

Комп'ютерна томографія

Основні поняття комп'ютерної томографії

Загальні положення

Світові тенденції розвитку медичного приладобудування суттєво змінюються, що обумовлено потребою покращення якості діагностики. Це, у свою чергу, призводить як до створення нових високоінформативних діагностичних приладів, так і до вдосконалення традиційних технологій.

Сучасний рівень медичної техніки дозволяє виявити структурні та функціональні зміни об'єкта за допомогою пристроїв різного принципу дії, причому достовірність отриманих даних буде зівставна.

За таких умов на перше місце виходить інформаційна складова досліджень.

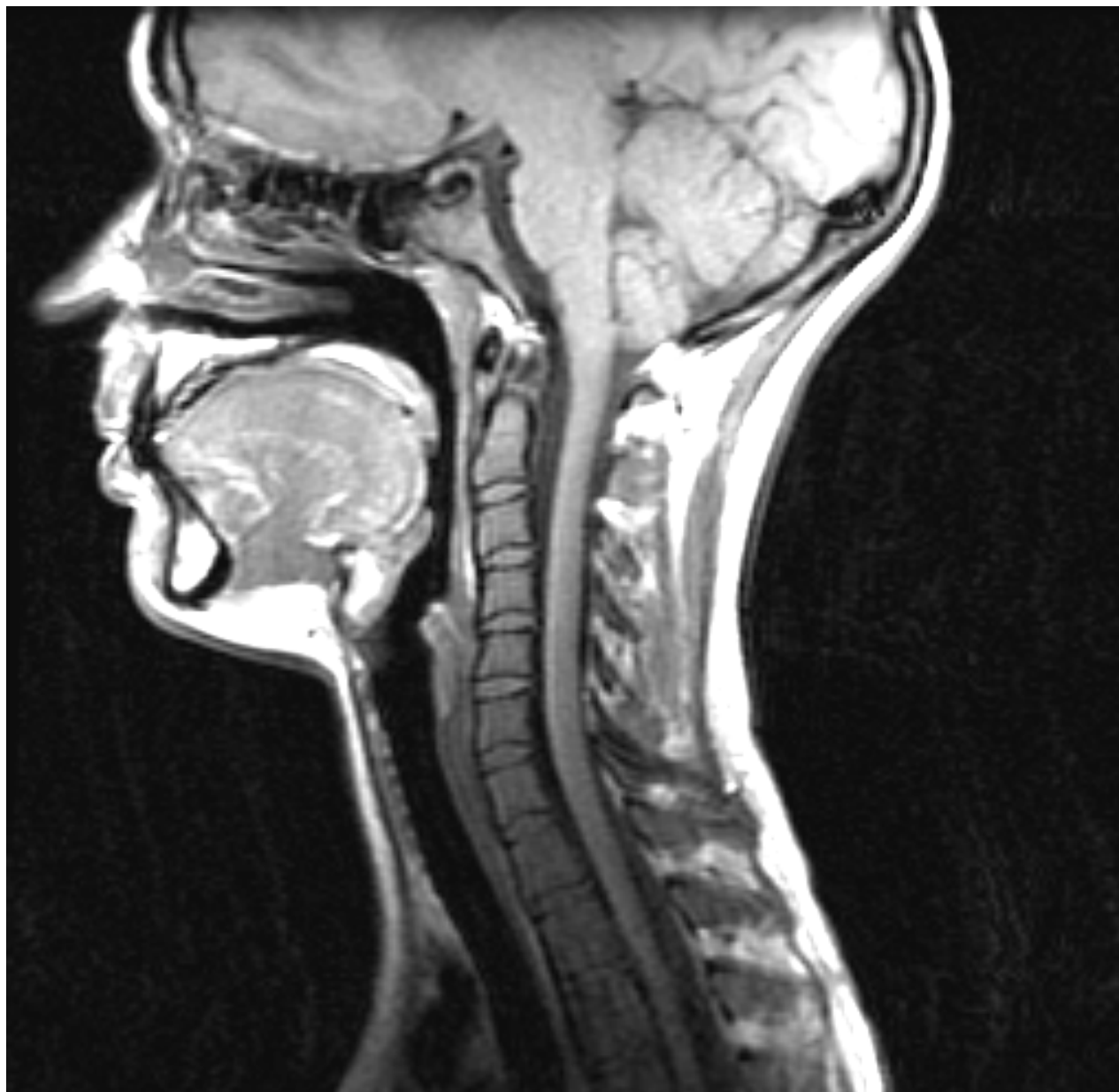
На сьогодні одним з найінформативніших методів є **томографія**.

Її перевагою над іншими діагностичними методами є значно більша кількість інформації про кожен елементарний досліджуваний об'єкт.

Сам термін **“томографія”** походить від двох грецьких слів:

τομος – переріз і γραφοω – пишу, тобто **“пишу по перерізах”** або, іншими словами, **пошарове дослідження структури різноманітних об'єктів**.

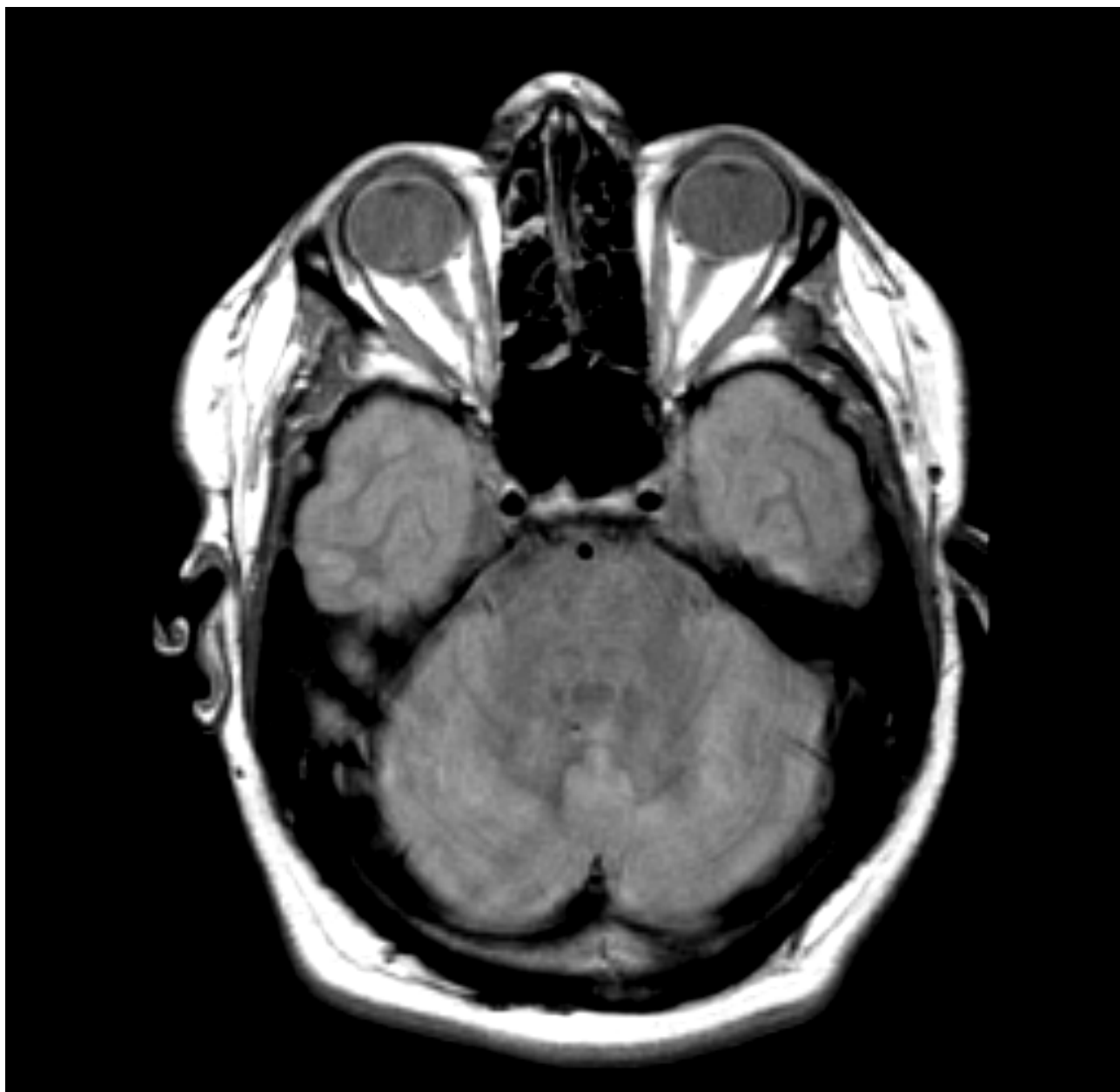
Приклади томограм



Приклади томограм



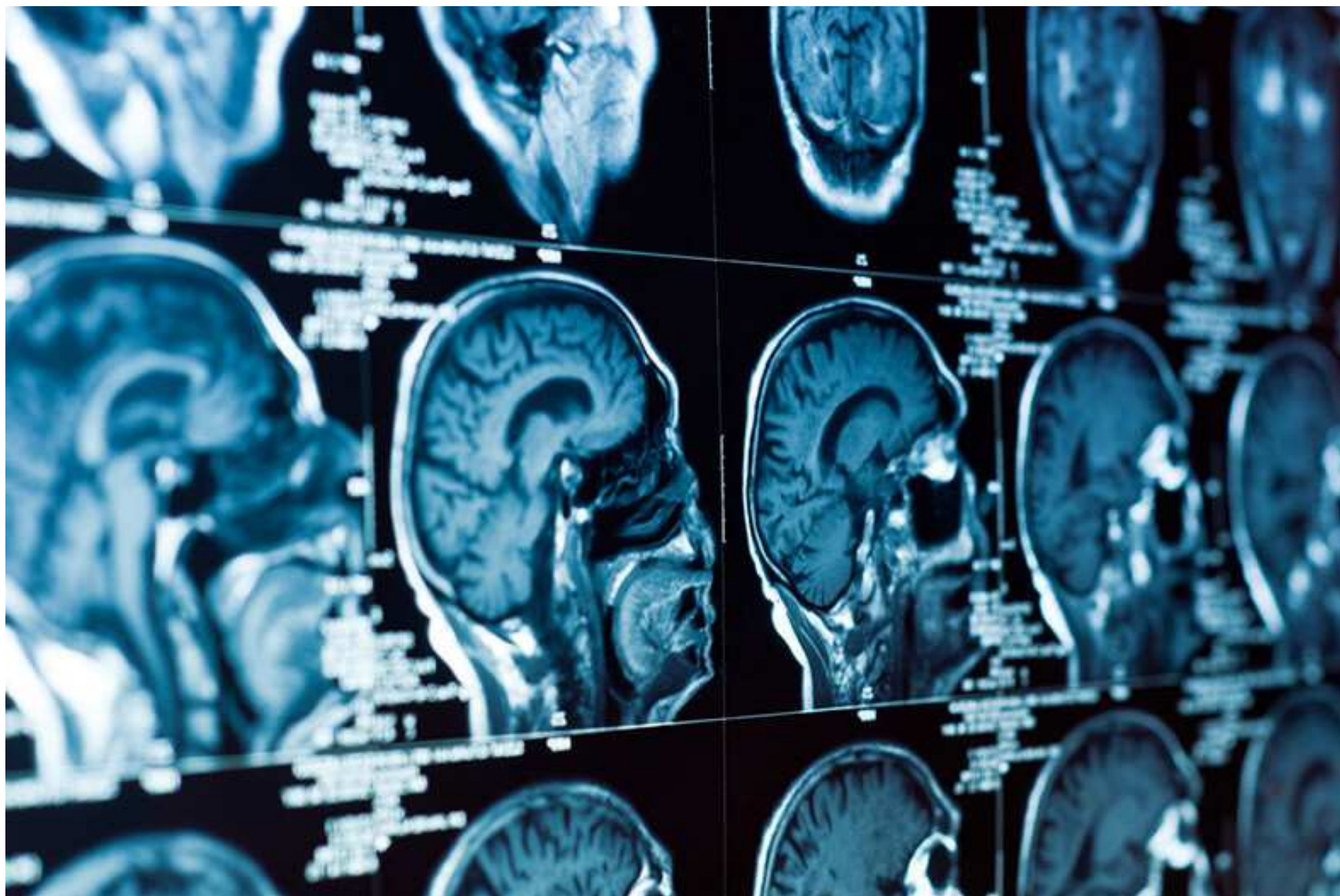
Приклади томограм



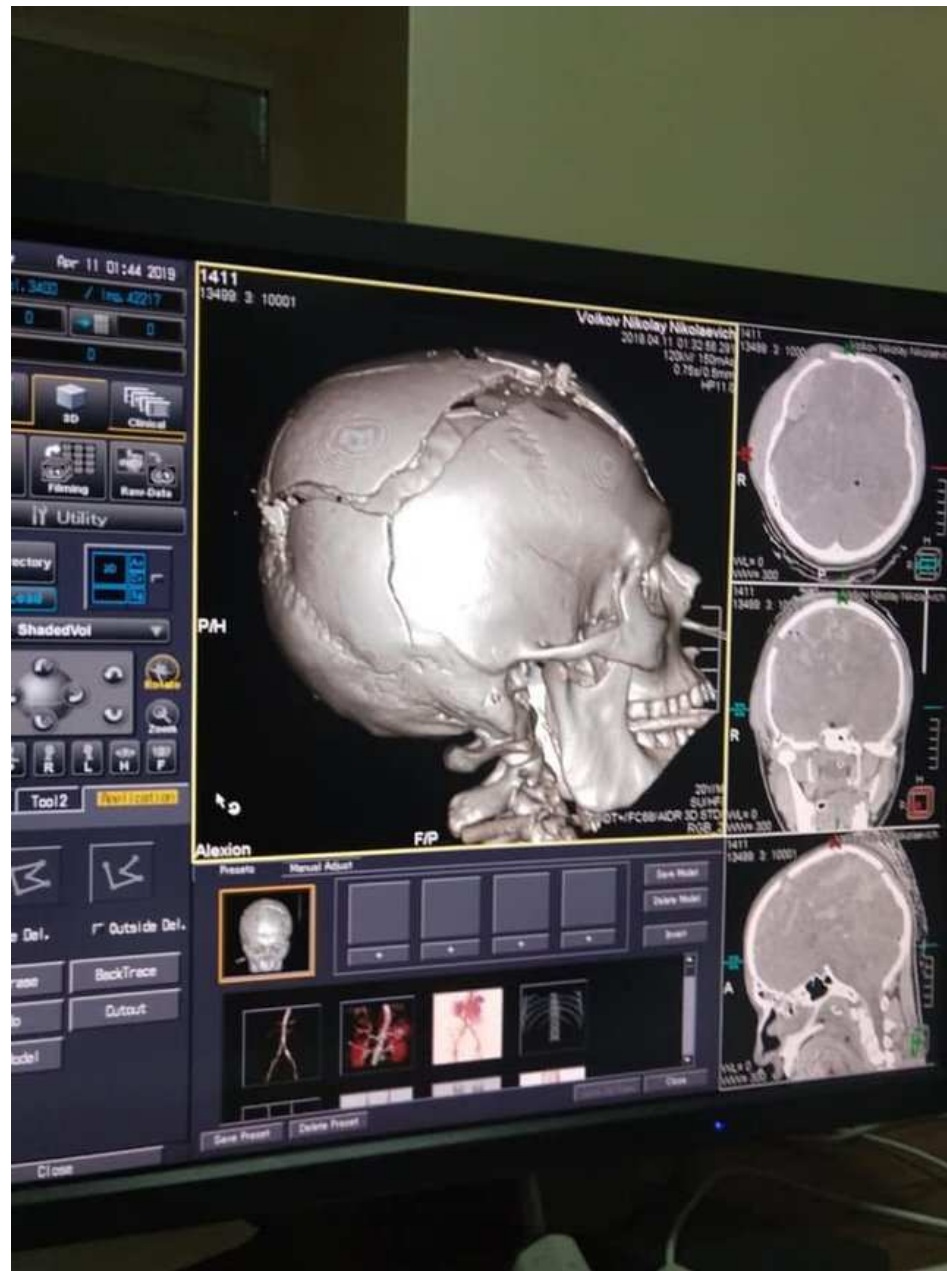
Приклади томограм



Приклади томограм



Приклади томограм



Методи томографії

Єдиної класифікації томографів і томографічних методів не існує.

Точніше говорити про **типові класифікаційні ознаки**, а саме: конструктивні особливості, можливості алгоритмічного забезпечення, характеристики томографа, фізична природа використовуваного випромінювання. Саме за останньою з цих ознак найчастіше і називають **методи томографії**:

- **рентгенівська;**
- **магніто-резонансна;**
- **емісійна;**
- **ультразвукова;**
- **оптична (оптично-когерентна).**

Методи томографії

Рентгенівська томографія (КТ) – томограф вимірює ступінь послаблення випромінювання, порівнюючи кількість фотонів на вході та виході зі зразка.

Магніто-резонансна томографія (МРТ) – фіксується ядерний магнітний резонанс, а енергія, яка поглинається при цьому, реєструється чутливим приймачем і служить основою для формування проекційних даних.

Емісійна томографія (ЕТ) – базується на вимірюванні випромінювань з тіла пацієнта, обумовлених радіоактивним розпадом.

Ультразвукова томографія – отримання двовимірних представлень різних акустичних параметрів середовища для поперечних перерізів об'єкта.

Оптична (оптично-когерентна) томографія – отримання інформації про розподіл коефіцієнта заломлення всередині досить прогорого об'єкта. Цю інформацію кодують у фазовому розподілі когерентного світлового потоку, який проходить крізь досліджуваний об'єкт.

Загальні положення

Причому, наприклад: при КТ джерело випромінювання завжди розташоване поза об'єктом, а потік випромінювання перетинає об'єкт – це **трансмісійна томографія**. А **емісійна (радіоізотопна) томографія** – це такий різновид томографії, при якому джерело випромінювання (радіоактивна речовина) може бути введена всередину досліджуваного об'єкта.

Незважаючи на відмінності методів томографії, **суть їх всіх одна:**

за сумарною інформацією, отриманою від деякого перерізу (шару) речовини, потрібно визначити локальну інформацію, а саме густину речовини у перерізі $c(x, y)$, де x, y – координати у перерізі, а потім за густинами $c_z(x, y)$, у ряді перерізів, де z – координата, перпендикулярна до перерізу, отримати (зконструювати) об'ємну густину $c(x, y, z)$.

Загальні положення

Якість томографічних зображень залежить від багатьох факторів:

- апаратного та програмного забезпечення;
- фізичних процесів, використовуваних при отриманні та збиранні даних;
- параметрів сканування;
- властивостей речовини (густини, процесів релаксації, дифузії);
- температури навколишнього середовища, перепади якої спричиняють збільшення рівня шуму на зображеннях та зниження точності вимірювань.

Доволі часто при аналізі томографічних зображень доводиться мати справу з завадами та артефактами, які можуть привести до неправильного діагнозу. Тому актуальними є методи та засоби, які дозволяють покращити якість та достовірність зображень.

Загальні положення

Використання рентгенівських трубок з малими розмірами фокуса та великою імпульсною потужністю, у поєднанні з системами реєстрації, які мають високу просторову роздільну здатність дає змогу отримати чіткі рентгенівські знімки з великою кількістю деталей.

Наприклад, традиційний рентгенівський знімок має характерний час експозиції 0,2 – 1 мс, просторова роздільна здатність 5 – 10 періодів на 1 мм, а загальна кількість елементів зображення $10^7 \dots 10^8$.

Проте рентгенографія виявилась менш ефективною при діагностиці м'яких тканин (м'язів, залоз, органів).

Причини цього такі:

- розрізнення за густиною сусідніх ділянок можливе лише за умови відмінності їхніх густин не менш, ніж на 2 % (для довідки: 20 років тому цей бар'єр становив 10...20 %). Тобто якщо сусідні ділянки відрізняються за густиною, наприклад, на 1 %, то вони виглядають нерозрізнюваними на знімку, що погіршує якість медичного діагностування. Цього рівня достатньо для зображення кісток, води, повітря, контрастної речовини, жирової тканини, але недостатньо для розрізнення м'яких тканин та діагностики їхніх уражень.
- нерозрізнюваність просторових структур, адже рентгенівський знімок є проєкційним зображенням: якщо одна ділянка затіняє іншу, то останню на знімку не видно.

Загальні положення

Переваги, наприклад, КТ (РТ) порівняно з класичною рентгенодіагностикою:

- відсутність тіньових накладень на зображенні (відсутність суперпозиції структур, розташованих на різній глибині);
- отримання зображення в аксіальній (осьовій) площині та можливість виконання 3D реконструкції і віртуальної ендоскопії (бронхоскопії, колоноскопії) та ангіографії;
- забезпечує вищий ступінь тканинного контрасту;
- дозволяє отримати кількісну інформацію про розміри, густину окремих органів і тканин та патологічних утворень, а також дозволяє визначити взаємодію патологічного утворення з навколишніми тканинами.

Ендоскопія – метод дослідження (безпосереднього огляду) слизової оболонки порожнистих органів за допомогою ендоскопа.

Бронхоскопія – метод дослідження трахеї та бронхів.

Колоноскопія – візуальне дослідження внутрішньої поверхні товстої кишки і проведення лікувальних маніпуляцій за допомогою колоноскопа.

Ангіографія – метод рентгенологічного дослідження артерій і вен введенням у них контрастної речовини.

Загальні положення

Недоліки КТ:

- при виконанні КТ (як звичайної, так і спіральної) ефективна доза опромінювання приблизно у 10 разів перевищує дозу, отриману пацієнтом при виконанні рутинної рентгенографії, що обмежує проведення дослідження вагітним та дітям;
- наявність артефактів від сторонніх тіл з високою густиною (метали, барію сульфат);
- наявність артефактів, обумовлених рухом пацієнта, дихальними рухами, перистальтикою, пульсацією серця та судин.

Показання до КТ:

- діагностика патологій головного мозку, легень, середостіння, черевної порожнини, заочеревинного простору, опорно-рухової системи тощо;
- в онкології для встановлення стадії злоякісних пухлин та контролю ефективності хіміо- та радіотерапії;
- у травматології для діагностики ушкоджень при політравмах;
- виконання віртуальної ендоскопії;
- реконструктивна ангіографія.

Загальна КТ-семіотика

КТ дозволяє визначити:

- локалізацію патологічного осередку;
- кількість, форму, контури патологічного осередку;
- структуру патологічного осередку;
- густину органів і патологічних осередків в одиницях Хаундсфілда;
- оцінити зміну густини органів і патологічних осередків в одиницях Хаундсфілда при контрастуванні в артеріальній, венозній та паренхіматозній фазах;
- оцінити зміну оточуючих тканини і органів (компресія, дислокація, інфільтрація тощо);
- оцінити стан регіонарних лімфатичних вузлів.

Семіотика – розділ медицини, що вивчає ознаки хвороб.