

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ТА ЛАБОРАТОРНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методичні рекомендації
для самостійної роботи студентів 2-го курсу навчання
медичного факультету з вибіркової дисципліни
«Інструментальні та лабораторні методи діагностики»

Електронний ресурс

Рецензенти:

Наталія Мітряєва – доктор біологічних наук, завідувачка лабораторії радіаційної онкології ДУ «Інститут медичної радіології та онкології імені С. П. Григор'єва НАМН України»;

Людмила Шерстюк – кандидат медичних наук, доцент, завідувачка кафедри загальної практики – сімейної медицини ХНУ імені В. Н. Каразіна.

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 5 від 30 січня 2025 року)*

I-72 **Інструментальні та лабораторні методи досліджень** : методичні рекомендації для самостійної роботи студентів 2-го курсу навчання медичного факультету з вибіркової дисципліни «Інструментальні та лабораторні методи діагностики» [Електронний ресурс] / уклад. С. О. Шерстюк, М. О. Іваненко. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2025. – (PDF 146 с.)

Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з дисципліни «Інструментальні та лабораторні методи діагностики» розроблені відповідно до чинної програми з інструментальним та лабораторним методам діагностики для студентів медичних факультетів університетів. Посібник призначений для роботи студентів під час підготовки до занять з курсу «Інструментальні та лабораторні методи досліджень». Теми проілюстровані малюнками та схемами, які полегшують сприйняття матеріалу та сприяють його кращому засвоєнню. Матеріали дають змогу сформувати у студентів правильне розуміння закономірностей будови та функцій організму людини. Для студентів медичного факультету.

УДК 616-072/-074(072)

© Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна, 2025

© Шерстюк С. О., Іваненко М. О., уклад., 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Тема 1. Лабораторна діагностика: різноманітні дослідження крові: загальноклінічні, біохімічні, дослідження сечі та калу; цитологічні дослідження; бактеріологічні посіви. імунологічні, токсикологічні, гормональна та алергологічна панелі, онкомаркери тощо;	11
Тема 2. Проточна цитометрія. Основа методу проточної цитометрії. Зразки для проточної цитометрії. Принцип методу. Переваги методу. Галузь застосування: Імунологія, Онкологія, Цитологія, Гематологія, Фармакологія.	68
Тема 3. Методи томографії: рентгенівська томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ), емісійна томографія (ЕТ), ультразвукова томографія, оптична (оптично-когерентна) томографія. Загальні положення, недоліки, показання. Загальна КТ-семіотика. Рентгенодіагностика, ангиографія, загальні положення, недоліки, показання.	75
Тема 4. Ультразвукова діагностика: органів та судин черевної порожнини, нирок, наднирників; органів малого тазу у жінок, сечового міхура і передміхурової залози; молочних залоз; доплерографія судин. Нейросонографія. УЗД пілоричного відділу шлунка у новонароджених.	114
Тема 5. Функціональна діагностика: ЕКГ, добовий моніторинг ЕКГ за Холтером, добовий моніторинг артеріального тиску (ДМАТ), вимірювання ЦАТ(центрального аортального тиску), спірометрія, РН-метрія та РН моніторинг, реоенцефалографія та реовазографія. Відеогастроскопія, відеоколоноскопія, відеоендоскопія ЛОР-органів, кольпоскопія.	120
Тема 6. Нанотехнології у діагностиці різних захворювань. Сучасна медицина в новітніх вимірах: трансляційна і персоналізована, таргетна та інтеграційна. Новітні знання у науковому світі.	138
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	144

ВСТУП

Інструментальні та лабораторні методи діагностики – це обстеження внутрішніх органів за допомогою різних механічних приладів. Сучасна медицина застосовує безліч методів інструментальної діагностики для установки точного діагнозу. Завдяки новітнім досягненням в області медичного обладнання та бездоганну роботу фахівців, сьогодні проводяться унікальні обстеження. Майже всі методи інструментальної діагностики безпечні, тому їх можна проводити багаторазово і без шкоди для здоров'я. Ця дисципліна покликана об'єднати наявні знання з анатомії та фізіології людини, дати найвище розуміння існування біологічної матерії, сформуванати основу лікувальної тактики в медичній практиці майбутнього лікаря.

Інструментальні та лабораторні методи досліджень

Конкретні цілі:

- Визначити загальні принципи інструментальної та лабораторної діагностики в дослідженнях;
- Аналізувати інформацію про структурно-функціональну організацію систем та органів людини;
- Визначити вагомість лабораторних методів дослідження для остаточного висновку у постановці діагнозу;
- Тракувати закономірності гомеостатичних параметрів організму на основі висновків лабораторного аналізу;
- Вивчити методи лабораторно-інструментальної діагностики, що використовуються у внутрішній медицині та їх інформаційну цінність.
- Вміти скласти план обстеження хворого при типовому перебігу найбільш поширених терапевтичних захворювань та їх ускладненнях.
- Опанувати методики лабораторно-інструментального обстеження.
- Виявляти взаємозв'язок патогенезу захворювання та його клінічних та інструментальних проявів.

- Вивчити та вміти аналізувати за даними лабораторно-інструментальних методів обстеження характер і тяжкість порушень функцій життєво-важливих органів людини на кожному етапі розвитку захворювання.
- Демонструвати володіння морально-етичними принципами ставлення до живої людини як об'єкту клінічного дослідження.
- Виконувати медичні та дослідницькі маніпуляції.

Тема 1. Лабораторна діагностика: різноманітні дослідження крові: загальноклінічні, біохімічні, дослідження сечі та калу; цитологічні дослідження; бактеріологічні посіви. імунологічні, токсикологічні, гормональна та алергологічна панелі, онкомаркери тощо;

Лабораторна діагностика для раннього виявлення хвороб або факторів ризику, що допомагають уникнути подальшого прогресування захворювання або знизити ризик його розвитку. Вміти досліджувати вплив токсичних речовин на кількісну оцінку токсинів або наркотиків у організмі, що дозволяє встановити причину захворювання або отруєння. Виявляти алергічні реакції за допомогою алергологічної панелі яка дозволяє ідентифікувати специфічні алергени, на які пацієнт може мати алергічну реакцію. Дослідження онкомаркерів у крові можуть слугувати індикаторами патологічних процесів, що відбуваються в організмі й можуть бути пов'язані з раковими захворюваннями. Лабораторна діагностика є невід'ємною частиною медичної практики, яка допомагає лікарям зробити точний діагноз, вибрати ефективний план лікування та здійснити моніторинг пацієнтів для забезпечення кращого результату лікування.

Тема 2. Проточна цитометрія. Основа методу проточної цитометрії. Зразки для проточної цитометрії. Принцип методу. Переваги методу. Галузь застосування: Імунологія, Онкологія, Цитологія, Гематологія, Фармакологія.

Проточної цитометрії ознайомлення з принципами, зокрема, як працюють лазери, як вимірюються параметри клітин та як аналізуються дані. Вивчає основні клітинні маркери, що

використовуються в проточній цитометрії, і зрозуміти їх значення для ідентифікації та класифікації різних клітинних популяцій, вміти аналізувати отримані дані з проточної цитометрії і розуміти, як інтерпретувати результати, щоб визначити характеристики клітин та їх взаємодії. Визначення практичного використання проточної цитометрії в різних галузях медицини, таких як імунологія, онкологія, гематологія, цитологія та фармакологія. Вивчення проточної цитометрії допомагає розвивати дослідницькі навички, такі як формулювання наукових питань, збір даних, аналіз результатів і підготовка наукових звітів.

Тема 3. Методи томографії: рентгенівська томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ), емісійна томографія (ЕТ), ультразвукова томографія, оптична (оптично-когерентна) томографія. Загальні положення, недоліки, показання. Загальна КТ-семіотика. Рентгенодіагностика, ангіографія, загальні положення, недоліки, показання.

Принципи роботи КТ, включаючи розподіл дози радіації, принцип роботи рентгенівського детектора та обробки даних для отримання зображень. Оволодіння анатомічною термінологією для правильного інтерпретування зображень КТ. Навчитися визначати ознаки патологічних змін на КТ-знімках, що допомагає встановити діагноз та розробити план лікування. Вивчення протоколів та процедур КТ сканування для різних діагностичних завдань та пацієнтів з різними показаннями. Вміти оцінювати якість КТ-зображень і розрізняти артефакти від реальних патологічних змін. Навчитися інтегрувати отримані знання і навички в роботі з реальними клінічними сценаріями та приймати обґрунтовані рішення щодо діагностики та лікування. Вивчення можливостей і обмежень КТ у порівнянні з іншими методами образної діагностики, такими як рентгенографія, магнітно-резонансна томографія (МРТ) тощо.

Тема 4. Ультразвукова діагностика: органів та судин черевної порожнини, нирок, наднирників; органів малого тазу у жінок, сечового міхура і передміхурової залози; молочних залоз;

доплерографія судин. Нейросонографія. УЗД пілоричного відділу шлунка у новонароджених.

Ультразвукова діагностика для розуміння принципу ультразвукової діагностики, зокрема, як працює ультразвуковий апарат, як отримувати зображення органів і тканин, та як їх інтерпретувати. Вивчення ультразвукової анатомії різних органів та систем тіла допоможе розпізнавати здорові структури і реагувати на відхилення від норми. Освоєння виявлення різних патологій, таких як пухлини, запалення, каменів та інші відхилення, дозволить розрізняти патологічні стани та допомагати у встановленні діагнозу. Вивчити зв'язок між ультразвуковими зображеннями та клінічними симптомами, що допоможе більш точно інтерпретувати отримані результати.

Тема 5. Функціональна діагностика: ЕКГ, добовий моніторинг ЕКГ за Холтером, добовий моніторинг артеріального тиску (ДМАТ), вимірювання ЦАТ(центрального аортального тиску), спірометрія, РН-метрія та РН моніторинг, реоенцефалографія та реовазографія. Відеогастроскопія, відеоколоноскопія, відеоендоскопія ЛОР-органів, кольпоскопія.

Методи функціональної діагностики, такі як ЕКГ, добовий моніторинг ЕКГ за Холтером, ДМАТ, спірометрія, РН-метрія, реоенцефалографія та інші. Зрозуміти принципи роботи кожного методу та їх застосування для різних патологічних станів. Набути практичних навичок з використання різних апаратів і обладнання для проведення діагностичних процедур, щоб навчитися розрізняти нормальні параметри в результатах досліджень від патологічних, а також знати, які зміни відбуваються в організмі під впливом різних захворювань та як їх інтерпретувати. Розвивати вміння аналізувати отримані діагностичні дані та здатність встановлювати діагнози на їх основі для забезпечення оптимальної медичної допомоги пацієнтам.

Тема 6. Нанотехнології у діагностиці різних захворювань. Сучасна медицина в новітніх вимірах: трансляційна і персоналізована, таргетна та інтеграційна. Новітні знання у науковому світі.

Вивчення нанотехнологій у діагностиці різних захворювань відкриває нові перспективи для медицини і може значно покращити діагностику та лікування різних хвороб, створюючи перші кроки до сучасної медицини в новітніх вимірах. Вивчити взаємодію наночастинок з біологічними системами, властивості наноматеріалів та їх потенційні застосування в діагностиці захворювань які дозволяють виявляти захворювання на ранніх стадіях і з високою точністю. Впровадження таргетних терапій, тобто досліджувати та розробляти методи доставлення лікарських препаратів за допомогою наночастинок для більш ефективного і точного впливу на хворобу та зниження негативних побічних ефектів. Це може збільшити ефективність лікування та знизити навантаження на пацієнтів і систему охорони здоров'я.

Теми практичних занять

№	Тема практичного заняття	Кільк. Годин
1	Лабораторна діагностика: різноманітні дослідження крові: загальноклінічні, імунологічні, токсикологічні, гормональна та алергологічна панелі, онкомаркери тощо; дослідження сечі та калу; цитологічні дослідження; бактеріологічні посіви.	5
2	Проточна цитометрія. Основа методу проточної цитометрії. Зразки для проточної цитометрії. Принцип методу. Переваги методу. Галузь застосування: Імунологія, Онкологія, Цитологія, Гематологія, Фармакологія.	5
3	Методи томографії: рентгенівська томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ), емісійна томографія (ЕТ), ультразвукова томографія, оптична (оптично-когерентна) томографія. Загальні положення, недоліки, показання. Загальна КТ-семіотика. Рентгенодіагностика, ангіографія, загальні положення, недоліки, показання.	5

4	Ультразвукова діагностика: органів та судин черевної порожнини, нирок, наднирників; органів малого тазу у жінок, сечового міхура і передміхурової залози; молочних залоз. Нейросонографія. УЗД пілоричного відділу шлунка у новонароджених.	5
5	Функціональна діагностика: ЕКГ, добовий моніторинг ЕКГ за Холтером, добовий моніторинг артеріального тиску (ДМАТ), вимірювання ЦАТ(центрального аортального тиску), спірометрія, РН метрія та РН моніторинг, реоенцефалографія та реовазографія, доплерографія судин; Відеогастроскопія, відеоколоноскопія, відеоендоскопія ЛОР-органів, кольпоскопія.	5
6	Нанотехнології у діагностиці різних захворювань. Сучасна медицина в новітніх вимірах: трансляційна і персоналізована, таргетна та інтеграційна. Новітні знання у науковому світі.	5
Разом		30

Завдання для самостійної роботи

№	Тема	Кіль-сть годин
1.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Лабораторна діагностика: різноманітні дослідження крові: загальноклінічні, імунологічні, токсикологічні, гормональна та алергологічна панелі, онкомаркери тощо; дослідження сечі та калу; цитологічні дослідження; бактеріологічні посіви». Підготовка до виступу із доповіддю про новини у науковому світі з цієї тематики.	10
2.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Проточна цитометрія. Основа методу проточної цитометрії. Зразки для проточної цитометрії. Принцип методу. Переваги методу. Галузь застосування: Імунологія, Онкологія, Цитологія, Гематологія, Фармакологія». Підготовка до виступу із доповіддю про новини у науковому світі з цієї тематики.	10
3.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових	10

	ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Методи томографії: рентгенівська томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ), емісійна томографія (ЕТ), ультразвукова томографія, оптична (оптично-когерентна) томографія. Загальні положення, недоліки, показання. Загальна КТ-семіотика. Рентгенодіагностика, ангіографія, загальні положення, недоліки, показання». Підготовка до виступу із доповіддю про новини у науковому світі з цієї тематики.	
4.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Ультразвукова діагностика: органів та судин черевної порожнини, нирок, наднирників; органів малого тазу у жінок, сечового міхура і передміхурової залози; молочних залоз. Нейросонографія. УЗД пілоричного відділу шлунка у новонароджених». Підготовка до виступу із доповіддю про новини у науковому світі з цієї тематики.	10
5.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Функціональна діагностика: ЕКГ, добовий моніторинг ЕКГ за Холтером, добовий моніторинг артеріального тиску (ДМАТ), вимірювання ЦАТ(центрального аортального тиску), спірометрія, РН метрія та РН моніторинг, реоенцефалографія та реовазографія, доплерографія судин; Відеогастроскопія, відеокOLONOSKOPIA, відеоендоскопія ЛОР-органів, кольпоскопія». Підготовка до виступу із доповіддю про новини у науковому світі з цієї тематики.	10
6.	Підготовка до проходження тестових завдань як складових ЄДКІ та USMLE RX за темою: «Нанотехнології у діагностиці різних захворювань. Сучасна медицина в новітніх вимірах: трансляційна і персоналізована, таргетна та інтеграційна. Новітні знання у науковому світі». Підготовка до виступу із доповіддю про новини у науковому світі з цієї тематики.	10
	Всього:	60

Тема 1. Лабораторна діагностика.

За останні десятиліття лабораторна діагностика зробила величезний крок уперед. Ще 20 років тому основним приладом для загального аналізу крові був світловий мікроскоп і кров на цей аналіз брали, як правило, з пальця. На дослідження 1 зразка крові лікарю потрібно близько 5-7 хвилин, клітини крові треба підрахувати і описати по морфології (зовнішнім виглядом - формою і розміром). Сучасні автоматичні гематологічні аналізатори можуть робити від 60 до 120 зразків на годину.

КЛІНІЧНИЙ АНАЛІЗ КРОВІ

Клінічний (загальний) аналіз крові – це найпоширеніший аналіз, який кожному доводилось здавати хоча б раз у житті. Саме клінічний аналіз крові призначається частіше всього на першій стадії будь-якого обстеження. Він включає у себе підрахунок кількості гемоглобіну; кількості червоних кров'яних клітин (еритроцитів); білих кров'яних клітин; лейкоцитарної формули (підраховується кожен вид лейкоцитів); кров'яних пластинок (тромбоцитів); визначення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) і т. ін.

Цей вид аналізів відображає загальні зміни, які відбуваються в організмі, незамінний у діагностиці гематологічних, інфекційних, запальних захворювань, оцінка важкості стану і ефективності проведеної терапії.

Загальний аналіз крові широко застосовується при обстеженнях багатьма лікарями для діагностики анемії, імунодефіциту, наявності вірусів і запальних процесів в організмі людини, досліджує стан судинних клітин. Деякі захворювання, при наявності інших симптомів, завдяки загальному аналізу крові підтверджуються з практично 100% імовірністю.

Клінічний аналіз крові

Знати:

- Діагностичні можливості лабораторних досліджень,
- Правила підготовки пацієнта, хворого на лабораторні дослідження,

- Правила збирання, зберігання та транспортування біологічного матеріалу для виконання лабораторних досліджень,
- Принципи методів лабораторних досліджень
- Діагностичну значимість лабораторних методів дослідження
- Можливі відхилення від норми при деяких фізіологічних та патологічних процесах.

Вміти:

- Виписувати направлення пацієнту для проведення лабораторного дослідження,
- Забезпечувати якісну підготовку пацієнта до дослідження біоматеріалу, його зберігання та транспортування матеріалу для дослідження у лабораторії,
- Давати клінічну оцінку результатів досліджень біологічного матеріалу,
- Виділяти патологічні зміни у складі та морфології біологічного матеріалу при різній патології.

Лабораторні методи дослідження крові

Забезпечення високої якості гематологічних досліджень можливе за стандартизації преаналітичного та аналітичного етапів роботи.

Преаналітичні помилки 68,2%

Аналітичні помилки 13,3%

Постаналітичні помилки 18,5%

Чинники, що впливають на показники крові

- фізичне та емоційне навантаження
- сезонні, кліматичні, метеорологічні умови
- час доби
- приймання їжі
- куріння
- вік
- стать
- активність пацієнта та становище його тіла в момент взяття крові.

Показники гемоглобіну та гематокриту у хворих у положенні лежачи знижені приблизно на 6%. Виражена діарея та блювання можуть призводити до значної дегідратації та гемоконцентрації.

Вплив добових біоритмів на показники крові

- кістковий мозок найбільш активний вранці
- селезінка та лімфовузли близько 17 – 20 годин
- максимум гемоглобіну в крові спостерігається з 11 до 13 години, а мінімум з 16 до 18 години;
- еозинофіли найнижчі вранці між 9 та 11 годинами, пік еозинофілів настає до 3 години ранку.

Дослідження крові необхідно проводити (крім екстрених випадків) в один и той же час для отримання порівняльних результатів

Взяття та підготовка матеріалу для дослідження

Взяття крові

- На точність і правильність результатів впливають техніка взяття крові, використовувані у своїй інструменти (голки, скарифікатори та інших.), пробірки, у яких здійснюється взяття, а потім відбувається зберігання і транспортування.
- Стандартизація преаналітичного етапу за рахунок використання стандартизованих комерційних витратних матеріалів для взяття, зберігання та транспортування біопроб, стандартних реактивів та діагностичних систем дозволяють суттєво підвищити достовірність та точність дослідження.

Кров для загального клінічного аналізу беруть

- з вени
- з пальця
- мочки вуха
- у новонароджених - із п'яти

Дослідження крові рекомендується проводити вранці натщесерце, до фізичного навантаження та різних діагностичних процедур, прийому лікарських препаратів, що особливо вводяться парентерально.

Венозна кров

Оптимальним способом аспірації крові є вакутейнери (вакуумні системи взяття крові):

- містять певну суворо дозовану кількість антикоагулянту та забезпечують стандартні умови аспірації всього об'єму крові,
- швидке та якісне взяття крові пацієнта,
- скорочення часу взяття крові на 30 – 50%,

- кров у пробірці не піддається гемолізу,
- однієї венопункції достатньо для відбору крові в кілька пробірок,
- відсутній безпосередній контакт медичної сестри або лаборанта з кров'ю хворого, що забезпечує профілактику вірусних інфекцій, які передаються парентеральним шляхом.

Пробірки для отримання сироватки крові

(імунохімія, біохімія, бактеріологія, визначення груп крові)

1. З активатором згортання – червона кришка (чорне або біле кільце). Внутрішні стінки пробірки покриті сухим активатором згортання (SiO – оксид кремнію) для прискорення утворення згустку крові. Час зсідання 20-30 хв.
2. З активатором згортання та розділовим олефіновим гелем – червона кришка та жовте кільце. При центрифугуванні гель формує розділовий шар між сироваткою крові та згустком.
3. З активатором згортання та гранулами розділення червона кришка і червоне кільце. Гранули з полістиролу утворюють кільце розділення між сироваткою і згустком крові при центрифугуванні.



Пробірки для отримання плазми з ЕДТА (гематологія, імунохімія, генодіагностика)

З ЕДТА (етилендіамінтетраоцтова кислота) фіолетова кришка, чорне кільце. На внутрішній стінці пробірки нанесено суха ЕДТА-К2 або мікрокраплі розчину ЕДТА-К3 у концентрації 1,2-2,0 мг сухого реагенту на 1 мл крові. ЕДТА запобігає згортанню крові шляхом блокування іонів кальцію. Пробірки можуть бути використані в автоматичних геманалізаторах без відкривання кришки.



З ЕДТА-К2 та олефіновим гелем - фіолетова кришка та жовте кільце. Гель розділяє формені елементи та сироватку крові при центрифугуванні. Пробірки використовуються для отримання сироватки при імунохімічному визначенні термочутливих аналітів (АКТГ, інсулін, С-пептид, паратгормон, гомоцистеїн н.)

Пробірки для отримання плазми з гепарином



(біохімія, імунохімія)

З гепарином – зелена кришка, чорне кільце. На внутрішню стінку пробірок нанесено сухий гепарин (Li-гепарин або Na-гепарин) у концентрації 12-30 МО на один мл крові. Гепарин перешкоджає активуванню переходу

протромбіну до тромбіну та зупиняє утворення фібрину з фібриногену.

З гепарином та олефіновим гелем – зелена кришка, жовте кільце.

Пробірки для отримання плазми крові з цитратом натрію (коагулологія)

З цитратом натрію – блакитна кришка, чорне кільце.

Пластмасові пробірки містять буферний розчин цитрату натрію (3,2% або 3,8%), який використовується як антикоагулянт для дослідження коагуляції. Цитрат натрію, пов'язуючи іони кальцію, перешкоджає згортанню крові.



Пробірки для отримання плазми крові для визначення глюкози

Пробірки з антикоагулянтом та стабілізатором глюкози – сіра кришка, чорне кільце. Як антикоагулянт використовують ЕДТА К3, оксалат К або Li-гепарин. Інгібітори гліколізу – флюорид натрію або моноіодацетат стабілізують рівень глюкози в крові на період до 24 годин.



Пробірки для отримання плазми крові для визначення ШОЕ

Пробірки з 3,8% цитратом натрію – чорна кришка та чорна кільце. Співвідношення крові та реагенту 4/1.



Венозна кров

• **Взяття крові шприцем без антикоагулянта з наступним переливанням у пробірку неприпустимо:**

- контакт крові зі стінками шприца веде до утворення агрегатів тромбоцитів
- важко дотримати точне співвідношення крові/антикоагулянт
- тиск у голці збільшує ймовірність гемолізу та розбризкування крові

- порушення цілісності та стерильності проби
- ймовірність інфікування персоналу

Капілярна кров

• Для гематологічних досліджень капілярну кров рекомендується брати у таких випадках:

- при опіках
- дрібні або важкодоступні вени
- виражене ожиріння
- схильність до венозного тромбозу
- у новонароджених

• ЕДТА-переважний антикоагулянт при підрахунку формених елементів крові з використанням автоматичних гематологічних аналізаторів. Концентрація ЕДТА у взятій крові має бути постійною і складати 1,5 - 2,2 мг/мл крові (наприклад, для отримання співвідношення 1,5 мг/мл у пробірку, розраховану на 2 мл крові, наливають 0,04 мл 7,5 % розчину К2ЕДТА або К3ЕДТА). Недолік антикоагулянту призводить до мікрозгортання крові та утворення згустку, надлишок – є причиною зростання осмотичного тиску крові та зморщування клітин. У деяких пацієнтів може спостерігатися невелика спонтанна агрегація тромбоцитів або рідше так звана ЕДТАзалежна псевдотромбоцитопенія (імунного характеру). Використання Na_2EDTA не рекомендується внаслідок його поганої розчинності у крові.

• Гепарин-найкращий антикоагулянт для визначення осмотичної резистентності еритроцитів та функціональних досліджень лейкоцитів включаючи ряд тестів з імунологічними маркерами. Особливістю дії цього антикоагулянту є здатність максимально запобігати гемолізу. Мазки, приготовлені з гепаринізованої крові та забарвлені за Романовським, мають блакитнувате тло.

• Цитрат натрію-антикоагулянт вибору при дослідженнях системи згортання крові та функції тромбоцитів.

Застосування антикоагулянтів гепарину або цитрату натрію супроводжується змінами в структурі клітин і тому не рекомендується для дослідження морфології клітин крові, крім того, гепарин не запобігає агрегації клітин, тому його недоцільно використовувати при підрахунку лейкоцитів і тромбоцитів.

Доставка, зберігання та підготовка проб до дослідження

- Дослідження крові необхідно проводити безпосередньо після взяття (виключається можливість спонтанної агрегації тромбоцитів), або через 25 хвилин (час, необхідний для адаптації тромбоцитів до антикоагулянта) і не пізніше 6 годин після взяття крові.
- При необхідності проведення відстроченого аналізу (транспортування на віддалені відстані, технічна несправність приладу тощо), проби крові зберігають у холодильнику (4° - 8° С) та досліджують протягом 24 годин. *Кров не можна заморозувати.*
- Дослідження крові на приладі проводиться за кімнатної температури. Кров, що зберігалася у холодильнику, необхідно зігріти до кімнатної температури, так як при низькій температурі збільшується в'язкість крові, і формені елементи мають тенденцію до склеювання, що, в свою чергу, призводить до порушення перемішування та неповного лізису. Дослідження холодної крові може бути причиною флагування при тричленному диференціюванні лейкоцитів внаслідок стиснення лейкоцитарної гістограми.
- При виконанні гематологічних досліджень на значній відстані від місця взяття крові неминуче виникають проблеми, пов'язані з несприятливими умовами транспортування. Вплив механічних факторів (тряска, вібрація, перемішування тощо), порушення температурного режиму, ймовірність протоки та забруднення проб можуть впливати на якість аналізів.
- Для усунення цих причин під час перевезення пробірок з кров'ю рекомендується використовувати герметично закриті пластикові пробірки спеціальні транспортні ізотермічні контейнери

Клінічний аналіз крові включає визначення

- гемоглобіну
- еритроцитів
- лейкоцитів
- підрахунок лейкоцитарної формули
- визначення швидкості осідання еритроцитів
- тромбоцитів.

Показник аналізу	Норма
Гемоглобін	Чоловіки: 130-170 г/л
	Жінки: 120-150 г/л
Кількість еритроцитів	Чоловіки: $4,0-5,0 \cdot 10^{12}/л$
	Жінки: $3,5-4,7 \cdot 10^{12}/л$
Кількість лейкоцитів	У межах $4,0-9,0 \cdot 10^9/л$
Гематокрит	Чоловіки: 42-50%
	Жінки: 38-47%
Середній обсяг еритроциту	У межах $86-98 \text{ мкм}^3$
Лейкоцитарна формула	Нейтрофіли: •Сегментоядерні форми 47-72% •Паличкоядерні форми 1-6% Лімфоцити: 19-37% Моноцити: 3-11% Еозинофіли: 0,5-5% Базофіли: 0-1%
Кількість тромбоцитів	У межах $180-320 \cdot 10^9/л$
Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ)	Чоловіки: 3 – 10 мм/год
	Жінки: 5 - 15 мм/год

У нормі концентрація гемоглобіну у жінок - 120 - 140 г/л, у чоловіків – 130 – 160 г/л.

Причини підвищення гемоглобіну

- Зневоднення (зниження споживання рідини, рясне потіння, порушення роботи нирок, цукровий діабет, нецукровий діабет, рвота або діарея, застосування сечогінних препаратів),
- Вроджені вади серця або легені,
- Легенева або серцева недостатність
- Захворювання нирок (стеноз ниркової артерії, доброякісні пухлини нирки)
- Захворювання органів кровотворення (еритремія).

Низький гемоглобін - причини

- Анемія
- Лейкози
- Вроджені захворювання крові (серповидноклітинна анемія, таласемія)
- Нестача заліза
- Нестача вітамінів
- Виснаження організму
- Крововтрата

Чинники, що впливають на правильність визначення числа еритроцитів:

- Підготовка пацієнта
- Порушення у технології забору крові
- високий лейкоцитоз
- гігантські тромбоцити
- аглютинація еритроцитів
- кріоглобулінемія
- мікроцитоз

Джерелами помилок при підрахунку еритроцитів у лічильній камері є:

- Неточне взяття крові на піпетку.
- Утворення згустку, що поглинає частину клітин та знижує результат дослідження.
- Недостатнє перемішування вмісту пробірки перед заповненням камери.
- Неправильна підготовка камери: недостатнє притирання покривного скла; нерівномірне заповнення камери, утворення бульбашок повітря.

- Підрахунок еритроцитів відразу після заповнення камери, не вичікуючи 1 хвилину.
- Підрахунок меншої, ніж потрібно за методикою, кількості квадратів.
- Погано вимиті камера, пробірки, піпетка, капіляр для взяття крові; недостатньо просушені пробірки та піпетки.
- Використання недоброякісного розчину, що розводить

КІЛЬКІСТЬ ЕРИТРОЦИТІВ (RBC) залежно від віку

новонароджені $5 - 7 \times 10^{12}/л$

1 місяць $4,5 - 5,3 \cdot 10^{12}/л$

3 місяці $3,8 - 4,6 \cdot 10^{12}/л$

6 місяців $3,8 - 4,6 \cdot 10^{12}/л$

12 місяців $3,9 - 4,7 \cdot 10^{12}/л$

до 6 років $3,66 - 5,08 \cdot 10^{12}/л$

> 6 років (хлопчики) $4 - 5,12 \cdot 10^{12}/л$

> 6 років (дівчинки) $3,99 - 4,41 \cdot 10^{12}/л$

Морфологічні особливості еритроцитів при патології

Анізоцитоз – еритроцити різноманітної величини:

Нормоцит – діаметр 7,1 -7,9 мкм

Мікроцит – діаметр < 6.5 мкм – мікроцитоз

Макроцит – діаметр > 8 мкм – макроцитоз

Мегалоцит – діаметр > 12 мкм

Шизоцити (відірвані частки еритроцитів) – діаметр 2-3 мкм

Мікросфероцит – зменшення діаметра та збільшення товщини

Пойкілоцитоз – зміна форми еритроцитів:

Овалоцит – еритроцит овальної форми

Акантоцити – еритроцит зірчастої форми

Стоматоцити – еритроцит із центральним просвітленням у вигляді «напівмісяця»

Дрепаноцити – серпоподібна форма еритроцитів

Гіпохромія – зниження вмісту Нв в окремих еритроцитах

Гіперхромія – Збільшення товщини еритроциту, без підвищення насичення їх Нв

Поліхроматофілія – Недостатнє накопичення Нв в еритроцитах з залишком базофільної субстанції

Клінічне значення еритроцитозу

Еритроцитоз-збільшення кількості еритроцитів у крові (понад $5,0 \times 10^{12}/\text{л}$), можливо:

1. реактивний (вторинний чи симптоматичний)
2. пухлинний (первинний).

Клініко-діагностичне значення еритроцитозу

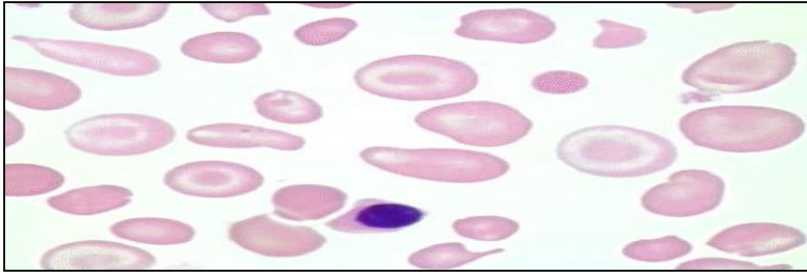
Еритроцитоз вторинні (реактивні, відносні) розвивається внаслідок гіперпродукції еритропоетину у відповідь на тканинну гіпоксію, причини якої можуть бути різні (хронічні обструктивні захворювання легень, уроджені вади серця); пухлини (рак нирок, надниркових залоз, гепатома, аденома та кіста гіпофіза); полікістоз нирок, стеноз ниркових артерій, гідронефроз тощо.

Розвиваються в осіб із надмірною масою тіла, артеріальною гіпертонією та неврастенією, при постійному прийомі діуретиків; у постінфарктному періоді у хворих на ІХС; при підвищенні в крові рівня окису вуглецю у курців, тривалої адинамії, зокрема у космонавтів. Еритроцитоз, як правило, не досягає дуже високих цифр та супроводжується невеликим ретикулоцитозом. У осіб, які перебувають в умовах високогір'я або тривалого періоду адинамії, можлива поява гіпохромії, невеликого анізоцитозу та мішенеподібних еритроцитів.

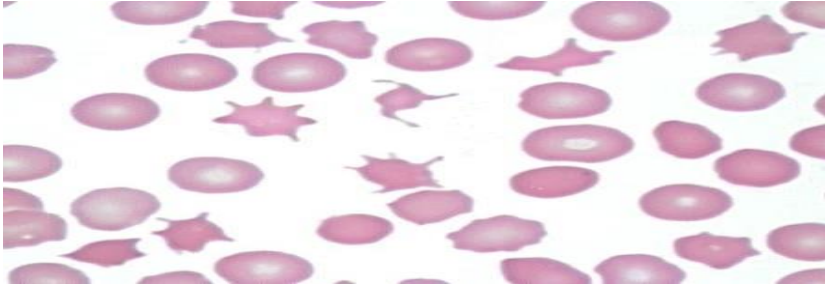
Клініко-діагностичне значення еритроцитопенії

Еритроцитопенія - зниження числа еритроцитів (менше $4,0 \times 10^{12}/\text{л}$) в одиниці об'єму крові. Еритроцитопенія може розвинути внаслідок: крововтрати, порушеного кровотворення (апластичні анемії), підвищеного гемолізу еритроцитів (еритроцитопатії, ензімопатії, гемоглобінопатії); радіаційного опромінення; захворювань печінки, нирок; гіперспленічного синдрому; дефіциту гемопоетичних факторів (залізо, вітамін В₁₂, фолієва кислота); гіпергідратації зі збільшенням обсягу циркулюючої плазми; інфекціях, насамперед, хронічних (туберкульоз).

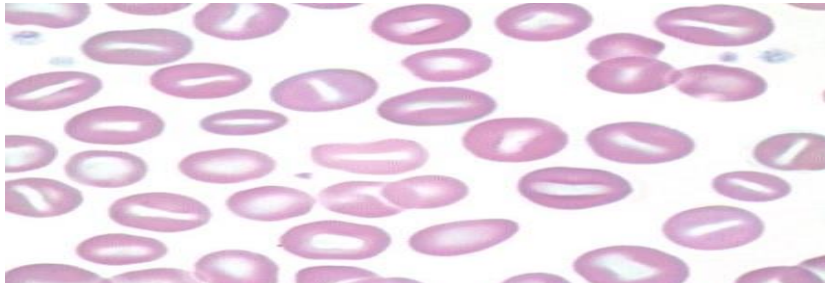
Таласемія (мішенеподібні еритроцити, анізо-, пойкилоцитоз)



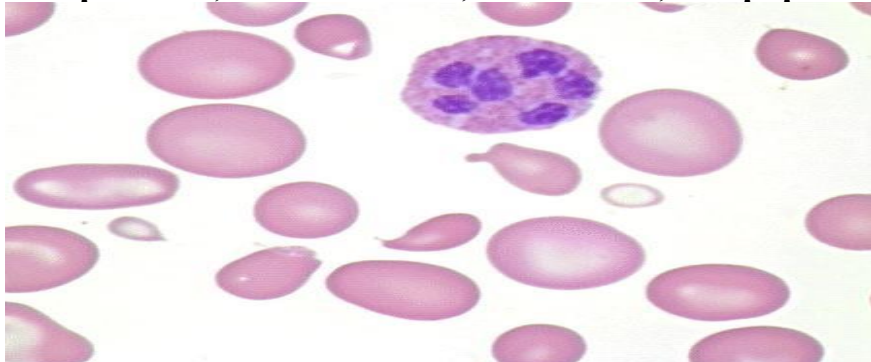
Акантоцитоз



Спадковий стоматоцитоз



Макроцитоз, пойкилоцитоз, анізоцитоз, гіперхромія



Гематокрит (показник гематокриту)

- Гематокрит (HCT, Ht-hematocrit, гематокритна величина) відображає частку об'єму крові, яку займає еритроцитами; виражається у відсотках або у вигляді індексу у системі СІ (л/л).
- Найбільш поширений спосіб центрифугування зразка крові з додаванням антикоагулянту у стандартному капілярі з використанням гематокритних центрифуг та вимірювання висоти стовпчика еритроцитів. Найбільш зручні у використанні комерційні гепаринізовані та негепаринізовані гематокритні капіляри (Deltalab) стандартів 75 мм, 70 мм та 30 мм.
- У більшості гематологічних аналізаторів передбачено визначення гематокриту.

Клініко-діагностичне значення визначення гематокритної величини

- Показник гематокриту широко використовують для судження про ступінь анемії, при якій зазвичай відзначається його зниження, іноді до значних цифр (20 - 25%). Зменшення гематокритних величин при анемії відбувається паралельно зі зменшенням кількості еритроцитів та їх розмірів.
- Підвищення гематокритної величини (55 - 65%) характерне для еритремії, менш різке збільшення (50 - 55%) спостерігається при симптоматичних еритроцитозах, супутніх вроджених вад серця, легеневої недостатності, деяким гемоглобінопатіям.
- **Колірний показник** відбиває відносний вміст гемоглобіну в еритроциті. Підвищення середнього вмісту гемоглобіну в одному еритроциті, а отже, і колірного показника вище 1,05 (гіперхромія еритроцитів), обумовлено збільшенням обсягу еритроцитів і має місце при В₁₂ фолієводефіцитній анемії
- Гіпохромія еритроцитів, тобто зниження вмісту гемоглобіну в еритроцитах (показник нижче 0,85) є показником недостатньої насиченості еритроцитів гемоглобіном і має місце при залізодефіцитних і залізорефрактерних анеміях.
- Нормохромія (нормальний колірний показник) визначається у здорових осіб, але може зустрічатися і при деяких анеміях (нормохромні анемії – гостра постгеморагічна, гемолітична, гіпотапластична, метапластична).

- **Середній зміст Hb в одному еритроциті (MCH-mean cell hemoglobin)** обчислюють за формулою:

$$\text{MCH} = \frac{\text{Hb(г/л)}}{\text{число еритроцитів (млн/мкл)}}$$

- Результат виражають у пікограмах (1 пікограм = 10^{-12} г). Середній вміст Hb в одному еритроциті коливається від 27 до 31 пг.
- **Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті (MCHC-mean cell hemoglobin concentration)** обчислюється шляхом поділу концентрації гемоглобіну в г/100 мл на гематокрит та множення на 100.

$$\text{MCHC} = \frac{\text{Гемоглобін (г/л)}}{\text{Гематокрит (\%)}} \times 100 \text{ (г/мл)}$$

- MCHC відбиває насичення еритроциту гемоглобіном і в нормі становить 30-38г/мл. На відміну від MCH MCHC не залежить від об'єму клітин і є чутливим тестом при порушеннях процесу гемоглобіноутворення.
- **Середній обсяг клітини (MCV-mean cell volume)** - може бути підрахований шляхом поділу гематокриту (об'єму еритроцитів) на кількість червоних кров'яних тілець в одиниці об'єму. $\text{MCV} = \text{Hct/RBC}$, вимірюється у фемтолітрах (фл). MCV є об'єктивнішим параметром, ніж візуальна оцінка діаметра еритроцитів. Нормальна величина цього показника становить 80-95 фл.

Причини підвищення MCV:

- дефіцит фолієвої кислоти
- дефіцит вітаміну B12
- ретикулоцитоз (гостра крововтрата, гемолітична анемія)
- цирози печінки
- хронічний алкоголізм
- до рідкісних причин відносяться злоякісні новоутворення, мікседема, апластична анемія

Причини зниження MCV:

- хронічний дефіцит заліза
- альфа - і бета-таласемія

– анемія при хронічних захворюваннях (уремія, ревматичні хвороби, тяжкі хронічні інфекції тощо)

Причини підвищення МСНС:

- Сфероцитоз
- Внутрішньосудинний гемоліз (вільний Нв у плазмі) □□Високі титри холодних аглютининів

Причини зниження МСНС:

- Хронічний дефіцит заліза
- Анемія при хронічних захворюваннях

Розрахувати кольоровий показник

Нв – 96г/л, RBC-4,32x10¹²/л (жінка)

Нв –146г/л, RBC-4,8x10¹²/л (чоловік)

Нв –82г/л, RBC-3,5x10¹²/л (жінка)

Нв –135г/л, RBC-4,7x10¹²/л (чоловік)

Чинники, що впливають на правильність дослідження лейкоцитів

- кріоглобулінемія
- парапротеїнемія
- нормобласти
- агрегати тромбоцитів
- нелізовані еритроцити
- тривале зберігання крові при кімнатній температурі

Визначення кількості лейкоцитів у лічильній камері.

Що ж являє собою камера Горяєва - це товсте предметне скло з заглибленнями, розкреслений на 225 квадратів, 25 з яких розграфлена ще на 16 малих квадратів. У маленьких квадратах рахували еритроцити, у великих - лейкоцити. Була формула, згідно з якою перераховували кількість клітин на обсяг з урахуванням розведення зразка. Підрахунок лейкоцитів під мікроскопом проводять після лізування еритроцитів у 100 великих квадратах лічильної сітки та перераховують на 1 л крові, виходячи з об'єму квадратів та розведення крові. Підрахунок лейкоцитів має бути зроблений протягом 2-4 годин після взяття крові.

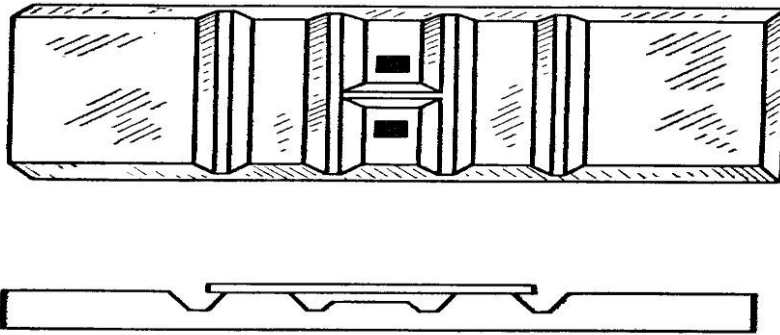


Рис. 1. Камера Горяєва.

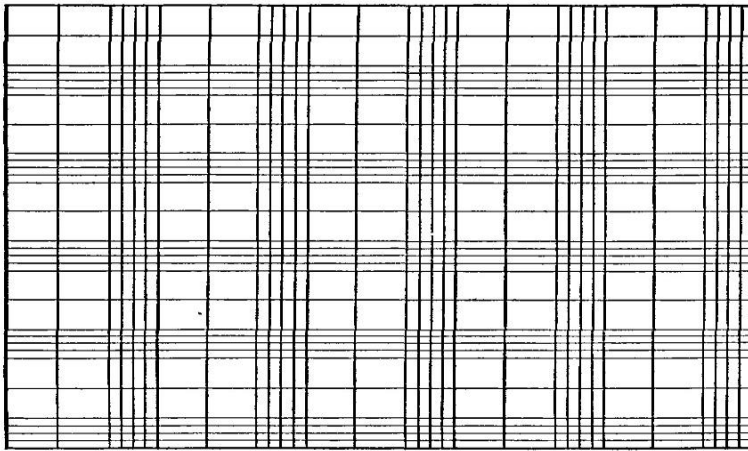


Рис. 2. Сітка Горяєва.

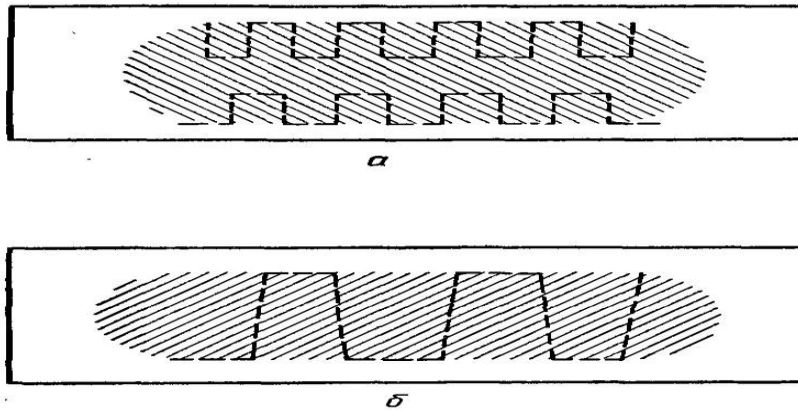


Рис. 3. Техніка підрахунку лейкоцитарної формули.

Основні джерела помилок при підрахунку лейкоцитів у камері:

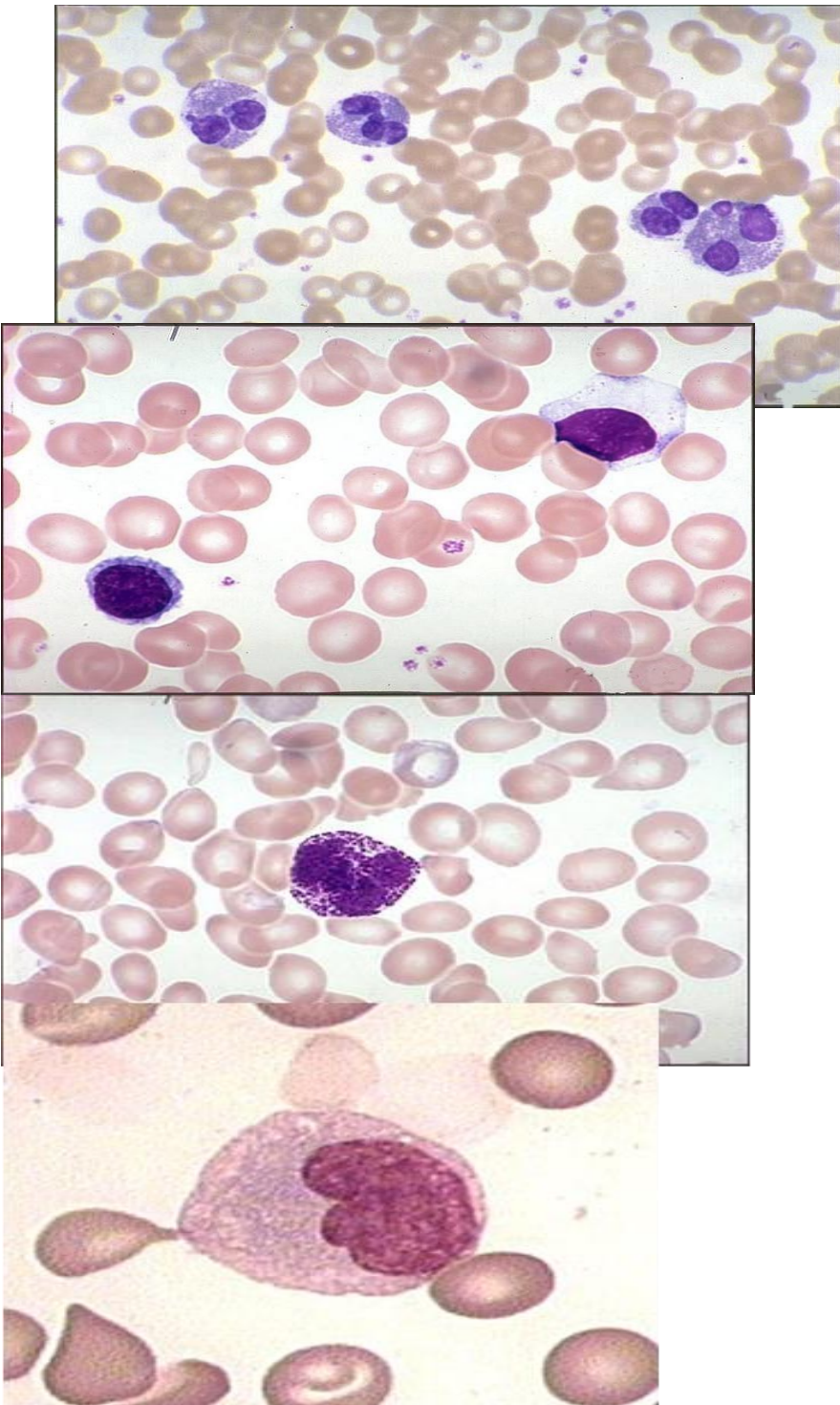
- Неправильне співвідношення об'ємів крові та оцтової кислоти, взятих у пробірку.
- Неправильно підготовлений розчин оцтової кислоти (при концентрації більшій ніж 5% частина лейкоцитів може лізуватися, що призведе до зниження результату).
- Тривале знаходження проби при температурі вище 28°C, що може прискорити лізис лейкоцитів у зразку та призвести до зниження результату.
- Неправильне наповнення камери Горяєва. Як і при підрахунку еритроцитів, камеру необхідно залишати на 1 хвилину для осідання клітин.
- Недостатньо добре відмита після попереднього визначення камера Горяєва. Лейкоцити, що залишилися в камері, можуть завищувати результати

Морфологія базофілів, моноцитів, еозинофілів, лімфоцитів

Морфологічне дослідження мазків крові

Техніка приготування мазка на предметному склі

- Використовується чисте предметне знежирене скло бажано товщиною 1 мм (фірма «Гем»).
- Крапля крові міститься в середині скла в 1-2 см від одного з кінців.
- Шліфоване скло, яким буде зроблено мазок, ставлять на предметне скло під кутом 30-45 градусів на 1-2 мм перед краплею і рухають його трохи назад, щоб скло стикнулося з краплею крові і крапля розтеклася по кутку між двома стеклами.
- Далі швидко проводять рух вперед предметним шліфованим склом, яке має бути вже предметним або спеціальним пластиковим шпателем (фірма "Гем", «А/О ЮНІМЕД»), що дозволяє отримати моношаровий мазок практично на всій його протязі.
- Мазок повинен мати довжину 3-4 см. Не слід сильно натискати на скло, тому що при цьому травмуються формені елементи крові.
- Мазки висушують на повітрі та маркують.



Забарвлення мазків крові

Найчастіше застосовують забарвлення

- по Романівському
- по Нохту
- по Паппенгейму-Крюкову

Існують автоматичні пристрої для приготування та фарбування мазків, які дозволяють стандартизувати умови та підвищити якість препаратів.

- В даний час пропонується широкий спектр високоякісних барвників (фірма "Гем", НВФ "Абріс +"), зручні у застосуванні та дають хороші результати при фарбуванні мазків. Можна використовувати набори для швидкого фарбування мазків крові протягом 20-30 секунд (фірма "Гем").

- Автоматична фіксація та фарбування мазків може бути здійснена за допомогою спеціальних пристроїв: "Гема-Тек" (США), "ПОМК-1" (Росія), в які завантажують нефіксовані мазки. Подальше автоматичне дозування фіксатора-барвника та буферних розчинів забезпечує стандартне та рівномірне забарвлення мазків.

Дослідження мазка крові.

- Забарвлений препарат крові повинен спочатку бути переглянутий за допомогою імерсійного об'єктива (90x) та окуляра 7x або 10x. Використання ЮОx збільшення дозволяє оцінити відповідний клітинний розподіл, орієнтовну кількість лейкоцитів у мазку. При дослідженні еритроцитів важливо виявити відхилення у їх розмірі, формі, ступені насичення та розподілі гемоглобіну, а також наявність включень. Потім оцінюється число та морфологія тромбоцитів, а також морфологія та диференціальний підрахунок лейкоцитів.

- ***Диференціальний підрахунок лейкоцитів***

- Підрахунок лейкоцитарної формули полягає в реєстрації всіх лейкоцитів, що зустрічаються в полі зору, окремо за їх приналежністю до тих чи інших паростків.

- У мазку крові розподіл формених елементів відбувається нерівномірно, оскільки лейкоцити різняться за своїми фізичними властивостями (розміри, питома маса, пружність тощо.). По краях препарату найчастіше зустрічаються нейтрофіли, моноцити, еозинофіли, у середині – лімфоцити. Тому пересувати скло треба у

певному порядку. Вважають кілька полів зору вздовж краю, потім повертаються до центру тощо по зубчастій траєкторії.

- При підрахунку лейкоцитарної формули використовують клавійні лабораторні лічильники. Підраховують 100 клітин з наступним виведенням відсоткового, а за необхідності абсолютної кількості клітин, виходячи із загальної кількості лейкоцитів. У разі патології аналізують не менше 200 клітин, при цьому особливу увагу звертають на якісні зміни в еритроцитах, тромбоцитах та морфології лейкоцитів.

Види лейкоцитів, норма

Нейтрофіли	Сегментоядерні форми 47- 72%
	Паличкоядерні форми 1-6%
Еозинофіли	0,5-5%
Базофіли	0-1%
Моноцити	3-11%
Лімфоцити	19-37%

Нейтрофіли

Зрілі форми – сегментоядерні нейтрофіли.

Незрілі форми – паличкоядерні. У нормі кількість паличкоядерних нейтрофілів мінімальна (1-3% від загальної кількості).

нейтрофілія.

Причини підвищення рівня нейтрофілів

1. Інфекційні захворювання (ангіна, синусит, кишкова інфекція, бронхіт, пневмонія).
2. Інфекційні процеси – абсцес, флегмона, гангрена, травматичні ушкодження м'яких тканин, остеомієліт.
3. Запальні захворювання внутрішніх органів: панкреатит, перитоніт, тиреоїдит, артрит.
4. Інфаркт (інфаркт серця, нирки, селезінки).

5. Хронічні порушення обміну речовин: цукровий діабет, уремія, еклампсія.
6. Ракові пухлини.
7. Застосування імуностимулюючих препаратів, щеплення.

Нейтропенія

Причини зниження рівня нейтрофілів

Інфекційні захворювання: черевний тиф, бруцельоз, грип, кір, вітряна віспа (вітрянка), вірусний гепатит, краснуха).

Захворювання крові (апластична анемія, гострий лейкоз).

Спадкова нейтропенія.

Високий рівень гормонів щитовидної залози (тиреотоксикоз).

Наслідки хіміотерапії.

Наслідки радіотерапії.

Застосування антибактеріальних, протизапальних, противірусних препаратів.

Зсув лейкоцитарної формули вліво

Це означає, що в крові з'являються молоді, «незрілі» (палочкоядерні) нейтрофіли, які у нормі присутні лише у кістковому мозку, але з крові.

Спостерігається при легкому та тяжкому перебігу інфекційних та запальних процесів: ангіна, малярія, апендицит, дифтерія, пневмонія, скарлатина, висипний тиф, сепсис, інтоксикація, гостра крововтрата.

Зсув лейкоцитарної формули праворуч

Збільшення кількості "старих" нейтрофілів (сегментоядерних).

1. у здорових людей, які мешкають на територіях, забруднених радіаційними відходами.
2. при В12 - дефіцитної анемії,
3. при нестачі фолієвої кислоти, 4. у людей з хронічною хворобою легень або з обструктивними бронхітами.

Причини підвищення еозинофілів крові

- Алергія (бронхіальна астма, харчова алергія, алергія на пилок та інші алергії, atopічний дерматит, алергічний риніт, лікарська алергія).
- Паразитарні захворювання – кишкові паразити (лямбліоз, аскаридоз, ентеробіоз, опісторхоз, ехінокоз)
- Інфекційні захворювання (скарлатина, туберкульоз, мононуклеоз, венеричні захворювання)
- Ракові пухлини

- Захворювання кровотворної системи (лейкози, лімфома, лімфогранулематоз)
- Ревматичні захворювання (ревматоїдний артрит, вузликівий періартеріїт, склеродермія)

Причини підвищення базофілів крові

- хронічний мієлолейкоз
- зниження рівня гормонів щитовидної залози гіпотиреоз
- вітряна віспа
- алергія харчова та лікарська
- нефроз
- гемолітична анемія
- стан після видалення селезінки
- хвороба Ходжкіна
- лікування гормональними препаратами (естрогенами, препаратами, що знижують активність щитовидної залози)
- язвений коліт

Причини підвищення моноцитів крові

- Інфекції викликані вірусами, грибками, паразитами та найпростішими.
- Відновлювальний період після гострого запального процесу.
- Специфічні захворювання: туберкульоз, сифіліс, саркоїдоз, неспецифічний виразковий коліт, бруцельоз.
- Ревматичні захворювання - системний червоний вовчак, ревматоїдний артрит, вузликівий періартеріїт.
- Хвороби кровотворної системи: гострий лейкоз, мієломна хвороба, лімфогранулематоз.
- Отруєння фосфором, тетрахлоретан.

Моноцитопенія

- апластична анемія
- волосатоклітинний лейкоз
- гнійні поразки (абсцеси, флегмони, остеомієліт)
- пологи
- після хірургічної операції
- прийом стероїдних препаратів (дексаметазон, преднізолон)

Лімфоцитоз

- Вірусні інфекції: інфекційний моноклеоз, вірусний гепатит, цитомегаловірусна інфекція, герпетична інфекція, краснуха, ГРВІ.
- Токсоплазмоз
- Захворювання системи крові: гострий лімфолейкоз, хронічний лімфолейкоз, лімфосаркома, хвороба важких ланцюгів – хвороба Франкліна;
- Отруєння тетрахлоретаном, свинцем, миш'яком, дисульфідом вуглецю
- Застосування препаратів: леводопа, фенітоїн, вальпроєва кислота, наркотичні знеболювальні.
- Лейкоз.

Лімфопенія

- Туберкульоз
- Лімфогранулематоз
- Системна червона вовчанка
- Апластична анемія
- Ниркова недостатність
- термінальна стадія онкологічних захворювань;
- СНІД
- Радіотерапія;
- Хіміотерапія
- Застосування глюкокортикоїдів

Лейкоцитоз

Лейкоцитоз може бути:

нейтрофільний, еозинофільний, моноцитарний, лімфоцитарний, рідко внаслідок збільшення іншого виду клітин.

Причини лейкоцитозу

- лейкоцитоз може бути абсолютним та відносним,
- відносний або перерозподільний лейкоцитоз виникає внаслідок судинних реакцій з виселенням лейкоцитів із кров'яних депо,
- травний (особливо після білкової їжі),
- міогенний після м'язової роботи або внаслідок судом,
- симпатико-вегетативних впливів - гарячі та холодні ванни, емоційний фактор, вагітність (змішаний характер лейкоцитозу)

Причини абсолютного лейкоцитозу

- Абсолютний лейкоцитоз може бути *функціональним і органічним*

- **Функціональний** лейкоцитоз виникає внаслідок стимуляції лейкопоетичної функції кровотворних органів внаслідок дії специфічних збудників та факторів запалення, носить тимчасовий характер

- Гострі інфекційні процеси (крім черевного тифу, бруцельозу, більшості вірусних інфекцій)

- Запальні захворювання (пневмонія, плеврит та ін.)

- Гнійні процеси (сепсис, рожа, менінгіт та ін)

- Вплив різних медикаментів – кортикостероїдні препарати, інтерлейкіни, вакцини та сироватки.

- Ендогенні інтоксикації – інфаркт міокарда, великі опіки, Злоякісні пухлини, уремія

- Екзогенні інтоксикації – миш'як, нітробензол, чадний газ та ін.

- Вплив іонізуючої радіації

- Значні крововтрати (особливо крововиливи в замкнуті порожнини)

- Шокові, післяопераційні стани, епілепсія.

- **Органічний** лейкоцитоз-гострі та хронічні гемобластози

Причини лейкопенії

- **функціональні**

- Нейро-вегетативні впливи (переважання тону парасимпатичної нервової системи, голодування, астноневротичний синдром, під час глибокого сну, у старих та виснажених осіб)

- Бактеріальні інфекції (черевний тиф, бруцельоз, затяжний септичний ендокардит)

- Вірусні інфекції – грип, кір, краснуха, вірусний гепатит,

- Спленомегалія

- Системна червона вовчанка

- **органічні**

- Агранулоцитоз

- Гіпо- та апластичні стани

- Деякі гемобластози

- Вплив іонізуючої радіації

Тромбоцитоз

- видалення селезінки
- запальні процеси (загострення ревматизму, остеомиєліт, туберкульоз, абсцес)
- різні види анемії (після крововтрати, залізодефіцитна, гемолітична)
- після хірургічної операції
- рак різної локалізації
- фізична перевтома
- еритремія

Тромбоцитопенія

- уроджені захворювання крові (гемофілії)
- ідіопатична аутоїмуна тромбоцитопенічна пурпура
- лікарська тромбоцитопенія
- системна червона вовчанка
- інфекції (вірусні та бактеріальні інфекції, рикетсіоз, малярія, токсоплазмоз)
- апластична анемія
- пароксизмальна нічна гемоглобінурія
- аутоїмуна гемолітична анемія та тромбоцитопенія
- ДВС-синдром (дисемінованого внутрішньосудинного згортання)
- Переливання крові
- У дітей, народжених недоношеними
- при гемолітичній хворобі новонароджених
- серцева недостатність
- тромбоз ниркових вен

Сучасні технології гематологічного аналізу

В даний час для підрахунку та аналізу клітин крові використовують гематологічні аналізатори різного рівня складності.

Перевага сучасних технологій підрахунку та оцінки формених елементів крові:

- висока продуктивність (до 100-120 проб на годину),
- невеликий об'єм крові для аналізу (12-150 мкл)
- аналіз великого масиву (десятки тисяч) клітин
- визначення з високою точністю та відтворюваністю 20 і більше параметрів одночасно

- графічне уявлення результатів досліджень (гістограми, скетограми).

Підготовка та проведення досліджень на гематологічних аналізаторах

- При виконанні аналізу на гематологічному аналізаторі переважно використовувати венозну кров. Взяття венозної крові краще здійснювати, застосовуючи спеціальні одноразові системи з ЕДТА – «МОНОВЕТ». Це гарантує відсутність у зразку сторонніх домішок, а наявність антикоагулянту в оптимальній концентрації запобігає утворенню фібринових згустків та агрегації тромбоцитів.
- При взятті капілярної крові оптимально використовувати пробірки з ЕДТА - «МІКРОВІТ». Нанесений на внутрішню поверхню пробірки порошок дрібнодисперсний ЕДТА швидко розчиняється в крові і надійно блокує процеси згортання крові і активації тромбоцитів.
- Не слід використовувати пробірки з випареним розчином ЕДТА. При випаровуванні розчину на дні пробірки утворюються великі кристали ЕДТА, які дуже повільно розчиняються у крові. Це може спричинити утворення фібринових ниток у верхній частині проби крові.
- Цілісна кров має високу в'язкість і тому важко перемішується. Перед початком вимірювання *цільну кров слід перемішувати плавним перевертанням та обертанням пробірки протягом не менше 2 хвилин.* Для цього краще використовувати спеціальний гематологічний шейкер.
- *При ручному перемішуванні цільної крові не припустимі різкі струшують рухи,* оскільки вони призводять до механічного лізису еритроцитів.
- *Для дезінфекції подушечки пальця перед взяттям крові та висушування носика пробірки слід використовувати спеціальні безворсові серветки.* Пам'ятайте, що застосування ватних тампонів та інших волокнистих матеріалів подібного роду призводить до засмічення волокнами датчика підрахунку клітин та гемоглобінової камери (для цього достатньо навіть одного волокна!). В результаті точність та відтворюваність вимірювання концентрації гемоглобіну різко падає. Вилучення сторонніх частинок з камери вимагає

підвищеної витрати розчину, що промивас, а в ряді випадків, навіть часткового розбирання приладу.

Визначаються параметри:

WBC – Лейкоцити

RBC – Еритроцити

Hgb – Гемоглобін, г/л

Hct - Гематокрит, %

MCV - Середній обсяг еритроцитів MCH - Середній вміст гемоглобіну в еритроциті

MCHC – Середня концентрація гемоглобіну в еритроциті

RDW - Показник гетерогенності еритроцитів

Plt – Тромбоцити

MPV – Середній обсяг тромбоцитів

PDW - Показник гетерогенності тромбоцитів

Pct – Тромбокрит

LY% - Лімфоцити, %

LY# - Лімфоцити, мкл

MO% - Моноцити, %

MO# - Моноцити, мкл

NE% - Нейтрофіли, %

NE# - Нейтрофіли, мкл

EO% - Іозонофіли, %

EO# - Іозонофіли, мкл

BA% - Базофіли, %

BA# - Базофіли, мкл

RE% - Ретикулоцити, %

RE# - Ретикулоцити, мкл

MRV* – Середній обсяг ретикулоцитів

IRF* – Коефіцієнт зрілості ретикулоцитів

HLR%* – Зрілі ретикулоцити, %

HLR#* – Зрілі ретикулоцити, мкл

MSCV* – Сферичність

Методи визначення ШОЕ

- Мікрометод Панченкова
- Автоматизований метод

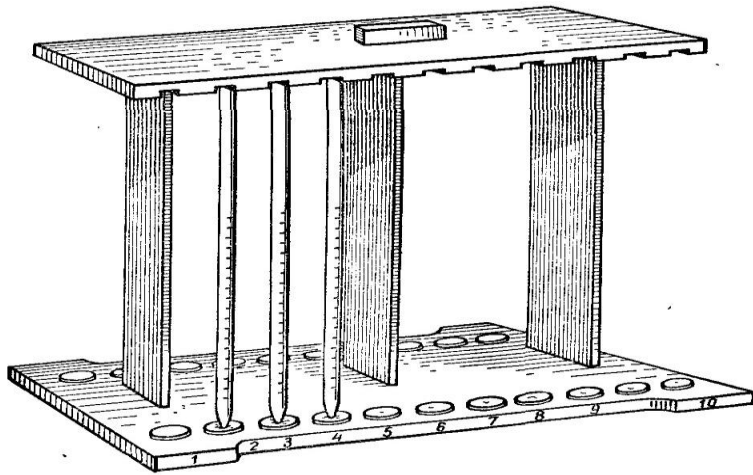


Рис. 6. Штатив Панченкова.

Клініко-діагностичне значення визначення ШОЕ

- Збільшення ШОЕ спостерігається при різних запальних процесах, гострих та хронічних інфекціях, при інфаркті міокарда, пухлинах, після крововтрати, оперативних втручань. ШОЕ збільшується при вагітності, прийомі багатьох стероїдних гормонів (естрогенів, глюкокортикоїдів) та деяких лікарських препаратів (наприклад, саліцилати). Збільшення ШОЕ спостерігається при гіперхолестеринемії.
- Особливо виражене прискорення ШОЕ (60-80 мм/год) характерне для парапротеїнемічних гемобластозів (множинна мієлома, макроглобулінемія Вальденстрема, гострий плазмобластний лейкоз та ін.) і симптоматичних парапротеїнеміях, супутніх злякисних новоутворень лоїдозу, колагенозів.

Помилки під час аналізу на ШОЕ можуть бути пов'язані з різними факторами

- При кімнатній температурі ШОЕ визначають пізніше 2 годин після взяття крові. У разі зберігання крові при $+4^{\circ}\text{C}$, ШОЕ визначають протягом не більше 6 годин, але перед виконанням реакції кров прогривають до кімнатної температури.
- Дослідження ШОЕ має виконуватися за $18-25^{\circ}\text{C}$. При вищих температурах значення ШОЕ збільшується, за низьких – уповільнюється.
- Перед проведенням аналізу кров добре перемішують, що забезпечить найкращу відтворюваність результатів.
- За відсутності різкої межі між еритроцитним стовпчиком і плазмою (регенеративних анеміях), над компактною масою еритроцитів утворюється світла «вуаль» кілька міліметрів, з розведених еритроцитів (головним чином з ретикулоцитів). У такому випадку визначається межа компактного шару, а еритроцитарна вуаль зараховується до стовпчика плазми.
- Скляні капілярні піпетки можуть бути замінені на пластмасові (поліпропіл, полікарбонат), однак вони вимагають перевірки та оцінки ступеня кореляції отриманих результатів зі скляними капілярами.

- Порушення співвідношення кров/цитрат (неточне дозування цитрату або крові), стояння на світлі, в теплі, понад 4 години з цитратом

Залізодефіцитна анемія зустрічається у:

- 40-60% жінок у фертильному віці
- 40% у ранньому дитячому віці
- 1-3% чоловіків
- 27-40% чоловіків віком від 80 років
- 1999 р. під час обстеження понад 500 донорів

м. Москви дефіцит заліза виявлено у 22% жінок та 20,6% чоловіків.

- Крововтрата є практично основною причиною залізодефіцитної анемії. У 25% жінок добова втрата заліза перевищує 2-2,5 мг – поріг всмоктування заліза у кишечнику.



Рис. 7. Біохімічний аналіз крові.

Біохімічний аналіз крові

Біохімічний аналіз крові – це розгорнуте дослідження венозної крові пацієнта, що проводиться для оцінки роботи внутрішніх органів, виявлення дефіциту вітамінів, ферментів, макро - і мікроелементів, а також для діагностики патології обміну речовин. Біохімія крові більш показова, ніж загальний клінічний аналіз, результати аналізу дозволяють виявити багато захворювань на початковій стадії. Саме тому це дослідження рекомендується проходити не тільки за призначенням лікаря, але і в профілактичних цілях не рідше одного разу на рік. Результати біохімічного аналізу крові охоплюють безліч пов'язаних між собою показників і їх інтерпретацією повинен займатися лікар – самолікування небезпечно для вашого здоров'я!

Як підготуватися до процедури?

- Забір крові на біохімію завжди виконується натщесерце, найчастіше між 8 і 11 годинами ранку. У день проведення допускається приймання негазованої води, а за добу до проведення процедури слід

виключити з раціону важку їжу, газовані напої, міцну каву, чай і алкоголь.

- В останню годину перед здачею крові не можна курити.
- Безпосередньо перед процедурою постаратися уникати фізичних і емоційних навантажень, останні 10-20 хвилин краще просто посидіти біля маніпуляційного кабінету.
- Якщо дата проведення біохімічного аналізу крові випадає на період проходження курсу медикаментозного лікування або курсу фізіотерапії, то варто проконсультуватися з лікарем – можливо він порекомендує перенести дослідження на інший час або перервати курс лікування на кілька днів.

Розшифровка результатів біохімічного аналізу крові

Лабораторні аналізатори нового покоління здатні надати результати дослідження вже через дві години після виконання забору крові. Як правило, пацієнт отримує результати протягом 2-3 днів у вигляді видрукованої або електронної таблиці, де перераховані досліджені показники, їх значення і референсні (середньостатистичні) діапазони норми. Різні лабораторії пропонують різні обсяги даних, в цій статті будуть описані найчастіше досліджувані показники крові.

Білки

	Позначення	Норма (жінки)	Норма (чоловіки)	Одиниці вимірювання
Альбумін	ALB	< 14 лет: 38–54 14–60 років: 35–50 > 60 років: 34–38		г/л
Глікований гемоглобін	HbA1c, A1c, глікогемоглобін, глікозильований гемоглобін	< 5,7		%
Загальний білок	TP, TProt, Serum	< 1 року: 47–72 1–4 роки: 61–75 5–7 років: 52–78 8–15 років: 58–76 > 15 років: 64–83		г/л
С-реактивний білок	CRP, СРБ	< 0,5		г/л
Залізовв'язуюча здатність сироватки	TIBC, ІВС, ОЖСС	45,3–77,1		мкмоль/л
Міоглобін	Myoglobin	12–76	19–92	мкг/л
Трансферин	Tf	2,2–2,4	2–4	г/л
Феритин	Ferritin	13–150	30–400	мкг/л

Загальний білок характеризує стан білкового обміну і виявляє диспротеїнемію (зміну кількісного співвідношення білкових фракцій в сироватці крові). Знижені значення можуть вказувати на неправильне харчування, захворювання печінки, наслідки опіків, травм і операцій, а підвищені – на інфекційне захворювання, неінфекційний гепатит, аутоімунні захворювання, дегідратацію або можуть бути викликані діареєю і блювотою.

Білок альбумін займає до 65 % обсягу плазми крові, виробляється печінкою і виконує найважливішу функцію перенесення багатьох біологічно активних речовин. Причини зниження концентрації альбуміну збігаються з такими для загального білка. Підвищується значення досить рідко, наприклад, при дегідратації, гемоконцентрації або внаслідок приймання анаболічних стероїдів.

Залізовмісний білок міоглобін досліджується переважно з метою ранньої діагностики інфаркту міокарда. Висока концентрація міоглобіну може вказувати на інфаркт міокарда, серцеву недостатність, гостре пошкодження нирок, наслідки термічних опіків, електрошоку. Низький міоглобін супроводжує перебіг ревматоїдного артриту і поліомієліту.

Значення глікованого або глікозильованого гемоглобіну дуже важливо пацієнтам з цукровим діабетом, а також використовується для його діагностики. Глікований гемоглобін дає уявлення про середній рівень глюкози в крові в розрізі великого проміжку часу (1-2 місяці). Якщо концентрація цієї фракції білка не перевищує 5,7 % від загального обсягу гемоглобіну в крові, то можна говорити про компенсований стан. Значення в діапазоні 5,7 – 6,4 % свідчать про ризик розвитку цукрового діабету, вище 6,4 % - про виражений декомпенсований діабет.

C-реактивний білок виступає в ролі індикатора запального процесу в організмі. Перевищення порога в 0,5 г/л вказує на гостре запалення або злоякісне новоутворення. Також цей параметр важливий для оцінки ефективності антибактеріальної та протизапальної терапії.

Досліджувані значення трансферину, феритину та залізовв'язуючої здатності сироватки дозволяють діагностувати патологію метаболізму заліза в крові. Трансферин – це основний переносник заліза, підвищення його концентрації, як правило, свідчить про розвиток залізодефіцитної анемії, а зниження – про інфекції, цироз печінки, анемії іншої етіології або білкове голодування. При залізодефіцитній анемії феритин, навпаки, знижується, а його підвищення вказує на запальні процеси, захворювання печінки або онкопатологію.

Ліпіди

	Позначення	Норма (жінки)	Норма (чоловіки)	Одиниці вимірювання
--	------------	------------------	---------------------	------------------------

Тригліцериди	TRIG	< 15 років: 0,40–1,48 15–30 років: 0,4–1,63 30–55 років: 0,44–2,63 > 55 років: 0,62–2,71	< 15 років: 0,34–1,41 15–30 років: 0,45–2,81 30–55 років: 0,56–3,61 > 55 років: 0,65–3,29	ммоль/л
Холестерин загальний	CHOL	5,2		ммоль/л
Холестерин-ЛПВЩ	HDL, ХС-ЛПВЩ	1,03–1,55		ммоль/л
Холестерин-ЛПНЩ	LDL, ХС-ЛПНЩ	0–3,3		ммоль/л

Загальний холестерин використовується для виявлення первинних і вторинних порушень ліпідного обміну, оцінки ймовірності розвитку атеросклерозу, а також для оцінки ефективності лікування атерогенних порушень метаболізму ліпідів. Зниження значення викликають кахексія, голодування, мальабсорбція, важкі гострі захворювання, печінкова недостатність, гіпертиреоз, а підвищення – первинні та вторинні дисліпопротеїнемії. Небезпечними наслідками низького холестерину є психофізіологічні порушення і репродуктивна дисфункція, високого – цукровий діабет і атеросклероз. Біохімічне дослідження крові на тригліцериди (продукти метаболізму вуглеводів в печінці) переслідує ті ж завдання, причини зростання і падіння їх концентрації також збігаються із загальним холестерином.

Холестерин ліпопротеїнів високої та низької щільності (ХС-ЛПВЩ та ХС-ЛПНЩ відповідно) досліджується та інтерпретується в комплексі із загальним холестерином і тригліцеридами для більш точної діагностики. ХС-ЛПВЩ підвищується при первинному біліарному цирозі, гепатиті, алкоголізмі, або ж його збільшення може бути обумовлено генетично. У пацієнтів з атеросклерозом, декомпенсованим цукровим діабетом, хронічною хворобою нирок, холестазом значення ХС-ЛПВЩ знижується. Ліпопротеїди низької щільності залучені до перероблення і виведення жирів, зниження їх концентрації може казати про розвиток хронічної анемії, синдрому Рейно або мієломи, а підвищення – про гіпотиреоз, нефротичний синдром, цукровий діабет, порфірію, синдром Кушинга, ризик розвитку атеросклерозу.

Вуглеводи

	Позначення	Норма (жінки)	Норма (чоловіки)	Одиниці вимірювання
Глюкоза	GLUC	3,3–5,5		ммоль/л
Фруктозамін	FRA	0–285		мкмоль/л

Глюкоза є основним джерелом енергії для всіх клітин і тканин організму людини та, зокрема, єдиним її джерелом для мозку. Значення глюкози в результатах біохімічного аналізу показує рівень цукру в крові. Якщо це значення підвищено, то можливий ризик розвитку цукрового діабету, ураження центральної нервової системи, гормональних порушень. Глюкоза «падає» при утворенні пухлин в підшлунковій залозі, при печінковій і наднирковій недостатностях, гіпотиреозі, недоїданні або через приймання інсуліну.

Значення фруктозаміну показує коливання рівня глюкози в крові в період 2-3 тижнів, що передували здачі аналізу. Якщо його концентрація перевищує 280–285 мкмоль/л, то лікарем розглядається ймовірність розвитку цукрового діабету.

Неорганічні речовини та вітаміни

Неорганічні речовини та вітаміни	Позначення	Норма (жінки)	Норма (чоловіки)	Одиниці вимірювання
Вітамін В12		208–963,5		пг/мл
Залізо	Fe, IRON	< 2 років: 7–18 2–14 років: 9–22 > 14 років: 9–30	< 2 років: 7–18 2–14 років: 9–22 > 14 років: 11–31	мкмоль/л
Калій	K	3,5–5		ммоль/л
Кальцій	Ca	2,25–2,5		ммоль/л
Магній	Mg	0,75–1,25		ммоль/л
Натрій	Na	136–145		ммоль/л
Фосфор	P	< 2 років: 1,45–2,16 2–12 років: 1,45–1,78 12–60 років: 0,87–1,45 > 60 років: 0,90–1,32	< 2 років: 1,45–2,16 2–12 років: 1,45–1,78 12–60 років: 0,87–1,45 > 60 років: 0,74–1,2	ммоль/л
Хлор	Cl	98–107		ммоль/л

Вітамін В₁₂ в організмі людини бере участь, зокрема, у виробленні еритроцитів. Високий рівень цього вітаміну може вказувати на хвороби печінки, нирок або лейкоз. Хвороби паразитарної етіології, запальні процеси в шлунково-кишковому тракті та дотримання вегетаріанської (веганської) дієти, навпаки, призводять до зниження рівня вітаміну В₁₂ в крові.

В одному з попередніх абзаців згадувалося, що залізо бере участь в процесі транспортування кисню. Його недолік зазвичай пояснюється неправильним харчуванням або метаболічними порушеннями, а надлишок – функціональними розладами кишечника.

Калій відповідає за регуляцію водного балансу і нормалізує серцевий ритм. Дефіцит калію виникає внаслідок неправильного або недостатнього харчування, блювоти, при нирковій недостатності, синдромі Кушинга, осмотичному діурезі, хронічній хворобі нирок, а також супроводжує тривале приймання стероїдних препаратів. Підвищується калій при гострому зневодненні організму, великих травмах і опіках, хронічній наднирковій недостатності, діабетичній комі або внаслідок приймання калійзберігаючих сечогінних препаратів.

Кальцій залучений до утворення кісткової тканини, він вкрай важливий для нормальної роботи м'язів, нервів, серцевого м'яза і судин. Низькі значення кальцію в крові вказують на дефіцит вітаміну D, функціональні захворювання нирок, панкреатит, порушення метаболізму магнію або на гіпаратиреоз. Підвищення рівня кальцію супроводжує гіперпаратиреоз або є симптомом онкопатології.

Магній виконує функцію внутрішньоклітинного обміну і передачі імпульсів від нервових закінчень до м'язів. Неповноцінне харчування, порушення абсорбції, тривала діарея, коліти, ентероколіти та диспепсії знижують концентрацію магнію в крові. До її підвищення призводять функціональні порушення нирок, гіпотиреоз, лактат-ацидоз і новоутворення.

Разом з магнієм за передачу імпульсів в м'язи відповідає натрій, який також бере участь у метаболізмі кальцію. Причиною зниження натрію може виступати гіпотиреоз, Аддісонова хвороба, цукровий діабет, захворювання нирок і шлунково-кишкового тракту, застійна серцева недостатність, приймання гентаміцину, рідше – синдром Пархона або гіперкальціурія. Високі показники натрію в результатах біохімії свідчать про зневоднення, перенасичення організму солями, нецукровий діабет або захворювання нирок з олігурією.

Нормальна робота нервової та кістково-м'язової систем неможлива без достатньої кількості фосфору в організмі. Вміст фосфору в крові зростає при гіпаратиреозі, надлишку вітаміну D, рабдоміолізі, захворюваннях кісток або неправильному раціоні, рідше – при акромегалії. З іншого боку, гіповітаміноз D, гіперпаратиреоз, трансплантація нирки, внутрішньовенні вливання глюкози, дихальний алкалоз викликають зниження концентрації фосфору в крові.

Хлор виконує функції підтримки кислотно-лужного балансу крові та осмотичного тиску. Найочевиднішими причинами зниження рівня хлору є рясні потовиділення, блювота, діарея, некоректне лікування сечогінними препаратами, рідше зниження викликається нефротичним синдромом і гіпокаліємічним метаболічним синдромом. Надлишок хлору в крові може бути наслідком дегідратації, набрякості, алкалозу і декомпенсації серцевої діяльності.

Низькомолекулярні азотисті речовини

Низькомолекулярні азотисті речовини	Позначення	Норма (жінки)	Норма (чоловіки)	Одиниці вимірювання
Креатинін	CREA	53–97	62–115	мкмоль/л
Сечова кислота	UA	< 14 років: 120–320 > 14 років: 150–350	< 14 років: 120–320 > 14 років: 210–420	мкмоль/л
Сечовина	UREA	2,2–6,7	3,8–7,3	ммоль/л

Сечовина та креатинін досліджуються в комплексі, їх значення показують функціональний стан нирок пацієнта, зокрема, ступінь порушення фільтраційної та видільної функцій. Високі значення вказують на проблеми з нирками, але можуть пояснюватися надмірними фізичними навантаженнями, високобілковою дієтою, тривалим голодуванням або захворюваннями щитоподібної залози. Низькі значення сечовини можуть пояснюватися низькобілковою дієтою, вагітністю і захворюваннями печінки.

Рівень сечової кислоти, як допоміжного параметра, свідчить про здатність організму виводити відходи процесів обміну нуклеїнових кислот і пуринів. Має особливий діагностичний інтерес для пацієнтів з подагрою. Основними причинами підвищення сечової кислоти є подагра та алкоголізм, рідше – патологія нирок і печінки. Низькі значення сечової кислоти в результатах біохімічного аналізу крові зустрічаються набагато рідше та у більшості випадків вказують на неправильне або недостатнє харчування.

Пігменти

Пігменти	Позначення	Норма (жінки)	Норма (чоловіки)	Одиниці вимірювання
Загальний білірубін	BILT	3,4–17,1		мкмоль/л
Прямий білірубін	BILD, D-BIL	0–7,9		мкмоль/л
Непрямий білірубін	ID-BIL	BILT - BILD		мкмоль/л

Ферменти

Ферменти	Позначення	Норма (жінки)	Норма (чоловіки)	Одиниці вимірювання

Аланінамінотрансфераза	ALT	< 31	< 41	од./л
Амілаза	AMY	28–100		од./л
Панкреатична амілаза	AMY-P	0–50		од./л
Аспартатамінотрансфераза	AST	< 32	< 40	од./л
Гамма-глутамілтрансфераза	GGT	6–42	10–71	од./л
Креатинкіназа	CK	0–25		од./л
Лактатдегідрогеназа	LDH	250		од./л
Ліпаза	LIP	0–190		од./л
Фосфатаза лужна	ALP	0–240	0–270	од./л
Холінестераза	CHE	5860–11800	5800–14600	од./л

Жовтий пігмент білірубін починає накопичуватися в крові при захворюваннях і спадкових патологіях печінки, жовчовивідних шляхів, наприклад, при синдромі Жильбера. Непрямий білірубін також може підвищуватися при деяких анеміях і малярії.

Фермент печінки аланінамінотрансфераза бере участь в амінокислотному метаболізмі. Показник підвищується при інфаркті міокарда, гострому гепатиті А і В, інших захворюваннях печінки.

Фермент амілаза виробляється слинними залозами та підшлунковою залозою, відповідає за перетравлення вуглеводів. Перевищення норми в 3–5 разів може вказувати на гострий апендицит, перитоніт, виразку шлунка і 12-палої кишки, холецистит. При гострому панкреатиті або загостренні його хронічної форми значення амілази зростає в 10–30 разів. Підвищене значення панкреатичної амілази дозволяє своєчасно виявити ускладнення операцій на органах черевної порожнини та захворювання підшлункової залози.

Концентрація ферменту аспартатамінотрансферази у крові людини сильно зростає в разі пошкодження печінки або серцевого м'яза, через зловживання алкоголем показники можуть збільшуватися у два рази щодо норми.

Високі значення ферменту гаммаглутамілтрансферази спостерігаються у пацієнтів з гострим гепатитом, поза- і внутрішньопечінковим холестазом, алкоголізмом, раком підшлункової та передміхурової залоз, первинними пухлинами печінки.

Зростання концентрації креатинкінази у крові може вказувати на інфаркт міокарда, ураження м'язів різного генезу, ниркову недостатність. Лактатдегідрогеназа підвищується при захворюваннях серцево-судинної системи, печінки і нирок, а також у вагітних. Високі значення ліпази спостерігаються у пацієнтів з гострим панкреатитом, інфарктом кишечника, при жовчній кольці, ранах, переломах, раку молочної залози. Метаболізм фосфору в організмі безпосередньо пов'язаний з вмістом лужної фосфатази – її підвищення супроводжує гострий вірусний і алкогольний гепатити, цироз печінки, мононуклеоз, рак печінки або метастази в неї. Холінестераза знижується при цирозі печінки, печінковій недостатності, гепатиті, інфаркті міокарда. Значення холінестерази також показово для пацієнтів, які приймають міорелаксанти.

ЦИТОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ



Рис. 8. Цитологічне дослідження.

Є допоміжним методом патоморфологічної діагностики і ґрунтується на вивченні й оцінці клітинного матеріалу, отриманого з патологічного вогнища за допомогою тонко голкової пункції, зішкрябу або відбитка з патологічно зміненої поверхні. При цьому отриманий матеріал містить зовсім невелику кількість тканини у вигляді окремих груп клітин. Це дозволяє провести якісний аналіз — злоякісний процес або доброякісний, приблизно оцінити тип пухлини. Перевагами цитологічного дослідження є простота, мала травматичність, швидкість і низька вартість. До недоліків належать невисока точність і специфічність, а також неможливість (у більшості випадків) визначення найважливіших біологічних властивостей пухлини.

Цитологічне дослідження застосовується для оцінки виділень із сосків, пунктатів кістозних та інших рідинних утворень, а також підозрілих лімфатичних вузлів. У певних випадках цитологічне дослідження як результат тонко голкової біопсії може застосовуватися і для діагностики вузлових утворень у молочній залозі та м'яких тканинах. Однак на підставі такого дослідження встановлення остаточного діагнозу і призначення онкологічного лікування неприпустимі.

ПАП-тест – це світовий стандарт для діагностики передракових захворювань та раку шийки матки у жінок. Цитологічний аналіз (ПАП-тест) - обстеження слизової шийки матки й цервікального каналу на предмет наявності атипівих клітин та інших патологічних змін епітелію шийки матки. Цитологічне обстеження допомагає оцінити структуру й правильність функціонування клітин. Для здійснення діагностики лікар бере зразок клітин (мазок), який потім розглядається мікроскопом, застосовуючи специфічні барвники та інші допоміжні методики.

ПАП-тест – важливе скринінгове обстеження ранньої діагностики раку шийки матки. Він безпечний, простий й безболісний, допомагає виявити передракові стани або розвиток ракової пухлини у шийці матки, тобто надає можливість почати лікування на ранній стадії та не допустити прогресування захворювання. Даний засіб припускає суттєво знизити захворювання й смертність від раку шийки матки. Рекомендовано регулярно проходити профілактичні обстеження не менше одного разу на рік усім жінкам, які живуть статевим життям, особливо, якщо у неї виявлено наявність вірусу папіломи людини високого онкогенного типу або визначено зміни слизової під час кольпоскопії. Підготовка. Для отримання найбільш точного результату, необхідно виконати низку умов перед здачею ПАП-тесту. Не рекомендується проводити обстеження під час менструації, за наявності запального процесу. За 48 годин до здачі ПАП - мазка необхідно утримуватися сексуальних контактів, застосування тампонів, використання вагінальних кремів, супозиторіїв і ліків, спринцювань та вагінального душу.

Бактеріологічний посів — дослідження, проведене з метою виявлення мікроорганізмів, які є збудниками ряду захворювань. Даний вид діагностики відноситься до високо інформативних: дозволяє безпомилково визначити тип бактерій і виявити їх чутливість до тих чи інших антибіотиків. Для дослідження використовують матеріал — зразки рідин або виділень з носа, очей, статевих органів. Зразки поміщають в живильне середовище на термін від 3 до 10 днів, після чого вивчають в мікробіологічній лабораторії і оцінюють отриманий результат.

Такий аналіз проводиться за призначенням лікаря при підозрі на наявність інфекції, для підтвердження діагнозу, а також для контролю в процесі лікування. Він допомагає виявити ряд інфекційних захворювань, збудниками яких є: стафілококи, стрептококи, дріжджові гриби (кандиди), ентерококи, грампозитивні і грамнегативні мікроби, а також умовно-патогенні мікроорганізми. Маючи в своєму розпорядженні результати діагностики, лікар може виявити патологію, уточнити діагноз, призначити додаткові дослідження.

Показаннями до здачі бакпосіву є наявність ознак інфекційного процесу, а також контакт здорової людини із зараженою інфекційним захворюванням при відсутності симптомів.

Аналіз виконують:

- Для виявлення причини запалення сечовидільної системи (бакпосів сечі).

- При ускладненому перебігу інфекційних захворювань та підозрі на бактеріємію.
- При урогенітальних інфекціях, для діагностики безпліддя.
- При зараженні інфекційним агентом у вагітних.
- Для діагностики кишкових інфекцій.
- При інфекціях ЛОР-органів.
- При гнійно-запальних захворюваннях очей.

Як правильно підготуватися і здати бактеріальний посів

Існують загальні правила, яких слід дотримуватися для отримання достовірного результату діагностики. Брати мазок або зішкріб повинен спеціально підготовлений медперсонал. Забір матеріалу для кожного аналізу проводиться окремо, після чого біологічна рідина поміщається в живильне середовище на чітко визначений термін. При виявленні в посіві колоній бактерій різних типів аналіз здають повторно. При виявленні умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів проводять тест на їх чутливість до тих чи інших антибіотиків.

Важливо правильно підготуватися до задачі бактеріального посіву. Щоб дослідження дало вірний результат, потрібно припинити прийом антибіотиків за 14 днів до аналізу, не вживати спиртні напої та лікарські засоби, що містять етанол. Якщо необхідний бакпосів на мікрофлору у жінок, спеціальна підготовка не потрібна. Перед відвідуванням лабораторії не слід виконувати спринцювання, використовувати вагінальні свічки, за добу до діагностики виключити статеві контакти. Аналіз не беруть під час менструації і при наявності кров'яних виділень. У чоловіків мазок беруть з уретри. За добу до задачі аналізу припиняють статеві контакти. Забір матеріалу здійснюють не раніше, ніж через 2 години після сечовипускання.

Щоб виконати бактеріальний посів сечі, необхідно: провести гігієнічний туалет зовнішніх статевих органів, зібрати рідину в стерильний контейнер. Сечу збирають натщесерце, вранці відразу після сну. Кількість — 50-150 мл. Доставити контейнер в лабораторію потрібно протягом 2 годин.

Бакпосів калу — забір матеріалу не вимагає спеціальної підготовки. Не можна робити клізму, приймати проносні, використовувати свічки. Необхідний спеціальний стерильний контейнер. Щоб правильно здати бакпосів сперми, потрібно за 2 дні до аналізу припинити статеві контакти, провести туалет статевих органів, вимити руки з милом. При зборі зразка не допускається контакт зі стінками всередині контейнера.

Розшифровка і значення бактеріального посіву

Результати діагностики є необхідними для постановки діагнозу, а також для правильного вибору лікарських препаратів. Такий аналіз є особливо важливим при тривалому лікуванні без позитивної динаміки. Для повторного курсу підбирають препарат, до якого чутливі виявлені патогенні бактерії.

Проведення бактеріального посіву необхідно і в разі, коли у пацієнта виявлена алергічна реакція на антибіотики. При цьому слід врахувати, що діагноз не можна поставити тільки спираючись на результати бакпосіву. Так, багато умовно-патогенних бактерій провокують розвиток захворювань при

зниженні імунітету, в зв'язку з чим необхідно комплексне обстеження і індивідуальний підбір лікарської терапії.

Загальним або клінічним аналізом сечі називають комплекс діагностичних тестів, спрямованих на вивчення фізико-хімічних і біохімічних властивостей сечі пацієнта, її мікроскопічне дослідження. Проведення загального аналізу сечі доцільно при підозрі на захворювання нирок і сечовивідних шляхів різної етіології, ендокринні порушення, ацидоз і алкалоз, зневоднення організму, отруєння, подагру, гемолітичну анемію, гепатит і ряд інших патологій, а також призначається в профілактичних цілях. Предметами дослідження стають органолептичні показники (об'єм, колір, запах, прозорість, утворення піни), фізико-хімічні характеристики (щільність, кислотність), біохімічні характеристики (білок, білірубін), склад осаду.

Таблиця референсних значень показників загального аналізу сечі			
Показник	Позначення	Норма	Одиниці вимірювання
Органолептичні властивості			
Колір	COLOR	Від солом'яно-жовтого до жовтого	
Запах		Специфічний, ненав'язливий	
Пінистість		При збовтуванні піна практично відсутня	
Прозорість	TURB	Абсолютна	
Фізико-хімічні властивості			
Щільність	SG	1003–1030	г/л
Кислотність, реакція	pH	5–7,5	
Біохімічний склад			
Білок	PRO	0–0,033	г/л
Глюкоза	GLU	0–0,8	ммоль/л
Білірубін	BIL	0–8,5	мкмоль/л
Уробіліноген	URO, UBG	0–17	мкмоль/л

Кетонові тіла	KET	0–0,5	ммоль/л
Нітрити	NIT	відсутні	
Мікроскопія осаду			
Епітелій	SQEP, NSE	Чоловіки: 0–9 Жінки: 0–15	клітин/мкл
Слиз	MUCS	відсутній або сліди	
Еритроцити	RBC, BLD	0–11	клітин/мкл
Лейкоцити	WBC, LEU	Чоловіки: 0–16,5 Жінки: 0–27,5	клітин/мкл
Гемоглобін	HGB	Відсутній	
Циліндри (гіалінові, зернисті, воскоподібні)	HYAL, UNCC	Відсутні	
Солі		Відсутні	
Бактерії	BACT	Відсутні	
Паразити		Відсутні	
Колір	Причини зміни кольору		
Солом'яно-жовтий колір	норма		
Темна сеча (колір міцного чорного чаю)	Захворювання печінки (гепатит, цироз, печінкова недостатність, жовчнокам'яна хвороба), масивне руйнування еритроцитів (після переливання крові, ряд інфекцій, малярія).		
Темно-жовтий колір	Зневоднення організму на тлі блювання, діареї, зниження споживаної рідини, серцева недостатність.		
Бліда або безбарвна сеча	Цукровий діабет, нецукровий діабет, питво, патологія нирок (порушена концентраційна функція нирок).		
Червоний колір сечі	Вживання пігментованих фруктів і овочів (буряк, морква, чорниця, виноград).		
Червоний колір сечі	Насичений червоний колір може свідчити про наявність крові у сечі. Цей симптом може спостерігатися при: сечокам'яній хворобі, раку сечового міхура, інфаркті нирки, пієлонефриті, гломерулонефриті		
Колір м'ясних помиїв	Можливі причини: гострий гломерулонефрит, хронічний гломерулонефрит, каміння в нирках, інфаркт нирки,		

	туберкульоз нирок та сечовивідних шляхів, прискорене руйнування еритроцитів, застосування препаратів.).
Червоно-коричневий колір	Застосування препаратів: метронідазол, сульфоніламідних препаратів, препаратів з мучниці.

Причини каламутної сечі

- Наявність у ній еритроцитів (сечокам'яна хвороба, пієлонефрит, гломерулонефрит, рак сечового міхура, нирки, простатит)
- Наявність лейкоцитів (пієлонефрит, цистит)
- Високий вміст бактерій у сечі (пієлонефрит, цистит)
- Наявність білка в сечі пієлонефрит, гломерулонефрит, амілоїдоз)
- Велика кількість епітелію в сечі (пієлонефрит)
- Випадання в осад солей (урати, фосфати, оксалати)

Розшифровка результатів загального аналізу сечі

Колір. Нормальним заведено вважати солом'яно-жовтий колір, але й у здорової людини в залежності від раціону та інших факторів відтінок може змінюватися від безбарвного до бурштинового. На думку про патологію наштовхує явна зміна кольору. Темний, пивний колір, аж до коричневого і бурого, свідчить про підвищення білірубіну або уробіліногену. Якщо схоже на молоко – підвищені лейкоцити; чорна сеча говорить про наявність гемоглобіну або міоглобіну. Червоний колір – небезпечна ознака, що натякає на виділення крові з сечею; у рідкісних випадках спостерігаються синювато-зелені відтінки, що пояснюються процесами гниття у кишечнику і подальшим виділенням в кров особливих фарбувальних речовин.

Запах. Аміаком після сечовипускання пахне при бактеріальних інфекціях і запальних процесах в сечовидільній системі; гнилими фруктами пахне через зростання концентрації кетонових тіл, що зазвичай є симптомом цукрового діабету; діабет також може «пахнути» ацетоном.

Прозорість. Помутніння сечі викликається відкладенням солей, кристалів, білих і червоних кров'яних тілець, наявністю слизу і гною. Виражені ниткоподібні та пластівкоподібні сполуки часто супроводжують пієлонефрит і інфікування нижніх сечовивідних шляхів. Але ще зібрана на аналіз сеча часто мутніє через недотримання лабораторією умов зберігання зразка.

Пінистість. Якщо при збовтуванні утворюється багато стійкої піни, то фахівцеві це натякає на ймовірність протікання жовтяниці або на підвищений вміст білка. Іншими поясненнями може бути поганий психоемоційний стан пацієнта, струс мозку, порушення кровообігу в головному мозку, запущена форма цукрового діабету, серцева недостатність і низка ендокринних порушень.

Відносна щільність. Питома вага характеризує здатність нирок концентрувати та розводити сечу. Вихід показника за нижні межі референсних значень вказує на ниркову недостатність, поліурію, патологію каналців або нецукровий діабет різної етіології. Підвищені значення відносної щільності часто свідчать про розвиток гломерулонефриту,

нефротичного синдрому, цукрового діабету, дегідратації або стають наслідком внутрішньовенного введення деяких лікарських і рентгеноконтрастних препаратів.

Кислотність. У здорової людини реакція сечі слабокисла, в лужну сторону ($\text{pH} > 7$) вона зміщується при вживанні великої кількості продуктів рослинного і молочного походження, а в кислу сторону ($\text{pH} < 5$) – продуктів тваринного походження. Патологічне закислення сечі також викликає гіпокаліємія, цукровий діабет, подагра, а олузнення – захворювання нирок і сечовивідних шляхів запальної або інфекційної природи, діарея, блювота.

Білки. Наявність білка в зразках сечі – протеїнурія – може бути наслідком фізичних і емоційних навантажень, симптомом серцевої недостатності, артеріальної гіпертензії, підвищеної температури тіла, гестозів у вагітних, нефроптозу, травм. Діяльність ниркових фільтрів може порушуватися через тривале перебування на ногах, тому іноді білок проникає з крові в сечу у перукарів, продавців, військових і людей інших професій з нерухомою роботою. До ниркових причин протеїнурії відносяться ураження каналців і клубочків, нефросклероз. Новоутворення також можуть зробити даний пункт тесту позитивним.

Глюкоза. Цукру в сечі бути не повинно. Якщо значення глюкози в результатах близько 0,1 ммоль/л може бути наслідком надлишку солодощів в раціоні, то значення від 0,9 ммоль/л і вище явно свідчать про високу ймовірність цукрового діабету. Іншими відносно частими причинами глюкозурії стають панкреатит, синдром Кушинга, синдром Фанконі та вагітність.

Кетонів тіла. Поява кетонів тіл в аналізах хворого на цукровий діабет свідчить про прогрес хвороби. У пацієнтів без діабету кетонів тіла виявляються під час голодування, через різке зниження вуглеводів в раціоні або тривалу лихоманку.

Білірубін. Визначення кількості білірубіну в сечі стає можливим в разі ураження паренхіми печінки, порушення процесів відтоку жовчі, цирозу печінки, вірусного гепатиту і метастазування новоутворень в печінку.

Уробіліноген. Сліди уробіліногену в сечі можуть вказувати на захворювання крові (гемолітична і перніціозна анемія, гемоліз, поліцитемія, наслідок великих гематом), захворювання шлунково-кишкового тракту (запальні та обструктивні захворювання), захворювання печінки (вірусний гепатит, хронічний гепатит, цироз, вторинна недостатність, новоутворення), порушення діяльності серцево-судинної системи (інфаркт міокарда, серцева і циркуляторна недостатність) або на інтоксикацію організму алкоголем, інфекцією або органічними сполуками.

Нітрити. У нормі нітрити в сечі відсутні, їх наявність вказує на інфікування сечовивідних шляхів.

Еритроцити. Правильна інтерпретація еритроцитурії вимагає враховувати анамнез і результати аналізу крові, бо причин підвищення еритроцитів дуже багато. Зростання концентрації може мати фізіологічне пояснення і бути тимчасовим (довге стояння, виснажливі піші прогулянки та фізичні навантаження), може супроводжувати приймання лікарських препаратів.

Якщо причини еритроцитурії все ж патологічні, то фахівець може запідозрити гіпертонію, діатез, гломерулонефрит, сечокам'яну хворобу, пієлонефрит, новоутворення, системний червоний вовчак, васкуліт, інфекційний ендокардит, серцеву недостатність, травму або інфаркт нирки.

Лейкоцити. Рівень лейкоцитів в сечі зростає практично при всіх захворюваннях нирок і сечостатевої системи: всіх формах пієлонефриту, гломерулонефриті, циститі, уретриті, простатиті, сечокам'яній хворобі, люпус-нефриті та ін. Іншим поясненням може стати лихоманка.

Гемоглобін. Гемоглобін накопичується в сечі паралельно з еритроцитурією, при міозитах, масивних пошкодженнях м'язової тканини, тромбоутворенні в судинах м'язів, інфаркті міокарда, гемолітичній анемії, опіках, отруєнні грибами та фенолом.

Епітелій. Розрізняють елементи плоскоклітинного, перехідного і ниркового епітелію. Поява чи підвищення кількості клітин плоского епітелію спостерігається при інфікуванні сечових шляхів, перехідного епітелію – при циститі, пієлонефриті та сечокам'яній хворобі, ниркового епітелію – при гломерулонефриті, пієлонефриті, отруєнні солями важких металів, патології кровообігу нирок.

Циліндри. Виявлення гіалінових циліндрів в сечі вказує на патологію нирок, серцеву недостатність або перегрівання організму (жар, тепловий удар, сонячний удар). У деяких випадках вони виявляються після надмірних фізичних навантажень, приймання діуретиків і загострень артеріальної гіпертензії. Зернисті циліндри виводяться з сечею при гломерулонефриті, пієлонефриті, діабетичній нефропатії, вірусних захворюваннях, лихоманці та інтоксикації свинцем. Підвищення воскоподібних циліндрів говорить про амілоїдоз, ниркову недостатність або нефротичний синдром.

Солі. Майже відсутні в сечі здорової людини, їх поява натякає на порушення мінерального обміну, розвиток сечокам'яної хвороби, нефролітіаз, дегідратацію організму, хронічну ниркову недостатність.

Слиз. Вміст слизу в зразку найчастіше пояснюється банальним порушенням правил збору сечі. Але також слиз активно виділяється з сечею при запальних процесах.

Бактерії, грибки, паразити. Їх поява в сечі пояснюється відповідним захворюванням сечовивідних шляхів.

Щільність сечі

Норми щільності сечі	
Новонароджені (вік до 10 днів)	1,008-1,018
Діти віком 2-3 роки	1,010-1,017
Діти віком 4-12 років	1,012-1,020

Діти віком старше 12 років та дорослі	1,010-1,022
Причини підвищення щільності сечі (>1,030 г/л)	Причини зниження щільності сечі (менше 1,010 г/л)
Цукровий діабет; гломерулонефрит, нефротичний синдром; Застосування високих доз препаратів, що виводяться із сечею (антибіотики, сечогінні препарати); Низьке споживання рідини Рясна втрата рідини (блювання, діарея, рясне потіння) Токсикоз вагітних Інфекційний процес у нирках та сечовивідних шляхах (пієлонефрит)	Нецукровий діабет; Ниркова недостатність; застосування деяких видів сечогінних препаратів; Рясне пиття.

Причини зниження кислотності сечі (рН >7)

Порушення кислотно-основного балансу крові (дихальний або метаболічний алкалоз)

Хронічна ниркова недостатність

Підвищення рівня гормонів паращитовидної залози (паратгормон)

Тривале блювання

Деякі види інфекції сечостатевої системи (уреаплазмоз)

Застосування ліків – нікотинамід, адреналін

Рак нирок, сечового міхура

Причини підвищення кислотності сечі (рН <4)

Порушення кислотно-основного балансу крові (дихальний або метаболічний ацидоз)

Зневоднення (крім причини блювання)

Голодування

Цукровий діабет

Висока температура

Застосування препаратів: аспірин, метіонін, дікарб

Альбумінурія

Альбумінурія не ниркового походження

При запаленні в сечоводах, сечовому міхурі та уретрі.

Іноді білок у сечі з'являється у здорових людей після сильних фізичних навантажень, довгої ходьби пішки, холодного душу, рясні потіння.

У фізично слабо розвинених дітей 7-16 років та вагітних жінок. при алергічних реакціях, лейкозі, епілепсії, серцевій недостатності.

Патологічна альбумінурія.

Вона завжди ниркового походження та свідчить про захворювання нирок.

Альбумінурія 3-5% характерна для гострого гломерулонефриту, 0,5-1% - для хронічних пієлонефритів та гломерулонефритів, при нефрозах (сифілісному, нефропатії вагітних) кількість білка у сечі досягає високих цифр (більше 3%). Кетонові тіла – це ацетон, ацетооцтова кислота та оксимасляна

Причини кетонових тіл у сечі

- Цукровий діабет
- Алкогольна інтоксикація
- Гострий панкреатит
- Тривале голодування
- Переважання в раціоні білкової та жирної їжі
- Після травм, що торкнулися центральної нервової системи
- Підвищення рівня гормонів щитовидної залози (тиреотоксикоз)
- Хвороба Іценка Кушинга

Білірубін у сечі

- Причини наявності білірубину в сечі:
- Гепатит
- Цироз печінки
- Печінкова недостатність
- Жовчокам'яна хвороба
- Хвороба Віллебранда
- Масивне руйнування еритроцитів крові (малярія, токсичний гемоліз, гемолітична хвороба, серповидноклітинна анемія)

Причини уробіліногену в сечі

- Масивне руйнування еритроцитів (гемолітична анемія, переливання крові, різні інфекції, сепсис, застосування деяких ліків)
- Запалення кишечника (ентероколіт, коліт, ілеїт)
- Печінкова недостатність, як результат гепатиту, цирозу печінки.

Причини наявності гемоглобіну в сечі

- Гемолітична хвороба
- Малярія
- Переливання крові
- Велике ушкодження м'язової тканини (краш синдром, контузія з масивною гематомою)
- Великий інфаркт міокарда
- Опіки
- Отруєння грибами, фенолом, сульфаніламідними препаратами

Еритроцити у сечі

- з'являються при травматичному пошкодженні нирок (розрив, забій, надрив),
- при раку нирки,
- при гострих нефритах

(гломерулонефрит, пієлонефрит)

- при уретритах, циститах, кровотечах в уретрі або сечоводах, каменях у нирках.

Причини наявності лейкоцитів у сечі

- Захворювання нирок: пієлонефрит (хронічний чи гострий), туберкульоз нирок, сечокам'яна хвороба, рак нирки.
- Поразка сечоводів: сечокам'яна хвороба, інфекційне запалення сечоводу
- Ураження сечового міхура: цистит, рак сечового міхура.
- Ураження простати: простатит, рак простати.
- Поразка уретри: уретрит, сечокам'яна хвороба.
- Інфекції зовнішніх статевих органів або недотримання правил гігієни. У ряді випадків наявність лейкоцитів у сечі може бути пов'язана з недотриманням правил гігієни під час забору сечі або запаленням зовнішніх статевих органів (вульвовагініт).

Циліндри в сечі

- Циліндри – це циліндричні тіла, які утворюються в нирковій тканині (у ниркових канальцях) при серйозній патології.
- Циліндри можуть бути різними *за складом* та включати: еритроцити, злуцнені клітини ниркових канальців, білок. *На вигляд* вони бувають: *зернистими* (у складі переважають еритроцити та клітини ниркових канальців), *гіаліновими* (переважають клітини ниркових канальців та

білок), *еритроцитарними* (основу таких циліндрів становлять еритроцити).

Біохімічний аналіз сечі

- амілаза (10-1240 од.),
- глюкоза (0,03-0,05 г/л),
- білок загальний (до 0,033 г/л),
- калій (38,4-81, 8 ммоль/добу),
- натрій (100-260 ммоль/добу),
- фосфор (0,4-1,3 г/добу),
- креатинін (у жінок - 0,48-1,44 г/л, у чоловіків - 0,64-1,6 г/л),
- магній (3,0-4,25 ммоль/добу),
- мікроальбумін (до 3,0-4,25 ммоль/добу), • сечовина (від 333 до 587 ммоль/добу),
- сечова кислота (0,4-1 г/добу).

Діастаза у сечі

Норма концентрації амілази (діастазу) у сечі 1-17 Од/год.

Аналіз сечі за Нечипоренком

- Визначається кількість лейкоцитів, еритроцитів та циліндрів в 1 мл сечі за допомогою лічильної камери.
- Це дослідження середньої частини струменя сечі, яке виконується при підозрі на прихований запальний процес у сечостатевій системі

Підготовка до збирання сечі для аналізу

Напередодні збору сечі для аналізу не рекомендується:

- вживати більше або менше рідини, ніж зазвичай,
- приймати антибіотики або уросептики,
- вживати продукти, що викликають фарбування сечі (буряк, чорницю, моркву, ревінь, спаржу та інші).

Аналіз сечі за Нечипоренком

Показники норми у чоловіків:

- лейкоцити – до 2000, • еритроцити – до 1000,
- циліндри - до 20.

Показники норми у жінок:

- лейкоцити - до 4000, • еритроцити – до 1000,
- циліндри - до 20.

Аналіз сечі за Амбурже

- Метод Амбурже відноситься до методів кількісного визначення формених елементів у сечі. При цьому визначається кількість формених елементів, виділених із сечею за 1 хвилину.
- При дослідженні цим методом хворий обмежує прийом рідини вдень та виключає вночі. Сечу збирають за 3 години. Вранці хворий спорожняє сечовий міхур (ця сеча відкидається), відзначає час і рівно через 3 години збирає сечу на дослідження.
- У нормі кількість лейкоцитів у хвилинному обсязі сечі становить 2000, еритроцитів – 1000. Іноді у літературі можна зустріти інші цифри норми: лейкоцитів у хвилинному обсязі сечі – 2500, еритроцитів – 2000.

Метод Яковського-Аддіса

- Для підрахунку формених елементів у добовій кількості за методом Яковського-Аддіса обмежують прийом рідини в період обстеження: хворий не повинен пити вночі та менше пити вдень. При цьому стандартизується відносна густина сечі (1020-1025) та її рН (5,5), що дуже важливо для даного аналізу.
- Сечу збирають за 10–12 годин. Хворий мочиться перед сном (ця порція сечі виливається), відзначає час і через 1012 годин мочиться у посуд. Цю порцію сечі доставляють до лабораторії на дослідження. При неможливості втримати сечовипускання протягом 10-12 годин хворий мочиться у підготовлений посуд у кілька прийомів і відзначає час останнього сечовипускання.
- Число Яковського-Аддіса для нормальної сечі складає еритроцитів до 1 000 000, лейкоцитів до 2 000 000, циліндрів до 20000.

Проба Зимницького

- Добовий діурез у нормі становить 8001600 мл.
- У здорової людини кількість сечі, виділеної протягом дня, переважає її кількість, виділену за ніч.
- Відносна щільність сечі коливається не більше 1,009-1,028.

КОПРОГРАМА

Копрограмою або загальним аналізом калу називають лабораторне дослідження калу людини з метою вивчення його фізичних, хімічних характеристик, складу, типів включень та подальшої діагностики шлунково-кишкового тракту.

Підготовка до здачі аналізу калу

1. За 72 години до планованого часу збору зразків припиніть приймання антибактеріальних препаратів, проносних засобів, кортикостероїдів, не

використовуйте ректальні свічки, клізму та мазі. Бажано проконсультуватися з лікарем щодо необхідності зупиняти курс тих чи інших препаратів.

2. За 48 годин виключіть з раціону продукти, що містять барвники (помідори, буряк, чорницю та ін.), алкоголь, кисломолочну продукцію, продукти, що викликають бродіння. Помірно вживайте жирні, гострі та мариновані страви.
3. Не рекомендується робити копрограму під час місячних, а також раніше, ніж через тиждень після проведення контрастної рентгенографії.
4. Забір зразка калу для дослідження лікарі рекомендують робити вранці натщесерце, не використовуючи клізму, проносне або інші методи стимуляції перистальтики. В лабораторію доставити контейнер краще того ж дня, чим швидше, тим краще. Зберігати пробу калу в холодильнику не рекомендується, це може спотворити результати.
5. У зразок калу не повинні потрапити вода, сеча, будь-які інші сторонні рідини та хімікати. Рекомендується помочитися, потім ретельно промити промежину та статеві органи, висушити чистим рушником.
6. Дефекацію не можна проводити в унітаз задля уникнення контакту з водою, сечею або хімічними засобами. Виконайте дефекацію в чисту посудину або на поверхню, що не вбирає вологу: в горщик, судно, на клейонку, лист поліетилену, спеціальні пластиковий контейнер і т. п.
7. Зразок калу береться спеціальною ложечкою, що зазвичай входить у комплектацію одноразового стерильного контейнера з аптеки. Проба калу масою 1–2 г має заповнити контейнер приблизно на третину його об'єму. Не допускається транспортування зразка калу в сірникових коробках та інших побутових місткостях, не призначених для цього.
8. Готуючись до здачі аналізу калу на приховану кров, слід за 72 години до забору проби виключити з раціону продукти з високим вмістом заліза, бромю та йоду (яблука, солодкий перець, квасоля, мигдаль, арахіс, морська капуста тощо), м'ясні та рибні вироби, всі зелені та червоні рослинні продукти.
9. Для кращого відстеження динаміки рекомендується виконувати копрограму в одній лабораторії.

Таблиця референсних (нормальних) значень загального аналізу калу				
Показник	Немовлята на грудному вигодовуванні	Немовлята на штучному вигодовуванні	Дети	Дорослі
Макроскопічні характеристики				
Кількість	40–50 г/доба	30–40 г/доба	100–250 г/доба	10–400 г/доба
Консистенція	В'язкий, кашоподібний	Замаскоподібний	Оформлений	Оформлений

Колір	Жовтий, з відтінками від золотистого до зеленого	Світло-коричневий, помаранчевий	Від коричневого до темно-коричневого	Від коричневого до темно-коричневого
Запах	Кислий, не дуже різкий, молочний	Кислий, виражений	Каловий, нерізкий	Каловий, нерізкий
Слиз	Допустима мала кількість прозорого слизу	Допустима мала кількість прозорого слизу	Не виявлено	Не виявлено
Кров	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Гній	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Паразити	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Неперетравлена їжа	Не виявлено	Не виявлено	Допустима мала і помірна кількість рослинної неперетравленої клітковини	Допустима мала і помірна кількість рослинної неперетравленої клітковини
Хімічні параметри				
Кислотність, рН	4,8–5,8	6,8–7,5	7,0–7,5	7,0–7,5
Білірубін	До трьох місяців допустима мала кількість	До трьох місяців допустима мала кількість	Не виявлено	Не виявлено
Стеркобілін	Виявлено	Виявлено	Виявлено	Виявлено, 75–350 мг/доба
Розчинний білок	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Мікроскопічні характеристики				
Аміак	Не виявлено	Не виявлено	До 20–40 ммоль/кг	До 20–40 ммоль/кг
Крохмаль	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Нейтральні жири	Допустимо входження окремих крапель	Допустимо в малій кількості	Не виявлено	Не виявлено
Жирні кислоти	Допустимо входження невеликої кількості кристалів	Допустимо входження невеликої кількості кристалів	Не виявлено	Не виявлено

Мида	Допустимо входження малої кількості до одного року	Допустимо входження малої кількості до одного року	Не виявлено	Не виявлено
Перетравна клітковина	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Волокна м'язів та сполучної тканини	Не виявлено	Не виявлено	Допустимо входження малої кількості	Допустимо входження малої кількості
Еритроцити	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Лейкоцити	Не виявлено чи поодинокі	Не виявлено чи поодинокі	Не виявлено чи поодинокі	Не виявлено чи поодинокі
Дріжджоподібні грибки	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Йодофільні бактерії	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Клітини епітелію	Не виявлено чи поодинокі	Не виявлено чи поодинокі	Не виявлено чи поодинокі	Не виявлено чи поодинокі

Розшифровка результатів загального аналізу калу

Об'єм калових мас, що виділяється за добу, безпосередньо залежить від кількості споживаної їжі та раціону. Велика кількість продуктів рослинного походження у раціоні збільшує обсяг екскрементів, білкових продуктів – зменшує. Відхилення добового обсягу від референтних значень, що стало регулярним, може свідчити про патологію: постійне збільшення – про ентероколіт, панкреатит, холецистит, диспепсію різної етіології, посилену моторику кишківника або СРК, постійне зменшення – про запор або недоїдання.

Нормою консистенції калу у дітей (після відлучення від грудей) і дорослих є оформлений стілець циліндричної форми, який приблизно на $\frac{3}{4}$ складається з води. Немовлята, що годуються грудьми, в нормі мають кашкоподібний кал, а малюки на штучному вигодовуванні – замазкоподібний. Жовчнокам'яна хвороба, холецистит та панкреатит стають причиною мазеподібної консистенції. Дизентерія, сальмонельоз, диспепсія та ентероколіти викликають пінистий стілець. Твердий кал є наслідком запорів, спазмування стінок кишківника, стенозу товстого кишківника. Можливих причин у рідкого випорожнення дуже багато, найчастіше це діарея, СРК або підвищення моторики кишківника.

Пігмент стеркобілін надає фекаліям дорослої людини характерного коричневого кольору. У немовлят стілець світліше, у бік світло-жовтих, золотистих і зелених відтінків. У немовлят на штучному вигодовуванні, навпаки, стілець зазвичай темніший: від темно-жовтого до коричневого. Найчастіше колір калу дорослої людини змінюється через особливості раціону та після приймання певних лікарських препаратів. Якщо ж правила підготовки

до здачі аналізу калу були дотримані, то про що може говорити зміна кольору: чорний – внутрішні кровотечі, варикоз вен стравоходу, виразкова хвороба або онкологія шлунка; темно-коричневий – рецидивні запори, надлишок білка в раціоні, проблеми з перетравленням білкової їжі, коліт, диспепсія; світло-коричневий – надлишок рослинної їжі, СРК, підвищена моторика кишківника; червонувато-коричневий – виразковий коліт; світло-жовтий – панкреатит; сіруватий чи майже білий – гепатит, цироз печінки, непрохідність жовчних проток.

Кислий запах калових мас спричиняють процеси бродіння, для дітей віком до 6 місяців кислуватий запах є варіантом норми та пояснюється вживанням грудного молока або штучних сумішей (у цьому випадку запах яскравіше виражений). Гнильна диспепсія, ентероколіт, патологія шлунка, виразковий коліт та низка важчих станів спричиняють гнильний запах. Холецистит, порушення прохідності жовчних проток, жовчнокам'яна хвороба, панкреатит пояснюють появу смердючого запаху.

Присутність слизу – продукту руйнування кишкового епітелію – свідчить про запальний процес у кишківнику, геморой, целиакію, муковісцидоз чи наявність певних паразитів.

Виявлення крові у стільці – тривожна ознака. Свіжа червона кров, що легко виявляється на каловій масі, найчастіше вказує на геморой або анальну тріщину. Поєднання рідкого випорожнення та крові є симптомами дизентерії та низки захворювань інфекційної природи. Поява прожилок крові супроводжує виразковий коліт, хворобу Крона, рідше – онкологічні захворювання. Комбінація клітин крові та слизу в аналізах може свідчити про розвиток парапроктиту, коліту, появу поліпів та дивертикул кишківника. Рясна та/або регулярна ректальна кровотеча є приводом для обов'язкового та невідкладного візиту до проктолога.

Для дітей і дорослих виявлення гною в екскрементах є небезпечною патологією і вказує на запалення, що активно протікає в органах шлунково-кишкового тракту. У таких ситуаціях завжди призначаються додаткові лабораторні та інструментальні обстеження.

У разі виявлення у зразку калу гельмінтів (глистів) та їх яєць призначається протипаразитарна медикаментозна терапія.

Позитивний результат копрограми на залишки неперетравленої їжі змушує лікаря припустити порушення ферментації, недостатнє вироблення шлункового соку, гастрит або проблеми з моторикою кишківника.

Нормою є нейтральна кислотність калу. Слабке олушення (рН 7,5–8,0) спостерігається при захворюваннях тонкого кишківника, середнє (рН 8,0–8,5) – при панкреатиті, коліті, регулярних запорах, сильне (рН > 8,5) – при гнильній диспепсії. Слабокисла реакція є нормальною для немовлят через приймання молока та сумішей, у дорослих підвищення кислотності вказує на надлишок вуглеводів у раціоні, на активні процеси бродіння, наприклад, при бродильній диспепсії.

Організм здорової дорослої людини повністю переробляє білірубін на стеркобілін. Якщо у немовлят невелике входження білірубину в калові маси вважається варіантом норми та пояснюється не до кінця сформованою

мікрофлорою кишківника, то у дорослих воно може свідчити про розвиток СРК, дисбактеріозу, про недавнє примання антибіотиків.

Помітне зниження стеркобіліну в результатах аналізу калу, аж до його відсутності, говорить про функціональні проблеми печінки, жовчнокам'яну хворобу, закорковування жовчних каналів. Якщо ж показник перевищує норму, виникає підозра на гемолітичну анемію і надмірне вироблення жовчі.

Позитивна реакція на білок у копрограмі зазвичай вказує на патологію 12-палої кишки або шлунка, диспепсію, гастрит, ентероколіт, геморой.

Навіть мінімальна концентрація аміаку в калових масах немовлят вважається відхиленням від норми. Для дорослих допускається концентрація близько 20-40 ммоль/кг. Підвищений вміст аміаку супроводжує порушення ферментації та процесу перетравлення білкової їжі. Також показник зростає на тлі коліту та гнильної диспепсії.

Крохмаль у здоровому організмі повністю розщеплюється у шлунково-кишковому тракті та «на виході» його не повинно бути. Сліди внутрішньоклітинного крохмалю в калових масах можуть з'являтися при гіпосекреції шлункового соку, процесах гниття та бродіння. Позаклітинний крохмаль, продукт розпаду рослинних клітин, не засвоюється у разі недостатнього вироблення організмом ферменту амілази або внаслідок аномально високої швидкості просування їжі шлунково-кишковим трактом.

Нейтральні жири (тригліцериди) та мила у зразку калу можуть бути нормою тільки для дітей молодше 1 року. Для старших дітей і дорослих нерозщеплення жирів є ознакою функціонального порушення підшлункової залози, печінки або жовчного міхура. Жирні кислоти виявляються в результатах аналізу калу при порушенні абсорбційної функції стінок кишківника та при підвищеній моториці кишківника. Ще однією причиною неповного розщеплення жирів може бути банальний надлишок жирної їжі в раціоні або приймання жировмісних лікарських препаратів.

Неперетравна клітковина може бути присутня в копрограмі, не дарма її так назвали. А ось наявність в аналізах перетравної клітковини в кращому випадку вказує на надлишок сирих овочів і фруктів в раціоні, при менш приємних розкладах – на порушення секреторної функції шлунка, жовчовидільного процесу, прискорену евакуацію калових мас з кишківника.

У здоровому організмі білкова їжа (м'ясо, риба) повністю перетравлюється. Одним із проявів порушення цього процесу є поява в калі м'язових волокон та елементів сполучної тканини. Причиною цього може бути недостатнє вироблення ферментів підшлунковою залозою та зниження кислотності шлунка.

Позитивна реакція на еритроцити при розшифровці аналізу калу зазвичай свідчить про геморой, тріщини та виразки в різних відділах кишківника, поліпоз. Наявність лейкоцитів явно вказує на перебіг запального процесу в одному або кількох відділах кишківника. У разі розпаду пухлини кишківника у випорожненнях виявляються як еритроцити, так і лейкоцити.

Дріжджоподібні гриби розмножуються на тлі дисбактеріозу, спричиненого прийманням антибіотиків та/або кортикостероїдів.

Свою назву йодофільні бактерії отримали через властивість змінювати забарвлення під дією йодовмісних розчинів, наприклад, розчину Люголя.

Патогенні коки та палички виявляються в результатах аналізу калу при дисбактеріозі, активних процесах бродіння в шлунку, на тлі надлишку вуглеводів у раціоні, недостатньої продукції ферментів підшлункової залози.

Наявність кристалів у калі, залежно від їхнього хімічного складу, може вказувати на процеси гниття, кровотечу зі стінок кишківника, алергічну реакцію, глистяну інвазію.

Потрапляння клітин плоского епітелію до калових мас не має діагностичного значення, циліндричного епітелію – вказує на перебіг гострого або хронічного коліту.

ІМУНОГРАМА

Імунограма – це метод діагностики, спрямований на оцінку стану імунної системи людини. Це лабораторне дослідження, за допомогою якого вдається встановити основні показники імунної системи, визначити рівень здатності організму протистояти різним інфекціям. Імунограма – комплексне дослідження, що включає в себе лабораторний аналіз всіх компонентів, які становлять найбільшу важливість для імунітету.

Види імунограм

1. Дослідження імунного статусу з компонентами комплементу. Моноклональні антитіла на 7 субпопуляціях клітин, фагоцитоз, циркулюючі імунні комплекси, імуноглобуліни класів IgM, IgG, IgA, компоненти комплементу C3, C4.

2. Імунограма з чутливістю до імуномодуляторів.

Після отримання результатів комплексного імунологічного дослідження пацієнти можуть побачити розширену імунограму в цілому, але розшифровку імунограми повинен займатися тільки фахівець. Для середньостатистичної людини цифри залишаються цифрами і нічого не скажуть.

Коли необхідно здати кров на імунограму?

Як правило, комплексне імунологічне дослідження і дітям, і дорослим призначається, коли необхідна оцінка імунологічного статусу для:

- перевірки стану імунної системи;
- виявлення порушень у функції імунітету;
- діагностування імунодефіцитних станів;
- підтвердження/ спростування наявності у пацієнта лімфопроліферативного захворювання;
- визначення можливості проведення медикаментозного лікування і виключення ускладнень, пов'язаних з прийомом ліків тощо.

Симптоми, при яких може бути призначена імунограма:

- часті прояви болі, ломоти, слабкості в тілі;
- запальні та грибкові ураження шкіри;
- виражена втрата ваги без будь-яких видимих передумов;
- затягнутість лікування запальних і інфекційних хвороб;
- збільшені шийні лімфатичні вузли;
- швидка стомлюваність;

- температура, яка тримається на протязі 14 днів і більше (за умови, що інші методи діагностики не виявляють проблеми);
- часті інфекції і шкірні висипання тощо.

Показання до імунограми:

- часта захворюваність інфекційними та запальними захворюваннями (особливо, часті бронхіти, отити, тонзиліти, гайморити) – частіше 4 разів на 12 місяців;
- алергічні захворювання;
- тривала антибіотикотерапія не дала належного результату;
- хронічні інфекції (ВІЛ, папіломавірус, герпес, вірусні гепатити);
- шкірні захворювання (в т.ч. стійкі грибкові та гнійничкові ураження);
- патології крові;
- медичні проблеми з групи аутоімунних захворювань;
- патологічні стани ендокринної системи (в т.ч. цукровий діабет);
- різні види імунодефіцитів.

Також, здати кров на імунограму може знадобитися при деяких видах раку (особливо, на стадії застосування протипухлинної терапії) і пацієнтам, які зазнали опромінення.

Незважаючи, на важливу роль імунітету в лікуванні статевих інфекцій, вони не є прямим показанням для проведення імунограми.

Протипоказання

Основне протипоказання до проведення аналізу крові на імунологію – це гострий період інфекційних і запальних захворювань (особливо, з лихоманкою). Також, імунограму не проводять жінкам в період менструації та при нормальній (НЕ патологічній) вагітності. Призначити визначення імунного статусу вагітним можуть при наявності в анамнезі випадків невиношування вагітності (особливо, якщо оцінка ризиків не проводилася при плануванні), а також в тих випадках, коли є підозри на порушення імунологічної толерантності матері до плоду.

Що показує аналіз крові на імунологію?

Імунограма показує стан клітинного і гуморального імунітету, допомагає оцінити лікарю імунологічний статус пацієнта для призначення правильної терапії. За своєю суттю, імунограма – це комплексний аналіз.

На відміну від загального аналізу крові, при якому проводиться підрахунок кількості лімфоцитів і моноцитів, які є базовими клітинами імунної системи, при проведенні імунограми ці клітини розкривають фахівцям всі свої особливості. Це, в свою чергу, дозволяє виявити порушення імунітету: встановити наявність імунодефіцитних станів, лімфопроліферативних захворювань та інших імунопатологічних процесів.

Також, за допомогою аналізу на імунограму в динаміці, в порівнянні з клінічною динамікою, оцінюється генералізація і тяжкість патологічного процесу, прогнозується подальший його перебіг і розвиток. На підставі відомостей про імунітет лікар може внести корективи в проведене лікування й оцінити його ефективність.

Особливості забору біоматеріалу:

- матеріал для імунологічного дослідження – венозна кров;

- для забору крові застосовують спеціальні закриті вакуумні системи, які складаються зі стерильної двосторонньої голки з безпечним клапаном для забору рідких біоматеріалів, одноразового держака і стерильних вакуумних пробірок – вакутайнер (саме, завдяки цьому, процедура взяття біологічного матеріалу є безболісною і має підвищений рівень інфекційної безпеки);
- при здачі крові на дослідження показників гуморального імунітету застосовують вакутайнер зі спеціальним наповнювачем (вакуумні пробірки з фіолетовою кришкою).

Підготовка

Щоб результат імунограми був достовірним і ви були впевнені, що він цілком відображає стан вашої імунної системи, до аналізу слід підготуватися.

Пам'ятайте:

- потрібно виключити будь-які фізичні навантаження;
- напередодні здачі крові не можна вживати продукти й/ або напої з високим вмістом жиру й алкогольної складової;
- вранці перед здачею аналізу потрібно відмовитися від звичних кави, соку, чаю, солодких напоїв з газом, якщо сильно хочеться пити, припустимо випити води;
- аналіз на визначення імунного статусу здається строго натщесерце з 8 до 10 години ранку;
- не курити 2-3 години до забору крові на дослідження;
- за кілька тижнів потрібно припинити приймати антибіотики, гормони тощо (їх скасування, тимчасове виключення з курсу лікування обов'язково потрібно обговорити з лікарем, існують стани, при яких за рекомендацією лікаря можна і потрібно продовжувати лікування).

Також, на інформативність дослідження може вплинути: зміна клімату, погода, сезон, вік, особливості роботи нервової системи, загострення хронічних захворювань, характер харчування, прийом фармакологічних препаратів (зокрема, гормональних і антибактеріальних засобів).

ОНКОМАРКЕРИ

Онкомаркери — це хімічні сполуки та специфічні білки, концентрація яких у крові значно збільшується за наявності онкозахворювань. Цей інформативний діагностичний інструмент дозволяє виявити онкологію на ранніх стадіях. Кількість летальних випадків у результаті раку, на жаль, переважає виліковність. Проте, якщо почати лікування на першій стадії, шанси одужати складають 90–92 %, тоді як на четвертій — не більше 10–13 %.

Види онкомаркерів: що покаже аналіз

Сучасна медицина в клінічній практиці використовує приблизно 35 орієнтованих на різні патології онкомаркерів. Це дозволяє діагностувати та відстежувати перебіг великої кількості онкопатологій.

У сучасній клініці зручно і швидко можна зробити аналізи на багато видів онкомаркерів, наприклад:

- маркер раку підшлункової залози СА 19-9;
- онкомаркер раку яєчників СА 125;

- маркер раку молочної залози СА-15-3;
- раково-ембріональний антиген РЕА;
- антиген плоскоклітинної карциноми SCC;
- онкомаркер раку сечового міхура;
- маркер раку простати ПСА (загальний онкомаркер);
- онкомаркер ШКТ СА 242;
- дослідження на інші пухлинні маркери.

Також у медицині практикують аналізи на виявлення маркера раку сечового міхура (UBC), ХГЛ (репродуктивна система), АФП (зазвичай, на рак печінки), Б-2-МГ (лімфома, лейкемія, мієлома).

Один і той же показник може свідчити про різні форми раку, а в деяких випадках кілька маркерів вказують на одну онкопатологію. При прогнозуванні ризику онкології буває необхідно зіставити значення декількох онкомаркерів. Наприклад, для обчислення індексу рому (ROMA) потрібні показники онкомаркера яєчників СА 125 і онкомаркер HE 4.

Варто також розуміти, що підвищення рівня онкомаркерів у крові — це ще не діагноз. Багато природних процесів також супроводжуються підвищенням рівня біомаркерів. Наприклад, СА 125 вказує на онкологію яєчників, але є нормою в першому триместрі вагітності. А відхилення від нормальних показників онкомаркера РЕА характерні для аутоімунних або запальних захворювань. Травми та гормональні збої також здатні впливати на рівень біомаркерів у крові. Тому позитивні аналізи на онкомаркери, результат дослідження крові — це вагомий привід насторожитися і більш серйозно підійти до обстеження із застосуванням додаткових лабораторних та інструментальних методів.

ПЛР - діагностика

Полімеразна ланцюгова реакція (PCR, метод полімеразної ланцюгової реакції, ПЛР) – це один з найбільш сучасних, чутливих і точних методів діагностики захворювань. Полімеразна ланцюгова реакція здійснюється шляхом використання особливих ферментів, що багато разів копіюють фрагменти РНК і ДНК хвороботворних збудників, які містяться в пробах біологічного матеріалу.

Переваги ПЛР

1. Пряме визначення наявності збудників (виявляє нуклеїнові кислоти збудника).
2. Високий рівень специфічності (зумовлено особливістю методу: в матеріалі, який досліджується, виявляється типовий тільки для певного збудника фрагмент ДНК).
3. Висока чутливість (дає можливість виявити медичну проблему на ранніх етапах розвитку, ще до появи специфічної клінічної картини).
4. Ідентичність процедури виявлення різних збудників.
5. Оперативність отримання результатів аналізу ПЛР.
6. Можливість виявлення не тільки захворювання, що протікає в гострій формі, але і латентних інфекцій.

7. Аналіз має низький відсоток хибнопозитивних і хибнонегативних результатів (при дотриманні всіх норм, в т.ч. забору біологічного матеріалу).



Рис. 9. ПЛР – діагностика.

ПЛР-діагностика дозволяє виявити всі вірусні захворювання, що відомі науці на даний момент. Це стосується і тих захворювань, які можуть роками перебувати в організмі людини й не проявляти себе, чекаючи найбільш сприятливих умов для розвитку патологічного процесу. Діагностика збудників, що розвиваються тривалий період, особливо актуальна в гінекології й урології.

Також, аналізи ПЛР широко застосовуються в диференціальній діагностиці в пульмонології, гастроентерології, інфектології, педіатрії (можна зробити повні інфекційний скринінг дітям) та гематології (особливо, при необхідності виявлення онкогенних вірусів).

ТЕМА 2. ПРОТОЧНА ЦИТОМЕТРІЯ

Сучасною технологією швидкого вимірювання характеристик клітин, їх органел і процесів, які у них відбуваються, є проточна цитометрія. Вона є ефективним підходом до вирішення багатьох важливих завдань медицини, біології клітини та клітинної інженерії. Досягнення в області флуоресцентних барвників, розвиток лазерних і комп'ютерних технологій, створення ефективного програмного забезпечення призвели до широкого використання даної технології в медичній практиці.

Зовнішній вигляд проточного цитометра BD FACS Calibur



Рис. 10. Проточна цитометрія.

Проточна цитометрія є потужним методом аналізу одиничних клітин, який знайшов широке застосування в різних галузях науки і медицини. Основною метою вивчення проточної цитометрії є аналіз, сортування та кількісна характеристика клітин або частинок у зразках. Зазвичай, досліджуються окремі клітини або популяції клітин за різними параметрами, такими як розмір, склад клітинної поверхні, вміст внутрішніх молекул, та інші біологічні характеристики.

Основа методу проточної цитометрії:

1. Підготовка зразка: Зразки мають бути придатними для проточної цитометрії. Зазвичай це одиночна клітинна суспензія.
2. Прохід через потік: Зразки проходять через тонку струмінь рідини, де клітини один за одним проходять перед лазером.
3. Вимірювання параметрів: Лазери попадають на клітини, і різні компоненти клітини або частинки розсіюють і розсікають світло. Збираються дані про цю розсіювану світлову сигналізацію для різних параметрів.
4. Аналіз даних: Отримані дані аналізуються, і інформація про клітини представляється у вигляді гістограм, діаграм розсіювання, або інших типів графіків.

Фізичні властивості клітин (розмір і цитоплазматична гранулярність) можуть бути виміряні на будь-якій окремій нефарбованій клітині. Клітини також можуть бути помічені специфічними барвниками, що зафарбовують ДНК, РНК або білок, або цілим набором флуорохром-кон'югованих антитіл, спрямованих до мембранних і внутрішньоклітинних компонентів клітин. В ході аналізу враховується як рівень флуоресценції хімічних сполук, що входять до складу клітини (аутофлуоресценція), так і внесених у зразок перед проведенням проточної цитометрії.

Суспензію попередньо забарвлених флуоресціюючими барвниками клітин під тиском проганяють через капіляр. Клітини, підхоплені потоком рідини, шикуються одна за одною, утворюючи «ланцюжок». Так реалізується принцип гідродинамічного фокусування, завдяки якому створюються умови ламінарного потоку без перемішування суспензії клітин з обтікаючою рідиною. Коли такий струмінь перетинає сфокусований лазерний промінь, то в точці перетину потоку і променя одночасно виявляється, як правило, тільки одна

клітина, що дозволяє уникнути артефактів, пов'язаних з різною віддаленістю клітин від точки перетину лазерного променя з потоком.

У вимірювальній камері приладу молекули деяких клітинних структур, перетинаючи промінь монохромного лазера, поглинають світло певної довжини хвилі і переходять в збуджений стан. Повертаючись через короткий час в початковий стан, клітини випромінюють кванти світла з іншими довжинами хвиль. Це вторинне випромінювання, що має строго визначені для кожного виду клітин або їх структур довжини хвиль, проходячи через оптичну систему приладу реєструється фотоелектронним помножувачем, який перетворює його в електричні сигнали, зручні для комп'ютерної обробки та зберігання інформації.

У момент перетину клітиною лазерного променя детектори фіксують: 1) розсіювання світла під малими кутами (від 1° до 10°), отримана характеристика використовується для визначення розмірів клітин; 2) розсіювання світла під кутом 90° , що дозволяє робити висновки про співвідношення ядро / цитоплазма, а також про неоднорідність і гранулярність клітин; 3) інтенсивність флуоресценції по декількох каналах флуоресценції (від 2 до 18-20) – дозволяє визначити субпопуляційний склад клітинної суспензії та ін.; 4) поляризацію флуоресценції і час прольоту частки, що дозволяє оцінити ступінь в'язкості клітинних мембран, яка змінюється в залежності від їх функціонального стану, а також ступінь асиметричності клітин чи досліджуваних органел.

Два або три флуоресцентних сигнали, кожен з яких свідчить про реакцію одного маркера зі специфічним розпізнаванням антигеном, можуть бути зафіксовані разом з сигналами переднього (FSC- Forward Scatter) і бічного розсіювання (SSC-Side Scatter) світла. Сигнали розсіювання світла, що характеризують розмір клітини (FSC), а також цитоплазматичні і мембранні особливості (SSC), пов'язують результати флуоресцентного аналізу з морфологічно певними популяціями.

Мультипараметричний аналіз проточної цитометрії дозволяє зменшити необхідний обсяг біологічного матеріалу (до 100 мкл), час пробопідготовки і фактичного аналізу (секунди) за рахунок високої швидкості. Перевагою методу також є можливість аналізу великої кількості клітин (до 10⁸ клітин); вимірюються параметри рідкісних клітин; відбувається об'єктивне вимірювання інтенсивності флуоресценції. Можливості аналізу результатів збільшує використання статистичних і математичних моделей.

Два світлові потоки, що утворюються при перетині клітиною лазерного променя



Рис. 11. Метод проточної цитометрії.

Отже, переваги методу проточної цитометрії:

1. Швидкість: Проточна цитометрія може аналізувати тисячі клітин за секунду, що дозволяє швидко отримати значну кількість даних.
2. Одиночна клітинна аналітика: Метод дозволяє досліджувати клітини окремо, надаючи детальну інформацію про кожну клітину в популяції.
3. Множинний параметричний аналіз: Проточна цитометрія може вимірювати кілька параметрів одночасно, що дозволяє більш комплексний аналіз клітин.
4. Сортування клітин: Проточна цитометрія може відокремлювати окремі клітини або підпопуляції для подальшого дослідження.

Методом проточної цитометрії досліджуються такі зразки:

- кров;
- кістковий мозок;
- ліквор;
- суглобова, плевральна та асцитична рідини;
- суспензійовані клітини тканин.

При вивченні проточної цитометрії головними цілями є:

1. Аналіз клітинних популяцій: Визначення складу і кількості різних клітинних типів у зразку, наприклад, у крові, тканинах, або клітинних культурах.
2. Визначення виразу маркерів на клітині: Вивчення присутності або відсутності специфічних молекул (маркерів) на поверхні або всередині клітини. Це дозволяє ідентифікувати певні клітинні підпопуляції та вивчати їх функції.
3. Аналіз внутрішніх клітинних процесів: Вимірювання вмісту і активності внутрішніх компонентів клітини, таких як флуоресцентні маркери або білки, які можуть вказувати на певні функції або стадії розвитку клітини.
4. Вивчення клітинних циклів і апоптозу: Оцінка клітинного циклу та виявлення програмованої клітинної смерті (апоптозу) у клітинах, що дозволяє зрозуміти їхні процеси росту та диференціації.

5. Сортування клітин: Розділення та ізоляція окремих клітин або клітинних підпопуляцій для подальшого дослідження або використання, наприклад, для клонування або трансплантації.
6. Моніторинг терапевтичних ефектів: Вивчення впливу лікування на клітинні популяції, наприклад, під час лікування раку або інфекційних захворювань.
7. Дослідження імунної відповіді: Вивчення активності імунної системи, аналізування функцій імунних клітин і виявлення реакцій на інфекції або імунотерапію.

Загалом, проточна цитометрія є потужним інструментом для вивчення клітинних популяцій і процесів, що відбуваються в клітинах, що забезпечує значні можливості для досліджень у різних галузях науки і медицини.

Як зрозуміти результати проточної цитометрії?

Вчені використовують проточну цитометрію для диференціації різних типів клітин чи мікроскопічних організмів. Хоча цей експериментальний метод досить простий у виконанні, аналіз складних даних, отриманих за допомогою проточного цитометра, складніший через безліч експериментальних факторів та/або параметрів цитометра. Як такий, за введеним порядком для цитометричних даних, який потрібно візуалізувати та проаналізувати використовуючи витончені професійні програми як CELLQuest або FlowJo. Знайомство з методами проточної цитометрії, обладнанням та програмним забезпеченням необхідне розуміння результатів, отриманих цих експериментів.

Уточніть мету експерименту, поставивши запитання: "яке питання чи гіпотеза досліджувалися?" Внесіть будь-які зміни, необхідні для відображення даних з відповідними налаштуваннями (наприклад, позитивні клітини, негативні ворота, інтенсивність флуоресценції, популяції клітин тощо).

Знайдіть Гейтса. Осередки можуть бути згруповані або просто згруповані на графіку щільності або контурній діаграмі. Групи часто поділяються залежно від їхньої ідентичності. Якщо одна група забарвлює дуже інтенсивно для конкретного маркера або антитіла, робиться висновок, що всі члени цієї групи мають ідентичність певного типу клітин, що виражає цей маркер. Зазвичай можна знайти осередки, позитивні більш ніж одного з цих маркерів, і ці осередки зазвичай є проміжними і позначаються як "double-positive".

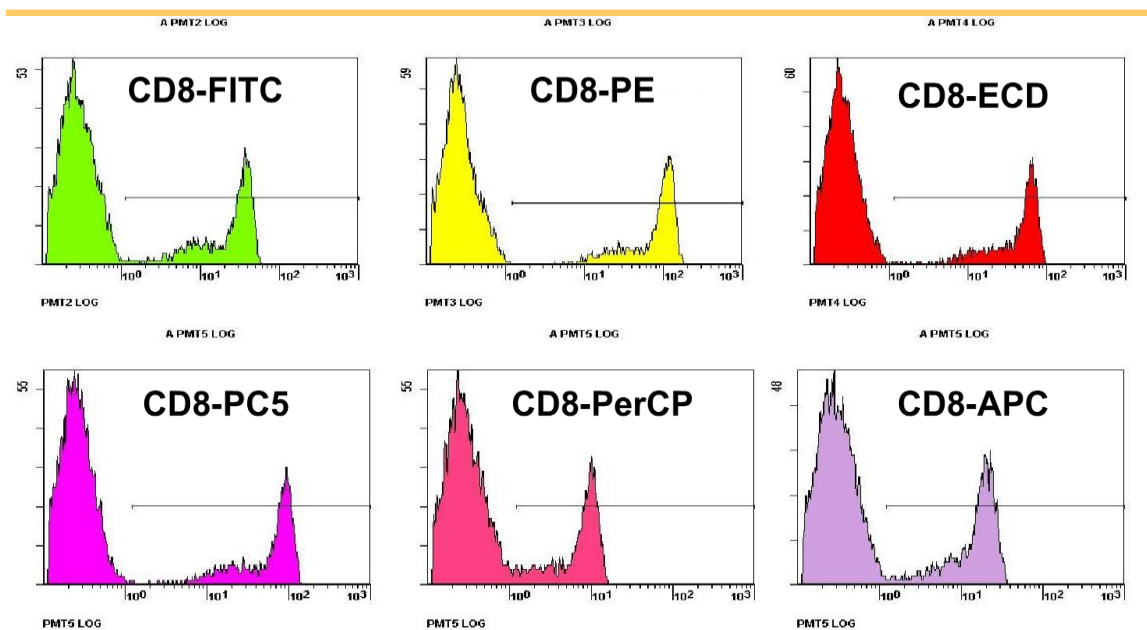
Подивіться на діаграми розсіювання. Те, як групи осередків розподіляються на діаграмі розсіювання, є показником розміру осередків. Клітини з дуже великим або великим розкидом, зазвичай, є великими клітинами; Тим не менш, вони можуть бути більшими просто тому, що вони містять високу частку цитоплазми, або вони можуть бути більшими, тому що вони мають дуже велике ядро. Залежно від біології, що вивчається, це, звичайно, буде широко варіюватися між експериментами.

Подивися на цифри. Налаштуйте графіки для відображення різних параметрів на одній осі (зазвичай на осі X), зберігаючи при цьому значення на осі Y. Це вказує на частку популяції зразка, яка є позитивною для цього конкретного параметра, оскільки пік зазвичай буде спостерігатися в позитивно забарвленому зразку, який буде відсутня у негативному контрольному зразку.

Подивіться багатопараметричні гістограми. Регулюючи вісь X та вісь Y, щоб вони представляли різні параметри, які були досліджені в ході

експерименту, можна отримати більш глибоке розуміння властивостей зразка. Наприклад, встановивши для осі X червону флуоресценцію та для осі Y зелену флуоресценцію, для зразка можна розрахувати затвори в стилі квадранта, щоб показати чотири області квадранта, в яких присутні клітини, і фарбувати їх у червоний або зелений колір. Флуоресценція, обидва кольори чи взагалі немає. Це дозволяє розділити гетерогенну вибірку на складові частини і візуалізувати, а також кількісно оцінити будь-які об'єкти, що перебиваються.

Порівняльна характеристика різних флуорохромів



Галузі застосування проточної цитометрії:

Проточна цитометрія знаходить застосування в різних галузях, зокрема:

1. Імунологія.

Основним завданням проточної цитометрії в імунології є імунофенотипування нормальних і патологічних імунокомпетентних клітин, визначення фагоцитарної активності, внутрішньоклітинних цитокінів, внутрішньоклітинних білків, проліферативної активності, дослідження клітинного циклу, оцінка клітинної цитотоксичності. Найбільша кількість досліджень за останнє десятиріччя стосувалася системи вродженого імунітету. Використання моноклональних антитіл, кон'югованих з різними флуорохромами, призвело до розвитку багатопараметричного аналізу і значно спростило роботу фахівців в діагностиці різних порушень імунної системи.

2. Онкологія.

Проточна цитометрія в онкології – це кількісний аналіз внутрішньоклітинних компонентів (ДНК); аналіз стадій клітинного циклу; виявлення анеупloidного клону та визначення його проліферативної активності; визначення специфічних маркерів; моніторинг пацієнтів, що входять до групи ризику; оцінка стану імунної системи, що полягає у оцінці клітинної ланки імунітету та оцінці функціональної спроможності імунокомпетентних клітин.

3. Нанонейротехнологія.

У сучасних нанонейротехнологіях є надзвичайно перспективним використання магнітних наночастинок для транспортування біологічно активних речовин і ліків до клітин-мішеней у разі зовнішнього маніпулювання та в протипухлинній терапії. Методами проточної цитометрії та фотонної кореляційної спектроскопії досліджується зв'язування наночастинок з нервовими терміналями та тромбоцитами. Розмір частинок у препаратах визначали за прямим (FS), а цитоплазматичну гранулярність – за бічним (SS) світлорозсіюванням.

4. Цитологія.

В цитології метод використовується для визначення цитоморфологічної приналежності клітини; оцінки активності внутрішньоклітинних ферментів; визначення експресії поверхневих антигенів; для аналізу стадій клітинного циклу; виміру фізіологічних параметрів клітини – внутрішньоклітинного рН, концентрації вільних іонів Ca^{2+} , потенціалу зовнішньої клітинної мембрани. Проточна цитометрія використовується для вивчення трансмембранного обміну іонів кальцію в мітохондріях, наприклад для виявлення змін мітохондріального потенціалу та рівня активних форм кисню тощо. Також метод використовується для вивчення обміну іонів Ca^{2+} в ізольованих мітохондріях.

5. Гематологія.

Гематологія використовує даний метод для аналізу субпопуляційного складу клітин периферичної крові; підрахунку ретикулоцитів, аналізу тромбоцитів за специфічними маркерами; диференційної діагностики лімфопроліферативних захворювань і реактивних лімфоцитозів; діагностики гострих лейкозів; оцінки мінімальної резидуальної хвороби.

6. Фармакологія.

Метод проточної цитометрії в фармакології створює можливості для виміру експресії маркерів, активності внутрішньоклітинних ферментів; визначення стадій клітинного циклу в рамках вивчення механізмів впливу різних біологічно активних речовин на клітинному рівні.

7. Бактеріології.

Проточна цитометрія широко застосовується для виявлення в досліджуваних зразках бактеріальних, грибових і власних клітин організму людини (в кількості 10-100 штук в 1 мл крові); для визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів. Піддані впливу антибіотиків мікроорганізми (*in vivo* або *in vitro*) порівнюють з контрольними зразками того ж штаму для встановлення їх життєздатності, а також змін в нуклеїнових кислотах, білках, оболонці клітин і ін., що дозволяє оцінити ступінь ефекту антибіотика і точку прикладання його дії. Високу чутливість методу забезпечує використання моноклональних антитіл, помічених флуоресціюючою речовиною.

Метод дозволяє проводити моніторинг стану вірусного процесу у ВІЛ-інфікованих пацієнтів і може використовуватися для контролю ефективності проведеної терапії.

8. Генна інженерія.

Проточна цитометрія також може бути використана в області білкової інженерії для ідентифікації варіантів клітинної поверхні білкової молекули.

9. Біохімія.

Проточна цитометрія може бути використана для вимірювання оксидативного стресу в соматичних клітинах у робітників, експонованих до зварювального пилу, та для інших виробничих середовищ. Рахування індексу оксидативного стресу є корисним для передбачення наслідків захворювань та для визначення ефективності профілактичних заходів.

10. Біологія.

У біології, зокрема в рослинництві (сільському господарстві), метод використовують для визначення плоідності клітин, аналізу стадій клітинного циклу, аналізу і сортування протопластів. У морській біології можуть бути проаналізовані об'єми і розподіл фотосинтезу планктону.

11. Екологія.

Важливим є контроль екологічного стану природних екосистем, зокрема полідисперсних водних середовищ, які є складовою частиною значної кількості об'єктів природного походження. Полідисперсні водні середовища – складні полідисперсні системи, що включають у себе частинки різних типів, розмірів і форми, які знаходяться у завислому стані в колоїдних розчинах та перебувають у складній взаємодії. Ці частинки переважно є біологічними клітинами та їх агрегатами. Скануюча проточна цитометрія дозволяє визначати розмір і показник заломлення окремих часток і тим самим сприяє їх ідентифікації.

12. Цитоензимологія.

Проточна цитоензимологія, відкриває широкі перспективи для подальшої ідентифікації пошкоджених або змінених клітин і дозволяє приймати адекватні рішення щодо ефективного лікування виявлених патологічних змін.

Різноманітність варіантів використання проточної цитометрії на сьогоднішній день може бути обмежено лише фантазією дослідника, а в діагностичній службі – аналітичними потребами клініки.

ТЕМА 3. МЕТОДИ ТОМОГРАФІЇ

Томографія - метод отримання пошарових зображень досліджуваних органів та тканин.

Основним недоліком класичного рентгенологічного методу дослідження є сумацийний ефект – ефект наложення одних органів і тканин на інші, який заважає діагностиці деяких патологічних процесів.

Для усунення сумацийного ефекту застосовують різноманітні методи томографії.

Види томографії:

- лінійна
- рентгенівська комп'ютерна
- магнітно-резонансна
- радіонуклідні томографічні методики (ОФЕКТ, ПЕТ)

Лінійна томографія

- методика рентгенологічного дослідження з отриманням пошарових зображень досліджуваних органів і тканин пацієнта на рентгенівській плівці.

На рентгенограмі виходить сумацийне зображення будь-якої частини тіла. Томографія служить для отримання зображення структур, розташованих в одній площині, на рівні певного шару без ефекту нашаровування одних органів і тканин на інші. Такий ефект досягається за допомогою особливого технічного підходу: відбувається безперервний рух під час зйомки в різних напрямках рентгенівської трубки, що випромінює пучок променів, та касети з плівкою щодо досліджуваного об'єкта. Цим досягається виділення спеціального томографічного зрізу. Завдяки частковому усуненню сумацийного ефекту, поліпшується якість зображення органів на рівні виділеного шару. За зовнішнім виглядом лінійна томограма відрізняється від рентгенограми відсутністю візуалізації органів вище та нижче досліджуваного рівня, наявністю нерізкості шарів, розташованих вище та нижче цього рівня і більш чіткою візуалізацією досліджуваного об'єкта в площині томографічного зрізу. Наприклад, на лінійній томограмі легенів відсутня візуалізація ребер.

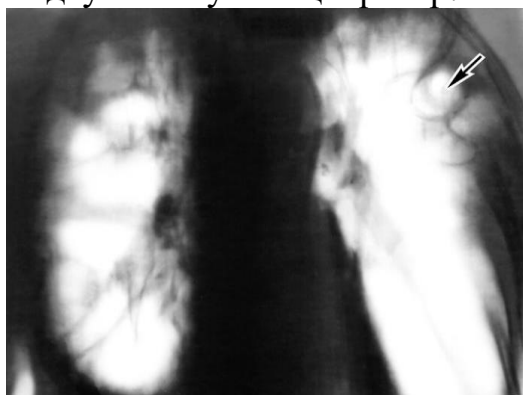


Рис. 12. Лінійна томограма: кісти легенів.

Лінійна томографія допомагає точніше визначити локалізацію, поширеність, характер і структуру патологічного процесу, виявити дрібні патологічні утворення та порожнини. На відміну від лінійної томографії рентгенівська комп'ютерна та магнітно-резонансна томографія дозволяють практично повністю усунути сумацийний ефект, тому в даний час лінійна томографія застосовується рідко, витісняючись цими новими методами.

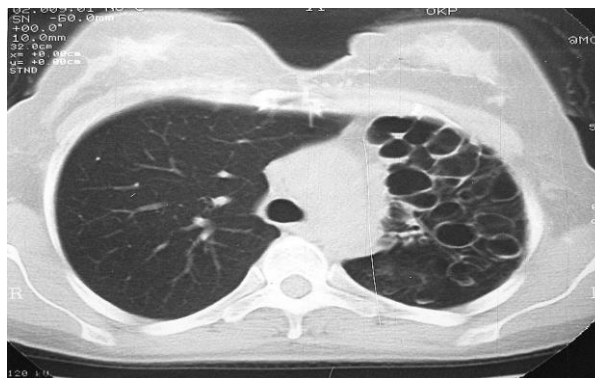


Рис. 13. Комп'ютерна томограма органів грудної порожнини: кісти легенів

КОМП'ЮТЕРНА ТОМОГРАФІЯ

Комп'ютерна томографія – рентгенологічний метод дослідження

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.

Комп'ютерна томографія є рентгенологічним методом, в основі якого застосовують рентгенівські промені. Рентгенологічне дослідження - метод променевої діагностики, при якому для отримання діагностичних зображень використовують рентгенівські промені.

Види випромінювань,

що використовуються в променевої діагностиці неіонізуючі (теплове, резонансне, ультрозвукові хвилі) та іонізуючі (рентгенівське, радіоактивні елементи).

Біологічна дія випромінювань. Всі випромінювання, як неіонізуючі, так й іонізуючі, характеризуються біологічною дією, оскільки здатні викликати зміни в живих організмах. Однак енергія ультрозвукових хвиль й електромагнітних коливань, що використовуються в діагностиці, значно нижче енергії, яка супроводжується механічною і хімічною реакцією тканин. До теперішнього часу шкідливі впливи ультрозвуку, стабільного магнітного поля і високочастотних радіохвиль на організм біологічних істот, у тому числі й людини, не зареєстровано, тому їх вважають практично нешкідливими, але питання про їх біологічну дію продовжує вивчатися. Біологічна дія іонізуючих випромінювань відома з кінця XIX століття, коли в 1895 р. німецький фізик К.В. Рентген відкрив новий вид невидимого випромінювання, здатного проникати в глибину тканин та клітин, а в 1896 р. А. Беккерель встановив, що уран здатний випускати промені, за властивостями схожі на відкриті Рентгеном. Незнання шкідливих властивостей іонізуючих випромінювань призвело до ураження десятків та сотень людей. У 1895 р. асистент Рентгена Вільям Грубе отримав радіаційний опік рук. Сильний вплив випромінювань радію випробував сам Анрі Беккерель. Пробірка з радієм, що знаходилася в кишені жилета Анрі Беккереля, викликала почервоніння шкіри живота з подальшою появою виразок.

Стадії біологічної дії іонізуючих випромінювань на об'єкт:

1. *Фізична стадія* - у процесі якої відбувається поглинання енергії випромінювання опроміненим середовищем, при якому виникають збуджені й іонізовані молекули (білки, вуглеводи, жири, нуклеїнові кислоти, вода, різні низькомолекулярні органічні та неорганічні сполуки).
2. *Фізико-хімічна стадія* - в цю стадію поглинена енергія мігрує по макромолекулярним структурам і перерозподіляється між збудженими й іонізованими молекулами, викликаючи руйнування хімічних зв'язків там, де ці зв'язки менш міцні, а в мікрооточенні з'являються нові іони, сольватовані електрони та вільні радикали.

3. *Хімічна стадія* - протягом цієї стадії іони, що утворилися, та вільні радикали взаємодіють між собою та з оточуючими молекулами. В результаті утворюються нові продукти - супероксидний аніон, гідропероксид, пероксид водню, атомарний та синглетний кисень, що є сильними окислювачами органічних речовин біосубстрату. При впливі продуктів радіолізу води на амінокислоти, білки, вуглеводи, нуклеотиди, фосфоліпіди, ДНК утворюються органічні вільні радикали. Виникають основні структурні пошкодження, при цьому найбільше значення для подальшої долі опроміненої клітини мають процеси, що відбуваються в молекулах ДНК, білків і фосфоліпідів. У білкових макромолекулах дія іонізуючого випромінювання призводить до порушення первинної структури: розриву дисульфідних містків, водневих зв'язків, пептидного ланцюга; утворення зшивок між пептидними ланцюгами, окислення сульфгідрильних груп й ароматичних амінокислот. Результатом цих процесів є зміна вторинної та третинної структури білків, що веде, в свою чергу, до порушення їх біологічних властивостей, у тому числі ферментативної, гормональної, рецепторної активності. Змінюється відносний хімічний склад фосфоліпідів мембран, їх в'язкість, проникність, багато фізико-хімічних характеристик з наступним порушенням життєво необхідних для клітини функцій - бар'єрної, рецепторно-сигнальної, регуляторної, транспортної тощо.

Ураження мембран мітохондрій, мікосом, лізосом, ендоплазматичного ретикулуму викликає порушення структури та функції цих утворень і клітин в цілому. Пошкодження мембран лізосом і вихід за їх межі протеаз сприяють в ранні терміни після опромінення активації процесів протеолізу. Розвиваються ушкодження ядерної ДНК: одониткові розриви, пошкодження основ, двониткові або подвійні розриви, порушення вторинної структури та надмолекулярної організації, що призводять до порушень структури та функцій клітини. Спостерігається гальмування росту та поділу клітин, дистрофічні зміни, аж до загибелі.

4. *Біологічна стадія* - формування ушкоджень на клітинному, тканинному, органному та організменному рівнях, формування віддалених наслідків опромінення. Зміни в хромосомному апараті клітини позначаються на її спадкових властивостях: ведуть до радіаційної мутації, в соматичних клітинах – до появи клітин з новими якостями, тобто клітин - джерел пухлинних захворювань. Мутації в статевих клітинах виявляються в наступних поколіннях, що веде до зростання спадкових хвороб.

Однак дія іонізуючих випромінювань на різні біологічні об'єкти неоднакова. Кожному виду клітин і тканин властива своя радіочутливість або радіорезистентність - міра чутливості або стійкості до дії іонізуючих випромінювань.

Радіочутливість тканин прямо пропорційна проліферативній активності та обернено пропорційна ступеню диференційованості складових її клітин (правило Бергоньє-Трибондо). Найбільш радіочутливим в організмі є тканини, що містять малодиференційовані клітини, які активно розмножуються.

За ступенем радіочутливості, від найбільш радіочутливих до найбільш радіорезистентних, тканини організму розташовуються таким чином:

- мієлоїдна, лімфоїдна,

- епітелій: гермінативний, кишковий і покривний,
- м'язова, нервова, хрящова та кісткова тканини.

Також радіочутливість клітини, тканини та органу залежить від виду випромінювання, яке на них впливає, стадії мітотичного циклу клітини, ступеня оксигенації, функціонального стану (зазвичай посилюється при підвищенні функцій), а також від зовнішніх факторів: температури, вмісту кисню та води.

Таким чином, будь-яке застосування іонізуючих випромінювань в медичних цілях вимагає обов'язкового обґрунтування, дотримання правил радіаційної безпеки, протипроменевого захисту пацієнтів та медичного персоналу.

Властивості рентгенівських променів Рентгенівські промені мають такі властивості:

- проникають крізь непрозорі тіла;
- зумовлюють світіння деяких хімічних з'єднань;
- розкладають галоїдні з'єднання срібла;
- змінюють електропровідність напівпровідникових пластин;
- утворюють іони.

Ці властивості широко використовуються при одержанні медичного зображення. Рентгенівські промені виникають в рентгенівській трубці, яка являє собою скляний балон з великим ступенем вакууму всередині нього. В порожнині трубки знаходяться два електроди: катод та анод. На катоді виникають електрони, які прискорюються в просторі між катодом та анодом. Прискорені електроди гальмуються на аноді, в зв'язку з чим виникають рентгенівські промені.

Рентгенівська трубка є складовою частиною апарата, що має штатив, на якому утримується рентгенівська трубка, є місце для розміщення хворого, є трансформатор, який постачає в апарат струм високої та низької напруги, пульт керування, екранно-з'йомний пристрій.

Рентгенологічний метод дослідження - це спосіб вивчення будови і функції різних органів, що базується на кількісному і якісному аналізі пучка рентгенівських променів, які проникли крізь тіло людини.

Формування рентгенівського зображення

Принципова схема одержання зображення складається з:

- генерації променів в рентгенівській трубці;
- спрямування променів на хворого;
- одержання невидимого рентгенівського зображення після різного поглинання та розсіювання променів при проходженні крізь об'єкт;
- одержання видимого 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.

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 .

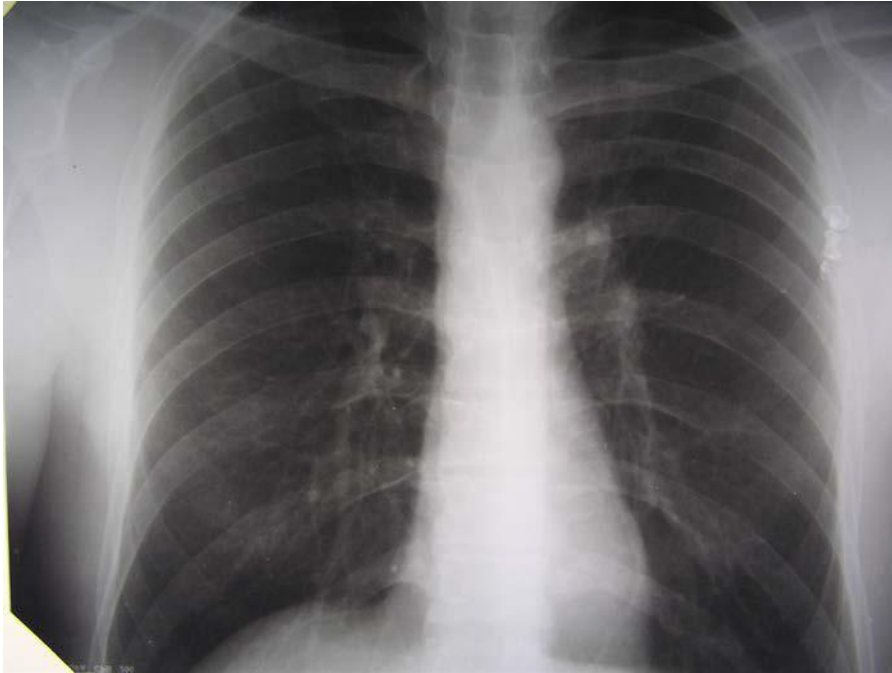


Рис. 14. Рентгенограма органів грудної клітки

Деякі органи і тканини організму поглинають рентгенівське випромінювання практично в однаковій мірі.

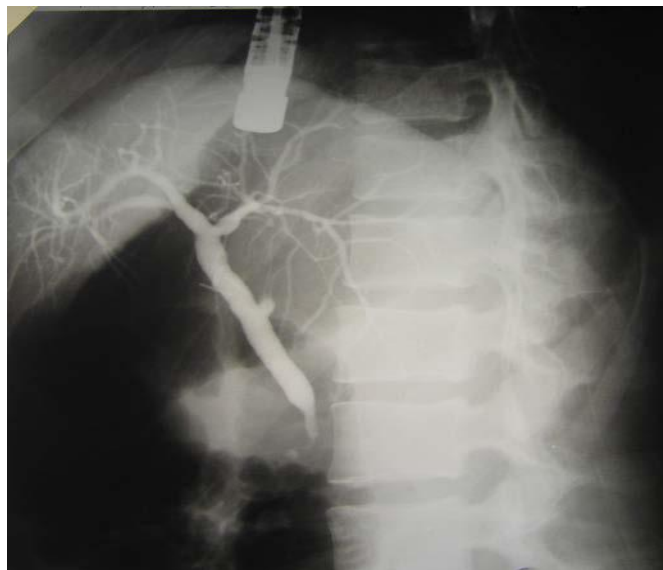


Рис. 15. Рентгенограма органів черевної порожнини і сечовидільної системи.

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), потребують штучного контрастування .



Рис. 16. Рентгенограма жовчовивідних шляхів після їх штучного контрастування

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:

Методики зі штучним контрастуванням застосовуються для рентгенівських досліджень органів черевної порожнини, зачеревного простору, серцево-судинної системи. В умовах штучного контрастування проводиться дослідження шлунково-кишкового тракту з введенням в порожнини водної суспензії сульфату барію, а в деяких випадках - йодовмісних препаратів. Дослідження органів сечовиділення, жовчовиділення здійснюється

парентерально або ретроградним введенням йодовмісних рентгеноконтрастних речовин.

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 холінестерази, тобто дозволяють застосовувати методики контрастування з меншим ризиком ускладнень.

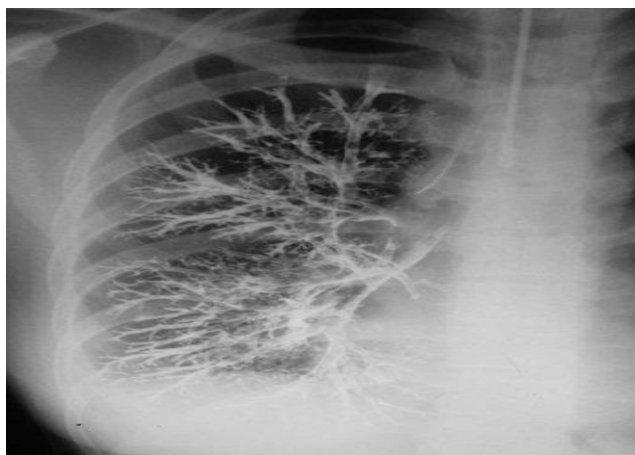


Рис. 17. Ангіопульмонограма (контрастування легеневої артерії і її гілок йодовмісним контрастним препаратом).



Рис. 18. Бронхограмма (контрастування бронхіального дерева йодовмісним контрастним препаратом).



Рис. 19. Аортограма (контрастування аорти йодовмісним контрастним препаратом).



Рис. 20. Екскреторна урограма (контрастування сечовидільної системи йодовмісним контрастним препаратом).



Рис. 21. Рентгенограма шлунка (контрастування сульфатом барія).



Рис. 22. Іригограма (контрастування товстої кишки сульфатом барія).

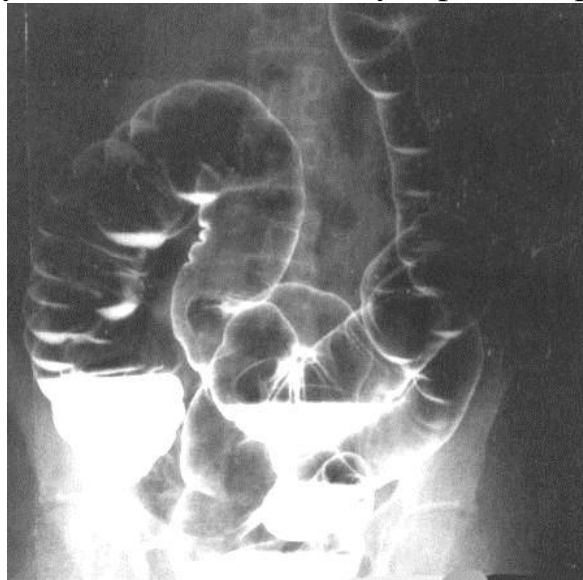


Рис. 23. Іригограма (подвійне контрастування сульфатом барія і повітрям).

Способи одержання рентгенівського зображення

- **рентгенографія** — на рентгенівській плівці;
- **електрорентгенографія** — на селеновій напівпровідниковій пластинці, потім переноситься на папір;
- **рентгеноскопія** – зображення одержують на флюоресцуючому екрані;
- **рентгентелевізійна рентгеноскопія** — зображення на екрані телевізора за допомогою рентгенівського електронно-оптичного перетворювача;
- **дигітальні засоби рентгенографії та рентгеноскопії** — за допомогою електронно-оптичного і аналого-цифрового перетворювача на екрані телевізора або фотоплівці і папері;
- **комп'ютерна томографія** — за допомогою детекторного датчика (сцинтиляційного, газорозрядного, або напівпровідникового) на екрані телевізора або фотоплівці чи папері.

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. У процесі проходження крізь тканини рентгенівські промені ослаблюються, частково із-за поглинання енергії, частково через розсіювання.

Ослаблення можна описати слідуєчим рівнянням: $I=I_0e^{-\mu d}$, де I - інтенсивність випромінювання, що було пропущено (випромінювання на виході із тканини), I_0 - інтенсивність випромінювання, що падає (на вході тканини), μ - так званий коефіцієнт повного лінійного ослаблення для тканини, d - це відстань, що пройшло випромінюванням крізь тканину (товщина тканини). Коефіцієнт ослаблення μ обумовлений атомним номером та електронною щільністю тканини. Чим вище атомне число та щільність електронів, тим вище коефіцієнт ослаблення. Таким чином, атомне число та щільність електронів – це два параметри, що зумовлюють якості тканини по ослабленню рентгенівського випромінювання. Необхідно враховувати, що коефіцієнт ослаблення залежить також від енергії рентгенівських променів.

Отже, фізичні основи КТ та рентгенологічних методик ідентичні, а відрізняються ці методи за принципом отримання та обробки діагностичної інформації.



Рис. 24. Комп'ютерний томограф.

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.

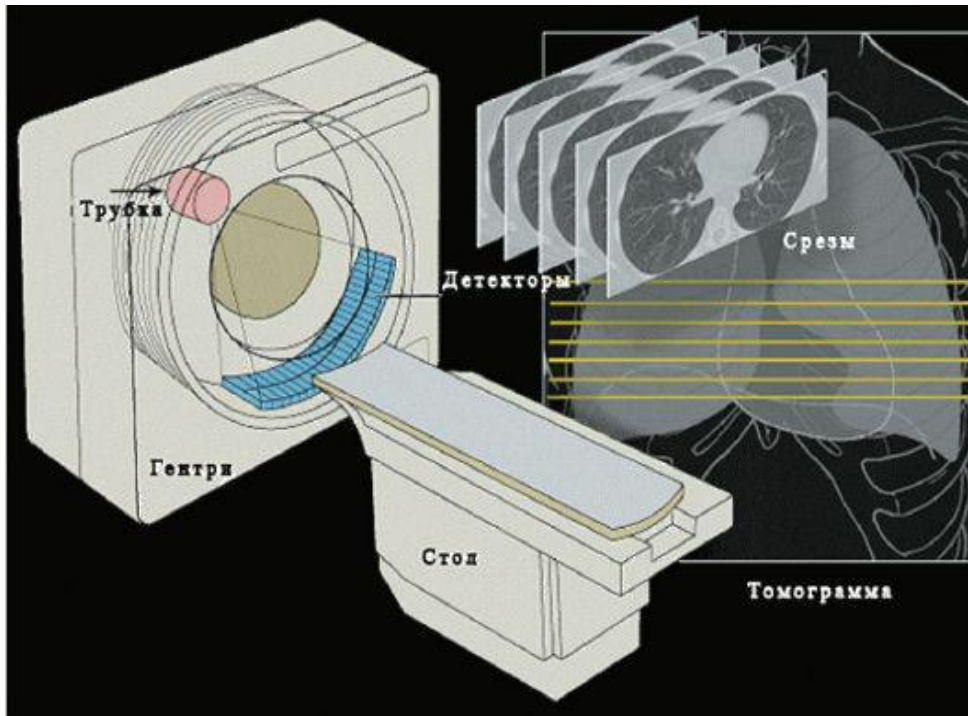


Рис. 25. Схема роботи комп'ютерного томографа.

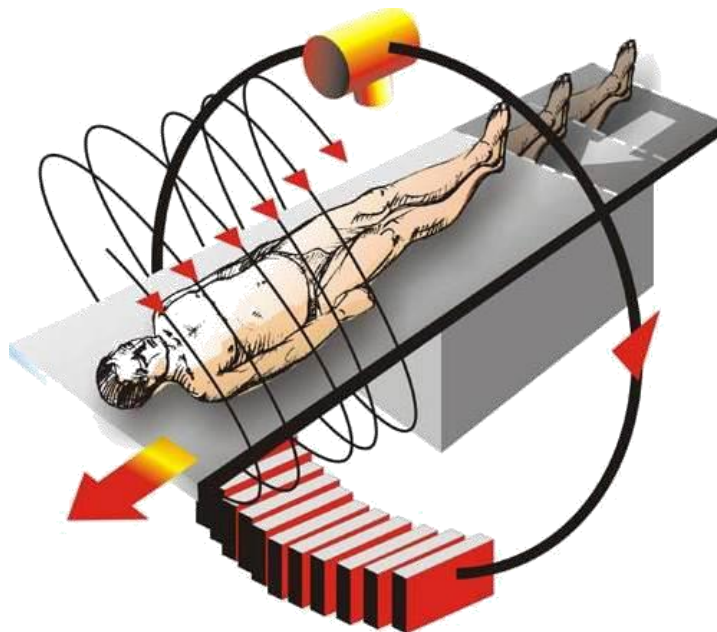


Рис. 26. Схематичне зображення комп'ютерного томографа.

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 генри, відбуваються одночасно і безперервно. Результатом цього є

спіралеподібний рух віялоподібного рентгенівського променя крізь тіло пацієнта.

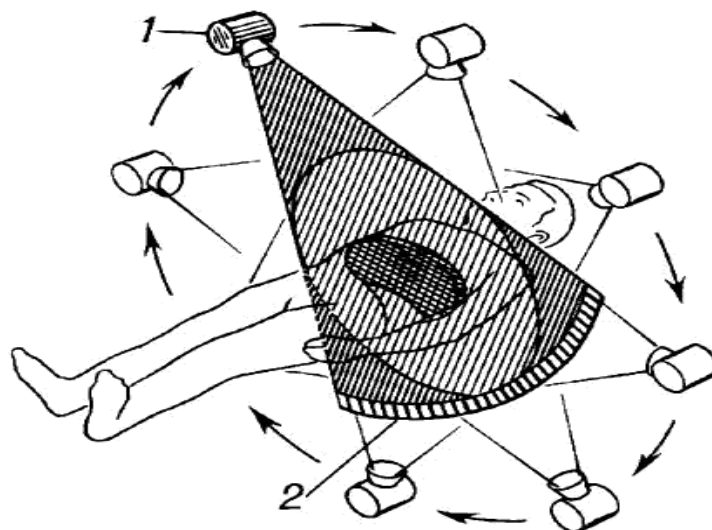


Рис. 27. Схема принципу роботи спірального комп'ютерного томографа.

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 (мультізрізові) комп'ютерні томографи, в яких за одне обертання рентгенівської трубки отримують до 40 зрізів, дозволяють реконструювати високоякісні тривимірні зображення.

Переваги рентгенівської комп'ютерної томографії

Переваги рентгенівської КТ порівняно з рентгенографією

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

Відсутність сумасійного 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° .



Рис. 28. Аксіальне пошарове зображення органів грудної порожнини.

Дозволяє судити не тільки про стан органу, що досліджується, але і про взаємовідношення патологічного процесу з органами та тканинами, які розташовані поруч, наприклад, інвазії пухлин в сусідні органи, наявність інших патологічних змін.



Рис. 29. Комп'ютерна томограма (пухлина лівої нирки з інвазією).

Дозволяє отримувати топограми, тобто поздовжнє зображення досліджуваної області подібне рентгенівському знімку шляхом переміщення хворого повздовж нерухої трубки.

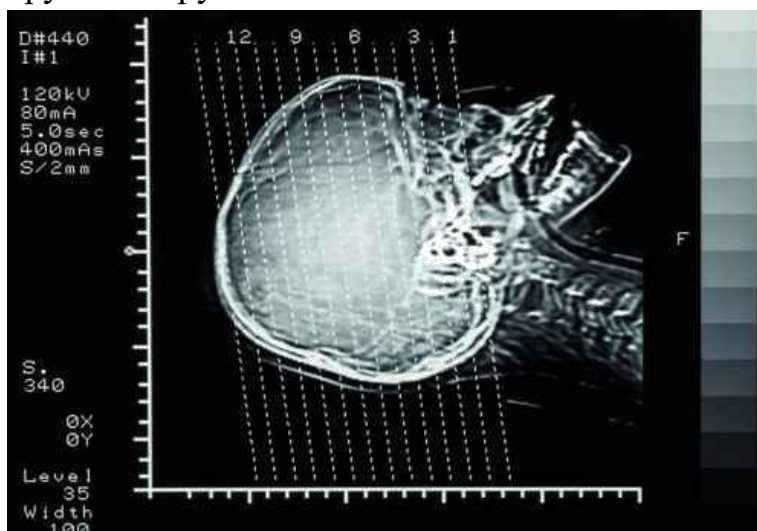


Рис. 30. Топограма.

Топограми використовують для встановлення довжини патологічного вогнища і визначення кількості зрізів.

Висока роздільна здатність - можливість розрізнити більшу кількість деталей в зображенні досліджуваного об'єкта в порівнянні з рентгенографією. КТ характеризується високою чутливістю, що дозволяє віддиференціювати окремі органи і тканини один від одного по щільності у межах 1-2%, а на томографах 3-4 генерації - до 0,5%.

Завдяки високій роздільній здатності і відсутності сумачійного 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 рентгеноконтрастних препаратів (ультравіст, омніпак, візіпак тощо), які вводять per os або парентерально.

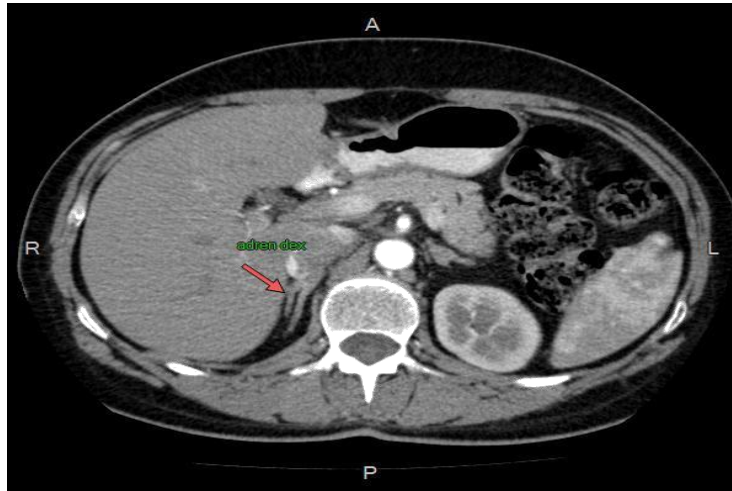


Рис. 31. Комп'ютерна томограма правого наднирника.

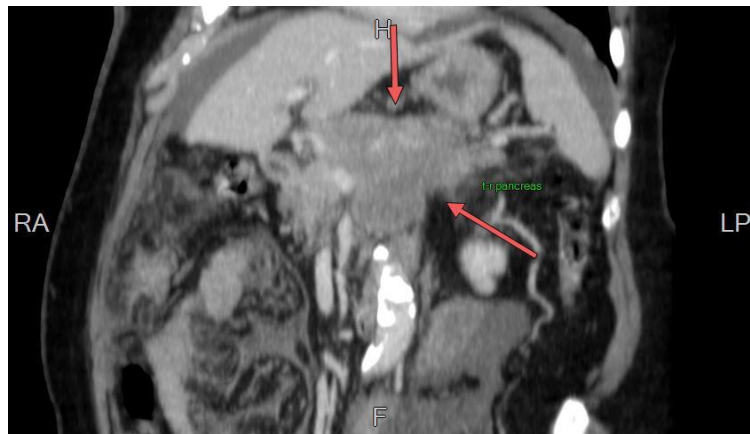


Рис. 32. Комп'ютерна томограма – пухлина підшлункової залози.

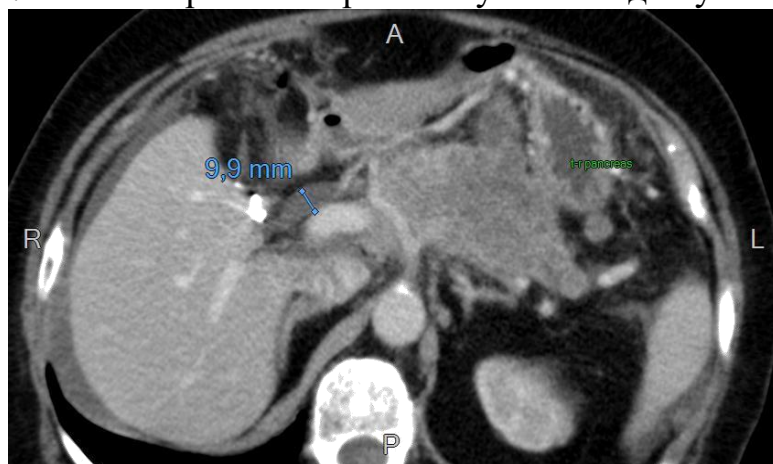


Рис. 33. Комп'ютерна томограма дилатація холедоуху при пухлині підшлункової залози.

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.



Рис. 34. Комп'ютерна томограма – фронтальна реконструкція.



Рис. 35. Комп'ютерна томограма – сагітальна реконструкція.



Рис. 36. Комп'ютерна томограма – тривимірна реконструкція.

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).

Штучне контрастування в комп'ютерній томографії

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



Рис. 38. КТ-ангіограма ниркових артерій (фронтальна реконструкція).



Рис. 39. 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 (мал. 33). 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.

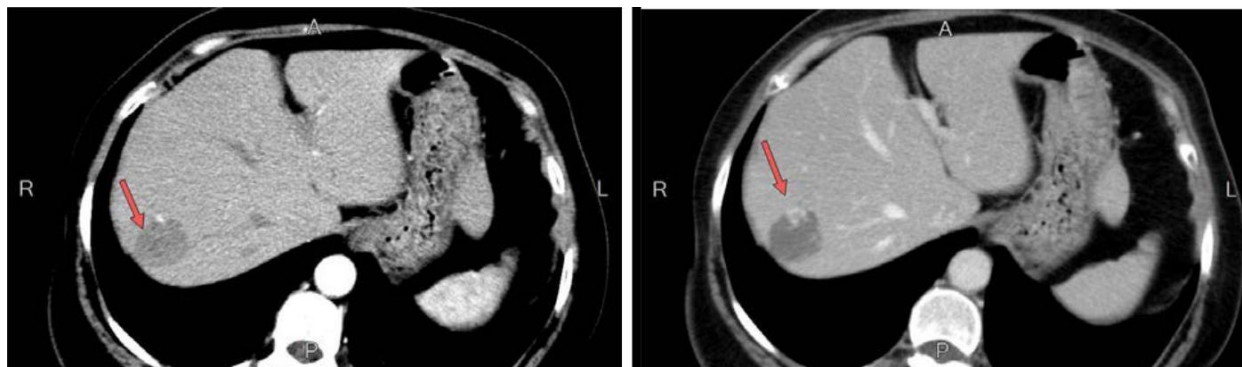


Рис. 40. Комп'ютерні томограми з контрастуванням: гемангіома печінки в артеріальну фазу (візуалізація артерії) і паренхіматозну фазу (накопичення контрастної речовини) у гемангіомі .

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.

Зображення, які отримують при КТ

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

Аналогові:

Рентгенограми
Сцинтиграми
Термограми

Цифрові:



Одержані за допомогою комп'ютера

Рис. 41. Аналогові зображення несуть інформацію безперервного характеру. Аналогові рентгеновські зображення отримують за допомогою методів класичної рентгенодіагностики (рентгенографії, рентгеноскопії, флюорографії) на флуоресціюючих екранах або на спеціальній рентгенографічній плівці - рентгенограмі. Аналогова рентгенограма – екскреторна урограма (фото рентгеновської плівки на негатоскопі).



Рис. 42. Аналогова сонограма печінки (фото сонограми, зробленої на термопапірі).

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



Рис. 43. Цифрова сонограма печінки.

До них відносяться дигітальна рентгенографія та рентгеноскопія, флюорографія та відеозапис за допомогою електронно-оптичного перетворювача.

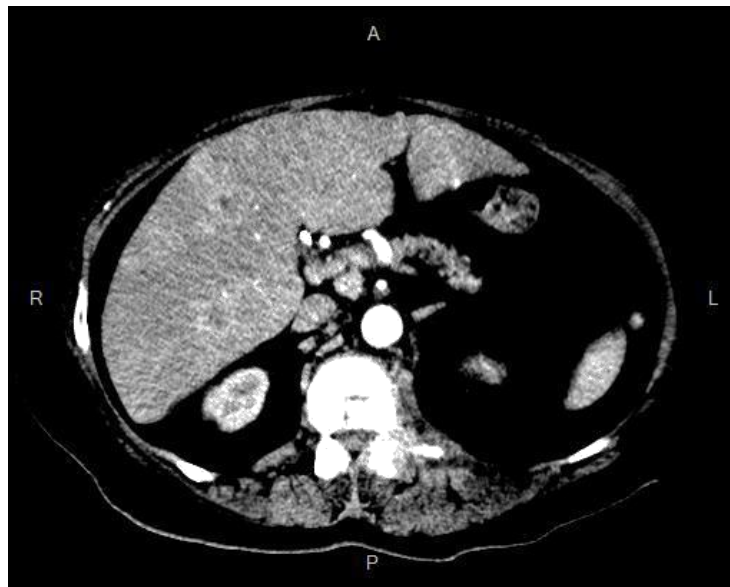


Рис. 44. Цифрова комп'ютерна томограма (метастази в печінці).



Рис. 45. Цифрова ангиограма ниркових артерій.

При проходженні крізь тіло людини пучок рентгенівських фотонів послаблюється в результаті поглинання його тканинами. При рівній товщині шару тканини, крізь який вони проходять, сильніше всього фотони поглинаються в кістковій тканині.

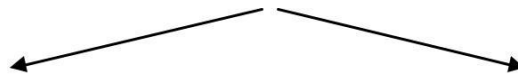
Вдвічі слабше вони затримуються в паренхіматозних органах, м'язах, різних середовищах організму.

Менше поглинаються рентгенівські промені в жировій клітковині і дуже мало в газах легень, шлунка, кишечника.

Чим сильніше поглинаються рентгенівські промені в досліджувальній тканині, тим інтенсивніша тінь, яку вона утворює на рентгенівському флюоресцюючому екрані при проведенні рентгеноскопії, і тим менше його світіння.

Зображення кісток, серця на флюоресцюючому екрані — чорне, легень — біле. Таке зображення отримало назву — прямого, позитивного.

Рентгенограми, томограми:



1. Оглядові

2. Прицільні

Вся анатомічна область – голова, груди, живіт
Зображення невеликої анатомічної області, яка цікавить лікаря



Рис. 46. Оглядова рентгенограма органів грудної та черевної порожнини

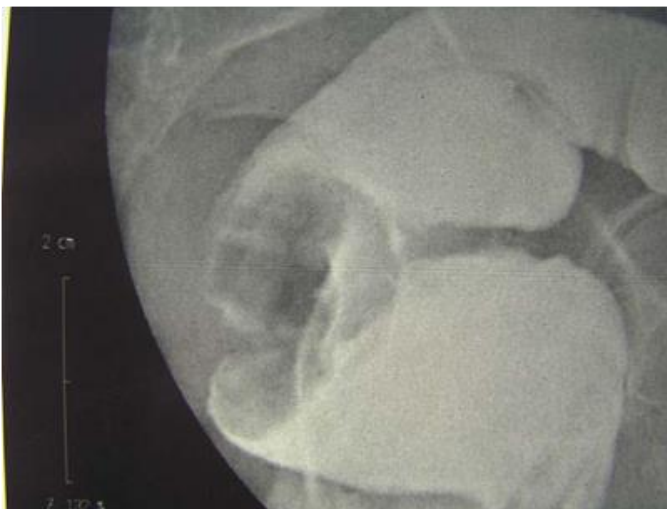


Рис. 47. Прицільна рентгенограма частини ободової кишки.

Дозволяюча здатність рентгенографії більша ніж рентгеноскопії. При рентгенографії значно менше опромінення пацієнтів.

На рентгенограмах, комп'ютерних томограмах формується площинне негативне зображення у чорно-білих тонах. При аналізі рентгенограм необхідно враховувати наявність суматійного ефекту. Суматійний 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 суматійного 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. 48. 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 .

Основні терміни, які використовуються при КТ

Для характеристики комп'ютерно-томографічних зображень в залежності від величини рентгенівської щільності морфологічного субстрату, що виявляється, використовуються такі терміни:

- «ізоденсне» - зображення однакової щільності з оточуючими тканинами (утворення однакової щільності з паренхіматозними органами, внутрішньомозковий крововилив в підгострий період), на томограмі - різні відтінки сірого .

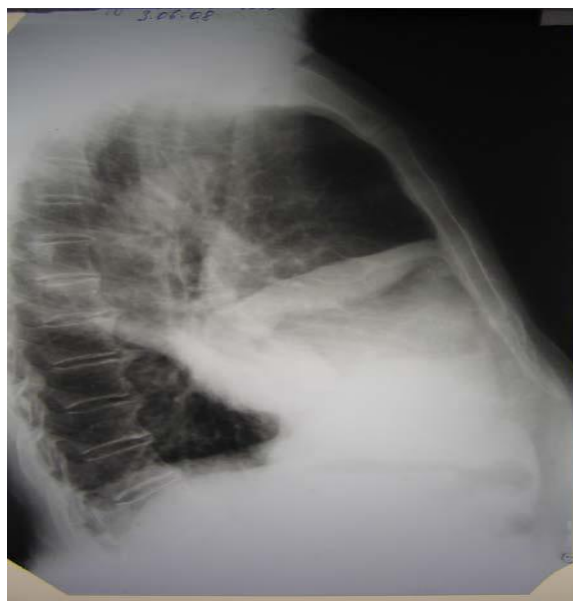


Рис. 49. Рентгенограма органів грудної порожнини в бічній проекції



Рис. 50. Гіподенсний утвір в паренхімі печінки з наявним лакунарним скупченням контрастної речовини обумовлений гемангіомою. «гіперденсне» - високощільні структури: кров (крововилив в гострий період), кістка, рентгеноконтрастна речовина, на томограмі мають білий колір .

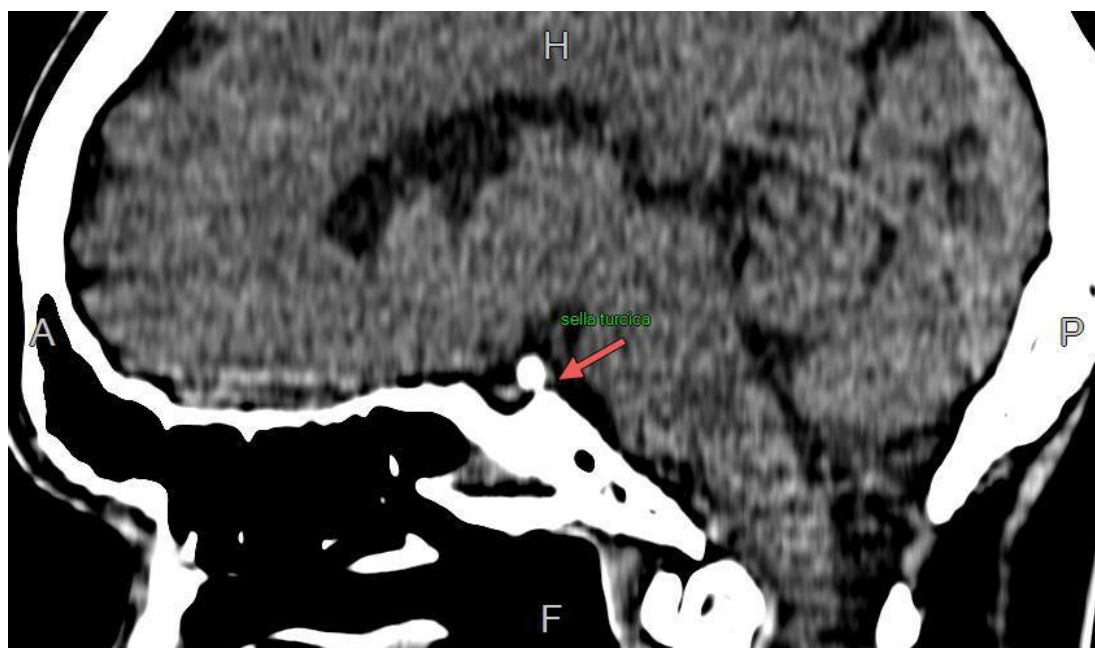


Рис. 51. dorsum sellae
«гіподенсне» - низькощільні структури - ліквор, газ, кістозний рідинний вміст, рідина як прояв набряку, мають чорний колір на томограмі.

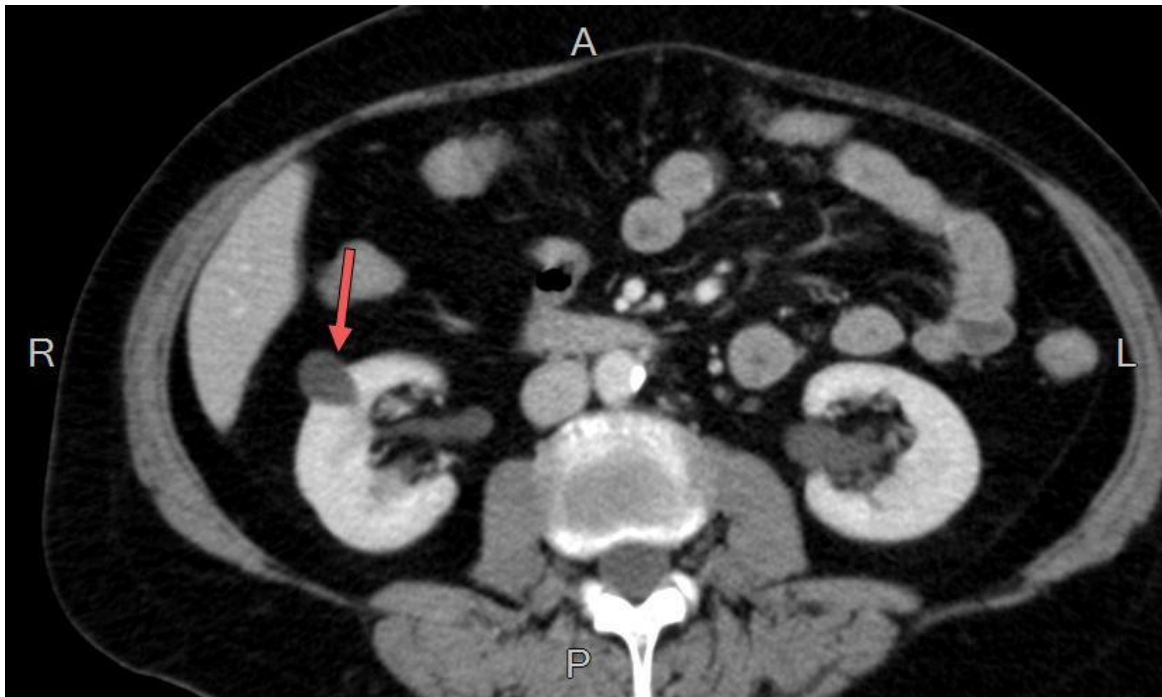


Рис. 52. субкапсульна кіста правої нирки

МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНА ТОМОГРАФІЯ

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.

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 (мал. 46).

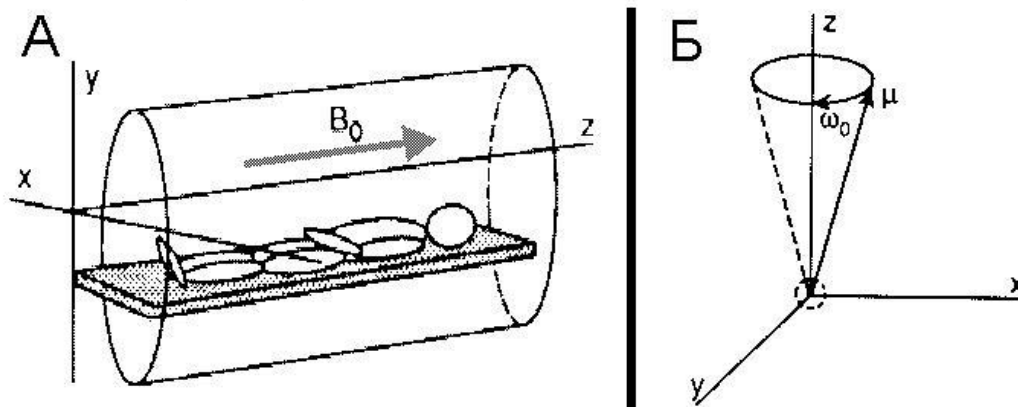


Рис. 53. Схема формування МР-зображення.

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 вигляді маленького магніта, який має своє власне магнітне поле і полюси - північний та південний. Поза сильним магнітним полем ці маленькі магніти орієнтовані хаотично.

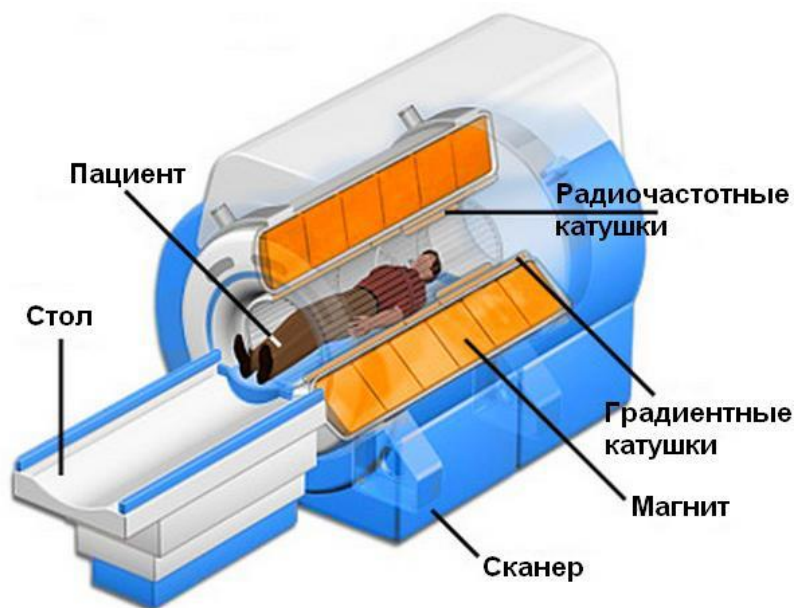


Рис. 54. Схема магнітно-резонансного томографа.

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, створюваного 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.



Рис. 55. Магнітно-резонансний томограф.

Магнітно-резонансна томографія зі штучним контрастуванням 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.



Рис. 56. МР-ангіограма судин головного мозку.



Рис. 57. МР-ангіограма черевної аорти і її гілок.

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 і недоліки магнітно-резонансної томографії 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.



Рис. 58. Колінний суглоб, сагітальна площина

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.

Показання до застосування цього методу постійно поширюються. Якщо на перших порах основне клінічне застосування МРТ обмежувалося клінікою неврологічних хвороб, то в теперішній час дослідження проводяться пацієнтам з захворюваннями опорно-рухового апарату, серця і великих судин, органів малого тазу, молочних залоз, лор - органів, органів черевної порожнини. Апарати з великою напругою магнітного поля, починаючи з 1,5 Тл, додатково до МРТ виконують програми спектроскопії, що дозволяє вивчати хімічний склад тканин і процеси метаболізму *in vivo*.

Основна термінологія, яка використовується при МРТ

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.

РАДІОНУКЛІДНІ ТОМОГРАФІЧНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ

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.

Фізичні властивості іонізуючих випромінювань

- велика енергія;

- велика проникаюча здатність;
- іонізуюча здатність — здатність утворювати багато пар іонів при взаємодії з атомами середовища – використовуються в дозиметрії;
- фотохімічна здатність — здатність активувати молекули броміду срібла або інших хімічних сполук (використовуються в фотодозиметрії);
- люмінесцентна здатність — здатність викликати спалахи світла у люмінофорах;
- теплова дія – здатність енергії іонізуючого випромінювання перетворюватись на тепло;
- сильно виражена біологічна дія – використовується в променевої терапії.

Види випромінювань

корпускулярні:

АЛЬФА БЕТА

хвильовий:

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 здатністю, 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.

Радіофармацевтичні препарати

Радіофармацевтичний препарат (РФП) - це дозволена 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.

Всі РФП проходять атестацію, подібну до інших ліків та фармацевтичних препаратів. Вони повинні мати відповідну хімічну, радіохімічну,

радіонуклідну чистоту і бути стерильними та апірогенними. Хімічна чистота РФП визначається наявністю в ньому інших не радіоактивних речовин, особливо домішок важких металів. Радіохімічна чистота РФП визначається часткою радіонукліда, яка знаходиться в препараті в відповідній хімічній формі. Радіохімічні домішки можуть значно впливати на достовірність отриманої інформації. Радіонуклідна чистота РФП полягає у відсутності домішок радіонуклідів, які можуть створювати небажано високі дози опромінення пацієнта, знизити точність і змінити результати дослідження. Цей вид чистоти контролюється радіо- та спектрометрією. Стерильність досягається стерилізацією одним із 4 способів оброблення парою, сухим теплом, фільтрацією, опроміненням (радіаційна стерилізація). Апірогенність забезпечується використанням апірогенних реагентів, розчинів, посуду і дотриманням відповідних вимог в процесі виробництва і приготування препаратів. Найбільш важливо, щоб препарат давав корисну діагностичну інформацію, був нешкідливим для пацієнтів і недорогим.

Вимоги, що висувуються 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);
- у наявність біологічних властивостей, що визначають участь у метаболізмі досліджуваного органу або системи;
- 5) фармакодинаміка РФП, при якій він швидко виводиться з організму.

Шляхи введення РФП:

1. Ентеральний (per os): РФП всмоктується в кров із шлунково-кишкового тракту та накопичується в досліджуваному органі. Наприклад, всмоктування радіоактивного йоду (неорганічний етап обміну йоду в організмі). Коли ж РФП всмоктується повільніше, ніж накопичується органом, тоді цей шлях лімітується. Наприклад, ми не можемо визначити функцію нирок при пероральному введенні РФП, тому що нирки швидше виводять цей препарат із крові, ніж він всмоктується в кишечнику.
2. Внутрішньовенне введення РФП: використовується для дослідження функції та топографії печінки, нирок, серцево-судинної системи, головного мозку та інших органів. Використовується також внутрішньоартеріальний шлях введення РФП.
3. Підшкірний: для проведення непрямой лімфографії з метою оцінки стану лімфатичних вузлів при діагностиці регіонарних метастазів.
4. Внутрішньошкірний: використовується для оцінки тканинної резорбції при захворюваннях судин.
5. Інгаляційний : для оцінки вентиляційної здатності легень та кровообігу мозку.
6. В лімфатичні судини: для проведення прямої лімфографії.
7. Безпосередньо в тканини: для оцінки м'язового кровообігу.
8. В спино-мозковий канал: для визначення його прохідності.

РФП поділяються на:

Специфічні - з певною вибірковістю накопичення. Безселективні - без певної вибірковісті 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 радіофармпрепарати 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.

<i>За періодом напіврозпаду:</i>					
-	ультракороткоживучі (період напіврозпаду	від	хвилин	до	годин);
-	короткоживучі (період напіврозпаду від	годин	до	двох	тижнів);
-	довгоживучі	(період напіврозпаду	більше	двох	тижнів).

Основою радіонуклідної діагностики є вимірювання радіоактивності всього тіла або окремих ділянок, тобто органів, тканин та біологічного матеріалу, який ми беремо у пацієнта.

При цьому вивчаються:

1. **Розбавлення РФП.** Частіше відбувається в рідких середовищах організму людини. Наприклад, за допомогою принципу розбавлення вимірюється об'єм циркулюючої крові (ОЦК). Внутрішньовенно вводиться альбумін сироватки крові, помічений ^{99m}Tc -пертехнетатом, який циркулює з кров'ю і не виходить за межі судинного русла. Після його перемішування (через 15-20 хвилин) береться кров і в колодязному лічильнику вимірюється радіоактивність, яка порівнюється з радіоактивністю введеного РФП. Чим більший об'єм циркулюючої крові, тим менша буде концентрація в ній РФП. ОЦК розраховуємо по формулі розбавлення:

2. **Швидкість переміщення.** Наприклад, визначення швидкості венозного кровообігу нижніх кінцівок. Для цього вводиться у вену ступні РФП, детектор встановлений в ділянці пупартової зв'язки, включається самописець, який

записує хронограму. Час появи підйому активності на кривій і буде мірою швидкості кровообігу (сек).

3. Накопичення і виведення. Якщо ми вводимо тропний до органу препарат, то чим кращий кровообіг в ньому, чим краще функціонує орган, тим швидше він захопить цей препарат із крові. Радіоактивність препарату при цьому зменшиться, і тим швидше він виведеться із організму, якщо він екскретується, наприклад нирками. В інших випадках, коли препарат, наприклад мічений колоїд, не екскретується печінкою фаза екскреції буде відсутньою. Тому на самописці підйом кривої буде високим і крутим. Якщо функція органу знижена, то цей підйом буде низький і пологий, а виведення дози повільним, відповідно більш повільно знижується і прекардіальна крива радіоактивності (крива кліренсу крові). Отримані параметри можуть розраховуватись у відносних або абсолютних величинах, що визначається за допомогою математичного моделювання фізіологічних процесів і дає можливість вивчити функцію органу

4. Розподілення РФП. Цей принцип дає можливість за допомогою органотропного препарату отримати гамма-топограму (сканограму, статичну сцинтиграму, емісійну томограму), вивчити топографію органу (місце розташування, розміри, форму, обриси), виявити вогнищеві і дифузні патологічні зміни завдяки нерівномірному розподіленню РФП в ньому

з **Взаємодія.** Принцип використовується частіше при *in vitro* діагностиці, який базується на взаємодії (конкурентному сполученні) шуканих стабільних і аналогічних їм мічених сполук (антигенів) із специфічною сприймаючою системою - з антитілом. Для цього використовують комерційні набори, до складу яких входять: антиген радіоактивний (аналог того, який потрібно визначити), 5 пробірок зі стандартними відомими концентраціями для одержання калібруючої кривої. Ці компоненти вносять в пробірку, в яку додається сироватка крові хворого. Антитіл береться менше, ніж сумарно антигенів, котрі конкурують за зв'язок з антитілами. В такому випадку перевага буде на боці того антигену, якого більше. Після інкубації центрифугуємо і проводимо радіометрію зв'язаних комплексів, що випали в осадок. Якщо у сироватці крові вміст антигену високий, то осадок буде менш радіоактивний. А якщо антигену у сироватці мало, то з антитілами зв'яжеться більше радіоактивного тироксину і осадок буде більш радіоактивним, наприклад, для кількісного визначення тироксину, таке ж дослідження провадиться зі стандартними концентраціями нерадіоактивного антигену, наприклад, 30, 60, 90, 120, 150 нмоль/л тироксину. За результатами радіометрії креслимо графік залежності радіоактивності від концентрації, тобто отримується калібровочна крива. Від значення радіоактивності на осі ординат проводимо горизонтальну лінію до перетину з калібровочною кривою, опускаємо перпендикуляр на лінію абсцис і знімаємо показник концентрації тироксину в крові хворого. При оснащенні багатоканального лічильника (наприклад 12-канального Гамма-800), ЕОМ результати радіоімунологічного аналізу (RIA) розраховуються і виводяться на принтер автоматично. Поміченими можуть бути антитіла. В цьому випадку реакцію називають – імунорадіометричний аналіз (IRMA).

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 вибіркоким 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.

Види радіонуклідних томографічних досліджень

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. **Сцинтиграфія** - спосіб радіонуклідної діагностики, що забезпечує отримання зображення органів і тканин за допомогою реєстрації випромінювання на гамма-камері, що випускається інкорпорованим радіонуклідом (мал. 53). 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.

Застосування методик томографії в радіонуклідній діагностиці дозволило усунути сумацийний ефект.



Рис. 59. Статична сцинтиграма скелета.

Емісійні томографи дозволяють отримати пошарове зображення.



Рис. 60. Емісійний томограф.

Однофотонна емісійна комп'ютерна томографія (ОЕКТ). Ця методика дозволяє отримувати зображення аксіальних зрізів досліджуваного органу завдяки обертанню детектора гамма-камери навколо досліджуваного об'єкта (мал. 55). Таким чином усувається сумарний ефект.

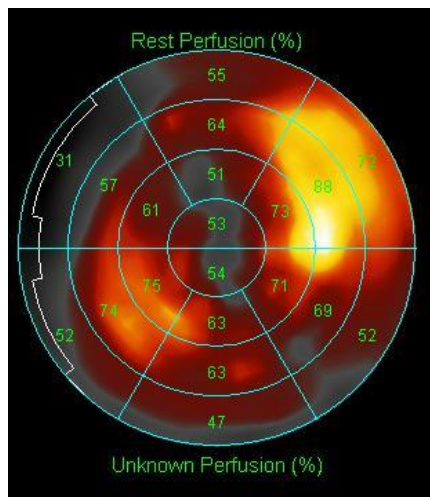


Рис. 61. Аксіальний зріз.

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 (мал. 56). 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.

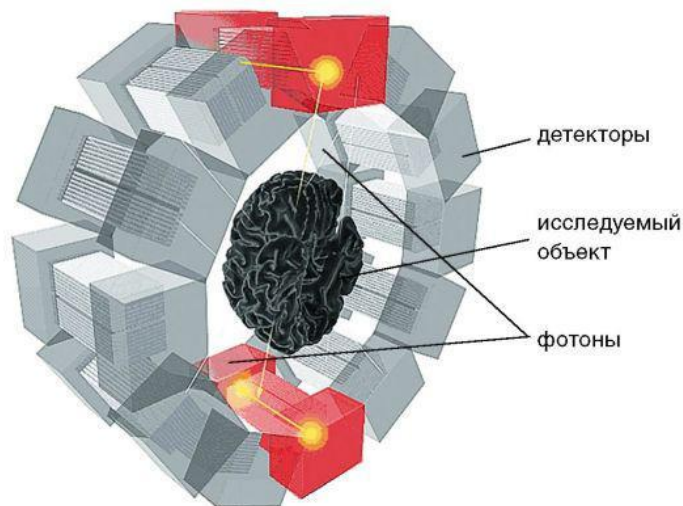


Рис. 62. Схема ПЕТ.

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.

Напрямки і переваги застосування радіонуклідних досліджень

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).

Основні терміни, які використовуються в радіонуклідній діагностиці:

Сцинтиграфічне зображення може бути представлено як в чорно-білому, так і в кольоровому режимах.

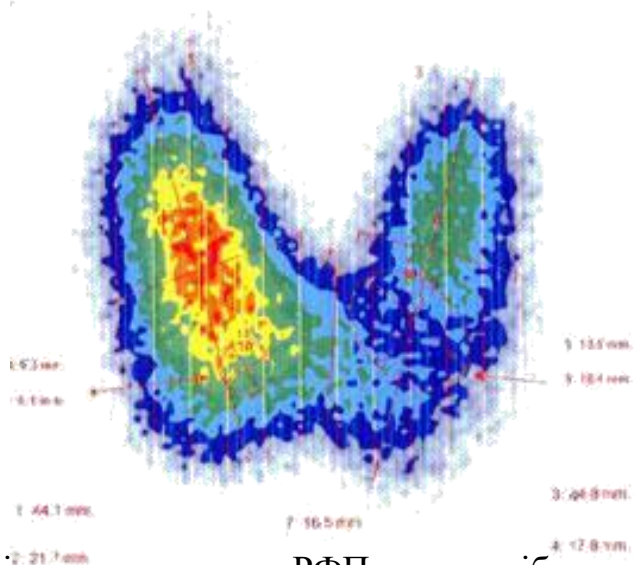


Рис. 63. На сцинтиграмі рівномірне накопичення РФП щитоподібною залозою.

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);

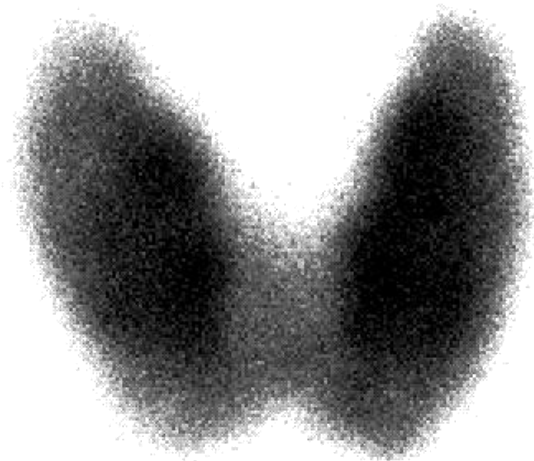


Рис. 64. На сцинтиграмі гаряче вогнище правої долі щитоподібної залози.

- «холодне» вогнище - зона зниженої акумуляції, гіпофіксації РФП у досліджуваній ділянці (наприклад, зона відсутності накопичення РФП в ділянці кісти щитоподібної залози) .

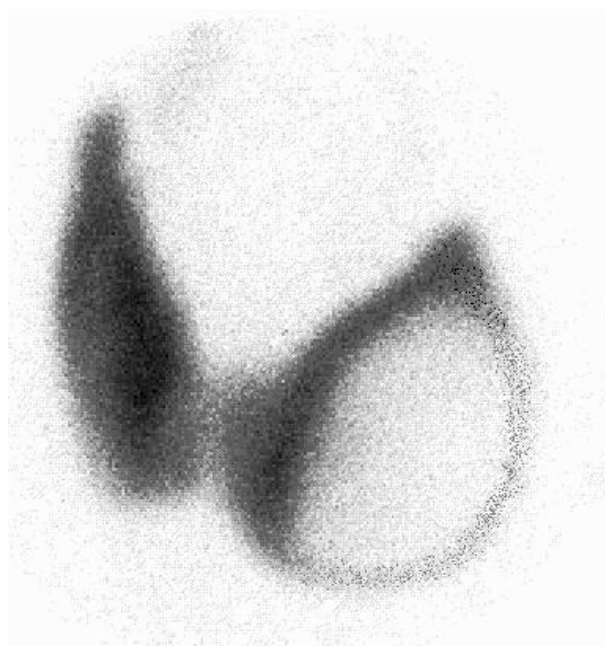


Рис. 65. На сцинтиграмі холодне вогнище лівої долі щитоподібної залози.

ТЕМА 4. УЛЬТРАЗВУКОВА ДІАГНОСТИКА

Ультразвукова діагностика – це метод діагностики, який відмінно підходить для візуалізації стану внутрішніх органів, кровотоку та прохідності кровоносних судин. УЗД – це малоінвазивний метод дослідження внутрішніх органів, в основі якого лежить здатність звукових хвиль відбиватися від різних структур організму. Цей спосіб дослідження є основним у сучасній медичній практиці. Процедура виконання УЗД вимагає спеціальної підготовки та залежить від того, який орган потрібно досліджувати.

ПІДГОТОВКА ДО УЗД ОРГАНІВ ЧЕРЕВНОЇ ПОРОЖНИНИ

Даний вид дослідження дозволяє лікарю отримати комплексну оцінку стану здоров'я органів черевної порожнини. Підготовка до УЗД черевної порожнини – це перш за все дієта, яка дозволяє виключити здуття і підвищене газоутворення – фактори, що можуть перешкодити проведенню дослідження, результати будуть малодостовірними. Рекомендації щодо підготовки:

- за добу до обстеження виключити такі продукти як: молоко, капуста, чорний хліб, бобові, свіжі овочі і фрукти, солодкі страви, газовані напої;
- прийняти сорбент (дозування за призначенням лікаря);
- прийти на обстеження натщесерце: нічого не пити, не їсти, не приймати лікарські засоби;
- якщо призначено ультразвукове дослідження органів черевної порожнини з водно-сифонною пробою, то необхідно випити 200 мл води;
- якщо призначено ультразвукове дослідження органів черевної порожнини з визначенням функції жовчного міхура, то необхідно прийняти жовчогінний сніданок (шоколадку, банан або солодкий чай).

ПІДГОТОВКА ДО УЗД НИРОК І СЕЧОВОГО МІХУРА

Нирки, надниркові залози і сечовий міхур – це основні органи сечовивідної системи, які найбільш схильні до утворення каменів, поліпів, кіст та інших патологічних утворень, які можуть бути виявлені за допомогою УЗД. Рекомендації щодо підготовки:

- за добу до обстеження виключити такі продукти як: молоко, капуста, чорний хліб, бобові, свіжі овочі і фрукти, солодкі страви, газовані напої;
- прийняти сорбент (дозування за призначенням лікаря);
- прийти на обстеження з наповненим сечовим міхуром;
- за 1 годину до обстеження потрібно випити 500мл води.

ПІДГОТОВКА ДО УЗД МАЛОГО ТАЗА (ТРАНСАБДОМИНАЛЬНО)

Ультразвукове дослідження органів малого таза дозволяє визначити стан сечового міхура, яєчників, матки, шийки матки і маткових труб – у жінок, а у чоловіків – стан передміхурової залози.

Показанням для проведення УЗД малого таза можуть бути болі в ділянці паху, виявлення крові в сечі, проблеми з сечовипусканням, безпліддя, порушення менструального циклу – у жінок, зниження потенції – у чоловіків. Рекомендації щодо підготовки:

- обстеження проводиться на 5-10 день менструального циклу (1-й день -це початок менструації);
- за добу до обстеження виключити такі продукти як: молоко, капуста, чорний хліб, бобові, свіжі овочі і фрукти, солодкі страви, газовані напої;
- прийняти сорбент (дозування за призначенням лікаря);
- прийти на обстеження з наповненим сечовим міхуром (за 1 годину до обстеження потрібно випити 500мл води або соку).

ПІДГОТОВКА ДО УЗД МОЛОЧНИХ ЗАЛОЗ

Особливої підготовки до дослідження немає. Єдиною умовою для отримання максимально точних результатів є вибір дня проведення УЗД. Як показує практика, проводити ультразвукове обстеження найкраще в першій половині циклу, тобто до овуляції. При тривалості циклу до 28 днів УЗД молочних залоз найкраще робити в період з 5 по 10 день. Якщо ж цикл довший, то з 7 по 14. Іноді перед діагностикою лікар може відмінити прийом гормональних засобів і підказати, коли краще робити УЗД молочних залоз в даному випадку.

Під час клімаксу, вагітності та годування груддю обстеження можна проводити в будь-який день. При появі болю в грудях з підвищенням загальної температури дослідження призначається в екстреному порядку.

Не потребують спеціальної підготовки:

- УЗД серця;
- УЗД щитовидної залози;
- УЗД органів мошонки;
- УЗД суглобів;
- УЗД м'яких тканин;
- УЗД виличкової залози;
- УЗД периферійних лімфовузлів.

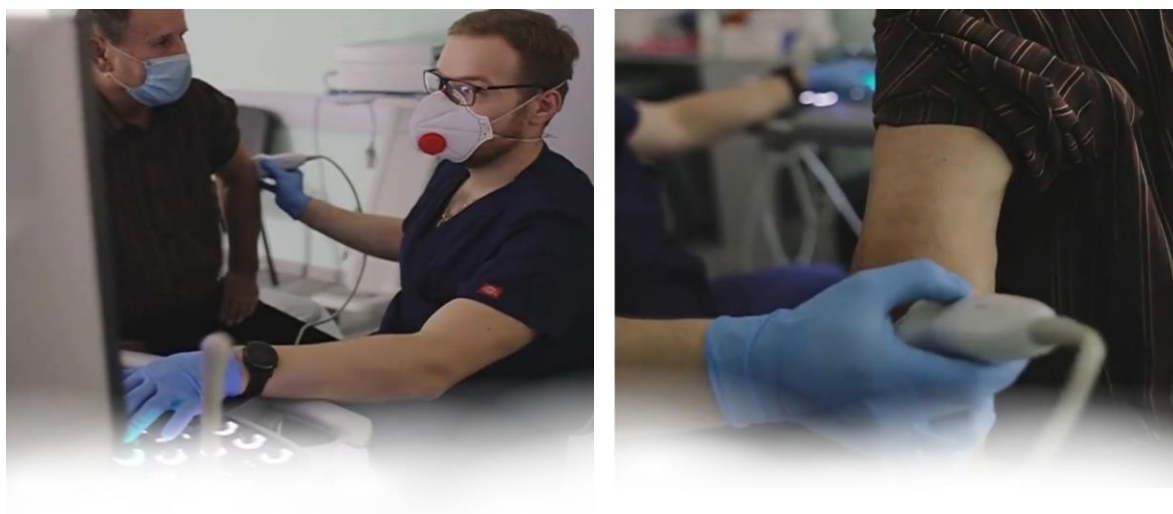


Рис. 66. УЗД судин.

УЛЬТРАЗВУКОВА ДОПЛЕРОГРАФІЯ СУДИН

Ультразвукова доплерографія — це один із сучасних видів дослідження функціонування судин в організмі. Її проводять за допомогою ультразвукового датчика, який вимірює швидкість кровотоку у судинах шиї та голови, нижніх кінцівок, черевного відділу аорти та інших частин тіла. Якщо у пацієнта спостерігається будь-яке порушення, медики фіксують його і призначають лікування. Ультразвукову доплерографію також проводять із колірним кодуванням потоків крові. Використання кольору допомагає провести більш ретельне обстеження. У такому випадку потік крові, що йде до датчика,

кодується червоним кольором, а від датчика – синім. Темні відтінки цих кольорів відповідають низьким швидкостям, світлі – високим.

Показання до проведення ультразвукової доплерографії з колірним кодуванням :

- головні болі та часта втрата свідомості без причин
- «мушки» перед очима
- порушення рівноваги та запаморочення
- сліпотата на одне око
- набряклість і важкість у ногах
- втрата чутливості та оніміння у ногах
- трофічні виразки
- переміжна кульгавість
- варикозна хвороба
- атеросклероз і ендартеріїт

Методика проведення

- процедура не потребує особливої підготовки, однак окремі рекомендації можуть бути призначені лікарем
- процедуру проводять у положенні лежачи на кушетці
- пацієнт оголює місце, яке досліджуватимуть, а лікар наносить спеціальний гель на шкіру та проводить сканування
- ультразвукова доплерографія абсолютно безпечна і безболісна
- процедура в середньому триває 20-60 хвилин
- результати доплерографії розшифровує лікар

НЕЙРОСОНОГРАФІЯ

Нейросонографія – це ультразвукове обстеження головного мозку немовляти.

Процедура є плановою, так як і похід до спеціалістів в поліклініку і проводиться в обов'язковому порядку всім малюкам у віці 1-3 місяців навіть без будь-яких неврологічних відхилень і явних ознак захворювання.

Саме в цей період, коли ще не закрилось тім'ячко, є можливість якнайкраще дослідити структуру головного мозку і виявити:

- вроджені аномалії розвитку;
- кісти;
- крововиливи;
- наслідки перенесеного набряку;
- розширення лікворних шляхів;
- пухлини.

Даний метод діагностики ефективний для відстеження динаміки розвитку дитини та прогресу в лікуванні.

Симптоми, при яких необхідно УЗД дітям:

- асиметрична, нестандартна або неправильна форма голови, непропорційні розміри;
- відставання в розвитку психомоторики;
- частий плач без причини;
- гіперзбудливість;
- випинання або западання джерельця.

Протипоказань для проведення УЗД головного мозку у дітей немає.

Що показує УЗД головного мозку дитини?

Нейросонографія дозволяє виявити цілий ряд захворювань головного мозку та ЦНС.

Захворювання:

- Ішемія головного мозку
- Пухлини головного мозку
- Менінгіт
- Кісти мозку
- Дитячий церебральний параліч
- Гідроцефалія
- Синдром Дауна
- Синдром Аперта
- Аневризми та внутрішні крововиливи в мозок
- Генетичні порушення

Нейросонограма описує різні структури головного мозку (звивини та борозни, мозочковий намет, мозочкові структури), симетричність розташування шлуночків, стан судинних пучків і т.ін.

Підготовка

Нейросонографія не вимагає спеціальної підготовки до дослідження. Перед УЗД дитину потрібно нагодувати та напоїти. Бажано, щоб малюк під час обстеження спав, що забезпечить спокійний і нерухомий стан дитини.

Як проводиться нейросонографія?

Зробити нейросонографію дуже просто. Під час проведення дослідження малюк знаходиться на руках у батьків або лежить на кушетці (такий стан найбільш зручний, якщо дитина спить).

Спеціальним ультразвуковим датчиком лікар проводить дослідження через велике тім'ячко, на яке для кращого контакту зі шкірою наноситься гіпоалергенний гель. Додатково в діагностиці може бути задіяні великий тім'яний отвір і додаткові джерельця біля вусок дитини.

Все дослідження, як правило, займає не більше 15 хвилин.

УЗД ОРГАНІВ ЧЕРЕВНОЇ ПОРОЖНИНИ ТА ПІЛОРИЧНОГО ВІДДІЛУ ШЛУНКУ ДИТИНИ

УЗД черевної порожнини та пілоричного відділу шлунку дитині зазвичай призначає педіатр після планового огляду. Не варто боятись ультразвукової діагностики: це безпечний, точний та інформативний метод дослідження, його можна проходити дітям з першого дня народження і стільки разів, скільки це потрібно.

Протягом процедури лікар вивчає стан печінки, жовчного міхура, підшлункової залози, селезінки та пілоричного відділу шлунку. Він оцінює розмір, розташування органів та структуру тканин, може побачити вроджені патології будови, новоутворення та ознаки запальних хвороб. Цінність УЗД полягає у ранній діагностиці захворювань – а рання діагностика є важливою передумовою для одужання.

У яких випадках дитині можуть призначити УЗД черевної порожнини та пілоричного відділу шлунку?

Якщо педіатр, вислухавши скарги мами та малюка, підозрює порушення у роботі органів черевної порожнини, він може призначити УЗД для уточнення діагнозу. Немовлятам таке дослідження проводять з метою скринінгу – щоб виключити або вчасно виявити вроджені вади розвитку.

Іншими причинами призначити УЗД можуть бути:

- блювання «фонтаном» у новонароджених (УЗД допоможе виключити або діагностувати пілоростеноз),
- порушення процесу травлення, часті рідкі випорожнення, здуття живота, закрепи,
- низька вага тіла, недостатній набір ваги,
- інфекція органів черевної порожнини,
- біль у будь-якій ділянці живота,
- травма живота або підреберної ділянки.



Рис. 67. УЗД дитини.

Як підготувати дитину до процедури

УЗД шлунку та жовчного міхура проводять натщесерце, тому краще призначити процедуру на ранкові часи. Виключення – немовлята, яким УЗД роблять з метою скринінгу, у цьому випадку утримання від їжі не потрібне.

Перед УЗД черевної порожнини не годуйте дитину:

- 8-10 годин, якщо дитина старша за 7 років,
- 6 годин для малюків від 1 до 6 років,
- 2-4 години для немовлят, якщо є підозри на порушення у роботі органів черевної порожнини.

Надмірне газоутворення у кишківнику також заважає отримати об'єктивну картину, тому перед УЗД потрібно дотримуватись спеціального меню.

За 1 – 3 дні до УЗД потрібно виключити з раціону:

- білий хліб, солодощі,
- газовані напої,
- квашену капусту,
- молоко,

- бобові тощо.

При патологічних змінах треба зосередити увагу на конкретній зоні, що потребує зміни параметрів ультразвукового сканування. Все це обґрунтовує необхідність використання в педіатрії саме апаратів експертного класу TOSHIBA APLIO 400. Швидкість роботи, висока якість зображення, легкість зміни параметрів сканування дають можливість ефективно і комфортно провести дослідження малюкам.

ТЕМА 5. ФУНКЦІОНАЛЬНА ДІАГНОСТИКА

Функціональна діагностика — комплекс методів дослідження людського організму для визначення діяльності окремих органів, систем або людського організму в цілому, об'єктивної оцінки їх функції, виявлення патології та визначення ступеня функціональних розладів.

Завдання функціональної діагностики

Функціональна діагностика являє собою розділ медицини, який займається об'єктивною оцінкою, виявленням патологій, визначенням їх ступеня в рамках дослідження різних органів і систем організму. Для виконання досліджень можуть бути застосовані інструментальні, а також лабораторні методи.



Рис. 68. ЕКГ.

Мета будь-якої діагностики визначають наступні клінічні завдання:

- виявлення відхилень у функціонуванні одного або декількох органів;
- характеристика функціонування роботи фізіологічних систем організму;
- вивчення прогресування патології та її впливу на інші органи;
- оцінка запасу функціональних можливостей органу;

Функціональна діагностика - комплекс методів дослідження людського організму, які призначені для визначення діяльності (функціонування) окремих органів, систем або людського організму в цілому.

Методами функціональної діагностики є ЕКГ, ЕКГ за Холтером, РН метрія та РН моніторинг, спірографія та ін.

Функціональна діагностика дозволяє виявити відхилення, об'єктивно їх оцінити і визначити рівень порушення функцій різних органів та фізіологічних систем організму на основі результатів вимірювання низки показників. Сучасна

комп'ютерна апаратура дозволяє провести таку діагностику на найвищому рівні: виконує автоматичну обробку інформації, визначає широкий спектр показників і формує графічне зображення одержаних результатів. Перевага функціональної діагностики в тому, що вона є простою у виконанні та не має протипоказань для жодного пацієнта.



Рис. 69. Електрокардіографія.

ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЯ

ЕКГ як метод оцінки серцевої діяльності вперше з'явився в 1903 році, але в практичній охороні здоров'я, з метою діагностики патології серця і для полегшення встановлення діагнозу, він зайняв своє місце на початку 50-х років минулого століття. Власне, з цією метою він служить і сьогодні, повністю влаштовуючи і клінічну медицину і пацієнта.

Цей метод є одним з основних в діагностиці патології серцевої діяльності. Електрокардіограф реєструє і фіксує на паперовому або електронному носії показники серцевої електричної активності. Завдяки цьому, лікар функціональної діагностики може в ході розшифровки отриманої інформації виявити багато проблем зі здоров'ям у пацієнта.

Виявляються в тому числі і будь-які порушення провідності і ритму. Фахівець може оцінити, наскільки повноцінно міокард справляється зі своїми функціями, діагностувати навіть на самому ранньому етапі розвитку різні ішемічні зміни, в тому числі і таку грізну патологію, як інфаркт міокарда.

Процедура зняття електрокардіограми не представляє ніякої небезпеки для здоров'я пацієнта та абсолютно безболісна. Проводить її медсестра функціональної діагностики. Сучасна апаратура, яка фіксує ЕКГ, крім власне проведення дослідження, здатна накопичувати в своїй пам'яті колосальну кількість даних, а також на їх основі проводити контроль якості пройдених хворими курсів лікування.

Однак, серце б'ється в грудях не тільки хворої, але і здорової людини і електрокардіографія може дати відповіді на актуальні і для нього питання:

- чи є у нього ознаки початкових відхилень від норми;
- присутній ризик розвитку кардіопатологій;

- які індивідуальні можливості серця пацієнта до виконання різних життєвих навантажень;

ЕКГ є незамінною у діагностиці порушень електролітного обміну, які виникають під впливом різних токсичних речовин.

ЕКГ широко використовують для функціонального дослідження серцево-судинної системи. Поєднання електрокардіографічного дослідження з функціональними пробами допомагає виявити приховану коронарну недостатність, перехідні порушення ритму, проводити диференційний діагноз між функціональними та органічними порушеннями роботи серця.

ЕКГ ЗА ХОЛТЕРОМ

Холтерівське (амбулаторне, добове) моніторування ЕКГ – тривала реєстрація ЕКГ в умовах щоденної активності пацієнта з подальшим аналізом отриманого запису. Дає можливість виявити порушення в роботі серця, навіть якщо вони трапляються дуже рідко, оскільки запис ЕКГ ведеться безперервно протягом 1-ї, 2-х, а за необхідності до 7-ми діб.

Метод названий на честь американського дослідника Нормана Холтера, який запровадив радіоелектрокардіографію і вперше здійснив тривалу реєстрацію ЕКГ.

Цей метод є неінвазивним і високоінформативним, він широко застосовується як у стаціонарних, як і в амбулаторних умовах для діагностики ішемічної хвороби серця (ІХС), порушень ритму та провідності серця, а також оцінки ефективності лікування серцево-судинних захворювань.

Холтерівське моніторування ЕКГ (ХМ-ЕКГ) – один із найкращих методів діагностики та оцінки ефективності лікування серцево-судинних захворювань. Детально аналізуються основні показання для застосування цього методу обстеження, зокрема оцінка симптомів, які можуть бути пов'язані з порушеннями серцевого ритму та провідності; стратифікація ризику у пацієнтів зі структурними захворюваннями серця без симптомів аритмії; оцінка ефективності лікування аритмій серця; оцінка функції імплантованих пристроїв; діагностика та оцінка ефективності лікування ішемії міокарда.

Процедура обстеження дуже проста: за допомогою спеціальних електродів до пацієнта підключають невеликий пристрій, який фіксується на ремені. Пацієнт веде звичайний спосіб життя. Необхідністю є лише ведення щоденника, в якому пацієнт занотовує особливості самопочуття, скарги, різновид діяльності, прийом лікарських препаратів, фізичні навантаження, час сну і неспання.

Через заданий час дані з апарату розшифровують на комп'ютері. Програма обробки даних здатна забезпечити виявлення та аналіз усіх різновидів аритмій і нападів стенокардії. Крім цього, лікар сам переглядає запис і може відкоригувати помилки програми. Цей метод допомагає не тільки з достатньою точністю поставити діагноз, а й у багато разів підвищити ефективність лікування серцево-судинних захворювань.

Кому призначають таку процедуру?

Показаннями для проведення холтерівського моніторингу є ситуації:

- раннє виявлення ішемії міокарда – у чоловіків старше 35 років та жінок старше 40 років виконується один раз на три роки, у кардіологічних пацієнтів – раз на рік;
- ведення контролю антиаритмічної терапії;
- ведення контролю антиішемічної терапії (до проведення лікування і через три тижні після нього);
- при супутніх синдромах і станах (хвороби щитоподібної залози, тиреотоксикозі; високий рівень холестерину; планована вагітність);
- при вагітності на будь-якому терміні (одноразово).

Використання методу також показано при:

- втраті свідомості й непритомності;
- підвищеній глюкозі крові (проводиться пошук безбольової ішемії міокарда);
- анемії будь-якого походження;
- задишці;
- больовому синдрому у грудях;
- ожирінні третього ступеня;
- планованому хірургічному втручанні при нічному апное;
- синдромі хронічної втоми, а також до і після променевої або хіміотерапії.

Метод показаний особам небезпечних професій (щороку): льотчикам, водіям громадського транспорту, водолазам, кранівникам, промисловим альпіністам, авіадиспетчерам.

ДОБОВИЙ МОНІТОРИНГ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ

Неодноразово виникає ситуація, коли результати вимірювання АТ у кабінеті лікаря далекі від об'єктивних реальних значень. Пояснити це можна реакцією серцево-судинної системи на візит до лікаря, коли виникає гіпертензія «білого халату». Існують також інші ситуації, коли одноразові вимірювання тиску й дані історії хвороби не дають достатньої інформації про коливання АТ, а отримані під час огляду нормальні показники тиску не дають упевненості в тому, що вони є реальними. Власне, для більш точної діагностики артеріального тиску використовується метод добового моніторингу АТ.

Прилад для добового моніторингу АТ забезпечує регулярне, впродовж 24-х годин, вимірювання АТ із заданими інтервалами та збереження результатів на спеціальному носії. Отримана інформація обробляється комп'ютерною програмою, а результати видаються пацієнту в друкованому вигляді.

Всесвітня організація з охорони здоров'я вказує такі переваги використання ДМАТ:

- дані ДМАТ точніше відображають рівень артеріального тиску в умовах звичайного життя пацієнтів;
- середні значення АТ, отримані при ДМАТ, тісніше пов'язані з ураженням органів-мішеней, ніж дані клінічних вимірювань;
- дані ДМАТ до початку лікування можуть мати прогностичне значення у розвитку серцево-судинних ускладнень;
- регрес ураження органів-мішеней тісніше пов'язаний зі зміною середньодобових значень АТ, ніж із рівнем клінічного АТ;

- оцінка рівнів та коливань АТ упродовж 24-х годин (для деяких пацієнтів характерні нічні та ранкові підйоми АТ, що є особливо небезпечним з огляду на ризик інсульту чи інфаркту);
- діагностика гіпертензії «білого халату»;
- точніша оцінка важкості артеріальної гіпертензії;
- кращий підбір медикаментів та оцінка тривалості збереження ефекту в кожному конкретному випадку.

Для отримання коректних результатів добового моніторингу АТ необхідно дотримуватися таких правил:

- вести звичний спосіб життя під час дослідження;
- у момент вимірювання АТ рука з манжетою повинна бути максимально розслабленою;
- вести детальний щоденник подій з чіткою фіксацією часу, вказуванням періоду сну, фізичної активності, прийому медикаментів тощо;
- обережно поводитися з приладом, уникати механічних ушкоджень, спостерігати, щоб не перетискався гумовий шланг, по якому надходить повітря.

ЦАТ — ВИМІРЮВАННЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО АОРТАЛЬНОГО ТИСКУ

Вимірювання центрального аортального тиску – новітній неінвазивний метод вимірювання артеріального тиску в аорті – найбільшій та найважливішій судині в людському організмі.

Чим відрізняється центральний аортальний тиск від звичайного артеріального тиску?

Вимірювання центрального аортального тиску показує рівень тиску в корені аорти – найбільшій судині, що бере початок безпосередньо від серця. Центральний аортальний тиск не такий, як тиск у периферичних судинах. Зазвичай у здорових людей тиск в аорті менший, ніж у периферичних артеріях. У деяких ситуаціях (старіння, артеріальна гіпертензія, підвищення холестерину в крові, куріння, цукровий діабет) центральний аортальний тиск стає вищим за тиск у плечовій артерії. Важливість визначення центрального аортального тиску ще і в тому, що гіпотензивні препарати, які лікарі призначають пацієнтам з гіпертонією по різному діють на різні судини, так вони можуть добре знижувати рівень А/Т на плечі, але одночасно підвищувати рівень А/Т в просвіті аорти.

Чому вимірювати центральний аортальний тиск важливо?

Центральний аортальний тиск безпосередньо впливає на серце, головний мозок та нирки, тому його зростання свідчить про пошкодження цих життєво важливих органів. Головна причина підвищення центрального аортального тиску – зростання жорсткості судин, коли вони втрачають свою еластичність і податливість. Наслідком зростання жорсткості судин є збільшена швидкість поширення пульсової хвилі по судинах.

Чому важливо вимірювати швидкість поширення пульсової хвилі по судинах?

Швидкість поширення пульсової хвилі (ШППХ) по судинах – головний показник їхніх пружно-еластичних властивостей. Зростання його є важливою ознакою втрати нормальної еластичності артерій. Доведено, що незалежно від

наявності інших факторів ризику в осіб з підвищеною ШППХ частіше виникають серцево-судинні захворювання (інфаркти міокарда, інсульти).

У кого слід вимірювати центральний аортальний тиск і ШППХ?

В осіб з підвищеним артеріальним тиском і тих, хто перебуває у групі серцево-судинного ризику (підвищення холестерину в крові, куріння, цукровий діабет, обтяжена спадковість до виникнення серцево-судинних захворювань). А також пацієнтам, які приймають ліки для зниження артеріального тиску, з метою точного підбору типу і дози препаратів.

Здоровим людям будь-якого віку, щоб визначити біологічний вік артерій.

Як проводиться процедура вимірювання центрального аортального тиску?

Раніше визначення ЦАТ можливо було тільки «кривавим» способом - за допомогою зонда, введеного в просвіт аорти. Тепер створені апарати, що визначають рівень ЦАТ звичайним способом - накладення манжети на плече. Ця процедура абсолютно безпечна та безболісна і не відрізняється від звичайного вимірювання артеріального тиску за допомогою автоматичного тонометра. Перед дослідженням додатково вимірюють показники зросту, маси тіла, обводу плеча та відстані від грудної кістки до лобка.

СПРОМЕТРІЯ

Що таке спірометрія

Спірометрія – це метод дослідження функцій зовнішнього дихання, який включає вимірювання об'ємних і швидкісних показників дихання. Спірометрія допомагає ефективно визначити здатність легень приймати, утримувати й використовувати вдихуване повітря.

Такі обчислення роблять за допомогою спірометра – спеціального приладу, який складається із датчика потоку повітря та електронного пристрою. Останній переводить показання датчика у цифровий вигляд і здійснює усі необхідні обчислення. Пацієнт глибоко вдихає і з максимальною силою видихає у спірометр. Спірометр аналізує потік повітря й обробляє отриману інформацію.

Як проводиться спірометрія

Спірометрія проходить швидко й безболісно. Під час виконання проби спірометрії пацієнт знаходиться у вертикальному положенні. Йому дають спірометр і одноразову муфту, з'єднану з дихальною трубкою. За командою лікаря пацієнт робить глибокий вдих, щоб повністю заповнити легені повітрям, потім видихає з найбільшою силою і максимально довго. При цьому спірометр вимірює та реєструє обсяг і швидкість повітря, що проходить через апарат, а також низку інших показників. Процедуру зазвичай повторюють двічі або тричі, щоб встановити середнє значення усіх характеристик.

Коли вдаються до спірометрії

Спірометрію призначають для:

- визначення тяжкості захворювання легенів;
- контролю прогресування захворювання легенів;

- визначення характеру захворювання легенів – рестриктивний (обмежує приплив повітря у легені) чи обструктивний (порушує приплив повітря у легені);
- контролю ефективності лікування.

Ми використовуємо сучасний цифровий спірометр Неасо SP10, який дає можливість:

- швидко та комфортно оцінити функцію зовнішнього дихання;
- провести дослідження із бронходилятаційною пробою;
- правильно підібрати дозу препаратів;
- з високою точністю оцінити досліджувані показники:
 - ФЖЄЛ (FVC) – форсована життєва ємність легенів;
 - ОФВ1 (FEV1) – об’єм форсованого видиху за першу секунду;
 - ОФВ% (FEV%) – індекс Тіффно;
 - ПШВ (PEF) – пікова швидкість видиху;
 - МОШ (FEF) – миттєві об’ємні швидкості 25%, 75%, 25-75%;
- отримати результати у вигляді табличних даних і графіків.

Нормальні значення цих показників є індивідуальними, тому результати спірометрії оцінюються через порівняння їх із середньостатистичним значенням для здорової людини тієї ж статі, віку, зросту і ваги тіла. За результатами спірометрії встановлюють наявність і ступінь рестриктивних та обструктивних порушень.

Результати спірометрії відіграють вирішальну роль у діагностиці бронхіальної астми, хронічних запальних процесів у легенях і бронхах та інших хвороб, які можуть викликати погіршення функціонування легень.

Зниження багатьох показників на двадцять відсотків і більше від норми розцінюють як ознаку порушення роботи легень, але в будь-якому разі висновок лікар робить на основі комплексного обстеження.

РН-метрія - це метод дослідження функціонального стану верхніх відділів шлунково-кишкового тракту. Він полягає у вимірюванні рівня кислотності (рН) безпосередньо у стравоході, шлунку і дванадцятипалій кишці за допомогою спеціального пристрою – ацидогастрометра. Це дослідження є золотим стандартом діагностики, яке дозволяє розставити всі крапки над і: остаточно підтвердити це захворювання й лікувати його чи виключити та шукати далі.

Рефлюкси кислоти (зворотні закиди) — нормальне фізіологічне явище, якщо з’являється на голодний шлунок, а після їжі зникає. Але якщо кислота надто довго знаходиться у стравоході, і відчуття печіння не проходить, то це вже патологія, яка в майбутньому може призвести навіть до онкозахворювання.

Симптоми рефлюксної хвороби дуже подібні до симптомів багатьох інших захворювань:

- серцево-судинних нападів,
- стенокардії,
- хронічного ларингіту,
- бронхіальної астми,
- деяких неврологічних захворювань тощо.

Пацієнт може відчувати печію, але ми робимо Рн-метрію, і виявляється, що він дарма лікувався у гастроентеролога. У нього немає печії, немає взагалі проблем

із травною системою, а є проблеми, припустимо, із серцем. Як це виявити? Дуже просто.

Процедура виконується двома методами: РН-метрія – короткотермінове дослідження (протягом 4х годин) РН-моніторинг – добове (24 години) дослідження в умовах одноденного стаціонару.

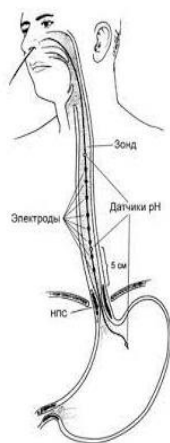


Рис. 70. рН метрія.

Суть дослідження

Ми через ніс вводимо пацієнту провід з датчиками на висоту десь 30 см, орієнтовно це місце стравохідно-шлункового переходу. Провід підключаємо до приладу, фіксуємо його до ремня – готово. Датчики протягом доби виконують свою місію: виявляють закидання кислоти, розрізняють кислота це або луг, бо ці рефлюкси-закиди можуть бути різними. Це дуже розумна система, яка аналізує, що туди закидається, та як змінюється кислотність.

Пацієнт протягом півгодини адаптується до стороннього тіла і живе своїм звичайним життям. Так, може трохи першити, може з'явиться легка нудота, але це тимчасовий дискомфорт, який легко можна купірувати в клініці. Нудить – прийняти протинудотні препарати, першить горло – розсмоктати льодяники або випити чай.

Пацієнт цю добу, поки триває діагностика, перебуває в клініці, але поводитьсь, як завжди: їсть все, що він любить, причому, з їжі ми даємо те, що викликає зазвичай печію. Наприклад, він каже, що любить пепсі-колу, і на неї є реакція, то ми приносимо йому пепсі-колу в палату. Все, що пацієнт робить, обов'язково фіксує: поїв, випив, приліг, прийняв ліки – натиснув спеціальну кнопку. Також відзначає і свої відчуття: наприклад, болить серце – натискає кнопку, а датчик аналізує, чи це пов'язано з рефлюксом, чи, можливо, це психологічна реакція.

Результати дослідження

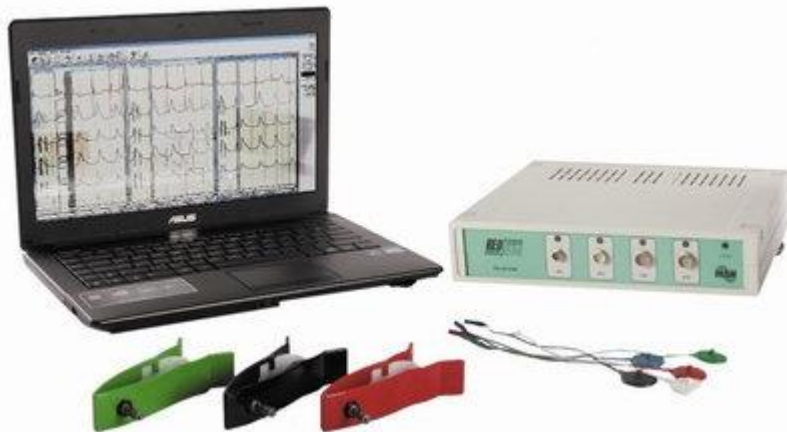
Всі дані за добу збираються, потім їх обробляє спеціальна програма. З'ясовуємо, який характер печії – це кислота чи жовч закидається, чи, може, повітря, чи, може, взагалі печія настає тому, що пацієнт лягає одразу після їжі. Ми отримуємо абсолютно об'єктивну картину: тут не може бути жодних

суб'єктивних моментів. Далі лікар з'ясовує, як відчуття пацієнта корелюють із даними, які надала Рн-метрія.

Після повноцінного аналізу пацієнту дають рекомендації. Якщо система показує, що він протягом дня багато лежить, його рефлюкс через це, ми рекомендуємо протягом 3-х годин після їжі не лягати, якщо є якісь конкретні продукти, на які у нього печія, зрозуміло, ми їх виключаємо з раціону. Це дослідження допомагає точно визначити причини недуга, а відтак і обрати потрібну тактику лікування.

Реографія (більше відома як **реоенцефалографія** та **реовазографія**, як метод діагностики стану кровотоку в організмі людини з'явився в середині 60 років минулого століття, але і сьогодні він не втратив своєї актуальності, незважаючи на появу доплерографії.

Цей метод дослідження в повному обсязі дозволяє отримати відповіді на три важливих питання:



- чи є патологія;
- яка природа патології;
- який прогноз?

Для цього необхідно строго дотримуватися технології виконання дослідження, а не переривати його на стадії відповіді на перше питання.

Реографія - це метод діагностики, при якому досліджується кровоток як в конкретних органах і тканинах, так і в усьому організмі в цілому. Суть реографії полягає в графічній реєстрації за допомогою спеціального приладу реографа змін електропровідності органу, викликаних пульсовими коливаннями струму крові. Серед всіх структур нашого організму кров має найвищу електропровідність. Це означає, що під час систолічного скорочення серця, коли кров приливає в довколишні органи, електропровідність цих ділянок тіла буде високою, а в момент розслаблення серцевого м'яза (діастоли), навпаки - низькою. На підставі показань реографа виводиться крива пульсових коливань, так звана реограма.

Реографія - неінвазивний метод, що означає нешкідливий для організму. Дійсно: ніякого втручання в його роботу не відбувається. Шкіра і тканини не ушкоджуються, адже пропускається через них електричний струм має настільки малу величину і частоту, що просто не здатний завдати якої-небудь відчутної шкоди. Нешкідливість - не єдина перевага реографії. Даний метод має високу чутливість. Реографія дозволяє оцінити загальний стан

кровопостачання, виявити порушення кровопостачання як окремого органу, будь то головний мозок, нирки або печінку, так і всього організму.



Рис. 71. Реографія.

РЕОВАЗОГРАФІЯ

Реографія судин або реовазографія (РВГ) дозволяє оцінити кровоток в судинах на периферії, тобто в кінцівках. Основні «мішені» реовазографії - судини плеча передпліччя, кисті (верхні кінцівки), стегна, гомілки, стопи (нижні кінцівки). Реографія судин проводиться в такий спосіб: використовуються прямокутні або стрічкові електроди, шкіра під ними обробляється розчином хлориду натрію або спеціальним електропровідним гелем. Щоб дослідити кровотік на якомусь певному ділянці (плече, гомілку і т.д.) один електрод накладають на початку цієї ділянки, а інший, відповідно - в його кінці.

За допомогою реовазографії можна, наприклад, поставити такий діагноз, як облітеруючий ендартеріт, або, як його ще називають, «нога курця»: хронічне захворювання, при якому уражаються артерії гомілки і стопи. Таким чином, якщо є передумови або підозри на неполадки з периферійними судинами (втрата їх тону, еластичності, звуження просвіту або навіть закупорка), то реографія судин зможе дати відповідь на питання, що хвилюють.

Реоенцефалографія дітям і дорослим



Рис. 72. Реоенцефалографія.

Її ще скорочено називають РЕГ - це професійний медичний варіант оцінки та аналізу кровообігу всередині головного мозку. РЕГ дозволяє отримати безліч інформації про здоров'я людини, а також про стан мозку як на ділянках, так і всього мозку в цілому.

Дитяча реоенцефалографія (РЕГ)

Реоенцефалографічне дослідження є простим і ефективним методом діагностики. Дитяча реоенцефалографія з високою часткою вірогідності й в короткі терміни поставити правильний діагноз дитині. Реоенцефалографія - це метод діагностичного дослідження, що дозволяє проаналізувати найважливіші критерії стану судин головного мозку і руху по ним крові.

Симптоми, при яких необхідна реоенцефалографія дітям:

- головні болі;
- шум у вухах;
- зниження слуху;
- постійно високий або низький тиск;
- набряклість обличчя;
- непритомність;
- зниження гостроти зору;
- когнітивні зміни;
- порушення координації рухів.

Дітям дослідження проводять з метою контролю кровообігу після оперативного втручання, визначення вираженості гіпертензійного синдрому, травм голови та шиї. Дослідження судин головного мозку допомагає визначити наявність уражень в них кровотоку, проаналізувати ефективність застосування деяких лікарських засобів і немедикаментозних методів терапії.



Рис. 73. Дослідження судин мозку.

Реоенцефалографія є показовою у наступних випадках:

- Порушення пам'яті
- Інсульт
- Остеохондроз
- Епілепсія
- Мігрень
- Підозра на ішемію
- Вертебро-базиллярна недостатність
- Артеріальна гіпотензія
- Артеріальна гіпертензія
- Новоутворення головного мозку
- Соматоформна вегетативна дисфункція нервової системи (нейроциркуляторна дистонія)
- Порушення слуху і зору нез'ясованої етіології

Протипоказання

РЕГ дітям - це абсолютно безболісний і безпечний метод діагностики. Але, дослідження не можна проводити, якщо у дитини в місцях накладення електродів присутні садна, рани, гнійно-запальні ураження, себорейний дерматит, лишай і т.п. Також, протипоказанням до застосування дослідження є період новонародженості.

Реоенцефалографія дітям є одним з найбільш достовірних методів діагностики, використовуваних у світовій практиці. Дослідження дозволяє виявити найрізноманітніші патологічні стани структур мозку, встановити тяжкість захворювання.

В основі РЕГ судин головного мозку лежить графічна реєстрація змін електропровідності судин мозку, спровокованих коливаннями пульсу кровотоку, а також його швидкістю в різних судинах.

Обстеження проводиться в комфортному становищі - лежачи або сидячи. На ділянки передбачуваного дослідження судин кріпляться електроди. Для проведення більш якісної діагностики, дитині потрібно пояснити, що під час процедури потрібно постаратися повністю розслабитися.

Реоенцефалограма дитині дозволяє детально вивчити:

1. Стан стінок судин.
2. Вираженість кровонаповнення і венозного відтоку.
3. В'язкість крові.
4. Швидкість кровотоку тощо.

Розшифровка результатів діагностики проходить швидко, тому зробити свій висновок фахівці можуть практично відразу після дослідження. Процедура обстеження проводиться досить швидко і займає всього 5-7 хвилин.

ВІДЕОГАСТРОСКОПІЯ

Відеогастроскопія — один із методів ендоскопічного дослідження, а в наш час, найдостовірніший метод обстеження шлунково-кишкового тракту. Це метод, що дозволяє провести візуальне обстеження стравоходу, шлунку та дванадцятипалої кишки, за допомогою спеціального засобу — ендоскопу.

Перевагою є точне збільшення зображення у декілька разів, високе розширення за рахунок цифрового обладнання, відеоогляд у збільшеному виді, з виводом на монітор, що дозволяє більш чітко роздивитись судинний малюнок та найменші зміни слизової.

Даний метод обстеження дозволяє діагностувати: запальні захворювання слизової, всі види гастриту, різні утворення (поліпи, виразки, ерозії), кровотечі, пухлини.

Покази до гастроскопії:

- Біль очеревини незрозумілого походження
- Дискомфорт у стравоході
- Регулярна блювота
- Порушення ковтання
- Незрозуміле схуднення
- Зникнення апетиту
- Безпричинна анемія
- Патології підшлункової залози, печінки або жовчного міхура
- Підготовка до хірургічної операції
- Наявність спадкових захворювань (виразки або раку шлунка)
- При диспансеризації тим, у кого виявлено хронічний гастрит або виразка шлунка
- Для виконання контролю ефективності лікування виразки, гастриту або інших патологій
- Після видалення шлункового поліпа 4 рази за рік

Під час обстеження за необхідності можна взяти матеріал на біопсію (цитологічне чи гістологічне дослідження) для визначення морфології

новоутворення (злоякісне чи доброякісне). А також визначити наявність *Helicobacter pylori* — бактерії, що інфікує різні ділянки шлунка й дванадцятипалої кишки.

Головна мета відеогастроскопії — попередити рак. Своєчасний скринінг дозволяє виявити передракові стани, а також виявити його на ранніх стадіях.

Відеогастроскопія (ФГДС – езофагогастродуоденоскопія, фіброгастроскопія) — найточніший та найінформативніший метод діагностики захворювань стравоходу, шлунка і дванадцятипалої кишки.

Можливе проведення даної процедури у стані «медикаментозного сну», який виконується лікарем анестезіологом. У такому стані блювотний рефлекс зникає, що дає змогу лікарю без перешкоди потрапити у стравохід та провести огляд, а усі неприємні відчуття — зводяться до мінімуму. Якщо пацієнт бажає знаходитись у свідомості використовується місцева анестезія — розчин анестетика. Час даного обстеження складає 7-10 хв.

Результати обстеження записують на електронний носій. Це дозволяє використати дані результати огляду для консультації із вузькопрофільним фахівцем (гастроентерологом чи хірургом).

ВІДЕОКОЛОНОСКОПІЯ



Рис. 74. ВідеокOLONOSКОПІЯ.

ВідеокOLONOSКОПІЯ – застосовується для точної і повної діагностики патологій товстого кишківника. Процедура максимально інформативна. ВідеокOLONOSКОПІЯ дає можливість оглянути стан обстежуваних ділянок при великому збільшенні на екрані монітора.

Для проведення дослідження використовується колоноскоп – гнучкий апарат, відеогастроскоп Pentax EC38-i10L, високопродуктивний HD+ відеопроцесор ЕРК-і7010 з режимом узкоспектрального освітлення i-scan, професійний медичний монітор "Pentax 27". З його допомогою діагностують цілий ряд патологій товстого кишківника (хвороба Гіршпрунга, поліпоз, виразковий коліт, хвороба Крона, а також наявність злоякісних утворень та ін.). При проведенні відеокOLONOSКОПІЯ можливо взяття біопсії.

Колоноскопія в більшості випадків пов'язана з не самими приємними відчуттями. Процедуру можна проводити під медикаментозною седацією (під наглядом досвідченого і кваліфікованого лікаря анестезіолога і тільки з індивідуальним розрахунком дозування препарату і терміну його дії для кожного пацієнта). Це дає можливість лікарю отримати більше інформації за більш короткий проміжок часу, а також покращує умови для проведення лікувальних процедур. Для пацієнта проведення колоноскопії в стані медикаментозного сну (під наркозом) дає можливість перенести обстеження максимально комфортно.



Рис. 75. Колоноскопія у стані медикаментозного сну.

Показання до проведення відеоколоноскопії:

- виявлення в животі пальпованих утворень;
- слиз або кров у калі;
- хронічні запори;
- безпричинні діареї;
- постійні болі в животі.

Підготовка до проведення обстеження

Для того щоб дослідження було результативним і максимально інформативним, важливо правильно до нього підготуватися. Слід дотримуватися строгих обмежень в їжі:

- за 3-4 дня виключити овочі, фрукти, житній хліб, горіхи, гриби, варення, насіння, крупи (рис можна). Можна їсти білий хліб, картопляне пюре, молочні продукти, відварну рибу, прозорі бульйони, куряче філе, банани, пити воду, світлі соки, компоти без ягід;
- за 2 дні слід перейти на рідку їжу, не приймати аспірин і залізовмісні препарати. Якщо утруднена дефекація, робити клізми або приймати проносні препарати;
- за 1 день перед відеоколоноскопією допустимий легкий сніданок. Вдень і ввечері приймати їжу не можна. Можна кожен годину пити прозорі напої та потрібно активно рухатися. З 6 до 8 вечора прийняти 2 л розчину «Фортранс» (протягом 15 хвилин 1 стакан), запивати прозорим соком або водою;

- перед дослідженням не снідати, так само прийняти другу порцію «Фортрансу» за 5-6 годин до обстеження і додатково 40 мл «Еспумізану». Якщо є запор, зробити клізму «Мікролакс» за годину до процедури. Прийом двох таблеток «Бускопан» за 4 години до процедури.

Якщо буде використаний загальний наркоз (медикаментозний сон), важливо бути строго натщесерце. Припустимо легкий сніданок, якщо відеокOLONOSКОПІЯ буде проводитися під місцевою анестезією. Тривалість обстеження – від 10 хвилин до 1 години.

Протипоказання до проведення відеокOLONOSКОПІЯ

- Легенева і серцева недостатність.
- Недуги кровотворної системи.
- Запалення в черевній порожнині.
- Загострені інфекційні захворювання.
- Ішемічні і виразкові коліти.

Лікування при колоноскопії

При амбулаторному проведенні відеокOLONOSКОПІЯ можлива поліпектомія — видалення поліпів в кишківнику діаметром до 1 см. Обов'язковою умовою при цьому є відсутність у пацієнта протипоказань. Так, у разі прийому антикоагулянтів пацієнтові рекомендують відмінити прийом препаратів за 1 тиждень до колоноскопії за узгодженням з доктором, що призначив ці препарати.

ВІДЕОЕНДОСКОПІЯ ЛОР ОРГАНІВ

Відеоендоскопічне дослідження ЛОР-органів – це сучасний, високоінформативний і абсолютно нешкідливий метод обстеження. Метод ендоскопії ЛОР-органів у всьому світі по праву належить до золотого стандарту отоларингології.

При огляді ЛОР – органів звичайним способом, за допомогою джерела світла, що направляється в ніс, горло, вуха, на жаль, велика частина структур носа, носоглотки залишаються недоступними для ока лікаря. Картина огляду вуха, також буває далеко не повною.

При візуальному огляді добре видно патологія зовнішнього слухового проходу і наявність запалення барабанної перетинки, а ось патологія барабанної порожнини, часто буває прихована. Дану патологію, можна детально розглянути тільки під збільшенням. Дуже різним є якість ендоскопічного огляду всіх відділів гортані, а також голосових зв'язок і їх рухливості.

Відеоендоскопічне огляд ЛОР органів – це огляд вуха, горла, носа за допомогою спеціальної відеокамери з додатковим освітленням та висновком збільшеного зображення на екран, на якому, як отоларинголог, так і його пацієнт, зможе побачити все структури оглядається органу зсередини.

Ендоскоп являє собою жорстку або гнучку тонку оптичну трубку, яку лікар акуратно вводить в порожнину носа, слуховий прохід або підводить до входу в гортань. За допомогою оптики зображення збільшується в кілька разів. Відеокамера передає отримане зображення на монітор.

Застосовуються спеціальні отоскопічні і риноскопичні насадки – тонкі, діаметром менше 3-х міліметрів циліндричні трубочки з відеоканалом і світловодом. Насадки під час огляду не нагріваються, введення їх безболісне. **Спеціальної підготовки дослідження не вимагає.** При наявності набряку в носі перед діагностикою в ніс закачують судинозвужувальні краплі у віковому дозуванні, щоб зробити безперешкодним огляд задніх відділів носа і носоглотки.

Відеоендоскопічне дослідження ЛОР-органів дозволяє:

- Дізнатися точну причину тривалої закладеності носа;
- Підтвердити або спростувати наявність пухлинного процесу в порожнинах ЛОР-органів;
- Оцінити стан і розмір аденоїдів;
- Дослідити форму і розмір носових раковин, їх прохідність;
- Обстежити гирла слухових труб, пазух носа;
- Визначити характер виділень з носа і їх причину;
- Визначити стан голосових складок, підголосових і надголосових відділів, верхніх відділів трахеї.

Ендоскопія ЛОР-органів проводиться з використанням новітнього обладнання, тому процедура безболісна і максимально інформативна. Вона не вимагає спеціальної підготовки і займає не більше 10-15 хвилин часу.

КОЛЬПОСКОПІЯ

Кольпоскопія - це діагностичний метод дослідження, що дозволяє зробити огляд шийки матки, піхви і зовнішніх статевих органів при багаторазовому збільшенні. Кольпоскопія дозволяє виявити передракові стани або рак шийки матки, оцінити величину ураження, провести прицільну біопсію і взяти зішкріби.

Показання

На консультації гінеколог призначає кольпоскопію для проведення звичайної й диференціальної діагностики патологічних змін піхвової частини шийки матки, стінок піхви й вульви.

Показання до кольпоскопії:

- діагностика осередків патологічних процесів на шийці матки, які можна виявити візуально;
- відхилення, які були виявлені під час проведення ПаП-тесту;
- позитивний результат аналізу на папіломатоз;
- виявлення патологічно змінених клітин в мазку;
- виявлення на ранніх етапах передракових станів і онкозахворювань;
- проведення лікування передракового стану шийки матки;
- моніторинг динаміки та ефективності проведеного лікування;
- спадкова схильність до онкології.

Кольпоскопія при вагітності є абсолютно безпечною процедурою, яка дозволяє виявити деякі патології шийки матки (ерозії, запальні процеси та ін.) у майбутньої мами й вчасно призначити необхідне лікування.



Рис. 76. Кольпоскопія вагітних.

Всім жінкам від 18 років (за умови ведення статевого життя) рекомендовано профілактично проводити скринінг захворювань шийки матки (кольпоскопію, онкоцитологічне дослідження тощо). Жінкам старше 40 років кольпоскопія шийки матки показана 1 раз в 6 місяців.

Протипоказання

Кольпоскопія є доступним і інформативним методом діагностики шийки матки, але тим не менше має деякі протипоказання.

Протипоказання до кольпоскопії

- гострі запальні процеси шийки матки;
- менструація;
- алергія на препарати йоду і розчин оцтової кислоти.

Захворювання

Кольпоскопія дозволяє виявити широкий спектр захворювань:

- Ендометриоз шийки матки
- Ерозія шийки матки
- Ектопія шийки матки
- Поліпи і кондиломи
- Передракові стани шийки матки
- Рак шийки матки
- Запальні ураження цервікального каналу

Устаткування

Новітній відеокольпоскоп Scanner МК-200 дозволяє з високою точністю проводити діагностику стану слизової оболонки шийки матки. Завдяки 16-кратному збільшенню, апарат дозволяє виявити патологію на початкових стадіях її розвитку. Апарат обладнаний світлодіодом потужністю 10 Вт, який формує світлову пляму високої яскравості. Зображення в ході діагностики виводиться на монітор і може бути збережено на цифрових носіях в фото- та відеоформаті, що дозволяє лікарю в повній мірі оцінити картину патології та підібрати індивідуальне лікування.

Процедура

Огляд шийки матки проводиться в гінекологічному кріслі, але триває трохи довше, ніж звичайний огляд. Спочатку в піхву вводяться звичайні вагінальні дзеркала, після чого проводиться огляд відеокольпоскопом.

У гінекології використовують 2 основних види кольпоскопії шийки матки:

- **Проста кольпоскопія.**

Огляд шийки матки здійснюється без додаткової обробки барвником. Дослідження допомагає встановити розміри й форму зовнішнього зіву, шийки матки, колір і особливості слизової оболонки, особливості судинного малюнка, зону «стику» - межа між плоским і циліндричним епітелієм.

- **Розширена кольпоскопія.**

Проводиться після обробки шийки матки спеціальним засобом (розчином оцтової кислоти або розчином Люголя). Дозволяє чітко діагностувати патологічні процеси вагінальної частини шийки матки, визначити ділянки для проведення біопсії.

Модифікований різновид розширеної кольпоскопії — хромокольпоскопія. При ній шийку матки фарбують різного роду барвниками. Відмінності в забарвленні шарів епітеліальної тканини допомагають уточнити зовнішні кордони патологічного процесу і його особливості.

До розширеної кольпоскопії відноситься дослідження шийки матки через жовті й зелені фільтри, під ультрафіолетовими променями для виявлення чітких контурів кровоносних судин.

Флюоресцентна кольпоскопія — огляд шийки матки в ультрафіолетових променях після фарбування її флюорохромом. При вираженій онкології з некрозом і крововиливами можна спостерігати повне гасіння флюоресценції.

Найбільш показовим способом дослідження вагінальної частини шийки матки є кольпомікроскопія, яка дозволяє збільшити зображення практично до 300 разів.

Підготовка до кольпоскопії

Підготовка до кольпоскопії включає відмову за добу до дослідження від сексуальних контактів, використання вагінальних засобів контрацепції. Безпосередньо перед дослідженням потрібно спорожнити сечовий міхур.

ТЕМА 6. НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ДІАГНОСТИЦІ РІЗНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Вірно поставлений діагноз дозволяє лікарю швидко обрати необхідну стратегію лікування, підвищити його ефективність, заощадити власний час і здоров'я пацієнта. Революційним відкриттям для світу медицини стали нанотехнології. Новітні пристрої і системи що створюють матеріали розміру найменших структурних одиниць організму та дозволять діагностувати і зупиняти захворювання на рівні клітини. Потенційні внески нанотехнологій гарантують проведення швидкої, високоточної і доступної діагностики, що зможе відтворюватись у реальному часі за мінімальних витрат. Нанотехнології забезпечать ранню діагностику що стане ключем до лікування захворювань з найбільшим рівнем летальності.

Нанотехнології - це сукупність методів і технік, що дозволяють створювати матеріали із заданим розміром та структурою для проведення маніпуляцій на молекулярному та атомному рівнях.

Існуючі сьогодні специфічні методи діагностики спрямовані на виявлення антигенів, ферментів, токсинів та нуклеїнових кислот збудника, особливо

популярні методи спрямовані на виявлення генетичного матеріалу патогенного агенту, зокрема надзвичайно чутливий та специфічний метод полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), молекулярно-генетичні. Саме тому погляди вчених звернулись до нанотехнологій, особливий інтерес для оптимізації діагностики інфекційних захворювань представляють наступні досягнення та можливості нанотехнологій:

→ методи на базі атомно-силових детекторів, які значно підвищують чутливість досліджень;

→ використання наночасток для швидкої мультиплексної діагностики в малому обсязі проби;

→ методи спектроскопії заснований на комбінаційному розсіянні світла з використанням срібних наночастинок, які дозволяють виявляти слідові рівні вірусів менш ніж за 60 сек.;

→ нанотехнології на чипі - система повного хімічного аналізу, яка дозволяє здійснювати діагностику в ручному режимі, зокрема з використанням технології Cantilever (нанокантілевери дозволяють створювати ультра малі сенсори для визначення збудника в реальному часі). Це мрія кожного, мати на руці годинник-мікролабораторію моніторингу здоров'я;

→ впровадження в практику молекулярних детекторів зчитування поодиноких молекул білків патогенного агента в досліджуваному матеріалі, створених наприклад на основі нанодоту розташованого на найтоншій платформі та утворюючий таким чином нанотранзистор, на нього наносять білки-рецептори здатні специфічно зв'язуватись з біологічними макромолекулами, що призводить до зміни електропровідності що свідчить про наявність часток збудника, метод дозволяє виявити навіть одиничний вірус та робить це селективно;

→ в умовах обмеженої кількості біоматеріалу доцільно впроваджувати селективний захват патогенних білків на поверхні нанобіочипів за рахунок біоспецифічних міжмолекулярних взаємодій, таким чином відокремлювати їх з малоконцентрованих розчинів та проводити подальшу ідентифікацію з використанням атомно-силового мікроскопу;

→ розповсюдження в медицині отримали оптичні біосенсори – аналітичні пристрої що застосовують для «впізнання» молекули біологічного матеріалу якій, при наявності молекул патогенного агента, дає електричний сигнал, він реєструється пристроями що працюють на основі ефекту повеневого плазмонного резонансу та резонансного люстерка.

Перевагою нанодіагностичних засобів є швидкість, висока достовірність, селективність, перспектива створення доступних для кожного діагностичних пристроїв. Це методики які дозволяють визначати специфічні білки, РНК/ ДНК віруси або бактерії в біологічному матеріалі за лічені хвилини, що особливо актуально при встановленні діагнозу та для подальшого етіотропної терапії. Слід зазначити що впровадження нанотехнологій в практичну охорону здоров'я не є нашим далеким майбутнім, ці методики розроблені та опрацьовані вченими, в багатьох країнах їх вже ставлять на потік.

Наука не стоїть на одному місці.

Технології розвиваються стрімкими темпами і дозволяють створювати пристрої та програми, які відкривають безмежні можливості в різних галузях медицини. У результаті людина все більше і більше наближається до розуміння того, що відбувається в її організмі не тільки на клітинному, молекулярному, а й атомному рівні - на нанорівні.

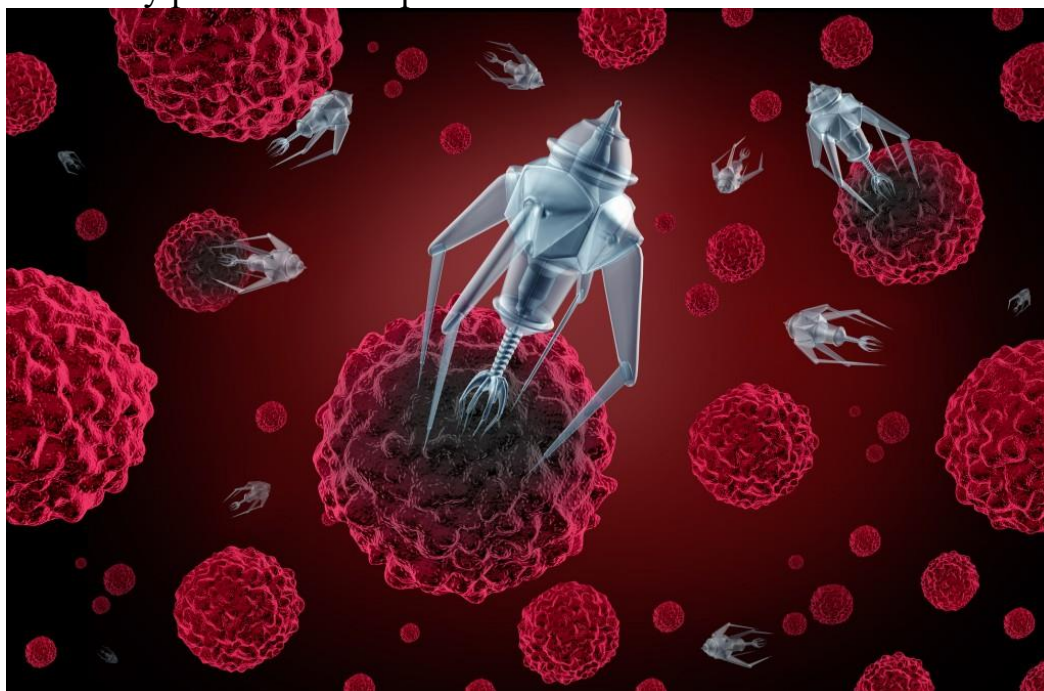


Рис. 77. Атомний шар на нано-рівні.

Технології розвиваються стрімкими темпами і дозволяють створювати пристрої та програми, які відкривають безмежні можливості в різних галузях медицини. У результаті людина все більше і більше наближається до розуміння того, що відбувається в її організмі не тільки на клітинному, молекулярному, а й атомному рівні - на нанорівні.

Ось 25 способів використання нанотехнологій у медицині:

1. **Наноботи** – це покоління наномашин майбутнього. Вони зможуть відчувати навколишнє середовище та адаптуватися до його змін, виконувати складні обчислення, спілкуватися, рухатися, проводити молекулярне складання, ремонт або навіть розмножуватися. Ці пристрої мають великий потенціал для застосування з медичною метою.
2. **Нанокomp'ютери.** З їхньою допомогою відбувається управління наноботами. Зусилля зі створення нанокomp'ютерів, а також рух квантових обчислень відкривають нові можливості для медицини.
3. **Регенерація клітин.** Пошкодження клітин організму дуже важко відновлюється через неймовірно малих розмірів клітин. Однак за допомогою нанотехнологій з'являється можливість обійти це. Наноботи або інші пристрої можуть бути використані для маніпулювання молекулами та атомами на необхідному для регенерації клітин індивідуальному рівні.
4. **Старіння.** Нанопристрої можна використовувати для видалення деяких ознак старіння. Наприклад, лазерна технологія може зменшити прояв

вікових ліній, плям і зморшок. У майбутньому за допомогою потужних нанотехнологій планується повне усунення цих ознак.

5. **Лікування раку**. На сьогоднішній день вже зроблено перші успішні кроки у роботі з використання нанотехнологій у лікуванні раку. Цей процес здійснюється завдяки тому, що невеликі спеціалізовані функції деяких наноустроїв можна точніше спрямувати на ракові клітини. При цьому відбувається знищення ракових клітин і не завдається шкоди навколишнім здоровим клітинам.
6. **Захворювання серцево-судинної системи**. Існує можливість, що нанороботи можуть виконувати ряд функцій, пов'язаних із серцем. Регенерація пошкоджених тканин серця – це лише одна можливість. Інший варіант використання нанотехнологій полягає у використанні нанопристроїв для очищення артерій від атеросклеротичних бляшок та усунення інших проблем.
7. **Імплантація пристроїв**. Замість імплантації пристроїв, які сьогодні використовуються в медицині, можна було б спрямувати нанороботи для створення необхідних структур усередині тіла.
8. **Віртуальна реальність**. Завдяки використанню ін'єкцій наноботів лікарям легко вивчити організм людини. Створення віртуальної реальності може допомогти медичним працівникам зробити деякі операції більш "реалістичними".
9. **Доставка ліків**. Системи автоматизації доставки ліків сприяють підвищенню узгодженості між системами організму. При цьому забезпечується ліками та система, яка їх потребує. Для забезпечення вивільнення певних лікарських речовин у потрібний час та без людських помилок за допомогою нанотехнологій можна програмувати системи доставки.
10. **Генна терапія**. Нанотехнології дозволяють проникати нанороботам в організм та вносити зміни до генома. Завдяки цьому можна зробити корекцію геному і в результаті вилікувати різні генні хвороби.
11. **Нанопінцети**. Ці пристрої призначені до роботи наноструктур. Вони можуть бути використані для переміщення нанопристрою в тілі або розміщення їх до встановлення. Нанопінцети зазвичай побудовані з використанням нанотрубок.
12. **Стовбурові клітини**. Нанотехнології можуть фактично допомогти дорослим стовбуровим клітинам перетворитися на будь-який необхідний тип клітин. Дослідження на мишах показують, що нанотрубки дозволяють дорослим стовбуровим клітинам перетворитися на нейрони, що функціонують.
13. **Регенерація кісток**. Використовуючи нанотехнології, можна прискорити регенерацію кісток. Наночастинки мають різний хімічний склад, який може допомогти поєднати кістки разом і навіть може допомогти у деяких випадках ушкодження спинного мозку.
14. **Візуалізація**. Нанотехнології є дуже перспективними для використання в галузі медичної візуалізації, дозволяючи швидко отримати точне специфічне зображення. Наноустрою використовуються в молекулярній

візуалізації та призводять до покращення діагностики різних захворювань та станів.

15. **Цукровий діабет.** Замість того, щоб брати кров для дослідження рівня цукру в крові, нанотехнології дозволяють діабетикам використовувати для цього лінзи. За зміною кольору можна судити про рівень цукру в крові.
16. **Хірургія.** У сучасному світі вже є хірурги-роботи, а от нанохірургія — перспективна галузь, у якій можна використовувати деякі лазери, а також наноустрою, які можуть бути запрограмовані для виконання деяких хірургічних операцій.
17. **Епілепсія.** Розробляються наночіпи, які здатні допомогти керувати нападами судом. Ці чіпи призначені для аналізу сигналів мозку, подальшого їх аналізу та виконання необхідних налаштувань мозку таким чином, щоб стало можливо краще контролювати напади епілепсії.
18. **Зворотній сенсорний зв'язок.** Наночіпи можуть бути корисними людям, які втратили здатність відчувати своє тіло. Для цього наночіпи перехоплюють електричні імпульси та їх інтерпретують.
19. **Управління протезами.** Протезування продовжує рухатися вперед. Нанотехнології дають змогу за допомогою мозку керувати протезами. Вже є деякі приклади використання наночіпів із цією метою.
20. **Медичний контроль.** За допомогою нанотехнологій можна контролювати стан різних систем організму. Наночіпи, імплантовані в тіло, контролюють стан здоров'я та надсилають отримані відомості на комп'ютер або інший пристрій.
21. **Медичні звіти.** Крім моніторингу власних систем організму, нанотехнології можуть бути використані для надсилання інформації постачальникам медичних послуг, тим самим підвищуючи ефективність електронних медичних записів.
22. **Профілактика захворювань.** Наявність наноустрою в організмі здатне реально допомогти запобігти різноманітним хворобам. При правильному програмуванні можливо уникнути деяких захворювань, відкоригувати проблеми раніше, ніж вони стануть серйозними проблемами. Наноустрою можуть навіть допомогти запобігти хронічним захворюванням.
23. **Пренатальна діагностика.** Є кілька способів використання нанотехнологій у пренатальній діагностиці. Наноустрою здатні проникати всередину матки і навіть усередину плода, не викликаючи пошкоджень. Крім цього, вони потенційно можуть допомогти усунути багато проблем ще в утробі матері.
24. **Індивідуальна медицина.** Будучи в змозі точно підлаштуватися під геном кожної людини окремо, нанотехнології дозволять точніше визначити належне лікування та налаштувати план лікування відповідно до індивідуальних потреб організму.
25. **Дослідження.** Нанотехнології дозволяють стрімко просуватися вперед медичним дослідженням, надаючи необхідні для цього інструменти, за допомогою яких людина дізнається про будову і функціонування

організму людини, і завдяки дослідженню в галузі фізики та хімії, нанотехнології забезпечують організм будівельним матеріалом.

СУЧАСНА МЕДИЦИНА В НОВІТНІХ ВИМІРАХ: ТРАНСЛЯЦІЙНА І ПЕРСОНАЛІЗОВАНА, ТАРГЕТНА ТА ІНТЕГРАЦІЙНА

Результатом огляду стану трансляційної медицини в Україні, є впевненість в тому, що назріла необхідність створення нових сервісів та програм, що забезпечують тісну співпрацю між державними, комерційними та некомерційними організаціями нашої країни, більшу доступність та прозорість нових даних для всіх дослідників, що працюють у галузі трансляцій винаходів. Створення та розвиток баз даних з різною інформацією про велику кількість пацієнтів відкриває широкі можливості для підвищення якості доклінічних та клінічних випробувань, та одночасно вимагає підвищення їх доступності для дослідників по всьому світу. Необхідним є підвищення використання потенціалу соціальних медіа та/або месенджерів щодо впровадження в клінічну практику нашої країни сучасних досягнень трансляційної медицини, медичне співтовариство має отримати освітні програми, рекомендації та інфраструктуру підтримки в соціальних мережах. Для формування ефективного науково-освітнього середовища необхідним є створення національного Інституту фармації та трансляційної медицини. Потрібне створення та впровадження в освітньому фармацевтичному просторі України інноваційної освітньої програми, спрямованої на підготовку фахівців та дослідницьких кадрів нового покоління для роботи у різних галузях біофармації. Доцільним є створення біологічних моделей застосування препаратів дозволяє тестувати ефекти доза-реакція та будувати фармакокінетичні моделі для конкретних умов середовища підвищуватимуть передбачувану спроможність результатів випробувань за її переходу в стадію клінічних випробувань.

Сучасна концепція персоналізованої медицини ґрунтується на прийнятті медичних рішень, використанні практик, втручань, продуктів для діагностики, лікування і профілактики захворювань, з урахуванням індивідуальних молекулярно-генетичних і інших варіативних фенотипових ознак організму, окремих тканин чи/та клітин.

Персоналізована медицина є невід'ємною складовою інноваційної моделі медицини майбутнього – «P5», яка має п'ять взаємопов'язаних складових

- ◆ Прогностична (Predictive) – використання лабораторних та генетичних тестів, методів біомедичної візуалізації, штучного інтелекту, машинного навчання для прогнозування початку захворювання та особливостей його перебігу.
- ◆ Прецизійна (Precision) – класифікація пацієнтів із захворюваннями на підгрупи, враховуючи їхні фенотипові мультиомні особливості.
- ◆ Персоналізована (Personalized) – визначення індивідуальних втручань на основі генетичного профілю кожної людини, а також з урахуванням інших факторів (здібностей пацієнтів, контексту, потреб, соціального стану, способу життя, сімейного анамнезу, супутньої терапії та психологічних аспектів).
- ◆ Профілактична (Preventive) – зменшення ймовірності виникнення

захворювань шляхом реалізації профілактичних втручань з урахуванням біологічних, екологічних (експосомних), соціальних та психологічних аспектів життєдіяльності людини.

◆ Партисипативна (Participatory) – залучення людей до управління станом свого здоров'я, завдяки зміцненню можливостей, автономії та залученості пацієнтів, а які доглядають також підтримки комунікації між пацієнтами, лікарями та особами, за ними.

В теперішній час підходи персоналізованої медицини активно впроваджуються в гастроентерології та дієтології, гематології, генетиці, геронтології, дерматології, ендокринології, імунології та алергології, інфектології, кардіології та ревматології, неврології, онкології, офтальмології, психіатрії, пульмонології та фтизіатрії, хірургії та трансплантології, в фармакології, профілактичній медицині тощо.

Рекомендована література

1. Фізіологія : підручник для студ. вищ. мед. навч. закладів / В.Г. Шевчук, В.М. Мороз, С.М. Белан, М.Р. Гжегоцький, М.В. Йолтухівський; за редакцією В.Г. Шевчука. – Вид. 3-тє. – Вінниця : Нова Книга, 2017. – 448 с.
2. Воробйов Л.В. «Розкриваючи таємниці ЕКГ» Монографія, 2019 р.
3. Воробйов Л.В. «Аналіз ЕКГ здорової людини» Монографія, 2017 р.
4. Бойко Т.І. Клінічні лабораторні дослідження: підручник. – К.: Медицина, 2010. – 352 с.
5. Склярів О.Я. Біохімічні показники в нормі і при патології: підручник. – К.: Медицина, 2007. – 318 с.
6. Клінічна лабораторна діагностика: навч. посіб. / Луцик Б.Д., Лаповець Л.Є., Лебедь Г.Б. та ін.; за ред. проф. Б.Д. Луцика. – К.: ВСВ «Медицина», 2011. – 288 с.+ 8 с. кольор. вкл.
7. Функціональна діагностика: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М.Ф. Хорошуха, В.П. Мурза, М.П. Пушкар. – К. : Університет «Україна», 2007. – 308 с.
8. Основи електрокардіографії: [навч. посіб. для лікарів-слухачів закл. (ф-тів) післядиплом. освіти / Жарінов О. Й. та ін.]; ред.: О. Й. Жарінов, В. О. Куць ; Нац. мед. акад. післядиплом. освіти ім. П. Л. Шупика. — Вид. 3-тє, перероб. і допов. — Львів: МС, 2017. — 239 с.
9. Електрокардіографія. Функціональні ЕКГ проби. Добове моніторування артеріального тиску. Холтерівське моніторування ЕКГ. Аналіз варіабельності серцевого ритму (ВСР). Функціональна діагностика в пульмонології: – навч. метод. посіб. до практ. занять з функціональної діагностики для студентів ІV курсу мед.фак-ту / уклад В.А. Візір, І.Б. Приходько, О.В. Деміденко та ін. – Запоріжжя, 2014. – 116 с.
10. Серцево-судинні захворювання. Класифікація, стандарти діагностики та лікування/ за ред. В.М. Коваленка, М. І. Лутая, Ю.М. Сіренка, О.С. Сичова, 4-те вид., переробл. і доповн.- К.: Моріон, 2020.- 240 с.
11. Функціональна та клініко-лабораторна діагностика: Збірник тестів / Дуло О.А. – Ужгород, 2017. – 142 С. (Електронна версія на кафедрі фізичної реабілітації УжНУ).

Електронне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Шерстюк Сергій Олексійович
Іваненко Марина Олегівна

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ТА ЛАБОРАТОРНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методичні рекомендації
для самостійної роботи студентів 2-го курсу навчання
медичного факультету з вибіркової дисципліни
«Інструментальні та лабораторні методи діагностики»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 30.01.2025. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 9,45. Обсяг 4,633 Мб. Зам. № 31/25.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна