

Enterokliza i enterografia tomografii komputerowej – nowe metody oceny patologii jelita cienkiego

CT enteroclysis and CT enterography – new approaches to assessing pathology of the small intestine

Tomasz Lebda-Wyborny^{1,2}, Anna Barczyk², Joanna Pilch-Kowalczyk^{1,2}, Małgorzata Korzekwa^{1,2}, Dorota Sojka³, Daniel Knap^{1,2}, Jan Baron^{1,2}, Artur Pałasz⁴

¹Katedra Radiologii i Medycyny Nuklearnej, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice (Department of Radiology and Nuclear Medicine — Medical University of Silesia, Katowice, Poland)

²Zakład Radiodiagnostyki i Medycyny Nuklearnej, SP Centralny Szpital Kliniczny, Katowice (Department of Radiodiagnosics and Nuclear Medicine — Central Clinical Hospital, Katowice, Poland)

³HELIMED Diagnostic Imaging, Sp. z o.o. Sp. komandytowa

⁴Katedra i Zakład Histologii i Embriologii Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice (Department of Histology and Embryology, Medical University of Silesia, Katowice, Poland)

Streszczenie

Enterokliza i enterografia tomografii komputerowej są nowoczesnymi metodami diagnostycznymi pozwalającymi na dokładną ocenę patologii ściany jelita cienkiego z jednoczesną oceną zmian pozajelitowych i pełną oceną pozostałych narządów jamy brzusznej oraz miednicy mniejszej. Podstawowa różnica w metodyce badania między enterografią a enteroklizą polega na odmiennym sposobie podania kontrastu, w przypadku enteroklizu odbywa się to przez sondę założoną do pętli jelita cienkiego, a w czasie enterografii kontrast podawany jest doustnie. Rolą enteroklizu/enterografii jest rozpoznanie chorób zapalnych jelita cienkiego, dalsze monitorowanie aktywności tych chorób oraz ocena ich powikłań, ocena jelita cienkiego w przypadku podejrzenia choroby nowotworowej tego fragmentu przewodu pokarmowego, a także identyfikacja źródła krwawienia z jelita cienkiego. Kluczową kwestią dla poprawnej interpretacji wykonanego badania jest należyte przygotowanie pacjenta — wypełnienie pętli jelitowych roztworem negatywnego środka kontrastowego oraz dobór odpowiedniej techniki badania w zależności od danych zawartych w skierowaniu. Niezmiernie ważną rolę odgrywa doświadczenie radiologa interpretującego badanie. Pełna ocena badania obejmuje ocenę toposcanu, obrazów poprzecznych, traktowanych zawsze jako obrazy referencyjne, oraz ocenę rekonstrukcji wielopłaszczyznowych i 3D. Szczególnie enterografia w opcji tomografii komputerowej jest bezpieczną i dobrze tolerowaną przez pacjentów metodą diagnostyczną pozwalającą na zdiagnozowanie oraz monitorowanie chorób zapalnych, nowotworów i malformacji naczyń jelita cienkiego.

słowa kluczowe: enterokliza tomografii komputerowej, enterografia tomografii komputerowej, choroba Leśniowskiego-Crohna

Chirurgia Polska 2012, 14, 1–2, 69–80

Abstract

CT enteroclysis and CT enterography are modern diagnostic methods that allow a detailed assessment of the small intestine wall combined with an evaluation of extraintestinal lesions and a full examination of the remaining organs in the abdominal cavity and the pelvis. A major difference in examination methodology between enterography and enteroclysis is the different way in which a contrast medium is administered; in enteroclysis this is done through a catheter inserted into the small intestine, whereas in enterography the contrast medium is given orally. The purpose of enteroclysis/enterography is to identify inflammatory diseases of the small intestine, follow up on the progression of such diseases and assess their complications, evaluate the small intestine if this part of the gastrointestinal tract is supposed to be affected by a cancerous growth, as well as find the source of bleeding from the small intestine. A key issue for the correct interpretation that should follow the examination is to prepare the patient properly: fill intestinal loops with negative

contrast medium solution and choose the right examination technique depending on the information contained in the referral. An invariably crucial role is played by the experience of the radiologist responsible for the interpretation of the examination. A full evaluation of the examination involves assessing a topographic scan, axial images, which are always treated as reference, and multiplanar and 3D reconstructions. In particular, CT enterography is a safe and well-tolerated diagnostic method that allows the diagnosing and monitoring of inflammatory diseases, neoplasia and vascular malformations of the small intestine.

Key words: CT enteroclysis, CT enterography, Crohn's disease

Polish Surgery 2012, 14, 1-2, 69-80

Wstęp

Przez lata rozwoju diagnostyki obrazowej całościowa ocena jelita cienkiego przy użyciu endoskopii była niemożliwa. Jelito cienkie było także trudne do precyzyjnej oceny po klasycznym podaniu środka cieniującego, ze względu na nakładanie się pętli jelitowych i słabe ich rozprężenie. Dopiero wprowadzenie do powszechnego stosowania w ostatnich latach metod bazujących na wykorzystaniu nowoczesnych, wielorzędowych spiralnych skanerów tomografii komputerowej (CT, *computed tomography*), umożliwiło precyzyjną jego ocenę. Enterografia i enterokliza CT to nowoczesne metody diagnostyczne pozwalające na dwu- i trójwymiarowe odwzorowanie światła jelita cienkiego, budowy jego ściany oraz charakteru wzmocnienia po dożylnym podaniu środka cieniującego. Podstawową różnicą między enteroklizą a enterografią CT jest sposób dojelitowego podania środka cieniującego. W przypadku enteroklizu kontrast podawany jest za pomocą sondy założonej do początkowego odcinka jelita cienkiego, w przypadku enterografii kontrast podawany jest doustnie. Doustne podanie środka kontrastowego jest zdecydowanie mniej inwazyjne i lepiej tolerowane przez pacjentów, jednak uzyskuje się w ten sposób nieco gorsze rozprężenie pętli jelitowych [1].

Patologie jelita cienkiego są dużą, niejednorodną grupą schorzeń, różniącą się pod względem objawów klinicznych. Bardzo istotny jest więc dobór odpowiedniej metody diagnostycznej, która ułatwi postawienie ostatecznego rozpoznania. Najbardziej rozpowszechnione patologie jelita cienkiego to zmiany zapalne, określone jako IBD, czyli *inflammatory bowel diseases*, wśród których najczęstsze są choroba Leśniowskiego-Crohna i *colitis ulcerosa* [2]. Kolejną grupę stanowią zmiany naczyniowe, związane zarówno z niedokrwieniem, jak i z krwawieniem z przewodu pokarmowego. Najmniej liczną grupą są zmiany nowotworowe — łagodne i złośliwe.

Choroba Leśniowskiego-Crohna może objąć każdy odcinek przewodu pokarmowego, ma ona jednak predylekcję do zajęcia *ileum terminale* i początkowej części jelita grubego. Zmiany pod postacią przekrwienia błony śluzowej, owrzodzeń, pogrubienia ściany jelita czy zwężenia jego światła są bardzo dobrze widoczne w enteroklizie i enterografii CT. Badania te określają również lokalizację, rozległość i obecność powikłań pozajelitowych w przebiegu choroby [3-5].

Introduction

As diagnostic imaging was evolving over the years, no full assessment of the small intestine using endoscopy had been possible until recently. The small intestine was very difficult to assess precisely after the conventional administration of a contrast medium due to the overlapping and poor distension of intestinal loops. Its precise evaluation became possible only after methods based on the use of modern multiple-row spiral CT scanners had come into common practice in recent years. CT enterography and CT enteroclysis are modern diagnostic methods that allow two- and three-dimensional imaging of the lumen of the small intestine, its wall structure and enhancement after the intravenous administration of a contrast medium. The essential difference between CT enteroclysis and CT enterography is the way in which a contrast medium is delivered to the intestines. In enteroclysis a contrast medium is delivered using a catheter inserted into the proximal part of the small intestine, whereas in enterography it is administered orally. Although oral administration of a contrast medium is substantially less invasive and better tolerated by patients, intestinal loops become thus slightly less distended [1].

Pathologies of the small intestines are a large heterogeneous group of conditions differing in clinical signs and symptoms. Thus, it is very important to choose the right diagnostic method that will help make the final diagnosis. The most frequent pathologies of the small intestine are inflammatory lesions defined as inflammatory bowel diseases (IBDs), among which Crohn's disease and ulcerative colitis are the most prevalent [2]. Another group is vascular lesions, caused either by ischaemia or by bleeding from the gastrointestinal tract. The least numerous category is neoplastic lesions, be it benign or malignant.

Crohn's disease can affect any part of the gastrointestinal tract, but it tends to spread across the terminal ileum and the initial part of the large intestine. Changes such as hyperaemia of the mucous membrane, ulceration, thickening of the intestinal wall or narrowing of its lumen are very clearly visible in CT enteroclysis and CT enterography. These examinations also determine the location, extent and presence of extraintestinal complications during the course of the condition [3-5].

Krwawienie z przewodu pokarmowego jest częstą patologią, dotyczącą głównie starszej populacji. Wyzwaniem diagnostycznym jest tak zwane nieokreślone krwawienie (*obscure bleeding*), którego przyczyna nie jest stwierdzona w wykonanych badaniach endoskopowych. Zarówno enteroklyza, jak i enterografia CT są obiecującymi metodami mogącymi pomóc w określeniu przyczyny krwawienia, zlokalizowanego również pozajelitowo [6].

Zmiany nowotworowe jelita cienkiego, to przede wszystkim gruczolaki i gruczolakoraki, łagodne i złośliwe rakowiaki oraz guzy pochodzenia mezenchymalnego. Chłoniak jest zmianą występującą częściej w jelicie cienkim niż w obrębie okrężnicy [7].

Porównanie wartości metody z innymi metodami obrazowania jelita cienkiego

W porównaniu z klasyczną enteroklyzą RTG badanie w opcji enterografii CT nie wymaga sedacji pacjenta i założenia cewnika do dwunastnicy. W chorobach zapalnych jelit enterografia/enteroklyza umożliwia lepszą ocenę zmian ściany jelita oraz pozwala na ocenę zmian położonych poza światłem jelita (powiększenie węzłów chłonnych, naciek zapalny tkanki tłuszczowej okołojelitowej, wzmożone unaczynienie objętego procesem zapalnym fragmentu jelita) [8]. Należy zwrócić uwagę, że w enterografii CT wypełnienie pętli jelitowych negatywnym środkiem kontrastowym może nie pozwolić na pełną ocenę przetok i ropni. Dzięki zastosowaniu rekonstrukcji wielopłaszczyznowych nakładanie się na siebie poszczególnych pętli jelita nie stanowi problemu diagnostycznego w przeciwieństwie do badania klasycznego. W przypadku diagnostyki krwawienia z przewodu pokarmowego klasyczna enteroklyza nie ma praktycznego zastosowania, podczas gdy enterografia/enteroklyza CT w opcji wielofazowej, po podaniu kontrastu dożylnie (obrazowanie w fazie tętniczej i żylnowo-wrotnej) umożliwia uwidocznienie drobnych naczyń tętniczych i żylnych oraz patologii mogących być przyczyną krwawienia do przewodu pokarmowego, takich jak: malformacje naczyniowe, guzy, choroby zapalne, a wypełnione negatywnym środkiem kontrastowym światło jelita stanowi dobre tło dla zmian patologicznych [6].

Endoskopia kapsułkowa pozostaje metodą z wyboru w ocenie zmian śluzówkowych jelita cienkiego, a krwawienie z przewodu pokarmowego jest głównym wskazaniem klinicznym do tego badania (nawet do 70–80% pacjentów) [6]. Mimo wysokiej czułości w diagnozowaniu zmian błony śluzowej jelita w endoskopii kapsułkowej, enterografia/enteroklyza w chorobach zapalnych jelita pozwala na lepsze uwidocznienie całej ściany jelita oraz wnikliwszą ocenę zmian pozajelitowych towarzyszących chorobie podstawowej. Endoskopia kapsułkowa może być przeciwwskazana w przypadku podejrzenia obecności zwężenia światła jelita poniżej 1 cm, ze względu na podwyższone ryzyko niedrożności jelita [9]. Natomiast ocena jelita cienkiego w badaniu endoskopii kapsułkowej jest zalecana u pacjentów z podejrzeniem choroby Leśniowskiego-Crohna, u których nie potwierdzono rozpoznania za pomocą badania CT. Endoskopia kapsułkowa

Bleeding from the gastrointestinal tract is a frequent pathology, which mainly affects the elderly population. A diagnostic challenge is so-called obscure bleeding, the origin of which cannot be traced in endoscopic examinations. Both CT enteroclysis and CT enterography are promising techniques that can help identify the cause of bleeding, including that outside the intestines [6].

Neoplastic lesions of the small intestines comprise, above all, adenoma and adenocarcinoma, benign and malignant carcinoids and tumours of mesenchymal origin. Lymphoma occurs more frequently in the small intestine than within the colon [7].

Comparison of the method's value with other approaches to small intestine imaging

Compared with the conventional X-ray enteroclysis, a CT enterography examination does not require the patient to be sedated or any catheter to be inserted into the duodenum. In inflammatory bowel diseases enterography/enteroclysis helps better evaluate lesions in the intestinal wall and outside the intestinal lumen (swollen lymph nodes, inflammatory infiltration of circumintestinal adipose tissue, increased vascularisation in the inflamed part of the bowel) [8]. It should be noted that filling intestinal loops with a negative contrast medium in CT enterography may prevent a full assessment of fistulae and abscesses. Unlike in a conventional examination, the overlapping of individual bowel loops does not pose any diagnostic challenge owing to the use of multiplanar reconstructions. In diagnostics of bleeding from the gastrointestinal tract, conventional enteroclysis has no practical application, whereas multiphase CT enterography/enteroclysis, after intravenous administration of a contrast medium (imaging in the arterial and portal venous phases), makes it possible to see minor arterial and venous vessels and pathologies that may cause bleeding into the gastrointestinal tract, such as vascular malformations, tumours, inflammatory diseases, while the intestinal lumen filled with a negative contrast medium provides a good background for pathologic lesions [6].

Capsule endoscopy remains the method of choice for assessing lesions of the mucosa in the small intestine and bleeding from the gastrointestinal tract is a major clinical indication for this examination (even up to 70–80% patients) [6]. Although the diagnosis of changes in the intestinal mucosa is highly sensitive when using capsule endoscopy, enterography/enteroclysis in inflammatory bowel diseases makes the entire intestinal wall more visible, making the evaluation of extraintestinal lesions accompanying the underlying condition more discerning. Due to an increased risk of bowel obstruction, capsule endoscopy can be contraindicated if the intestinal lumen is supposed to be narrowed to less than 1 cm [9]. Using capsule endoscopy to evaluate the small intestine, though, is recommended for patients with suspected Crohn's disease in whom such a diagnosis has not been confirmed by a CT examination. Capsule endoscopy is

wykazuje wyższą czułość w diagnozowaniu zmian nowotworowych jelita cienkiego niż badanie radiologiczne [1].

Pacjenci z nierozpoznaną wcześniej chorobą trzewną, których dolegliwości są niespecyficzne, mogą odnieść korzyść z badania CT w postaci postawienia poprawnego rozpoznania — ze względu na typowe objawy radiologiczne choroby. Enterografia/enteroklyza CT stwarza również możliwość oceny powikłań w przebiegu choroby podstawowej i wykluczenia zwężeń pętli jelitowych uniemożliwiających wykonanie badania endoskopowego [10, 11]. W przypadku pacjentów z celiakią ograniczeniem enterografii/enteroklyzy CT jest niemożność zobrazowania subtelných zmian w błonie śluzowej (owrzodzeń) widocznych w badaniu endoskopowym.

Alternatywą dla enteroklyzy CT może być wykonanie enteroklyzy MR. Zaletą badania w opcji MR jest brak narażenia pacjentów na promieniowanie jonizujące, co ma szczególne znaczenie dla młodych pacjentów z chorobami zapalnymi jelita, którzy wymagają licznych badań kontrolnych w ciągu całego życia — co powoduje znaczną kumulację dawki. W badaniu MR istnieje możliwość lepszego zróżnicowania obrzęku błony śluzowej i podśluzowej od włóknistego pogrubienia ściany widocznych w badaniu CT, jako zmiany o niskiej gęstości [12]. Badanie MR jest jednak bardziej czasochłonne, droższe i znacznie mniej dostępne niż badanie CT. Obie metody wykazują podobną czułość w określaniu aktywności procesu zapalnego w przebiegu choroby Leśniowskiego-Crohna [13]. Obrazowanie w CT oferuje lepszą rozdzielczość przestrzenną, co zwiększa czułość diagnostyczną w wykrywaniu drobnych zmian [9, 14].

W porównaniu z enterografią/enteroklyzą CT, badanie PET (*positron emission tomography*) z zastosowaniem fluorodeoksyglukozy pozwala na zwiększenie wykrywalności segmentów objętych procesem zapalnym i umożliwia dokładniejszą ocenę aktywności procesu zapalnego u pacjentów z chorobą Leśniowskiego-Crohna [15]. Badanie PET-CT dostarcza więcej informacji o ilości zmian w jelicie cienkim i grubym niż konwencjonalna enteroklyza w połączeniu z kolonoskopią [16]. Wadą tej metody jest bardzo ograniczona dostępność oraz wysoka cena.

Zalety i wady metody

Zaletą enterografii i enteroklyzy CT jest możliwość uwidocznienia zmian pozajelitowych, które pozostają niewidoczne w klasycznych oraz endoskopowych metodach diagnostycznych [9, 17]. Zmiany pozajelitowe mogą być związane zarówno z chorobą podstawową, jak i mogą być objawem zupełnie innych, utajonych do tej pory schorzeń. Według różnych źródeł ilość zmian pozajelitowych waha się od 45 do 63% ogółu diagnozowanych pacjentów, przy czym 11–23% wykrytych zmian stanowią zmiany istotne klinicznie [18, 19]. Wśród istotnych klinicznie znalezisk pozajelitowych najczęstszymi są tętniak aorty brzusznej (o średnicy > 4 cm), patologiczna masa w nadnerczach, nerkach, wątrobie lub śledzionie, guzek w objętych zakresem badania segmentach przy-

more sensitive in diagnosing neoplastic lesions of the small intestine than X-ray examination [1].

Patients with no pre-diagnosed coeliac disease, whose complaints are non-specific, can benefit from CT examination by obtaining the correct diagnosis owing to the typical radiological manifestation of the disease. CT enterography/enteroclysis also makes it possible to assess complications in the course of the underlying condition and exclude the narrowing of intestinal loops that prevent endoscopic examination [10, 11]. In patients with coeliac disease CT enterography/enteroclysis is limited by its failure to image subtle lesions in the mucous membrane (ulceration) that are visible in endoscopic examination.

An alternative to CT enteroclysis can be MR enteroclysis. The advantage of an MR examination is not exposing patients to ionising radiation, which is of particular importance in younger patients with inflammatory bowel diseases, who need numerous follow-ups throughout their entire lives, leading to dosage accumulation. In MR examination you can more easily differentiate mucous and submucous oedema from fibrous wall thickening, which is visible in CT examination as a low-density lesion [12]. MR examination is more time-consuming, costlier and less available than CT, however. Both methods feature a similar sensitivity in determining the activity of the inflammatory process in the course of Crohn's disease [13]. CT imaging offers a better spatial resolution, which increases diagnostic sensitivity in detecting minor lesions [9, 14].

Compared with CT enterography/enteroclysis, PET examination using fluorodeoxyglucose allows one to improve the detectability of inflamed segments and enables a more detailed assessment of inflammatory activity in patients with Crohn's disease [15]. PET-CT examination delivers more information on the number of lesions in the small and large bowels than the conventional enteroclysis combined with colonoscopy [16]. A drawback of this approach is its limited availability and high cost.

Advantages and disadvantages of the method

An advantage of CT enterography and CT enteroclysis is that they show extraintestinal lesions that remain invisible in conventional and endoscopic diagnostic methods [9, 17]. Extraintestinal lesions may not only be associated with the underlying disease but may be a sign or symptom of completely different conditions that have been latent so far. According to various sources, extraintestinal lesions are prevalent in 45 to 63% of all diagnosed patients, with 11–23% of identified lesions being clinically significant [18, 19]. The most frequent extraintestinal findings include aneurysm of the abdominal aorta (measuring more than 4 cm in diameter), a pathological mass in the adrenal glands, kidneys, liver and spleen, a nodule in the basal segments of the lungs under examination, hepatic cir-

podstawnych płuc, marskość wątroby oraz wodonercze. Najczęstsze zmiany niewymagające dalszej diagnostyki lub interwencji chirurgicznej obejmują torbiele narządów mięsnych, naczyniaki wątroby, kamice pęcherzyka żółciowego, splenomegalię, stłuszczenie wątroby oraz powiększenie gruczołu krokowego. Z wczesnego wykrycia zmian pozajelitowych wypływają oczywiście liczne korzyści, w tym możliwość radykalnego leczenia, zmniejszenie śmiertelności, obniżenie kosztów terapii oraz diagnostyki dzięki wykonaniu jednej procedury (jednoczesna ocena narządów mięsnych i jelita w CT) [18, 20]. Wadą enterokliza CT, szczególnie w opcji wielofazowej, jest wysoka dawka promieniowania [21]. W przeciwieństwie do badania klasycznego, które jest badaniem dynamicznym, nie można ocenić zaburzeń czynnościowych pracy jelita oraz ocenić na bieżąco stopnia wypełnienia pętli jelitowych środkiem kontrastowym [22, 23].

Obraz prawidłowo wypełnionych pętli jelitowych w enterografii CT przedstawia rycina 1.

Wskazania i przeciwwskazania

Podstawowe wskazania do wykonania enterokliza lub enterografii CT ujęte są w tabeli I.

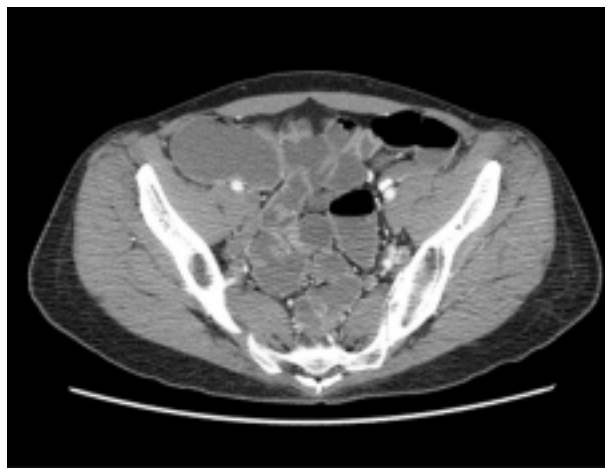
Enterokliza i enterografia CT to badania bezpieczne, potencjalne powikłania mogą oczywiście obejmować następstwa zastosowania promieniowania jonizującego, mogą być związane z dożylnym podaniem środka cieniującego oraz bardzo rzadko z dojelitowym podaniem środka cieniującego [24]. Prawdopodobieństwo wystąpienia powikłań można radykalnie ograniczyć, stosując się do przeciwwskazań do wykonania takiego badania (tab. II).

Zmiany i objawy charakterystyczne dla poszczególnych jednostek chorobowych:

Wysoka czułość oraz specyficzność enterokliza i enterografii CT wynikają, między innymi, z możliwości uwi-

rhosis and hydronephrosis. The most frequent lesions that require no further diagnostics or surgical intervention include cysts in the parenchymal organs, hepatic angiomas, cholelithiasis, splenomegaly, hepatic steatosis and benign prostatic hyperplasia. Early detection of extraintestinal lesions obviously brings many advantages, including the possibility of radical treatment, reduced mortality, lower treatment costs and one-stop diagnostics (CT examines the bowels and parenchymal organs simultaneously) [18, 20]. A drawback of CT enteroclysis, particularly in its multiphase option, is its high dose of radiation [21]. Unlike in a conventional examination, which is dynamic, one cannot evaluate functional impairment of the bowel and constantly monitor the filling of intestinal loops with a contrast medium [22, 23].

Image of properly filled intestinal loops in CT enterography is presented on Figure 1.



Rycina 1. Obraz prawidłowo wypełnionych pętli jelitowych w enterografii CT — płaszczyszna poprzeczna, strzałkowa i czołowa

Figure 1. Image of properly filled intestinal loops in CT enterography — axial, sagittal and coronal planes

Tabela I. Wskazania do wykonania enterokliza lub enterografii CT
Table I. Indications for CT enteroclysis or CT enterography

Podjęzienie choroby Leśniowskiego-Crohna/Suspicion of Crohn's disease
Ocena aktywności choroby Leśniowskiego-Crohna/Evaluation of Crohn's disease activity
Ocena powikłań choroby Leśniowskiego-Crohna/Assessment of Crohn's disease complications
Ocena powikłań wrzodziejącego zapalenia jelita grubego oraz celiakii/Assessment of ulcerative colitis and coeliac disease complications
Podjęzienie guza jelita cienkiego — optymalna radiologiczna metoda obrazowania/Suspicion of small intestinal tumour — optimal X-ray imaging
Krwawienie z przewodu pokarmowego w przypadku negatywnego badania endoskopowego/Bleeding from the gastrointestinal tract in negative endoscopy
Ocena istotnych zwężeń pętli jelitowych przed wykonaniem endoskopii kapsułkowej/Assessment of major intestinal loop narrowings before capsule endoscopy
Niespecyficzne dolegliwości ze strony jamy brzusznej mogące występować w przebiegu celiakii/Non-specific complaints from the abdominal cavity that might occur in the course of coeliac disease
Ocena zajęcia jelita cienkiego w przypadku podejrzenia wrzodziejącego zapalenia jelita/Evaluation of how much the small intestine is affected by suspected ulcerative colitis
Podjęzienie niedokrwienia krezki — ocena dotyczy wybranej podgrupy pacjentów z niespecyficznymi objawami klinicznymi, badanie wykonywane jest wielofazowo po dożylnym podaniu kontrastu Suspicion of mesenteric ischaemia — the evaluation relates to a selected subgroup of patients with non-specific clinical signs and symptoms; it is a multiphase examination preceded by intravenous administration of contrast medium

Tabela II. Przeciwwskazania bezwzględne i względne do wykonania enteroklizy CT

Table II. Absolute and relative contraindications for CT enteroclysis

<p>Przeciwwskazania bezwzględne/Absolute contraindications Ciąża/Pregnancy Brak zgody pacjenta na badanie/Withdrawal of patient consent</p>
<p>Przeciwwskazania względne/Relative contraindications Niedrożność przewodu pokarmowego/Gastrointestinal tract obstruction Uczulenie na jodowy środek kontrastowy/Allergy to iodine contrast agent Niewydolność nerek/Renal failure</p>

docznienia charakterystycznych dla poszczególnych jednostek chorobowych objawów radiologicznych.

W chorobie Leśniowskiego-Crohna zmiany w obrębie pętli jelitowych są nieciągłe oraz asymetryczne — zajmują głównie ścianę od strony krezki. Przekrwienie ściany z jej pogrubieniem (> 3 mm, śr. 11 mm) często widoczne jest jako objaw tarczy (przekrwienie błony śluzowej i błony mięśniowej właściwej oraz widoczna między nimi hipodensyjna błona podśluzowa). Obecność objawu tarczy świadczy o procesie aktywnym, dlatego że w fazie przewlekłej (bliznowaciejącej) choroby warstwowość jelita jest często zatarta [5]. Kolejnym objawem jest objaw grzebienia, czyli wzmożone unaczynienie zmienionego zapalnie fragmentu jelita w aktywnej fazie choroby [25]. Wykazano korelację obecności tego objawu z podwyższonym stężeniem białka C-reaktywnego [1]. Typowym objawem jest obecność zwężenia jelita cienkiego, z możliwym prestenotycznym poszerzeniem. Dodatkowo można spotkać międzypętlowy przerost włóknisto-tłuszczowy oraz powiększenie węzłów chłonnych (węzły chłonne ulegają wzmocnieniu po podaniu kontrastu w fazie aktywnej choroby). Reasumując, enteroklizja CT jest wydajnym narzędziem nie tylko dla rozpoznawania choroby Leśniowskiego-Crohna (czułość 84%, swoistość 95%), ale także oceny aktywności procesu zapalnego (objaw tarczy, objaw grzebienia, wzmocnienie po dożylnym podaniu środka cieniującego krezkowych węzłów chłonnych) [26–28].

W przypadku celiakii (choroby trzewnej) w enteroklizje CT widoczna jest zmiana proporcji liczby fałdów na jednostkę długości jelita cienkiego — zmniejszenie liczby fałdów jelita czczego oraz wzrost liczby fałdów jelita krętego — tak zwana ileizacja jelita czczego i jejunizacja jelita krętego [1, 10]. Dodatkowo mogą być widoczne następujące objawy: pogrubienie ściany jelita cienkiego, zwiększona liczba małych naczyń krezki, poszerzenie światła tętnicy krezkowej i żyły wrotnej, stłuszczenie wątroby oraz powiększenie węzłów chłonnych.

Wrzodziejące zapalenie jelita (CU, *colitis ulcerosa*), to choroba obejmuje jelito w sposób ciągły, symetryczny i koncentryczny — począwszy od odbytnicy. Dotyczy ona głównie jelita grubego, ale przez ciągłość może obejmować końcowy odcinek jelita cienkiego. W enteroklizje CT można się spodziewać następujących objawów: miernego stopnia pogrubienie ściany (mniej wyrażone niż w chorobie Leśniowskiego-Crohna, śr. 8 mm), wygładzenie haustracji oraz poszerzenie przestrzeni przedkrzyżowej związane z przerostem tłuszczowo-włóknistym. W aktywnej fazie choroby na ogół widoczny jest objaw tarczy [29].

Indications and contraindications

Major indications for CT enteroclysis or CT enterography are summarised in Table I.

CT enteroclysis and CT enterography are safe examinations; potential complications can certainly include the consequences of using ionising radiation, they can be associated with intravenous administration of a contrast medium and very seldom with intrainestinal administration of a contrast medium [24]. The likelihood of complications can be dramatically reduced by following the contraindications for such an examination (Tabl. II).

Lesions, signs and symptoms typical of individual medical conditions

The high sensitivity and specificity of CT enteroclysis and CT enterography derive, among other things, from the possibility of viewing radiological signs and symptoms that are inherent in individual medical conditions.

In Crohn's disease lesions occurring within intestinal loops are non-continuous and asymmetrical: they mostly affect the wall from the mesentery. Hyperaemia of the wall combined with its thickening (up to more than 3 mm, 11 mm on average) is often visible as a target sign (hyperaemia of the mucous membrane and muscularis mucosae and the hypodense submucous membrane that can be seen between them). The presence of a target sign implies that the process is active because in the chronic (cicatricial) phase of the condition the stratification of the bowel is often obscured [5]. Another sign would be a comb sign — increased vascularisation of the inflammatorily altered part of the bowel in the active phase of disease [25]. Moreover, it has been demonstrated that this sign is correlated with increased C-reactive protein levels [1]. A typical sign is small intestinal stenosis, including possible prestenotic dilatation. In addition, one can find fibroadipose interloop hypertrophy and lymphadenomegaly (the lymph nodes become enhanced after administration of contrast medium in the active phase of disease). To sum up, CT enteroclysis is an efficient tool not only for diagnosing Crohn's disease (sensitivity: 84%, specificity: 95%), but also for evaluating the activity of the inflammatory process (target sign, comb sign, enhancement of the mesenteric lymph nodes after intravenous administration of a contrast medium) [26–28].

In coeliac disease CT enteroclysis shows a change in the ratio of folds per unit length of the small intestine: a decrease in the number of jejunal folds and an increase in the number of ileal folds, the so-called ileisation of the jejunum and jejunisation of the ileum [1, 10]. In addition, the following signs can be visible: a thickening of the small intestinal wall, an increased number of small mesenteric vessels, a dilated lumen of the mesenteric artery and portal vein, a fatty liver and lymphadenomegaly.

Ulcerative colitis (*colitis ulcerosa*, UC) is a disease that spreads across the bowel in a continuous, symmetrical and concentric way, starting from the rectum. It mainly affects

Oceniając krwawienie z przewodu pokarmowego, na ogół w pierwszym rzędzie wykonuje się endoskopię kapsułkową, jednakże diagnostyka CT jest metodą pierwszego rzutu, kiedy zachodzi podejrzenie towarzyszącego upośledzenia drożności przewodu pokarmowego. W przypadku negatywnego badania endoskopowego dwufazowa enterokliza CT z wykonaniem rekonstrukcji naczyniowych może być przydatna w postawieniu rozpoznania. Obraz radiologiczny zależy oczywiście od przyczyny krwawienia (guz, owrzodzenie np. polekowe, malformacja naczyniowa, uchyłkowatość, przetoki aortalno-jelitowe). Najczęstszą przyczyną krwawienia utajonego krwawienia są angiodyspazje, czyli poszerzenie i zwiększenie przepływu w obrębie śluzówkowych i/lub podśluzówkowych żył ścian jelita. Większość angiodyspazji w obrębie jelita cienkiego lokalizuje się w dwunastnicy [6, 30].

Kolejną szeroką grupą chorób będących wskazaniem do wykonania enterokliza CT są guzy jelita cienkiego. Najczęstszym nowotworem jelita cienkiego jest rakowiak, zajmujący najczęściej okolicę krętniczo-kątniczą i wyrostek robaczkowy. W początkowej fazie rozwoju rakowiak może być widoczny jako krótkoodcinkowe pogrubienie ściany jelita (co może naśladować chorobę Leśniowskiego-Crohna) [1], ale może również przyjmować postać polipowatą lub postać zmiany torbielowatej. Cechą charakterystyczną guzów neuroendokrynnych (do których należy rakowiak) jest intensywne wzmocnienie po dożylnym podaniu kontrastu, zwłaszcza w fazie tętnicznej. Ta cecha umożliwia wykrycie nawet bardzo małych guzów (niewidocznych w innych metodach diagnostycznych), które mimo niewielkiego rozmiaru dają istotne objawy związane z nadprodukcją danego hormonu. Ponadto typowe objawy radiologiczne w przypadku rakowiaka obejmują obecność zwapnień — w około 70% przypadków oraz reakcję desmoplastyczną w przypadku rozprzestrzeniania się w obręb krezki. Gruczolakorak przeważnie jest zlokalizowany w proksymalnym odcinku jelita cienkiego [7], zwykle jest widoczny jako pojedyncza masa ogniskowa ostro odgraniczona od otoczenia, powodująca pogrubienie ściany i zwężenie światła jelita. Wzmocnienie po podaniu kontrastu może być homogenne lub heterogenne, natomiast rzadko powoduje on obecność reakcji desmoplastycznej. Chłoniak najczęściej jest zlokalizowany w jelicie krętym, charakterystyczne jest wielogniskowe zajęcie długich fragmentów jelita oraz obecność zmian guzowatych i/lub rozległych ekscentrycznych lub okrężnych nacieków. Typowe dla chłoniaka jest słabe wzmocnienie po dożylnym podaniu kontrastu oraz wyraźne powiększenie węzłów chłonnych, mających tendencję do zlewania się w pakiety. Ostatnią, istotną statystycznie grupą nowotworów występujących w jelicie cienkim są GIST – guzy podścieliska przewodu pokarmowego. Zmiana ta najczęściej widoczna jest jako egzofityczna, bogato unaczyniona masa podśluzówkowa, z towarzyszącym owrzodzeniem [31, 32].

Kolejną grupą wskazań jest podejrzenie niedokrwienia krezki — klasycznym objawem w badaniu CT jest uwidocznienie skrzepliny w tętnicach krezkowych lub rzadziej w żyłach krezkowej, co jest dowodem wprost na istnienie niedokrwienia. Dodatkowe objawy radiologiczne sugerujące obecność niedokrwienia obejmują obrzęk

the colon, but due to its continuity, can also encroach on the terminal part of the small intestine. In CT enteroclysis one can expect the following signs: moderate wall thickening (less expressed than in Crohn's disease, 8 mm on average), haustral smoothening and dilation of the presacral space associated with fibroadipose hypertrophy. In the active phase of the disease, a target sign usually can be observed [29].

The first thing which is usually done when evaluating bleeding from the gastrointestinal tract is a capsule endoscopy, but CT diagnostics are a first-choice method when concomitant obstruction of the gastrointestinal tract is suspected. In negative endoscopy it can be advisable to make a diagnosis using dual-phase CT enteroclysis with vascular reconstructions. The radiological image certainly depends on the cause of bleeding (tumour, ulceration. e.g. drug-induced, vascular malformation, diverticulosis, aortointestinal fistulae). The most frequent cause of concealed bleeding is angiodyspasia, i.e. dilation and increased flow within the mucous and/or submucous veins of the intestinal walls. Within the small intestine angiodyspasia is mostly located in the duodenum [6, 30].

Another broad group of diseases that provide indication for CT enteroclysis is small intestinal tumours. The most frequent neoplasm of the small intestine is carcinoid, which mostly affects the ileocaecal region and the appendix. Although in its initial development phase, carcinoid can be visible as a short-segment thickening of the intestinal wall (which can imitate Crohn's disease) [1], it can also assume polypous or cystic form. A characteristic feature of neuroendocrine tumours (to which carcinoid belongs) is their intense enhancement after the intravenous administration of a contrast medium, especially in the arterial phase. This trait enables one to detect even very small tumours (invisible to other diagnostic methods), which despite their small dimensions produce significant symptoms associated with the overproduction of a specific hormone. In addition, for carcinoid typical radiological signs extend to the presence of calcifications in about 70% of cases and desmoplastic reaction when spreading into the mesentery. Adenocarcinoma is mostly located in the proximal part of the small intestine [7]; it is usually visible as a single focal mass sharply separated from the surroundings which thickens the wall and narrows the lumen of the bowel. After administration of a contrast medium enhancement can be homogeneous or heterogeneous, but it seldom leads to the presence of desmoplastic reaction. Lymphoma is most often located in the ileum; it is characterised by multi-focal spread across long portions of the bowel and the presence of tumour-like lesions and/or extensive eccentric or circular infiltrations. Poor enhancement after intravenous administration of a contrast medium and distinct lymphadenomegaly tending to merge into packages are typical of lymphoma. The last statistically-significant group of neoplasms occurring in the small intestine is gastrointestinal stromal tumours (GISTs). This lesion is most often visible as exophytic tumours richly vascularised with submucous mass and accompanied by ulceration [31, 32].

kręzki, odcinkowe pogrubienie ściany jelita z intensywnym wzmocnieniem błony śluzowej oraz poszerzenie pętli jelitowej objętej niedokrwieniem [9]. W późnej fazie może dojść do odmy śródściennej, co prowadzi do obecności powietrza w żyłce kręzkowej, żyłce wrotnej oraz jej odgałęzieniach wewnątrzwątrobowych. Jest to późny objaw jednoznacznie świadczący o martwicy niedokrwionej pętli jelitowej i jednocześnie niezawodny marker konieczności pilnego zabiegu operacyjnego [33].

Objawy radiologiczne najczęściej diagnozowanych chorób w enterografii CT przedstawione są na rycinach 2–6.

Metodyka badania i jego oceny

Badanie CT jelita cienkiego może być wykonywane w dwóch wariantach, jako enterokliza CT (kontrast jest podawany pompą automatyczną przez sondę wprowadzoną za zagięcie dwunastniczo-czcze z prędkością ok. 200 ml/min) oraz enterografia CT (kontrast podawany

Another group of indications is the suspicion of mesenteric ischaemia: a classic sign in a CT examination is the visualisation of coagulation in the mesenteric arteries, or less often in the mesenteric vein, which directly proves the existence of ischaemia. Additional radiological signs that suggest the existence of ischaemia include mesenteric oedema, segmental thickening of the intestinal wall with intense enhancement of the mucous membrane and ischaemic intestinal loop dilation [9]. Intramural pneumatosis can occur subsequently, resulting in the presence of air in the mesenteric vein, the portal vein and its intrahepatic branches. It is a late sign that clearly proves ischaemic necrosis of the intestinal loop, being a reliable marker of the need to perform urgent surgery [33].

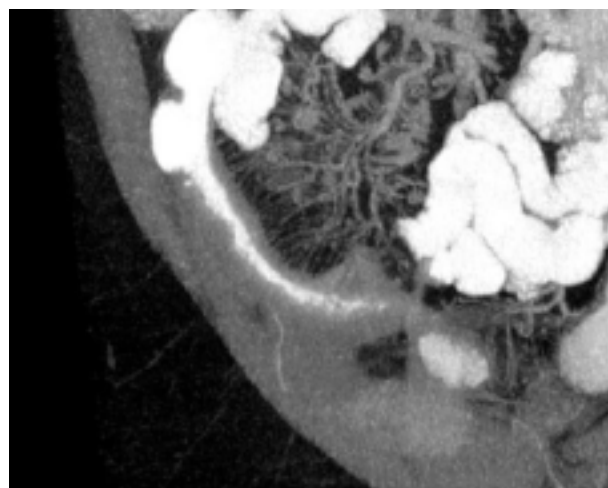
Radiological features of most common symptoms in CT enterography are presented on Figures 2–6.



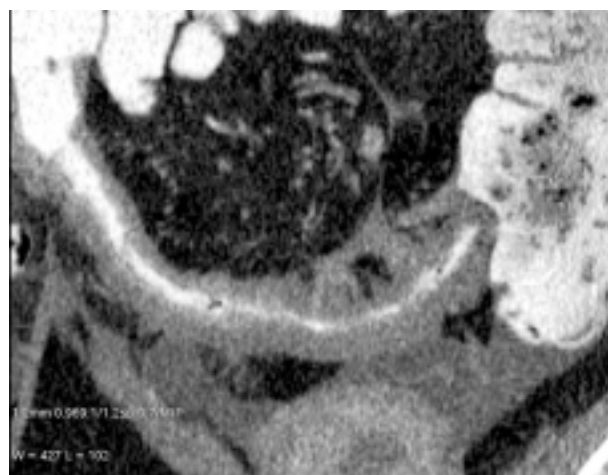
Rycina 2. Zmieniona zapalnie pętla jelitowa w przebiegu choroby Leśniowskiego-Crohna
Figure 2. Inflammatorily altered intestinal loop in the course of Crohn's disease



Rycina 3. Guz kątnicy
Figure 3. Caecal tumour



Rycina 4. Zwężona pętla jelitowa w przebiegu choroby Leśniowskiego-Crohna. Widoczny objaw grzebienia
Figure 4. Narrowed intestinal loop in the course of Crohn's disease. Comb sign visible



Rycina 5. Zwężona pętla jelitowa w przebiegu choroby Leśniowskiego-Crohna — rekonstrukcja po krzywej
Figure 5. Narrowed intestinal loop in the course of Crohn's disease — curved reconstruction



Rycina 6. Zwężona pętla jelitowa w przebiegu choroby Leśniowskiego-Crohna. Widoczne powikłanie pod postacią wytworzenia przetoki pomiędzy jelitem cienkim i grubym

Figure 6. Narrowed intestinal loop in the course of Crohn's disease. Visible complication in the form of fistula development between the small and large intestines

doustnie) — badanie lepiej tolerowane przez pacjentów oraz wymagające minimalnej współpracy ze strony pacjenta. Skuteczność badania podnosi opróżnienie jelita — dieta bezresztkowa i płyny wieloelektrolitowe oraz podanie środków rozkurczających jelito (zwykle 1 ml Buscopanu dożylnie bezpośrednio przed badaniem), co ułatwia rozciągnięcie pętli kontrastem podawanym do światła przewodu pokarmowego [1, 34].

Metodyka przygotowania do badania oraz przeprowadzenia badania różni się między ośrodkami [1, 9, 17, 22, 24, 30, 33], zazwyczaj obejmuje zalecenie stosowania diety płynnej, bezresztkowej w dniu poprzedzającym badanie. W ośrodku autorów niniejszej pracy stosowana jest następująca procedura wykonania i analizy badania: pacjent w dniu badania pozostaje na czczo, 50 minut przed badaniem otrzymuje do wypicia 1150 ml wodnego roztworu laktulozy, w tym 900 ml wody i 250–300 ml syropu o stężeniu 2,5 g/5 ml. Pacjent przyjmuje płyn doustnie, wypijając 250 ml co 10 minut. Badanie wykonywane jest u pacjenta leżącego na wznak. Bezpośrednio po ułożeniu pacjenta na stole należy założyć wkłucie do żyły odłokciowej — igła 1,0–1,2. Zakres badania powinien obejmować obszar od zarysu kopuły przepony do górnego zarysu spojenia łonowego. Badanie przed dożylnym podaniem środka cieniującego wykonywane jest warstwą 5 mm, interwał 5 mm. Kolejne skanowanie odbywa się po dożylnym podaniu rozpuszczalnego w wodzie środka cieniującego, jonowego lub niejonowego w ilości 1,2 ml/kg m.c. Prędkość podawania kontrastu 2,5–3 ml/s. Skanowanie następuje w 50.–55. sekundzie od początku podawania kontrastu. Grubość warstwy w trakcie skanowania po dożylnym podaniu kontrastu 1,25–2,5 mm. Napięcie lampy standar-

Methodology and evaluation of the examination

A CT examination of the small intestine can be performed in the two variants: as CT enteroclysis (a contrast medium is delivered using an automatic pump through a catheter inserted beyond the duodenojejunal flexure with an estimated flow rate of 200 ml/min) and CT enterography (contrast medium is administered orally), which is better tolerated and requires minimal cooperation from the patient. The examination can be made more efficient by emptying of the bowel, a no-residue diet, saline solutions and the administration of spasmolytics (usually 1 ml of Buscopan intravenously immediately prior to the examination), which makes it easier to distend the loop with the contrast medium delivered to the lumen of the gastrointestinal tract [1, 34].

The methodology of preparing and performing the examination varies between centres [1, 9, 17, 22, 24, 30, 33]: it usually includes indication for the use of a liquid no-residue diet on the day preceding the examination. Our centre uses the following procedure to conduct and analyse the examination: on the day of the examination the patient remains with an empty stomach; 50 minutes prior to the examination they receive to drink 1150 ml of an aqueous lactulose solution, of which 900 ml is water and 250–300 ml syrup with a concentration of 2.5 g/5 ml. The patient takes the fluid orally, drinking 250 ml every ten minutes. The patient is examined in the supine position. Immediately after putting the patient on the table a catheter is inserted into the basilic vein (needle 1.0–1.2). The examination should cover the area from the outline of the diaphragm domes to the upper outline of the pubic symphysis. Before the intravenous administration of a contrast medium the examination is performed using a 5 mm layer and a 5 mm interval. Another scan is carried out after the intravenous administration of a water-soluble ionising or non-ionising contrast agent in the amount of 1.2 ml/kg of body weight. The administration rate of the contrast medium equals to 2.5–3 ml/s. Scanning is started 50–55 seconds after the beginning of contrast medium administration while the layer thickness during scanning after intravenous administration of the contrast medium equals to 1.25–2.5 mm. The lamp voltage is usually set to 120kV and mAs are selected automatically. Depending on the indication, intestinal loops are filled with either a negative or positive contrast medium. Major indications for the administration of individual types of contrast medium are shown in Tables III and IV:

A full assessment of the examination includes a preliminary analysis of axial scans and the production of secondary reconstructions. Contemporary CT scanners are capable of achieving practically isotropic resolution and one can produce reconstructions in any plane (coronal, sagittal and at any oblique) with a quality similar to that of native CT images. In addition, one can produce, if necessary, maximum intensity projection (MIP) reconstructions for enhanced visualisation of vascularisation, 3D reconstructions to

Tabela III. Wskazania do wypełnienia jelit negatywnym kontrastem

Table III. Indications for filling the bowels with a negative contrast medium

Ocena zmian śródściennych/ <i>Evaluation of intramural lesions</i>
Podjęzrenie nieprawidłowego unaczynienia ściany — aktywne zmiany zapalne, niedokrwienie i malformacje naczyniowe <i>Suspicion of inadequate wall vascularisation</i> — <i>active inflammatory lesions, ischaemia and vascular malformations</i>
Guzy i polipy, zwłaszcza bogato unaczynione (<i>carcinoid</i> , przerzuty czerniaka) <i>Tumours and polyps, especially richly vascularised (carcinoid, melanoma metastasis)</i>
Powiększenie węzłów chłonnych/ <i>Lymphadenomegaly</i>

Tabela IV. Wskazania do wypełnienia jelit pozytywnym kontrastem

Table IV. Indications for filling the bowels with a positive contrast medium

Utrwalone zwężenie światła jelita/ <i>Fixed stenosis of the intestinal lumen</i>
Poszukiwanie przerwania ciągłości ściany jelita, przetok międzyjelitowych i zewnętrznych- <i>Scanning the continuity of intestinal wall, presence of enteroenteric and external fistulae</i>
Ocena ropni międzyjelitowych/ <i>Evaluation of interloop abscesses</i>

dowo ustawione jest na 120kV, a dobór mAs pozostaje automatyczny. W zależności od wskazania stosuje się wypełnienie pętli jelitowych kontrastem negatywnym lub pozytywnym. Podstawowe wskazania do podania poszczególnych rodzajów kontrastu zawarte są w tabelach III i IV.

Pełna ocena badania obejmuje wstępną analizę skanów osiowych oraz wykonanie wtórnych rekonstrukcji. Współczesne skanery CT umożliwiają uzyskanie praktycznie izotropowej rozdzielczości, czyli można wykonać rekonstrukcję w dowolnej płaszczyźnie (wieńcowej, strzałkowej i dowolnej skośnej) o jakości zbliżonej do natywnych obrazów CT. Dodatkowo w razie potrzeby można wykonać rekonstrukcje MIP (*maximum intensity projection*) — dla lepszego uwidocznienia unaczynienia, rekonstrukcje typu 3D — przykładowo dla wizualizacji polipa w świetle jelita oraz rekonstrukcje po krzywej — dla pokazania całości zwężonej pętli jelitowej.

Przyczyny błędów w wykonaniu i oceny procedury

Mimo bezspornej wyższości badań radiologicznych nad endoskopią pod względem możliwości oceny całej jelita cienkiego, nieinwazyjności oraz krótszego czasu badania, to jak każde badanie, zarówno enteroklyza, jak i enterografia CT są obciążone ryzykiem popełnienia błędu. Najczęstsze przyczyny błędów to problemy z prawidłową interpretacją uzyskanych obrazów diagnostycznych, co zazwyczaj wynika z niepełnego rozciągnięcia pętli jelitowych oraz z nierównego ich wypełnienia środkiem kontrastowym, przy czym znacząco częściej problemy tego typu dotyczą pętli jelita czczego [3]. Problemem interpretacyjnym są także zmiany zlokalizowane w obrębie błony śluzowej i podśluzowej. Ze względu na możliwość podania negatywnego lub pozytywnego środka kontrastowego do badania, w przypadku podejrzenia zmian śródściennych wskazane jest podanie kontrastu negatywnego, co ułatwia ich rozpoznanie.

show, for example, a polyp in the bowel lumen and curved reconstructions to view the whole of a narrowed intestinal loop.

Causes of errors in the execution and evaluation of the procedure

Although radiological examinations are unquestionably superior to endoscopy in terms of the possibility to evaluate the entire small intestine, non-invasiveness and shorter examination times, both CT enteroclysis and CT enterography is burdened, as every other examination, with the risk of committing an error. The most frequent causes of errors are problems with the correct interpretation of diagnostic images, which is usually due to the insufficient expansion and irregular filling of intestinal loops with a contrast medium, with such problems relating significantly more often to jejunal loops [3]. An interpretative problem is also lesions located within the mucous and submucous membranes. As both a negative and positive contrast medium can be used for the examination, it is recommended to administer a negative contrast agent if intramural lesions are suspected in order to make their diagnosis easier.

Another issue affecting the evaluation of the examination is peristaltic and respiratory artefacts, which, in multiple-row CT units with quick scanning of the entire abdominal cavity and pelvis, has been substantially eliminated as a problem [35]. To prevent a significant contraction of the bowels and for the better tolerance of the examination, it is recommended to administer spasmolytics intravenously [1, 9, 22, 24]. Causes of the most frequent errors in interpreting the examination are shown in Table V.

Prospects for the development of the method

As every other discipline of imaging diagnostics, both CT enteroclysis and CT enterography are also subject to development and continuous improvement. Contemporary multiple-row scanners have already ensured perfect image quality and virtually isometric resolution in any imaging plane for some time [35]. Nowadays, technical progress in this field is mainly directed at reducing

Tabela V. Przyczyny najczęstszych błędów w interpretacji enteroklyzy i enterografii CT

Table V. Causes of the most frequent errors in the interpretation of CT enteroclysis and CT enterography

Zapadnięte lub nierozciągnięte pętli jelitowe/ <i>Collapsed or contracted intestinal loops</i>
Nierównomierne wypełnienie światła jelita przez środek kontrastowy <i>Intestinal lumen irregularly filled with contrast medium</i>
Artefakty spowodowane perystaltyką oraz ruchami oddechowymi <i>Artefacts caused by peristaltic or respiratory motion</i>
Zmiany zlokalizowane wyłącznie w obrębie błony śluzowej i podśluzowej mogą być pominięte przy podaniu pozytywnego kontrastu / <i>Lesions located only within the mucous and submucous membranes can be omitted when positive contrast medium is used</i>

Kolejną kwestią wpływającą na ocenę badania są ruchy perystaltyczne i oddechowe, które zasadniczo zostały wyeliminowane jako problem w przypadku wielorządowych aparatów CT z szybkim skanowaniem całej objętości jamy brzusznej i miednicy [35]. Jako profilaktyka wystąpienia istotnego skurczu jelit oraz dla lepszej tolerancji badania zalecane jest podanie spazmolytyków doustnie [1, 9, 22, 24]. Przyczyny najczęstszych błędów w interpretacji badania zawarto w tabeli V.

Perspektywy rozwoju metody

Jak każda dziedzina nowoczesnej diagnostyki obrazowej, także i techniki enterokliza i enterografii CT rozwijają się i podlegają stałym ulepszeniom. Współczesne skanery wielorządowe zapewniają już od jakiegoś czasu doskonałą jakość uzyskiwanych obrazów oraz praktycznie izometryczną rozdzielczość w każdej płaszczyźnie obrazowania [35]. Aktualnie postęp techniczny w tej dziedzinie ukierunkowany jest głównie na zmniejszenie dawki promieniowania. Należy pamiętać, że większość pacjentów poddawanych temu badaniu, którzy chorują na zapalne choroby jelit, to pacjenci młodzi, ponadto potencjalnie wymagający wielokrotnego powtarzania badań radiologicznych, ze względu na przebieg schorzenia podstawowego. Dlatego szczególnie istotne jest takie ustawienie parametrów badania, aby dawka promieniowania jonizującego pochłoniętego przez pacjenta była jak najmniejsza. Z drugiej strony wiadomo, że wielkość dawki promieniowania jest proporcjonalna do jakości uzyskiwanych obrazów. W celu uzyskania obrazów diagnostycznych dobrej jakości przy zachowaniu niskiej dawki promieniowania producenci sprzętu zaadoptowali mechanizm automatycznej kontroli dawki, który płynnie reguluje prąd lampy RTG w zależności od stopnia pochłaniania promieniowania przez ciało pacjenta — co zależy z kolei od rozmiaru ciała, kształtu okolicy anatomicznej, a nawet od pozycji lampy w stosunku do ciała pacjenta [36, 37]. Kolejnym kierunkiem rozwoju jest aktualnie implementacja algorytmów iteracyjnych rekonstrukcji danych surowych, która pozwala na zmniejszenie dawki nawet o 40%, przy zachowaniu wymaganej skuteczności diagnostycznej [21].

Piśmiennictwo (References)

1. Paulsen SR, Huprich JE, Fletcher JG *et al.* CT enterography as a diagnostic tool in evaluating small bowel disorders: review of clinical experience with over 700 cases. *Radiographics* 2006; 26: 641–657.
2. Gore RM, Balthazar EJ, Ghahremani GG, Miller FH. CT features of ulcerative colitis and Crohn's disease. *Am J Roentgenol.* 1996; 167: 3–15.
3. Albert JG. Small bowel imaging in managing Crohn's disease patients. *Gastroenterol Res Pract.* 2012; 2012: 502198.
4. Furukawa A, Saotome T, Yamasaki M *et al.* Cross-sectional imaging in Crohn disease. *Radiographics* 2004; 24: 689–702.
5. Gatta G, Di Grezia G, Di Mizio V *et al.* Crohn's disease imaging: a review. *Gastroenterol Res Pract.* 2012; 2012: 816920.

the dose of radiation. It should be kept in mind that the majority of patients undergoing this examination who suffer from inflammatory bowel diseases are young people in whom radiological examinations have to be potentially repeated, as well as due to the development of their underlying condition. Therefore, it is of paramount importance to set the parameters of the examination so as to keep the ionising radiation dosage absorbed by the patient at the lowest possible levels. On the other hand, it is known that radiation dosage is proportional to image quality. To obtain diagnostic images of good quality while maintaining low radiation dosage, equipment manufacturers have adopted an automatic dosage control device that seamlessly adjusts the X-ray lamp current depending on how much radiation is absorbed by the body of the patient, which, in turn, depends on body size, shape of the anatomic region concerned and even the position of the lamp towards the body of the patient [36, 37]. Another current direction of development is the implementation of iterative algorithms for raw data reconstructions, which enables one to reduce the dosage by even as much as 40% while maintaining the required diagnostic efficiency [21].

6. Graça BM, Freire PA, Brito JB, Ilharco JM, Carvalho VM, Caseiro-Alves F. Gastroenterologic and radiologic approach to obscure gastrointestinal bleeding: how, why, and when? *Radiographics* 2010; 30: 235–252.
7. Gourtsoyiannis N, Makó E. Imaging of primary small intestinal tumours by enteroclysis and CT with pathological correlation. *Eur Radiol.* 1997; 7: 625–642.
8. Hara AK, Alam S, Heigh RI, Gurudu SR, Hentz JG, Leighton JA. Using CT enterography to monitor Crohn's disease activity: a preliminary study. *Am J Roentgenol.* 2008; 190: 1512–1516.
9. Elsayes KM, Al-Hawary MM, Jagdish J, Ganesh HS, Platt JF. CT enterography: principles, trends, and interpretation of findings. *Radiographics* 2010; 30: 1955–1970.
10. Lomoschitz F, Schima W, Schober E, Turetschek K, Kaider A, Vogelsang H. Enteroclysis in adult celiac disease: diagnostic value of specific radiographic features. *Eur Radiol.* 2003; 13: 890–896.
11. Soyer P, Boudiaf M, Fargeaudou Y *et al.* Celiac disease in adults: evaluation with MDCT enteroclysis. *Am J Roentgenol.* 2008; 191: 1483–1492.
12. Gourtsoyiannis N, Papanikolaou N, Grammatikakis J, Papamastorakis G, Prassopoulos P, Roussomoustakaki M. *Eur Radiol.* Assessment of Crohn's disease activity in the small bowel with MR and conventional enteroclysis: preliminary results. 2004; 14: 1017–1024.
13. Siddiki HA, Fidler JL, Fletcher JG *et al.* Prospective comparison of state-of-the-art MR enterography and CT enterography in small-bowel Crohn's disease. *Am J Roentgenol.* 2009; 193: 113–121.
14. Schmidt S, Lepori D, Meuwly JY *et al.* Prospective comparison of MR enteroclysis with multidetector spiral-CT enteroclysis: interobserver agreement and sensitivity by means of „sign-by-sign” correlation. *Eur Radiol.* 2003; 13: 1303–1311.
15. Groshar D, Bernstine H, Stern D *et al.* PET/CT enterography in Crohn disease: correlation of disease activity on CT enterography with 18F-FDG uptake. *J Nucl Med.* 2010; 51: 1009–1014.

16. Das CJ, Makharia G, Kumar R *et al.* PET-CT enteroclysis: a new technique for evaluation of inflammatory diseases of the intestine. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2007; 34: 2106–2114.
17. Di Mizio R, Rollandi GA, Bellomi M, Meloni GB, Cappabianca S, Grassi R. Multidetector-row helical CT enteroclysis. *Radiol Med.* 2006; 111: 1–10.
18. Hara A, Johnson D, MacCarty R, Welch T. Incidental extracolonic findings at CT colonography. *Radiology* 2000; 215: 353–357.
19. Yee J, Kumar NN, Godara S *et al.* Extracolonic abnormalities discovered incidentally at CT colonography in a male population. *Radiology* 2005; 236: 519–526.
20. Pilch-Kowalczyk J, Konopka M, Gibińska J *et al.* Extracolonic findings at colonography - additional advantage of the method. *Med Sci Monit*, 2004; 10 (suppl. 3): 22–25.
21. Leng S, Yu L, McCollough CH. Radiation dose reduction at CT enterography: How low can we go while preserving diagnostic accuracy? *Am J Roentgenol.* 2010; 195: 76–77.
22. Bruining DH. CT enterography: is it the current state-of-the-art for small bowel diagnostics? *Dig Dis.* 2010; 28: 429–432.
23. Minordi LM, Vecchioli A, Guidi L, Mirk P, Fiorentini L, Bonomo L. Multidetector CT enteroclysis versus barium enteroclysis with methylcellulose in patients with suspected small bowel disease. *Eur Radiol.* 2006; 16: 1527–1536.
24. Boudiaf M, Jaff A, Soyer P, Bouhnik Y, Hamzi L, Rymer R. Small-bowel diseases: prospective evaluation of multi-detector row helical CT enteroclysis in 107 consecutive patients. *Radiology* 2004; 233: 338–344.
25. Lo Re G, Galia M, Bartolotta TV *et al.* Forty-slice MDCT enteroclysis: evaluation after oral administration of isotonic solution in Crohn's disease. *Radiol Med.* 2007; 112: 787–797.
26. Horsthuis K, Bipat S, Bennink RJ, Stoker J. Inflammatory bowel disease diagnosed with US, MR, scintigraphy, and CT: meta-analysis of prospective studies. *Radiology* 2008; 247: 64–79.
27. Horton KM, Corl FM, Fishman EK. CT evaluation of the colon: inflammatory disease. *Radiographics* 2000; 20: 399–418.
28. Sailer J, Peloschek P, Schober E *et al.* Diagnostic value of CT enteroclysis compared with conventional enteroclysis in patients with Crohn's disease. *Am J Roentgenol.* 2005; 185: 1575–1581.
29. Markova I, Kluchova K, Zboril R, Mashlan M, Herman M. Small bowel imaging — still a radiologic approach? *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2010; 154: 123–132.
30. La Seta F, Buccellato A, Tesè L *et al.* Multidetector-row CT enteroclysis: indications and clinical applications. *Radiol Med.* 2006; 111: 141–158.
31. Masselli G, Poletini E, Casciani E, Bertini L, Vecchioli A, Gualdi G. Small-bowel neoplasms: prospective evaluation of MR enteroclysis. *Radiology* 2009; 251: 743–750.
32. Romano S, De Lutio E, Rollandi GA, Romano L, Grassi R, Magliante DD. Multidetector computed tomography enteroclysis (MDCT-E) with neutral enteral and IV contrast enhancement in tumor detection. *Eur Radiol.* 2005; 15: 1178–1183.
33. Lalitha P, Reddy MCh, Reddy KJ, Kumari MV. Computed tomography enteroclysis: a review. *Jpn J Radiol.* 2011; 29: 673–681.
34. Minordi LM, Vecchioli A, Mirk P, Bonomo L. CT enterography with polyethylene glycol solution vs CT enteroclysis in small bowel disease. *Br J Radiol.* 2011; 84: 112–119.
35. Sinha R. Recent advances in intestinal imaging. *Indian J Radiol Imaging* 2011; 21: 170–175.
36. Kambadakone AR, Chaudhary NA, Desai GS, Nguyen DD,ulkarni NM, Sahani DV. Low-dose MDCT and CT enterography of patients with Crohn disease: feasibility of adaptive statistical iterative reconstruction. *Am J Roentgenol.* 2011; 196: W743–752.
37. Lee SJ, Park SH, Kim AY *et al.* A prospective comparison of standard-dose CT enterography and 50% reduced-dose CT enterography with and without noise reduction for evaluating Crohn disease. *Am J Roentgenol.* 2011; 197: 50–57.

Adres do korespondencji (Address for correspondence):

dr n. med. Tomasz Lebda-Wyborny
Katedra Radiologii i Medycyny Nuklearnej, Śląski Uniwersytet Medyczny,
Katowice
ul. Medyków 18, Katowice
e-mail: lebda@mp.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 15.06.2012 r.