

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра пропедевтики внутрішньої медицини, променевої
діагностики та променевої терапії

Н.В.Туманська, С.О.Мягков, О.Г.Нордіо

ПРОМЕНЕВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ
ОРГАНІВ СТАТЕВОЇ І
ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМ

Навчальний посібник
для студентів
спеціальностей «Медицина», «Педіатрія»,
«Стоматологія»

Запоріжжя

2024

*Затверджено Центральною методичною радою
Запорізького державного медико-фармацевтичного університету
та рекомендовано для використання в освітньому процесі
(протокол № 4 від 25.04.2024 р.)*

Автори:

Н. В. Туманська – кандидат медичних наук, доцент кафедри пропедевтики внутрішньої медицини, променевої діагностики та променевої терапії Запорізького державного медико-фармацевтичного університету.

С. О. Мягков – кандидат медичних наук, доцент кафедри пропедевтики внутрішньої медицини, променевої діагностики та променевої терапії Запорізького державного медико-фармацевтичного університету.

О. Г. Нордіо – асистент кафедри пропедевтики внутрішньої медицини, променевої діагностики та променевої терапії Запорізького державного медико-фармацевтичного університету.

Рецензенти:

В.А. Візір – доктор медичних наук, професор, професор кафедри внутрішніх хвороб №2 Запорізького державного медико-фармацевтичного університету.

С.Я. Доценко – доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри внутрішніх хвороб №3 Запорізького державного медико-фармацевтичного університету.

Н. В. Туманська

T 83 Променеве дослідження органів статевої і ендокринної систем: навчальний посібник для студентів спеціальностей «Медицина», «Педіатрія», «Стоматологія» / С. О. Мягков, О. Г. Нордіо – Запоріжжя : [ЗДМФУ], 2024. – 122 с.

У навчальному посібнику представлені основні променеві методи, за допомогою яких здійснюється візуалізація органів статевої та ендокринної систем, діагностика їх захворювань, показання до застосування цих методів дослідження, променеві ознаки захворювань органів статевої і ендокринної систем. В кінці посібника пропонуються тестові та контрольні питання. Цей навчальний посібник призначений для студентів медичних ЗВО.

© Н. В. Туманська, С. О. Мягков, О. Г. Нордіо, 2024

© ЗДМФУ, 2024

Зміст

Передмова.....	4
Розділ 1. Променева діагностика захворювань органів статеві системи....	6
1.1. Методи променевого дослідження статевих органів	6
1.1.1. Ультразвуковий метод візуалізації і нормальна ультразвукова анатомія органів статеві системи.....	7
1.1.2. Магнітно-резонансна томографія органів статеві системи.....	19
1.1.3. Рентгенологічне дослідження статевих органів.....	25
1.1.4. Рентгенівська комп'ютерна томографія органів статеві системи.....	41
1.2. Променеві ознаки захворювань статевих органів.....	48
1.3. Променева діагностика вагітності.....	63
Питання для самоконтролю.....	67
Тестові завдання.....	68
Розділ 2. Променева діагностика захворювань ендокринної системи	72
2.1. Методи променевої візуалізації ендокринних органів.....	72
2.1.1. Ультразвукова візуалізація і нормальна соноанатомія щитовидної залози.....	73
2.1.2. Променеві методи візуалізації і нормальна променева анатомія наднирників.....	83
2.1.3. Радіонуклідне дослідження щитоподібної залози і наднирників.....	85
2.2. Променеве дослідження в діагностиці синдрому Іценко – Кушинга	96
2.3. Променева діагностика захворювань надниркових залоз	97
2.4. Променева діагностика захворювань щитоподібної залози	99
2.5. Променеве дослідження в діагностиці гіперпаратиреозу.....	115
Питання для самоконтролю.....	116
Тестові завдання.....	117
Відповіді на тестові завдання.....	121
Рекомендована література.....	122

Передмова

Ендокринна і статеві системи фізіологічно взаємопов'язані. Захворювання ендокринної системи мають значний вплив на функціонування практично всіх органів та систем людини, а особливо на структуру і функціонування органів статевої системи і це потребує точної діагностики для встановлення вірного діагнозу та планування ефективного лікування. Сучасні технології і підходи дозволяють зробити можливим раннє виявлення та ефективне лікування різноманітних ендокринних і статевих захворювань. Ендокринна система - це комплексна взаємодія гормонів, що регулюють роботу різних систем. Діагностика захворювань ендокринних органів охоплює різні методи та технології для визначення стану органів, що продукують гормони, рівня гормонів у організмі, виявлення патологій, визначення оптимального підходу до лікування. Одним із ключових елементів діагностики і візуалізації структури ендокринних і статевих органів є різноманітні променеві методи дослідження. Клінічний огляд, променева візуалізація, лабораторне визначення рівнів тиреоїдних гормонів, кортизолу, адреналіну, естрогенів, прогестерону, тестостерону та інших, є першими етапами діагностики в залежності від клінічного контексту і дозволяють оцінити стан ендокринної і статевої систем та виявити порушення їх структури і функціональності. Для отримання більш детальної картини хвороби іноді потрібні інструментальні методи діагностики. Ультразвукове дослідження є ефективним методом для оцінки структури та розмірів органів ендокринної системи, таких як щитоподібна залоза, нирки, підшлункова залоза. МРТ та КТ допомагають отримати детальне зображення внутрішніх структур органів з високою роздільною здатністю, наприклад, надниркової залози, виличкової залози, гіпофіза для виявлення ознак та інших структурних аномалій. Інтеграція результатів різних методів діагностики є ключовим етапом у встановленні точного діагнозу. Це дозволяє лікарю отримати повну картину про стан пов'язаних між собою ендокринної і статевої систем пацієнта, розробити індивідуальну схему або вибрати оптимальний

метод лікування в кожному окремому випадку. З огляду на швидкий розвиток технологій променевої діагностики, діагностика в ендокринології продовжує вдосконалюватися, забезпечуючи більш точні та ефективні методи лікування захворювань ендокринної і статеві систем. В даному навчальному посібнику представлені теоретичні і візуальні матеріали, які повинні освоїти студенти, що навчаються за спеціальністю «Медицина», «Педіатрія», «Стоматологія», а саме: основні променеві методи візуалізації органів статеві і ендокринної систем, ознаки захворювань органів цих важливих систем людського організму. Усі візуальні матеріали (рентгенограми, томограми, сонограми) створені авторами посібника. Цей навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Медицина», «Педіатрія», «Стоматологія» за обсягом, структурою та змістом відповідає вимогам і більшості годин навчальної програми з дисципліни «Радіологія».

РОЗДІЛ 1. ПРОМЕНЕВА ДІАГНОСТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ ОРГАНІВ СТАТЕВОЇ СИСТЕМИ

Основними методами променевого дослідження статевих органів є ультразвуковий метод візуалізації і магнітно-резонансної томографії, оскільки вони дозволяють без впливу іонізуючого випромінювання з високою тканинною контрастністю візуалізувати структуру статевих органів у будь-якому віці, під час вагітності та лактації. У ряді випадків використовують спеціальні методики рентгенологічного методу та рентгенівської комп'ютерної томографії.

1.1. Методи променевого дослідження статевих органів

В візуалізації органів статевої системи жінок і чоловіків в наш час переважно застосовують ультразвуковий метод і метод магнітно-резонансної томографії. Як допоміжні також використовують рентгенологічний метод із штучним контрастуванням і радіонуклідні дослідження, а також рентгенівську комп'ютерну томографію.

1.1.1 Ультразвуковий метод візуалізації і нормальна ультразвукова анатомія органів статевої системи

Це основний метод візуалізації структури і топографії статевих органів, молочних залоз та діагностики їх патологічних змін. Ультразвукова діагностика - метод медичної візуалізації, який ґрунтується на використанні ультразвукових хвиль для отримання зображення органів і тканин пацієнта.

Історія відкриття. Здогад про те, що причиною безпомилкового польоту кажанів в темряві є нечутні людським вухом звукові коливання, висловив ще в кінці XVI-го століття італієць Спаланцані, однак для його практичного підтвердження знадобилося півтора століття.

Офіційна історія вивчення ультразвуку починається в 1880р., коли видатний фізик П'єр Кюрі, працюючи разом з братом Жаком, відкрив явище

п'єзоефекту, суть якого полягає в появі електричних зарядів на гранях кварцової пластини при її стисненні.

Через рік це явище, що отримало назву прямого п'єзоефекту, було теоретично обгрунтовано іншим французьким ученим Г.Ліпманом, який також описав і принцип зворотного п'єзоефекту - деформації п'єзоматеріалу під дією різниці електричних потенціалів. Тобто, завдяки цим ефектам електрика здатна перетворюватися в ультразвук і навпаки. Протягом кількох десятиліть ці відкриття не отримували належного визнання і застосування. Потім на основі цього явища був створений ультразвуковий датчик, що генерує і приймає ультразвукові хвилі. Таким чином з'явилася ультразвукова локація, яка дозволяла за часом проходження і ступеня поглинання ультразвукових хвиль визначати відстань до досліджуваних об'єктів та їх структуру. Лише в 1916р. починається практичне використання ультразвукового пристрою: на французьких та англійських підводних човнах встановлюються перші ультразвукові ехолотатори для виявлення кораблів супротивника.

В основному ультразвукова локація застосовувалася для виявлення дефектів в щільних тілах (за допомогою промислових дефектоскопів), визначення глибини водойм (за допомогою ехолотів) та ін. Вперше ультразвукове дослідження (УЗД) в клініці застосовано невропатологом К.Th. Dussik в період з 1938 по 1942 р. Проте перші спроби використання ультразвукових технологій не привели тоді до їх впровадження в практичну медицину. Лише в 1954 р. завдяки зусиллям J.G. Holmes після створення ультразвукових приладів з водяною подушкою ультразвуковий метод почав поступово поширюватися в клінічній практиці. У середині 50-х років починається успішне застосування ультразвукового діагностичного методу в медицині, протягом наступних 15-20 років апаратура значно вдосконалюється. Поступово формується образ сучасного ультразвукового діагностичного апарату, оснащеного великою кількістю змінних або перемикаючих датчиків, що має програми для вимірювань і розрахунків різних біологічних параметрів, систему комп'ютерної обробки та запису зображення (рис.).

Спочатку УЗД використовувалося для діагностики стану паренхіматозних органів черевної порожнини, нирок, органів малого тазу, в акушерстві та педіатрії, кардіології. В міру вдосконалення апаратури ультразвукове сканування стало проводитися в так званому масштабі реального часу, який дозволяє вивчати стан органів в якій-небудь конкретний проміжок часу. Таким чином, стало можливим оцінювати пульсацію серця і судин, дихальну рухливість органів, перистальтику шлунка та кишківника. Поява сканерів, здатних працювати в доплерівському режимі, дозволило визначати швидкість кровотоку в судинах і камерах серця, що значно розширило можливості ультрасонографії в дослідженні серцево-судинної системи.



Рис. Ультразвуковий медичний діагностичний апарат

Формування ультрасонографічного зображення. Звук являє собою хвилеподібно поширювальний коливальний рух частинок пружного середовища. Ультразвуком називаються звукові коливання, що лежать вище порога сприйняття органом слуху людини, що мають частоту більше 20 кГц.

Ультразвукові хвилі, проходячи через тканини людини, відбиваються в різній мірі від середовищ різної щільності та, повертаючись, формують зображення. Поширення та відображення ультразвуку - два основних принципи, на яких ґрунтується дія всієї діагностичної УЗ-апаратури. Для отримання ультразвукових коливань в медапаратах використовується явище

зворотного п'єзоефекту - коливання пластинки з п'єзоматеріала під впливом електричного струму. Основний елемент датчика являє собою тонку пластинку з п'єзоматеріала. При підведенні до граней такої пластинки різниці потенціалів відбувається її деформація - розширення або стиснення в залежності від полярності електричного заряду (зворотний п'єзоефект). Протягом часу, коли на пластину подається напруга, п'єзоелемент є антеною передавачем: випромінює УЗ-коливання в середину тканин. Ультразвукові хвилі випромінюються датчиком, спочатку йдуть паралельно, а потім починають розходитися. Характер проходження ультразвуку через середовище залежить від його ультразвукового опору - імпедансу. Імпеданс тканини залежить від її щільності та швидкості поширення ультразвуку. Коли ультразвук проходить через гомогенне середовище, його напрямок являє собою пряму лінію. Досягнувши кордону розділу середовищ з різним імпедансом, частина хвиль відбивається, а інша частина продовжує свій шлях через середовище. Коефіцієнт відображення залежить від різниці опору на межі розділу середовища, при цьому, чим більше різниця, тим сильніше ступінь відображення. Таким чином, відображення на межі розділу «м'яка тканина – повітря» виражено в значно більшому ступені, ніж на межі розділу «м'яка тканина – рідина». Крім того, ступінь відображення залежить від кута падіння променя на поверхню розділу середовищ: чим більше кут наближається до прямого, тим сильніше ступінь відображення.

Не менше значення для роботи апаратури має принцип прямого п'єзоефекту. Частина енергії УЗ-хвилі відбивається, проходячи через кордони тканин, що мають різні акустичні властивості та повертається до п'єзоелементу, який в цей час знаходиться в стані спокою. Відображена УЗ-хвиля викликає компресію п'єзопластини та появу на її гранях різниці електричних потенціалів - за принципом прямого п'єзоефекту. П'єзоелемент датчика в цей час працює як приймальна антена, а електричний заряд, що з'явився на пластині, і є основною одиницею побудови зображення на екрані.

Існує кілька режимів роботи УЗ - апаратів:

M-режим (від «motion» - рух) - призначений для дослідження рухомих структур, тому знайшов найбільше застосування в кардіологічній практиці. Коли ультразвуковий промінь з датчика одновимірного апарату проходить через серце, на екрані апарата можна спостерігати переміщення амплітуд сигналів, відбитих від стінок камер та клапанів працюючого серця вправо-вліво в залежності від фази його скорочення. Площина, на яку проектується зображення, зміщується у часі, подібно рухомому паперу електрокардіографа. На екрані при цьому відтворюється графік переміщення досліджуваного об'єкта в часі. Зображення може бути зупинено для детального вивчення та вимірювання параметрів.

B-режим (від «brightness» - яскравість) - є найбільш інформативним і вживаним в усіх галузях медицини. Даний режим дозволяє отримувати двомірне зображення, яке являє собою томографічний зріз тіла пацієнта (ехотомографія). Датчик - це ряд послідовно розташованих п'єзоелементів. Кожен з них відтворює зображення у вигляді крапок, розташування яких на екрані відповідає відстані до зони відображення, а яскравість - амплітуді віддзеркаленого сигналу. Чим більше окремих елементів буде містити датчик і чим менший розмір буде мати кожен елемент, тим якісніше буде зображення на екрані (рис.). За допомогою цього режиму виконується дослідження топографії, розмірів, структури, рухливості органу, зв'язок його із сусідніми структурами.

D-режим – ґрунтується на ефекті, відкритому австрійським фізиком К. Допплером у 1842 р.. Суть ефекту Допплера - це зміна частоти та довжини хвилі, що спостерігається при русі джерела хвиль щодо їх приймача. Таким чином, ультразвукова хвиля, відбиваючись від рухомих об'єктів (крові в судинах), змінює свою частоту.

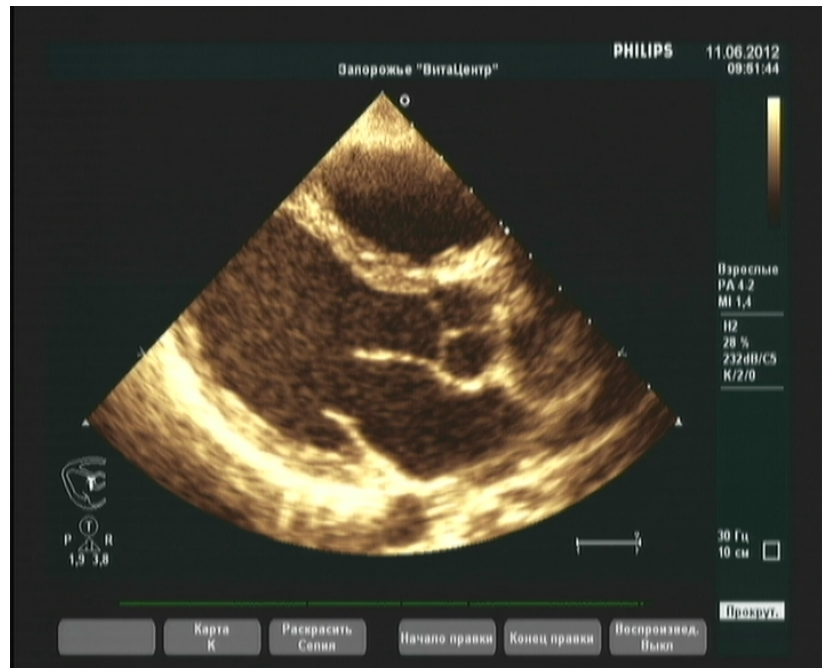


Рис. Сонограма: зображення у В-режимі

Відображення від перешкоди, що наближається до джерела сигналу, викликає збільшення частоти вихідного коливання, при видаленні - приводить до зниження частоти. Отже, за величиною зміни частоти відлуння ультразвукової хвилі, що генерується датчиком, можливо визначати напрямок та швидкість кровотоку в судині.

Доплерівські системи знайшли широке застосування в кардіології, де з їх допомогою робляться точні кількісні дослідження роботи камер серця й обчислюються об'ємні параметри потоку крові в судинах (рис.).

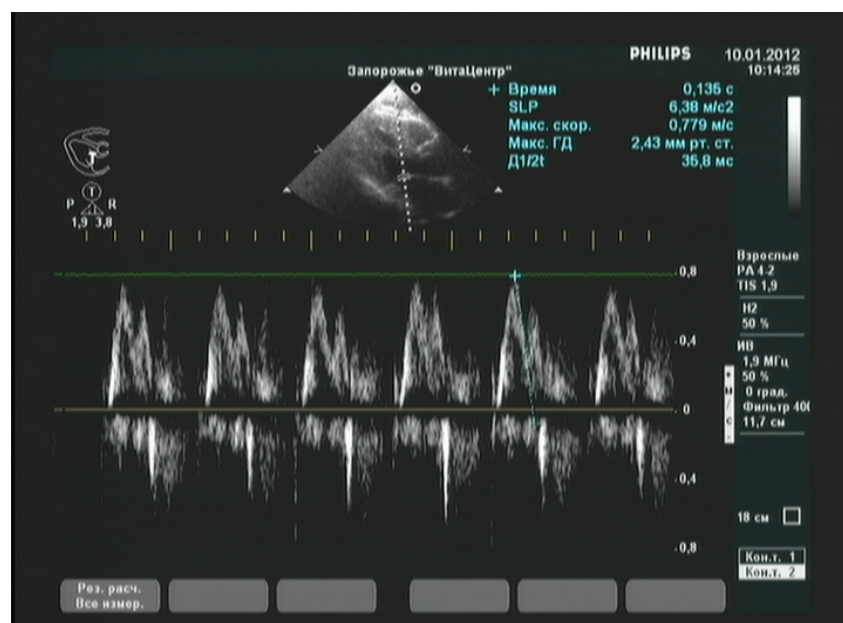


Рис. Сонограма: доплерографічний режим роботи УЗ-апарата

CD-режим - кольорове доплерівське картування (КДК). На зазначеній ділянці звичайного двовимірного зображення показується кольором напрямок руху структур, що переміщуються. Зсув у напрямку до датчика кодується червоним кольором, від датчика - синім (ламінарні артеріальний та венозний потоки крові). Ділянки турбулентного руху маркуються жовтим або зеленим кольором, а відсутність переміщення крові - чорним. За допомогою КДК можна бачити кровообіг на рівні дрібних артеріальних і венозних судин та фіксувати навіть незначні зміни кровотоку (при звуженнях судин, наявності атеросклеротичних бляшок), оцінити ступінь кровопостачання досліджуваних органів, що має велике значення для діагностики гострих запальних процесів, ішемії, пухлин (рис.).

Ультрасонографічне зображення може бути динамічним (на екрані УЗ-сканера, в масштабі «реального часу») або статичним (на екрані УЗ-сканера та твердих носіях). Статичне зображення називається ехограмою, або сонограмою.

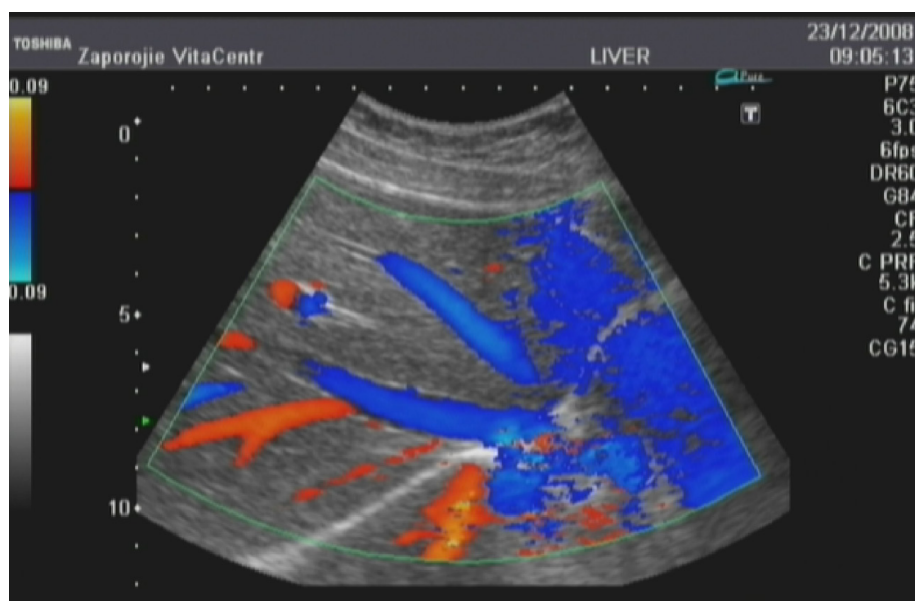


Рис. Сонограма: ультразвукова візуалізація вен у CD-режимі

Переваги ультразвукового методу дослідження:

- відсутність негативного променевого впливу, що дозволяє використовувати його в різних вікових групах і в різні періоди життя людини (дослідження плоду, пацієнтки в період вагітності, лактації), а також проводити багаторазові повторні дослідження при необхідності об'єктивного контролю перебігу патологічного процесу та ефективності лікування;
- висока пропускна здатність, може широко застосовуватися при масових профоглядах;
- сонографічне дослідження дозволяє виконати під візуальним контролем прицільну біопсію патологічного вогнища або провести випорожнення порожнини кістки або гематоми, дренажування порожнини абсцесу;
- мобільність - при використанні переносних ультразвукових сканерів можливість проведення дослідження нетранспортувальним хворим у палатах різних відділень (у тому числі і реанімаційному), в операційній, на дому.

Недоліки ультразвукового методу дослідження:

- погана візуалізація при надмірній вазі пацієнта та метеоризмі;
- неможливість огляду всіх органів (низьку звукопровідність має кісткова тканина, органи, що містять повітря: легені);
- неможливість визначення функцій більшості органів (крім серця).

В залежності від акустичного опору тканини організму людини візуалізуються в різних відтінках сірої шкали. Для кожного органу характерна притаманна йому ехогенність - акустична щільність. Поняття «ізоехогенність» застосовується для позначення звичайної, нормальної для даного органу чи тканини ехогенності. Тканина може бути підвищеної ехогенності – гіперехогенною, або зниженої - гіпопоехогенною.

- «гіпоехогенні» структури - тканини, які мають низький акустичний опір, добре проводять ультразвукові хвилі, відповідно погано їх віддзеркалюють, на екрані сканера або на сонограмі відображені чорно-сірим відтінком.

- «анехогенні» структури - тканини, що відрізняються високою хвилепровідністю, практично не віддзеркалюють їх - різні рідини (кров, сеча, жовч). На екрані сканера або на сонограмі відображені чорним кольором. За анехогенними об'єктами (наприклад кістою) виникає ефект дистального псевдопосилення ехосигналу - гіперехогенна смужка, спрямована в бік глибше розташованих тканин. Даний ефект виникає внаслідок практично повного проведення ультразвукової хвилі анехогенним утворенням без втрати енергії і більш рівномірним зменшенням енергії ультразвукового сигналу в суміжних тканинах, тому вся енергія ультразвукового сигналу концентрується за анехогенним об'єктом у вигляді дистального псевдопосилення.

- «гіперехогенні» структури - тканини, які мають високий акустичний опір і добре відбивають ультразвукову хвилю, мають вигляд світлих або яскраво-білих структур. Прикладом гіперехогенних утворень є кісткові структури, камені, кальцинати та повітря. При ультразвуковій візуалізації деяких гіперехогенних об'єктів (наприклад, конкрементів в чашково-мисковій системі нирки і жовчному міхурі) виникає ефект акустичної тіні. Він полягає в тому, що ультразвукова хвиля, дійшовши до гіперехогенного утворення, відбивається від нього практично повністю і майже не проникає в тканини, що лежать глибше, тому за гіперехогенним утворенням виникає спрямована в глибину тканин гіпо- чи анехогенна смуга - акустична тінь.

Внутрішньотазові статеві органи можна візуалізувати шляхом трансабдомінального сканування з обов'язковим наповненням сечового міхура, що є акустичним вікном (рис.).

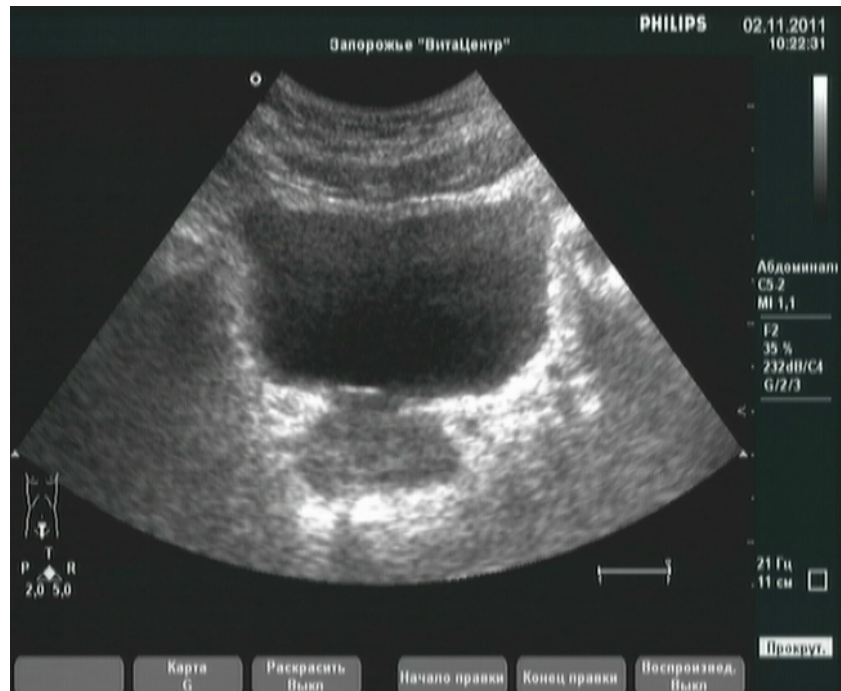


Рис. Сонограма, трансабдомінальне сканування з наповненим сечовим міхуром: передміхурова залоза в нормі

Трансректальне УЗД (ТРУЗД) здійснюється за допомогою ректального датчика і дозволяє більш детально візуалізувати структуру передміхурової залози, сім'яних пухирців і протоків, перетинчастої і передміхурової частин чоловічого сечовивідного каналу, а також застосовується як спосіб навігації під час виконання інвазивних маніпуляцій (біопсії передміхурової залози).

Трансвагінальне УЗД дає можливість отримати детальне зображення структури внутрішніх статевих органів у жінок.

Ультразвукове дослідження позатазових статевих органів (мошонки, яєчок та їх придатків, статевого члена, губчастої частини чоловічого сечовивідного каналу) та молочних залоз проводиться із застосуванням поверхневих високочастотних датчиків. Особливе значення УЗД має при дослідженні молочних залоз, оскільки дозволяє чітко візуалізувати їх структуру та застосовується як спосіб навігації під час виконання біопсії патологічної ділянки залози.

Нормальна УЗ-анатомія статевих органів. Матка - утворення грушоподібної форми, з чіткими і рівними контурами, розташована позаду сечового міхура і спереду від прямої кишки. Міометрій дрібнозернистої ехоструктури, середньої ехогенності; ендометрій в залежності від фази циклу має однорідну гіпоехогенну структуру в фазі дозрівання або гіперехогенну в секреторній фазі (рис.).

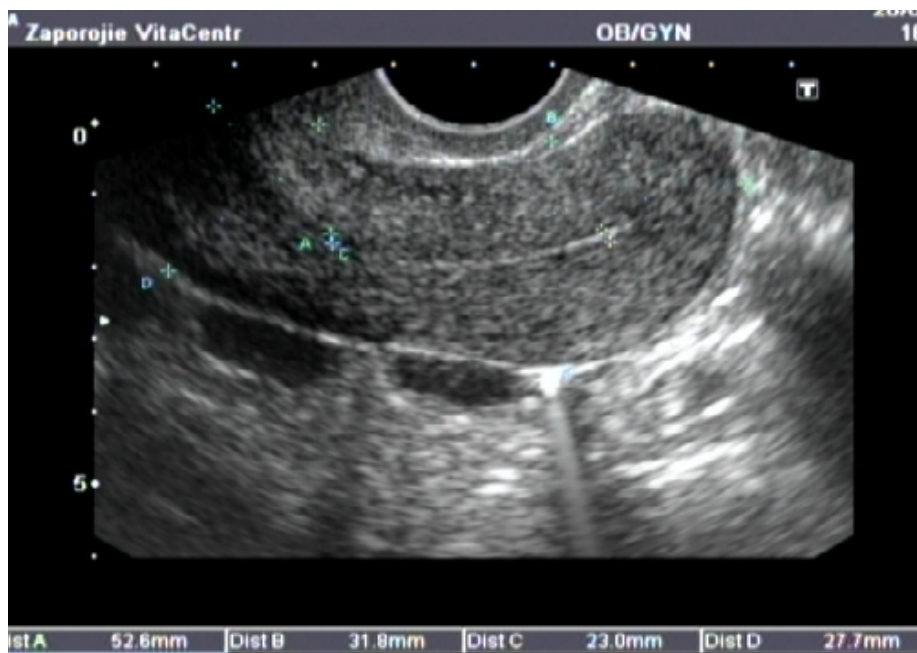


Рис. Сонограма (трансвагінальне сканування): матка в нормі

Товщина ендометрію залежить від віку та фази менструального циклу. Під час поздовжнього сканування піхва являє собою тяж з гіперехогенною лінійною структурою в центрі і гіпоехогенними стінками рівномірної товщини.

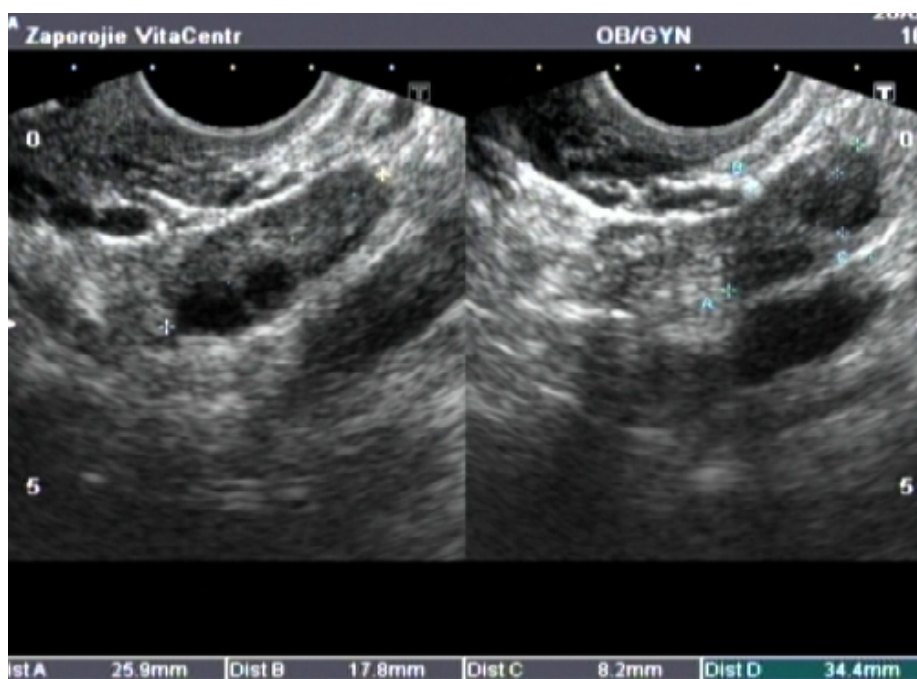


Рис. Сонограма (трансвагінальне сканування): яєчники в нормі

Яєчники вдається візуалізувати в більшості випадків позаду сечового міхура латерально від матки, у вигляді утворень овоїдної форми середньої ехогенності, з наявністю в проекції тканини невеликої кількості анехогенних утворень округлої форми діаметром 2-20 мм – фолікулів (рис.). Візуалізація незмінених маткових труб у більшості випадків неможлива через складність диференціювання від оточуючих структур.

Ехографічна картина незміненої молочної залози характеризується середньою ехогенністю тканини і невеликою неоднорідністю ехоструктури за рахунок залозистого компонента і дольчастістю будови, візуалізацією тонких анехогенних, дещо звивистих молочних проток, наявністю чітких і рівних контурів залози.

Нормальна передміхурова залоза під час трансабдомінального поперечного сканування має вигляд овоїдного утворення, під час поздовжнього - вигляд трикутника з чіткими, рівними контурами (рис.). Вона симетрична, із збереженою у всіх відділах гіперехогенною капсулою, з більш гіпоехогенною внутрішньою фібромускулярною частиною та однорідною, середньої ехогенності, зовнішньою.

Сім'яні пухирці визначаються як парні гіпоехогенні утворення, розташовані на задньобоківих поверхнях основи залози.

При трансректальному УЗД незмінена передміхурова залоза має форму подовженого конуса, можна розрізнити центральні і периферичні зони (мал.). Периферична зона характеризується середньою ехогенністю, має однорідну структуру. Центральна зона менш ехогенна, комірчастої структури, розташована уздовж простатичного відділу уретри. Простатичний відділ уретри має вигляд гіпоехогенної лінійної структури, що проходить від основи до верхівки передміхурової залози.

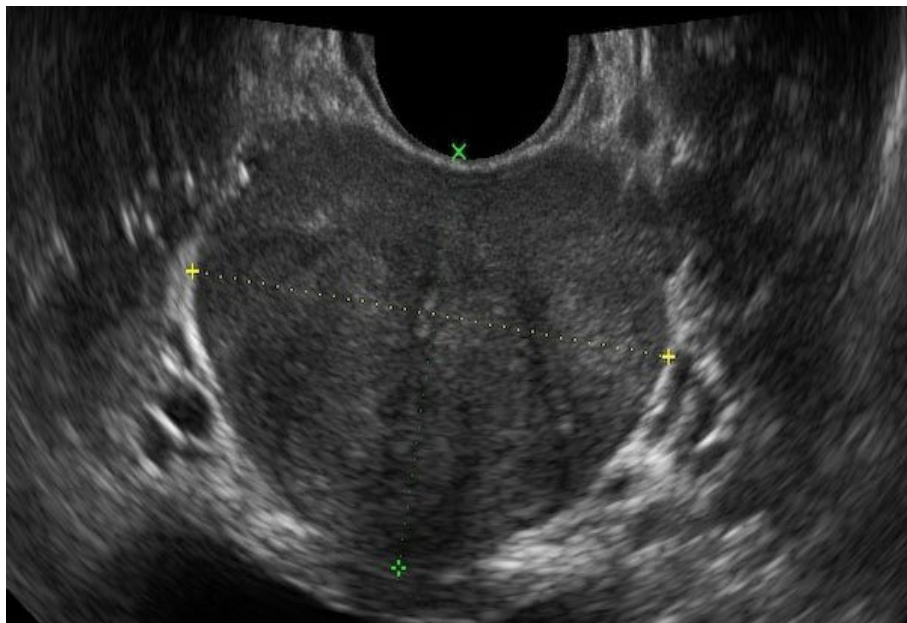


Рис. Сонограма: передміхурова залоза при трансректальному УЗД

Між задньою поверхнею передміхурової залози і передньою стінкою прямої кишки виявляється гіпоехогенний простір - періпростатична клітковина. Сім'яні пухирці мають вигляд гіпоехогенних симетричних овальних структур з чіткими контурами.

Дослідження в режимі кольорового та енергетичного доплерівського картування дозволяє у всіх пацієнтів в нормі візуалізувати, оцінити хід, напрямок і показники кровотоку інтрапростатичних, простатичних та уретральних артерій. Чітко відображаються численні вени, які супроводжують великі артеріальні стовбури.

В даний час УЗД є основним методом діагностики захворювань органів мошонки. На ехограмах яєчко в нормі має правильну овальну форму, чіткий рівний контур (рис.).



Рис. Сонограма: яєчко в нормі

Його структура ізехогенна, однорідна, дрібно- або середньозерниста. У центральних відділах визначається вузька гіперехогенна структура лінійної форми - середостіння яєчка. Білкова оболонка виявляється у вигляді гіперехогенної тонкої лінії. Придаток яєчка середньої ехогенності, однорідної структури, розташовується на його задньому краї (рис.).



Рис. Сонограма: яєчко з придатком в нормі

У ньому виділяють голівку у вигляді півсфери, тіло і хвіст довгастої форми. В оболонках яєчка визначається невелика кількість серозної рідини, яка проявляється у вигляді анехогенної смужки завтовшки не більше 1-3 мм. Безпосередньо над яєчком, по його задньому краю, візуалізується утворення витягнутої форми з множинними дрібними анехогенними зонами округлої форми - сім'яний канатик, що складається з сім'явивідної протоки, яєчкової артерії, венозного сплетення, лімфатичних судин та нервів.

1.1.2 Магнітно-резонансна томографія органів статеві системи

Це один з найбільш інформативних методів вивчення топографії та структури тазових органів, оточуючих їх тканин, молочних залоз та діагностики їх захворювань (рис.). Магнітно-резонансна томографія - один з наймолодших методів променевої діагностики. МРТ - метод медичної візуалізації, який ґрунтується на фізичному явищі ядерно-магнітного резонансу (ЯМР). Після включення ЯМР в число методів медичної томографії слово "ядерний" було виключено з асоціації з радіоактивністю та променевим навантаженням при проведенні досліджень, оскільки воно в масовій свідомості пов'язане з ядерною зброєю або ядерними електростанціями, з якими ЯМР не має нічого спільного, тому в наші дні використовується термін "магнітно-резонансна томографія ". МРТ дозволяє отримувати томографічні зрізи в різних площинах: аксіальній, сагітальній, фронтальній та інших.

Історія створення МРТ почалася з відкриття явища ядерного магнітного резонансу (ЯМР) для рідин та твердих тіл у 1946 р. дослідниками Стендфордського та Гарвардського університетів, які показали, що деякі ядра, що знаходяться в магнітному полі, індукують електромагнітний сигнал під впливом радіочастотних імпульсів. Згодом Фелікс Блох, який входив до числа першовідкривачів ЯМР, висловив даний феномен у вигляді математичного рівняння, що отримало його ім'я. За відкриття ЯМР американські вчені Фелікс Блох і Едвард Пурсель отримали в 1952 р. Нобелівську премію з фізики.

Спочатку явище ЯМР знайшло практичне застосування в методі ЯМР-спектроскопії, який використовували для спектрального аналізу біологічних структур. Цей метод дозволяв точно визначати хімічний склад аналізованого зразка. Потім, у 1973 р., американський вчений Пол Лотербур, використовуючи явище ЯМР, вперше отримав зображення двох капілярних трубочок, заповнених рідиною, чим заклав основу магнітно-резонансної томографії. На отримання цього зображення витрачено 4 год 45 хв.. Близько 8 років знадобилося для появи в клініці перших МР-томографів для дослідження всього тіла людини. Перші МР-томограми внутрішніх органів живої людини були продемонстровані у 1982 р. на Міжнародному конгресі радіологів у Парижі. Отримання МР-зображень на перших томографах вимагало дуже тривалого часу. Британський вчений доктор Пітер Менсфілд розробив спеціальні математичні алгоритми обробки одержуваних від досліджуваного об'єкта магнітно-резонансних сигналів, що дозволило значно скоротити час дослідження. У 2003 р. за винахід методу МРТ британцеві серу Пітеру Менсфілду і американцеві Полу Лотербуру була присуджена Нобелівська премія в галузі медицини.

Фізичні основи МРТ і формування МР-зображення. В основі МРТ лежить явище ядерно-магнітного резонансу. ЯМР - фізичне явище, що полягає в здатності ядер деяких хімічних елементів, поміщених в постійне магнітне поле, поглинати енергію електромагнітних хвиль на певній частоті, яка називається резонансною.

Основними компонентами магнітно-резонансного томографа є:

- магніт у формі кільця, що створює постійне магнітне поле високої напруженості. Цей магніт розміщується в рамі, в котру, як у тунель, розташовується пацієнт під час дослідження;
- радіочастотна котушка, яка генерує і приймає радіочастотні імпульси;
- блок обробки інформації (комп'ютер).

Організм людини на 4/5 складається з води та приблизно 90% речовини становить водень. В центрі атома водню - протон, а на периферії - електрон. Електрон постійно обертається навколо протона, але одночасно з цим протон обертається навколо власної осі, як дзига, утворюючи конус. Частота обертання протона прямо пропорційна напруженості магнітного поля та називається частотою Лармора. Рух зарядженої частинки формує магнітне поле, вектор якого збігається з напрямком конуса обертання, тобто кожен протон можна представити у вигляді маленького магніта, який має своє власне магнітне поле і полюси - північний та південний. Поза сильним магнітним полем ці маленькі магніти орієнтовані хаотично. Коли тіло пацієнта розміщують всередині магнітного поля МР-томографа, намагніченість всіх протонів орієнтується паралельно напрямку зовнішнього магнітного поля. При цьому велика частина векторів намагніченості протонів орієнтована в тому ж напрямку, що й зовнішнє магнітне поле (тобто в бік «півночі»), а менша частина - в протилежному (в бік «півдня»), тому в організмі пацієнта створюється сумарний магнітний момент, що збігається з напрямком зовнішнього магнітного поля. Його величина залежить, в першу чергу, від щільності протонів (proton density або PD) в різних органах і тканинах. Однак зображення досліджуваного органу визначається не тільки PD в ньому, а й тим, в яких хімічних сполуках знаходиться водень, тому, наприклад, вода та жирова тканина, що містять велику кількість хімічно пов'язаного водню, генерують неоднакові МР-сигнали після зникнення ЯМР.

МР-сигнал являє собою радіохвилю, що генерується протонами після зникнення явища ЯМР протягом певного періоду - часу релаксації. Ця радіохвиля вловлюється радіочастотною котушкою, в якій внаслідок цього індуксується електричний струм, амплітуда якого прямо пропорційна інтенсивності МР-сигналу. Але МР-сигнали, що випускаються протонами різних тканин (наприклад, рідинними утвореннями та жировою тканиною), відрізняються один від одного ще й своєю тривалістю. Це відбувається тому, що в процесі релаксації хімічно сильно пов'язані протони (як у жировій

тканині) віддають енергію, що випромінюється радіохвилями, набагато швидше, ніж менш пов'язані (як у воді). Отже, час релаксації води набагато більше, ніж у жиру. Явище релаксації включає в себе два процеси, що протікають паралельно: повернення вектора намагніченості, створеного обертанням протонів, у вихідний (до виникнення ЯМР) стан; дефазування. Відповідно до цього, перший процес отримав назву T1-релаксації, другий – T2-релаксації. Час T1-релаксації - це час, необхідний для досягнення 63% від величини вектора намагніченості протонів, що існує до виникнення явища ЯМР. Час T2-релаксації - це час, необхідний для досягнення стану, коли в процесі дефазування зберігається тільки 37% синхронізованих по фазі протонів від початкового значення.

Відповідно, на інтенсивність МР-сигналу впливає і PD, і час T1 та T2-релаксації різних органів та тканин. МР-сигнал, отриманий через певний час після зникнення ЯМР від органів та тканин, які мають різні часи релаксації T1 та T2, буде відрізнятися за інтенсивністю.

МРТ зі штучним контрастуванням. Для поліпшення роздільної здатності МРТ-дослідження застосовують методики контрастного посилення зображення: внутрішньовенно вводять речовини, що змінюють магнітні властивості тканин. МР-контрастні речовини змінюють час T1- та T2-релаксації, подовжують або скорочують його.

Групи контрастних речовин для МРТ:

- парамагнетики - сполуки гадолінію, підвищують інтенсивність МР-сигналу за рахунок скорочення часу T1-релаксації, васкуляризовані утворення стають гіперінтенсивними на T1-зважених зображеннях, при виконанні МР-ангіографії покращують візуалізацію дрібних артерій та вен.
- супермагнетики - сполуки заліза, знижують інтенсивність МР-сигналу за рахунок укорочення часу T2-релаксації, васкуляризовані утворення стають гіпоінтенсивними на T2-зважених зображеннях.

Переваги МРТ:

1. Відсутність променевого навантаження, що дозволяє використовувати його в різних вікових групах і в різні періоди життя людини, а також проводити багаторазові повторні дослідження при необхідності об'єктивного контролю проходження патологічного процесу й ефективності лікування.
2. Отримання висококонтрастного зображення м'якотканинних органів і структур в будь-якій площині.
3. Можливість виконання безконтрастної ангіографії, урографії, холангіопанкреатикографії, мієлографії.
4. Неінвазивне визначення вмісту різних метаболітів *in vivo* за допомогою водневої та фосфорної МР-спектроскопії.
5. Можливість виконання функціональних досліджень головного мозку для візуалізації чутливих і рухових центрів після їх відповідної стимуляції.

Протипоказання до МРТ:

Абсолютні: наявність в тілі пацієнта металевих і феромагнітних структур (металеві чужорідні тіла, кардіостимулятори, імплантовані автоматичні дозатори лікарських засобів, наприклад - інсулінові помпи, штучні клапани серця, сталеві імпланти, штучні суглоби, апарати металоостеосинтезу, слухові апарати).

Відносні: перший триместр вагітності, клаустрофобія, неусунений судомний синдром, рухова активність пацієнта.

Недоліки МРТ:

1. Висока чутливість до рухових артефактів.
2. Обмеження виконання дослідження у пацієнтів, що потребують апаратної підтримки життєво важливих функцій організму (кардіостимулятори, ШВЛ, імплантовані інсулінові помпи та ін.).
3. Погана візуалізація кісткових структур через низький вміст води.

Для характеристики МР-томограм застосовують такі терміни: гіперінтенсивний і гіпоінтенсивний сигнал. Один і той же морфологічний

субстрат представляється гіпоінтенсивним на T1-зважених зображеннях та гіперінтенсивним - на T2-зважених.

- гіпоінтенсивний сигнал - компактна кістка, сполучнотканинні структури, гемосидерин, рідина в T1ВІ, на екрані апарату або на томограмах - чорні відтінки.

- гіперінтенсивний сигнал - жир, метгемоглобін, рідина в T2ВІ, білі відтінки на екрані апарату або на томограмах.

МРТ із застосуванням ендоректальної котушки дозволяє чітко візуалізувати зональну побудову передміхурової залози, сім'яні протоки, а використання мамографічної котушки - отримати чітке зображення структури молочних залоз. Ці методики є найбільш інформативними в діагностиці пухлинних утворень цих органів та виявленні інвазивного росту пухлини, метастатичного ураження лімфатичних вузлів, кісткових структур і паренхіматозних органів.

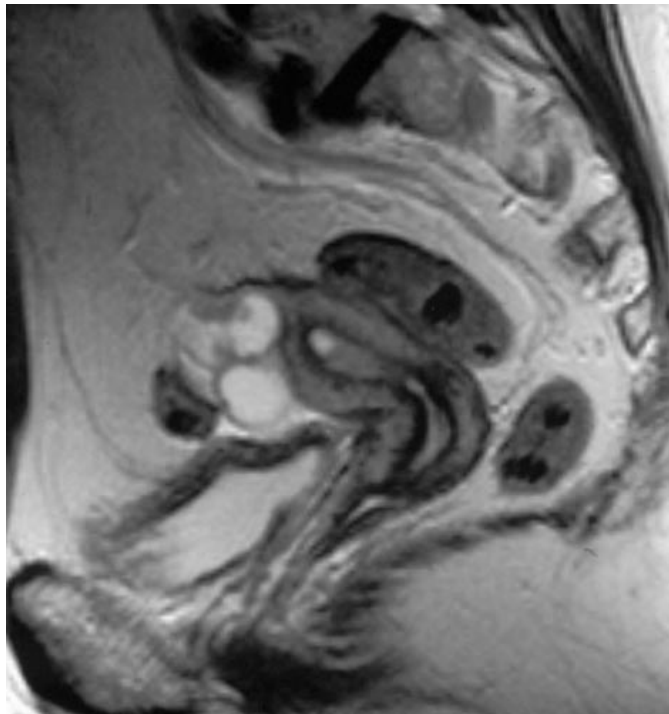


Рис. Магнітно-резонансна томограма органів малого тазу жінки

1.1.3 Рентгенологічне дослідження статевих органів

Рентгенологічне дослідження - метод променевої діагностики, при якому для отримання діагностичних зображень використовують рентгенівські промені.

Історія відкриття рентгенівських променів. Людство знайоме з рентгенівськими променями, названими на честь вченого, який відкрив їх, з кінця XIX століття.

8 листопада 1895 професор фізики Вюрцбурзького університету Вільгельм Конрад Рентген (1845-1923), будучи активним фізиком-експериментатором, вивчаючи у своїй лабораторії роботу електровакуумної (катодної) трубки, помітив, що при подачі струму високої напруги на її електроди з'являється зеленувате світіння, яке знаходилося на значній відстані від люмінесціюючої речовини - платиносинеродистого барію. В. К. Рентген щільно обернув катодну трубку чорним картоном, повторив дослід в темній кімнаті для виключення потрапляння на екран випромінювання світлового спектру і знову отримав світіння флюоресцентного екрану. Вчений почав відсувати платиносинеродистий барій від працюючої катодної трубки, але світіння екрана зберігалось. Рентген прийшов до висновку, що в трубці виникають якісь невідомі науці промені, що мають здатність проникати крізь тверді тіла і поширюватися в повітрі на відстані, що вимірюється метрами. В. К. Рентген повторював експеримент багато разів і встановив, що виявлений феномен не був пов'язаний ні з відображенням звичайного світла, ні з катодними променями, оскільки вони не проникають через повітря на великі відстані. Після багаторазових дослідів він попросив свою дружину БERTU дозволити йому сфотографувати її руку за допомогою нових променів, і 22 грудня 1895 р. була отримана перша в світі рентгенограма людини. 28 грудня 1895 В.К. Рентген здав до друку своє повідомлення «Про новий вигляд променів. Перше повідомлення», опубліковане в «Звітах про засідання Фізико-медичного товариства Вюрцбурга». 23 січня 1896 р. В.К. Рентген виклав свою роботу в доповіді на засіданні Фізико-математичного товариства Вюрцбурга.

Це відкриття справило світову сенсацію. В суспільстві навіть ходили чутки, що за допомогою нових променів можна отримати не тільки зображення органів людини, але й читати її думки.

Відкритий В.К. Рентгеном новий вид випромінювання назвали Х-променями. Рентген першим серед фізиків в 1901 р. за своє відкриття був удостоєний Нобелівської премії, яка була вручена йому в 1909 р. Рішенням міжнародного з'їзду з рентгенології в 1906 р. Х-промені названі рентгенівськими. Так народилася нова медична спеціальність - променева діагностика.

Формування рентгенівського зображення

Формування рентгенівського зображення досліджуваного органу ґрунтується на неоднорідному поглинанні випромінювання тканинами, а в результаті - послаблення пучка рентгенівських променів при проходженні їх через тканини різної щільності. Неоднорідне послаблене випромінювання потрапляє на сприймаючу систему - флуоресцентний екран або рентгенівську плівку.

За допомогою будь-яких методів медичної візуалізації отримують діагностичні променеві зображення:

Аналогові:

Рентгенограми

Сцинтиграми

Термограми

Аналогові зображення несуть інформацію безперервного характеру.

Аналогові рентгенівські зображення отримують за допомогою методів класичної рентгенодіагностики (рентгенографії, рентгеноскопії, флюорографії) на флуоресціюючих екранах або на спеціальній рентгенографічній плівці - рентгенограмі.

Цифрове зображення отримують за допомогою комп'ютера. Ці зображення одержані при комп'ютерній та магнітно-резонансній томографії, ультразвуковому скануванні, цифровій рентгенографії.

Принципи природнього та штучного контрастування. Отримання рентгенівського зображення органів можливе завдяки природньому контрастуванню, якщо органи тіла поглинають рентгенівське випромінювання в різному ступені (значно більше або менше), ніж навколишні тканини. Кістки в значній мірі поглинають й інтенсивно послаблюють рентгенівські промені, легені, як повітряне середовище, пропускають промені і не послаблюють рентгенівське випромінювання, а м'які тканини займають проміжне положення між щільними та повітряними структурами за ступенем послаблення рентгенівського випромінювання. Завдяки природній контрастності отримують зображення органів грудної клітки та кісткового скелету (рис.).

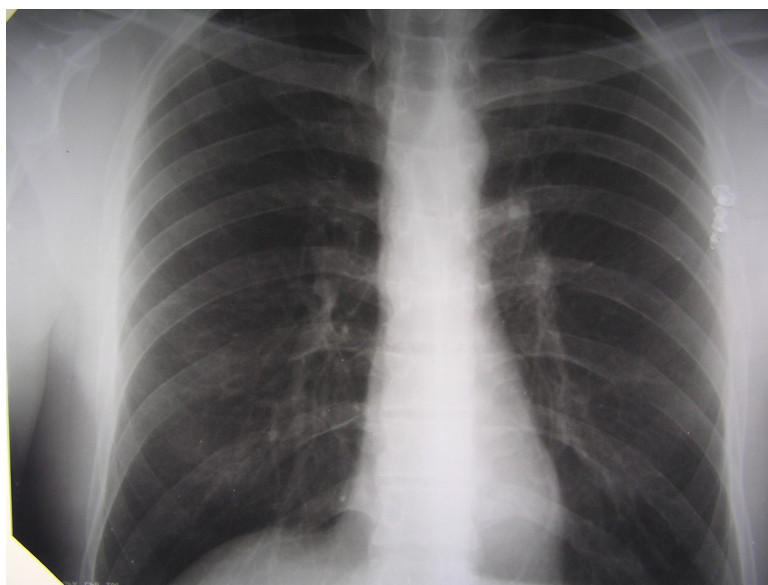


Рис. Рентгенограма органів грудної клітки

Деякі органи і тканини організму поглинають рентгенівське випромінювання практично в однаковій мірі. Для отримання зображення таких органів, які не мають природнього контрастування, застосовують спеціальні методики, які ґрунтуються на штучній зміні прозорості досліджуваних органів і тканин для рентгенівського випромінювання. Це явище називають штучним контрастуванням. Наприклад, органи, які не мають природнього

контрастування (органи шлунково-кишкового тракту, жовчовиділення та сечовиділення, матка), потребують штучного контрастування (рис.).



Рис. Рентгенограма жовчовивідних шляхів після їх штучного контрастування

Методи рентгенологічного дослідження

Загальні:

рентгенографія

рентгеноскопія

флюорографія

лінійна томографія

Спеціальні:

мамографія

ортопантомографія

методики із застосуванням

штучного контрастування

Рентгенографія - це метод променевого рентгенологічного дослідження, результатом якого є отримання статичних, аналогових, діагностичних зображень на рентгенівських плівках – рентгенограмах. В процесі рентгенографії рентгенівські промені, проходячи через тіло пацієнта, нерівномірно послаблюються і засвічують рентгенографічну плівку, в результаті чого і виходить діагностичне зображення. Рентгенівська плівка з двох боків покрита спеціальною емульсією, чутливою до фотонів у широкому спектрі електромагнітних випромінювань (рентгенівському,

ультрафіолетовому, видимому). Рентгенівську плівку для запобігання засвічування розташовують у спеціальних касетах. У касетах плівка знаходиться між двома флуоресцентними «підсилюючими» екранами, які при дії на них рентгенівських променів починають випромінювати світло видимого спектру, що приводить до більш інтенсивного засвічування плівки. Застосування флуоресціюючих екранів при проведенні рентгенографії знижує інтенсивність опромінення пацієнтів у десятки разів, що дозволяє в значній мірі уникнути негативних біологічних ефектів рентгенівського випромінювання.

Рентгенівські промені поширюються прямолінійно, тому рентгенівське зображення завжди повторює форму досліджуваного органу. Спочатку однорідний пучок рентгенівського випромінювання при проходженні через тіло пацієнта набуває неоднорідності, яка фіксується плівкою. Рентгенограма - зображення органів і тканин, виконане в чорно-білих тонах. У практичній роботі отримують зображення на рентгенівській плівці. Це зображення є негативним і називається традиційною, класичною рентгенограмою. Чорним ділянкам на таких негативних рентгенограмах відповідають органи та тканини, які добре пропускають рентгенівські промені, що засвічують рентгенівську плівку. Це органи та тканини, що мають низьку щільність - легені. Білим ділянкам на рентгенограмах відповідають структури, які сильно поглинають рентгенівське випромінювання, тобто органи та тканини з високою щільністю - кістки. При проходженні рентгенівських променів через органи з високою щільністю, більша їх частина поглинається, але енергії рентгенівських променів, що дійшли до рентгенівської плівки, недостатньо для її засвічування, і вона при прояві залишається білою.

Позитивні зображення аналогічні звичайним фотографічним знімкам, їх отримують шляхом інверсії відтінків чорно-білої гама з негативів. Однак при переводі в позитивне зображення подовжується діагностичний процес, подвоюються економічні витрати та втрачається частина деталей, тому позитивні рентгенологічні знімки широкого застосування у променевій діагностиці не знайшли.

Негативне і позитивне зображення одного і того ж об'єкта відрізняються тим, що органи та тканини, які мають високу рентгенівську щільність, на негативних зображеннях - білого кольору, а на позитивних - чорного, і навпаки, органи та тканини, що мають низьку рентгенівську щільність на негативних зображеннях - чорного кольору, а на позитивних - білого. На рис. представлено негативне та позитивне зображення одного і того ж об'єкта (шлунка, що контрастується сульфатом барію). Органи та тканини, що мають високу рентгенівську щільність (кістки, контрастна речовина - сульфат барію), на негативних зображеннях - білого кольору, а на позитивних - чорного.



Рис. Рентгенограми: позитивне рентгенологічне зображення



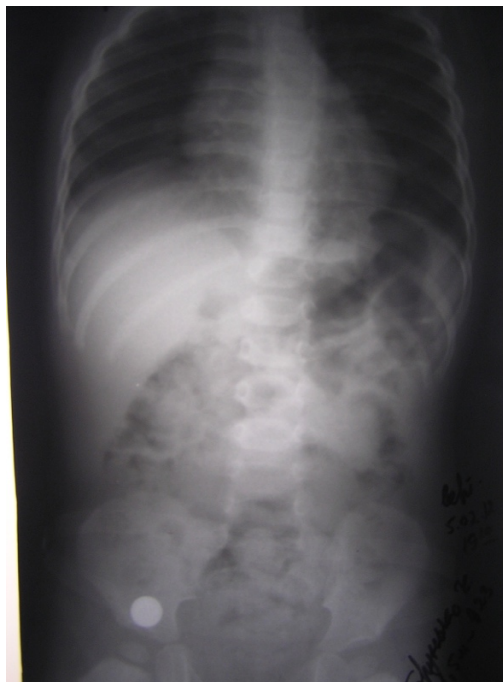


Рис. Оглядова рентгенограма органів грудної, черевної порожнини і малої миски

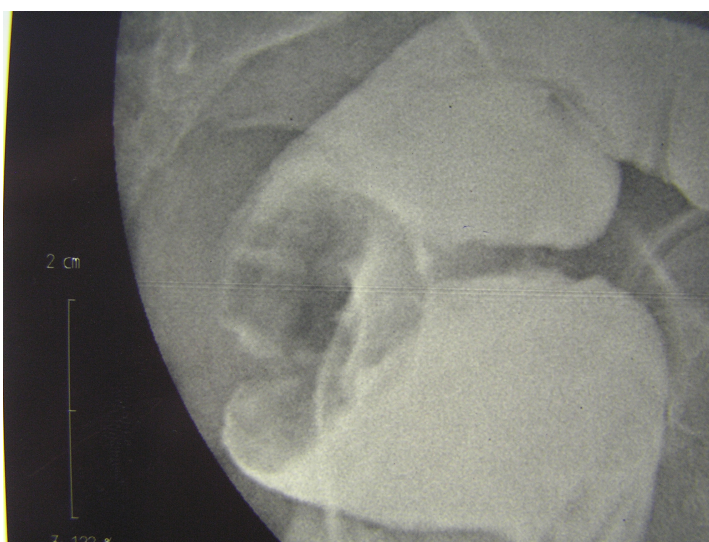


Рис. Прицільна рентгенограма частини ободової кишки

На рентгенограмах формується площинне сумаційне негативне зображення у чорно-білих тонах. При аналізі рентгенограм необхідно враховувати наявність сумаційного ефекту. Сумаційний ефект в променевій діагностиці полягає в нашаровуванні зображень одних органів і тканин на інші, ускладнює об'єктивну і якісну діагностику патологічних процесів. У рентгенодіагностиці відбувається нашаровування різних органів, розташованих уздовж проходження пучка рентгенівського випромінювання. Наприклад, на рентгенограмі органів грудної

клітки у прямій проекції внаслідок сумаційного ефекту відбувається нашаровування тіней хребтового стовпа, серця, великих судин і грудини, зображення передніх відрізків ребер місцями накладається на зображення задніх. У результаті цього точно локалізувати певні патологічні зміни дуже складно.



Рис. Рентгенограма органів грудної порожнини в прямій проекції

Щоб уникнути ускладнень, викликаних ефектом нашаровування, рентгенограми роблять в двох взаємно перпендикулярних проекціях (наприклад, рентгенографію органів грудної клітки виконують у прямій та бічній проекціях) або вдаються до використання томографічних методик - лінійної або комп'ютерної томографії (рис.).



Рис. Рентгенограма органів грудної порожнини в бічній проекції

Рентгеноскопія - метод рентгенологічного дослідження, при якому зображення органів і тканин пацієнта отримують на флуоресцентному екрані або телевізійному моніторі в реальному масштабі часу. Під час проведення рентгеноскопії рентгенівські промені, проходячи крізь тіло пацієнта, неоднорідно послаблюються і потрапляють на флуоресцентний екран, викликаючи його нерівномірне світіння. Чим більше рентгенівських променів потрапляє на екран, тим світіння яскравіше. Якщо промені проходять через щільні структури (наприклад, кістки), тим менше променів досягає екрану і світіння менш інтенсивне. Створюється флуоресцентне зображення об'єкта. Традиційна рентгеноскопія призначена для отримання динамічного, тобто рухомого, проєкційного зображення (у режимі «реального часу»), яке лікар-рентгенолог вивчає безпосередньо на флуоресціюючому екрані. Класична рентгеноскопія проводилася в темряві через слабе світіння флуоресцентного екрана. Променева навантаження при такому дослідженні було високе, зображення на екрані було з погано помітними дрібними деталями.

В даний час застосовують удосконалений метод рентгеноскопії - рентгенотелевізійне просвічування за допомогою підсилювача рентгенівського зображення та електронно-оптичного перетворювача, у результаті чого видиме зображення на флуоресціюючому екрані посилюється, перетворюється в електричний сигнал і відображається на екрані дисплея. Рентгенівське зображення на дисплеї, як і звичайне телевізійне зображення, можна вивчати в освітленому приміщенні. Сучасні рентгенотелевізійні системи дозволяють проводити запис усіх етапів дослідження з фізіологічною руховою активністю органів, що дає можливість оцінити результати цього дослідження різним лікарям, ретроспективного вивчення зображення, зберігання та перевірки з повторними дослідженнями при динамічному спостереженні за хворим. Також зображення може бути передано на монітори, які знаходяться в інших приміщеннях.

При рентгеноскопичному дослідженні формується площинне чорно-біле зображення в реальному масштабі часу з наявністю сумацийного ефекту. Для усунення ефекту нашаровування та отримання більш точної і повної інформації про патологічний процес під час рентгеноскопії застосовують поліпозиційне та поліпроекційне дослідження. Поліпозиційне дослідження - відбувається переміщення пацієнта щодо рентгенівського випромінювача. Поліпроекційне - дослідження, під час якого рентгенівський випромінювач переміщується щодо хворого.

Рентгеноскопія найбільш широко використовується в клінічній практиці при дослідженні органів шлунково-кишкового тракту. З появою нових методів променевої діагностики, таких як ультразвукове сканування, доплерографія, магнітно-резонансна та комп'ютерна томографія, рентгеноскопія органів серцево-судинної та дихальної систем в даний час застосовується рідко.

Порівняння основних рентгенологічних методів – рентгенографії та рентгеноскопії між собою:

Переваги рентгеноскопії:

- малі витрати часу на отримання діагностичного зображення (особливо важливо в діагностиці невідкладних станів - кишкової непрохідності, пневмотораксу та ін),
- відсутність матеріальних витрат на плівку, фотореактиви.

Недоліки рентгеноскопії:

- більш високе променеве навантаження (вище, ніж при рентгенографії),
- низький просторовий дозвіл (можливість розглянути дрібні деталі нижче, ніж при рентгенографії),
- відсутність документації (рентгенограм).

Переваги рентгенографії:

- краща роздільна здатність, ніж у рентгеноскопії,
- наявність документа - рентгенограми,
- можливість аналізу рентгенограми кількома лікарями,

- можливість ретроспективного вивчення рентгенограм,
- можливість тривалого зберігання зображення для порівняння з повторними знімками в процесі динамічного спостереження за хворим,
- менше променеве навантаження на пацієнта.

Недоліки рентгенографії:

- необхідність матеріальних витрат на плівку, фотореактиви,
- витрати часу на отримання зображення.

В даний час такі рентгенологічні методи, як рентгенографія та рентгеноскопія є найпоширенішими, рутинними та основними променевими методами діагностики захворювань органів дихальної системи, шлунково-кишкового тракту та опорно-рухового апарату.

Основні терміни, які використовуються при рентгенологічному дослідженні:

- «затемнення» - ділянка, що має більш високу рентгенівську щільність у порівнянні з навколишньою тканиною та інтенсивніше поглинає рентгенівські промені. Затемнення може бути фізіологічним і патологічним. Фізіологічні затемнення утворюють незмінені органи та тканини організму людини, наприклад серце, великі судини, купола діафрагми. Прикладом патологічних затемнень є запалений інфільтрат, пухлина, рідина в плевральній або черевній порожнині тощо.

Рентгенівське зображення може бути негативним або позитивним. На рентгенограмах-негативах затемнення виглядає як ділянка білого кольору, на позитивах, навпаки - чорного кольору.

- «просвітлення» - ділянка, що має більш низьку рентгенівську щільність у порівнянні з навколишніми тканинами та гірше поглинає рентгенівські промені. Просвітлення також може бути фізіологічним та патологічним. Прикладом фізіологічного просвітлення є нормальна легенева тканина, патологічного - кіста легені, емфізема, пневмоторакс. На рентгенограмах-негативах просвітлення виглядає як ділянка чорного кольору, на позитивах, навпаки - білого кольору.

Методики із застосуванням штучного контрастування

Штучне контрастування проводять шляхом введення в організм людини спеціальних рентгеноконтрастних препаратів, що послаблюють рентгенівське випромінювання більшою мірою, ніж навколишні тканини, або, навпаки, практично не послаблюють рентгенівське випромінювання.

Рентгеноконтрастні препарати поділяють на:

1. Які не послаблюють рентгенівське випромінювання:

- вуглекислий газ,
- повітря

2. Які послаблюють рентгенівське випромінювання:

- не містять йод (водонерозчинні) - сульфат барію,
- що містять йод:
 - а) жиророзчинні,
 - б) водорозчинні:
 - ✓ іонні (урографін, гіпак),
 - ✓ неіонні (ультравіст, візіпак).

Методики зі штучним контрастуванням застосовуються для рентгенівських досліджень органів черевної порожнини, заочеревного простору, малої миски. Дослідження зі штучним контрастуванням органів малої миски, сечовиділення здійснюється парентерально або ретроградним введенням йодовмісних рентгеноконтрастних речовин.

Термін «дефект наповнення» застосовується при проведенні рентгенологічних досліджень з контрастуванням. Дефект наповнення виникає, коли будь-яка патологічна тканина не дозволяє контрастній речовині повністю заповнити просвіт органу (наприклад, пухлина порожнистого органу).

Сучасні йодовмісні рентгеноконтрастні препарати діляться на іонні (урографін, гіпак), що утворюють в рідкому середовищі заряджені сполуки, і неіонні (ультравіст, омніпак, візіпак), електрично нейтральні. Іонні рентгеноконтрастні сполуки мають більш високу осмолярність відносно плазми

крові. Йодовмісні рентгеноконтрастні препарати можуть викликати побічні ефекти за рахунок високої осмолярності та хемотоксичності. Рентгеноконтрастні йодовмісні препарати можуть викликати анафілактоїдні реакції, електролітні порушення і зміни гемодинаміки, порушення агрегації еритроцитів, пошкодження ендотелію судин, порушення функції нирок, тому контрастні дослідження можуть мати протипоказання - алергічна схильність, ниркова недостатність, виражена серцева недостатність, аритмія, порушення функції щитовидної залози, епілепсія.

При виборі йодовмісних контрастних препаратів керуються ступенем їх контрастуючого ефекту та нешкідливістю для пацієнта. Оптимальним є застосування ізоосмолярних плазмі крові неіонних йодовмісних рентгеноконтрастних речовин, які в порівнянні з іонними менш токсичні, надають менш виражений вазодилатаційний ефект, меншою мірою вивільняють гістамін і деформують еритроцити, інгібують активність холінергази, тобто дозволяють застосовувати методики контрастування з меншим ризиком ускладнень.

Рентгенологічне дослідження статевих органів проводиться за спеціальними показаннями з використанням спеціальних методик.

Уретрографія - рентгенівське дослідження уретри при заповненні її контрастною речовиною. Розрізняють декілька методик уретрографії в залежності від шляхів введення рентгеноконтрастних речовин: мікційна - зображення уретри отримують при заключному етапі екскреторної урографії під час сечовипускання, пряма ретроградна - при прямому контрастуванні через зовнішній отвір сечівника, пряма антеградна - через епіцистостому та внутрішній отвір сечівника.

На уретрограмах в нормі сечовий канал візуалізується у вигляді стрічкоподібної тіні з чіткими та рівними контурами, просвіт уретри нерівномірний і відповідає фазі контрастування та її фізіологічним звуженням. При захворюваннях і пошкодженнях уретри можна візуалізувати локальні розширення, звуження та нориці уретри (рис.).

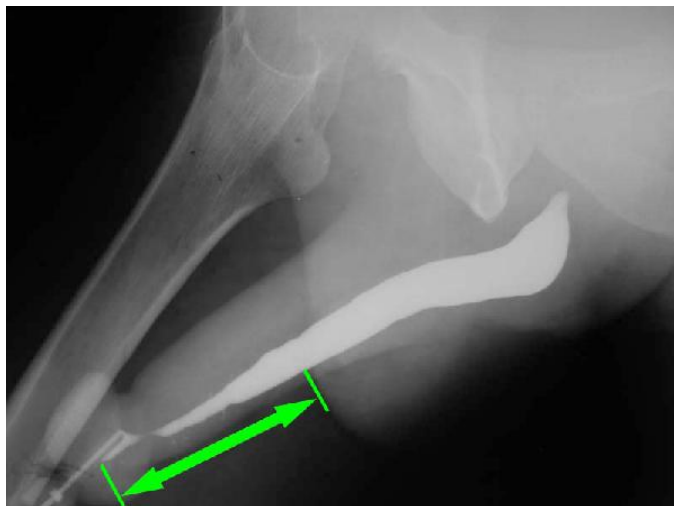


Рис. Рентгенограма. Уретрографія: звуження уретри

Кавернозографія - рентгенівське дослідження печеристих тіл статевого члена при ін'єкційному введенні контрастної речовини в них (рис.). Методика дозволяє отримати інформацію про кровопостачання печеристих тіл (наприклад, при еректильній дисфункції).



Рис. Рентгенограма: кавернозографія

Гістеросальпінгографія - рентгенівське дослідження з введенням водорозчинної контрастної речовини в порожнину матки та маткових труб за допомогою спеціального катетера-шприца (рис.). Контрастована порожнина матки в нормі трикутної форми (вершина трикутника спрямована вниз), від основи відходять тонкі довгі злегка покручені лінійні тіні - маткові труби. При

збереженій прохідності маткових труб контрастна речовина виливається в порожнину очеревини.

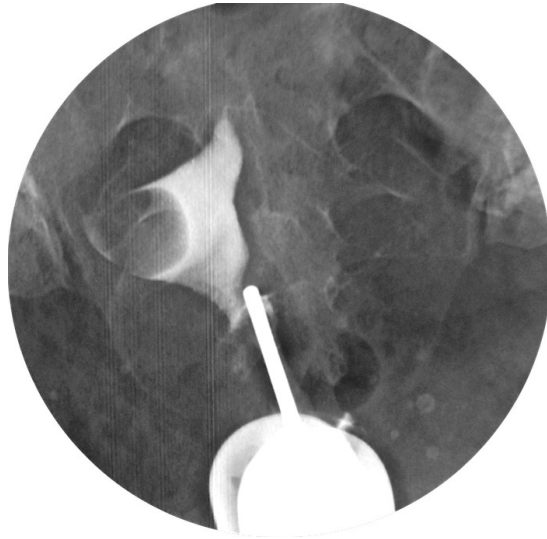


Рис. Рентгенограма: гістеросальпінгографія (дефект наповнення)

Мамографія - рентгенологічне дослідження молочних залоз, що виконується з використанням спеціальних рентгенівських апаратів - мамографів. Мамографи обладнані спеціальними штативами для укладання молочної залози, також при мамографії використовують невеликі величини анодної напруги для кращої візуалізації м'якотканинних структур. Мамографія виконується з профілактичною метою для ранньої діагностики злоякісних пухлин молочної залози у жінок віком більше 40-45 років і з діагностичною метою при виявленні в молочній залозі ущільнень.

Рентгенівське зображення молочних залоз обумовлено співвідношенням залозистого та жирового компонентів.

Залозистий компонент формує на знімку трикутну сітчасту тінь, звернену вершиною до соска (рис.). Мамографічна картина змінюється в різні періоди (фаза менструального циклу, вагітність, лактація), а також залежить від прийому гормональних засобів і ступеня вираженості інволютивних (вікових) змін.

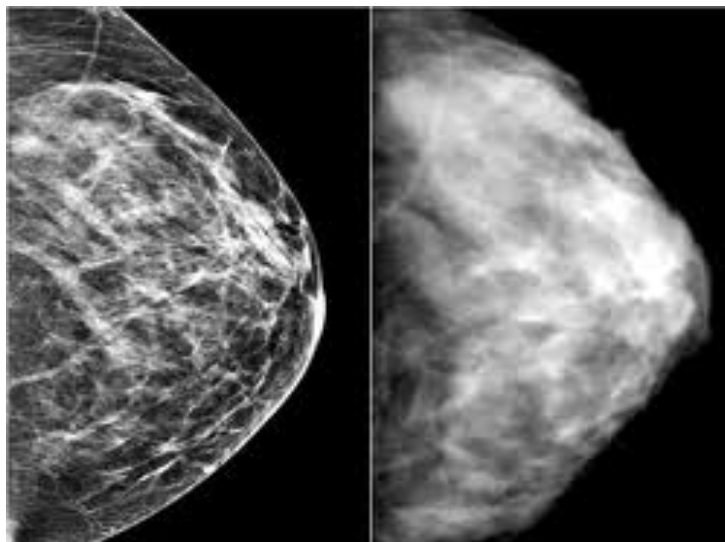


Рис. Мамограма

Дуктографія (галактографія) - рентгенівське дослідження протокової системи молочної залози після введення водорозчинної контрастної речовини (рис.). Основна мета методу - діагностика внутрішньопротокових пухлин, які не визначаються на УЗД і мамографії. На дуктограмі молочні протоки і молочні синуси мають чіткі і рівні контури, прямолінійний хід, просвіт проток рівномірний.

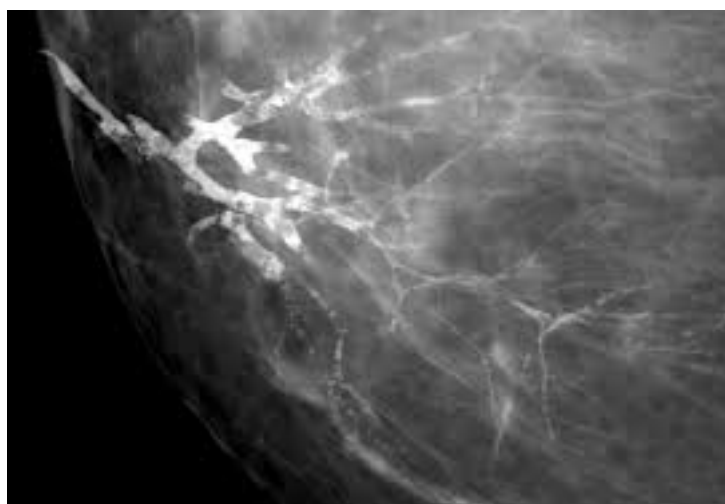


Рис. Дуктограма

1.1.4 Рентгенівська комп'ютерна томографія органів статевої системи

Комп'ютерна томографія - рентгенологічний метод дослідження, який ґрунтується на комп'ютерній обробці безлічі рентгенівських зображень, з

отриманням аксіальних пошарових зрізів досліджуваних органів і тканин пацієнта.

Історія створення комп'ютерної томографії. На початку ХХ століття були розроблені математичні розрахунки комп'ютерної томографії, однак застосування їх в медичній практиці стало можливим тільки в другій половині ХХ століття. Вперше можливість використання методів реконструкції тривимірної структури об'єкта з безлічі його проекцій у медицині були запропоновані фізиком-математиком з ПАР Аланом Мак Кормаком. Перебуваючи в Кейптаунській лікарні Хорті Схюр, він був здивований недосконалістю технології дослідження головного мозку. Він справив математичні розрахунки проходження вузькоспрямованого пучка рентгенівських променів через речовину мозку та в 1963 році опублікував статтю про можливість реконструкції зображення головного мозку. Через 7 років ці матеріали вивчила група інженерів англійської фірми електромозичних інструментів ЕМІ на чолі з Годфрі Хаунсфілдом і зайнялася створенням першого експериментального комп'ютерного томографа для дослідження головного мозку. Сканування першого об'єкта - анатомічного препарату головного мозку, дозволило отримати зображення його структур, а часу було витрачено 9 годин. У 1972 р. була проведена перша комп'ютерна томографія. Першим дослідженим пацієнтом стала жінка, а на першій комп'ютерній томограмі було отримано зображення пухлинного ураження головного мозку. У тому ж році, 19 квітня, на конгресі Британського радіологічного інституту Годфрі Хаунсфілд і лікар Дж. Амброус виступили з сенсаційним повідомленням: рентгенологія проникає в мозок. Перші комп'ютерні томографи почали випускати у 1973 році, апарати активно удосконалювалися. У 80-90-их роках ХХ століття дослідження головного мозку на більш нових томографах тривало вже не 9 годин, а кілька хвилин. З бурхливим розвитком комп'ютерної томографії з'явилася можливість дослідження не тільки головного мозку, а будь-якої частини тіла, а на початку ХХІ століття сканування однієї області тіла

займало вже кілька секунд. У сучасних комп'ютерних томографів росла роздільна здатність, значно знижувалося променеве навантаження на пацієнта.

У 1979 році за розробку методу рентгенівської комп'ютерної томографії фізику-математику Алану Мак Кормаку та інженеру Годфрі Хаунсфілду була присуджена Нобелівська премія у галузі медицини.

Фізичні основи рентгенівської КТ. У комп'ютерній томографії використовують рентгенівські промені, тому в основі рентгенівської КТ лежить здатність різних органів та тканин людини нерівномірно послаблювати рентгенівське випромінювання. Отже, фізичні основи КТ та рентгенологічних методик ідентичні, а відрізняються ці методи за принципом отримання та обробки діагностичної інформації.

Основою комп'ютерного томографа є рентгенівська трубка, але вона випускає в'ялоподібний пучок рентгенівського випромінювання, спрямований перпендикулярно довгій осі тіла досліджуваної людини. Рентгенівська трубка обертається навколо пацієнта і повертається до тіла хворого під різними кутами, у загальній складності проходячи 360° . Рентгенівські промені, проходячи через досліджуваний об'єкт, нерівномірно послаблюються і реєструються системою детекторів. Детектори реєструють ступінь послаблення рентгенівського випромінювання і перетворюють рентгенівське випромінювання в електричні сигнали, які прямо пропорційні енергії рентгенівських фотонів. У пам'яті комп'ютера виявляються зафіксованими всі сигнали від всіх детекторів, на підставі яких внаслідок постпроцесорної обробки будується площинне зображення аксіального зрізу досліджуваного органу - комп'ютерна томограма.

Комп'ютерна томограма є в кінцевому підсумку серією аксіальних томографічних зрізів досліджуваного органу та області тіла по типу «пироговських», які і підлягають діагностичного аналізу. Отримана в результаті КТ картина абсолютно об'єктивна, її можливо оцінювати і вивчати на моніторі приладу, фіксувати на папері або рентгенівській плівці, проводити порівняння і

зіставлення протягом якогось періоду часу, якщо є складний діагностичний випадок.

В сучасних спіральних комп'ютерних томографах обертання рентгенівської трубки і переміщення пацієнта всередині кругової рами, званої гентрі, відбуваються одночасно і безперервно. Результатом цього є спіралеподібний рух віялоподібного рентгенівського променя крізь тіло пацієнта.

Завдяки цьому зменшується час дослідження, знижується променеве навантаження, з'являється можливість отримання реконструктивних зображень в різних зрізах: фронтальних і сагітальних, а також проведення сканування з використанням контрастних методик. Новітні мультислайсні (мультизрізові) комп'ютерні томографи, в яких за одне обертання рентгенівської трубки отримують до 40 зрізів, дозволяють реконструювати високоякісні тривимірні зображення.

Переваги рентгенівської КТ порівняно з рентгенографією

КТ у порівнянні з класичними рентгенографічними методами має ряд переваг, основними з яких є:

- Відсутність сумаційного ефекту: КТ дозволяє отримувати чітке пошарове зображення об'єкта завдяки тому, що режим дослідження відбувається з кутом повороту рентгенівської трубки щодо досліджуваного об'єкта на 360°.

- Висока роздільна здатність - можливість розрізнити більшу кількість деталей в зображенні досліджуваного об'єкта в порівнянні з рентгенографією. Завдяки високій роздільній здатності і відсутності сумаційного ефекту можна візуалізувати структури, які проекційно нашаровуються на зображення інших органів і практично не дають зображення на рутинних рентгенограмах (головний мозок, підшлункова залоза, лімфатичні вузли). Для підвищення роздільної здатності КТ можуть застосовуватися методики контрастного підсилення зображення з використанням водорозчинних неіонних рентгено-

контрастних препаратів (ультравіст, омніпак, візіпак тощо), які вводять per os або парентерально.

- Можливість кількісно визначати рентгенівську щільність досліджуваного об'єкта: це дозволяє доповнювати візуальну оцінку комп'ютерно-томографічної картини аналізом щільності візуалізованих структур. Технологія обробки сигналів від детекторів комп'ютерного томографа дозволяє точно виміряти послаблення рентгенівського випромінювання різними ділянками тканини в числовому значенні за умовною лінійною шкалою від -1000 до +3000. Це послаблення вимірюється в одиницях Хаунсфілда. За значення «0» за шкалою Хаунсфілда (од.Н) приймається послаблення рентгенівського випромінювання водою, а за -1000 - повітрям.

Оцінка кількісних значень, виражених в одиницях Хаунсфілда, дозволяє в ряді клінічних ситуацій визначати природу виявлених змін і проводити диференційну діагностику між різними видами патологій, тому що дає можливість розрізнити, наприклад, м'які тканини, рідинні структури, жирову тканину тощо.

- Можливість здійснення реконструкції первинних зображень - отримання зрізів у фронтальній, сагітальній та інших необхідних площинах, а також формування тривимірних (об'ємних) зображень - дозволяє визначати точну топографію і взаєморозташування органів і патологічних структур.

- Комфортність процесу дослідження.
- Можливість проведення контрастного пофазного посилення зображень та неінвазивної ангіографії. Рентгеноконтрастні (водорозчинні) речовини вводять парентерально за допомогою звичайного шприца або застосовують болюсне введення. При болюсному способі введення контрастного препарату для забезпечення ефективного пофазного контрастування досліджуваного об'єкта застосовуються автоматичні шприци - інжектори, що забезпечують швидке введення відносно великого об'єму рентгеноконтрастної речовини (близько 100 мл) зі строго заданою швидкістю (3-4 мл/с).

КТ-ангіографія - дослідження магістральних судин з попереднім внутрішньовенним контрастуванням, яке проводиться за допомогою катетеризації ліктьової вени та болюсного введення контрастної речовини зі швидкістю 3-4 мл/с за допомогою автоматичного шприца (рис.).



Рис. КТ-ангіограма черевної аорти та її гілок (фронтальна реконструкція)

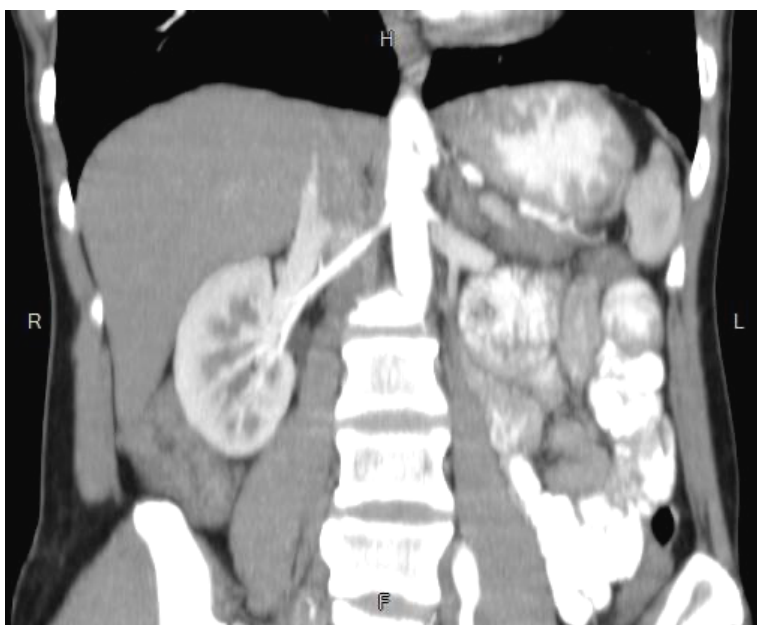


Рис. КТ-ангіограма ниркових артерій (фронтальна реконструкція)

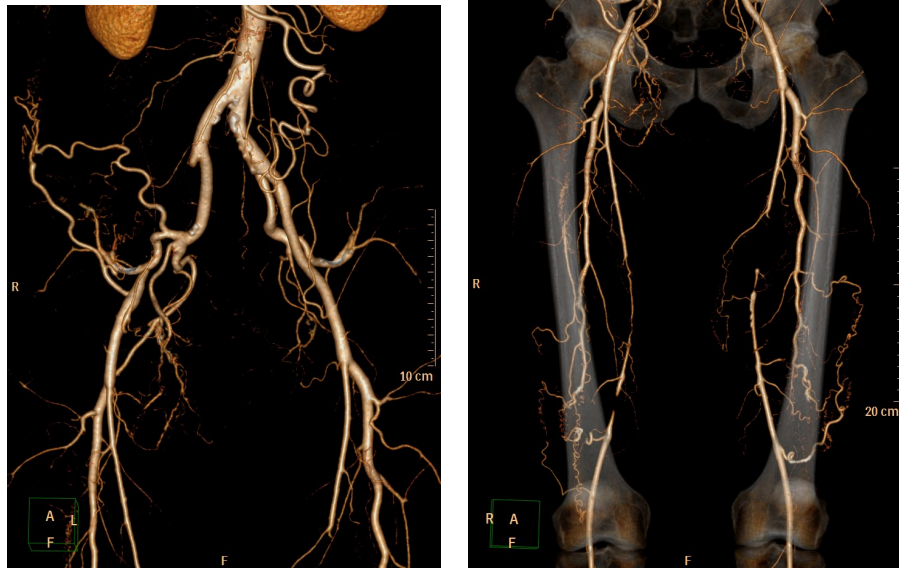


Рис. КТ-ангіограми нижніх кінцівок у хворого з атеросклеротичним ураженням артерій

Пофазне контрастування - пофазне вивчення досліджуваного органу після попереднього болюсного введення в судинне русло пацієнта рентгеноконтрастної речовини. Внутрішньовенне болюсне (швидке й у великих кількостях) введення рентгеноконтрастного препарату необхідно для створення його високої концентрації на певній ділянці судинного русла. Дослідження проводиться у три фази - артеріальну (максимальне контрастування артерій), паренхіматозну (контрастування паренхіми органів) та венозну (максимальне контрастування вен) залежно від часу проходження контрастом відповідної ланки судинної мережі (рис.). У кожному клінічному випадку необхідність отримання зображення в певну фазу визначається лікарем рентгенологом в залежності від поставлених перед ним завдань. Ефект контрастного посилення ґрунтується на різному кровопостачанні нормальної і патологічно зміненої тканини, що обумовлює різний ступінь їх контрастування. Оскільки різні патологічні утворення по-різному контрастуються в залежності від фази дослідження, можна судити про їх природу. Пофазне контрастування необхідно для диференціальної діагностики злоякісних та доброякісних новоутворень.

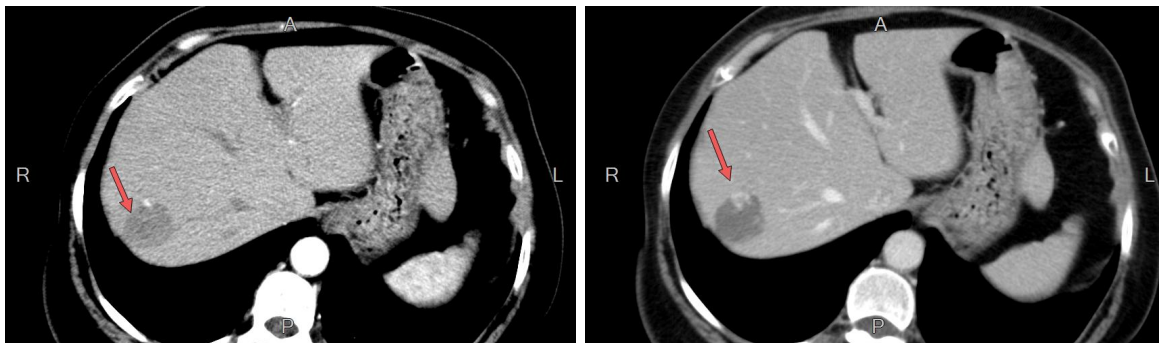


Рис. Комп'ютерні томограми з контрастуванням: гемангіома печінки в артеріальну фазу (візуалізація артерії) і паренхіматозну фазу (накопичення контрастної речовини) у гемангіомі

Цілі пофазного контрастування:

1. покращує візуалізацію патологічного утворення;
2. для диференційної діагностики різних патологічних процесів;
3. для оцінки взаємин патологічного вогнища та прилеглих судин;
4. для уточнення поширення процесу.

Рентгенівська комп'ютерна томографія в дослідженні статевих органів має допоміжне значення.

Показання для КТ статевих органів:

- виявлення патологічних утворень малого тазу;
- оцінка стану регіонарних лімфатичних вузлів і оточуючих тканин при злоякісних пухлинах статевих органів;
- визначення стану статевих органів і оточуючих тканин при травмах.

1.2. Променеві ознаки захворювань статевих органів

Гострий простатит

УЗД, ТРУЗД, ендоректальне МРТ: збільшення залози в об'ємі, нерівномірне зниження щільності, неоднорідність структури, відсутність зонального диференціювання передміхурової залози, на УЗД гіпоехогенна гіперваскулярна ділянка передміхурової залози (рис.), на МРТ - ділянка

набряку тканини передміхурової залози (гіперінтенсивний МР-сигнал на T2ВІ, - гіпоінтенсивний - на T1ВІ).

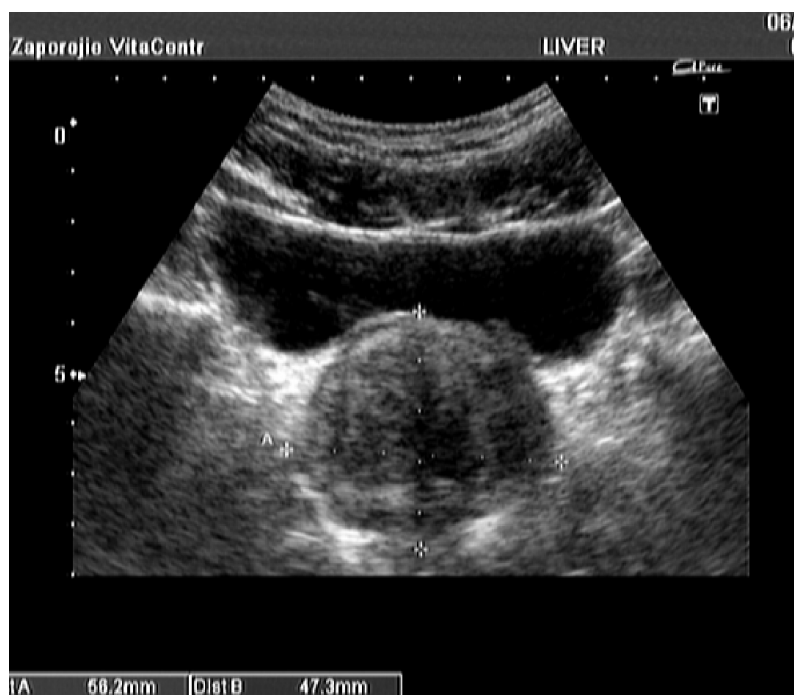


Рис. Сонограма: гострий простатит

Хронічний простатит

УЗД, ТРУЗД: розміри залози можуть бути нормальними, зменшеними або збільшеними, множинні гіперехогенні ділянки (фіброз, кальцинати), кістозні елементи у передміхуровій залозі, при доплерографії - дифузне зниження васкуляризації з аваскулярними ділянками в рубцевих зонах (рис.).

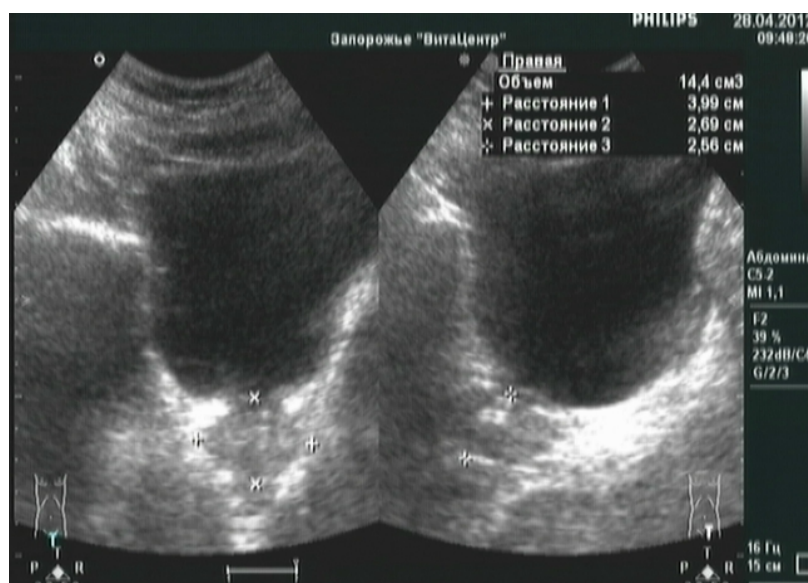


Рис. Сонограма: хронічний простатит

Ендоректальне МРТ: зниження зонального диференціювання передміхурової залози, дифузне та вогнищеве (лінійні структури) зниження інтенсивності МР-сигналу від периферичної зони на T2ВІ (фіброз), гіпоінтенсивні округлі включення на T2ВІ та T1ВІ - кальцинати.

Доброякісна гіперплазія передміхурової залози

ТРУЗД, МРТ: рівномірне збільшення розмірів залози, зміна форми, контури нерівні, але чіткі, порушення зональної будови за рахунок збільшення центральної ділянки залози, випинання парауретральної частини в порожнину сечового міхура (рис.).

Динамічне контрастне посилення при МРТ: повільне накопичення і повільне вимивання контрастної речовини.

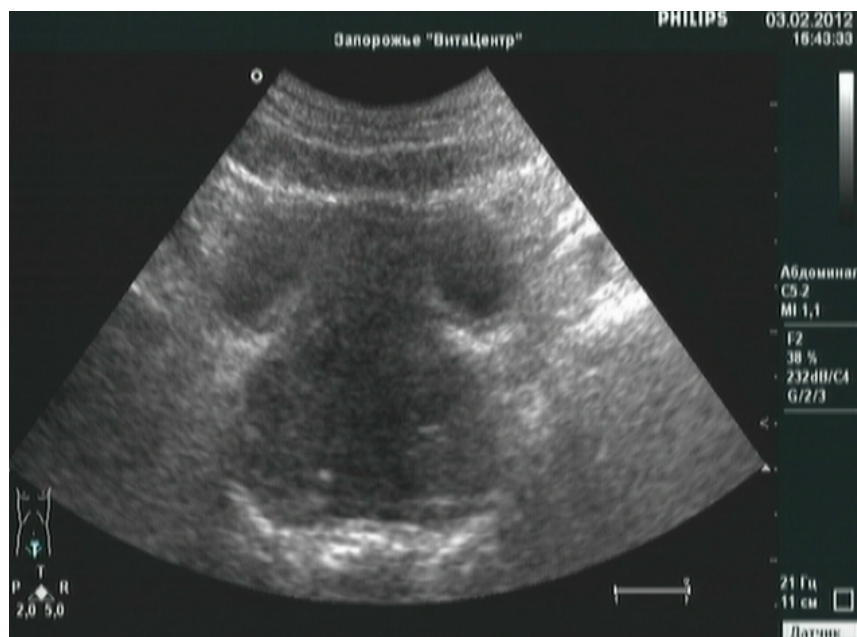


Рис. Сонограма: доброякісна гіперплазія передміхурової залози

Рак передміхурової залози

ТРУЗД, ендоректальне МРТ: локальне зниження ехогенності (інтенсивності МР-сигналу) від периферичної зони, асиметричне порушення зональної архітекtonіки залози. При ТРУЗД - деформація судинного малюнка тканини залози. На МРТ - ознаки інвазії в парастатичну клітковину, сім'яні

пухирці, шийку сечового міхура, пряму кишку, лімфаденопатія, метастазування в кістки.

Динамічне контрастне посилення при МРТ: різке накопичення контрастної речовини і подальше повільне вимивання її.

ПЕТ: патологічна фіксація РФП (^{11}C -ацетату натрію) в пухлині передміхурової залози.

Крипторхізм

УЗД, МРТ, КТ: візуалізація по шляху опущення яєчка овоїдного утворення середньої щільності з чіткими контурами (рис.).

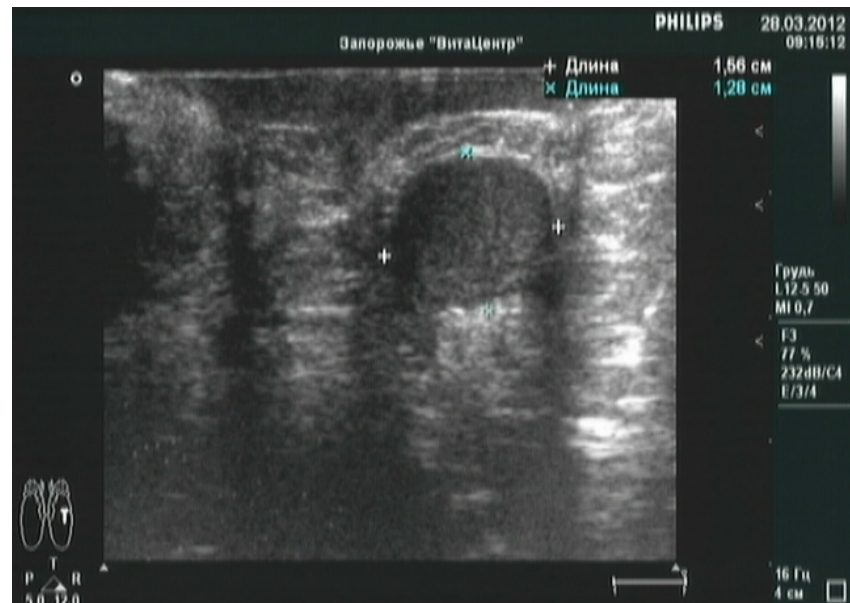


Рис. Сонограма: наявність в калитці одного (лівого) яєчка



Рис. Сонограма: праве яєчко в паховому каналі

Перфузійна сцинтиграфія: овальна зона накопичення радіофармпрепарату в тканині яєчка, яке не опустилося, в проекції пахового каналу.

Гострий орхіт

УЗД: яєчко збільшено в обсязі, контури його рівні, ехогенність його знижена, структура помірно дифузно неоднорідна, випіт в оболонці яєчка.

Хронічний орхіт

УЗД: яєчко частіше збільшене в розмірах (може бути нормального розміру або зменшено), контур нерівний, внутрішня структура неоднорідна.

Епідидиміт

УЗД: рівномірне збільшення придатка, зниження його ехогенності, неоднорідність структури, можливе скупчення вільної рідини в порожнині оболонок яєчка.

Пухлина яєчка

УЗД, МРТ: уражене яєчко збільшене в розмірах, в ньому візуалізується гіпоехогенне об'ємне утворення неправильної форми, неоднорідної структури з нерівними нечіткими контурами, наявність реактивного випоту в оболонках яєчка, збільшення паракавальних, парааортальних, пахових лімфовузлів (рис.).

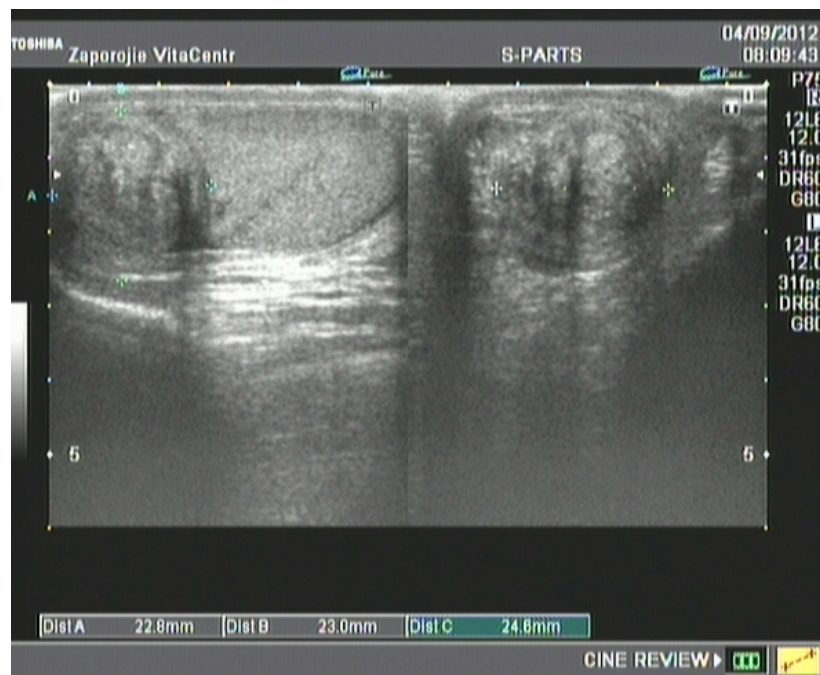


Рис. Сонограма: злоякісна пухлина яєчка



Рис. Магнітно-резонансна томограма:
пухлина яєчка

Варикоцеле

УЗД: в проєкції калиткового відділу сім'яного канатика, верхньолатеральних і задньонижніх відділах яєчка визначаються множинні розширені трубчасті анехогенні структури звивистої або вузлуватої форми.

Рентгенівська флебографія: візуалізація місця скидання крові в яєчкову вену.

Гідроцеле

УЗД: візуалізація великої анехогенної зони, що оточує яєчко та придаток - скупчення серозної рідини між вісцеральним і парієтальним листком власне піхвової оболонки яєчка (рис.).



Рис. Сонограма: гідроцеле

Кіста яєчка і його придатка

УЗД, МРТ: округлі або овальні анехогенні утворення з рівним, тонким, чітким контуром (рис.).

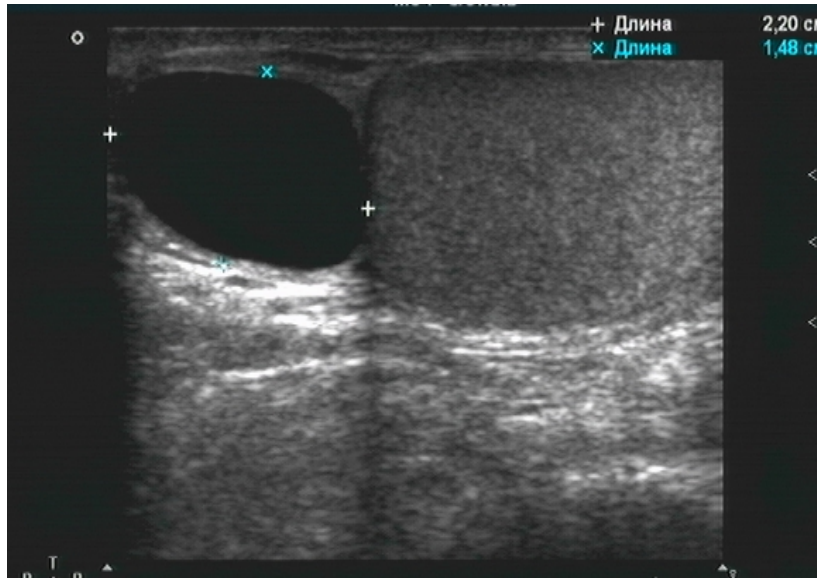


Рис. Сонограма: кіста придатка яєчка

Стриктура уретри

Рентгенівська уретрографія: візуалізація звуження, його розташування та довжини.

УЗД, КТ-уретрографія, МР-уретрографія: визначення рівня, довжини стриктури та стану оточуючих тканин.

Травматичне ушкодження яєчка, його придатка

УЗД, МРТ: візуалізація гіпоехогенних неоднорідних утворень з нерівним контуром – гематом; деформація, уривчастість контурів при розривах яєчка і його придатка, наявність неоднорідної рідини в порожнині калитки (рис.).



Рис. Сонограма: гематома придатка яєчка



Рис. Сонограма: неоднорідна рідина з гіперехогенними тяжами в порожнині калитки – скопичення крові

Мастит, абсцес молочної залози

Рентгенівська мамографія: дифузне при маститі або вогнищеве при абсцесі затемнення з нечіткими контурами.

УЗД, МРТ: дифузна зміна структури та зниження щільності тканини при маститі, при абсцесі - утворення з центральним рідинним компонентом і нерівномірно товстою капсулою (рис.).



Рис. Сонограма: абсцес молочної залози



Рис. Сонограма: кіста молочної залози

Рак молочної залози

Рентгенівська мамографія, УЗД, МРТ: патологічне тканинне неоднорідне утворення зниженої щільності, з нечіткими нерівними контурами, з локальними ущільненнями, патологічними звапніннями, на УЗД часто з акустичною тінню за ним (рис.). При доплерографії - утворення гіперваскулярне. На МРТ з контрастним посиленням накопичення контрастного препарату зляккісною пухлиною.

Радіонуклідний метод: підвищене накопичення РФП солідним компонентом пухлини.

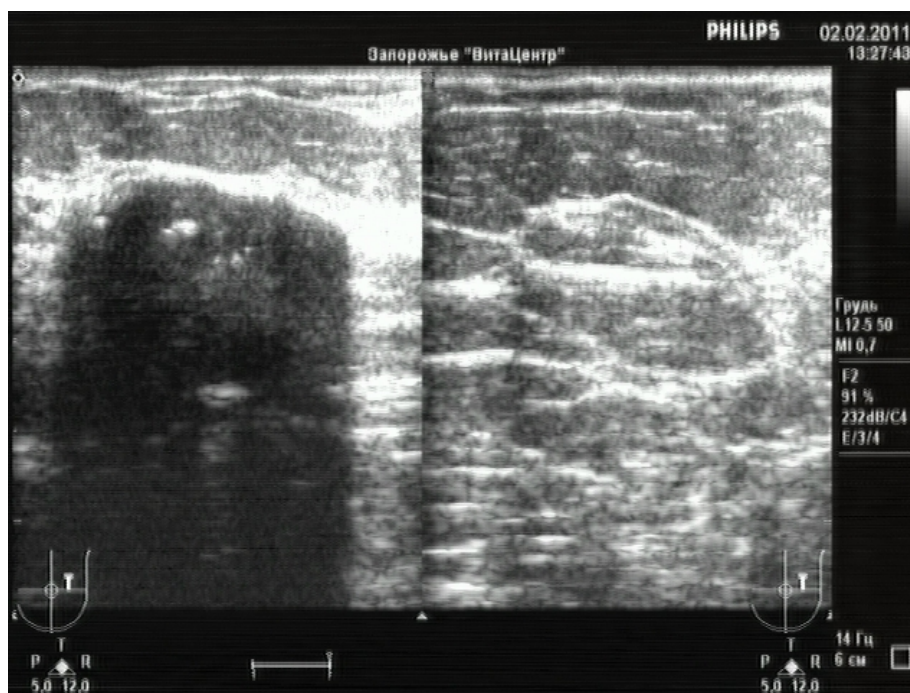


Рис. Сонограма: злоякісна пухлина лівої молочної залози

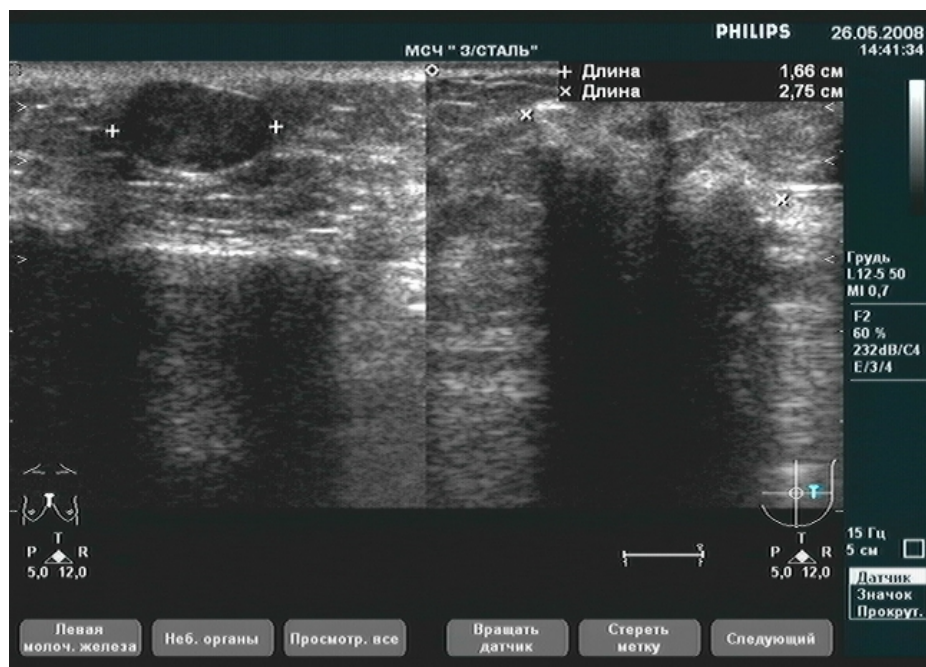


Рис. Сонограма: злоякісна пухлина лівої молочної залози, фіброаденома (доброякісна пухлина) правої молочної залози

Міома матки

УЗД, МРТ, КТ: збільшення матки, множинні округлі неоднорідні (гіпоехогенні на УЗД, гіпоінтенсивні на T2ВІ при МРТ) утворення з чіткими та рівними контурами в тілі або дні матки, розташовані субсерозно, субмукозно або інтрамурально (рис.). Щільність вузлів на КТ - 40-50 од.Н. Нерідко виявляються ділянки звапніння.



Рис. Сонограма: міома матки малих розмірів (інтрамуральний вузол)

Кіста яєчника, полікістоз яєчників

УЗД, МРТ: при кісті - візуалізація однорідного округлого утворення з тонкою капсулою, що містить рідину, на УЗД дає ефект дорсального підсилення, на МРТ не накопичує контрастну речовину. При полікістозі - збільшення обох яєчників в обсязі, наявність множинних анехогенних округлих і овальних утворень різного розміру в обох яєчниках (рис.).

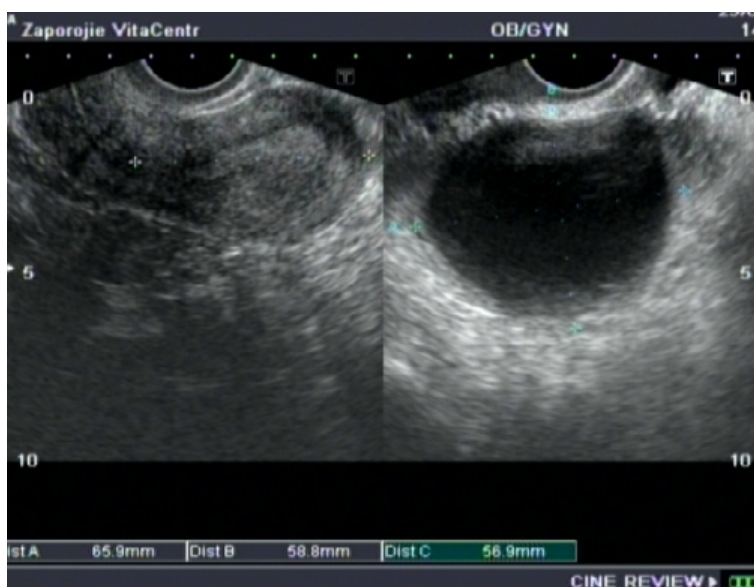


Рис. Сонограма: кіста правого яєчника



Рис. Сонограма: мультікістозні зміни яєчників

Рак яєчників

УЗД, КТ, МРТ: уражений яєчник збільшений, структура його змінена, неоднорідна, з вузловими та рідинними утвореннями, контури нерівні, наявність рідини в порожнині малого таза (рис.).

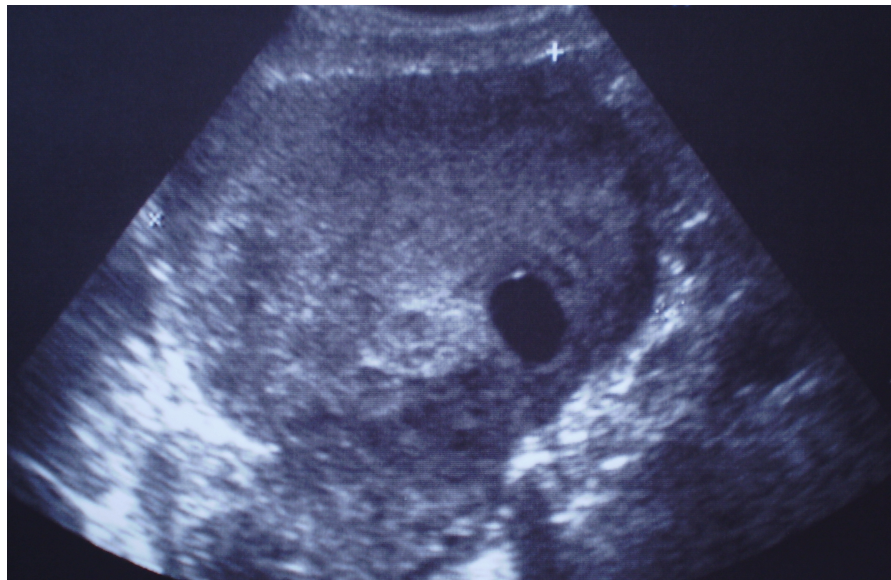


Рис. Сонограма: вторинна пухлина яєчника (метастаз Крукенберга)

Сальпінгофарит

УЗД, МРТ: збільшення розмірів ураженого яєчника, зниження його щільності, візуалізація рідини в порожнині маткових труб, наявність рідини в малому тазі, не пов'язане з овуляцією (рис.).



Рис. Сонограма: двобічний гідросальпінкс



Рис. Сонограма: лівобічний сальпінгоофорит

Подвоєння матки

УЗД, МРТ, гістросальпінгографія: збільшення розмірів, зміна форми, наявність перетинки в порожнині матки при неповному подвоєнні, дві порожнини матки та два шийкових канала при повному подвоєнні (рис.).

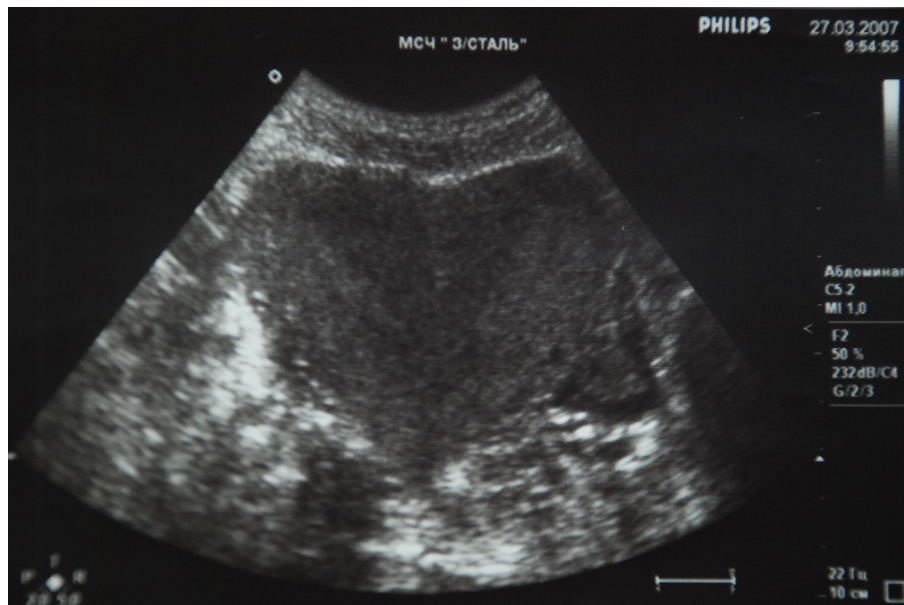


Рис. Сонограма: подвоєння матки

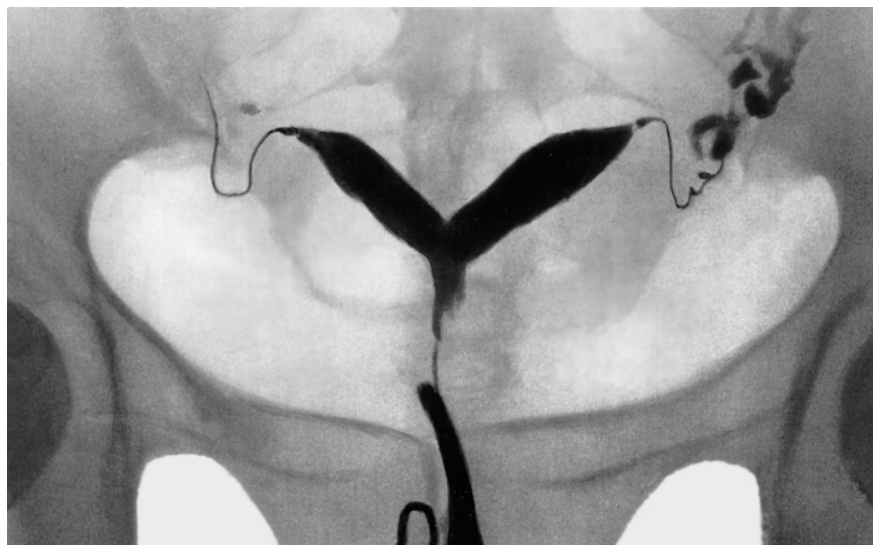


Рис. Гістросальпінгограма: подвоєння матки

Рак ендометрія

УЗД, МРТ: нерівномірне потовщення ендометрія, гіпоехогенність та неоднорідність структури (рис.).

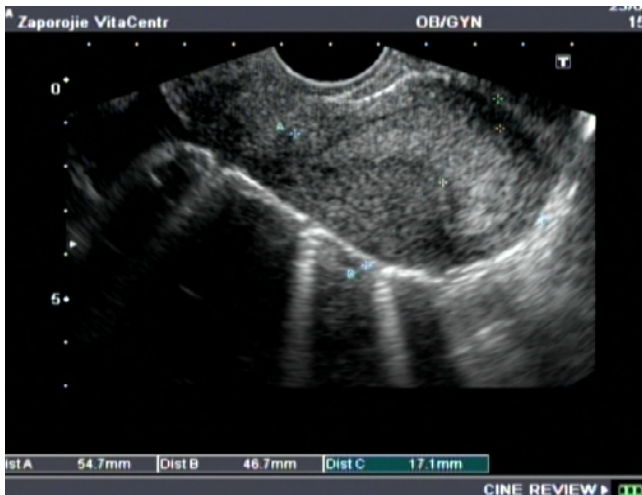


Рис. Сонограма: доброякісна гіперплазія ендометрія



Рис. Сонограма: рак ендометрія

Ендометріоз

УЗД, МРТ: неоднорідність структури ендометрія, множинні утворення різної щільності міометрія, яєчників, наявність рідини в порожнині малого таза, на МРТ геморагічна інфільтрація очеревини (рис).

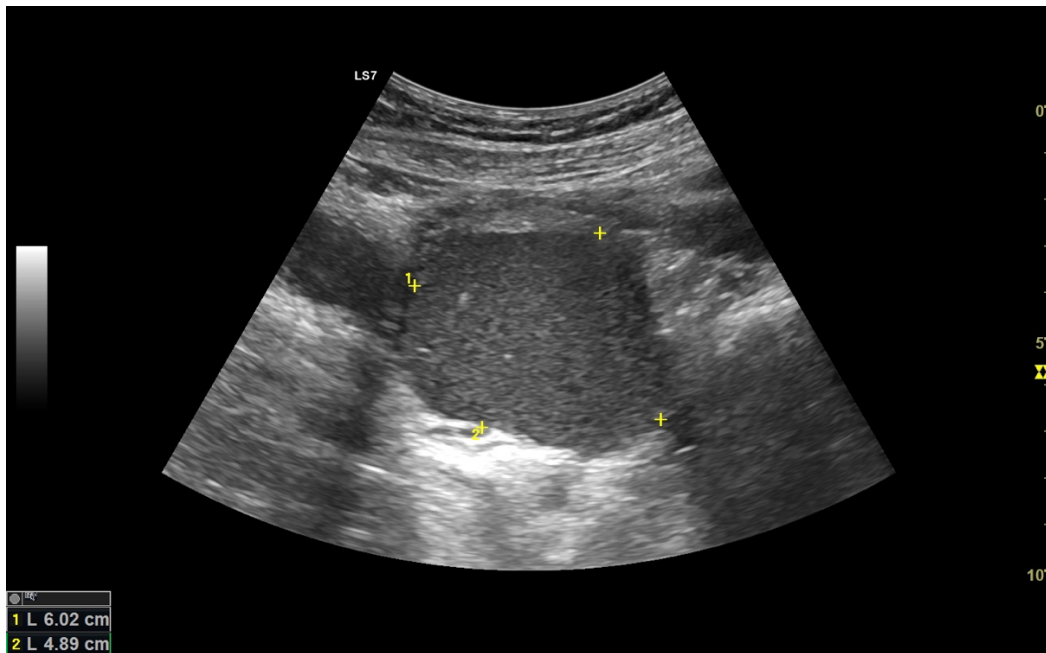


Рис. Сонограма: ендометріюїдна кіста яєчника

1.3. Променева діагностика вагітності

Основним методом променевої діагностики в акушерстві є УЗД, іноді застосовується МРТ, оскільки ці методи не пов'язані з іонізуючим випромінюванням. Магнітно-резонансна томографія в акушерстві проводиться з метою виявлення вад розвитку плоду, а також іноді для пельвіометрії (визначення дистанцій входу та виходу малого таза).

Ультразвукове дослідження займає ключове місце в діагностиці та контролі за розвитком вагітності, а також виявленні акушерської патології. УЗД при вагітності в залежності від терміну вирішує різні завдання і проводиться в такі періоди:

- На 5-8 тижні УЗД проводять для підтвердження факту вагітності, визначення наявності, кількості, розмірів, місця прикріплення плодового яйця; виявлення супутньої патології статевих органів (мал.). За наявністю серцевих скорочень (визначаються з 5-7 тижнів вагітності) та по руховій активності (перші рухи - в терміні 8-9 тижнів) дається висновок про життєздатність ембріона. Вимірюють діаметр плодового міхура та куприко-тім'яний розмір плоду, оцінюють стан хоріона (майбутньої плаценти) і вод (рис.).



Рис. Сонограма: вагітність 3-4 тижні



Рис. Сонограма: вагітність 5-6 тижнів

- На 10-12 тижні УЗД роблять для підтвердження прогресуючої вагітності та уточнення терміну (рис.), виключення можливих хромосомних захворювань (наприклад, синдрому Дауна), визначення місця прикріплення плаценти, кількості та якості вод, а також для виявлення можливих ускладнень (гіпертонусу матки, відшарування плаценти, істміко-цервікальної недостатності).



Рис. Сонограма: вагітність 11 тижнів

- На 20-24 тижні виявляють-виключають вади розвитку, визначають, чи відповідає розмір плоду передбачуваному терміну вагітності, досліджують стан вод і плаценти (рис.).

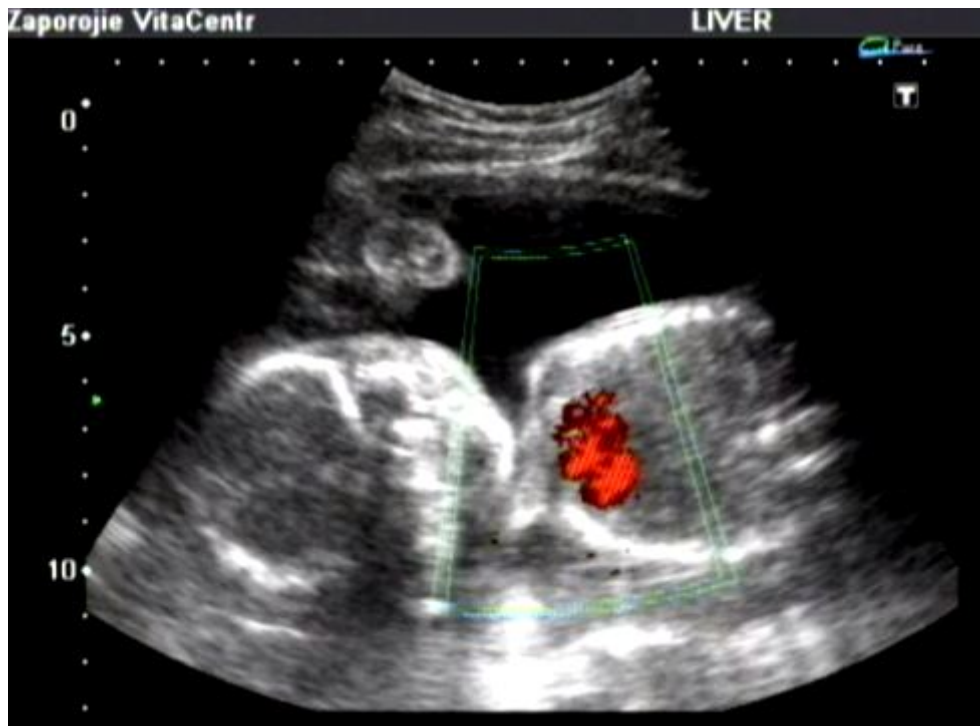


Рис. Сонограма: вагітність 20 тижнів

- На 30-32 тижні також виявляють-виключають вади розвитку, визначають, чи відповідає розмір плоду передбачуваному терміну вагітності, досліджують стан вод і плаценти, оцінюють рухову активність плоду, проводять доплерівське дослідження матково-плацентарного та фетоплацентарного кровотоку.

- Перед пологами УЗД проводять для визначення маси плоду, його стану, положення, виявлення можливого обвиття пуповиною.

Позаматкова вагітність

УЗД: наявність плодового яйця (округлого утворення з анехогенним центром і потовщеними гіперехогенними стінками, можливо з візуалізацією ембріону) поза порожниною матки (рис.).

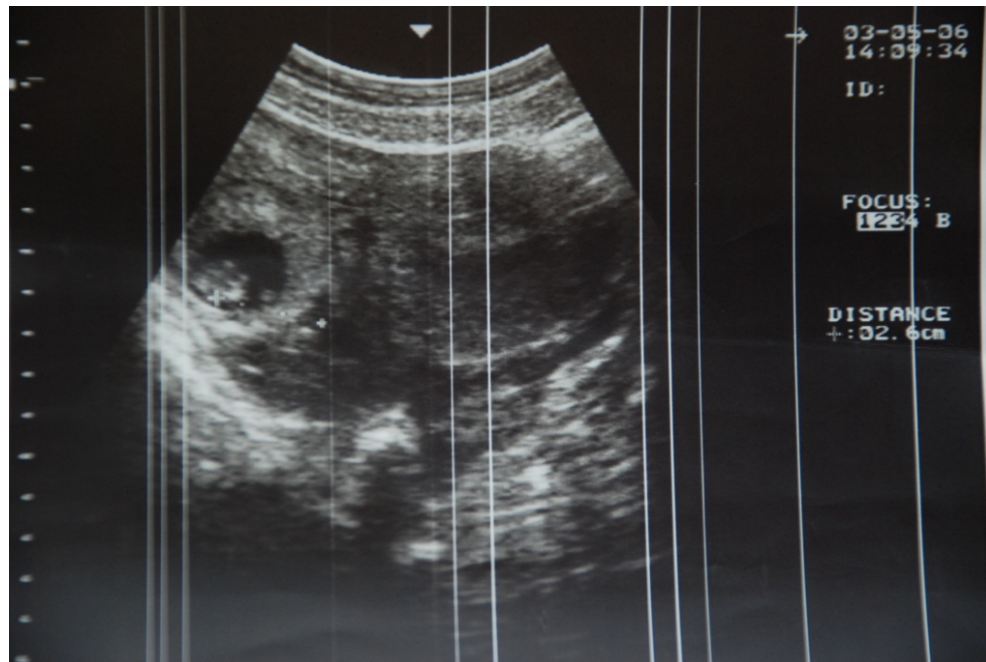


Рис. Сонограма: позаматкова вагітність

Вагітність, яка не розвивається

УЗД: розмір плодового яйця менше розміру відповідного гестаційного періоду, ембріон зменшений або не візуалізується, відсутність серцебиття і рухів плоду (після 8 тижнів вагітності).

Відшарування плаценти

УЗД: анехогенна зона між хоріонамніотичною і децидуальною оболонками, зміщення та деформація плодового яйця.

Питання для самоконтролю

з розділу «Променева діагностика захворювань статевих органів»

1. Рентгенологічні методи дослідження органів статевої системи із застосуванням штучного контрастування.
2. Показання до ультразвукового дослідження чоловічих статевих органів.
3. Показання до ультразвукового дослідження жіночих статевих органів.
4. Ультразвукова анатомія статевих органів.
5. Променеві методи дослідження молочних залоз.
6. Показання до проведення комп'ютерної томографії органів малого таза.
7. Радіонуклідне дослідження в діагностиці захворювань статевих органів.
8. Показання до проведення магнітно-резонансної томографії органів малого таза.
9. Променеві ознаки пухлин статевих органів та молочної залози.
10. Променева семіотика запальних захворювань статевих органів та молочної залози.

Тестові завдання

з розділу «Променева діагностика захворювань статевих органів»

1. Який метод променевого дослідження переважно використовують при дослідженні статевих органів:
 - А) УЗД
 - Б) комп'ютерна томографія
 - В) рентгенографія
2. Який променевий метод дозволяє візуалізувати маткові труби:
 - А) трансвагінальне УЗД
 - Б) гістросальпінгографія
 - В) комп'ютерна томографія
3. Який метод променевого дослідження дозволяє візуалізувати зональну будову передміхурової залози:
 - А) трансабдомінальне УЗД
 - Б) комп'ютерна томографія
 - В) УЗД і МРТ з ендоректальним датчиком і катушкою
4. Сім'яні пухирці на УЗД в нормі мають вигляд:
 - А) гіпоехогенних овальних структур
 - Б) гіперехогенних утворень з рівним контуром
 - В) утворень неправильної форми, неоднорідної ехоструктури
5. При УЗД капсула передміхурової залози в нормі
 - А) має вигляд гіпоехогенної смужки шириною 1 мм
 - Б) має вигляд гіперехогенної смужки шириною 1 мм
 - В) не візуалізується
6. Обсяг передміхурової залози в нормі:
 - А) 50 см³
 - Б) 100 см³
 - В) 20 см³
7. При доброякісній гіперплазії передміхурової залози контур залози

- А) чіткий нерівний
 - Б) нечіткий рівний
 - В) нечіткий нерівний
8. Променевою ознакою, що вказує на відсутність генералізації пухлинного процесу є:
- А) розташування вузла в центрі залози
 - Б) цілісність капсули
 - В) правильність форми залози
9. Найбільш інформативним методом діагностики метастазів раку передміхурової залози є:
- А) сцинтиграфія
 - Б) томографія
 - В) УЗД
10. На УЗД рухова активність ембріона починає виявлятися
- А) з 5-го тижня вагітності.
 - Б) з 8-го тижня вагітності
 - Г) з 15-го тижня вагітності
11. УЗ-ознаками вагітності, яка не прогресує, є:
- А) розміри плодового яйця не відповідають терміну вагітності, відсутність ембріона
 - Б) малі розміри плодового яйця, наявність рідинного вмісту в порожнині матки
 - В) відсутність рухової активності ембріона
12. Достовірними УЗ-ознаками позаматкової вагітності є:
- А) збільшення розмірів матки
 - Б) визначення вільної рідини в порожнині малого таза
 - В) наявність анехогенного округлого утворення з гіперехогенними стінками в проекції маткової труби
13. Ехографічним симптомом передчасного відшарування плаценти є:
- А) наявність гіперехогенних включень в плаценті

- Б) наявність анехогенного простору між стінкою матки та плацентою
 - В) наявність анехогенних вогнищ у плаценті
14. Візуалізація маткових труб на УЗД можлива
- А) при наявності в них рідини
 - Б) завжди
 - В) при асциті
15. Методом вибору при профілактичному дослідженні молочних залоз у жінок до 40 років є:
- А) рентгенівська мамографія
 - Б) сонографія молочних залоз
 - В) комп'ютерна томографія
16. При УЗД і МРТ фіброаденома - утворення
- А) правильної округлої форми, однорідної структури, в капсулі
 - Б) округлої форми, гіпоехогенне, неоднорідної структури
 - В) зірчастої форми, неоднорідної структури, капсула відсутня
17. Рак молочної залози на УЗД і МРТ - утворення
- А) правильної округлої форми, однорідної структури, в капсулі
 - Б) округлої форми, гіпоехогенне, неоднорідної структури
 - В) зірчастої форми, неоднорідної структури, капсула відсутня
18. Наявність чіткої капсули при ультразвуковому дослідженні є ознакою:
- А) доброякісного характеру процесу
 - Б) злякисного характеру процесу
 - В) капсула не має значення
19. Для злякисного утворення в молочній залозі при ультразвуковому дослідженні характерне:
- А) посилене відлуння позаду утворення
 - Б) послаблене відлуння позаду утворення
 - В) акустична тінь позаду утворення
20. Точна діагностика набряково-інфільтративної форми раку молочної залози при УЗД, МРТ і рентгенівській мамографії

А) можлива

Б) неможлива

РОЗДІЛ 2. ПРОМЕНЕВА ДІАГНОСТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ ОРГАНІВ ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ

Методи, які застосовуються для променевого дослідження органів ендокринної системи: ультразвукова діагностика, магнітно-резонансна та комп'ютерна томографія, рентгенологічний та радіонуклідний метод.

2.1. Променеві методи візуалізації ендокринних органів

Основним методом візуалізації щитоподібної залози є ультразвукове дослідження.

2.1.1 Ультразвукова візуалізація і нормальна соноанатомія щитовидної залози.

Щитоподібна залоза - поверхнево розташований орган, візуалізується при дослідженні передньої поверхні ший спереду і з боків трахеї. Щитовидна залоза розташовується у передньому відділі ший, в межах двох медіальних трикутників. Останні обмежені нижнім краєм нижньої щелепи, переднім краєм грудинно-ключично-соскоподібного м'яза та середньою лінією ший. Обидва, праві та ліві медіальні трикутники, таким чином утворюють один передній трикутник ший.

Залоза складається з правої та лівої часток, розташованих похило-подовжньо, і з'єднує їх перешийок.

Щитовидна залоза отримує чітке зображення на сонограмах.

Це дозволяє за допомогою ультразвукового дослідження проводити детальне вивчення особливостей її анатомічної будови, діагностувати вроджені аномалії ЩЗ та ідентифікувати різні структурні зміни органу при захворюваннях ЩЗ.

Щитовидна залоза покрита двома сполучнотканинними капсулами (сумками). Вивчення капсули ЩЗ має велике практичне значення, особливо у хворих на рак ЩЗ.

Своїми сполучнотканинними пучками зовнішня сумка фіксує щитовидну залозу до сусідніх органів - перстневидного хряща, трахеї, до грудинно-під'язикового і грудинно-щитовидного м'язів.

Частина цих пучків, найбільш щільних, утворюють свого роду зв'язки, що йдуть від залози до прилеглих органів.

Найбільш добре виражені три пучки - середня зв'язка щитовидної залози, що фіксує сумку в області перешийка до передньої.

Для розуміння окремих етапів виконання ультразвукового дослідження певної уваги заслуговують просторові співвідношення ЩЗ з м'язами шиї та трахеєю.

Кожна частка щитовидної залози зі своєї передньолатеральної поверхні покрита грудинно-під'язичними та грудинно-щитовидними м'язами, а також верхніми відділами лопатково-під'язикових м'язів.

У місці переходу передньолатеральних поверхонь у заднемедіальні щитовидна залоза прилягає до судинно-нервового пучка шиї, який складається з:

- загальна сонна артерія,
- внутрішня яремна вена,
- блукаючий нерв.

Крім того, біля задньомедіальної поверхні проходить зворотній гортанний нерв.

Нижні відділи обох, правої та лівої, часток досягають п'ятого-шостого кілець трахеї.

Заднемедіальні поверхні залози прилягають до бокових поверхонь верхніх кілець трахеї, глотки та стравоходу.

Змінюючи площину сканування, за допомогою сучасних ультразвукових датчиків вивчають взаєморозташування бічних часток і перешийка ЩЗ з м'язами шиї, з трахеєю та стравоходом, а також – з судинно-нервовим пучком шиї.

На сонограмах отримують чітке зображення латеральний і медіальний краї правої та лівої часток ЩЗ, їх передня та задня поверхні, верхній та нижній полюси кожної з часток ЩЗ.

Ці структури виконують роль орієнтирів під час проведення ультразвукової морфометрії. За допомогою УЗД визначають лінійні розміри ЩЗ та її об'єм.

Добре відомо, що розміри і вага ЩЗ схильні до індивідуальних коливань.

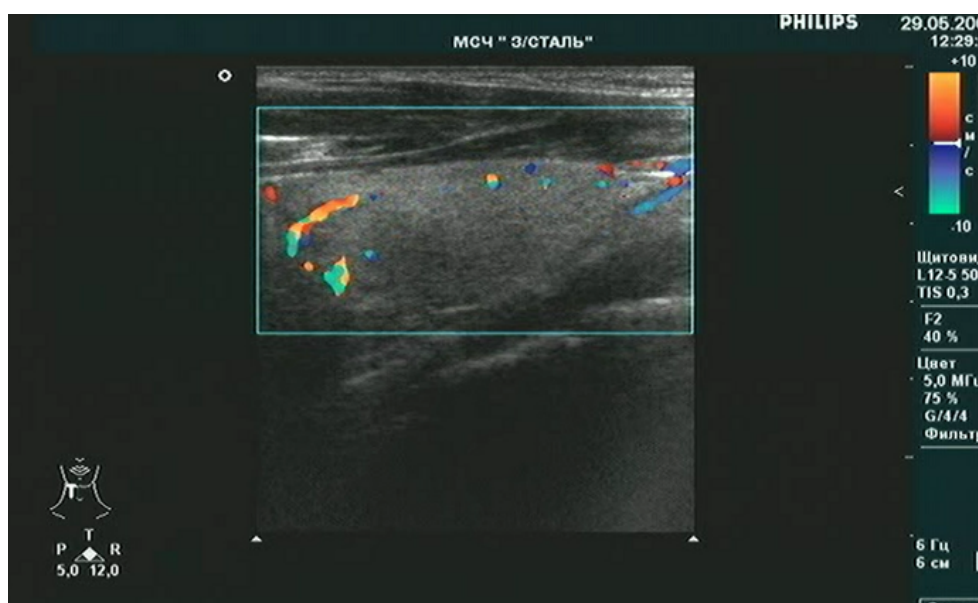
Щитовидна залоза дуже багата на кровоносні та лімфатичні судини. Власні артерії, які кровопостачають паренхіму залози, анастомозують із судинами сусідніх органів.

Верхня щитовидна артерія. Ця парна артерія відходить від зовнішньої сонної артерії і входить у задній відділ верхнього полюса бічної частки залози. Вона забезпечує кров'ю переважно передній відділ органу.

Нижня щитовидна артерія.

Ця парна артерія також відходить від зовнішньої сонної артерії і входить у задню поверхню нижнього полюса залози. Вона забезпечує кров'ю задній відділ органу.

Непарна щитовидна артерія є безпосередньою гілкою дуги аорти. Вона зустрічається у 10% випадків. Ця артерія піднімається догори і входить у нижній край перешийка щитовидної залози.



На сонограмах ідентифікуються позаорганні судини щитовидної залози та, насамперед, загальна сонна артерія та внутрішня яремна вена.

Вони служать орієнтиром при виконанні тонкоіголкової пункційної біопсії під ультразвуковим контролем, а також при ехоскануванні зон можливої локалізації лімфогенних метастазів раку щитовидної залози.

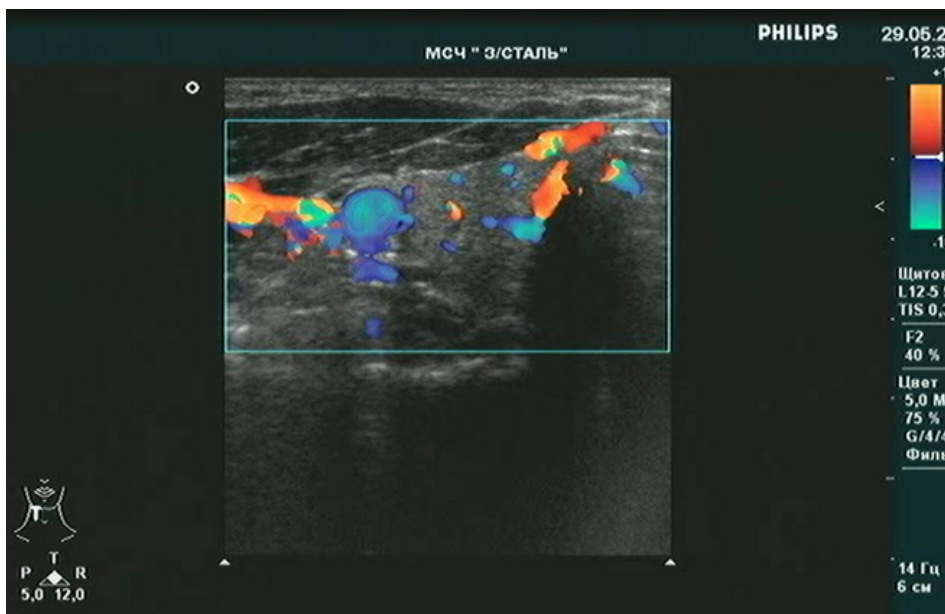


Рис. Сонограма: судини щитовидної залози

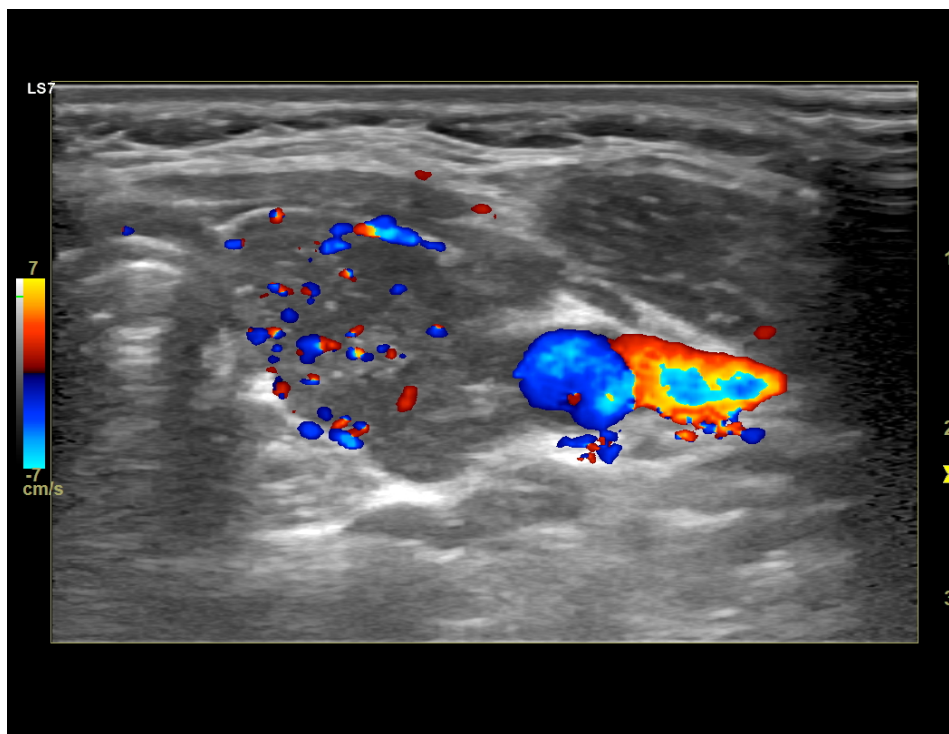


Рис. Сонограма: гіперваскуляризація щитовидної залози

Лімфовідтік від залози направлений за системою поверхневих лімфатичних судин до поверхневих шийних лімфатичних вузлів.

Вони розташовані по ходу судинно-нервового пучка, вздовж грудинно-ключично-соскоподібного м'яза, частина лімфатичних судин, якими відбувається відтік лімфи від ЩЗ, об'єднані в систему з надключичними лімфатичними вузлами і з передтрахеальними лімфатичними вузлами.

Звідси лімфа прямує до наступного бар'єру – глибокі нижні лімфатичні вузли.

При їх метастатичному ураженні та (або) розвитку запальних процесів лімфатичні вузли чітко видно. Можливість ультразвукової візуалізації патологічно змінених лімфатичних вузлів шийї набуває важливого значення при розпізнаванні регіонарних метастазів раку ЩЗ.

Іннервація ЩЗ відбувається за рахунок нервових стовбурів, що походять з симпатичного та блукаючого нервів. Вони досягають залози у складі сплетень, що супроводжують верхню та нижню щитовидні артерії. Нервові стовбури та сплетіння недоступні для ультразвукового дослідження.

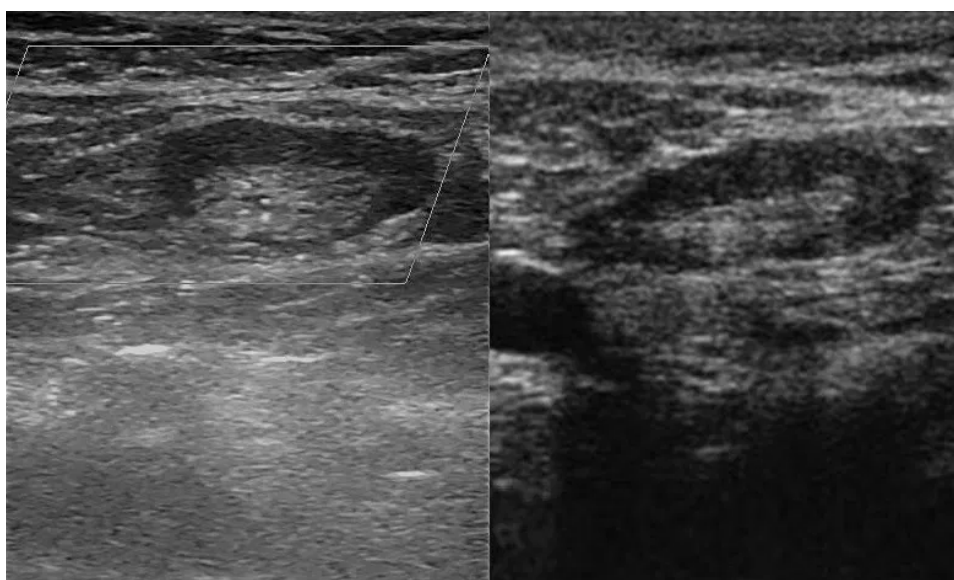


Рис. Сонограма: нормальні шийні лімфатичні вузли

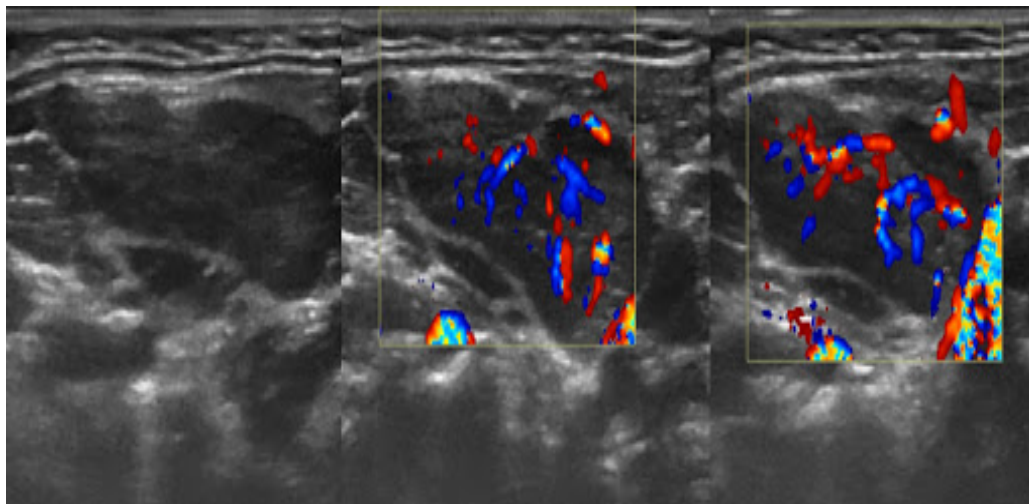


Рис. Сонограма: патологічно змінені шийні лімфатичні вузли

У нормі структура залози представлена однорідною тканиною середньої ехогенності, контури рівні, чіткі, тонка гіперехогенна капсула (рис.). Основною структурно-функціональною одиницею ЩЗ є фолікул. Він складається із шару епітеліальних клітин (тиреоцитів), оточених базальною мембраною. Тиреоцити вистилають стінку фолікула, в порожнині якого міститься колоїд.

Кожен фолікул оточений великою кількістю дрібних кровоносних судин (капілярів), у просвіт яких секретуються гормони щитовидної залози – тироксин та трийодтиронін. Вміст фолікула (колоїд) є також продуктом секреції тиреоцитів. Фолікулярні клітини ЩЗ, таким чином, мають подвійну функцію. Вони є типовими інкреторними клітинами, що синтезують гормони (тироксин і трийодтиронін) і виділяють їх у кров.

Одночасно тиреоцити характеризуються ознаками залозистих екскреторних клітин, що виділяють інший продукт їхнього синтезу – тиреоглобулін – у просвіт фолікула. Подвійність функції тиреоцитів отражається на особливостях їхнього розташування в тканині щитовидної залози: базальна поверхня цих клітин знаходиться в тісному контакті з кровоносними капілярами, а апікальна частина - з просвітом фолікула.

У результаті сонограмах щитовидна залоза ідентифікується як дрібногранулярна структура середньої акустичної щільності.

У проекції тканини залози візуалізуються судини, які представлені тонкими гіпоехогенним трубчастими структурами в проекції верхніх та нижніх полюсів часток.

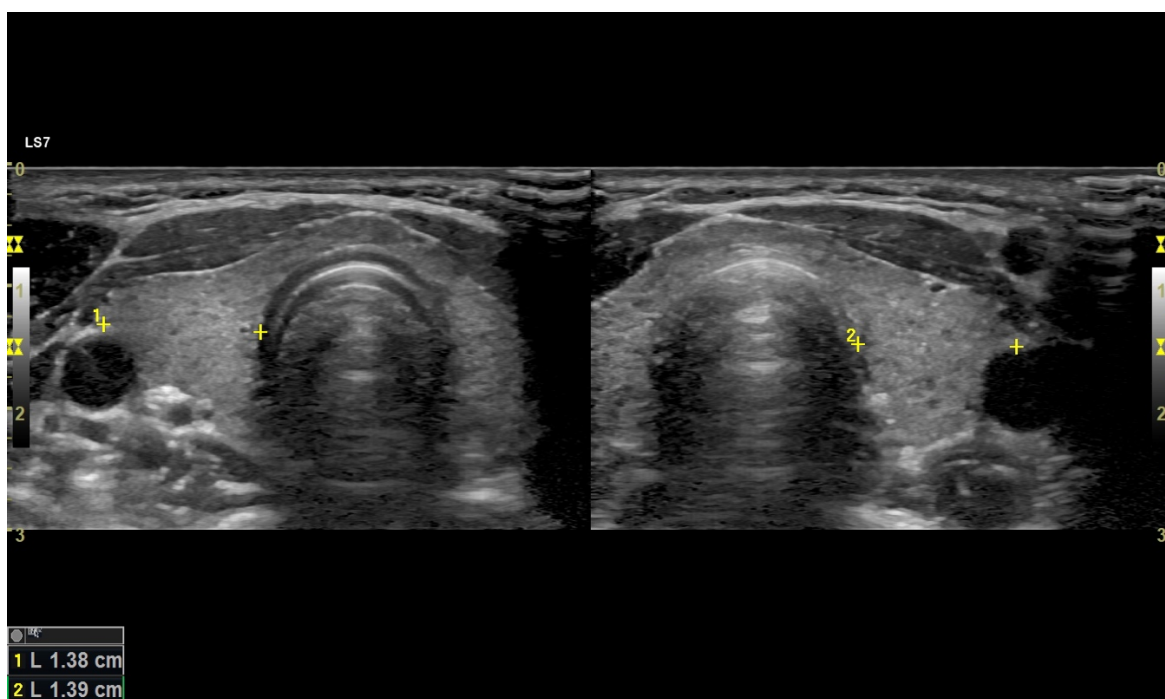
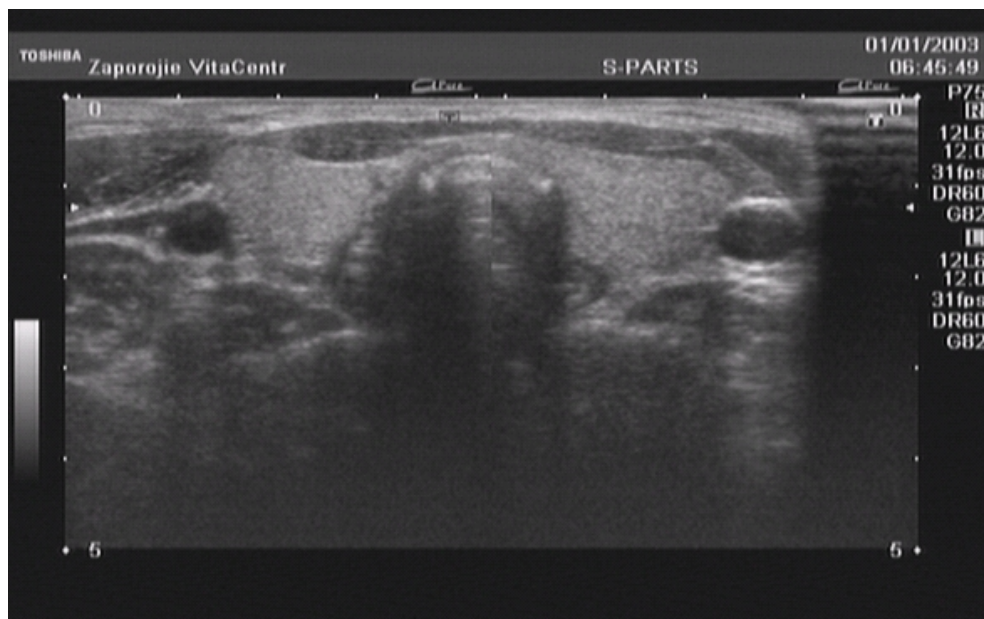


Рис. Сонограма: дві частки та перешийок щитоподібної залози у поперечному перетині

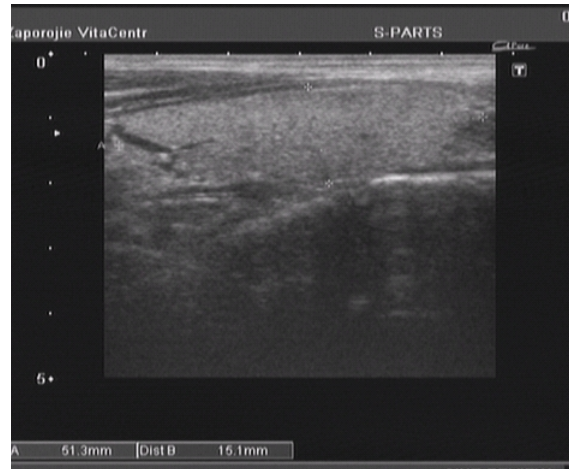
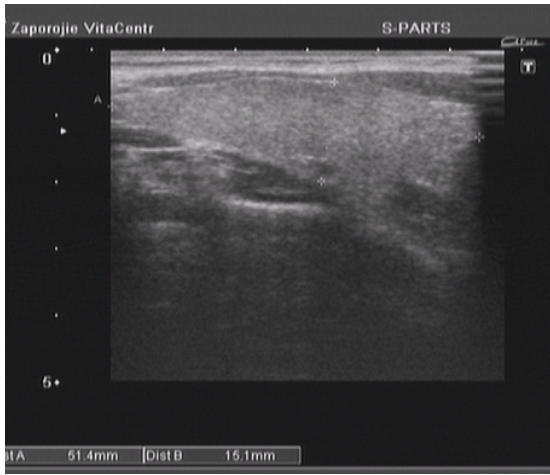


Рис. Сонограма: права частка Рис. Сонограма: ліва частка
щитоподібної залози у подовжньому перетині

Техніка виміру розмірів щитовидної залози.

Положення датчика на шиї обстежуваного має супроводжуватися мінімальним тиском на шкіру (уникати розплющування часток, що спотворює результат у бік можливого збільшення – особливо у дітей).

Вимірювати лінійні розміри слід тільки на таких поперечних та поздовжніх зрізах часток, які відображають максимальну їх величину (випадковий чи інший вільний вибір зрізів призведе до помилкового заниження фактичної величини).

Вибираючи поперечний зріз, слід орієнтуватися на справжню (анатомічну) поперечну площину зрізу (горизонтально - не під кутом), тоді як поздовжній розмір (довжина або висота часток) насправді визначається по осі, що відхиляється від вертикальної.

Оптимальним є таке косовертикальне положення датчика, коли він орієнтований паралельно зовнішньому краю кивального (грудиноключично-соскоподібного) м'яза.

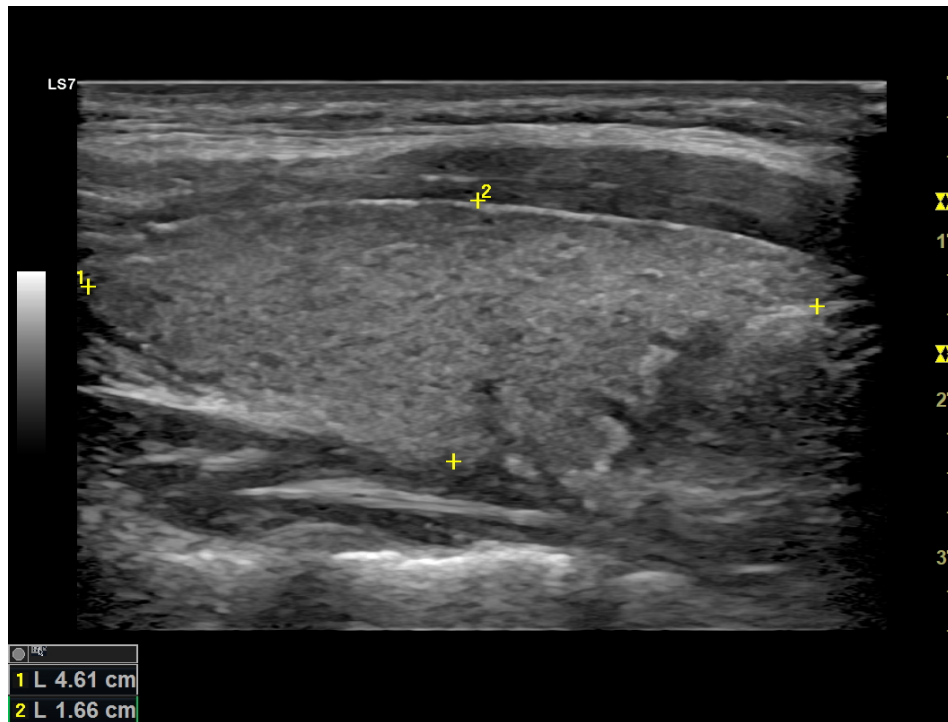


Рис. Сонограма: вимірювання розмірів правої частки щитовидної залози

При вимірі розмірів щитовидної залози вкрай важливо пам'ятати, що просторову величину органу характеризує **тільки сумарний об'єм** залозистої тканини, а лінійні параметри, що визначаються окремо - товщина, ширина і довжина часток ніякого смислового навантаження не несуть !



Рис. Сонограма: вимірювання розмірів лівої частки щитовидної залози

Оцінка симетричності величини часток позбавлена клінічного сенсу і не потрібна, тому що в нормі щонайменше три чверті здорових людей мають фізіологічну асиметрію розмірів усіх парних органів!

Для того і вимірюється не менше трьох лінійних розмірів кожної частки (в см), щоб на їх підставі за формулою J. Brunn (1981 р.) розрахувати величину тиреоїдного об'єму (мл або см³), рівну сумі помножень трьох розмірів праворуч і ліворуч, помноженої на коефіцієнт поправки 0,479.

Інші способи, формули або виправлення на інші індекси є застарілими і не відповідають стандарту ВООЗ.

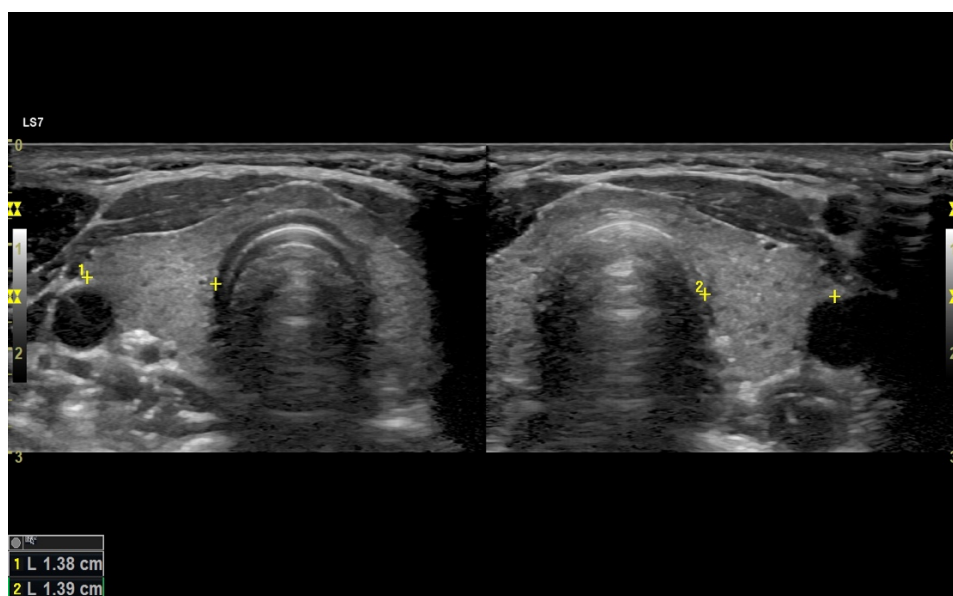


Рис. Сонограма: вимірювання поперечних розмірів щитовидної залози

Прийнятною для клінічної практики та адекватною для ендокринологів уніфікованою класифікацією ступенів збільшення тиреоїдного об'єму (на відміну від пальпаторно-візуальної шкали ВООЗ, 1994 р.) у світі немає.

Для клініциста важливим є питання - відрізняється тиреоїдний об'єм у обстежуваного пацієнта від нормального стандарту ?

Ступінь відхилення від верхньої межі норми (при збільшенні щитовидної залози) або від нижнього ліміту (при зменшенні щитовидної залози) за бажанням може бути виражена лише у відсотках.

Остання інформація (+% або -%) має другорядне значення і необхідна лікарю лише для динамічного порівняння змін абсолютного об'єму на фоні лікування, оцінюючи його ефективність для корекції дози лікарських препаратів.

Ехоструктура тиреоїдної тканини

Щитовидна залоза в нормі має однорідну дрібнозернисту ехоструктуру і середню ехогенність.

Нормальною (однорідною) слід визнавати тільки таку дрібнозернисту структуру залозистої тканини, точкова гіпоехогенна зернистість якої не перевищує в діаметрі 1 мм.

При візуалізації на такому фоні ділянок, що відрізняються за ехогенністю, констатується неоднорідний (гетерогенний) характер ехографічної структури, який залежно від поширеності цих змін може відповідати дифузній (невузловій) або вогнищевій (вузловій) патології щитовидної залози.

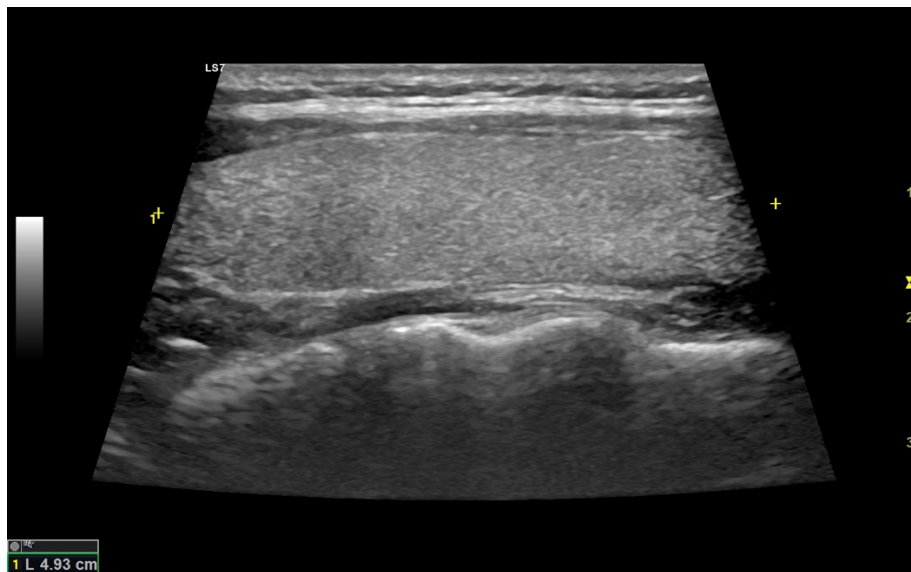


Рис. Сонограма: нормальна ехоструктура щитовидної залози

2.1.2 Променеві методи візуалізації і нормальна променева анатомія наднирників.

Первинним діагностичним методом захворювань наднирників є ультразвукова візуалізація. Правий наднирник візуалізується між верхнім

полюсом нирки та нижньою порожнистою веною, лівий - між верхнім полюсом нирки й аортою. Нормальні наднирники трикутної або півмісяцевої форми, середньої ехогенності, помірно неоднорідної структури, з чіткими рівними контурами. У більшості випадків у дорослих пацієнтів наднирники в нормі можуть не візуалізуватися. Наднирники на УЗД легше візуалізувати при їх збільшенні (рис.).



Рис. Сонограма: збільшений правий наднирник однорідної структури

Переважними методами візуалізації наднирників є КТ і МРТ.

КТ і МРТ-анатомія наднирників. На серії комп'ютерних томограм отримують зображення наднирників в аксіальній площині сканування. Правий наднирник локалізується спереду від верхнього полюса правої нирки, ззаду від нижньої порожнистої вени, відмежований від вісцеральної поверхні правої частки печінки ретроперітонеальною жирОВОЮ клітковиною, медіальна поверхня паралельна правій ніжці діафрагми. Лівий наднирник розташований спереду від зовнішнього краю тіла хребця і верхнього полюса лівої нирки, медіальні відділи залози визначаються назовні та не паралельні лівій ніжці діафрагми, нижні відділи не доходять до судинної ніжки нирки. У наднирниках виділяють тіло, латеральну та медіальну ніжки. Форма залоз варіабельна:

лінійна, трикутна, серповидна і залежить від рівня сканування (мал.). Контури нормальної залози чіткі, рівні. Щільність наднирників складає 15-30 од.Н.

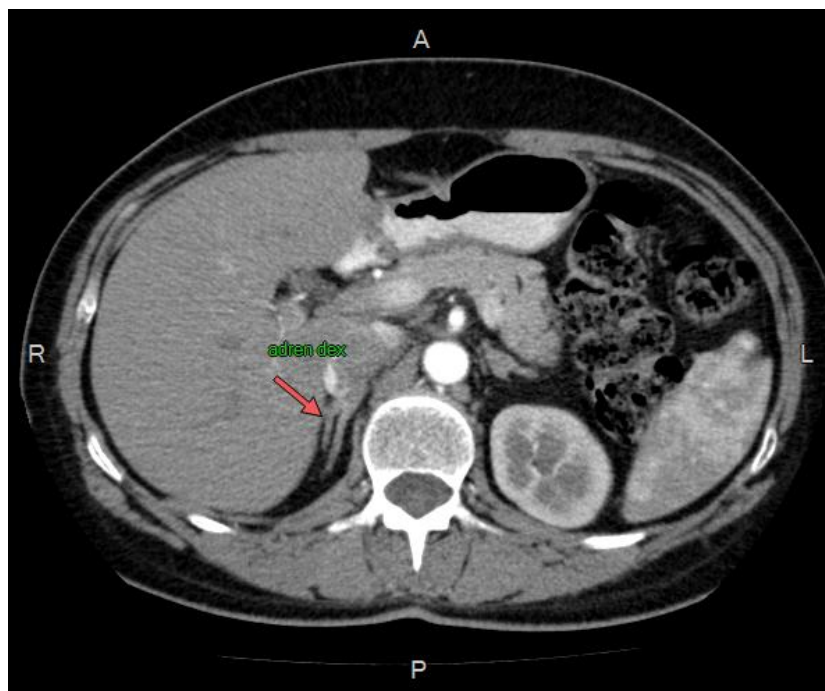


Рис. Комп'ютерна томограма: правий наднирник в нормі

Локалізація, розміри та форма наднирників в МРТ-зображенні не відрізняються від зазначених параметрів при КТ. Дослідження в коронарній площині дозволяє більш чітко оцінити місцезоташування залози, її висоту.

Нормальні наднирники на T1- і T2- ВІ представляють собою однорідні, гіпоінтенсивні структури, які добре диференціюються на тлі навколишньої жирової клітковини.

КТ і МРТ- анатомія гіпофіза. Гіпофіз розташовується на нижній поверхні головного мозку в гіпофізарній ямці турецького сідла клиноподібної кістки черепа. Променивими методами візуалізації самого гіпофіза є МРТ і КТ, а непрямі ознаки змін гіпофіза визначаються за допомогою рентгенографії кісток, що утворюють турецьке сідло (рис.).

Нормальний гіпофіз має висоту 3-7 мм. Його верхній край плоский або увігнутий. Ніжка гіпофіза розташовується по середній лінії, її діаметр у аксіальній проекції становить 4 мм. При внутрішньовенному введенні

контрастної речовини нормальний гіпофіз виглядає гомогенним утворенням. Над гіпофізом - перехрест зорових нервів і лікворний простір, з боків - внутрішні сонні артерії.

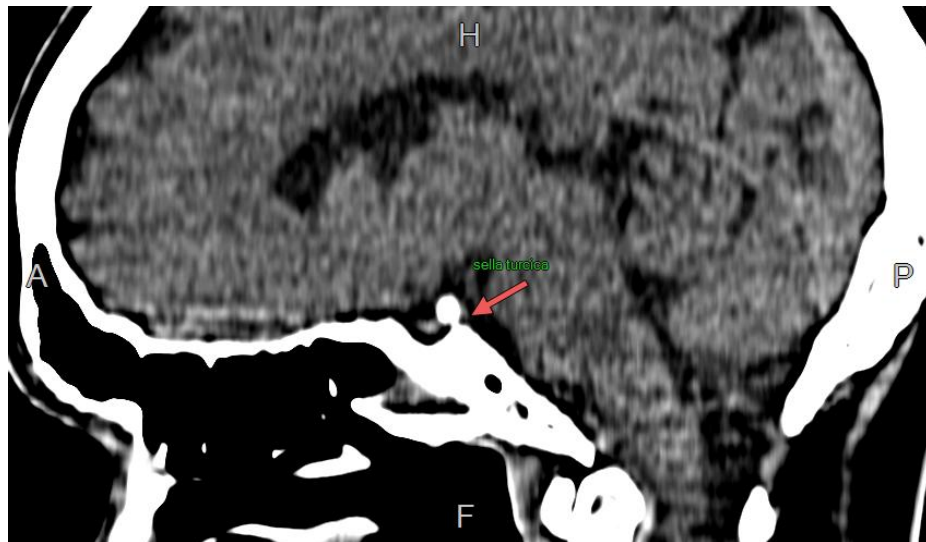


Рис. Комп'ютерна томограма: турецьке сідло

УЗД, КТ і МРТ описують форму та точне розташування збільшених залоз, наявність в них структурних змін, пухлин, але неінформативні щодо функціональної активності залоз!

2.1.3 Радіонуклідний метод дослідження органів ендокринної системи

Радіонуклідна (радіоізотопна) діагностика - розділ медичної радіології, що включає методи медичної візуалізації, в основі яких лежить застосування радіоактивних речовин для отримання діагностичної інформації.

Історія виникнення радіонуклідної діагностики. В основі радіонуклідного методу діагностики лежить явище природної радіоактивності, відкрите в кінці XIX століття французьким фізиком Анрі Беккерелем. А.Беккерель експериментував з речовинами, що мають здатність до флуоресценції під впливом світла видимого спектру. Він припускав отримати засвічування фотоплівки, загорнутої в чорний папір при впливі на неї променями, що випускаються флуоресцируючими мінералами. Одним з таких мінералів була руда, що містить солі урану. Однак вчений виявив, що

фотоплівка засвічувалася при впливі на неї сполук урану не тільки в моменти, коли вони випускали видиме світло, але і в повній темряві, коли світіння уранових солей не спостерігалось. Таким чином, А. Беккерель встановив, що уран здатний випускати невидимі промені, які викликають засвічування рентгенівської пластини, тобто за властивостями нагадують ті, що були відкриті В. Рентгеном. 24 лютого 1896 р. А. Беккерель доповів про своє відкриття на засіданні Паризької Академії наук. Подружжя П'єр Кюрі та Марія Склодовська-Кюрі, переробивши близько 8 тон смоляної уранової руди, виділили нові хімічні елементи, здатні виділяти такі ж промені: полоній, названий на честь батьківщини Марії – Польщі, та радій - «променистий». Від «радію» і виник термін «радіоактивність». За пропозицією М. Кюрі, явище назвали природною радіоактивністю. У наступні 20 років були відкриті всі інші природні радіоактивні елементи.

У 1903 р. шведська королівська академія наук присудила подружжю Кюрі спільно з Анрі Беккерелем Нобелівську премію з фізики «на знак визнання... їх спільних досліджень явищ радіації, відкритих професором Анрі Беккерелем».

Видатний фізик Е. Резерфорд виявив дві складові випромінювання урану: менш проникаючу, названу альфа-випромінюванням, і більш проникаючу, названу бета-випромінюванням. Третя складова уранової радіації, найбільш проникаюча з усіх, була відкрита пізніше, у 1900р., П. Віллардом і названа за аналогією з резерфордським рядом гамма-випромінюванням.

На підставі експериментальних даних Е. Резерфорд і Ф. Содді в 1903 р. прийшли до припущення про радіоактивний розпад атомів - процес, при якому відбувається перетворення одних хімічних елементів в інші з випусканням радіоактивних випромінювань. У 1911р. Е. Резерфорд створив планетарну модель будови атома з центрально розташованим ядром й електронами, що обертаються по периферії, а в 1913 р. її уточнив датський фізик Н. Бор. На підставі розробленої ними моделі в 1919 р. вперше була здійснена штучна

ядерна реакція, в ході якої з ядра атома азоту при бомбардуванні його альфа-частинками було отримано ядро атома кисню.

У 30-х роках ХХ століття Ірен Кюрі (донька Марії та П'єра Кюрі) та її чоловік Фредерік Жоліо продовжили роботу з ядерними реакціями і виявили, що після припинення обстрілу елементарними частинками ядер деяких хімічних речовин вони стають самостійними джерелами радіоактивних випромінювань. У 1934 р. подружжя Жоліо-Кюрі вперше отримали в лабораторії штучні радіоактивні ізотопи, які з тих пір стали використовувати в променевої діагностиці та променевої терапії разом з рентгенівськими променями. У 1935 р. Ірен і Фредеріку Жоліо-Кюрі була присуджена Нобелівська премія з хімії «за виконаний синтез нових радіоактивних елементів».

Фізичні основи радіонуклідної діагностики. Радіоактивність - це мимовільне перетворення ядер атомів нестабільних хімічних елементів в інші, внаслідок якого виділяються певні види іонізуючого випромінювання (корпускулярне або електромагнітне) й енергія. Хімічні елементи, що мають атомні ядра, які схильні до мимовільного радіоактивного розпаду, називають радіонуклідами. Всі радіоактивні випромінювання – іонізуючі, вони здатні іонізувати атоми і розкладати нейтральні молекули, в тому числі і біологічних об'єктів.

Види випромінювань

корпускулярні:	хвильовий:
АЛЬФА БЕТА	ГАММА

Альфа-випромінювання - потік позитивно заряджених частинок - ядер гелію, що містять два протони та два нейтрони. Має найбільшу іонізуючу і малу проникаючу здатністю. Для захисту від зовнішнього впливу досить захиститися будь-яким тонким шаром (наприклад, листком щільного паперу). Крім того, від зовнішнього альфа-випромінювання людину захищає природний непроникний бар'єр - роговий шар шкіри, що складається з відмерлих клітин епідермісу.

Бета-випромінювання - потік негативно заряджених частинок - електронів або позитивно заряджених - позитронів. Має більшу проникаючу здатність у порівнянні з альфа-променями: пробіг у повітрі складає метри, в біологічній тканині - сантиметри, тому і для захисту від них потрібні більш щільні і товсті екрани (кілька міліметрів алюмінію або кілька метрів повітря).

Гамма-випромінювання - жорсткі електромагнітні коливання, які утворюються при розпаді ядер багатьох радіоактивних елементів. Має меншу енергію і найбільшу проникаючу здатність, тому в сучасній радіонуклідній діагностиці застосовуються препарати, що випромінюють гамма-кванти. Довжина пробігу в повітрі досягає сотень метрів, тому для екранування від них необхідні спеціальні пристрої з матеріалів, здатних добре затримувати ці промені (свинець, бетон, вода). Іонізуючий ефект дії гамма-випромінювання обумовлений в основному як безпосереднім витрачанням власної енергії, так і іонізуючою дією електронів, що вибиваються з опроміненої речовини.

Основні принципи отримання діагностичної інформації. Радіофармацевтичний препарат (РФП) - це дозволено для введення в організм людини з діагностичною або лікувальною метою хімічна сполука, що складається з фармакологічного препарату, що відображає метаболізм досліджуваного органу та радіоактивного нукліда, який дозволяє простежити розподіл фармпрепарату в досліджуваному органі.

Вимоги, що висуваються до діагностичних РФП:

- 1) відсутність хімічної біотоксичності та радіотоксичності;
- 2) короткий період напіврозпаду;
- 3) виділення гамма-випромінювання (у зв'язку з найбільшою проникаючою здатністю та найменшим біоефектом);
- 4) наявність біологічних властивостей, що визначають участь у метаболізмі досліджуваного органу або системи;
- 5) фармакодинаміка РФП, при якій він швидко виводиться з організму.

РФП поділяються на:

Специфічні - з певною вибірковістю накопичення.

Безселективні - без певної вибірковості накопичення.

Органотропні – що вибірково накопичуються в певному органі.

Туморотропні – що вибірково накопичуються в пухлині (переважно в злоякісній).

За здатністю проникати або не проникати крізь гематотканинні й мембранні бар'єри:

- дифундуючі
- недифундуючі

В залежності від характеру накопичення в патологічних осередках радіофармапрепарати поділяються на:

- РФП для позитивної візуалізації патологічних процесів: відбувається патологічна поява або підвищення інтенсивності гамма-випромінювання понад органами, в яких у нормі ці РФП не акумулюються (наприклад, фосфатні комплекси, мічені технецієм (^{99m}Tc), депонуються в зоні інфаркту міокарда або мічені аутологічні лейкоцити у вогнищі запалення).

- РФП для негативної візуалізації патологічних процесів: ці РФП в нормі активно накопичуються в досліджуваному органі, тому відсутність або зниження їх акумуляції в цьому органі розцінюється як патологія (наприклад, при порушенні коронарного кровотоку на сцинтиграмах міокарда утворюється ділянка відсутності акумуляції ^{201}Tl -хлориду, який в нормі активно акумулюється в міокарді завдяки інтенсивній гемоперфузії).

Етапи дослідження:

1. Парентеральне введення РФП.
2. Поступаючи в організм людини, РФП включається в фізіологічні або патофізіологічні процеси, що, в свою чергу, визначається локальним кровотоком й активністю метаболічних процесів.
3. Вибіркове поглинання РФП органами, в метаболізмі яких бере участь даний РФП.
4. При цьому досліджуваний орган обов'язково повинен бути хоча б у мінімальному ступені функціонально активним. Нефункціонуючий орган не

накопичує РФП! Поглинання РФП дає можливість отримувати діагностичну інформацію про морфологічний та функціональний стан досліджуваного органу або біологічної системи.

5. Реєстрація гамма-випромінювання в органі з вибіркоvim накопиченням РФП.

Гамма-кванти, що випускаються радіоактивними нуклідами, в тілі пацієнта поширюються прямолінійно у всіх напрямках, передають енергію, в результаті чого виникає світіння - **сцинтиляція**. Гамма-кванти уловлюються спеціальними детекторами, розташованими поблизу тіла пацієнта. Реєстрація патологічних процесів ґрунтується на вимірюванні рівня радіоактивності над досліджуваним органом щодо навколишніх тканин.

Сцинтиграфічне зображення може бути представлено як в чорно-білому, так і в кольоровому режимах. При оцінці отриманих сцинтиграфічних зображень застосовуються терміни, що характеризують ступінь накопичення індикатора.

- «гаряче» вогнище - зона підвищеної акумуляції РФП, гіперфіксації РФП в досліджуваній ділянці (наприклад, підвищене включення остеотропної РФП у новоутворенні кістки);
- «холодне» вогнище - зона зниженої акумуляції, гіпофіксації РФП у досліджуваній ділянці (наприклад, зона відсутності накопичення РФП в ділянці кістки щитоподібної залози).

Види радіонуклідних досліджень:

Динамічні:

з метою вивчення динаміки розподілу РФП в органі.

Статичні:

для оцінки просторового розподілу РФП в тілі або органі хворого.

Статичні дослідження: розраховується ступінь накопичення РФП в тканинах, порівнюються показники ступеня накопичення в різних ділянках органів, оцінюється рівномірність накопичення всередині органу.

Динамічні дослідження: досліджується зміна рівня радіоактивності над досліджуваним органом з наступною побудовою кривих розподілу РФП в залежності від часу (від моменту внутрішньовенної ін'єкції РФП протягом певного часу). Використовуються при дослідженні функції органів: нирок, печінки, жовчовивідних шляхів, щитовидної залози.

Методи радіонуклідної індикації:

Радіометрія

Радіографія

Сцинтиграфія

Радіометрія - один з перших способів радіонуклідної діагностики (відповідно найбільш недосконалий і в даний час не застосовується без доповнення його іншими радіонуклідними методами), що дозволяє отримати інформацію про розподіл РФП в досліджуваному органі у вигляді рядів цифрових значень, розташованих на площині.

Радіографія - спосіб радіонуклідної діагностики, який ґрунтується на графічній реєстрації рівня радіоактивності над досліджуваним біологічним об'єктом у залежності від часу (крива ренограми, що отримується в процесі динамічної нефросцинтиграфії).

Сцинтиграфія - спосіб радіонуклідної діагностики, що забезпечує отримання зображення органів і тканин за допомогою реєстрації випромінювання на гамма-камері, що випускається інкорпорованим радіонуклідом. Дає інформацію про топографо-анатомічні характеристики і характер розподілу в досліджуваному біологічному об'єкті РФП.

Планарна сцинтиграфія - зображення органів і тканин отримують в певній площині. Головний недолік планарної сцинтиграфії - сумацийний ефект.

Однофотонна емісійна комп'ютерна томографія (ОЕКТ). Ця методика дозволяє отримувати зображення аксіальних зрізів досліджуваного органу завдяки обертанню детектора гамма-камери навколо досліджуваного об'єкта. Таким чином усувається сумацийний ефект. При необхідності аксіальні зрізи реконструюються в зображення в інших площинах. Ще однією перевагою

ОЕКТ, в порівнянні з планарною сцинтиграфією, є велика роздільна здатність, тобто, є можливість більш детального вивчення особливостей досліджуваного органу.

Позитронно-емісійна томографія (ПЕТ) - методика, що передбачає введення в організм людини РФП, які випускають випромінювання, або позитрони. Кожен РФП-позитрон, що випускається, в організмі людини починає взаємодіяти з найближчим електроном. Позитрони та електрони мають однакову масу, але протилежні електричні заряди, тому виникає їх взаємознищення - анігіляція. При анігіляції відбувається виділення анігіляційних гамма-квантів, що розповсюджуються в протилежних напрямках і уловлюються спеціальними детекторами.

ПЕТ дозволяє проводити точну кількісну оцінку концентрації радіонуклідів у досліджуваному органі і може використовуватися для тонкого вивчення метаболічних процесів, що протікають в ньому. Наприклад, ПЕТ актуальна в діагностиці злоякісних пухлин: в пухлинних клітинах з високим рівнем вуглеводного обміну, які активно метаболізуються, дуже інтенсивно акумулюється ^{18}F -дезоксиглюкоза (метаболічний аналог звичайної глюкози). Активно застосовується ПЕТ і в кардіології: ^{18}F -дезоксиглюкоза добре включається у вуглеводний обмін міокарда та дозволяє визначити ступінь його життєздатності.

В даний час основними напрямками застосування радіонуклідного дослідження є:

1. Діагностика злоякісних пухлин і пошук метастазів (особливо, дрібних, на початкових стадіях їх розвитку).
2. Дослідження функціонального стану різних органів.
3. Пошук вогнищ інфекції при лихоманці невизнаного генезу (перевага - можливість дослідження всього тіла).
4. Діагностика порушень регіонарного кровотоку: виявлення прихованої ішемії, оцінка площі ураження міокарда, оцінка життєздатності міокарда,

діагностика початкових стадій інсульту (перші години), транзиторних ішемічних атак.

Переваги радіонуклідної діагностики. В основі рентгенологічного методу, КТ, УЗД, МРТ лежить візуалізація морфологічних характеристик досліджуваного органу або системи.

Головна перевага радіонуклідних методів у порівнянні з іншими засобами променевої діагностики - можливість отримувати діагностичну інформацію про функціональний стан досліджуваного органу чи біологічної системи. Ще одна важлива перевага - можливість одномоментного дослідження всього тіла (наприклад, візуалізація всіх метастазів певної пухлини в усіх органах та системах).

У дослідженні статевих органів радіонуклідні методи мають допоміжне значення. Основні напрямки застосування радіонуклідного методу при дослідженні статевих органів:

- Позитронно-емісійна томографія з ^{11}C -ацетатом натрію застосовується в діагностиці раку передміхурової залози. Цей специфічний метаболіт вибірково накопичується в самій пухлині та її метастазах.
- Сцинтиграфія скелета з $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пірофосфатом натрію і ПЕТ тіла з ^{18}F -дезоксиглюкозою виконується для пошуку віддалених метастазів пухлин статевих органів та молочних залоз.
- Перфузійна сцинтиграфія з $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пертехнетатом натрію використовується для пошуку, яєчка, яке не опустилося.

Радіонуклідне дослідження щитоподібної залози і наднирників.

Радіонуклідна діагностика захворювань щитоподібної залози ґрунтується на фізіологічній здатності вибіркового поглинання ізотопів ^{131}I , ^{132}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ щитоподібною залозою (рис.).

Морфологічні ізотопні методи дослідження щитоподібної залози призначені для виявлення та уточнення характеру ураження щитоподібної залози, виявлення атипічно розташованої й аберантної тиреоїдної тканини

(загрудинної, лінгвального зуба, додаткової частки), вибору обсягу оперативного втручання.



Рис. Сцинтиграма щитоподібної залози

Функціональні ізотопні методи дослідження щитоподібної залози зводяться до оцінки інтратиреоїдного та транспортно-органічного етапів йодного обміну. Перший ґрунтується на реєстрації через певні проміжки часу накопичення в щитоподібній залозі ^{131}I . Оцінка транспортно-органічного етапу йодного обміну полягає в радіоімунологічному визначенні рівнів тиреоїдних гормонів (загального та вільного тироксину, трийодтироніну, тироксинзв'язуючого глобуліну, тиреотропного гормону гіпофіза) в периферичній крові пацієнтів на основі конкуренції між субстратом крові та її поміченим аналогом із застосуванням спеціальних наборів реагентів.

Необхідна підготовка до дослідження, яка полягає у скасуванні протягом 2-4 місяців лікарських препаратів, що містять йод і бром, за 1-2 тижні до дослідження припиняється прийом антитиреоїдних, гормональних препаратів, транквілізаторів, антибіотиків, саліцилатів.

Сцинтиграфічна картина щитоподібної залози в нормі. Зображення нормальної щитоподібної залози включає дві частки з перешийком, розташованих по середній лінії шиї вище яремної вирізки рукоятки груднини. За формою незмінена щитоподібна залоза нагадує метелика або підкову, контури

органу чіткі і рівні (мал.). Розміри, накопичення РФП та інтенсивність зображення правої частки більше. Контраст щитоподібної залози визначається накопиченням РФП в ній. Центральна частина кожної частки більш контрастна, ніж периферична. Розподіл РФП в тканині нормальної щитоподібної залози рівномірний.

Радіонуклідне дослідження наднирників. В якості РФП для відображення коркової речовини наднирників використовують мічені попередники стероїдних гормонів - ^{131}I -холестерол, який вводять внутрішньовенно. Протягом 3-5 днів до дослідження хворий повинен приймати всередину розчин Люголя, щоб викликати блокаду щитоподібної залози. Спочатку РФП активно включається в тканину печінки та виводиться в складі жовчі та кишкового вмісту. Через тиждень після ін'єкції РФП, коли печінка та кишечник звільняються від індикатора, виділяється зображення обох наднирників у вигляді двох невеликих утворень правильної трикутної або округлої форми, однакових розмірів, розташованих симетрично (лівий зазвичай трохи вище правого). Далі дослідження доповнюється візуалізацією нирок для уточнення положення надниркових залоз. Для цього внутрішньовенно вводять ^{131}I -гіппуран і виконують сцинтиграфію нирок. Отриману радіонуклідну інформацію піддають обробці: виробляють процедуру вирахування органного фону для правого і лівого наднирників, окреслюють контури нирок і суміщають зображення наднирників та контурів нирок.

Використовуючи методику забору крові з нижньої порожнистої вени та її приток, за допомогою радіоконкурентного мікроаналізу визначають концентрацію гормонів гіпофізу (кортикотропіну або АКТГ) і надниркових залоз (альдостерону, кортикостерону, кортизолу).

2.2. Променеве дослідження в діагностиці синдрому Іценко-Кушинга

Синдром Іценко-Кушинга – це термін, який використовується для опису комплексу симптомів, що супроводжує збільшення концентрації в організмі глюкокортикоїдних гормонів.

Причинами синдрому Іценко - Кушинга є:

- Пухлини гіпофіза (аденоми): відбувається збільшення секреції гіпофізом адрено-кортико-тропного гормону (АКТГ), який стимулює роботу кори надниркових залоз, що веде до підвищеної концентрації їх в тканинах організму.

- Пухлини наднирника (глюкостероми, глюкоандростероми): приводять до збільшення вироблення глюкокортикоїдів.

- Пухлини легень, бронхів, середостіння, підшлункової залози, яєчників, секретуючі АКТГ.

Діагностика: лабораторне визначення вмісту кортизолу, 17-оксикортикостероїдів у крові і 17-кетостероїдів в сечі, визначення концентрації в плазмі крові АКТГ.

Променева діагностика

Визначається джерело підвищеної секреції гормонів - гіпофіз або наднирники.

Рентгенографія черепа: при аденомі гіпофіза зміни в кістках, що утворюють турецьке сідло: збільшення сідла, розширення входу в нього, поглиблення його дна, випрямлення та подовження спинки, витончення стінок. Передні клиновидні відростки малих крил клиноподібної кістки припіднімаються.

КТ, МРТ: при аденомі гіпофіза - візуалізація збільшеного гіпофіза, неоднорідної структури з округлим вогнищем підвищеної або зниженої щільності та збільшення обох надниркових залоз. При пухлині надниркової залози визначення об'ємного утворення в збільшеній наднирковій залозі.

Сцинтиграфія: зона фіксації РФП в пухлині надниркової залози.

2.3. Променева діагностика захворювань надниркових залоз

Хвороба Конна

Хвороба Конна - захворювання, обумовлене посиленою продукцією гормону альдостерону корою надниркових залоз. Причиною посиленої

продукції альдостерону в надниркових залозах найчастіше буває гормонально активна пухлина кори надниркових залоз - альдостерома.

Діагностика ґрунтується на лабораторному методі дослідження.

УЗД, КТ, МРТ, радіонуклідне сканування: визначення пухлинного генезу захворювання, локалізації, розмірів і структури пухлини (рис.).

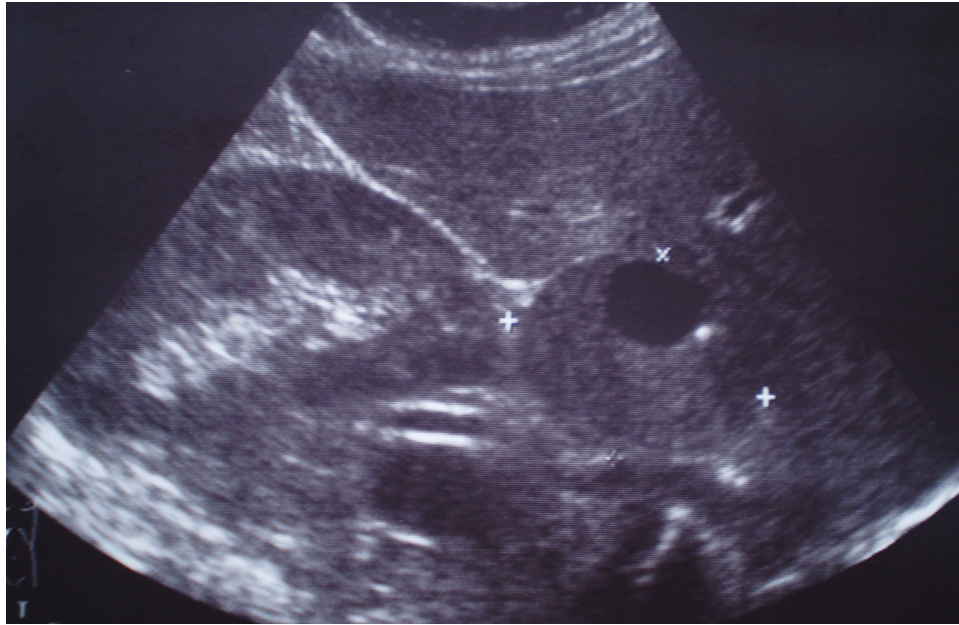


Рис. Сонограма: пухлина правого наднирника

Феохромоцитома

Феохромоцитома - доброякісна чи злоякісна пухлина, що складається з хромафінних клітин мозкового шару надниркових залоз, які синтезують катехоламіни.

Діагностика

Лабораторне дослідження: в сечі підвищений вміст катехоламінів та їх метаболітів.

КТ, МРТ: візуалізація пухлини надниркової залози у вигляді об'ємного утворення, частіше зниженої щільності в збільшеній наднирковій залозі (рис.).

Радіонуклідне дослідження: визначення пухлин, розташованих за межами надниркових залоз.

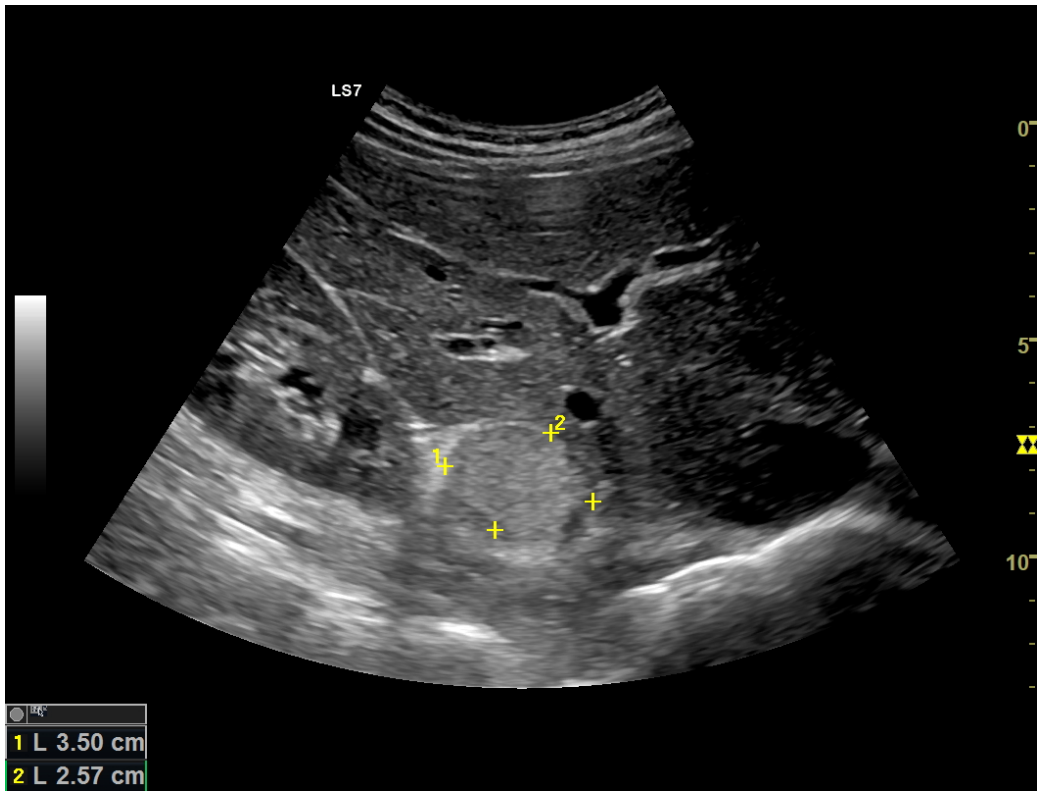


Рис. Сонограма: феохромоцитома правого наднирника

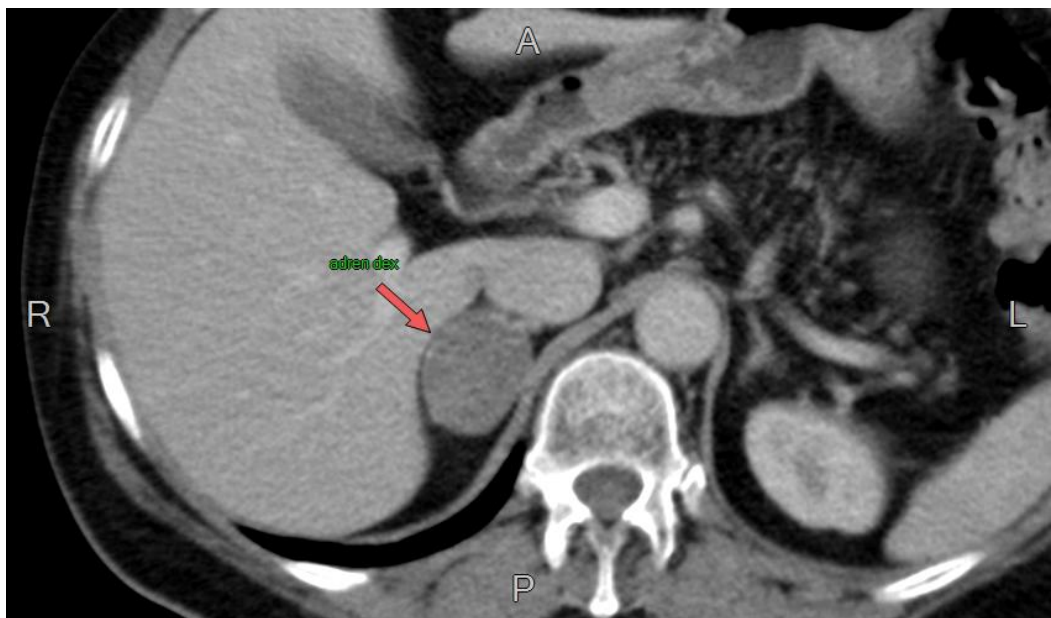


Рис. Комп'ютерна томограма: пухлина правого наднирника



Рис. Комп'ютерна томограма: пухлина правого наднирника (сагітальна реконструкція)

2.4. Променева діагностика захворювань щитоподібної залози

Дифузний зоб

В основі розвитку дифузного зоба лежить дифузна гіперплазія клітин фолікулярного епітелію, а при дифузно-токсичному зобі різке зростання їх гормонопродукуючої активності.

УЗД: дифузне збільшення всієї залози з помірно або виражено неоднорідною структурою, без об'ємних утворень, ехогенність нормальна, знижена або підвищена, контури чіткі, частіше нерівні (рис.).

Сцинтиграфія: дифузне рівномірне збільшення залози з чергуванням нормальної та патологічної фіксації РФП в органі, візуалізація за грудиною зоба з чіткою диференціацією його від пухлинного утворення в середостінні. Функція залози при дифузному зобі може бути нормальною, посиленою або послабленою. Підвищена інтенсивність зображення спостерігається при посиленій функції тиреоїдної тканини - при дифузно-токсичному зобі.

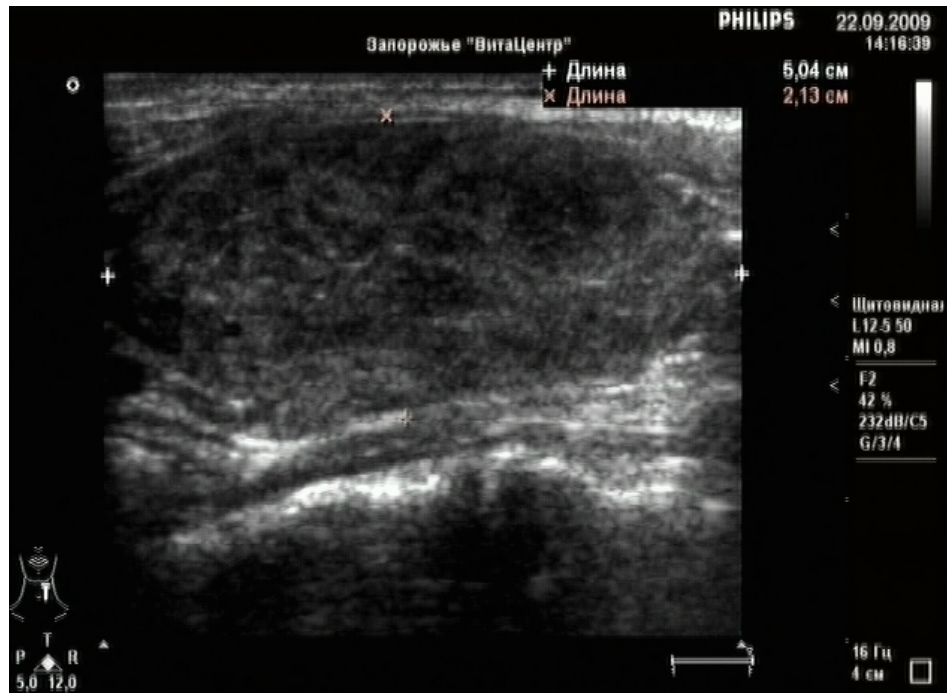


Рис. Сонограма: дифузний зоб

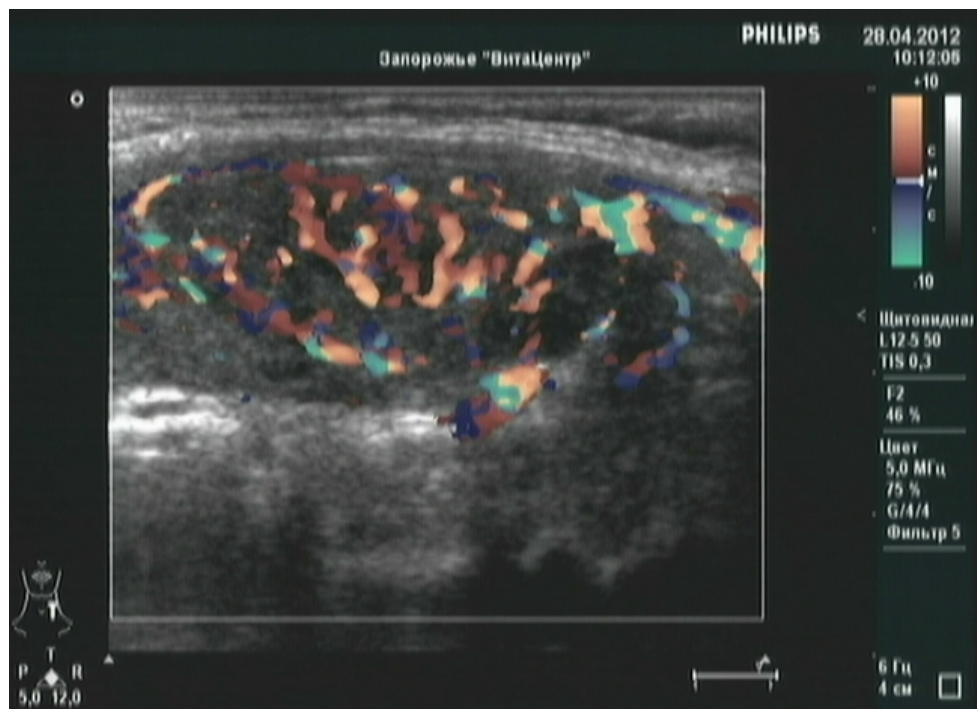


Рис. Сонограма: дифузний зоб у режимі кольорової доплерографії

Гострий тиреоїдит

- гостре запальне захворювання, незміненої ЩЗ, що рідко зустрічається.

Зумовлений занесенням бактеріальної інфекції в тканину ЩЗ або порожнину кісти (нагноєна кіста) гематогенним, лімфогенним або контактним шляхами.

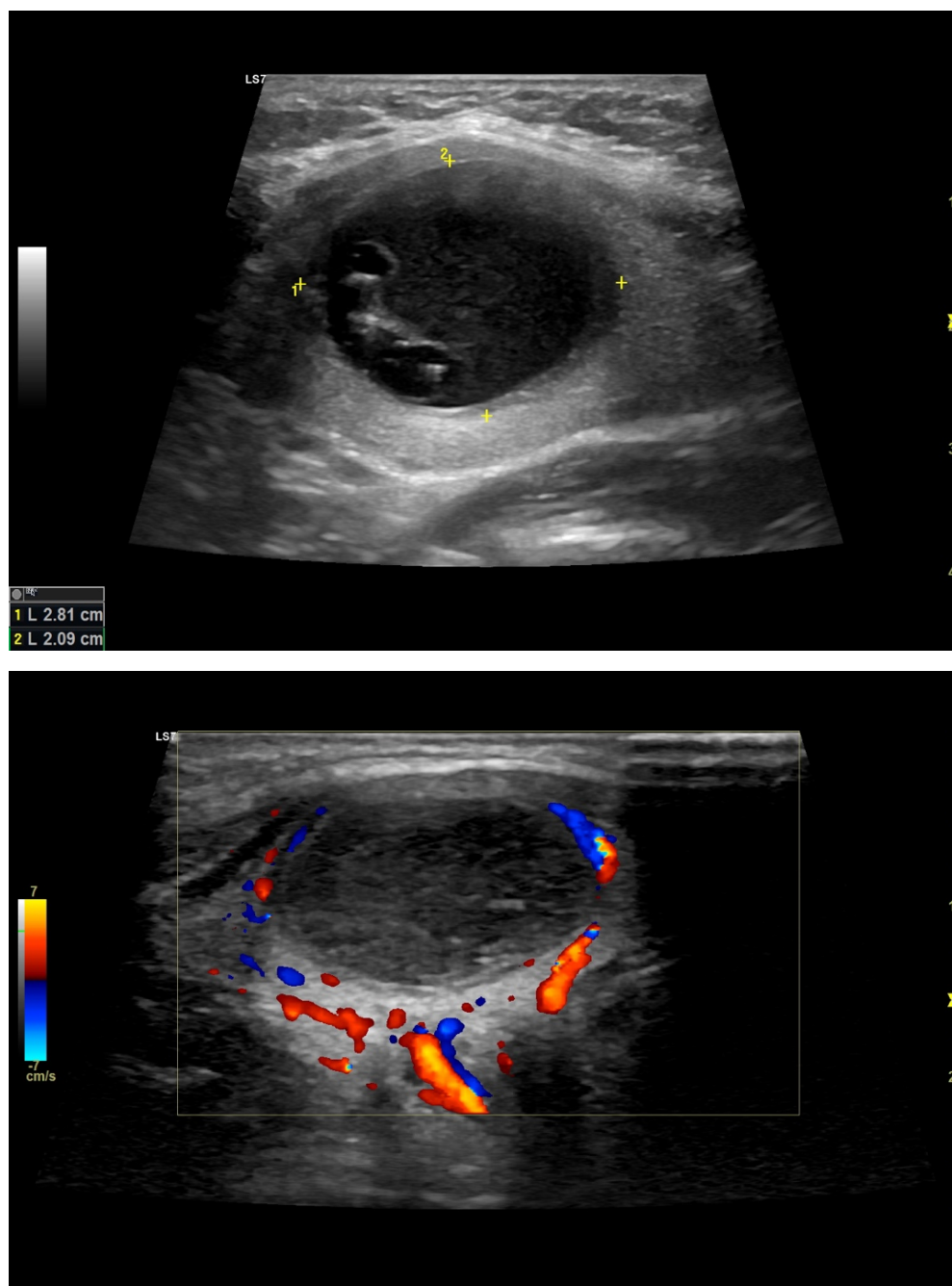


Рис. Сонограма: абсцес щитовидної залози при гострому тиреоїдиті

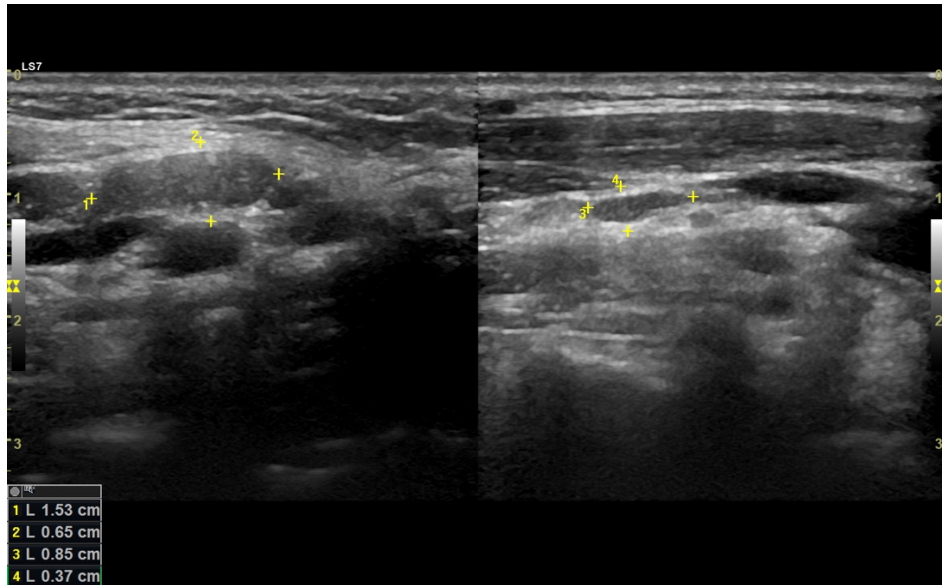


Рис. Сонограма: збільшення лімфовузлів шії при гострому тиреоїдиті

Тиреоїдит де Кервена (підгострий)

(Гранулематозний тиреоїдит, вірусний тиреоїдит, гігантоклітинний тиреоїдит)

- Транзиторне запально-деструктивне захворювання ЩЗ вірусної етіології.

Причиною вважають вірусну інфекцію, але конкретного збудника не виявлено. Зазвичай він розвивається через 5-6 тижнів після ГРВІ, паротиту, інфекційного мононуклеозу.

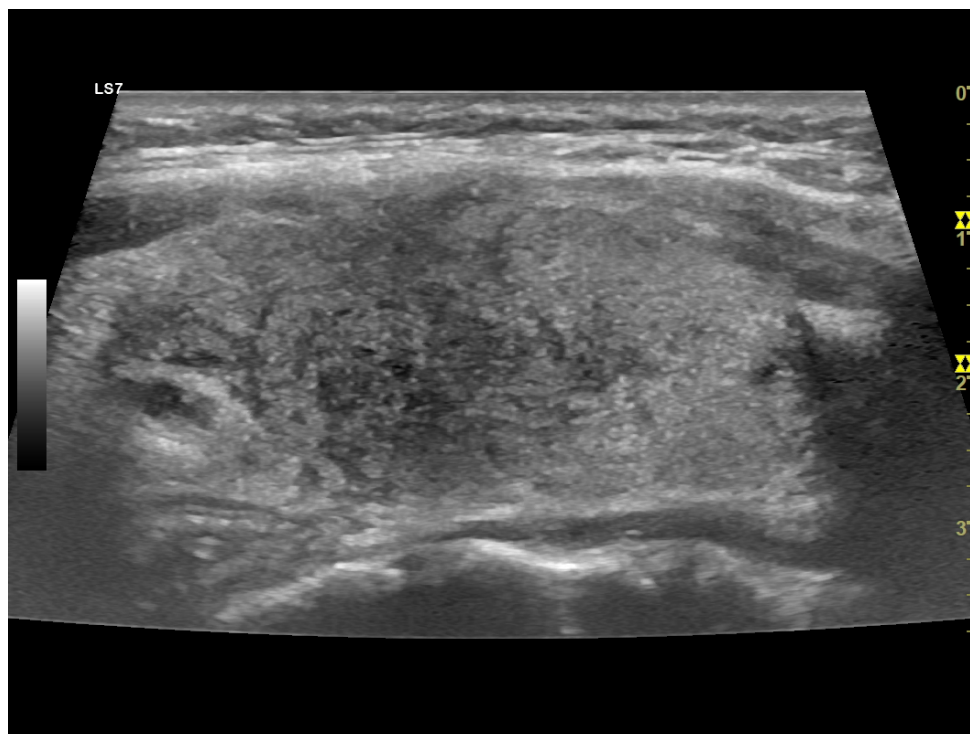


Рис. Сонограма: щитовидна залоза при підгострому тиреоїдиті

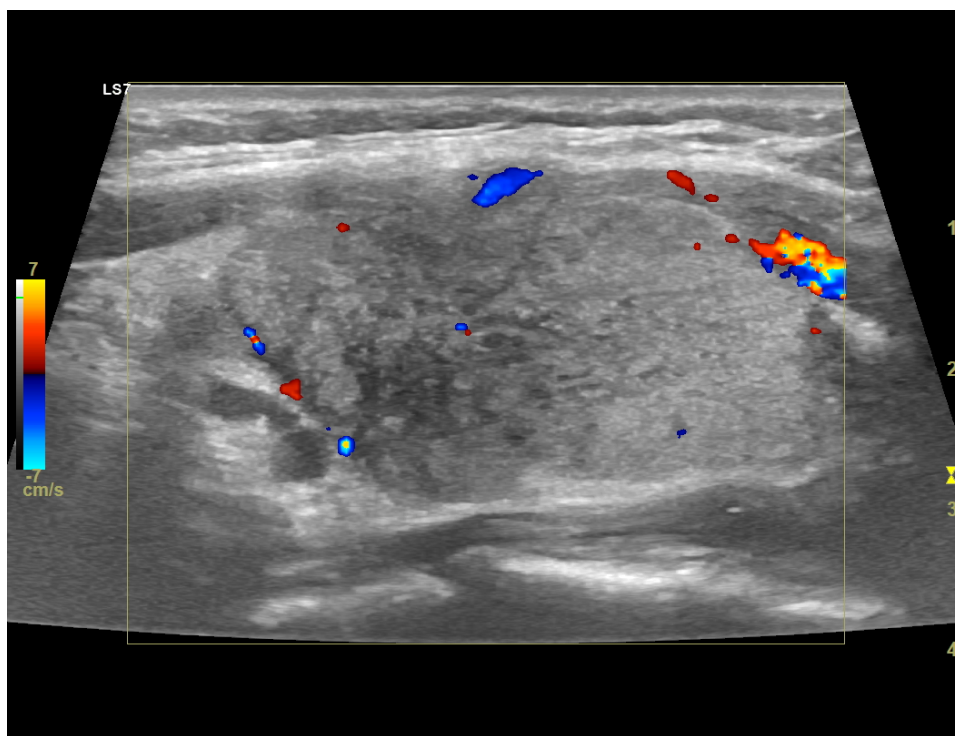


Рис. Сонограма: підгострий тиреоїдит, ліва частка в режимі кольорового доплера

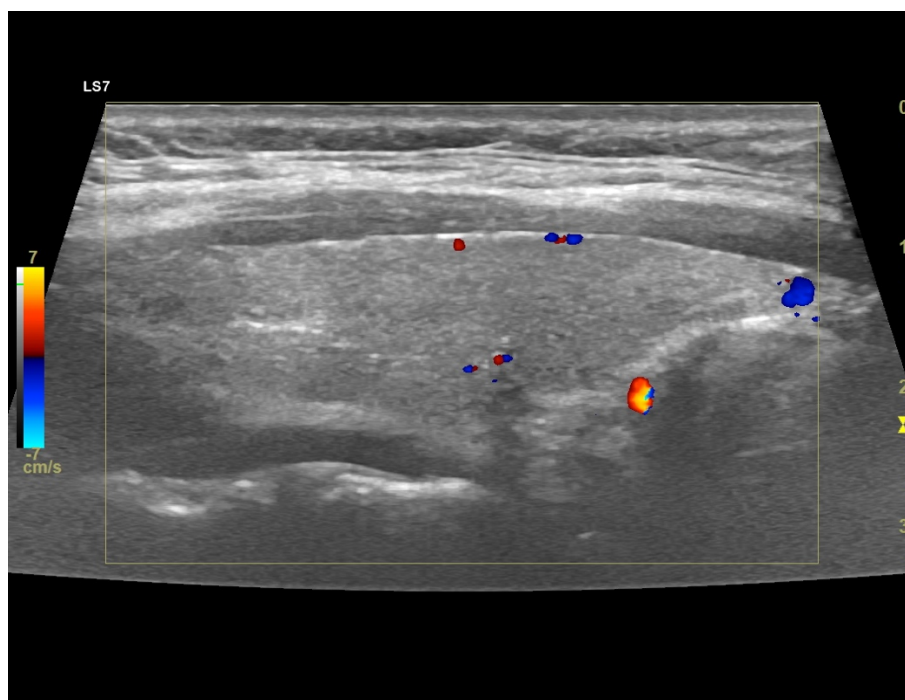


Рис. Сонограма: підгострий тиреоїдит, права частка в режимі кольорового доплера

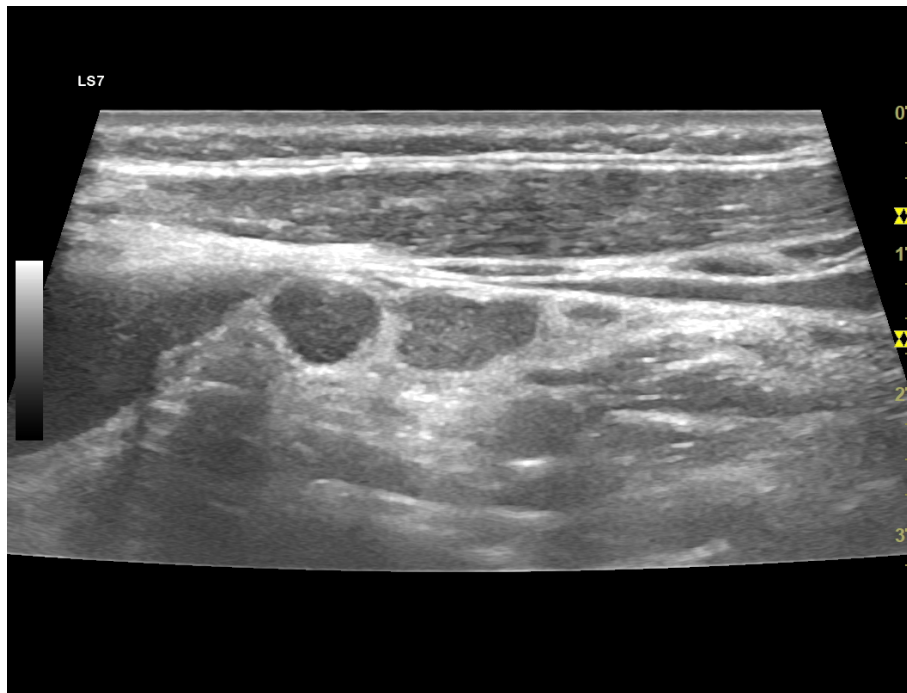


Рис. Сонограма: збільшення лімфозувлів шії при підгострому тиреоїдиті

Підгострий тиреоїдит характеризується запальною реакцією, що супроводжується деструкцією, десквамацією та дегенерацією фолікулів, зменшенням колоїду; виникає нейтрофільна інфільтрація тканини залози та формуються псевдогранульоми. Пізніше інфільтрація зникає та розвивається фіброз ураженої ділянки.

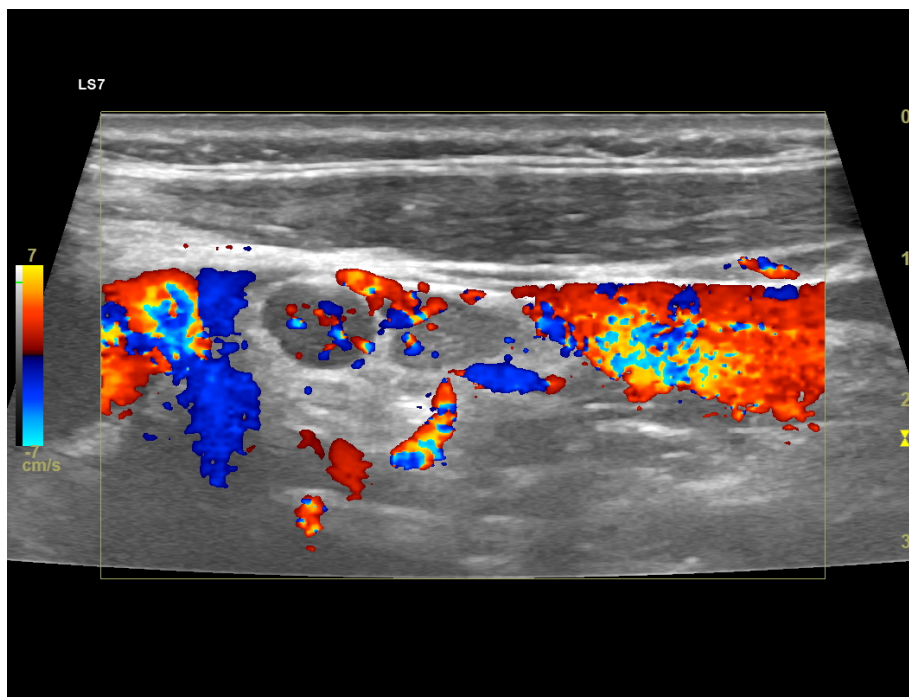


Рис.

Сонограма: гіперваскуляризація лімфозувлів шії при підгострому тиреоїдиті

Аутоімунний тиреоїдит

Лімфоцитарний тиреоїдит (тиреоїдит Хашимото)

- генетично детерміноване аутоімунне захворювання ЩЗ, що супроводжується розвитком гіпотиреозу. До групи АІТ також відносяться атрофічний хронічний (первинна мікседема), німий та післяпологовий тиреоїдити.

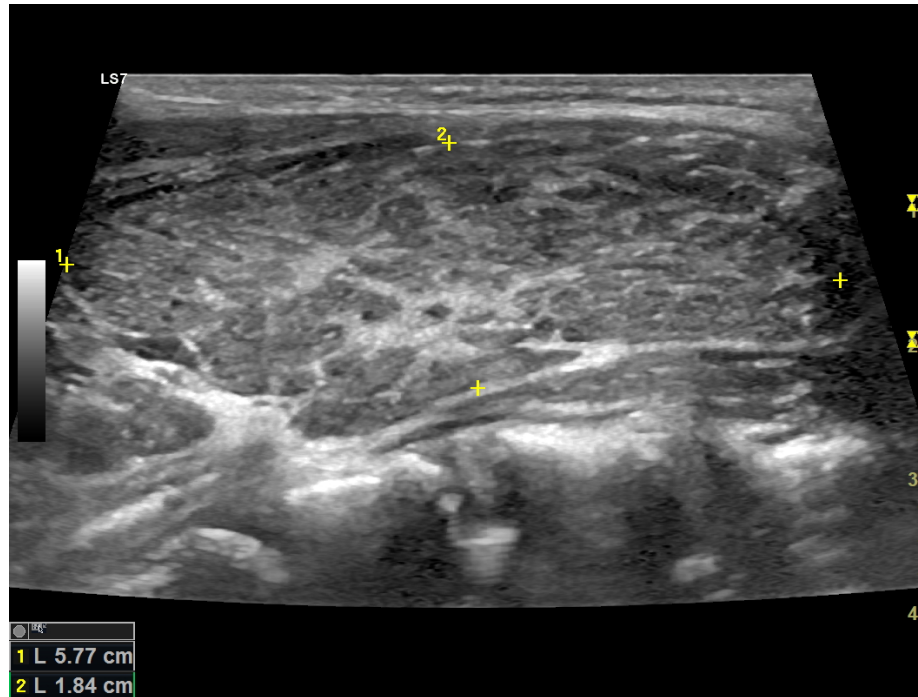


Рис. Сонограма: тиреоїдит Хашимото, права частка

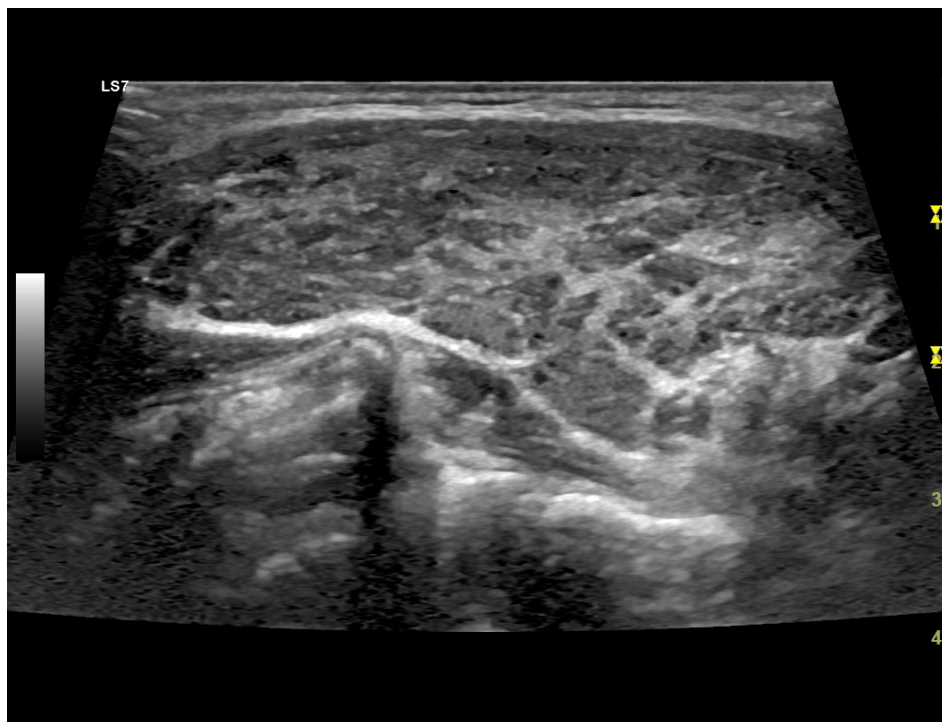


Рис. Сонограма: тиреоїдит Хашимото, ліва частка

Виникнення захворювання пов'язане з виживанням «заборонених» клонів Т-лімфоцитів та синтезом антитіл до рецепторів ТТГ, ТГ та ТПО. У ролі провокуючого фактора виступає будь-яке пошкодження ЩЗ, що призводить до надходження в кров ТГ: прийом йоду, операція, вірусна або бактеріальна інфекція.

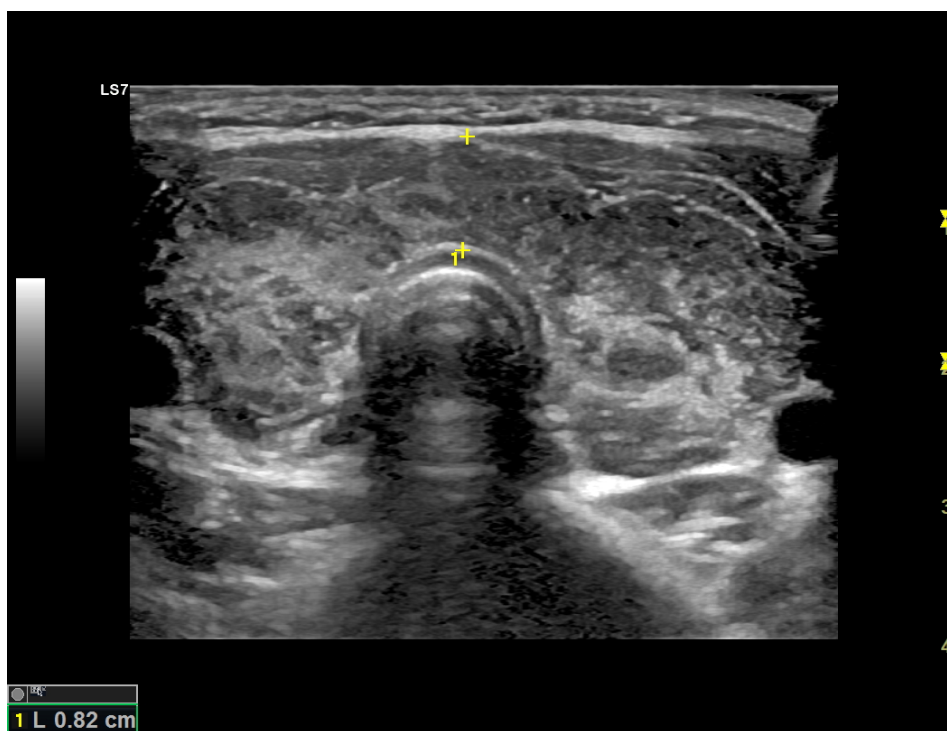


Рис. Сонограма: тиреоїдит Хашимото, поперечний зріз

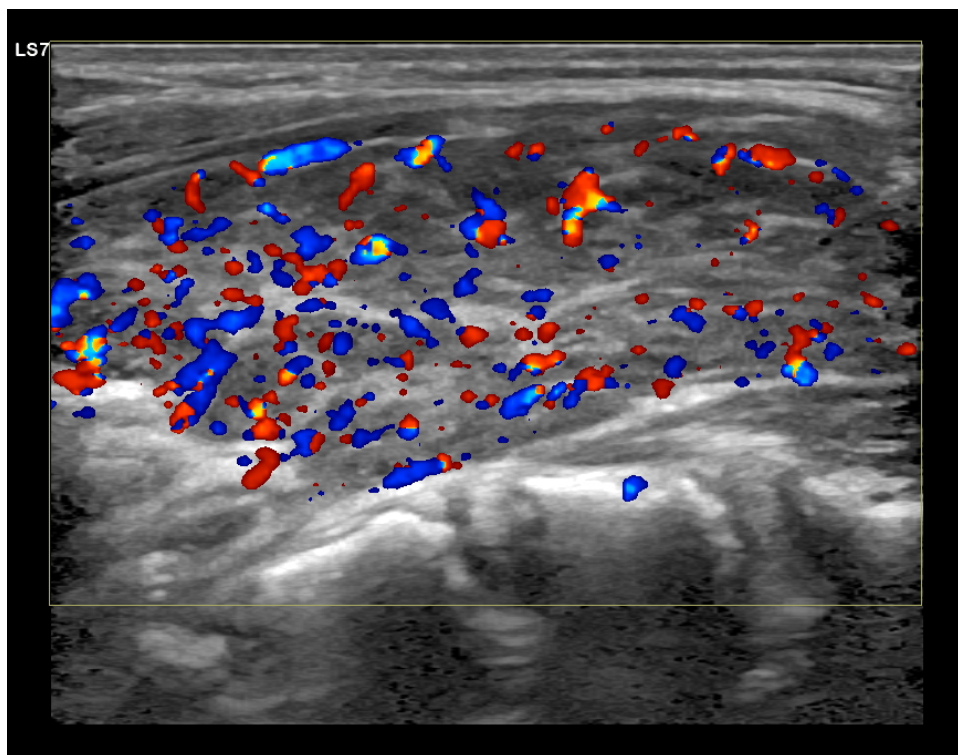


Рис. Сонограма: тиреоїдит Хашимото в режимі КДК

Гістологічно для тиреоїдиту Хашимото характерна наявність дифузної лімфоцитарної інфільтрації паренхіми залози, утворення лімфоїдних фолікулів, деструкція епітеліальних клітин та проліферація фіброзної тканини із заміщенням нею нормальної паренхіми ЩЗ.

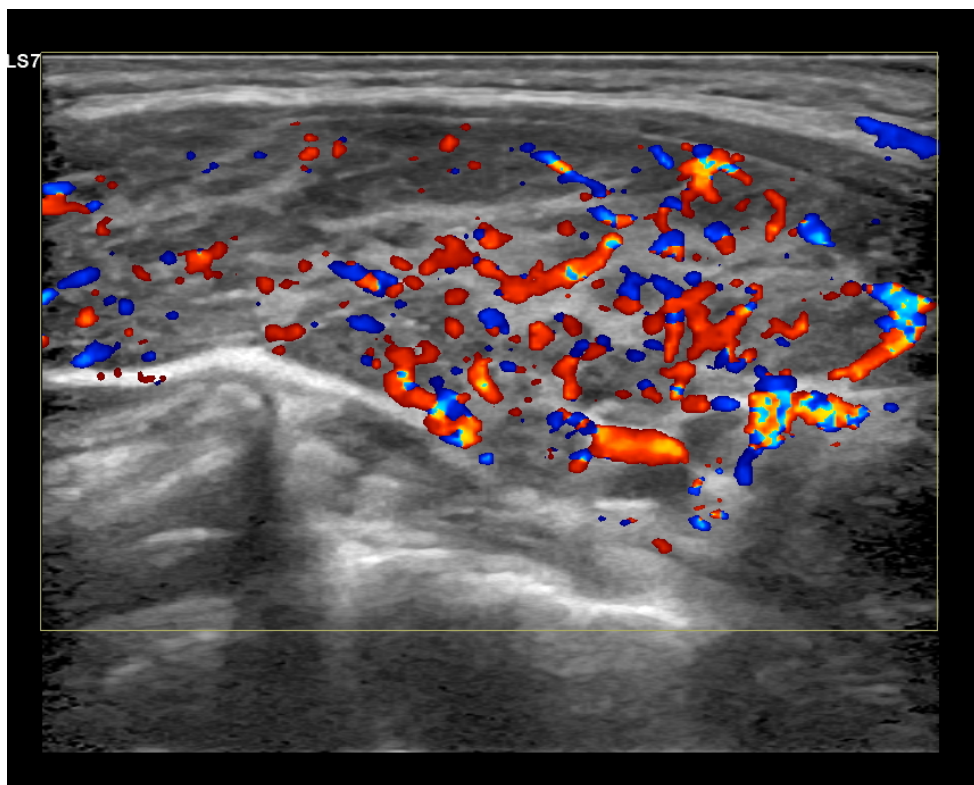


Рис. Сонограма: гіперваскуляризація при тиреоїдиті Хашимото

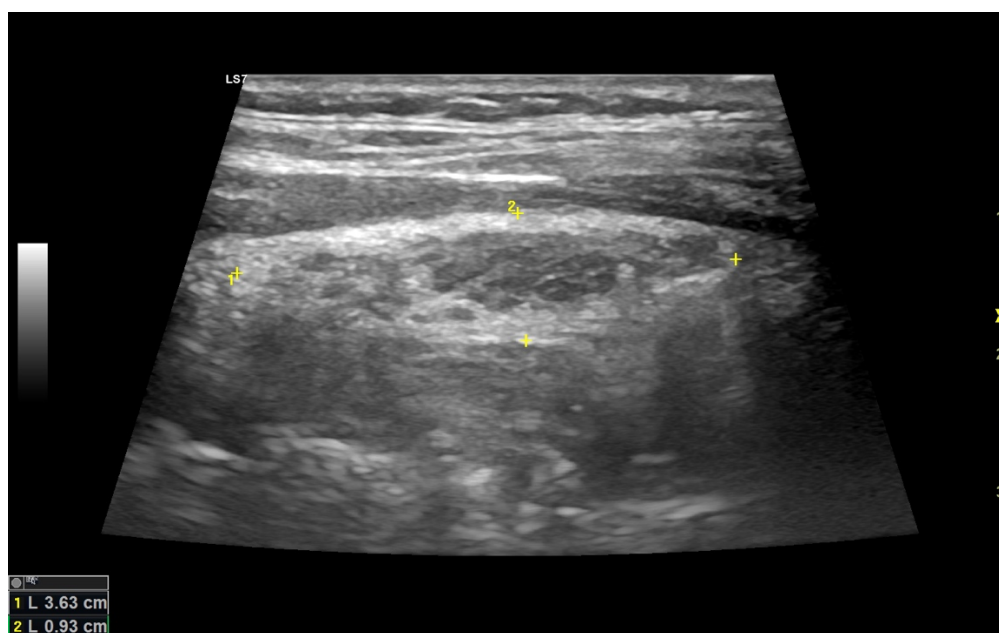


Рис. Сонограма: атрофічна форма тиреоїдиту Хашимото

Виділяють гіпертрофічну та атрофічну форми тиреоїдиту Хашимото.

УЗД:

- розміри або нормальні, або тиромегалія (частіше) або зменшення щитовидної залози (рідше);
- ехогенність тиреоїдної тканини, загалом, нерізка – помірно чи незначно – дифузно знижена;

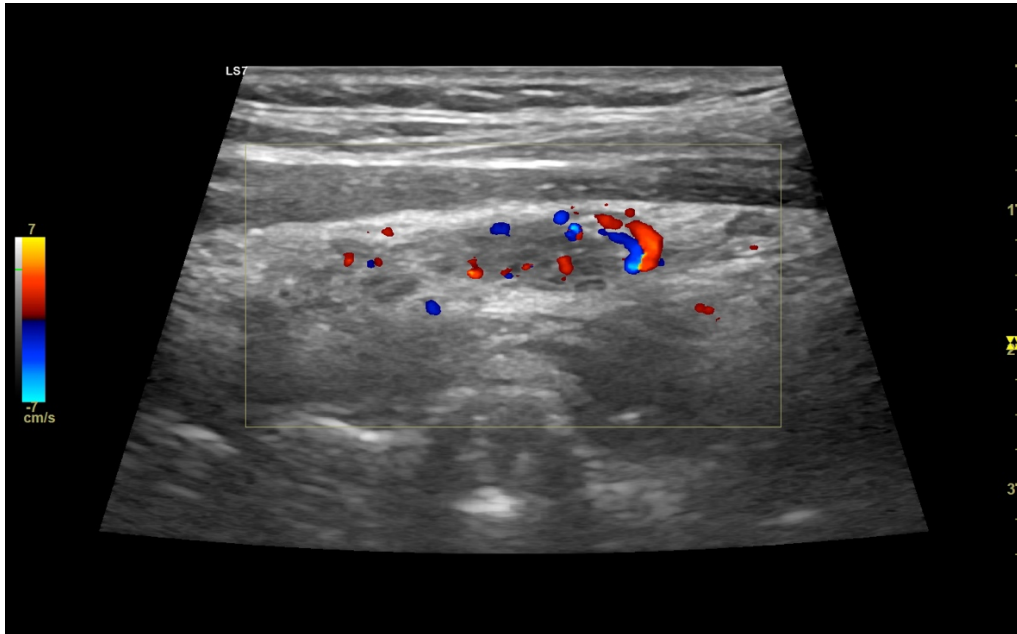


Рис. Сонограма: режим КДК зменшеної частки щитовидної залози при тиреоїдиті Хашимото

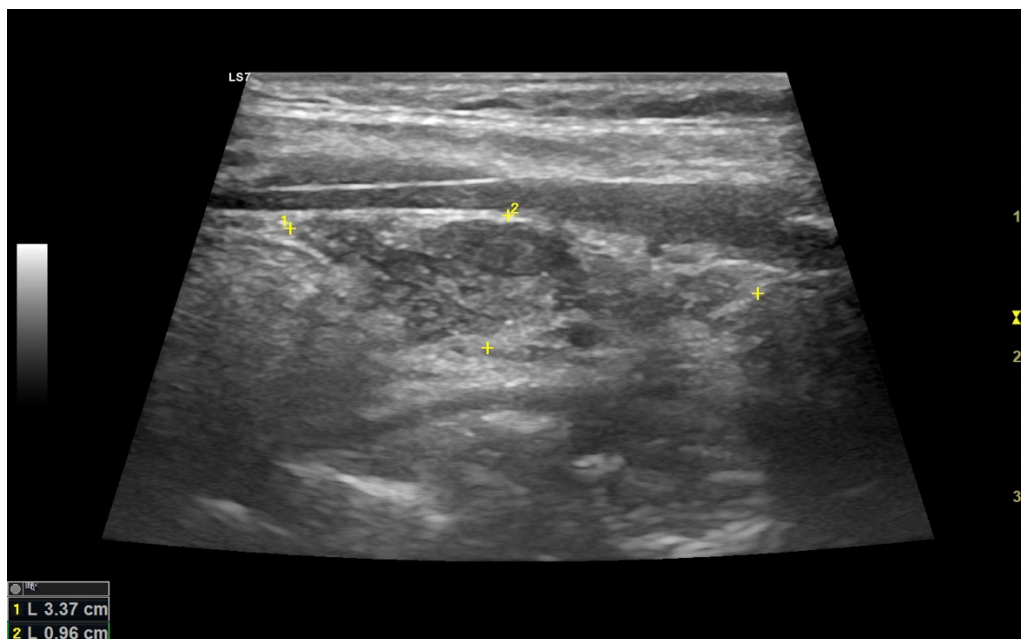


Рис. Сонограма: зменшення щитовидної залози при тиреоїдиті Хашимото

На цьому фоні в різному співвідношенні і з різною інтенсивністю, залежно від давності та активності процесу, виявляються ділянки неправильної форми з розмитими нерівними контурами, що змінюють свій напрямок і контрастність при зміні положення датчика та напрямку УЗ-пучка в області, що досліджується і що мають: одні - більш різке зниження щільності (максимальна вираженість аутоагресії), другі - ізоехогенні, інші - гіперехогенні округлі фокуси або лінійні тяжі сполучної тканини (паренхіму замінює фіброзування).

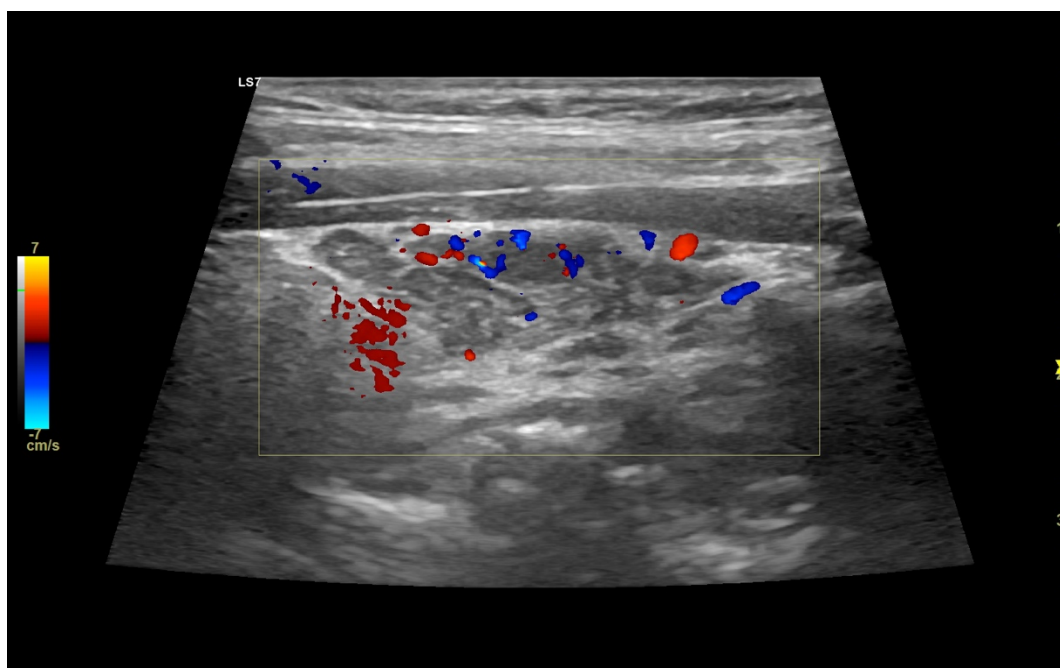


Рис. Сонограма: зміни васкуляризації та неоднорідність структури щитовидної залози при аутоімунному тиреоїдиті

Такі зміни відповідають неоднорідній тканині щитовидної залози та явно гетерогенному характеру її ехографічної структури.

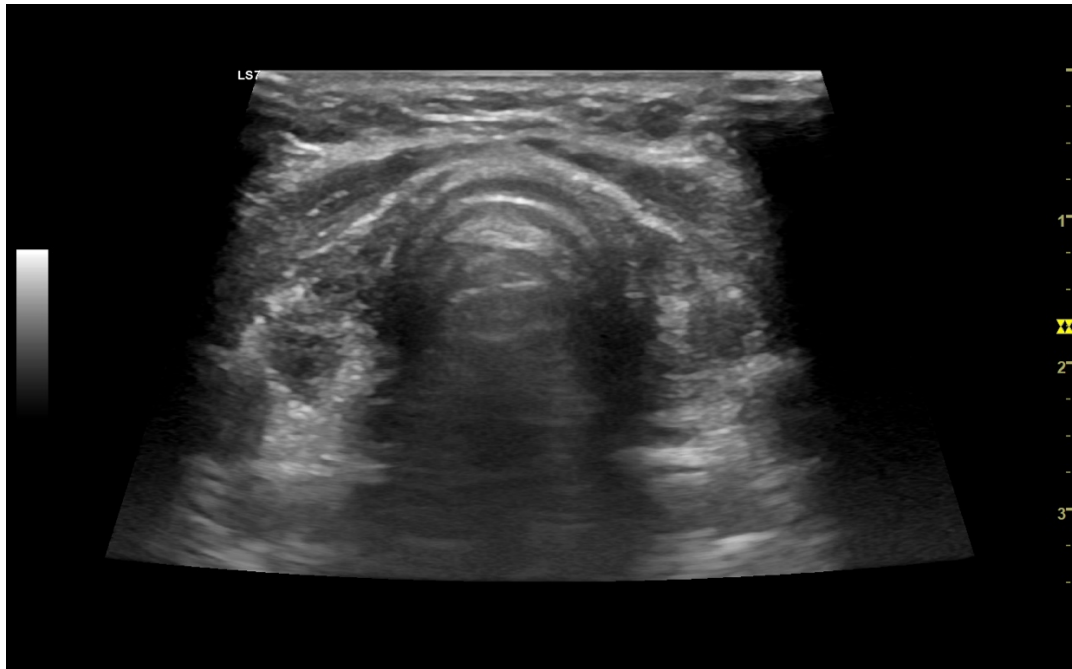
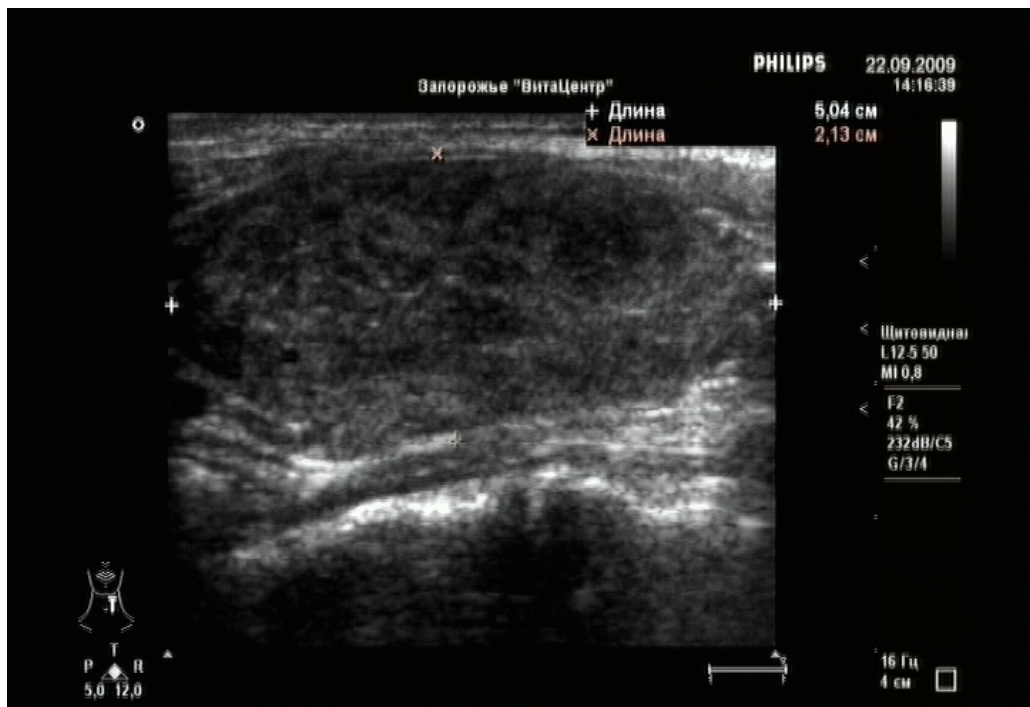


Рис. Сонограма: зменшення об'єму щитовидної залози при аутоімунному тиреоїдиті

Хронічний фіброзний тиреоїдит Ріделя

Характеризується дифузним збільшенням ЩЗ із заміщенням її паренхіми фіброзною тканиною. При цьому розвивається зоб незвичайної щільності (дерев'янистий).



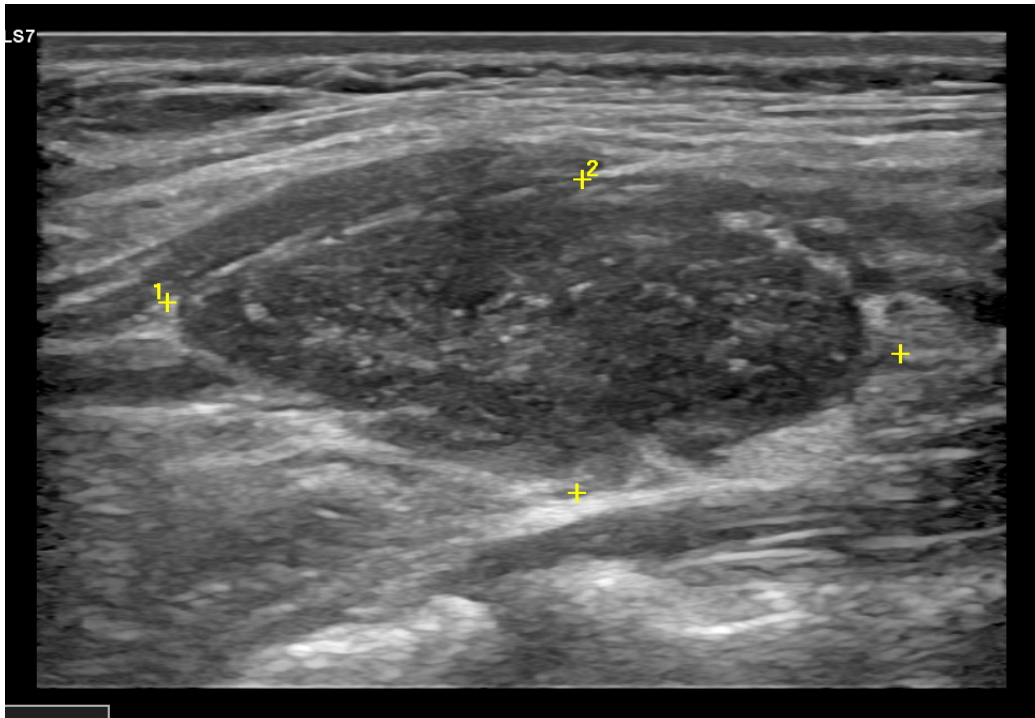


Рис. Сонограма: зміни структури правої частки щитовидної залози при тиреоїдиті Ріделя

У патологічний процес залучається як сама залоза, так й оточуючі анатомічні структури: трахея, стравохід, судини, нерви, м'язи.

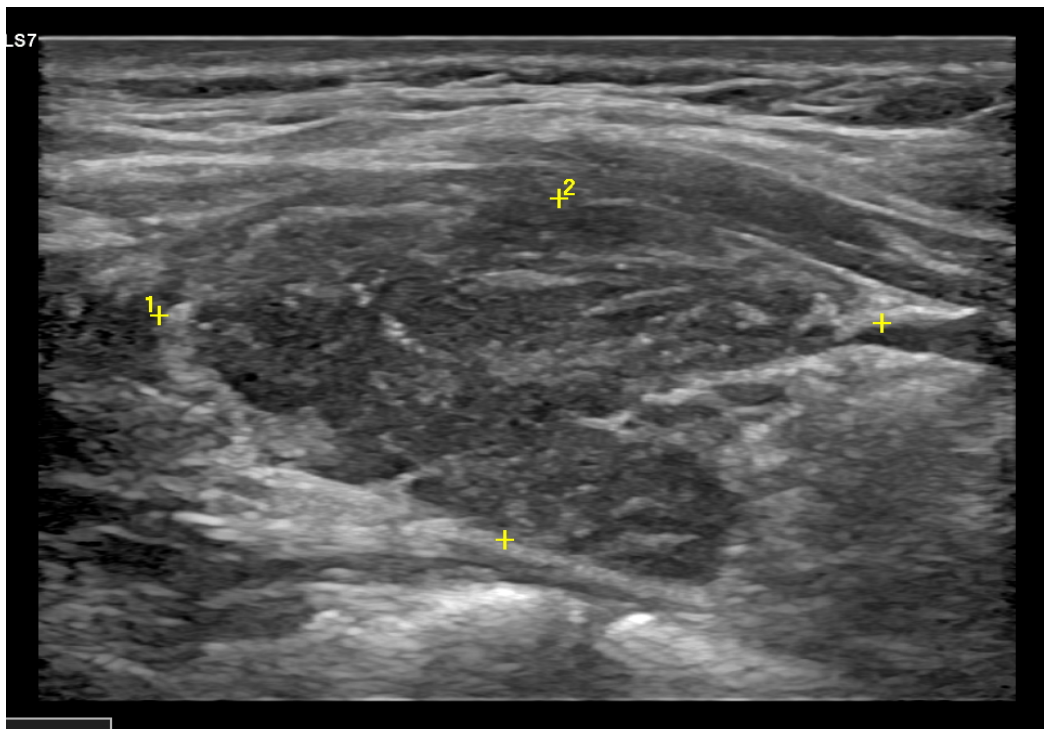


Рис. Сонограма: зміни структури правої частки щитовидної залози при тиреоїдиті Ріделя

Етіологія захворювання незрозуміла. Передбачається, що захворювання має аутоімунний характер. Часто зустрічається поєднання тиреоїдиту Ріделя з фіброзами іншої локалізації (ретроперитонеальний, медіастинальний та інші) і це дозволяє припустити, що захворювання може мати характер первинного фіброзу.

Вузловий зоб

У щитоподібній залозі зустрічаються різні за природою доброякісні утворення: кісти, аденоми, колоїдні вузли, ділянки обмеженого тиреоїдиту.

Кіста щитоподібної залози

УЗД: округле або овальне ехонегативне однорідне утворення з тонкою гіперехогенною капсулою (рис.).

Сцинтиграфія: дефект накопичення РФП - холодне вогнище.



Рис. Сонограма: кіста щитоподібної залози з неоднорідним вмістом

Фолікулярна аденома

УЗД: однорідне гіпоехогенне утворення в залозі правильної округлої форми з чіткими та рівними контурами у вигляді ехонегативного обідка (рис.).

Сцинтиграфія: холодне або тепле вогнище в одній з часток залози.



Рис. Сонограма: фолікулярна аденома

Токсична аденома

УЗД: гіпоехогенне утворення в залозі неоднорідної структури правильної округлої форми з чіткими і рівними контурами, з анехогенним обідком.

Сцинтиграфія: гаряче вогнище на фоні дещо зниженого накопичення РФП навколишньою тканиною залози (рис.).

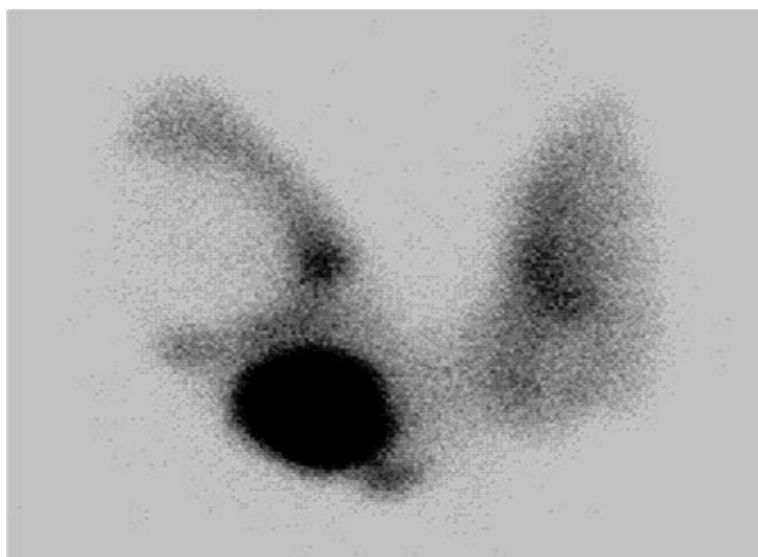


Рис. Сцинтиграма: гаряче вогнище правої частки щитоподібної залози

Злоякісна пухлина щитоподібної залози

УЗД: поодинокий вузол низької ехоцільності з чіткими (можливо нечіткими) і нерівними контурами, частіше неоднорідної структури, без ехонегативного обідка, збільшення регіональних лімфовузлів (рис).

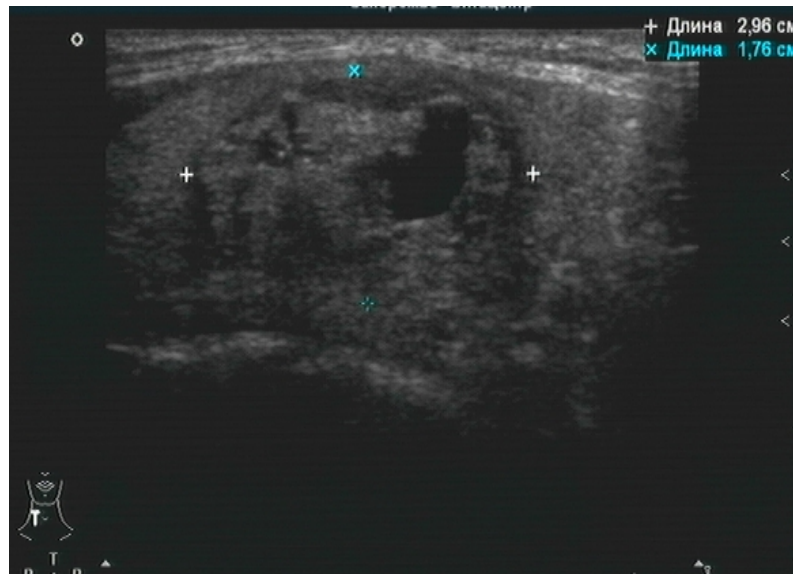


Рис. Сонограма: злоякісна пухлина щитоподібної залози



Рис. Сонограма: збільшені лімфовузли

Сцинтиграфія: злоякісний вузол вимальовується як холодне вогнище. Після оперативного видалення злоякісної пухлини щитоподібної залози поява ділянок, які фіксують ^{131}I або $^{99\text{m}}\text{Tc}$, вказує на рецидив захворювання, таким самим способом діагностують метастази в легенях, кістках, головному мозку та інших органах.

Для точного визначення природи новоутворення проводять біопсію патологічного утворення під контролем ультразвукового апарату.

2.5. Променеве дослідження в діагностиці гіперпаратиреозу

Гіперпаратиреоз (хвороба Реклінгхаузена) - захворювання, яке викликається пухлиною або гіперпластичною зміною однієї або декількох паращитоподібних залоз, що приводить до їх гіперфункції (гіперсекреції паратгормона) і порушення гомеостазу кальцію.

Незмінені паращитоподібні залози в більшості випадків не візуалізуються на рентгенограмі, УЗД, КТ і МРТ через малі розміри та незначну відміну за щільністю від нормальної тканини прилеглої щитоподібної залози. Кількість їх індивідуальна, висока частота атипової локалізації. Діагностується захворювання за допомогою лабораторних досліджень: визначається підвищення рівня паратгормона, що супроводжується гіперкальціємією. Променеві методи візуалізації паращитоподібних залоз не є засобом початкової діагностики гіперпаратиреозу, тому вони дозволяють виявити паращитоподібні залози тільки при розвитку вираженої гіперплазії на пізніх стадіях розвитку процесу. УЗД, КТ, МРТ та сцинтиграфію застосовують з метою топічної діагностики.

УЗД, МРТ, КТ: візуалізація значно гіперплазованих паращитоподібних залоз і аденом - округлих вузлових утворень зниженої або підвищеної щільності в тонкій капсулі.

Сцинтиграфія паращитоподібних залоз: гіперфіксація РФП однією або декількома паращитоподібними залозами, головна перевага методу - можливість визначення атипово розташованих паращитоподібних залоз.

Рентгенівська артеріографія: виявлення судинної мережі аденоми.

Питання для самоконтролю

з розділу «Променева діагностика захворювань ендокринної системи»

1. Променеві методи дослідження гіпофіза.
2. Показання до ультразвукового дослідження щитоподібної залози.
3. Нормальна ультразвукова анатомія щитоподібної залози.
4. Променеве дослідження паращитоподібних залоз.
5. Показання до проведення КТ та МРТ надниркових залоз.
6. Нормальна КТ і МРТ-анатомія надниркових залоз.
7. Променеве дослідження при синдромі Іценко-Кушинга.
8. Променева діагностика феохромоцитом.
9. Радіонуклідне дослідження органів ендокринної системи.

Тестові завдання

з розділу «Променева діагностика захворювань ендокринної системи»

1. Основним методом візуалізації щитоподібної залози є:
 - А) УЗД
 - Б) КТ
 - В) рентгенографія
2. Основними методами візуалізації наднирників є:
 - А) УЗД, рентгенографія
 - Б) КТ, МРТ
 - В) ангіографія, УЗД
3. Основними методами візуалізації гіпофіза є:
 - А) КТ, МРТ
 - Б) УЗД, рентгенографія
 - В) сцинтиграфія
4. Показанням до ультразвукового дослідження щитоподібної залози є:
 - А) підозра на порушення функції залози
 - Б) підозра на наявність вузлових утворень
 - В) обидві відповіді вірні
5. Пункційна біопсія щитоподібної залози проводиться під контролем:
 - А) магнітно-резонансної томографії
 - Б) комп'ютерної томографії
 - В) ехографії
6. Нормальна ехоструктура щитоподібної залози
 - А) неоднорідна з гіпоехогенними включеннями
 - Б) однорідна з великими гіперехогенними включеннями
 - В) однорідна з незначно вираженою зернистістю
7. До латеральних кордонів часток щитоподібної залози прилягають:
 - А) внутрішні сонні артерії
 - Б) загальні сонні артерії

В) підключичні артерії

8. Найбільш типовою формою щитоподібної залози в сцинтиграфічному зображенні є:

А) куляста

Б) трикутна

В) метелик

9. Судини щитоподібної залози в нормі при УЗД

А) візуалізуються у вигляді гіпоехогенних лінійних структур

Б) візуалізуються гіперехогенними лінійними структурами

В) не візуалізуються

10. Паращитоподібні залози можуть виявлятися при ультразвуковому дослідженні в таких відділах щитоподібної залози:

А) в товщі органу

Б) по передній поверхні щитоподібної залози

В) по задній поверхні щитоподібної залози

11. На УЗД гіперплазія щитоподібної залози визначається за

А) зменшенням обсягу щитоподібної залози

Б) збільшенням обсягу щитоподібної залози

В) збільшенням лінійних розмірів щитоподібної залози

12. На УЗД при дифузному токсичному зобі щитоподібна залоза

А) гіперехогенна та збільшена

Б) гіпоехогенна та зменшена

В) гіпоехогенна та збільшена

13. На сцинтиграмі токсична аденома

А) «гаряче» вогнище

Б) «холодне» вогнище

14. При визначенні доброякісності і злоякісності утворення щитоподібної залози важливим критерієм є:

А) розміри утворення

Б) контур утворення

- В) акустичні ефекти за утворенням
15. Контури кісти щитоподібної залози
- А) чіткі, рівні
 - Б) нечіткі, рівні
 - В) нечіткі, нерівні
16. При УЗД кіста щитоподібної залози - утворення
- А) ізоехогенне, однорідне, з наявністю капсули
 - Б) гіпоехогенне, неоднорідної структури, з нечіткими контурами
 - В) анехогенне, округлої форми, з чіткими і рівними контурами
17. Для кісти щитоподібної залози типове таке поєднання даних ультразвукового та радіонуклідного дослідження:
- А) анехогенне та "холодне" утворення
 - Б) гіпоехогенне та "гаряче" утворення
 - В) гіпоехогенне та "холодне" утворення
18. УЗ-ознакою аденоми щитоподібної залози є:
- А) гіперехогенне утворення неоднорідної структури
 - Б) гіпоехогенне утворення однорідної структури
 - В) анехогенне утворення з посиленням сигналу за ним
19. Фолікулярний рак щитоподібної залози на сонографії - утворення
- А) округлої форми, з чіткими та рівними контурами, оточене гіпоехогенним обідком
 - Б) анехогенне, з чіткими контурами та посиленням сигналу за ним
 - В) неправильної форми, гіпоехогенне, з нечіткими контурами
20. Ехографічно для злоякісних пухлин щитоподібної залози характерне
- А) гіперехогенне утворення
 - Б) гіпоехогенне утворення
 - В) анехогенне утворення
21. Для злоякісної пухлини щитоподібної залози типове таке поєднання даних ультразвукового та радіонуклідного дослідження:
- А) гіпоехогенне та "холодне" утворення

- Б) гіпоехогенне та "гаряче" утворення
В) гіперехогенне та "гаряче" утворення
22. Рецидив злоякісної пухлини щитоподібної залози діагностується за допомогою
- А) УЗД
Б) сцинтиграфії
В) комп'ютерної томографії
23. Яка МРТ-ознака інвазивного росту злоякісної пухлини наднирників?
- А) швидкий ріст пухлини
Б) наявність лімфаденопатії
В) нечіткість контурів
24. За допомогою УЗД, КТ, МРТ точна діагностика гіперпаратиреозу
- А) можлива
Б) неможлива
25. Який метод променевого дослідження дозволяє візуалізувати атипово розташовані паращитоподібні залози?
- А) ангіографія
Б) МРТ
В) сцинтиграфія

Відповіді на тестові завдання

Відповіді на тести по розділу «Променева діагностика захворювань статевих органів»

1	А	5	Б	9	А	13	Б	17	В
2	Б	6	В	10	В	14	А	18	А
3	В	7	А	11	А	15	Б	19	В
4	А	8	Б	12	В	16	А	20	Б

Відповіді на тести по розділу «Променева діагностика захворювань ендокринної системи»

1	А	6	В	11	Б	16	В	21	А
2	Б	7	Б	12	В	17	А	22	Б
3	А	8	В	13	А	18	Б	23	В
4	Б	9	А	14	Б	19	В	24	Б
5	В	10	В	15	А	20	Б	25	В

Рекомендована література

Основна:

1. Геррінг Вільям. Вивчення радіології: основи візуалізації: пер. 5-го вид. / Вільям Геррінг; наук. ред. пер.: Сергій Кравчук, Роман Комаровський. – К. : ВСВ «Медицина», 2024. – 480 с.
2. Кравчук С. Ю. Радіологія : підруч. для студентів, лікарів-інтернів мед. закл. вищ. освіти / С. Ю. Кравчук. – Київ : ВСВ Медицина, 2019. – 296 с.
3. Фізичні основи променевої діагностики: навч. посібник / Туманська Н.В., Мягков С.О., Нордіо О.Г., Сиволап Д.В. – Запоріжжя, ЗДМУ, 2021.-118с.

Додаткова:

1. Ковальський О. В. Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика: підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV рівня акредитації / О. В. Ковальський, Д.С. Мечев, В.П. Данилевич. – 2-ге вид. – Вінниця: Нова Книга, 2017. - 512 с.
2. Туманська Н.В. Томографічні методи променевої діагностики: навч. посібник / Барська К.С., Джос І.П. – Запоріжжя, ЗДМУ, 2017.- 91с.
3. Радіологія : підруч. для студ. вищ. мед. навч. закл. IV акредитації. Т. 2. Основи променевої терапії / М. С. Каменецький та ін. / за ред. М. С. Каменецького. - Донецьк : Ноулідж. 2013. - 103 с.
4. Радіологія : підручник. Т. 1. Променева діагностика / М. С. Каменецький та ін. / за ред. М. С. Каменецького. - Донецьк : Вебер, 2011. - 401 с.
5. Променева діагностика в 2 т. / Коваль Г. Ю., Мечев Д. С., Сиваченко Н. П. та ін. / за ред. Г. Ю. Коваль. – К. : Медицина України, 2009. – Т. II. – 682 с.