sets for biopsy of cylindrical tissue samples (12–16 mm “tru-cut” needles). In such cases, the surgeon always waited for the result delivered by a pathologist directly to the operating room.

## Results

In the last 10 years, IOUS examination was carried out in a group of 145 patients operated for pancreatic diseases identified in previous imaging and laboratory tests. Among these, in 41 cases the presence of a malignancy was confirmed prior to surgery, both in cytology, in fine-needle biopsy, and in number of imaging tests, defining the nature of malignancy using the markers CA 19-9, and – less frequently – CA 125 or CEA. In these cases, the aim of IOUS was to determine the severity of the malignancy and the feasibility of safe resection, or deciding on a palliative bypass. In another group of 47 patients who underwent laparotomy without a definitive diagnosis, IOUS examination was conducted in order to perform a differential diagnosis of nodular changes.

W kolejnej grupie 47 chorych poddanych laparotomii, bez ostatecznego rozpoznania, IOUS wykonano w celu przeprowadzenia diagnostyki różnicowej zmian o charakterze guzowatym. Wyniki badania przedstawiono w tab. 2. Największa grupa, 23 przypadków, dotyczyła potwierdzenia obecności raka, głównie w przeprowadzonej biopsji pod kontrolą IOUS z doraźną oceną patologa, jak również przy określeniu ekspansji guza na otaczające struktury, oraz zobrazowania węzłów chłonnych, z możliwością ich pobrania do badania śródoperacyjnego. Śródoperacyjna biopsja wykonywana była zwykle z użyciem tkankowych igieł („tru-cut”) o większej średnicy niż igły do biopsji cytologicznej. Jeżeli zmiana dotyczyła głowy trzustki, nakłucie wykonywano najczęściej poprzez światło dwunastnicy, w celu zabezpieczenia przed wytworzeniem zewnętrznej przetoki lub krwawienia.

Badanie IOUS potwierdziło obecność siedmiu zmian lito-torbielowatych o cechach torbielowatych guzów trzustki. U tych pacjentów przed operacją wykonano BACC włącznie z aspiracją. Analiza zawartości (cytologia, ocena poziomu markerów, badanie na zawartość śluzu) tylko u dwóch chorych dała dodatni wynik, u pozostałych nie była miarodajna. W trakcie operacji w sześciu przypadkach wykonano resekcję guza wraz z odpowiednią częścią trzustki. U jednego pacjenta potwierdzono obecność złośliwego nowotworu naciekającego otoczenie wraz z przerzutami do wątroby. Ten przypadek oceniono jako nieoperacyjny. IOUS okazał się skuteczną metodą oceny śródoperacyjnej w kwestii określenia struktury guzów torbielowatych, wyznaczenia granicy resekcji oraz w ostatnim przypadku zobrazowania drobnych przerzutów w wątrobie.

W analizowanej grupie 145 pacjentów, u których wykonano śródoperacyjne badanie ultrasonograficzne, w 64 przypadkach (41 potwierdzonych przedoperacyjnie oraz 23 w trakcie jej trwania) potwierdzono obecność raka trzustki. U tych osób wykonano analizę wielkości guza, położenia w stosunku do spływu żylnego krezkowo-wrotnego oraz do innych naczyń żylnych i tętniczych. Wnikliwie badano echogeniczność i strukturę guza, obecność powiększonych okolicznych węzłów chłonnych oraz węzłów dalszych stacji. Oceniano szerokość przewodu żółciowego wspólnego i przewodu Wirsunga. We wszystkich przypadkach badano mięsz wątroby w poszukiwaniu zmian o charakterze przerzutowym.

U kolejnych 11 analizowanych chorych określono duże prawdopodobieństwo obecności guza o innym charakterze niż rak. W obrazie ultrasonograficznym zobrazowano

Table 2 presents the results of the study. The largest group, containing 23 cases, was related to the confirmation of the presence of cancer, mainly by IOUS-guided biopsy with an immediate assessment provided by the pathologist, as well as the determination of the expansion of the tumor to the surrounding structures, and lymph node imaging, with the possibility to collect samples during intraoperative examination. Intraoperative biopsy was performed using tissue needles (“tru-cut”) of a larger diameter than needles used for cytological biopsy. In cases where the lesions occurred in the head of the pancreas, perforation was performed mostly via the duodenum, in order to prevent the formation of a fistula or bleeding.

IOUS examination confirmed the presence of seven lithium-cystic changes with the characteristics of cystic tumors of the pancreas. In these patients, BACC including aspiration was performed. Only in two patients content analysis (cytology, marker levels, mucus) gave a positive result; in the case of the remaining group the results were inconclusive. During surgery, in six of the cases, resection of the tumor was conducted, together with a corresponding portion of the pancreas. In one patient, the presence of malignant tumor infiltrating the surrounding area together with the liver was confirmed. This case was evaluated as inoperable. IOUS proved to be an effective method of intraoperative assessment with regard to determining the structure of liquid tumors, evaluating the boundary of the resection, and in the latter case – imaging of small metastases occurring in the liver.

Within the studied sample group of 145 patients who underwent intraoperative ultrasound examination, in 64 cases (41 confirmed preoperatively and 23 during surgery) the presence of pancreatic cancer has been confirmed. In these patients, the size of the tumor was analyzed, as well as its location in relation to the portal-mesenteric confluence and other venous and arterial vessels. Echogenicity and the structure of the tumor was carefully examined, together with the presence of enlarged regional and farther-located lymph nodes. The evaluation also included the width of the bile and Wirsung’s duct. In all cases, the liver parenchyma was investigated in search of metastatic lesions.

In another 11 of the studied patients, a high probability of a non-cancerous tumor was determined. Ultrasound was used to scan small degenerative changes such as fibrosis,

Badana grupa ze zmianami guzowatymi trzustki o nieustalonym wcześniej charakterze <i>The study group with pancreatic tumors of previously undetermined nature</i>	47
Guzy torbielowe <i>Cystic tumors</i>	7
Potwierdzenie raka trzustki <i>Confirmation of pancreatic cancer</i>	23
Guzowate zmiany o łagodnym charakterze <i>Benign tumors</i>	11
Przypadki bez ostatecznego potwierdzenia w IOUS <i>Cases without final confirmation using IOUS</i>	6

**Tab. 2.** Badanie IOUS w grupie pacjentów poddanych laparotomii w celu przeprowadzenia diagnostyki różnicowej (w latach 2004–2014)

**Tab. 2.** IOUS examination in patients undergoing laparotomy for a differential diagnosis (years 2004–2014)

drobne zmiany degeneracyjne, takie jak zwłóknienia, zwapnienia, miejscowa i rozlana przebudowa struktury, mogące odpowiadać obecności guza pozapalnego, najczęściej w przebiegu przewlekłego zapalenia trzustki, imitującego przemianę nowotworową. We wszystkich tych przypadkach śródoperacyjna biopsja, głównie tkankowa, potwierdziła brak utkania o typie raka.

Wśród pozostałych 57 pacjentów wykonano IOUS w trakcie laparotomii z powodu zmian o nienowotworowym charakterze w trzustce. W największej grupie 37 chorych były to przypadki przewlekłego zapalenia trzustki (PZT). W badaniu oceniano przebieg oraz zawartość przewodu trzustkowego Wirsunga podczas usuwania złogów jako wstępnej procedury do zespolenia Puestowa. W grupie tej znaleźli się również chorzy z kamicą przewodową połączoną z obecnością torbieli lub skomplikowane przypadki zmian torbielowych zakwalifikowanych do operacyjnego leczenia PZT. W kolejnej grupie 16 pacjentów zastosowano laparotomie wykonane w celu leczenia powikłań ostrego zapalenia trzustki (OZT) oraz zmian pozapalnych, głównie torbieli, niezakwalifikowanych do endoskopowego drenażu. IOUS miała za zadanie ocenić intensywność uszkodzenia tkanek, a także możliwość oraz miejsce zastosowania drenażu, zarówno ognisk martwicy, jak i powikłań torbieli (określenie miejsca zespolenia). W czterech przypadkach ocenę IOUS prowadzono przy wtórnym zajęciu trzustki procesem nowotworowym wywodzącym się z innych narządów, głównie w przebiegu raka żołądka, co miało określić zakres planowanej operacji. Sześć ostatnich badanych przypadków to nasilone zmiany w zakresie trzustki prowadzące do jej przebudowy, włącznie z naciekiem struktur okolicznych, bez możliwości ostatecznej weryfikacji w IOUS oraz wykonania resekcji. Tych pacjentów poddano kontroli w okresie po laparotomii. Pełną ocenę badanej grupy ze zmianami chorobowymi trzustki z zastosowaniem IOUS przedstawiono w tab. 3.

## Dyskusja

Najważniejszą korzyścią IOUS jest możliwość bezpośredniego przyłożenia głowicy do badanego narządu podczas zabiegu operacyjnego na jamie brzusznej. Podstawowe zadanie śródoperacyjne ultrasonografii stanowi ocena stopnia zaawansowania nowotworów, ich operacyjności oraz

calcification, local and extended changes in the structure, which may correspond to the presence of a proinflammatory tumor, most often due to chronic pancreatitis, imitating metabolic changes typical of cancer. In all these cases, intraoperative biopsy, mainly tissue, confirmed the absence of cancer.

Among the remaining 57 patients IOUS was conducted during laparotomy, due to non-malignant changes in the pancreas. The largest group, consisting of 37 patients, included cases of chronic pancreatitis (CP). The course and the content of the pancreatic (Wirsung's) duct were evaluated during the removal of deposits as a preliminary procedure to Puestow anastomosis. In this group, there were also patients with choledocholithiasis combined with the presence of cysts or complicated cases of cystic lesions, qualified for surgical treatment of chronic pancreatitis. The remaining group of 16 patients underwent laparotomy as a part of the treatment for acute pancreatitis complications and proinflammatory lesions, mostly cystic and thus not qualified for endoscopic drainage. The aim of IOUS was to evaluate the intensity of tissue damage, the viability and location for drainage, including necroses and complicated cysts (determination of the anastomosis). In four cases, IOUS assessment was carried out for pancreatic cancer metastasis resulting from other cancerous changes in other organs, mainly in cancer of the stomach; the aim of the examination in such cases was to determine the scope of the planned operation. The last six studied cases included pronounced changes in the pancreas leading to its remodeling, including the infiltration of neighboring structures, without the possibility of a final verification using IOUS and a resection. These patients were evaluated during the period after laparotomy. Table 3 presents a complete IOUS evaluation of the sample group with lesions of the pancreas.

## Discussion

The most important advantage of IOUS examination is the ability to apply the scanner head directly to the organ during abdominal surgery. The basic task of intraoperative ultrasonography is the staging of tumors, their operability, as well as identifying possible metastases<sup>(6,9)</sup>. IOUS is

IOUS u pacjentów operowanych z powodu schorzeń trzustki <i>IOUS examination of patients operated due to pancreatic diseases</i>	145
Nowotwory torbielowate trzustki <i>Cystic tumors of the pancreas</i>	7
Potwierdzenie raka trzustki <i>Confirmation of pancreatic cancer</i>	64
Łagodne guzy trzustki <i>Benign tumors of the pancreas</i>	11
Przewlekłe zapalenie trzustki <i>Chronic pancreatitis</i>	37
Powikłane przypadki OZT <i>Complicated cases of acute pancreatitis</i>	16
Inne (wtórne zajęcie trzustki) <i>Other (pancreatic metastasis)</i>	4
Zmiany niezwerfikowane <i>Unverified lesions</i>	6

**Tab. 3.** Ostateczna weryfikacja w badanej z zastosowaniem IOUS grupie pacjentów operowanych z powodu zmian chorobowych trzustki (w latach 2007–2014)

**Tab. 3.** Final verification of the group of patients operated due to lesions of the pancreas and examined using IOUS (years 2007–2014)

określenie obecności zmian przerzutowych<sup>(6,9)</sup>. IOUS to użyteczna technika pomagająca rozwiązywać problemy w chirurgii trzustki, w trakcie resekcji wątroby i w rozmaitych leczniczo-diagnostycznych procedurach podczas laparotomii<sup>(11,14,15)</sup>. Wraz z LUS jest obecnie najczęściej stosowana w śródoperacyjnej ocenie wątroby, pęcherzyka żółciowego, patologii i budowy dróg żółciowych<sup>(5,6,8,12)</sup>. Jej kolejnym zadaniem jest określenie charakteru zmian ogniskowych wątroby oraz zakresu resekcji miększu wątroby pod względem kryteriów onkologicznych, jak również nadzór nad procedurami ablacyjnymi w przypadku guzów przerzutowych. Ważny element badania stanowi także określenie zajęcia układu chłonnego na różnych jego piętrach, zarówno w jamie otrzewnowej, jak i przestrzeni pozaotrzewnowej<sup>(4,6)</sup>.

Chirurgiczne procedury w schorzeniach trzustki są zaliczane do najtrudniejszych w chirurgii jamy brzusznej. Śródoperacyjna analiza ultrasonograficzna ma w wielu przypadkach podstawowy wpływ na podjęcie decyzji o rodzaju planowanego zabiegu lub nawet o odstąpieniu od jego wykonania. Zastosowanie IOUS zmienia wcześniejsze plany operacyjne, oparte na przedoperacyjnych badaniach obrazowych, nawet w 38–49% przypadków<sup>(4,11,12)</sup>. IOUS bywa zwykle wykorzystywana w różnicowaniu zmian ogniskowych trzustki, głównie przewodowego raka trzustki oraz zmian zapalnych, guzów endokrynnych lub torbielowatych<sup>(2,6,7,16,17)</sup>. Współcześnie polecaną metodą pomagającą w ich identyfikacji jest rozszerzenie badania o obrazowanie dopplerowskie, w tym doppler kolorowy, mocy i pulsacyjny, a nawet elastografia oparta na dopplerze tkankowym<sup>(1,7,18)</sup>. Badanie dotyczy oceny naczyń trzewnych, zarówno tętniczych, jak i żylnych, oraz określenia ich przebiegu w stosunku do badanej zmiany. Obrazowanie z użyciem dopplera kolorowego jest skutecznie pomocne w odróżnianiu tętniaków rzekomych trzustki, co zmienia tok postępowania operacyjnego<sup>(7)</sup>.

Pomimo stałego rozwoju w narządowej diagnostyce obrazowej w dalszym ciągu problematyczne jest różnicowanie zmian guzowatych trzustki o niejednoznacznym charakterze oraz zmian uwidocznionych dopiero w trakcie laparotomii<sup>(16,19,20)</sup>. Śródoperacyjne badanie USG pozostaje metodą z wyboru w opisanych sytuacjach, w których nie istnieją już inne, alternatywne metody diagnostyczne<sup>(14)</sup>. Wysoka rozdzielczość używanych śródoperacyjnie sond pozwala na prawidłowe uwidocznienie praktycznie całej trzustki. IOUS określa kryteria wskazujące na obecność i lokalizację masy guza, echostrukturę i homogenność samego guza, zobrazowanie jego granicy oraz obecność choroby pozatrzustkowej (węzły chłonne, nacieczenia tkanki tłuszczowej, naczyń, ściany przewodu pokarmowego, przerzuty dalsze)<sup>(7,16,21)</sup>. Zasadniczym celem badania jest zobrazowanie guza, odróżnienie go od innych, najczęściej zapalnych lub pozapalnych zmian litych, oraz przeprowadzenie kwalifikacji mającej ustalić określony sposób postępowania leczniczego<sup>(2,6,9,22)</sup>. W okresie ostatnich 10 lat badanie śródoperacyjne zastosowaliśmy u 145 pacjentów ze schorzeniami trzustki. W większości przypadków przyczynami IOUS były zmiany guzowate, z potwierdzonym nowotworem, oraz brak sprecyzowanego wyniku odnośnie do nowotworowego lub zapalnego charakteru, czyli kwalifikacja do diagnostyki różnicowej (ryc. 1).

a useful method that helps solve problems in pancreatic surgery, during liver resection, and in a variety of therapeutic and diagnostic procedures in laparotomy<sup>(11,14,15)</sup>. Along with LUS, IOUS is now the most widely used method in intraoperative assessment of the liver, gallbladder, and the evaluation of pathology and the biliary tract construction<sup>(5,6,8,12)</sup>. Other purposes of IOUS is the determination of the nature of focal liver lesions and the extent of resection of liver cancer in terms of criteria, as well as the control of ablation procedures in the case of metastatic tumors. An important element of the examination is also evaluating the changes in the levels of the lymphatic system, both in the peritoneal and retroperitoneal cavity<sup>(4,6)</sup>.

Surgical procedures in pancreatic diseases are classified as the most difficult among all abdominal surgery. In many cases, intraoperative ultrasound is the major factor in the decision on the type of planned surgery, or even its cancellation. The use of IOUS may change the initial plans for surgery formulated with the use of preoperative imaging even in 38–49% of the cases<sup>(4,11,12)</sup>. IOUS is frequently used in the differentiation of pancreatic lesions, mainly pancreatic intraductal cancer and inflammatory lesions, or cystic and neuroendocrine tumors<sup>(2,6,7,16,17)</sup>. At present, the recommended method enabling the surgeon to identify these is to extend the examination using Doppler imaging, including color, power, and pulse Doppler, and even elastography based on tissue Doppler<sup>(1,7,18)</sup>. The examination concerns the evaluation of visceral vessels, both arteries and veins, and the determination of their path in relation to the changes under investigation. Color Doppler is useful in differentiating pancreatic pseudoaneurysms, which affects the course of surgical procedure<sup>(7)</sup>.

Despite ongoing developments in diagnostic imaging, it is still problematic to differentiate tumor-like lesions of the pancreas, and the changes which become clearly distinguishable only during laparotomy<sup>(16,19,20)</sup>. Intraoperative ultrasound is the method of choice in such situations, where no alternative diagnostic approaches are viable<sup>(14)</sup>. High resolution imaging used in intraoperative scanning probes allows for a correct visualization of almost the entire pancreas. IOUS enables the determination of the criteria indicating the presence and location of the tumor mass, its echostructure and homogeneity, the imaging of its borders, and the presence of changes occurring beyond the pancreas itself (lymph nodes, infiltration of adipose tissue, vascular walls of the gastrointestinal tract, metastases in other organs)<sup>(7,16,21)</sup>. The primary objective of the examination is to provide images of the tumors, distinguish it from other commonly-inflammatory or proinflammatory changes in solid tumors, and to classify it, leading to establishing a concrete treatment strategy<sup>(2,6,9,22)</sup>. In the last 10 years, the authors have used intraoperative study in 145 patients with pancreatic diseases. In most cases, the reasons for IOUS examination are nodular changes, with confirmed malignancy, and the lack of an explicit result with regard to the nature of the tumor or inflammation, or qualification for differential diagnosis (Fig. 1).



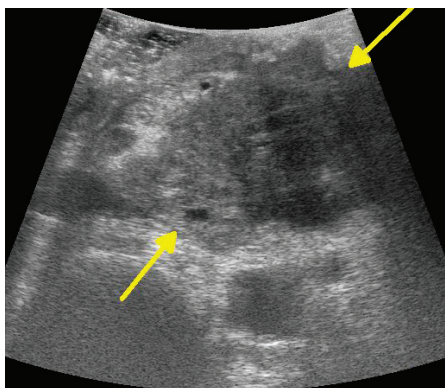
W części przypadków można rozwinąć technikę badania przez bezpośrednie przyłożenie głowicy do określonej części trzustki. Poprawę warunków badania głowy trzustki umożliwia m.in. przecięcie więzadła żołądkowo-okrężniczego oraz mobilizacja dwunastnicy (manewr Kochera)<sup>(11)</sup> (ryc. 2). W przypadku zmian w obrębie wyrostka haczykowatego należy zbadać przebieg żyły i tętnicy kręzkowej górnej (ryc. 3). Jeżeli zmiana dotyczy głowy trzustki, musimy dokładnie ocenić żyłę kręzkową górną, spływ kręzkowo-wrotny, żyłę wrotną oraz tętnicę kręzkową górną, żołądkowo-dwunastniczą i tętnice wątrobowe. Ocena zajęcia naczyń, w tym ich przemieszczenia, nacieczenia, zmiany średnicy ich światła oraz zmiany w przepływie krwi, wpływa zasadniczo na wybór techniki operacyjnej. Obrazując dystalny odcinek trzonu i ogon trzustki, należy ocenić przebieg naczyń śledzionowych na całej ich długości<sup>(11,21)</sup>. W tym przypadku powinno się również uwidocznić wnękę śledziony, strukturę lewej nerki, dużych naczyń przebiegających w tej okolicy oraz całej przylegającej przestrzeni pozaotrzewnowej.

Biopsja wykonywana podczas operacji jest ważnym elementem diagnostyki różnicowej, szczególnie w przypadkach, gdy nie mamy przedoperacyjnego potwierdzenia rodzaju zmiany ogniskowej w trzustce<sup>(2,23)</sup>. Połączenie IOUS oraz biopsji cienkoigłowej lub gruboigłowej pozwala na osiągnięcie wysokiej trafności diagnostycznej, gdy zarówno

In some of the cases, the examination procedure can be further improved by directly placing the scanner head to a particular segment of the pancreas. Conditions of the examination can be enhanced by cutting the gastro-colonic ligament and mobilizing the duodenum (Kocher's maneuver)<sup>(11)</sup> (Fig. 2).

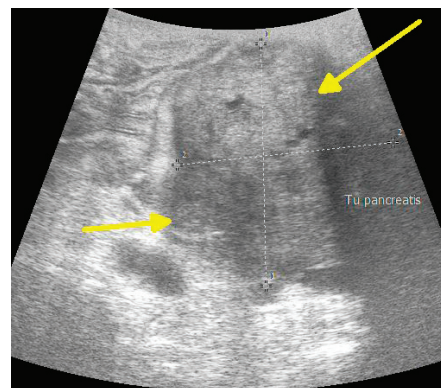
In the case of lesions in the uncinete process, the alignment of the superior mesenteric artery and vein should be monitored (Fig. 3). If there is a change in the head of the pancreas, this requires a careful evaluation of the superior mesenteric vein, portal-mesenteric confluence, portal vein, gastro-duodenal vein and hepatic arteries. The evaluation of the vessels, including their movement, infiltration, changes in the diameter, and changes in blood flow, substantially affect the choice of surgical procedure to be adopted. Imaging the distal body and tail of the pancreas, and the entire length of the splenic vessels should be evaluated<sup>(11,21)</sup>. In this case, the area of spleen cavity, the structure of left kidney, large vessels in this area, and the entire adjacent retroperitoneal area should be scanned and evaluated.

Biopsy performed during surgery is an important part of the differential diagnosis, especially in scenarios where there is no preoperative confirmation on the nature of focal changes in the pancreas<sup>(2,23)</sup>. The combination of IOUS and



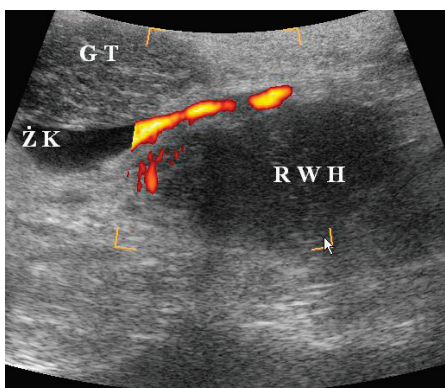
**Ryc. 1.** IOUS. Zmiana guzowata w głowie trzustki, o nierównej powierzchni i niejednorodnej echostrukturze

**Fig. 1.** IOUS. Tumor in the head of the pancreas with uneven surface and heterogeneous echotexture



**Ryc. 2.** IOUS. Duży guz trzustki o średnicy do 5 cm. Bezpośrednie przyłożenie sondy do guza po wykonanej mobilizacji dwunastnicy

**Fig. 2.** IOUS. Large pancreatic tumor (diameter: 5 cm). Direct application of the probe in the tumor after duodenum mobilization



**Ryc. 3.** IOUS – doppler mocy. Guz wyrostka haczykowatego trzustki. GT – głowa trzustki, ŻK – żyła kręzkowa górna, RWH – rak wyrostka haczykowatego trzustki

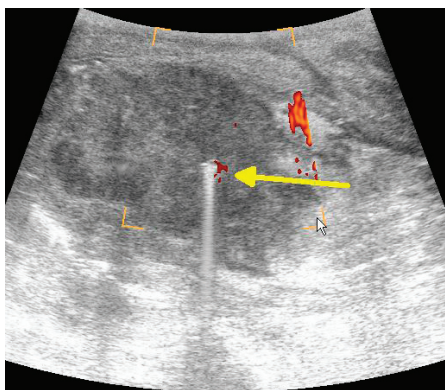
**Fig. 3.** Power Doppler IOUS. Tumor of the uncinete process of the pancreas. HP – head of the pancreas, MV – superior mesenteric vein, TUP – tumor of the uncinete process of the pancreas

czułość, jak i swoistość sięgają przedziału 90–100%<sup>(20,24,25)</sup>. W naszym materiale staramy się wykonywać śródoperacyjną BACC, prowadząc igłę przedwunastniczo w przypadku zmian usytuowanych w głowie trzustki. W takich sytuacjach możemy użyć igieł tkankowych lub zestawów „tru-cut”, pozwalających na pobranie optymalnego materiału do oceny histopatologicznej. Pobranie przez jelito zapobiega możliwości powstania przetoki trzustkowej oraz w wielu przypadkach krwawieniu z diagnozowanego ogniska. Przy wykonywaniu biopsji w obrębie trzonu lub ogona używamy zestawu o węższym świetle, a sam zabieg przeprowadzamy pod kontrolą dopplera, co pozwala na uniknięcie nakłucia okolicznych naczyń (ryc. 4). Istotną stroną śródoperacyjnego badania USG jest ocena nacieku zarówno nowotworowego, jak i zapalnego na naczynia okołotrzustkowe, splywu żyły wrotnej oraz tętnicy krezkowej górnej i pnia trzewnego. W jednym z pierwszych kompleksowych opracowań Machi i wsp.<sup>(14)</sup> wykazali znaczną przewagę czułości, specyficzności i dokładności IOUS w diagnozowaniu nacieku nowotworowego na splyw żyły wrotnej w porównaniu z badaniami przedoperacyjnymi – przezskórnym USG, angiografią i tomografią komputerową. Dokładność IOUS została określona na 89,7% w porównaniu do 64,1% wartości średniej pozostałych badań obrazowych. Badanie śródoperacyjne pozwala również na wiarygodne zobrazowanie powiększonych węzłów chłonnych okołotrzustkowych. Są one trudne do odróżnienia szczególnie przy istniejącym odczynie zapalnym, rozległym nacieku okolicznych struktur lub obfitej tkance tłuszczowej<sup>(11,25)</sup>. Znalazło to również odzwierciedlenie w naszych badaniach (ryc. 5).

Kolejnym istotnym problemem jest ocena zmian o charakterze torbieli. Mamy tutaj do czynienia z torbielami najczęściej rzekomymi, powstałymi jako powikłania ostrego i przewlekłego zapalenia trzustki. Należy jednak pamiętać o rzadko występujących w trzustce torbielach prawdziwych oraz guzach o charakterze torbielowatym. We współczesnych opracowaniach stwierdza się, że w 2–5% torbielowatych zmian w trzustce możemy mieć do czynienia z nowotworowymi guzami torbielowatymi oraz że stanowią one nawet do 10% wszystkich nowotworów tego narządu<sup>(1,26,27)</sup>. Guzy te posiadają zasadniczo zróżnicowaną budowę. Cechą charakterystyczną dla gruczolakotorbielaka surowiczego są liczne drobne torbiele, niekiedy z wewnętrznym zwapnieniem, tworzące policykliczne układy. Za obecnością wewnątrzprzewodowego brodawkowo-śluzowego nowotworu trzustki (IPMN) przemawia uwidocznienie torbielowatego poszerzenia przewodu trzustkowego oraz wewnątrznych brodawczakowatych wyrostki, a za śluzotwórczym guzem torbielowatym – obecność zmiany torbielowatej o niejednorodnie pogrubiałej ścianie, często dodatkowe przegrody, lite śródścienne guzki oraz obwodowe zwapnienia<sup>(7,17,26–28)</sup>. W zależności od rodzaju guza mogą to być formy łagodne lub złośliwe, naciekające struktury otaczające oraz dające przerzuty, w tym do węzłów chłonnych i do wątroby<sup>(7,26,27)</sup>. Badanie IOUS ma podstawowe znaczenie w operacyjnym leczeniu guzów torbielowatych, pozwala bowiem na dokładne umiejscowienie zmiany i określenie stosunku do przylegających naczyń. Należy pamiętać, że mogą to być guzy mnogie, nierozpoznane w badaniu przedoperacyjnym. Potwierdzeniem jest nasz

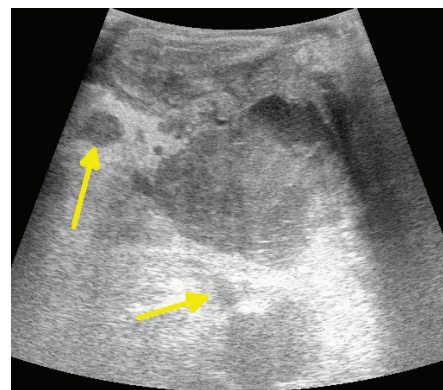
fine or core needle biopsy leads to increased diagnostic accuracy, with both: sensitivity and specificity reaching 90–100%<sup>(20,24,25)</sup>. In this study, the authors aim at performing intraoperative BACC, guiding the needle through the duodenum for changes located in the head of the pancreas. In such cases, tissue needles can be used, as well as “tru-cut” sets, allowing the sampling of optimal material for histopathological evaluation. This prevents the risk of pancreatic fistula, and in many cases, also of bleeding in the diagnosed area. When performing a biopsy within the body or tail of the organ, a narrower set is used, with the procedure supervised using Doppler; thus avoiding penetration to the surrounding vascular structures (Fig. 4). An important aspect of intraoperative ultrasound is the assessment of peripancreatic vascular infiltration, portal vein flow, superior mesenteric artery, and the celiac trunk. In one of the first comprehensive studies, Machi *et al.*<sup>(14)</sup> demonstrated a significant advantage of sensitivity, specificity and accuracy of IOUS in diagnosing malignant invasion to the portal vein flow, as compared to pre-operative examination – percutaneous ultrasound, angiography and computed tomography. IOUS accuracy was determined at 89.7%, as compared to the average of 64.1%, for other imaging procedures. Modern multidetector computer tomography (MDCT) allows for a better assessment of tumor severity with the ability to assess peripancreatic lymphadenopathy. These are particularly difficult to distinguish, especially in cases of an existing inflammatory reaction, extensive infiltration of surrounding structures, or abundant adipose tissue<sup>(11,25)</sup>. This was also reflected in our study (Fig. 5).

Another important issue is the assessment of cystic changes. Most often, these include pseudocysts, formed as a complication due to acute and chronic pancreatitis. It should be noted, however, that the changes may sometimes also include cysts and cystic tumors. According to current studies, 2–5% of the cystic lesions of the pancreas designate cancer and cystic tumors, and that these constitute up to 10% of all tumors of the pancreas<sup>(1,26,27)</sup>. Tumors of this type generally possess a diversified structure. A characteristic feature of serous adenocarcinomas cystoma are numerous small cysts, sometimes with internal calcification forming polycyclic structures. The presence of intraductal papillary mucinous neoplasia (IPMN) of the pancreas (IPMN) is indicated by the image of the cystic enlargement of the pancreatic duct, and the presence of non-uniformly thickened wall – mucinous cystic tumor and internal cystic lesions, and a cystic tumor followed by changes of the non-uniformly thickened wall, with often additional partitions, solid intramural nodules and peripheral calcification<sup>(7,17,26–28)</sup>. Depending on the type of tumor, these may include benign or malignant forms, structure infiltration and metastases, including lymph nodes and the liver<sup>(7,26,27)</sup>. IOUS examination is essential in the surgical treatment of cystic tumors, as it allows for accurate positioning of the changes and determining the condition of the adjacent vessels. It is important to note that these may be multiple tumors, unrecognized prior to the surgery. This is confirmed by our material, wherein the cystic tumor was recorded both in the body as well as in the tail of the pancreas (Fig. 6, 7).



**Ryc. 4.** IOUS – doppler mocy. Hypoechoiczny guz głowy trzustki. Śródoperacyjna BACC, igła prowadzona przez dwunastniczo. Skos igły oznaczony strzałką

**Fig. 4.** Power Doppler IOUS. Hypoechoic tumor in the head of the pancreas. Intraoperative BAC, needle introduced through the duodenum. Needle bevel marked by an arrow



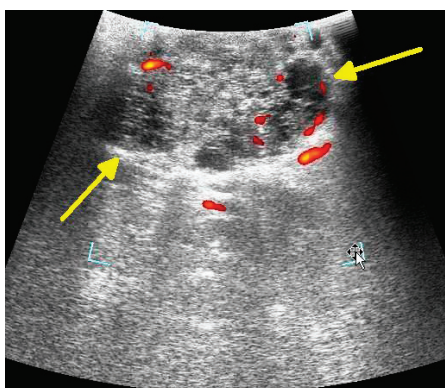
**Ryc. 5.** IOUS. Rak głowy trzustki. Powiększone węzły chłonne okołotrzustkowe (strzałka)

**Fig. 5.** IOUS. Cancer of the pancreatic head. Peripancreatic lymph nodes (marked by an arrow)

materiał, w którym zobrazowano utkanie guza torbielowatego zarówno w trzonie, jak i ogonie trzustki (ryc. 6, 7).

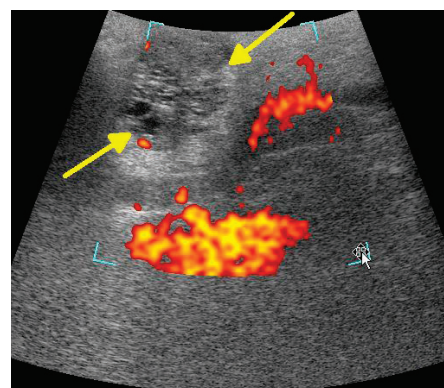
IOUS jest ważnym badaniem w chirurgii guzów endokrynnych trzustki. Do najczęściej obrazowanych należą wyspiaki, zwykle pojedyncze zmiany o obniżonej echogeniczności, jednorodnie, dobrze odgraniczone<sup>(7,9,11)</sup>. W części przypadków mogą być one izoechoiczne, czyli nieodróżniające się od pozostałego mięszu trzustki, co utrudnia wstępną diagnozę w badaniach obrazowych, głównie w przezskórnej ultrasonografii. Zastosowanie środka kontrastującego (badanie CEUS) oraz głowic USG o podwyższonej rozdzielczości, obrazowania harmonicznego ma znaczący wpływ na właściwe zobrazowanie wewnętrznego unaczynienia guza i pozwala uniknąć pomyłek diagnostycznych. Dotyczy to badań zarówno przezskórnych, jak ostatnio śródoperacyjnych. Zwiększony przepływ tkankowy obserwowany jest w wyspiakach trzustki oraz częściowo w guzach neuroendokrynnych<sup>(11,29)</sup>. Należy również pamiętać o możliwości występowania mnogich neuroendokrynnych ognisk guza, a także o lokalizacji pozatrzustkowej<sup>(15,18,23)</sup>. Do rzadziej diagnozowanych guzów

IOUS is an important study in surgery of pancreatic endocrine tumors. The most commonly imaged types include insulinomas, usually single lesions with reduced echogenicity, homogeneous, and well isolated<sup>(7,9,11)</sup>. In some cases, hormonally active tumors may be isoechoic, as a results of which they are difficult to distinguish from the rest of the pancreatic parenchyma making the initial diagnostic imaging harder, particularly in percutaneous ultrasound. The use of a contrast agent (CEUS) and ultrasound heads with high-resolution of harmonic imaging has a significant impact on the proper imaging of the internal vascularity of the tumor, reducing the risk for potential diagnostic errors. This applies to both percutaneous and intraoperative examination. The increased cell flow is observed in pancreatic insulinomas, and – partially – in neuroendocrine tumors<sup>(11,29)</sup>. The presence of multiple of neuroendocrine tumor foci should also be kept in mind, as well as their non-pancreatic location<sup>(15,18,23)</sup>. The less frequently diagnosed neuroendocrine tumors include glucagonoma, gastrinoma, VIPoma, somastatinoma, and carcinoid<sup>(7,12,15,17)</sup>. These



**Ryc. 6.** IOUS – doppler mocy. Torbielakoguczololak surowicy w trzonie trzustki. Struktura „plastra miodu”

**Fig. 6.** Doppler IOUS. Serous cystadenocarcinoma in the pancreas. “Honeycomb” structure



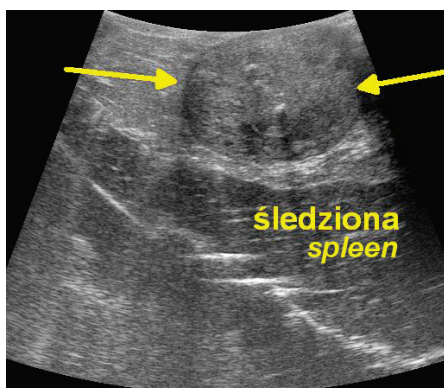
**Ryc. 7.** IOUS – doppler mocy. Drugi torbielakoguczololak surowicy, nieco mniejszy guz zlokalizowany w ogonie trzustki

**Fig. 7.** Doppler IOUS. Second serous cystadenocarcinoma; slightly smaller tumor located in the tail of the pancreas

neuroendokrynych zaliczamy glukagonomę, gastrinomę, VIP-omę (guz wydzielający VIP), somatostatynomę, rakowiaka<sup>(7,12,15,17)</sup>. W obrazie USG są one hipo- lub izoechogeniczne, zwykle, podobnie jak wyspiaki, dobrze odgraniczone od miększu trzustki. Częściej jednak prezentują zmiany złośliwe, czego przykładem jest guz typu VIP-oma, zlokalizowany w ogonie trzustki, w okolicy wnęki śledziony (ryc. 8).

Echogeniczność trzustki zależy od wieku badanego, ilości tkanki tłuszczowej i elementów włóknistych. Jest zwykle nieznacznie większa w stosunku do wątroby, lecz może być wzmożona w przypadku nacieczenia elementami tłuszczowymi oraz zmianami powstałymi w przebiegu przewlekłego zapalenia trzustki<sup>(7,16)</sup>. Procesy zapalne prowadzą do destrukcji miejscowej, jak i rozlanej narządu, powodując zmiany w echostrukturze wewnętrznej oraz znaczne utrudnienie w określaniu zewnętrznej granicy w wyniku nacieczenia okolicznych struktur i przestrzeni zaotrzewnowej, co ma miejsce głównie w przypadku OZT. Operacyjne leczenie w przebiegu ostrego zapalenia trzustki z powodu rozległej zakażonej martwicy, ropowicy oraz ropni trzustki, tkanki okołotrzustkowej, przestrzeni pozaotrzewnowej oraz współistniejących zmian wewnątrzotrzewnowych wymaga zastosowania odpowiedniej techniki chirurgicznej. Badania obrazowe przedoperacyjne (USG, KT) w sposób tylko ogólny określają zakres powstałych zmian, których dokładne umiejscowienie oraz charakter można z powodu rozległego uszkodzenia tkanek ocenić dopiero po otwarciu, często skomplikowanym, jamy brzusznej lub przestrzeni pozaotrzewnowej. W takich warunkach IOUS pozwala na uzyskanie właściwego dostępu do zmienionej okolicy, wyznacza płaszczyzny zabiegu chirurgicznego, umiejscawia ognisko lub ogniska największych rozpadowych zmian, do których trzeba dotrzeć i je usunąć oraz zadrenować<sup>(1,7,10,14)</sup> (ryc. 9). Umożliwia również uniknięcie uszkodzenia ważnych życiowych struktur, do których zaliczamy główne pnie naczyniowe, nacieczone elementy przewodu pokarmowego, struktury przewodu żółciowego i głównego trzustkowego. W takich sytuacjach bardzo ważna jest ocena badania dopplerowskiego, pozwalająca na odróżnienie przestrzeni nieunaczynionych, głównie zbiorników i przestrzeni płynowych oraz struktur tabularnych mogących odpowiadać ważnym naczyniom krwionośnym.

Powikłania miejscowe OZT o typie ropnia lub torbieli rzekomej wymagają wnikliwego różnicowania, również śródoperacyjnego, z uwagi na zupełnie inny sposób postępowania



tumors give hypo- or isoechogenic ultrasound image, and like the insulinoma, they are usually well disconnected from the pancreatic parenchyma. More often, however, they present a malignancy, as exemplified by the VIPoma tumor, located in the tail of the pancreas, in the hilar region of the spleen (Fig. 8).

The echogenicity of the pancreas is correlated with the patient's age, the amount of adipose tissue and fibrous elements. It is usually slightly larger in relation to the liver, and may be increased in the case of adipose tissue infiltration, and the changes occurring in chronic pancreatitis<sup>(7,16)</sup>. The inflammatory processes lead to local and extended destruction of the organ, causing changes in the internal echostructure and significant obstruction in determining the outer boundary as a result of infiltration of surrounding retroperitoneal space, which typically takes place due to acute pancreatitis. Surgical treatment for acute pancreatitis due to extensive infected necrosis, abscesses and pancreas abscesses, peripancreatic tissue, retroperitoneal space and concomitant intraperitoneal lesions, require the use of proper surgical technique. Preoperative imaging studies (ultrasound, CT) determine only generally the extent of lesion formation, which, due to extensive tissue damage, the exact location and nature, can only be assessed after, often complicated, laparotomy or opening of the retroperitoneal space. In such cases, IOUS allows for proper access to the affected area, determines the surgical planes, places the outbreak or outbreaks of largest disintegration lesions of necrosis that should be reached, removed and drained<sup>(1,7,10,14)</sup> (Fig. 9). This enables the surgeon to avoid damaging vital life structures, including the main vascular branches, infiltrated parts of the gastrointestinal tract, the structure of the bile duct and the main pancreatic duct. In such situations, it is important to evaluate Doppler images, which allows to distinguish space with no vital vessels, mainly tanks and fluid spaces and structures that may indicate major blood vessels.

Local complications in acute pancreatitis in the form of abscess or pseudocyst require careful differentiation, including intraoperative, due to considerable differences in surgical strategies. It is important to evaluate the fluid reservoirs, distinguishing acute phase reservoirs, pseudocysts and inflammatory fluid in the abdomen, often limited by inflammatory or post-operative adhesions. Good interpretation

**Ryc. 8.** IOUS. Hipoechogeniczny, dobrze odgraniczony guz o złośliwym charakterze, typu VIP-oma, zlokalizowany w ogonie trzustki (strzałki), w okolicy wnęki śledziony. Drobne wewnętrzne zwapnienia

**Fig. 8.** IOUS. Hypoechoic, well-demarcated malicious VIPoma tumor located in the tail of the pancreas (arrows) in the hilar region of the spleen. Small internal calcification

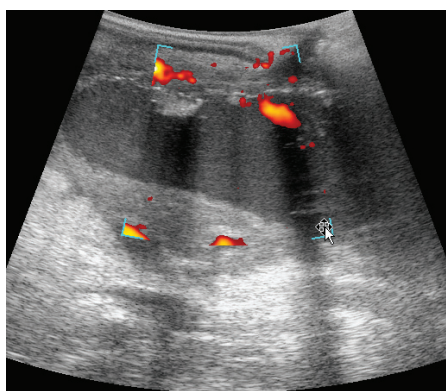
chirurgicznego. Ważnym elementem jest ocena zbiorników płynowych, rozróżnienie zbiorników ostrej fazy, torbieli rzekomych oraz zapalnego płynu w jamie brzusznej, ograniczonego często przez zapalne lub pooperacyjne zrosty. Dobra interpretacja wpływa na wybór właściwego sposobu leczenia, rodzaju drenażu, niekiedy tylko aspiracji, a także pozwala na uniknięcie wielu powikłań pooperacyjnych. Określona echogeniczność w strukturze zbiornika może wskazywać na obecność gęstego płynu oraz gazu, co jest charakterystyczne dla ropnia<sup>(1,7)</sup>. Podobnie charakterystyczny zespół odbić może sugerować obecność krwiaka lub ropowicy pozaotrzewnowej. Zarówno torbiel rzekoma trzustki, jak i zbiornik płynowy w torbie sieciowej mogą zawierać elementy martwicze, martwaki trzustkowe lub zmartwiczone fragmenty tkanki tłuszczowej (ryc. 10). Badanie śródoperacyjne może prawidłowo określić wskazania do ich usunięcia, szczególnie wtedy, gdy są odseparowane od przestrzeni pozaotrzewnowej i nie są unaczynione. Śródoperacyjna ocena może dodatkowo wnieść informację co do współistniejącej choroby pęcherzyka żółciowego, kamicy pęcherzyka lub kamicy przewodowej<sup>(1,7,14)</sup>.

Postępowanie z ropniami trzustki jest uzależnione od ich umiejscowienia, doświadczenia zespołu diagnostyczno-terapeutycznego oraz od oceny zaawansowania i przebiegu ostrego zapalenia trzustki, w tym od stanu samej trzustki, zmian okołotrzustkowych i ogólnego stanu pacjenta<sup>(1,30)</sup>. W przypadkach, gdy nie ma doraźnych wskazań do zabiegu operacyjnego, można w leczeniu ropni trzustki zastosować procedury małoinwazyjne. Obecnie przeprowadzany jest przezskórny drenaż pod kontrolą badań obrazowych, drenaż wewnętrzny z użyciem technik endoskopowych oraz laparoscopia, również z użyciem LUS<sup>(1,30,31)</sup> (ryc. 11). Drenaż zewnętrzny wykonywany jest, kiedy zbiornik znajduje się blisko powłok, tak aby nie uszkodzić struktury jelit i przyległych narządów. W ropniu trzustki zaleca się użycie drenów o dużej średnicy – od 14F do 24F, a nawet w niektórych przypadkach 30F – co związane jest z gęstą zawartością ropni oraz obecnością martwiczych fragmentów powstałych z rozpadu tkanek okołotrzustkowych, jak i samej trzustki.

influences the choice of appropriate treatment, choice of the type of drainage, thus helping to avoid many postoperative complications. The characteristic echogenicity in the structure of the vessel may indicate the presence of dense fluid and gas, which is characteristic of an abscess<sup>(1,7)</sup>. A similarly characteristic echo image may suggest the presence of hematoma or retroperitoneal phlegmon. Both the pancreatic pseudocyst and reservoir of the lesser sac may contain necrotic elements, necrosis of the pancreas and necrotic adipose tissue fragments (Fig. 10). Intraoperative examination enables the surgeon to correctly determine the indications for their removal, particularly in cases where the elements are separated from the retroperitoneal space and are not vascularized. Intraoperative evaluation can also provide information about the concomitant gallbladder disease, cholelithiasis or choledocholithiasis<sup>(1,7,14)</sup>.

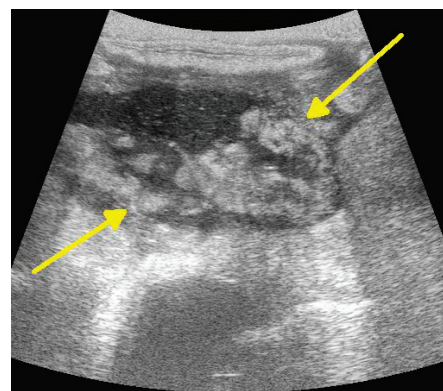
Treatment of pancreatic abscesses depends on its location, the experience of the diagnostic and therapeutic personnel, and the assessment of the pancreatitis, including the condition of the pancreas, peripancreatic changes, and the general condition of the patient<sup>(1,30)</sup>. In cases where there is no immediate indication for surgery, pancreatic abscess can be addressed using minimally invasive procedures. Currently, percutaneous image-guided drainage is carried out, as well as internal drainage using endoscopic techniques and laparoscopy include the use of LUS<sup>(1,30,31)</sup> (Fig. 11). External drainage conducted when the pouch (reservoir) is located the organs, in order to prevent any damage to the bowel and adjacent organs. In cases of pancreatic abscesses, it is recommended to use large diameter tubing – from 14F to 24F, and – in some cases – even 30F – this is associated with high contents of abscesses fragments and the presence of necrotic tissue resulting from the decay of peripancreatic vessels and the pancreas itself.

IOUS is a useful procedure in evaluating the position of pseudocysts in relation to certain parts of the gastrointestinal tract, primarily the stomach and duodenum. This allows for the determination of the correct drainage



**Ryc. 9.** IOUS – doppler mocy. Ognisko tkanek rozpadowych przy trzustce. Ocena przebiegu naczyń w okolicy w trakcie planowanego dotarcia do zmiany w celu założenia drenażu

**Fig. 9.** Doppler IOUS. Disintegrated tissues near the pancreas. Evaluation of blood around during planned access to the lesions in order to place a drain



**Ryc. 10.** IOUS. Torbiel rzekoma trzustki po OZT. Torbiel z widocznymi martwakami, zlokalizowana do tyłu od żołądka

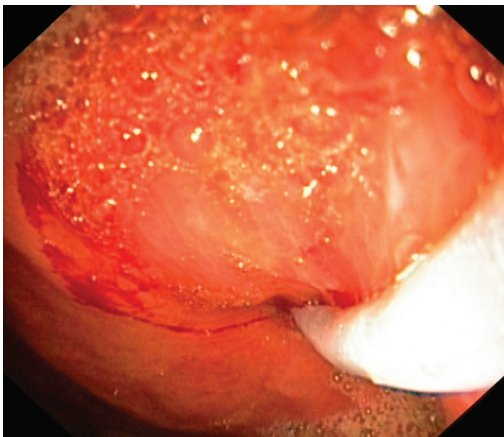
**Fig. 10.** IOUS. Pseudocyst of the pancreas after acute pancreatitis. Cyst with visible abscess, located to the rear of the stomach

IOUS jest przydatną procedurą w ocenie położenia torbieli rzekomych w stosunku do określonych części przewodu pokarmowego, głównie żołądka i dwunastnicy. Pozwala to na wyznaczenie sposobu operacji drenażowej<sup>(7,9,28,32)</sup>. Przyleganie torbieli do żołądka może sugerować zastosowanie zabiegu Jurasza, czyli zespolenia o typie cystogastrostomii. W przypadku braku związku ze ścianą żołądka lub dwunastnicy bądź położenia w miejscu, gdzie pomimo przylegania zabieg zespoleniowy jest niemożliwy z przyczyn technicznych, wykorzystuje się w tym celu uszypułowaną pętlę jelita cienkiego (zespolenie sposobem Roux-en-Y). Dodatkowo, w wypadku zastosowania zabiegu Jurasza, IOUS z badaniem dopplerowskim pozwala na wybranie do zespolenia odpowiedniego miejsca, w którym nie przebiegają większe naczynia krwionośne i przecięcie ściany przewodu pokarmowego nie wywoła dużego krwawienia (ryc. 12).

Przewlekłe zapalenie trzustki jest schorzeniem, które w prawidłowy sposób można zdiagnozować w badaniach obrazowych. W części przypadków istnieją jednak wątpliwości, głównie wtedy, gdy mamy do czynienia ze zmianą o budowie guza. Jeśli w strukturze guza widoczne są zmiany degeneracyjne o charakterze torbieli, ogniskowych zwłóknień i zwapnień, to można podejrzewać obecność guza zapalnego. Jeżeli natomiast zmiana ma charakter niejednoznaczny, przeważa

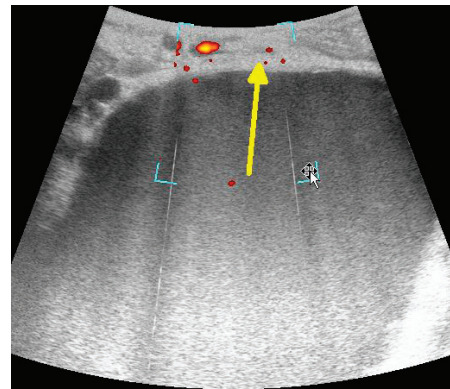
approach<sup>(7,9,28,32)</sup>. Adhesion to the stomach cyst may suggest the use of Jurasz' method, i.e. cystogastrostomy. In the absence of connection with the stomach or the duodenum, or in cases where – despite correct position – anastomotic adhesion treatment is not possible due to technical reasons, attaching the duct to a loop of the small intestine is recommended (Roux-en-Y anastomosis). Furthermore, in the case where Jurasz' method was used, Doppler IOUS allows for the selection of a suitable location for anastomosis, in which no major blood vessels are present, and consequently, where cutting the walls of the gastrointestinal tract will not cause major bleeding (Fig. 12).

Chronic pancreatitis can be correctly diagnosed using imaging examination. In some cases, however, examination may be inconclusive, especially when dealing with tumors. If the structure of the tumor can be seen as a degeneration of cysts, focal fibrosis and calcification, the presence of tumor inflammation can be suspected. If, however, the changes are ambiguous in nature, with a dominant solid structure, and degenerative features are poorly marked, a more detailed examination is necessary. This may include ultrasonography, intraoperative ultrasound and fine needle biopsy. These methods allow for a thorough definition of the border of



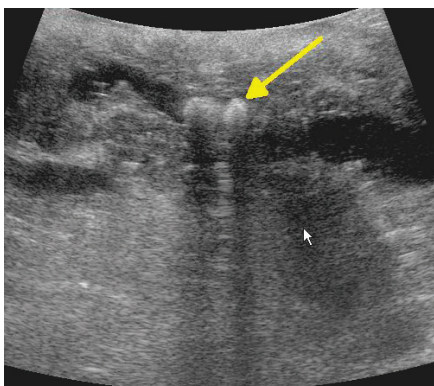
Ryc. 11. Endoskopowy drenaż ropnia trzustki. Cystogastrostomia, proteza w trakcie zakładania

Fig. 11. Endoscopic drainage of pancreatic abscess. Cystogastrostomy prosthesis during implanting



Ryc. 12. IOUS – doppler mocy. Zabieg Jurasza (operacyjna cystogastrostomia); IOUS z badaniem dopplerowskim pozwala na wybranie do zespolenia odpowiedniego miejsca, w którym nie przebiegają większe naczynia krwionośne

Fig. 12. Doppler IOUS. Operational cystogastrostomy; IOUs with Doppler allows the selection of a suitable linking spot distant from larger vessels



Ryc. 13. IOUS. Przewlekłe zapalenie trzustki. Kręty, poszerzony przebieg przewodu trzustkowego w obrębie trzonu, obecność wapiennych złogów. Przygotowanie do zabiegu Puestowa, nacięcia przewodu, usunięcia złogów i wykonania zespolenia rozciętego przewodu z uszypułowaną pętlą jelita czczego, sposobem Roux-en-Y

Fig. 13. IOUS. Chronic pancreatitis. Tortuous, expanded pancreatic duct with calcification present. Preparing for the Puestow procedure, creating an incision along the pancreatic duct, draining, and attaching the duct to a loop of the small intestine (Roux-en-Y anastomosis)

struktura o litym charakterze, a cechy degeneracyjne są słabo zaznaczone, należy wykonać bardziej szczegółowe badania. Zaliczamy do nich endosonografię, BACC oraz ultrasonografię śródoperacyjną. Metody te pozwalają na wnikliwe określenie granicy zarówno prawidłowego, jak i chorobowo zmienionego narządu. Z dużą dokładnością obrazują nieprawidłową strukturę zmienionej zapalnie trzustki w postaci małych pseudotorbieli, pasm oraz ognisk hiperechogenicznych zwłóknień<sup>(1,6,9,16)</sup>. Właściwie oceniają poszerzenie przewodów trzustkowych i ich przebieg, lokalizują złogi wapienne w głównych przewodach i odgałęzieniach oraz w otaczającym miększu. Mogą przyczynić się do właściwego zróżnicowania zapalnych oraz nowotworowych guzów trzustki, włącznie z biopsją aspiracyjną.

Zmianie guzowatej głowy trzustki w przebiegu przewlekłego zapalenia towarzyszą liczne cechy degeneracyjne. Przy odpowiednim ustawieniu sondy śródoperacyjnej można ustalić kręty, poszerzony przebieg przewodu trzustkowego w obrębie trzonu oraz obecność licznych zwapnień zarówno wewnątrz przewodu, jak i w miększu trzustki (ryc. 13). Przy operacjach drenażowych, głównie sposobem Puestowa, pozwala to na określenie miejsca, w którym na wysokości poszerzonego przewodu dokonujemy nacięcia trzustki, oraz pomaga w znajdowaniu kamieni powodujących obturację i usuwaniu ich<sup>(3,9,13,32)</sup>. IOUS w poprawny sposób obrazuje różnice w budowie zmian torbielowatych, lito-torbielowatych i litych w samej trzustce oraz w przestrzeni pozaotrzewnowej.

Ultrasonografia śródoperacyjna pozornie wydłuża czas zabiegu. W rzeczywistości najczęściej dochodzi do skrócenia całkowitego czasu operacji. Podstawowe znaczenie ma dokładna ocena zmian w obrębie trzustki i w jej sąsiedztwie bez konieczności rozległego preparowania tkanek. Ostateczna interpretacja wyniku badania nie zależy od innych specjalistów, odbywa się na stole operacyjnym. W części zabiegów po wykonaniu IOUS dochodzi do decyzji o zmianie zakresu operacji bądź o konieczności zastosowania kilku procedur terapeutycznych. Ma to miejsce głównie w powikłanych przypadkach zarówno ostrego, jak i przewlekłego zapalenia trzustki. Badanie praktycznie nie ma większych ograniczeń w zastosowaniu, poza przypadkami znacznego otluszczenia okolicy trzustki oraz zmian naciekowo-zrostowych, które utrudniają bezpośrednią ocenę narządu.

Zabiegi na trzustce wykonywane w ośrodkach referencyjnych, z uwagi na często zaawansowaną chorobę, wymagają skomplikowanych metod diagnostycznych i operacyjnych. IUOS staje się wymaganą techniką, pozwalającą na prawidłową kwalifikację oraz właściwe przeprowadzenie złożonej operacji. Jest jednym z podstawowych narzędzi chirurga, zatem praktycznie tylko chirurg zajmujący się operacjami na trzustce wyniesie korzyści z zastosowania tej metody.

## Wnioski

1. IOUS służy głównie do określenia miejscowego zaawansowania raka trzustki, oceny wątroby pod względem istnienia zmian przerzutowych oraz obrazowania małych guzów neuroendokrynnych.

both normal and pathological changes of the organ. They offer highly accurate image of the abnormal structure of the inflamed pancreas, seen as small pseudocysts, bands and hyperechogenic fibrosis<sup>(1,6,9,16)</sup>. They enable a correct evaluation of the extension of pancreatic ducts and their course, localized calcification in the main ducts and branches, and the surrounding parenchyma. They can also contribute to the proper differentiation of inflammatory and malignant tumors of the pancreas, including aspiration biopsy.

Tumors in the head of the pancreas due to chronic inflammation are accompanied by numerous factors of degenerative nature. With the right adjustment of the intraoperative probe, the surgeon can determine the tortuous, extended course of the pancreatic duct and the presence of numerous calcifications inside the duct and the parenchyma (Fig. 13). When performing drainage, mainly using Puestow's method, it is possible to determine the point of incision into the enlarged pancreatic duct, which makes the identification and removal of pancreas duct stones<sup>(3,9,13,32)</sup>. IOUS provides a correct imaging of the differences in the structure of cystic changes, litho-cystic and solid tumors in the pancreas itself and in the retroperitoneal space.

At first glance, intraoperative ultrasonography seems to prolong surgery time. However, in reality it often reduces the total time of the operation. It enables a thorough assessment of the changes occurring in the pancreas and the surrounding area is crucial, without extensive tissue preparation. The final interpretation of the results is not dependent on other medical staff, and can be carried out during surgery itself. In some of the cases, IOUS examination leads to the decision to change the scope of the operation or to use additional therapeutic procedures. This is mainly due to the complicated nature of the cases, both due to acute and chronic pancreatitis. The procedure has no major restrictions, except in cases of significant adiposity around the pancreas, or pancreatic infiltration, which impede direct assessment of the organ.

Pancreas treatments performed in referral centers due to the advanced stage of the changes, often require sophisticated diagnostic and surgery techniques. IUOS is now becoming a compulsory technology, allowing for proper classification and proper conduct of complex surgical procedures. It is one of the basic tools of the surgeon, and thus only the surgeon involved in pancreas surgery will benefit from the use of this method.

## Conclusions

1. IOUS examination is mainly used for the determination of the level and extent of pancreatic cancer, the assessment of liver for the existence of metastases, and the imaging of small neuroendocrine tumors.
2. IOUS also plays an important role in the differentiation of cystic tumors of the pancreas and pseudocysts, differentiation and non-malignant tumors, mainly arising in the course of inflammation of the pancreas.

2. Ważną rolę odgrywa również przy różnicowaniu guzów torbielowatych trzustki oraz torbieli rzekomych, różnicowaniu guzów nowotworowych i nienowotworowych, powstałych głównie w przebiegu procesów zapalnych trzustki.
3. W OZT nadzoruje przebieg operacji, usuwania zmartwiczałych tkanek, ropni i ropowicy w powikłanych przypadkach.
4. IOUS jest przydatną procedurą w diagnozowaniu i lokalizacji torbieli rzekomych, pozwala na wybór właściwego zabiegu naprawczego.
5. Jest bardzo przydatna w nadzorowaniu procedur drenażowych, zabiegów w powikłanych przypadkach przewlekłego zapalenia trzustki, zmian o typie torbieli oraz w nadciśnieniu w układzie dróg trzustkowych i kamicy przewodowej.
3. In cases of acute pancreatitis, IOUS enables a supervised surgery, the removal of necrotic tissues, abscesses and phlegmon in complicated cases.
4. IOUS is a useful procedure in the diagnosis and localization of pseudocysts, allowing for the selection of the appropriate corrective surgery.
5. IOUS is also very useful in monitoring of drainage procedures, treatment in complicated cases of chronic pancreatitis, cystic changes, and overpressure of the pancreatic system and choledocholithiasis.

### Conflict of interest

*The authors of this paper do not claim any financial or personal relationships with other individuals or organizations which could adversely affect the content of this publication, and/or claim any rights to this publication.*

### 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 pracy.*

### Piśmiennictwo / References

1. Zamboni GA, Ambrosetti MCh, D'Onofrio M, Pozzi Mucelli R: Ultrasonography of the pancreas. *Radiol Clin North Am* 2012; 50: 395–406.
2. Long EE, Van Dam J, Weinstein S, Jeffrey B, Desser T, Norton JA: Computed tomography, endoscopic, laparoscopic, and intra-operative sonography for assessing resectability of pancreatic cancer. *Surg Oncol* 2005; 14: 105–113.
3. Horwhat JD, Gress FG: Defining the diagnostic algorithm in pancreatic cancer. *JOP* 2004; 5: 289–303.
4. Kane RA: Intraoperative ultrasonography: history, current state of the art, and future directions. *J Ultrasound Med* 2004; 23: 1407–1420.
5. Lane RJ, Glazer G: Intra-operative B-mode ultrasound scanning of the extra-hepatic biliary system and pancreas. *Lancet* 1980; 2: 334–337.
6. Kulig J, Kołodziejczyk P, Sierżęga M: Ultrasonografia laparoskopowa i śródoperacyjna. *Ultrasonografia* 2008; 35: 9–12.
7. Sun MR, Brennan DD, Kruskal JB, Kane RA: Intraoperative ultrasonography of the pancreas. *Radiographics* 2010; 30: 1935–1953.
8. 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.
9. Shin LK, Brant-Zawadzki G, Kamaya A, Jeffrey RB: Intraoperative ultrasound of the pancreas. *Ultrasound Q* 2009; 25: 39–48.
10. Merkle EM, Görlich I: Imaging of acute pancreatitis. *Eur Radiol* 2002; 12: 1979–1992.
11. D'Onofrio M, Vecchiato F, Faccioli N, Pozzi Mucelli R: Ultrasonography of the pancreas. 7. Intraoperative imaging. *Abdom Imaging* 2007; 32: 200–206.
12. Kolecki R, Schirmer B: Intraoperative and laparoscopic ultrasound. *Surg Clin North Am* 1998; 78: 251–271.
13. Mayo-Smith WW, Iannitti DA, Dupuy DE: Intraoperative sonographically guided wire cannulation of the pancreatic duct for patients undergoing a Puestow procedure. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175: 1639–1640.
14. Machi J, Sigel B, Zaren HA, Kurohiji T, Yamashita Y: Operative ultrasonography during hepatobiliary and pancreatic surgery. *World J Surg* 1993; 17: 640–645.
15. Hiramoto JS, Feldstein VA, LeBerge JM, Norton JA: Intraoperative ultrasound and preoperative localization detects all occult insulinomas. *Arch Surg* 2001; 136: 1020–1026.
16. Brimiené V, Brimas G, Strupas K: Differential diagnosis between chronic pancreatitis and pancreatic cancer: a prospective study of 156 patients. *Medicina (Kaunas)* 2011; 47: 154–162.
17. Kaneko T, Nakao A, Inoue S, Sugimoto H, Hatsuno T, Ito A *et al.*: Intraoperative ultrasonography by high-resolution annular array transducer for intraductal papillary mucinous tumors of the pancreas. *Surgery* 2001; 129: 55–65.
18. Kalafat H, Mihmanli I, Saribeyoglu K, Belli A: Intraoperative doppler ultrasound: a reliable diagnostic method in insulinoma. *Hepatogastroenterology* 2007; 54: 1256–1258.
19. Kaczmarek B, Kostyrka R, Wójcicka M, Zieliński S: Śródoperacyjna ultrasonografia w chirurgii raka trzustki. *Pol Przegl Chir* 2000; 72: 37–41.
20. Sáez A, Català I, Brossa R, Funes A, Jaurrieta E, Ferrer JE: Intraoperative fine needle aspiration cytology of pancreatic lesions. A study of 90 cases. *Acta Cytol* 1995; 39: 485–488.
21. Norton JA: Intraoperative methods to stage and localize pancreatic and duodenal tumors. *Ann Oncol* 1999; 10 Suppl 4: 182–184.
22. Miura F, Takada T, Amano H, Yoshida M, Furui S, Takeshita K: Diagnosis of pancreatic cancer. *HPB* 2006; 8: 337–342.
23. Benson MD, Gandhi MR: Ultrasound of the hepatobiliary-pancreatic system. *World J Surg* 2000; 24: 166–170.
24. Ihse I, Axelson J, Dawiskiba S, Hansson L: Pancreatic biopsy: why? When? How? *World J Surg* 1999; 23: 896–900.
25. Niederau C, Grendell JH: Diagnosis of pancreatic carcinoma. Imaging techniques and tumor markers. *Pancreas* 1992; 7: 66–86.
26. Ferrone CR, Correa-Gallego C, Warsaw AL, Brugge WR, Forcione DG, Thayer SP *et al.*: Current trends in pancreatic cystic neoplasms. *Arch Surg* 2009; 144: 448–454.
27. Lipiński M, Degowska M, Rydzewska G: Zmiany torbielowe w trzustce. *Przegl Gastroenterol* 2007; 2: 315–319.
28. Ćwik G, Krupski W, Zakościelny A, Wallner G: Diagnostyka i leczenie torbieli rzekomych i guzów torbielowatych trzustki – na podstawie materiału własnego oraz przeglądu literatury. *J Ultrason* 2013; 13: 263–281.
29. Gierbliński I, Wocial T, Jarosz D, Polkowski M, Gerke W: Ultrasonografia wzmocniona kontrastem w różnicowaniu guzów trzustki. *Ultrasonografia* 2008; 33: 1620.
30. vanSonnenberg E, Wittich GR, Goodacre BW, Casola G, D'Agostino HB: Percutaneous abscess drainage: update. *World J Surg* 2001; 25: 362–372.
31. Loveday BP, 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.
32. Ní Mhuircheartaigh JM, Sun MR, Callery MP, Siewert B, Vollmer CM, Kane RA: Pancreatic surgery: a multidisciplinary assessment of the value of intraoperative US. *Radiology* 2013; 266: 945–955.