

Рекомендації та настанови Європейської федерації спілок УЗД в медицині та біології в області УЗД шлунково-кишкового тракту

EFSUMB Recommendations and Guidelines for Gastrointestinal Ultrasound (GIUS)

Частина 1: Техніка дослідження та нормальні показники (повна версія)

Автори

Kim Nylund¹, Giovanni Maconi², Alois Hollerweger³, Tomas Ripolles⁴, Nadia Pallotta⁵, Antony Higginson⁶, Carla Serra⁷, Christoph F. Dietrich⁸, Ioan Sporea⁹, Adrian Saftoiu¹⁰, Klaus Dirks¹¹, Trygve Hausken¹², Emma Calabrese¹³, Laura Romanini¹⁴, Christian Maaser¹⁵, Dieter Nuernberg¹⁶, OddHelge Gilja¹⁷

Залучені заклади

- 1 National Centre for Ultrasound in Gastroenterology, Haukeland University Hospital, Bergen, Norway
- 2 Gastroenterology Unit, Department of Biomedical and Clinical Sciences, "L.Sacco" University Hospital, Milan, Italy
- 3 Department of Radiology, Hospital Barmherzige Brüder, Salzburg, Austria
- 4 Department of Radiology, Hospital Universitario Doctor Peset, Valencia, Spain
- 5 Department of Internal Medicine and Medical Specialties, Sapienza University of Rome, Roma, Italy
- 6 Department of Radiology, Queen Alexandra Hospital, Portsmouth Hospitals NHS Trust, Portsmouth, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland
- 7 Department of Digestive System, Sant'Orsola-Malpighi Hospital and University of Bologna, Italy
- 8 Department of Internal Medicine 2, Caritas Krankenhaus, Bad Mergentheim, Germany
- 9 Dept. of Gastroenterology and Hepatology, "Victor Babes", University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania
- 10 Research Center of Gastroenterology and Hepatology, University of Medicine and Pharmacy of Craiova, Romania
- 11 Gastroenterology and Internal Medicine, Rems-Murr-Klinikum Winnenden, Germany
- 12 Department of Clinical Medicine, University of Bergen, and Department of Medicine, Haukeland University Hospital, Bergen, Norway
- 13 Gastroenterology Unit, Department of Systems Medicine, University of Rome Tor Vergata, Roma, Italy
- 14 Dept. of Radiology, Radiologia 1, Spedali Civili di Brescia, Italy
- 15 Outpatients Department of Gastroenterology, University Teaching Hospital Lueneburg, Germany
- 16 Department of Internal Medicine and Gastroenterology, Brandenburg Medical School, Neuruppin, Germany
- 17 National Centre of Ultrasound in Gastroenterology, Department of Medicine, Haukeland University Hospital, and Department of Clinical Medicine, University of Bergen, Norway.

Ключові слова

Рекомендації, ультразвукове дослідження (УЗД), шлунково-кишковий тракт (ШКТ), техніка дослідження, нормальні показники

Отримано: 24.06.2016

Прийнято: 09.08.2016

Бібліографія

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0042-115853>

Published online: September 07, 2016 | *Ultraschall in Med* 2017; 38: e1–15

© Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York, ISSN 0172-4614

Адреса для листування:

Dr. Kim Nylund

National Center of Ultrasound in Gastroenterology, Haukeland

University Hospital, Jonas Lies vei 65, 5021 Bergen, Norway

Tel.: ++ 47/55 97 30 79

Fax: ++ 47/ 55 97 29 50

kim.nylund@med.uib.no

Резюме:

В жовтні 2014 року Європейська федерація спілок УЗД в медицині та біології (EFSUMB, "European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology") сформувала робочу групу з питань УЗД шлунково-кишкового тракту (GIUS, "gastrointestinal ultrasound") з метою популяризації використання УЗД шлунково-кишкового тракту (ШКТ) в клінічних умовах. Одним з головних завдань робочої групи стала розробка клінічних рекомендацій та керівних принципів щодо використання УЗД ШКТ під егідою EFSUMB. Перша частина цього

Керівництва включає огляд рекомендованих експертами методик дослідження в УЗД ШКТ. Також в першій частині представлені наявні дані щодо нормальних соноанатомічних та фізіологічних особливостей при дослідженні ШКТ в різних режимах УЗД.

Вступне слово

Трансабдомінальне УЗД ШКТ надає унікальну можливість проводити неінвазивне обстеження кишківника зокрема й у фізіологічних умовах, та включно з такими позакишковими елементами, як судини черевної порожнини, брижа, чепець та

лімфатичні вузли. Належним чином підготовлені лікарі УЗД засвідчили хорошу точність та надійність УЗД ШКТ не лише на етапі початкового діагностування, але також і в процесі спостереження хронічних хвороб [1, 2].

Незважаючи на існування детальної документації, присвяченої користі УЗД ШКТ в клінічній практиці, воно було запроваджено цілковито лише в деяких країнах Європи в поодиноких експертних центрах. Більш того, відсутність стандартизації техніки дослідження та рекомендацій, ускладнює процес підготовки спеціалістів. Саме це стало мотивацією для створення робочої групи з питань УЗД ШКТ у 2014 році під егідою EFSUMB, яка вже встигла до того опублікувати декілька рекомендацій та інструкцій [3 – 11]. Група складається з команди міжнародних експертів в області УЗД ШКТ та ставить собі за мету пропагувати клінічне використання УЗД ШКТ. Цього планується досягти шляхом публікацій клінічних рекомендацій та інструкцій на тему використання УЗД ШКТ, а також шляхом стимулювання розвитку навчальних мереж.

Вже в процесі розробки знаходиться серія з 7 документів, присвячених таким керівним принципам, як: 1) техніка дослідження та нормальні показники, 2) запальні захворювання кишківника (ЗЗК), 3) трансректальне УЗД (ТРУЗД) та УЗД промежини, 4) інші запальні захворювання кишківника, 5) функціональні розлади (синдром подразненого кишківника – СПК), 6) УЗД верхніх відділів шлунково-кишкового тракту та 7) інші патології.

Під час підготовки першого документу робоча група з питань УЗД ШКТ спочатку погодила сферу застосування документу, а потім призначила відповідального автора, який мав обрати групу авторів з числа робочої групи, базуючись на їх попередніх публікаціях у дотичних сферах, а також ґрунтуючись на репутації цих авторів у якості міжнародних експертів у вивченні та викладанні в області УЗД ШКТ. Насамкінець, у квітні 2016 на погоджувальній нараді було обговорено важливий аспект керівних принципів та проведено голосування по розробленим рекомендаціям.

Даний документ головним чином сфокусований на техніці дослідження в ході проведення УЗД ШКТ та нормальних показниках стінки кишківника і оточуючих структур. В даний документ не включено техніки дослідження та нормальні показники УЗД в області промежини та шлунку, але це буде висвітлено в наступних рекомендаціях. Рекомендації також ґрунтуються на широкому огляді літератури. Рівень рекомендацій для кожного керівного принципу було визначено на основі літературних джерел. Для визначення рівня доказів та класу рекомендацій було використано Оксфордські керівні принципи щодо представлення медичних свідчень [12]. В силу того, що багато тем висвітлених у даних керівних принципах не були предметом систематичних досліджень, рекомендації часто мають 4 або 5 рівень доказів, останній з яких прирівнюється просто до експертної думки. Саме тому даний документ також є і результатом консенсусу членів робочої групи з питань УЗД ШКТ. В квітні 2016 року члени робочої групи провели погоджувальну нараду в м.Гаргано, Італія. По кожній рекомендації було

проведено обговорення, внесення правок та голосування серед членів робочої групи з питань УЗД ШКТ. Рекомендації 14 та 15 не були готові на момент проведення погоджувальної наради й були поставлені на голосування на етапі аналізу. Було погоджено наступну градацію консенсусу: Твердий консенсус = > 95 %, широкий консенсус = 95 – 76%, консенсус більшості 75 – 50 % та неузгодженість < 50 %.

Обладнання та режими обстеження

В-режим

Ультразвукові сканери повинні бути достатньої якості, а роздільна здатність екрану повинна бути достатньою для відображення структури стінок шлунково-кишкового тракту. Роздільна здатність ультразвукового (УЗ) датчика залежить від частоти, швидкості звуку у тканинах та від частоти повтору циклів ультразвукового імпульсу. Товщина кожного шару стінки кишківника зазвичай не перевищує 1 мм [13, 14], тому, для якісного розрізнення шарів стінки, частота датчика повинна бути не менше 5 мегагерц (МГц) [15 – 17]. Досі не було опубліковано жодного прямого порівняльного дослідження, у якому б було проведено порівняння ефективності діагностики червоної порожнини з метою діагностування захворювань ШКТ, з використанням стандартного низькочастотного діапазону (діапазон частоти в районі 1 – 6 МГц), середньочастотного діапазону (діапазон частоти в районі 5 – 10 МГц) та високочастотного діапазону (діапазон частоти в районі 10 – 18 МГц). Однак, виходячи зі специфікацій, більшість середньочастотних датчиків надають спеціалісту чудовий компроміс між роздільною здатністю та глибиною проникнення. В той час як середньочастотні датчики мають глибину проникнення в районі 8 - 10 см, високочастотні датчики не завжди здатні проникнути глибше 4 см. Разом з тим роздільна здатність середньочастотного датчика достатня для розпізнавання окремих шарів стінки ШКТ [15 – 17]. Низькочастотні датчики все ще користуються попитом під час діагностики таких глибоко розташованих сегментів кишківника, як пряма кишка, а також для обстеження пацієнтів з ожирінням. При наявності, необхідно використовувати технології покращення В-зображення, зокрема режим тканинної гармоніки, оскільки вона допомагає покращити розмежування шарів стінки кишківника [18,19]. Для документування обширних ділянок ураження кишківника, можна застосувати панорамну візуалізацію [20, 21].

РЕКОМЕНДАЦІЇ :

1. Для проведення повного обстеження кишківника застосовуються датчики як з низькою, так і з високою роздільною здатністю. Рівень доказів - 5, клас рекомендацій - С, твердий консенсус 13/13.
2. Для вимірювання товщини стінки слід застосовувати датчик з частотою вище 5 МГц. Рівень доказів - 4, клас рекомендацій - В, твердий консенсус 13/13.

Допплерівські методи дослідження

Застосування режиму доплерографії при УЗД дозволяє фіксувати сигнали як від магістральних вісцеральних судин, що живлять шлунково-кишковий тракт, так і від менших судин у стінках кишківника, але не здатне зафіксувати капілярний кровотік.

Аналіз притоку по верхній та нижній брижових артеріях з використанням імпульсного доплерівського режиму надають декілька кількісних параметрів (систолична та діастолічна швидкості, індекс резистентності, об'ємна швидкість кровотоку) [22 – 25]. Контрольний об'єм краще за все розміщувати на 2 - 3 см дистально від устя початку судини, у поздовжньому перерізі, оскільки вона проходить паралельно аорті, але проксимально від першого відгалуження гілки [26 – 28]. Оператор повинен утримувати датчик в позиції відносно току крові для досягнення кута < 60°.

Для усунення низьких частот, пов'язаних з рухами стінок судин, необхідно застосувати високочастотний фільтр в діапазоні 100 – 200 кГц [28, 29].

Для обстеження кровоносних судин в стінках кишки можна використовувати як кольорове доплерівське картування (КДК) так і енергетичне доплерівське картування (ЕДК) [30]. Параметри дослідження кровотоку за допомогою КДК або ЕДК необхідно оптимізувати таким чином, щоб підвищити чутливість для розпізнавання судин у стінках кишки з кровотоком низької швидкості. Незважаючи на те, що від обладнання залежать певні технічні характеристики, загалом рекомендується встановлювати режим персистенції кольору на середньому рівні, і налаштування фільтру стінок судин – на найнижчому рівні, а також встановити комбінацію шкали найнижчої швидкості та високої чутливості кольору з метою покращення візуалізації судин, уникаючи при цьому артефактів напливання кольору [30 – 34]. Необхідно попередньо запрограмувати в налаштуваннях (Preset) вищезазначений набір параметрів спеціально оптимізований під розпізнавання повільного кровотоку й постійно використовувати його в дослідженнях усіх пацієнтів в процесі моніторингу терапії [30, 31, 33]. Насамкінець, перед обстеженням кровоносних судин, необхідно збільшити посилення КДК до рівня, на якому в зображенні почнуть з'являтися артефакти у вигляді спалахів, після чого посилення знижують, до рівня, на якому ці артефакти зникають.

Дані отримані за допомогою КДК мають напівкількісний характер. Вимірювання кровотоку стінки кишки рекомендується здійснювати у відповідності до кількості виявлених судин (щільності розподілу судин) на квадратний сантиметр [30 – 33, 35]. Відповідно до попередньо опублікованих даних, кровоносні судини оцінюються суб'єктивно за наступною градацією: рівень 0 = відсутність кровоносних судин; рівень 1 або ледь помітний кровотік = менше двох сигналів на квадратний сантиметр; рівень 2 або помірний кровотік = від трьох до п'яти сигналів на квадратний сантиметр; рівень 3 або добре видимий кровотік = більше п'яти сигналів на квадратний сантиметр [30 – 33, 35].

Кровоток в режимах кольорової доплерографії вважається ідентифікованим, коли кольорові пікселі спостерігаються впродовж обстеження та/або повторюються в одному й тому ж місці. У випадку наявності сумнівів необхідно застосовувати

імпульсно-хвильову доплерографію, яка фіксує сигнали артерій або вен в місцях кольорових пікселів, щоб переконатись, що кольорові сигнали надходять від кровоносних судин, а не від артефактів, викликаних рухами [31, 33, 36, 37].

Якщо не вдається ідентифікувати кровоносні судини в патологічно потовщених стінках кишківника, то це може бути спричинено нечутливістю обладнання, неправильним вибором параметрів доплерографії, високим індексом маси тіла або глибиною проникнення > 40 мм з втратою чутливості.

РЕКОМЕНДАЦІЇ :

3. Для оцінки васкуляризації патологічно зміненої стінки кишківника необхідно застосовувати кольорове доплерівське картування (КДК). Рівень доказів – 2b, клас рекомендацій – B, твердий консенсус 12/13.

Контрастно-посилене ультразвукове дослідження

Контрастно-посилене УЗД (CEUS, «Contrast-enhanced ultrasound») проводиться після введення стабілізованих мікробульбашок з газоподібною субстанцією в кровотік. Бульбашки генерують коливання під дією ультразвуку, а розмір та густина мікробульбашок впливає на резонансну частоту. Резонуючі мікробульбашки підвищують інтенсивність відбитих сигналів, які простіше відрізнити від сигналів відбитих від тканини [38]. Як правило, в Європі використовують препарат SonoVue® з мікробульбашками середнім діаметром 2,5 мкм (з розподілом за розмірами 1 – 10 мкм) [39]. З високочастотними датчиками зазвичай використовують повний флакон з Sonovue (4.8 мл), а з низькочастотними датчиками буде достатньо половини флакона або навіть менше. У зв'язку з широким діапазоном розмірів бульбашок, більша доза призводить до утворення більшої кількості бульбашок придатних для візуалізації на більш високих частотах, що використовуються під час дослідження стінки кишківника [39].

Існує декілька методів інтерпретації контрастно-посиленого УЗД стінки кишки: патерн контрастного посилення [40 – 43], кількісна оцінка контрастного посилення при піковій інтенсивності [44 – 46] та УЗД з динамічним контрастним посиленням, коли аналізують зміну інтенсивності в часі [47 – 51].

Контрастно-посилене УЗД може застосовуватись для визначення кількості кровоносних судин [44, 45, 52], а також для диференціації судинної та аваскулярної тканин, що може стати в нагоді під час спроб відрізнити флегмону від абсцесу [53, 54].

Патерн контрастного посилення у випадку болюсного введення застосовується як якісний параметр. Наприклад, пацієнти без контрастного посилення можуть бути відокремлені від пацієнтів з контрастним посиленням, або ж пацієнтів можна класифікувати за місцем розпізнавання контрастного посилення в стінках ШКТ. Однак на результат може вплинути інтерпретація оператора та чутливість УЗ обладнання [57].

Оскільки між концентрацією мікробульбашок та інтенсивністю ультразвуку в певному діапазоні існує лінійна залежність [58], ми можемо здійснити кількісний аналіз контрастного посилення, що дозволить зробити метод дослідження більш об'єктивним. Такий метод не відображає патофізіологічних змін. Тому було здійснено спроби використати інтерференцію для зниження мінливості результатів [44, 45].

Зрештою, контрастне посилення можна аналізувати в часі. Такий метод називається УЗД з динамічним контрастним посиленням (DCE-US «Dynamic contrast-enhanced ultrasonography») й отримані в результаті такого аналізу дані тісно пов'язані з перфузією в стінках ШКТ.

На практиці застосовують два основні методи CEUS: метод трекінгу контрастного болюсу та метод руйнування та наступного поповнення мікробульбашок в області інтересу (the bolus tracking and the burst-replenishment technique) [48].

Болюсне контрастне посилення проводиться шляхом введення дози контрастного препарату з наступним швидким введенням фізіологічного розчину, після чого аналізують побудову кривої інтенсивності в часі, попередньо зберігши записані дані в пам'яті сканера. Існує декілька методів моделювання такої кривої [48]. Оскільки на побудову кривої суттєво впливають такі фактори як швидкість ін'єкції, місце ін'єкції та судинна архітектоніка, то такий метод програє локальній перфузії [50]. Навіть незважаючи на те, що більшість комерційних сканерів надають деякі інструменти аналізу, що застосовуються під час пост-обробки даних, отриманих в ході УЗД з динамічним контрастним посиленням, більшість досліджень в цій тематичі проводились на основі експортованих наборів даних. Отже, незважаючи на те, що даний метод демонструє деякі обнадійливі результати, його все ж не так просто запровадити у щоденній практиці.

Метод руйнування/поповнення передбачає руйнування введених мікробульбашок за допомогою короткого УЗ імпульсу з високим механічним індексом, який здійснюється після того, як контраст у кровотоці стабілізовано. Акумулятивна крива простіша в побудові. Ще однією перевагою даного методу є можливість проводити повторювані заміри впродовж однієї ін'єкції, знижуючи мінливість результатів та/або отримуючи можливість робити заміри з декількох площин УЗ зображення. Однак, такий метод диктує необхідність у використанні спеціального інфузійного насоса, який безперервно перемішує суспензію з мікробульбашками в процесі ін'єкції. Комбінація двох методів, болюсного та акумулятивного [50, 51], коли мікробульбашки швидко вводяться у передбачений момент після здійснення ін'єкції після того, як рівень контрасту досягає квазістаціонарного стану, дає можливість проводити оцінку локальної перфузії без застосування інфузійного насоса. На даний момент така методика застосовується лише в автономних умовах. Також з метою зниження варіативності необхідно враховувати, що всі вище перераховані методи залежать від внутрішнього масштабування.

РЕКОМЕНДАЦІЇ:

4. Контрастно-посилене УЗД кишківника може використовуватись для диференціації судинних та аваскулярних тканин, або для діагностування навколокишкових пошкоджень, включно з абсцесами. Рівень доказів - 3b, клас рекомендацій - B, твердий консенсус - 12/12.

Еластографія

Еластографія є відносно новим методом дослідження жорсткості тканин та вже застосовується у клінічній практиці. Огляд різних методик та сфер застосування були опубліковані EFSUMB. Нещодавно еластографію почали пропонувати у якості інструменту для діагностики хвороб шлунково-кишкового тракту.

Стінки кишківника тонкі, оточені серозною оболонкою та просвітом заповненим газом і хімузом або фекальними масами. Саме тому кишківник далеко не ідеальний орган для обстеження із застосуванням еластографії. Проте, такі патології ШКТ як запалення або пухлина, призводять до потовщення стінок кишківника, а також часто знижують їх перистальтику та зменшують вміст просвіту в уражених ділянках ШКТ, що може полегшити проведення соноеластографії. В ендоректальній сонографії були продемонстровані переконливі свідчення на користь використання еластографії [61 – 64], але свідчення на користь трансабдомінальної еластографії кишківника є поодинокими. Деякі нещодавні дослідження припускають, що вона може застосовуватись для диференціації фіброзного та запального стенозу під час хвороби Крона [65, 66].

РЕКОМЕНДАЦІЇ:

5. Ультразвукова еластографія може застосовуватись для оцінки жорсткості патологічно потовщеної стінки кишківника. Рівень доказів - 4, клас рекомендацій - C, широкий консенсус 11/12

Підготовка дослідника та крива навчання

Для EFSUMB дуже важливо встановити стандарти для виконання УЗД ШКТ з метою забезпечення високоякісної підготовки спеціалістів з УЗД та високих стандартів професіоналізму. Раніше EFSUMB у своєму релізі мінімальних вимог до підготовки спеціалістів визначила три рівні навчальних рекомендацій. Додаток 5 конкретно присвячений гастроентерології [67]. EFSUMB рекомендує проведення УЗД ШКТ головним чином спеціалістами, які мають значний досвід та відповідають першому рівню компетентності. Однак, на 1 рівні спеціаліст також повинен вміти розпізнавати тонку та товсту кишку, а також основні шлунково-кишкові розлади, включаючи непрохідність кишківника. На 2 рівні дослідник повинен вміти проводити всебічне дослідження ШКТ: обстеження тонкої кишки на предмет вогнищевих та дифузних захворювань, обстеження товстої кишки на наявність дивертикулярної хвороби та її ускладнень (пухлин або обструкцій), обстеження порожнини очеревини, їх карманів, брижі та чепця на предмет інфекційних або злоякісних захворювань. Практикуючий спеціаліст 3 рівня повинен більшість свого часу присвячувати

ультразвуковому обстеженню ШКТ або викладанню, науковим дослідженням та розробкам, а також бути експертом в даній сфері.

РЕКОМЕНДАЦІЇ:

6. Професійна підготовка з УЗД ШКТ є обов'язковою й переважно проводиться після підготовки з загальної УЗД органів черевної порожнини. Рівень доказів - 5, клас рекомендацій - С, широкий консенсус 11/12.

Підготовка до обстеження

В принципі, пацієнта не потрібно готувати перед проведенням УЗД ШКТ. Введення рідини, проносні засоби, та засоби від метеоризму не покращують результати [68, 69]. Немає клінічно значущої різниці в товщині стінок тонкої та товстої кишки після прийняття їжі [14].

Для зменшення кількості їжі та повітря в тонкій кишці рекомендується голодування впродовж щонайменше 4 годин, хоча голодування суттєво й не покращує видимість окрім пацієнтів-чоловіків [70, 71]. Також наявність їжі в шлунку та тонкій кишці збільшує кровоток в судинах внутрішніх органів, який залежить від об'єму, складу та часу з моменту останнього прийому їжі [72 – 76]. Нічне голодування (> 8 годин) покращує видимість та мінімізує вплив попередньо прийнятої їжі.

Фізична активність також впливає на вісцеральний кровоток, тому пацієнтам потрібно утримуватись від надмірної фізичної активності в період перед обстеженням [77].

РЕКОМЕНДАЦІЇ :

7. Стандартне обстеження кишківника не потребує спеціальної підготовки. Рівень доказів - 4, клас рекомендацій - В, твердий консенсус - 12/12.
8. Перед вимірюванням вісцерального кровотоку рекомендується голодувати впродовж щонайменше 6 годин. Рівень доказів - 4, клас рекомендацій - В, твердий консенсус - 12/12.
9. Рекомендується витримати нічне голодування напередодні проведення оцінки моторики ШКТ. Рівень доказів - 5, клас рекомендацій - С, твердий консенсус - 12/12.

Методики

Сканування

Методика сканування для обстеження кишківника може варіювати в залежності від характеру клінічної проблеми [28, 78, 79]. Підхід до дослідження різниться в залежності від характеру, наприклад, для черевної травми або підозри на непрохідність кишківника [80], скарг на апендицит або таких хронічних проблем, як тривала діарея. У випадку хірургічних захворювань застосовують пришивдшений прицільний огляд, а у випадку інших скарг проводиться повноцінне обстеження. В даному документі однак описано загальний підхід в проведенні обстеження. На сьогодні не опубліковано порівняльних досліджень, в яких проводилось би порівняння декількох методик УЗД ШКТ. По суті представлені тут рекомендації переважно мають рівень доказів експертної думки.

Після обстеження паренхіматозних органів черевної порожнини з використанням низькочастотного черевного УЗ датчика, проводиться систематичне сканування ШКТ. Спочатку черевний УЗ датчик із середнім діапазоном частот використовують, щоб отримати загальне уявлення перед переключенням до високочастотного датчика для проведення детального обстеження.

Сканування прямої кишки може проводитись зі сторони сечового міхура за допомогою черевного УЗ датчика. Порожній сечовий міхур може ускладнити відображення нормальної прямої кишки.

Результати обстеження ШКТ оператор описує на основі комбінації даних внутрішніх та зовнішніх оглядів. Оскільки сліпа кишка, ілеоцекальний клапан та термінальний відділ здухвинної кишки дуже часто з впевненістю ідентифікуються над здухвинно-поперековим м'язом у правій здухвинній області, то це місце є зручним для початку сканування як тонкої так і товстої кишок.

Під час сканування товстої кишки датчик рухають до правої здухвинної западини в поперечному напрямку, щоб ідентифікувати сліпу кишку. Далі датчик потрібно спрямувати у повздовжньому напрямку товстої кишки, щоб було легше виявити гаустрації. Після того, як у правій здухвинній ділянці було ідентифіковано сліпу кишку, сканування кишківника продовжується в напрямку його периферії через висхідну ободову кишку, її правий печінковий вигин, поперечну ободову кишку, лівий селезінковий вигин, низхідну ободову кишку та сигмовидну ободову кишку, та зрештою, аж до прямої кишки. Водячи датчик туди і назад вздовж поперечного напрямку, оператор отримує уявлення про патологію, в той же час відстежуючи розміщення кишки. Вигини розташовуються у верхній частині черевної порожнини. Правий печінковий вигин можна побачити як в міжреберній ділянці, так і у підреберній, в той час як лівий селезінковий вигин можна роздивитись в міжреберній ділянці в районі селезінки та лівої нирки.

Якщо оператор втрачає візуалізацію петлі кишки, в такому випадку рекомендується повернутись до відомої точки та почати спочатку, або ідентифікувати зовнішню частину й повернутись назад. Сегментами, які зручно використовувати у якості відправних точок,

є висхідна ободова кишка в правій клубовій ямці та низхідна ободова кишка в лівій клубовій ямці та проксимальна сигмовидна кишка в місці її перетину з лівим здухвинно-поперековим м'язом. Поперечну ободову кишку також легко знайти, ведучи датчик від надчерев'я вниз, до тих пір, поки не розпізнаєте типові гаустрації.

Сканування тонкої кишки починають з повернення датчика до правої здухвинної ділянки і ідентифікації термінального відділу здухвинної кишки. Після цього оператор повинен просканувати термінальний відділ здухвинної кишки в максимально поперечній проекції. Решту тонкої кишки важко відстежити, й для обстеження більшої частин тонкої кишки необхідно застосувати підхід систематичного сканування. Черевну порожнину потрібно сканувати паралельними смугами, що взаємно перекриваються, в краніальному та каудальному напрямках за методикою «mowing the lawn» («стрижка газону»), створюючи датчиком достатній тиск для ідентифікації задньої стінки черевної порожнини. У такий спосіб оператор буде впевнений, що всі сегменти кишківника між датчиком та задньою стороною потрапили в зону видимості сканера. Якщо задню стінку не вдається розпізнати, то оператор не може бути впевнений у повноцінному обстеженні. Більш того, для проведення повноцінного обстеження всіх сегментів кишківника рекомендується також проводити сканування у горизонтальному напрямку. Особливо уважно потрібно роздивитись сегменти тонкої кишки в тазовій області, оскільки тут важче зсунути верхні сегменти кишківника. Наповнений сечовий міхур може полегшити цю процедуру, оскільки це, як правило, допомагає зсунути кільця тонкої кишки з підчеревної області (hypogastrica) вгору до пуповинної області.

РЕКОМЕНДАЦІЇ :

10. В процесі сканування кишківника необхідно застосовувати систематичний підхід. Рівень доказів - 5, клас рекомендацій - C, твердий консенсус 12/12.

Дозована компресія

Дозована компресія здійснюється за допомогою УЗ датчика подібно до того, як виконується пальпація кінчиками пальців рук. Датчик застосовують для здійснення компресії на черевну порожнину синхронно з дихальними рухами. Це допомагає зсунути верхні сегменти кишківника, заповнені газом або внутрішньочеревну жирову клітковину та дозволяє оператору проникнути високочастотним датчиком глибше, наприклад в таз. Концепція дозованої компресії була запроваджена Пуйлартом (Puylaert [81]) для діагностування апендициту [82–84]. Використання даного методу хірургами дає хороший результат [85]. Дозована компресія використовується для визначення товщини стінки кишківника [86] та для таких специфічних діагнозів як дивертикуліт [87, 88] та виявлення поліпів [89].

Використання рідини

Газ, що міститься в просвіті, а також різноманітний непередбачуваний вміст у ШКТ можуть перешкоджати його візуалізації і проведенню детальної оцінки структури стінок та внутрішньопросвітні патологічні зміни. Візуалізацію можна покращити наповнивши просвіт анехогенною рідиною.

Пероральне введення достатньої кількості рідини підвищує контраст та полегшує дослідження стінок шлунку, якщо шлунковий просвіт був достатньо розправлений [90]. Розширення просвіту кишки за допомогою введення води у товсту кишку, ультразвукова гідроколоноскопія [91], а також за допомогою введення гіперосмолярних розчинів [92], у 97% обстежених пацієнтів допомагає візуалізувати товсту кишку від ректосигмовидного переходу до сліпої кишки за допомогою ультразвукової діагностики, дозволяючи проведення детального обстеження архітектури стінки товстої кишки і оточуючих структур. На відміну від шлунку та товстої кишки, вода та осмотичні розчини не підходять для розширення просвіту тонкої кишки. Через те, що вода та гіперосмолярні розчини включають в себе речовини, що легко перетравлюються та швидко абсорбуються у тонкій кишці і просвіт дистального відділу тонкої кишки не розширюється. Гіперосмолярні розчини з вмістом, що важко перетравлюється, затримує випорожнення шлунку та, стимулюючи перистальтичну активність кишківника, стримують необхідне розширення просвіту всієї тонкої кишки. Тому мало ймовірно, що всю тонку кишку можна візуалізувати за допомогою гіпоосмолярних, гіперосмолярних, теплих розчинів або води. Обстеження тонкої кишки після прийому всередину малої (250 – 500 мл) кількості розчину ізосмолярного поліетиленгліколю (PEG) 3350 – 4000 (макрогол), аналогічно до КТ- або МР-ентерографії, називається ультразвукова ентографія або контрастно-підсилене УЗД тонкої кишки (Small Intestine Contrast US - SICUS). За допомогою даного методу можна візуалізувати всю тонку кишку від дуоденоюнального вигину до ілеоцекального клапану [93]. Після прийому всередину ізосмолярний та невідігрітий розчин поліетиленгліколю (макрогола) швидко поступає зі шлунку у дванадцятипалу кишку, оскільки осмотичні та чутливі до тепла рецептори дванадцятипалої кишки не перешкоджають спорожненню шлунку [94]. Відносно постійна швидкість спорожнення шлунку стимулює поступове розширення тонкої кишки, незалежно від кількості випитого розчину. Оскільки ПЕГ-розчин не перетравлюється та не абсорбується, має властивість зв'язувати молекули води, за рахунок чого затримана в просвіті рідина розтягує стінки кишки. Розширення просвіту стимулює скорочення стінок і ПЕГ-розчин витісняється абсорбально, послідовно розширюючи кожен петлю тонкої кишки. Використання контрастно-підсиленого УЗД тонкої кишки у контрольних дослідженнях здорових пацієнтів, не залежно від кількості використуваного перорального контрастування, надає сталі показники товщини стінок (≤ 3 мм) та діаметру просвіту (≤ 25 мм). Такі нормативні значення допомагають відрізнити нормальні показники від патологічних [93]. Раніше ПЕГ-розчин продемонстрував задовільну безпечність та переносимість у ході досліджень з використанням кількості розчину більшої, ніж під час контрастно-підсиленого УЗД тонкої кишки, що також згодом було підтверджено дослідженнями, проведеними з педіатричними пацієнтами [95]. Ультразвуковий ентоклізіс (клізма для тонкої кишки) також проводився після введення ПЕГ-розчину через назоеюнальну трубку, розміщену у дванадцятипалій кишці шляхом гастроскопії [96]. Однак, чудової візуалізації тонкої кишки було досягнуто лише для дистальної частини здухвинної кишки.

Також для покращення візуалізації патологій товстої кишки застосовувалось гідроколоноскопичне обстеження з ретроградним введенням рідин [91]. Проте, ця методика не набула широкого застосування в клінічній практиці.

РЕКОМЕНДАЦІЇ:

11. Пероральне контрастування рідинами може покращити візуалізацію захворювань тонкої кишки. Рівень доказів - 1b, клас рекомендацій - А, твердий консенсус 12/12.

Безпека

Ультразвукова діагностика здійснюється згідно з Положеннями клінічної безпеки EFSUMB [97].

Ультразвукові процедури загалом вважаються дуже безпечними і на сьогодні не зафіксовано даних, що свідчили б про шкідливий ефект УЗД для дорослих. Однак, ультразвук може спричинити біологічні ефекти пов'язані з кавітацією та нагріванням тканин. Ризик спричинення таких ефектів зростає разом з акустичною потужністю (Імпульсно-хвильовий доплер -> кольоровий доплер -> В-режим), з часом експозиції в місцях сполучення тканин з великою відмінністю у їх акустичному опорі, як наприклад, сполучення м'яких тканин та кісток, а також з часом експозиції в місцях контакту м'яких тканин та газів, з чим часто стикаються під час обстеження кишківника. Тому тривалість УЗ обстеження потрібно обмежити часом необхідним для проведення діагностики [98].

Ехоконтрастні препарати (ЕКП) характеризуються низьким числом випадків спричинення побічних ефектів. Серйозні анафілактичні реакції зафіксовані у менш, ніж у 0,002% випадків обстеження [99, 100]. Оскільки контрастні препарати виводяться через легені та шляхом розпаду у печінці, то вони можуть застосовуватись для пацієнтів з нирковою недостатністю. Комбінування ультразвуку з високим механічним індексом та ехоконтрастних препаратів, спричиняє пошкодження мікросудин і, як результат, невеликі крововиливи, але в ході цих досліджень механічний індекс був вищим, а експозиція довшою, ніж в ультразвуковій діагностиці [10].

Користь від застосування ЕКП повинна перевищувати ризики. З метою уникнення ускладнень, необхідно забезпечити наявність реанімаційних засобів, необхідно уникати використання препаратів не за призначенням на ділянках, де невеликі крововиливи можуть спричинити серйозні клінічні наслідки, необхідно уникати тривалої експозиції та високого механічного індексу, а також необхідно бути обережним під час застосування у пацієнтів з тяжкою формою ішемічної хвороби серця або легеневою гіпертензією.

Анатомія та сонографічні дослідження

Стінка кишки

Товщина стінки

Заміри товщини стінки ШКТ *in vitro* за допомогою ультразвуку високої частоти цілком узгоджуються із гістологічними зрізами [101]. Незважаючи на це, дослідження продемонстрували, що девіталізація тканин та їх препарування з використанням формаліну, а також виконання гістологічних зрізів можуть призвести до змін у розмірах тканин. Також відмінність у текстурі та температурі тканини можуть викликати зміни у рівні акустичного опору тканини, й тим самим, ускладнити порівняння замірів *in vivo* із замірами *in vitro* [17, 102].

У декількох дослідженнях товщина стінки в різних частинах ШКТ замірялась за допомогою УЗД без референтного еталону. В останніх опублікованих дослідженнях, проведених з використанням обладнання, що порівнювалось з референтним еталоном, загальним висновком стало те, що товщина стінки нормальної тонкої та товстої кишки в розправленому стані становить < 2 мм [13, 14, 103 – 107]. Винятками стали цибулина дванадцятипалої кишки та пряма кишка, у яких товщина стінки менше 3 і 4 мм, відповідно [14, 106]. Оскільки кишкові петлі в стані спадання вірогідно покажуть більшу товщину стінок, про такі заміри необхідно повідомити.

Нормальний апендикс розпізнається у 50% здорових пацієнтів із застосуванням дозованої компресії [108, 109], але досвід оператора при цьому відіграє суттєву роль. Максимальна товщина стінок у здорових волонтерів становить $2 \pm 0,5$ мм або менше 3 мм [110]. В клінічній практиці зазвичай заміряється максимальний зовнішній діаметр апендиксу і має становити менше 6 мм.

РЕКОМЕНДАЦІЇ :

12. Товщина стінки кишківника менше 2 мм (не є граничним значенням для патології) вважається нормальною за умови проведення замірів в стані нормальної наповненості (в розправленому стані), окрім цибулини дванадцятипалої кишки та прямої кишки. Рівень доказів - 4, клас рекомендацій - В, консенсус більшості - 9/12.

Шари стінки

В стінках ШКТ під час УЗ обстеження *in vitro* з використанням високочастотного датчика в діапазоні 5 - 15 МГц можна чітко розрізнити 5 сонографічних шарів. Ехо-шари це комбінація відлунь на межах та ехо-властивостей самих гістологічних шарів [101, 111, 112]. Під час візуалізації передньої стінки кишкової петлі, починаючи з просвіту, гіперехогенний шар 1 відповідає межі між слизовою оболонкою та просвітом. Цей шар не є частиною стінки ШКТ. Гіпоехогенний шар 2 відповідає слизовій оболонці без урахування межі між підслизовою та слизовою оболонками. Гіперехогенний шар 3 відповідає підслизовій оболонці, включаючи зазначене ехо на межі. Гіпоехогенний шар 4 відповідає здебільшого власному м'язовому шару кишки, а шар 5 -

гіперехогенна межа між власними м'язами та серозною оболонкою.

Оскільки відлуння (ехо) на межах є гіперехогенними і розташовуються дистально відносно до реальних меж між шарами тканин, відповідність між гістологічними та сонографічними шарами під час обстеження задніх стінок дещо погіршується. Показово, що межа між просвітом та слизовою оболонкою (шар 1) є частиною власної слизової оболонки, а шар 2 репрезентує решту слизової оболонки без врахування м'язової пластинки слизової оболонки, яка зазвичай розпізнається як частина межового еха й додає товщини до 3-го шару. Також, межа між підслизовою оболонкою та власними м'язами додає товщини шару 3 та зменшує товщину шару 4. Межа між власними м'язами та серозною оболонкою (шар 5) виходить за межі власне серозної оболонки [15, 16, 113].

В процесі сканування *in vivo* не завжди вдається розрізнити всі шари. Межове ехо від серозної оболонки змішується з межею черевної порожнини та межею між слизовою оболонкою та просвітом, а тому їх буває важко розрізнити за відсутності в кишці повітря або хімусу чи калових мас. Задню стінку кишківника також часто важко розпізнати через присутність повітря в просвіті. В такому випадку заміри необхідно робити в передній стінці. Оскільки межу серозної оболонки важко диференціювати, то заміри необхідно починати з гіпоехогенного шару власних м'язів до гіпоехогенного шару слизової оболонки. Компресія створена датчиком УЗД зменшує ширину стінки кишківника й ускладнює диференціацію шарів стінки [114, 115]. Однак, деякі оператори практикують помірну компресію, припускаючи, що це допомагає покращити відтворюваність результатів замірів [103]. Дослідник також повинен усвідомлювати складності інтерпретації через наявність складок слизової оболонки та гаустрацій, а також необхідно пам'ятати про перпендикулярність датчика до стінки кишки, щоб не допускати замірів по дотичній.

РЕКОМЕНДАЦІЇ :

13. Товщину стінки кишківника необхідно вимірювати перпендикулярно до стінки від межі між серозною оболонкою та власними м'язами до межі між слизовою оболонкою та просвітом. Рівень доказів - 4, клас рекомендацій - В, твердий консенсус 10/10.

Верхня та нижня брижові артерії

Оцінка нормального кровотоку натщесерце у верхній брижовій артерії (ВБА) проводилась в рамках багатьох досліджень зі здоровими волонтерами в контрольній групі, в той час як про параметри кровотоку нижньої брижовій артерії отримано суттєво менше даних (НБА) [26].

Згідно з опублікованими узагальненими даними значення пікової систолічної швидкості (ПСШ, *peak systolic velocity* – PSV) у верхній брижовій артерії варіюють в межах від 93 до 146 см/с, але при цьому необхідно враховувати суттєву міжіндивідуальну варіабельність, що демонструє діапазон норми в межах від 80 до 220 см/с [116 – 122]. У ВБА діапазон індексу резистентності варіює

від 0,80 до 0,89, а об'ємна швидкість кровотоку (ОШ, volume flow – VF) від 380 до 640 мл/хв [23, 72, 116 – 118, 120 – 129]. Деякі випадки варіативності можуть бути спричинені технічними складнощами для оператора досягти коректного кута інсонації між ВБА та поверхнею стінки черевної порожнини. Об'ємна швидкість кровотоку у НБА варіюється від 80 – 130 мл/хв, а індекс резистентності 0,9 [24, 26, 130].

РЕКОМЕНДАЦІЇ:

- Індекс резистентності у верхній брижовій артерії між 0,80 та 0,89 слід вважати нормальним. Рівень доказів - 4, клас рекомендацій - В, твердий консенсус 17/17.
- Пікову систолічну швидкість верхньої брижовій артерії між 80 та 220 см/с слід вважати нормальною. Рівень доказів - 4, клас рекомендацій - В, широкий консенсус 16/17

Інтрамуральні судини стінки ШКТ

Обстеження судин в стінках ШКТ актуальне у зв'язку з хворобами, що спричиняють зміни у кровоносних судинах, як наприклад, у випадку з пухлинами, ішемією та запаленням кишківника. Дослідження в лабораторних умовах показали, що дрібні судини стінок ШКТ можна ідентифікувати за допомогою ультразвуку високої частоти [131]. Більш розповсюдженим методом є кольоровий доплер (КДК/ЕДК), за допомогою якого реєструють кровоток у судинах стінок ШКТ. Через порівняно повільний кровоток та малий розмір цих судин, кольоровою доплерографією реєструється діапазон швидкості з дуже низькими значеннями від 2 до 5 см/с [31, 36, 122, 132, 133]. Це підвищує ризик виникнення артефактів у вигляді спалахів, а пацієнту необхідно затримувати дихання в процесі обстеження. Також, частота повторення імпульсів (ЧПІ, pulse repetition frequency – PRF) під час такої процедури суттєво обмежує глибину реєстрації кровотоку. Кольоровий та енергетичний доплер надають напівкількісний опис кількості судин (щільності розподілу) у стінці кишківника. В стінці здорового кишківника за допомогою кольорового або енергетичного доплера зазвичай можна ідентифікувати не більше одного або двох сигналів від судини на квадратний сантиметр [36, 122].

Заміри в режимі імпульсного доплера окремих артерій в стінці ШКТ може надати хибні кількісні показники локального кровопостачання. Оскільки, важко визначити кут напрямку ходу судини в стінці ШКТ, то краще використовувати індекс резистентності [36, 122, 134]. На жаль, здійснити заміри не так просто, а тому даний метод не набув популярності у клінічній практиці.

Локальна перфузія

Контрастне УЗД (CEUS) надає можливість проводити неінвазивні дослідження перфузії в стінці ШКТ. На сьогоднішній день лише одне літературне джерело дослідження надає медіану і абсолютні значення об'ємного кровотоку у здорових волонтерів в діапазоні 44,5 (6,6 – 91,2) мл/хв на 100 мл тканини та 39,4 (2,2 – 111,4) мл/хв на 100 мл тканини [51]. Метод значно залежить від комп'ютерної пост-обробки й характеризується досить суттєвою варіативністю, яка на даний час приносить мало користі в клінічній практиці, але, вочевидь, відповідає сучасній літературі [135 – 139].

Тонка та товста кишки

Розташування

Дванадцятипала кишка переходить у тонку кишку через зв'язку Трейца. Тонка кишка має звивистий хід і дуже рухлива завдяки складкам брижі. Порожня кишка (jejunum) зазвичай розташована у верхньому лівому надчерев'ї та середчерев'ї черевної порожнини, а клубова кишка (ileum) - у правому середчерев'ї та підчерев'ї черевної порожнини. Праві клубові судини служать відправною точкою здухвинної області. В результаті мальротаций різні частини тонкої кишки можуть також опинитись в інших позиціях.

Товста кишка розташованій наче рамка картини (обід) ближче до периферії черевної порожнини. Висхідна та низхідна ободова кишка зазвичай прикріплені у ретроперитонеальному просторі дорсолатерально праворуч і ліворуч, відповідно. Поперечна ободова та сигмовидна кишки можуть мати більш мінливу форму залежно від довжини брижі кишки [140]. Поперечна ободова кишка може спускатись у підчерев'я у випадку подовженої брижі ободової кишки, або може розташовуватись за шлунком, якщо брижа ободової кишки дуже коротка.

[141]. В той же час, сигмовидна кишка може бути подовжена і перетинати серединну лінію в сторону правої здухвинної западини, або навіть доходити до печінки. Пряма кишка візуалізується переважно у позаочеревинному просторі за сечовим міхуром.

Інколи сліпа кишка та висхідна ободова кишка можуть розташовуватись внутрішньоочеревинно (мезоперитонеально) з різними варіантами позиції сліпої кишки, або ж вся товста кишка може розміщуватись в лівій стороні черевної порожнини. Це важливо для УЗД в силу можливих (для уникнення) невірних інтерпретацій патологічних змін, а також для уникнення хибного присвоєння показників не тим сегментам кишківника. Такі варіації краще ідентифікувати за допомогою КТ або МРТ, аніж за допомогою УЗД.

Апендикс відходить від сліпої кишки приблизно на 3 см нижче від ілеоцекального клапана в точці, де сходяться три стрічки (тенії) ободової кишки. Положення апендиксу може бути дуже різним, включаючи типове медіальне положення над здухвинно-поперековим м'язом, мати медіальну або латеральну елевацію, або ж ретроцекально, чи в іншому положенні відносно сліпої кишки [142].

Зовнішній вигляд

Тонка кишка має довжину 3 - 6 метрів і характеризується наявністю циркулярних складок Керкрінга. Вони лежать щільніше та збільшують висоту, починаючи з проксимального відділу порожньої кишки (jejunum) і закінчуючи дистальним відділом клубової кишки (ileum), і краще всього візуалізуються, якщо кишкові петлі заповнені рідиною. У стані спадання кишкові петлі можуть мати переважно гіпоехогенний вигляд, а у випадку наявності внутрішньопросвітного газу - гіперехогенний. Зазвичай обидва стани спостерігаються одночасно. Як правило тільки високочастотні датчики дозволяють візуалізувати циркулярні складки Керкрінга кишкових петель у стані зпадання.

Товста кишка характеризується своїми гаустраціями, які краще всього видно у поздовжньому перерізі, коли товста кишка заповнена каловими масами та газом, а отже, має гіперехогенний вигляд. У стані скорочення - що частіше спостерігається у лівому фланку товстої кишки - гаустрації не достатньо очевидні. Нاپівмісячні складки виступають у просвіті між гаустрами, і стають видимі тільки після підготовки очищення товстої кишки, що дозволяє покращити зображення стінки товстої кишки [143]. Якщо товста кишка розтягнута і заповнена каловими масами, шари стінки кишки буде важко розпізнати навіть за допомогою високочастотного датчика. Коли ми шукаємо товсту кишку за допомогою абдомінального датчика, ми зазвичай керуємось уявленням про типове розташування та орієнтуємось на гіперехогенний вміст просвіту, а не на саму стінку кишківника. Численні жирові додатки товстої кишки можна відрізнити від прилеглої жирової тканини, якщо в черевній порожнині присутня рідина.

Під час обстеження з використанням високочастотного датчика, апендикс зазвичай візуалізується у вигляді округлої структури на подобу мішені з чергуванням шарів стінки різної ехогенності.

Якщо просвіт апендиксу повністю заповнений газом, то він набуває головним чином гіперехогенного вигляду. Часом це допомагає знайти нормальний апендикс навіть з використанням черевного датчика, коли високочастотний датчик не можна застосовувати.

Перистальтика

Нормальний період транзиту по тонкій кишці складає від 2 до 6 годин [145]. Дані про перистальтику тонкої кишки досі обмежені через складну взаємодію між центральною та ентеральною нервовою системою, сенсорними та моторними функціями, а також численними шлунково-кишковими гормонами, що впливають на перистальтичну активність [143].

Після нічного голодування перистальтика тонкої кишки знижується [146, 147], але всмоктування їжі та рідин викличе скорочування. Маятникоподібні рухи кишки покращують контакт між вмістом та слизовою оболонкою для забезпечення абсорбування поживних речовин. Такі рухи значно легше побачити у пацієнтів, що страждають на целіакію (непереносимість глютену) [143].

Кровопостачання

Вся тонка кишка живиться верхньою брижовою артерією (ВБА) через її гілки до порожньої кишки (jejunum) і клубової кишки (ileum). Кровопостачання товстої кишки забезпечується з однієї сторони через гілки ВБА, а з іншої сторони через нижню брижову артерію (НБА). Зона подвійного кровопостачання ВБА та НБА знаходиться у поперечній ободовій кишці біля селезінкового вигину ободової кишки. Пряма кишка отримує своє артеріальне живлення від НБА та внутрішньої здухвинної артерії. Це пояснює типове ураження товстого кишківника від лівого вигину ободової кишки до сигмовидної кишки при ішемічному коліті.

Верхня брижова вена супроводжує ВБА, а нижня брижова вена йде вертикально вгору і впадає у селезінкову вену або в місце з'єднання останньої з верхньою брижовою веною, де вони утворюють ворітну вену.

Колатеральні шляхи відіграють важливу роль у захисті стінки кишківника від потенційної ішемії, у випадку зниження артеріального кровопостачання. У випадку важкого стенозу або закупорювання на початковій стадії, один шлях з'єднує три брижові судини. Інший колатеральний шлях формується з великої кількості артеріальних дуг між різними відділами, що допомагає забезпечити достатнє кровопостачання у випадку закупорювання сегментарних артерій [149].

Просвіт

Після нічного голодування просвіт тонкої кишки часто в стані спадання. Як правило, в просвіті присутня лише невелика кількість рідини та газ. Залежно від харчових компонентів, після прийому їжі можна розрізнити більш-менш гіперехогенну рідину та більшу кількість газу. Непрохідність тонкої кишки і прийом рідини перорально або через зонд для штучного харчування забезпечує гіпоехогенний вміст просвіту. Нормальний максимальний діаметр петель тонкої кишки становить від 2 до 2,5 см [147, 150, 151].

На рівні ілеоцекального клапану (баугінієвої заслінки), де вміст клубової кишки (ileum) надходить до товстої кишки, можна розрізнити рідину змішаної ехогенності. Фекальний матеріал поступово ущільнюється, просуваючись по товстій кишці, набуваючи таким чином все більш гіперехогенних властивостей. Діаметр товстої кишки як правило становить 5 см, в той же час ширина сліпої кишки може бути більше [80, 152]. Ширина товстої кишки у лівому фланку дещо збільшується у дистальному напрямку. Товста кишка зазвичай заповнена каловими масами і газом, але інколи низхідна ободова кишка та сигмовидна кишка перебувають у майже зпалому стані, що може ускладнити розпізнавання цих сегментів кишки.

Просвіт нормального апендикса може бути в стані спадання або бути заповнений певною кількістю калових мас і газу. Просвіт рідко перевищує по ширині 4 - 5 мм. Часом можна спостерігати, що просвіт дистального сегменту облітерований і гіперехогенна підслизова оболонка є основним шаром [142].

РЕКОМЕНДАЦІЇ :

16. Трансабдомінальне ультразвукове дослідження може застосовуватись для оцінки анатомії нормального кишківника, васкуляризації та ширини просвіту. Рівень доказів - 2b, клас рекомендацій В, широкий консенсус 9/10.
17. За допомогою УЗД ШКТ можна дослідити анатомічне розташування кишківника, оцінити перистальтику та вміст просвіту. Рівень доказів - 5, клас рекомендацій - С, консенсус більшості 7/10.

Обстеження навколокишкових структур.

Дані сонографії навколокишкових структур надають додаткову важливу інформацію про стан стінок кишківника у випадку підозри, діагностування або виключення захворювань ШКТ. Тому під час рутинного обстеження кишківника завжди необхідно проводити обстеження брижі та лімфатичних вузлів.

Брижа та чепець

Брижа простягається латерально до аорти, від лівої підреберної області до здухвинної ділянки. Сканування брижі виконується як за

допомогою стандартного абдомінального датчика, так і з використанням середньочастотного та високочастотного датчика, залежно від статури пацієнта, оскільки вісцеральний жир призводить до послаблення сигналу, а тому обмежує використання високочастотного датчика [153]. Нормальна брижа відображається під час УЗД як серія слабо гіпогенних шарів, товщиною 7 - 12 мм, розділених гіперехогенними стрічками, які у повздовжньому скануванні схожі на потовщені стінки кишківника. Брижа легко розпізнається при асциті як серія гіперехогенних складок, які піднімаються від задньої стінки черевної порожнини та йдуть до кишкових петель, які саме на кінці їх візуалізуються.

Брижа може бути уражена декількома системними хворобами та при захворюваннях власне ШКТ. Оскільки це свідчить про загальне вісцеральне ожиріння, збільшення товщини жиру брижі (> 1 см) може бути пов'язано з метаболічним синдромом та серцево-судинними захворюваннями [154]. Більш того, хронічні та гострі запальні захворювання (наприклад, хвороба Крона, апендицит та дивертикуліт), а також деякі неопластичні захворювання, які вражають кишківник, можуть призводити до гіпертрофії брижі, так званого огортання жиром і повзучого жиру, який розпізнається у вигляді жорсткої, надлишкової гіперехогенної тканини, яка оточує петлі кишківника (мезентеріальний паннікуліт – прим.ред.) [155 – 159].

Незважаючи на точність ультразвукового дослідження в описі та визначенні патологій брижі, його можливості в порівнянні з КТ та МРТ обмежені при отриманні панорамних зображень .

Лімфатичні вузли

Визначення збільшених або навіть нормальних брижових лімфатичних вузлів брижі є звичайним і часто випадковим результатом під час УЗД черевної порожнини та кишківника, особливо під час обстеження дітей та молодих людей [160]. Виявлені в ході сонографії регіональні брижові лімфатичні вузли можуть бути нормальним або фізіологічним станом, або ж вказувати на минулі чи триваючі переважно запальні або неопластичні хвороби черевної порожнини.

У дорослих нормальні брижові лімфатичні вузли мають овальну форму, видовжені або підковоподібні гіпо- або середньої ехогенності вузлики з меншим діаметром < 4 мм, а для більшого діаметра зазвичай в нормі < 17 мм [161 – 164]. У дітей, у зв'язку з активованою імунною реакцією, а також внаслідок попередніх кишкових інфекцій, нормальні лімфатичні вузли брижі можуть мати коротшу вісь з діаметром менше 10 мм, але зберігають при цьому сталу форму та ехогенність [160, 165, 166].

Розмір, кількість, місце, форма та ехогенність збільшених брижових вузлів не є характерними для основних захворювань.[167]. Однак, аналіз цих характеристик може допомогти в диференціації інфекційних, запальних або потенційних неопластичних причин [168]. Збільшені брижові лімфатичні вузли можуть свідчити про кишкові та системні запальні стани, а також про неопластичні захворювання. Особливо, якщо це пов'язано з сонографічними змінами кишківника та гіпертрофією брижі [161, 169 – 172].

РЕКОМЕНДАЦІЇ :

18. УЗД може застосовуватись для оцінки лімфатичних вузлів та брижі. Рівень доказів - 4, клас рекомендацій - В, 4, твердий консенсус 10/10.

Протокол обстеження

Існують опубліковані стандарти протоколів ультразвукового дослідження [173]. До того ж існують окремі вимоги до протоколів УЗД ШКТ, які можуть бути зосереджені на обстеженні кишківника та обмежені ним.

У випадку використання пероральної підготовки кишківника (під час контрастно-підсиленого УЗД тонкої кишки), це необхідно вказати у протоколі.

Особливо важливо зазначити у висновку випадки, коли не вдалось ідентифікувати структуру, яка може вплинути на чутливість дослідження, особливо ідентифікація ілеоцекального клапану та апендиксу.

Може виникнути необхідність вказати який сегмент товстої кишки, зокрема прямої кишки та сигмовидної кишки, досліджувався, коли це має відношення до клінічного питання, яке вивчається. Якщо не вдається оцінити порожню кишку (jejunum) і клубову кишку (ileum) суміжно, це також може бути підставою зазначити рівень впевненості, з яким оператор технічно проводив дослідження тонкої кишки.

Під час опису результатів УЗД ШКТ найбільш диференційні параметри включають товщину стінки кишківника, довжину та розподіл товщини стінки кишківника, а також вносяться дані про будь-які зміни в однорідності шарів та симетрії. Присутність огортання жиром та повзучого жиру відноситься до дуже специфічних результатів під час дослідження пацієнта з хворобою Крона, а тому це повинно бути включено у протокол у випадку виявлення.

Наявність відповідних ідентифікованих ускладнень, на зразок нориць, стриктур в поєднанні з такими функціональними показниками, як вміст кишківника та його розширення і перистальтика є корисними ознаками кишкових хвороб.

Оцінка наявності лімфаденопатії та вільної рідини є корисним твердженням у протоколі, включаючи оцінку внутрішнього кишкового газу, коли це клінічно виправдано.

У випадку використання більш передових методик на зразок еластографії, доплерографії та контрастно-посиленого УЗД, їх дані необхідно включати у прокол.

РЕКОМЕНДАЦІЇ:

19. У проколі обстеження необхідно вказувати рівень візуалізації кишківника, специфічні аспекти методики та дані сонографічного дослідження, якщо це передбачено клінічним контекстом. Рівень доказів - 5, клас рекомендацій - С, твердий консенсус 10/10.

Застосування у клінічній практиці

УЗД кишківника часто розглядається як перший інструмент візуальної діагностики пацієнтів з гострим животом [88].

Систематичні огляди та мета-аналізи показали, що УЗД є високоточним методом для діагностування гострого апендициту, однак не настільки точним, як КТ [174, 175]. Проте, оскільки їх діагностична цінність позитивного результату досить подібна, УЗД може використовуватись у якості першої візуальної діагностики в рамках стандартизованої стратегії УЗД-КТ, в якій пацієнта з позитивним УЗД-результатом апендициту, відправляють напряму в хірургію, без проведення КТ, в той час, як пацієнти з неоднозначними результатами або негативними сонографічними результатами направляються на КТ. Така стратегія довела свою ефективність на рівні з негайною КТ для всіх пацієнтів, не зважаючи на потенційно більшу кількість хибно позитивних результатів, такий підхід удвічі зменшує потребу в КТ, без впливу на строк стаціонарного лікування, знижуючи дози опромінення та заощаджуючи кошти [176 – 178].

Діагноз гострого дивертикуліту товстої кишки можна поставити пацієнтам тільки шляхом клінічного обстеження [179]. Однак, зазвичай виникає потреба у додатковому скануванні для визначення діагнозу та оцінки ускладнень. Систематичні огляди та порівняльні аналізи продемонстрували, що УЗД та КТ демонструють високу порівнянну точність при діагностуванні гострих дивертикулітів [88, 180]. Незважаючи на перевагу КТ завдяки вищій специфічності, наявності панорамного виду та здатності ідентифікувати альтернативні діагнози, умовна стратегія, за якої КТ проводиться після отримання сумнівних або позитивних результатів УЗД, є переважним підходом, прописаним у національних інструкціях [179, 181].

УЗД кишківника допомагає точно визначити кишкову непрохідність, відображаючи її у вигляді розширених (> 3 см) та заповнених рідиною петель тонкої кишки. Ультразвукова діагностика в реальному часі також дозволяє оцінити характер кишкової непрохідності (механічний чи динамічний), а також давати припущення щодо причин та небезпеки. Зокрема, висока чутливість та конкретність УЗД при визначенні кишкової непрохідності підтверджена найбільш перспективними дослідженнями, опублікованими на даний момент як на основі послідовного потоку пацієнтів, так і відібраних пацієнтів з хворобою Крона [182 – 184].

Окрім гострих захворювань, УЗД кишківника зокрема широко застосовується для визначення та спостереження запальних захворювань кишківника, в тому числі хвороби Крона та її ускладнень, включаючи стриктури, свищі, абсцеси і позакишкові ускладнення. Декілька систематичних оглядів та мета-аналізів показали, що УЗД здатне визначити ознаки хвороби Крона та має, на рівні з КТ й МРТ, порівнянну діагностичну точність на початкових проявах хвороби Крона у термінальному відділі здухвинної кишки, а також під час моніторингу хвороби шляхом оцінки її активності та ускладнень у черевній порожнині. УЗД довела свою користь у веденні пацієнтів з запальними захворюваннями кишківника, незалежно від симптомів.

Насамкінець, при використанні трансабдомінального обстеження пацієнтів без спеціальної підготовки з такими кишковими симптомами, як біль в животі або зміна у частоті та характері стільця, УЗД може визначити патологічні показники кишківника або метастази, які вказують на кишкові хвороби, щодо яких спочатку не було підозр [186]. Зокрема, УЗД може ідентифікувати

ознаки, що свідчать про синдром недостатнього всмоктування (мальабсорбція) та целіакію, як наприклад збільшені брижові лімфатичні вузли, роздуті петлі тонкої кишки з підвищеним вмістом рідини, та підвищена перистальтика з високою чутливістю. Загальна точність та місце УЗД у алгоритмі діагностування целіакії може варіюватись залежно від вірогідності хвороби в певній сукупності пацієнтів [169, 187]. Розпізнання таких ознак у пацієнтів зі скаргами на біль в животі та зміни в стільці дозволяє адекватно визначити алгоритм подальших обстежень. Отже, УЗД кишківника дозволяє ідентифікувати утворення та пухлинні новоутворення в ШКТ, особливо на пізній стадії [188]. В той же час, роль УЗД у визначенні та підозрі шлунково-кишкових функціональних порушень не визначена і потребує подальших досліджень.

Джерела

- [1] Panes J, Bouzas R, Chaparro M et al. Systematic review: the use of ultrasonography, computed tomography and magnetic resonance imaging for the diagnosis, assessment of activity and abdominal complications of Crohn's disease. *Aliment Pharmacol Ther* 2011; 34: 125–145
- [2] Panes J, Bouhnik Y, Reinisch W et al. Imaging techniques for assessment of inflammatory bowel disease: joint ECCO and ESGAR evidence-based consensus guidelines. *J Crohns Colitis* 2013; 7: 556–585
- [3] Bamber J, Cosgrove D, Dietrich CF et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology. *Ultraschall in Med* 2013; 34: 169–184
- [4] Claudon M, Dietrich CF, Choi BI et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for Contrast Enhanced Ultrasound (CEUS) in the liver – update 2012: AWFUMB-EFSUMB initiative in cooperation with representatives of AFSUMB, AIUM, ASUM, FLAUS and ICUS. *Ultrasound Med Biol* 2013; 39: 187–210
- [5] Cosgrove D, Piscaglia F, Bamber J et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications. *Ultraschall in Med* 2013; 34: 238–253
- [6] Dietrich CF, Lorentzen T, Sidhu PS et al. An Introduction to the EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS). *Ultraschall in Med* 2015; 36: 460–463
- [7] Jenssen C, Brkljacic B, Hocke M et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part VI – Ultrasound-Guided Vascular Interventions. *Ultraschall in Med* 2015; Nov 18. DOI: 10.1055/s-0035-1553450
- [8] Jenssen C, Hocke M, Fusaroli P et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part IV – EUS-guided interventions: General Aspects and EUS-guided Sampling (Short Version). *Ultraschall in Med* 2016; 37: 157–169
- [9] Lorentzen T, Nolsoe CP, Ewertsen C et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part I. General Aspects (Short Version). *Ultraschall in Med* 2015; 36: 464–472
- [10] Piscaglia F, Nolsoe C, Dietrich CF et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Practice of Contrast Enhanced Ultrasound (CEUS): Update 2011 on non-hepatic applications. *Ultraschall in Med* 2011; 33: 33–59
- [11] Sidhu PS, Brabrand K, Cantisani V et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part II. *Ultraschall in Med* 2015; 36: E15–E35
- [12] Howick J, Chalmers I, Glasziou P et al. The Oxford Levels of Evidence 2. OCEBM Levels of Evidence Working Group, Oxford Centre for Evidence-Based Medicine. 2009. Available from: <http://www.cebm.net/index.aspx?o=5653>
- [13] Haber HP, Stern M. Intestinal ultrasonography in children and young adults: bowel wall thickness is age dependent. *J Ultrasound Med* 2000; 19: 315–321
- [14] Nylund K, Hausken T, Odegaard S et al. Gastrointestinal wall thickness measured with transabdominal ultrasonography and its relationship to demographic factors in healthy subjects. *Ultraschall in Med* 2012; 33: E225–E232
- [15] Aibe T, Fuji T, Okita K et al. A fundamental study of normal layer structure of the gastrointestinal wall visualized by endoscopic ultrasonography. *Scand J Gastroenterol Suppl* 1986; 123: 6–15
- [16] Boscaini M, Moscini PL, Montori A. Transrectal ultrasonography: interpretation of normal intestinal wall structure for the preoperative staging of rectal cancer. *Scand J Gastroenterol Suppl* 1986; 123: 87–98
- [17] Kimmey MB, Martin RW, Haggitt RC et al. Histologic correlates of gastrointestinal ultrasound images. *Gastroenterology* 1989; 96: 433–441
- [18] Rompel O, Huelse B, Bodenschatz K et al. Harmonic US imaging of appendicitis in children. *Pediatr Radiol* 2006; 36: 1257–1264
- [19] Schmidt T, Hohl C, Haage P et al. Phase-inversion tissue harmonic imaging compared to fundamental B-mode ultrasound in the evaluation of the pathology of large and small bowel. *Eur Radiol* 2005; 15: 2021–2030
- [20] Ying M, Sin MH. Comparison of extended field of view and dual image ultrasound techniques: accuracy and reliability of distance measurements in phantom study. *Ultrasound Med Biol* 2005; 31: 79–83
- [21] Troger J, Darge K. SieScape—a new dimension of ultrasound imaging in pediatric radiology. *Radiologe* 1998; 38: 417–419
- [22] Giovagnorio F, Diacinti D, Vernia P. Doppler sonography of the superior mesenteric artery in Crohn's disease. *Am J Roentgenol* 1998; 170: 123–126
- [23] Maconi G, Parente F, Bollani S et al. Factors affecting splanchnic haemodynamics in Crohn's disease: a prospective controlled study using Doppler ultrasound. *Gut* 1998; 43: 645–650
- [24] Mirk P, Palazzoni G, Gimondo P. Doppler sonography of hemodynamic changes of the inferior mesenteric artery in inflammatory bowel disease: preliminary data. *Am J Roentgenol* 1999; 173: 381–387
- [25] Van Oostayen JA, Wasser MN, van Hogezaand RA et al. Activity of Crohn disease assessed by measurement of superior mesenteric artery flow with Doppler US. *Radiology* 1994; 193: 551–554
- [26] Dietrich CF, Jedrzejczyk M, Ignee A. Sonographic assessment of splanchnic arteries and the bowel wall. *Eur J Radiol* 2007; 64: 202–212
- [27] Ignee A, Boerner N, Bruening A et al. Duplexsonography of the mesenteric vessels – a critical evaluation of inter observer variability. *Z Gastroenterol* 2016; 54: 304–311
- [28] Nylund K, Hausken T, Gilja OH. Ultrasound and inflammatory bowel disease. *Ultrasound Q* 2010; 26: 3–15
- [29] Van Oostayen JA, Wasser MN, Griffioen G et al. Activity of Crohn's disease assessed by measurement of superior mesenteric artery flow with Doppler ultrasound. *Neth J Med* 1998; 53: S3–S8
- [30] Ruess L, Blask AR, Bulas DI et al. Inflammatory bowel disease in children and young adults: correlation of sonographic and clinical parameters during treatment. *Am J Roentgenol* 2000; 175: 79–84
- [31] Spalinger J, Patriquin H, Miron MC et al. Doppler US in patients with Crohn disease: vessel density in the diseased bowel reflects disease activity. *Radiology* 2000; 217: 787–791
- [32] Patriquin HB, Garcier JM, Lafortune M et al. Appendicitis in children and young adults: Doppler sonographic-pathologic correlation. *Am J Roentgenol* 1996; 166: 629–633
- [33] Ripolles T, Simo L, Martinez-Perez MJ et al. Sonographic findings in ischemic colitis in 58 patients. *Am J Roentgenol* 2005; 184: 777–785
- [34] Drews BH, Barth TF, Hanle MM et al. Comparison of sonographically measured bowel wall vascularity, histology, and disease activity in Crohn's disease. *Eur Radiol* 2009; 19: 1379–1386
- [35] Neye H, Voderholzer W, Rickes S et al. Evaluation of criteria for the activity of Crohn's disease by power Doppler sonography. *Dig Dis* 2004; 22: 67–72
- [36] Esteban JM, Maldonado L, Sanchiz V et al. Activity of Crohn's disease assessed by colour Doppler ultrasound analysis of the affected loops. *Eur Radiol* 2001; 11: 1423–1428
- [37] Ripolles T, Martinez MJ, Morote V et al. Appendiceal involvement in Crohn's disease: gray-scale sonography and color Doppler flow features. *Am J Roentgenol* 2006; 186: 1071–1078
- [38] Cosgrove D. Ultrasound contrast agents: an overview. *Eur J Radiol* 2006; 60: 324–330
- [39] Greis C. Technology overview: SonoVue (Bracco, Milan). *Eur Radiol* 2004; 14 (Suppl. 8): 11–15
- [40] Rapaccini GL, Pompili M, Orefice R et al. Contrast-enhanced power doppler of the intestinal wall in the evaluation of patients with Crohn disease. *Scand J Gastroenterol* 2004; 39: 188–194
- [41] Robotti D, Cammarota T, Deboni P et al. Activity of Crohn disease: value of Color-Power-Doppler and contrast-enhanced ultrasonography. *Abdom Imaging* 2004; 29: 648–652
- [42] Serra C, Menozzi G, Labate AM et al. Ultrasound assessment of vascularization of the thickened terminal ileum wall in Crohn's disease patients using a low-mechanical index real-time scanning technique with a second-generation ultrasound contrast agent. *Eur J Radiol* 2007; 62: 114–121
- [43] Incesu L, Yazicioglu AK, Selcuk MB et al. Contrast-enhanced power Doppler US in the diagnosis of acute appendicitis. *Eur J Radiol* 2004; 50: 201–209
- [44] Kratzer W, Schmidt SA, Mittrach C et al. Contrast-enhanced wideband harmonic imaging ultrasound (SonoVue): a new technique for quantifying bowel wall vascularity in Crohn's disease. *Scand J Gastroenterol* 2005; 40: 985–991
- [45] Pauls S, Gabelmann A, Schmidt SA et al. Evaluating bowel wall vascularity in Crohn's disease: a comparison of dynamic MRI and wideband harmonic imaging contrast-enhanced low MI ultrasound. *Eur Radiol* 2006; 16: 2410–2417
- [46] Schreyer AG, Finkenzeller T, Gossmann H et al. Microcirculation and perfusion with contrast enhanced ultrasound (CEUS) in Crohn's disease: first results with linear contrast harmonic imaging (CHI). *Clin Hemorheol*

- Microcirc 2008; 40: 143–155
- [47] Cui XW, Ignee A, Jedrzejczyk M et al. Dynamic Vascular Pattern (DVP), a quantification tool for contrast enhanced ultrasound. *Z Gastroenterol* 2013; 51: 427–431
- [48] Dietrich CF, Averkiou MA, Correas JM et al. An EFSUMB introduction into Dynamic Contrast-Enhanced Ultrasound (DCE-US) for quantification of tumour perfusion. *Ultraschall in Med* 2012; 33: 344–351
- [49] Frohlich E, Muller R, Cui XW et al. Dynamic contrast-enhanced ultrasound for quantification of tissue perfusion. *J Ultrasound Med* 2015; 34:179–196
- [50] Jirik R, Nylund K, Gilja O et al. Ultrasound perfusion analysis combining bolus-tracking and burst-replenishment. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control* 2013; 60: 310–319
- [51] Nylund K, Jirik R, Mezl M et al. Quantitative contrast-enhanced ultrasound comparison between inflammatory and fibrotic lesions in patients with Crohn's disease. *Ultrasound Med Biol* 2013; 39: 1197–1206
- [52] Romanini L, Passamonti M, Navarra M et al. Quantitative analysis of contrast-enhanced ultrasonography of the bowel wall can predict disease activity in inflammatory bowel disease. *Eur J Radiol* 2014; 83: 1317–1323
- [53] Esteban JM, Alexandre A, Hurtado MJ et al. Contrast-enhanced power Doppler ultrasound in the diagnosis and follow-up of inflammatory abdominal masses in Crohn's disease. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2003; 15: 253–259
- [54] Ripolles T, Martinez-Perez MJ, Paredes JM et al. Contrast-enhanced ultrasound in the differentiation between phlegmon and abscess in Crohn's disease and other abdominal conditions. *Eur J Radiol* 2013; 82: e525–e531
- [55] Liu C, Xu XR, Xu HX et al. Conventional ultrasound and contrast-enhanced ultrasound in evaluating the severity of Crohn's disease. *Int J Clin Exp Med* 2015; 8: 123–134
- [56] Migaleddu V, Scanu AM, Quaia E et al. Contrast-enhanced ultrasonographic evaluation of inflammatory activity in Crohn's disease. *Gastroenterology* 2009; 137: 43–52
- [57] Zink F, Kratzer W, Schmidt S et al. Comparison of Two High-End Ultrasound Systems for Contrast-Enhanced Ultrasound Quantification of Mural Microvasculature in Crohn's Disease. *Ultraschall in Med* 2016; 37: 74–81
- [58] Lampaskis M, Averkiou M. Investigation of the relationship of nonlinear backscattered ultrasound intensity with microbubble concentration at low MI. *Ultrasound Med Biol* 2010; 36: 306–312
- [59] Havre R, Gilja OH. Elastography and strain rate imaging of the gastrointestinal tract. *Eur J Radiol* 2014; 83: 438–441
- [60] Giannetti A, Biscontri M, Matergi M. Feasibility of real-time strain elastography in colonic diseases. *J Ultrasound* 2014; 17: 321–330
- [61] Waage JE, Leh S, Rosler C et al. Endorectal ultrasonography, strain elastography and MRI differentiation of rectal adenomas and adenocarcinomas. *Colorectal Dis* 2015; 17: 124–131
- [62] Waage JE, Bach SP, Pfeffer F et al. Combined endorectal ultrasonography and strain elastography for the staging of early rectal cancer. *Colorectal Dis* 2015; 17: 50–56
- [63] Allgayer H, Ignee A, Zipse S et al. Endorectal ultrasound and real-time elastography in patients with fecal incontinence following anorectal surgery: a prospective comparison evaluating short- and long-term outcomes in irradiated and non-irradiated patients. *Z Gastroenterol* 2012; 50: 1281–1286
- [64] Allgayer H, Ignee A, Dietrich CF. Endosonographic elastography of the anal sphincter in patients with fecal incontinence. *Scand J Gastroenterol* 2010; 45: 30–38
- [65] Baumgart DC, Muller HP, Grittner U et al. US-based Real-time Elastography for the Detection of Fibrotic Gut Tissue in Patients with Stricture Crohn Disease. *Radiology* 2015; 275: 889–899
- [66] Fraquelli M, Branchi F, Cribru FM et al. The Role of Ultrasound Elasticity Imaging in Predicting Ileal Fibrosis in Crohn's Disease Patients. *Inflamm Bowel Dis* 2015; 21: 2605–2612
- [67] Gilja OH. Education and Practical Standards Committee, EFSUMB. Minimum Training recommendations for the practice of medical ultrasound. *Ultraschall in Med* 2006; 27: 79–105
- [68] Pinto PN, Chojniak R, Cohen MP et al. Comparison of three types of preparations for abdominal sonography. *J Clin Ultrasound* 2011; 39: 203–208
- [69] Heldwein W, Sommerlatte T, Hasford J et al. Evaluation of the usefulness of dimethicone and/or senna extract in improving the visualization of abdominal organs. *J Clin Ultrasound* 1987; 15: 455–458
- [70] Sinan T, Leven H, Sheikh M. Is fasting a necessary preparation for abdominal ultrasound? *BMC Med Imaging* 2003; 3: 1
- [71] Ehrenstein BP, Froh S, Schlottmann K et al. To eat or not to eat? Effect of fasting prior to abdominal sonography examinations on the quality of imaging under routine conditions: A randomized, examiner-blinded trial. *Scand J Gastroenterol* 2009; 44: 1048–1054
- [72] Dauzat M, Lafortune M, Patriquin H et al. Meal induced changes in hepatic and splanchnic circulation: a noninvasive Doppler study in normal humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1994; 68: 373–380
- [73] Matheson PJ, Wilson MA, Garrison RN. Regulation of intestinal blood flow. *J Surg Res* 2000; 93: 182–196
- [74] Qamar MI, Read AE. Effects of ingestion of carbohydrate, fat, protein, and water on the mesenteric blood flow in man. *Scand J Gastroenterol* 1988; 23: 26–30
- [75] Sidery MB, Macdonald IA, Blackshaw PE. Superior mesenteric artery blood flow and gastric emptying in humans and the differential effects of high fat and high carbohydrate meals. *Gut* 1994; 35: 186–190
- [76] Stubbs TA, Macdonald IA. Within- and between-day variability in transcutaneous Doppler ultrasound measurements of superior mesenteric artery blood flow (SMABF) in the fasted state. *Physiol Meas* 1998; 19: 181–187
- [77] Qamar MI, Read AE. Effects of exercise on mesenteric blood flow in man. *Gut* 1987; 28: 583–587
- [78] Hollerweger A, Dirks K, Szopinski K. Transabdominal ultrasound of the gastrointestinal tract. In: Dietrich CF, editor EFSUMB Course Book on Ultrasound. 2012: 233–271
- [79] Maconi G, Rigazio C, Ercole E. Bowel Ultrasound: Investigation Technique and Normal Findings. In: Maconi G, Bianchi Porro G, editors. *Ultrasound of the Gastrointestinal tract*. 2nd ed Springer; 2014: 7–17
- [80] Hollerweger A, Wustner M, Dirks K. Bowel Obstruction: Sonographic Evaluation. *Ultraschall in Med* 2015; 36: 216–235
- [81] Puylaert JB. Acute appendicitis: US evaluation using graded compression. *Radiology* 1986; 158: 355–360
- [82] Puylaert JB, Rutgers PH, Lalisang RI et al. A prospective study of ultrasonography in the diagnosis of appendicitis. *N Engl J Med* 1987; 317: 666–669
- [83] Jeffrey RB Jr, Laing FC, Lewis FR. Acute appendicitis: high-resolution realtime US findings. *Radiology* 1987; 163: 11–14
- [84] Nielke RA, Lampmann LE. Graded compression sonography in acute appendicitis. *Rofo* 1986; 145: 441–445
- [85] Carroll PJ, Gibson D, El-Faedy O et al. Surgeon-performed ultrasound at the bedside for the detection of appendicitis and gallstones: systematic review and meta-analysis. *Am J Surg* 2013; 205: 102–108
- [86] Siegel MJ, Friedland JA, Hildebolt CF. Bowel wall thickening in children: differentiation with US. *Radiology* 1997; 203: 631–635
- [87] Schwerk WB, Schwarz S, Rothmund M. Sonography in acute colonic diverticulitis. A prospective study. *Dis Colon Rectum* 1992; 35: 1077–1084
- [88] Lameris W, van RA, Bipat S et al. Graded compression ultrasonography and computed tomography in acute colonic diverticulitis: meta-analysis of test accuracy. *Eur Radiol* 2008; 18: 2498–2511
- [89] Parra DA, Navarro OM. Sonographic diagnosis of intestinal polyps in children. *Pediatr Radiol* 2008; 38: 680–684
- [90] Worlicek H, Dunz D, Engelhard K. Ultrasonic examination of the wall of the fluid-filled stomach. *J Clin Ultrasound* 1989; 17: 5–14
- [91] Limberg B. Diagnosis and staging of colonic tumors by conventional abdominal sonography as compared with hydrocolonic sonography. *N Engl J Med* 1992; 327: 65–69
- [92] Hirooka N, Ohno T, Misonoo M et al. Sono-enterocolonography by oral water administration. *J Clin Ultrasound* 1989; 17: 585–589
- [93] Pallotta N, Baccini F, Corazziari E. Ultrasonography of the small bowel after oral administration of anechoic contrast solution. *Lancet* 1999; 353: 985–986
- [94] Schiller LR, Santa Ana CA, Porter J et al. Validation of polyethylene glycol 3350 as a poorly absorbable marker for intestinal perfusion studies. *Dig Dis Sci* 1997; 42: 1–5
- [95] Pallotta N, Civitelli F, Di NG et al. Small intestine contrast ultrasonography in pediatric Crohn's disease. *J Pediatr* 2013; 163: 778–784
- [96] Folvik G, Bjerke-Larsen T, Odegaard S et al. Hydrosonography of the small intestine: comparison with radiologic barium study. *Scand J Gastroenterol* 1999; 34: 1247–1252
- [97] European Committee for Medical Ultrasound Safety (ECMUS). EFSUMB clinical safety statement for diagnostic ultrasound (2015). European Committee for Medical Ultrasound Safety (ECMUS). 2015. Available from:

<http://www.efsumb.org/guidelines/ss2015clinical.pdf>

- [98] ter Haar G. Ultrasound bio-effects and safety considerations. *Front Neurol Neurosci* 2015; 36: 23–30
- [99] Piscaglia F, Bolondi L. The safety of Sonovue in abdominal applications: retrospective analysis of 23188 investigations. *Ultrasound Med Biol* 2006; 32: 1369–1375
- [100] ter Haar G. Safety and bio-effects of ultrasound contrast agents. *Med Biol Eng Comput* 2009; 47: 893–900
- [101] Wiersema MJ, Wiersema LM. High-resolution 25-megahertz ultrasonography of the gastrointestinal wall: histologic correlates. *Gastrointest Endosc* 1993; 39: 499–504
- [102] Goldstein NS, Soman A, Sacksner J. Disparate surgical margin lengths of colorectal resection specimens between in vivo and in vitro measurements – The effects of surgical resection and formalin fixation on organ shrinkage. *Am J Clin Pathol* 1999; 111: 349–351
- [103] Chiorean L, Schreiber-Dietrich D, Braden B et al. Transabdominal ultrasound for standardized measurement of bowel wall thickness in normal children and those with Crohn's disease. *Med Ultrason* 2014; 16: 319–324
- [104] Dialer I, Hundt C, Bertele-Harms RM et al. Sonographic evaluation of bowel wall thickness in patients with cystic fibrosis. *J Clin Gastroenterol* 2003; 37: 55–60
- [105] Haber HP, Busch A, Ziebach R et al. Bowel wall thickness measured by ultrasound as a marker of Crohn's disease activity in children. *Lancet* 2000; 355: 1239–1240
- [106] Huh CH, Bhutani MS, Farfan EB et al. Individual variations in mucosa and total wall thickness in the stomach and rectum assessed via endoscopic ultrasound. *Physiol Meas* 2003; 24: N15–N22
- [107] Sandek A, Bauditz J, Swidsinski A et al. Altered intestinal function in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 2007; 50: 1561–1569
- [108] Ferri E, Bonvicini U, Pisani M. Ultrasonography of normal vermiform appendix. *Chir Ital* 2001; 53: 231–238
- [109] Simonovsky V. Sonographic detection of normal and abnormal appendix. *Clin Radiol* 1999; 54: 533–539
- [110] Simonovsky V. Normal appendix: is there any significant difference in the maximal mural thickness at US between pediatric and adult populations? *Radiology* 2002; 224: 333–337
- [111] Kimmey MB, Hwang JH. Assessment of the Layered Structure of the Gastrointestinal Tract. In: Ødegaard S, Gilja OH, Gregersen H, editors *Basic and New Aspects of Gastrointestinal Ultrasonography*. Singapore: World Scientific; 2005: 167–188
- [112] Ødegaard S, Kimmey MB. Location of the muscularis mucosae on high frequency gastrointestinal ultrasound images. *Eur J Ultrasound* 1994; 1: 39–50
- [113] Silverstein F, Kimmey M, Martin R et al. Ultrasound and the intestinal wall: experimental methods. *Scand J Gastroenterol Suppl* 1986; 123: 34–40
- [114] Jorgensen CS, Dall FH, Jensen SL et al. A new combined high-frequency ultrasound-impedance planimetry measuring system for the quantification of organ wall biomechanics in vivo. *J Biomech* 1995; 28: 863–867
- [115] Ødegaard S, Kimmey MB, Martin RW et al. The effects of applied pressure on the thickness, layers, and echogenicity of gastrointestinal wall ultrasound images. *Gastrointest Endosc* 1992; 38: 351–356
- [116] Cosar S, Oktar SO, Cosar B et al. Doppler and gray-scale ultrasound evaluation of morphological and hemodynamic changes in liver vasculature in alcoholic patients. *Eur J Radiol* 2005; 54: 393–399
- [117] Erden A, Cumhur T, Olcer T. Superior mesenteric artery blood flow in patients with small bowel diseases: evaluation with duplex Doppler sonography. *J Clin Ultrasound* 1998; 26: 37–41
- [118] Gentile AT, Moneta GL, Lee RW et al. Usefulness of fasting and postprandial duplex ultrasound examinations for predicting high-grade superior mesenteric artery stenosis. *Am J Surg* 1995; 169: 476–479
- [119] Kalantzis N, Rouvella P, Tarazis S et al. Doppler US of superior mesenteric artery in the assessment of ulcerative colitis. A prospective study. *Hepatogastroenterology* 2002; 49: 168–171
- [120] SchaberleW, Seitz K. Duplex ultrasound measurement of blood flow in the superior mesenteric artery. *Ultraschall in Med* 1991; 12: 277–282
- [121] Sigirci A, Baysal T, Kutlu R et al. Doppler sonography of the inferior and superior mesenteric arteries in ulcerative colitis. *J Clin Ultrasound* 2001; 29: 130–139
- [122] Sjekavica I, Barbaric-Babic V, Krznaric Z et al. Assessment of Crohn's disease activity by doppler ultrasound of superior mesenteric artery and mural arteries in thickened bowel wall: cross-sectional study. *Croat Med J* 2007; 48: 822–830
- [123] Dinc H, Sari A, Resit GH et al. Portal and splanchnic haemodynamics in patients with advanced post-hepatic cirrhosis and in healthy adults. Assessment with duplex Doppler ultrasound. *Acta Radiol* 1998; 39: 152–156
- [124] Ludwig D, Wiener S, Bruning A et al. Mesenteric blood flow is related to disease activity and risk of relapse in Crohn's disease: a prospective follow-up study. *Am J Gastroenterol* 1999; 94: 2942–2950
- [125] Piscaglia F, Zironi G, Gaiani S et al. Relationship between splanchnic, peripheral and cardiac haemodynamics in liver cirrhosis of different degrees of severity. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 1997; 9: 799–804
- [126] Qamar MI, Read AE, Skidmore R et al. Transcutaneous Doppler ultrasound measurement of superior mesenteric artery blood flow in man. *Gut* 1986; 27: 100–105
- [127] Ray-Chaudhuri K, Ryder SA, Thomaidis T et al. The relationship between blood flow and pulsatility index in the superior mesenteric artery at rest and during constrictor stimuli in normal subjects. *J Clin Ultrasound* 1994; 22: 149–160
- [128] Sato S, Ohnishi K, Sugita S et al. Splenic artery and superior mesenteric artery blood flow: nonsurgical Doppler US measurement in healthy subjects and patients with chronic liver disease. *Radiology* 1987; 164: 347–352
- [129] Ergun T, Lakadamyali H. Doppler ultrasound evaluation of morphological and hemodynamical changes of hepatic and mesenteric structures in end-stage renal disease patients on regular hemodialysis. *Int Urol Nephrol* 2010; 42: 205–210
- [130] Sigirci A, Senol M, Aydin E et al. Doppler waveforms and blood flow parameters of the superior and inferior mesenteric arteries in patients having Behcet disease with and without gastrointestinal symptoms: preliminary data. *J Ultrasound Med* 2003; 22: 449–457
- [131] Ødegaard S, Kimmey MB, Cheung AHS et al. High frequency endosonography of gastrointestinal arteries: potential and limitations in vitro. *Eur J Ultrasound* 1995; 2: 313–319
- [132] Heyne R, Rickes S, Bock P et al. Non-invasive evaluation of activity in inflammatory bowel disease by power Doppler sonography. *Z Gastroenterol* 2002; 40: 171–175
- [133] Scholbach T, Herrero I, Scholbach J. Dynamic color Doppler sonography of intestinal wall in patients with Crohn disease compared with healthy subjects. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2004; 39: 524–528
- [134] Yekeler E, Danalioglu A, Movassaghi B et al. Crohn disease activity evaluated by Doppler ultrasonography of the superior mesenteric artery and the affected small-bowel segments. *J Ultrasound Med* 2005; 24: 59–65
- [135] Ahn H, Lindhagen J, Nilsson GE et al. Assessment of blood flow in the small intestine with laser Doppler flowmetry. *Scand J Gastroenterol* 1986; 21: 863–870
- [136] Ahn H, Lindhagen J, Lundgren O. Measurement of colonic blood flow with laser Doppler flowmetry. *Scand J Gastroenterol* 1986; 21: 871–880
- [137] Hulten L, Jodal M, Lindhagen J et al. Blood flow in the small intestine of cat and man as analyzed by an inert gas washout technique. *Gastroenterology* 1976; 70: 45–51
- [138] Hulten L, Jodal M, Lindhagen J et al. Colonic blood flow in cat and man as analyzed by an inert gas washout technique. *Gastroenterology* 1976; 70: 36–44
- [139] Tateishi S, Arima S, Futami K. Assessment of blood flow in the small intestine by laser Doppler flowmetry: comparison of healthy small intestine and small intestine in Crohn's disease. *J Gastroenterol* 1997; 32: 457–463
- [140] Hollerweger A. Colonic diseases: the value of US examination. *Eur J Radiol* 2007; 64: 239–249
- [141] Oldfield AL, Wilbur AC. Retrogastric colon: CT demonstration of anatomic variations. *Radiology* 1993; 186: 557–561
- [142] Hollerweger A. Acute appendicitis: sonographic evaluation. *Ultraschall in Med* 2006; 27: 412–426
- [143] Gilja OH, Braden B, Piscaglia F et al. Functional ultrasound of the gastrointestinal tract. In: Dietrich CF, editor *EFSUMB Course book on ultrasound*. 1 ed London: EFSUMB; 2015: 597–620
- [144] Rettenbacher T, Hollerweger A, Macheiner P et al. Outer diameter of the vermiform appendix as a sign of acute appendicitis: evaluation at US. *Radiology* 2001; 218: 757–762
- [145] Lee YY, Erdogan A, Rao SS. How to assess regional and whole gut transit time with wireless motility capsule. *J Neurogastroenterol Motil*

2014; 20: 265–270

[146] Nylund K, Odegaard S, Hausken T et al. Sonography of the small intestine. *World J Gastroenterol* 2009; 15: 1319–1330

[147] Rettenbacher T, Hollerweger A, Macheiner P et al. Adult celiac disease: US signs. *Radiology* 1999; 211: 389–394

[148] Phillips SF. Functions of the large bowel: an overview. *Scand J Gastroenterol Suppl* 1984; 93: 1–12

[149] Walker TG. Mesenteric vasculature and collateral pathways. *Semin Intervent Radiol* 2009; 26: 167–174

[150] Schmutz GR, Benko A, Fournier L et al. Small bowel obstruction: role and contribution of sonography. *Eur Radiol* 1997; 7: 1054–1058

[151] Pallotta N, Baccini F, Corazziari E. Small intestine contrast ultrasonography. *J Ultrasound Med* 2000; 19: 21–26

[152] Jaffe T, Thompson WM. Large-Bowel Obstruction in the Adult: Classic Radiographic and CT Findings, Etiology, and Mimics. *Radiology* 2015; 275: 651–663

[153] Taniguchi DK, Martin RW, Myers J et al. Measurement of the ultrasonic attenuation of fat at high frequency. *Acad Radiol* 1994; 1: 114–120

[154] Liu KH, Chan YL, Chan WB et al. Mesenteric fat thickness is an independent determinant of metabolic syndrome and identifies subjects with increased carotid intima-media thickness. *Diabetes Care* 2006; 29: 379–384

[155] Gottschalk U, Nitzsche C, Felber J et al. Enteroscopy and imaging in sclerosing mesenteritis. *Z Gastroenterol* 2012; 50: 1013–1017

[156] Maconi G, Greco S, Duca P et al. Prevalence and clinical significance of sonographic evidence of mesenteric fat alterations in Crohn's disease. *Inflamm Bowel Dis* 2008; 14: 1555–1561

[157] Puylaert JB. Ultrasound of colon diverticulitis. *Dig Dis* 2012; 30: 56–59

[158] Roson N, Garriga V, Cuadrado M et al. Sonographic findings of mesenteric panniculitis: correlation with CT and literature review. *J Clin Ultrasound* 2006; 34: 169–176

[159] Vanhoenacker F, Vanwambeke K, Jacomen G. Amyloidosis: an unusual cause of mesenteric, omental and lymph node calcifications. *JBR -BTR* 2014; 97: 283–286

[160] Schreiber-Dietrich D, Braden B, Chiorean L et al. Sonografische Darstellung mesenterialer Lymphknoten bei gesunden Kindern. *Endo heute* 2015; 28: 149–152

[161] Macari M, Hines J, Balthazar E et al. Mesenteric adenitis: CT diagnosis of primary versus secondary causes, incidence, and clinical significance in pediatric and adult patients. *Am J Roentgenol* 2002; 178: 853–858

[162] Sivit CJ, Newman KD, Chandra RS. Visualization of enlarged mesenteric lymph nodes at US examination. *Clinical significance. Pediatr Radiol* 1993; 23: 471–475

[163] Watanabe M, Ishii E, Hirowatari Y et al. Evaluation of abdominal lymphadenopathy in children by ultrasonography. *Pediatr Radiol* 1997; 27: 860–864

[164] Dietrich CF, Zeuzem S, Caspary WF et al. Ultrasound lymph node imaging in the abdomen and retroperitoneum of healthy probands. *Ultraschall in Med* 1998; 19: 265–269

[165] Karmazyn B, Werner EA, Rejaie B et al. Mesenteric lymph nodes in children: what is normal? *Pediatr Radiol* 2005; 35: 774–777

[166] Lucey BC, Stuhlfaut JW, Soto JA. Mesenteric lymph nodes: detection and significance on MDCT. *Am J Roentgenol* 2005; 184: 41–44

[167] Cui XW, Jenssen C, Saftoiu A et al. New ultrasound techniques for lymph node evaluation. *World J Gastroenterol* 2013; 19: 4850–4860

[168] Chiorean L, Barr RG, Braden B et al. Transcutaneous Ultrasound: Elastographic Lymph Node Evaluation. *Current Clinical Applications and Literature Review. Ultrasound Med Biol* 2016; 42: 16–30

[169] Fraquelli M, Colli A, Colucci A et al. Accuracy of ultrasonography in predicting celiac disease. *Arch Intern Med* 2004; 164: 169–74

[170] Hollerweger A, Macheiner P, Neureiter D et al. Uncommon cystic appearance of lymph nodes in malignant lymphoma. *Ultraschall in Med* 2008; 29: 308–310

[171] Maconi G, Di SA, Ardizzone S et al. Prevalence and clinical significance of sonographic detection of enlarged regional lymph nodes in Crohn's disease. *Scand J Gastroenterol* 2005; 40: 1328–1333

[172] Tarantino L, Giorgio A, De SG et al. Disseminated mycobacterial infection in AIDS patients: abdominal US features and value of fine-needle aspiration biopsy of lymph nodes and spleen. *Abdom Imaging* 2003; 28: 602–608

[173] Standards for the provision of an ultrasound service. The Royal College of Radiologists, The society and college of Radiographers. 2014.

Available from: [https://www.rcr.ac.uk/sites/default/files/documents/BFCR\(14\)17_Standards_ultrasound.pdf](https://www.rcr.ac.uk/sites/default/files/documents/BFCR(14)17_Standards_ultrasound.pdf)

[174] Terasawa T, Blackmore CC, Bent S et al. Systematic review: computed tomography and ultrasonography to detect acute appendicitis in adults and adolescents. *Ann Intern Med* 2004; 141: 537–546

[175] van Randen A, Bipat S, Zwinderman AH et al. Acute appendicitis: metaanalysis of diagnostic performance of CT and graded compression US related to prevalence of disease. *Radiology* 2008; 249: 97–106

[176] Le J, Kurian J, Cohen HW et al. Do clinical outcomes suffer during transition to an ultrasound-first paradigm for the evaluation of acute appendicitis in children? *Am J Roentgenol* 2013; 201: 1348–1352

[177] Parker L, Nazarian LN, Gingold EL et al. Cost and radiation savings of partial substitution of ultrasound for CT in appendicitis evaluation: a national projection. *Am J Roentgenol* 2014; 202: 124–135

[178] Atema JJ, Gans SL, van RA et al. Comparison of Imaging Strategies with Conditional versus Immediate Contrast-Enhanced Computed Tomography in Patients with Clinical Suspicion of Acute Appendicitis. *Eur Radiol* 2015; 25: 2445–2452

[179] Andeweg CS, Wegdam JA, Groenewoud J et al. Toward an evidencebased step-up approach in diagnosing diverticulitis. *Scand J Gastroenterol* 2014; 49: 775–784

[180] Andeweg CS, Mulder IM, Felt-Bersma RJ et al. Guidelines of diagnostics and treatment of acute left-sided colonic diverticulitis. *Dig Surg* 2013; 30: 278–292

[181] Kruijs W, Germer CT, Leifeld L. Diverticular disease: guidelines of the german society for gastroenterology, digestive and metabolic diseases and the german society for general and visceral surgery. *Digestion* 2014; 90: 190–207 [182] Gasche C, Moser G, Turetschek K et al.

Transabdominal bowel sonography for the detection of intestinal complications in Crohn's disease. *Gut* 1999; 44: 112–117

[183] Grunshaw ND, Renwick IG, Scarisbrick G et al. Prospective evaluation of ultrasound in distal ileal and colonic obstruction. *Clin Radiol* 2000; 55: 356–362

[184] Unluer EE, Yavasi O, Eroglu O et al. Ultrasonography by emergency medicine and radiology residents for the diagnosis of small bowel obstruction. *Eur J Emerg Med* 2010; 17: 260–264

[185] Hirche TO, Russler J, Schroder O et al. The value of routinely performed ultrasonography in patients with Crohn disease. *Scand J Gastroenterol* 2002; 37: 1178–1183

[186] Dietrich CF, Lembecke B, Jenssen C et al. Intestinal Ultrasound in Rare Gastrointestinal Diseases, Update, Part 2. *Ultraschall in Med* 2015; 36: 428–456

[187] Dietrich CF, Brunner V, Seifert H et al. Intestinal B-mode sonography in patients with endemic sprue. *Intestinal sonography in endemic sprue. Ultraschall in Med* 1999; 20: 242–247

[188] Maconi G, Radice E, Bareggi E et al. Hydrosonography of the gastrointestinal tract. *Am J Roentgenol* 2009; 193: 700–708

Оригінальний текст документу «Рекомендації та настанови Європейської федерації спілок УЗД в медицині та біології в області УЗД шлунково-кишкового тракту. EFSUMB Recommendations and Guidelines for Gastrointestinal Ultrasound (GIUS). Частина 1: Техніка дослідження та нормальні показники (повна версія)» англійською мовою: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0042-115853.pdf>.

Переклад з англійської мови:

Чуйко Павло - перекладач, м.Київ, Україна.

Динник Олег – к.м.н., головний лікар Медичного центру «Інститут еластографії», завідувач відділенням ультразвукової діагностики, президент ГО «Українська асоціація фахівців з ультразвукової діагностики» (УАФУД), член ESR та EFSUMB, м.Київ, Україна.

Еліна Анастасія – лікар гастроентеролог, лікар ультразвукової діагностики Медичного центру «Інститут еластографії», член ГО «Українська асоціація фахівців з ультразвукової діагностики» (УАФУД) та EFSUMB, м.Київ, Україна.

Редактори перекладу:

Динник Олег – к.м.н., головний лікар Медичного центру «Інститут еластографії», завідувач відділенням ультразвукової діагностики, президент ГО «Українська асоціація фахівців з ультразвукової діагностики» (УАФУД), член ESR та EFSUMB, м.Київ, Україна.

Жайворонок Максим – лікар ультразвукової діагностики Медичного центру «Doctor Vega», член ГО «Українська асоціація фахівців з ультразвукової діагностики» (УАФУД) та EFSUMB, м.Київ, Україна.