



# **Радіологія: підручник**

У підручнику викладено основи радіології — променевої діагностики та променевої терапії. В основній частині пояснюється фізична суть методів променевої діагностики, подано відомості з променевої анатомії, методів променевого дослідження органів і систем, променевої діагностики основних захворювань організму людини. Друга частина матеріалу присвячена основам використання іонізуючого випромінювання з лікувальною метою.  Для самостійної підготовки та набуття практичних навичок в кінці кожного розділу подано контрольні питання, плани опису променевих зображень та рекомендована література. Для збагачення інформативності матеріал доповнений ілюстраціями, схемами, таблицями.  Підручник призначено для вивчення радіології студентами, лікарями-інтернами медичних закладів вищої освіти.

С.Ю. КРАВЧУК

# Радіологія

ПІДРУЧНИК

РЕКОМЕНДОВАНО  
вченою радою ВДНЗУ "Буковинський  
державний медичний університет"  
як підручник для студентів,  
лікарів-інтернів медичних  
закладів вищої освіти

Київ  
ВСВ "Медицина"  
2019

УДК 615.849.1+616-073.75 (075.8)  
ББК 53.6я73  
К78

*Затверджено вченою радою ВДНЗУ  
“Буковинський державний медичний університет”  
як підручник для студентів, лікарів-інтернів  
медичних закладів вищої освіти  
(протокол № 2 від 27.09.2018)*

У підручнику викладено основи радіології — променевої діагностики та променевої терапії. В основній частині пояснюється фізична суть методів променевої діагностики, подано відомості з променевої анатомії, методів променевого дослідження органів і систем, променевої діагностики основних захворювань організму людини. Друга частина матеріалу присвячена основам використання іонізуючого випромінювання з лікувальною метою.

Для самостійної підготовки та набуття практичних навичок в кінці кожного розділу подано контрольні питання, плани опису променевих зображень та рекомендована література. Для збагачення інформативності матеріал доповнений ілюстраціями, схемами, таблицями.

Підручник призначено для вивчення радіології студентами, лікарями-інтернами медичних закладів вищої освіти.

**Рецензенти:**

*П.Ф. Дудій*, д-р мед. наук, професор кафедри радіології та радіаційної медицини ДВНЗ “Івано-Франківський національний медичний університет”;

*Т.Г. Фецич*, д-р мед. наук, професор, зав. кафедри онкології і радіології ФПДО Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького;

*О.В. Щербіна*, д-р мед. наук, професор, зав. кафедри ядерної медицини, радіаційної онкології та радіаційної безпеки Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика

ISBN 978-617-505-744-5

© С.Ю. Кравчук, 2019

© ВСВ “Медицина”, оформлення, 2019

## Зміст

---

<b>СПИСОК СКОРОЧЕНЬ .....</b>	<b>6</b>
<b>ПЕРЕДМОВА .....</b>	<b>7</b>
<b>ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ РАДІОЛОГІЇ .....</b>	<b>8</b>
Природа іонізуючого випромінювання .....	12
Біологічна дія іонізуючого випромінювання .....	13
Дозиметрія іонізуючого випромінювання .....	16
Основи радіаційної безпеки .....	21
<b>МЕТОДИ ПРОМЕНЕВОЇ ДІАГНОСТИКИ .....</b>	<b>25</b>
Рентгенівське (Х-променеве) дослідження .....	26
Комп'ютерна томографія .....	34
Магнітно-резонансна томографія .....	39
Ультразвукове дослідження .....	42
Радіонуклідне дослідження .....	46
Медична термографія .....	50
Інтервенційна радіологія .....	51
<b>ПРОМЕНЕВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІВ ГРУДНОЇ ПОРОЖНИНИ .....</b>	<b>56</b>
Променева анатомія органів грудної клітки .....	57
Променева семіотика захворювань легень .....	60
Травматичні ушкодження легень і плеври .....	66
Тромбоемболія легеневої артерії .....	67
Бронхіт .....	69
Пневмонія .....	70
Туберкульоз легень .....	72
Пухлини легень .....	78
Рак легені .....	78
<b>ПРОМЕНЕВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЦЯ І СУДИН .....</b>	<b>84</b>
Променева анатомія серця і великих судин .....	87
Вікові особливості серця і великих судин .....	90
Набуті вади серця .....	91
Вроджені вади серця .....	97
Захворювання міокарда та перикарда .....	102
Захворювання судин .....	106

<b>ПРОМЕНЕВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ КІСТОК І СУГЛОБІВ.....</b>	<b>111</b>
Кістки та суглоби в рентгенівському зображенні .....	112
Вікові особливості кісток і суглобів .....	113
Променева семіотика захворювань кісток і суглобів .....	114
Травматичні пошкодження кісток і суглобів.....	119
Запальні захворювання кісток і суглобів .....	123
Захворювання суглобів.....	129
Дегенеративно-дистрофічні ураження суглобів і кісток.....	132
Пухлини кісток.....	135
<b>ПРОМЕНЕВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІВ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ .....</b>	<b>145</b>
Променева семіотика захворювань органів травлення .....	148
Променева діагностика захворювань стравоходу .....	152
Захворювання шлунка.....	157
Захворювання тонкої кишки.....	167
Захворювання товстої кишки.....	171
Невідкладна променева діагностика .....	176
Захворювання печінки та жовчних шляхів .....	181
Захворювання підшлункової залози .....	195
Захворювання великих слинних залоз .....	200
<b>ПРОМЕНЕВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛОЗ ВНУТРІШНЬОЇ СЕКРЕЦІЇ .....</b>	<b>205</b>
Променева діагностика захворювань щитоподібної та прищитоподібних залоз.....	205
Захворювання надниркових залоз .....	209
<b>ПРОМЕНЕВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІВ СЕЧОВОЇ І СТАТЕВОЇ СИСТЕМИ ...</b>	<b>212</b>
Аномалії розвитку органів сечової системи.....	218
Набута патологія органів сечової системи.....	219
Запальні захворювання .....	222
Пухлини органів сечової системи.....	224
Травматичні ушкодження органів сечової системи.....	226
Променева діагностика захворювань внутрішніх чоловічих статевих органів.....	226
Променева діагностика захворювань внутрішніх жіночих статевих органів .....	228
Захворювання грудної залози.....	234
<b>ПРОМЕНЕВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ .....</b>	<b>243</b>
Черепно-мозкові та спинномозкові травми.....	247
Запальні захворювання головного мозку .....	249
Пухлини головного мозку .....	252
<b>ПРОМЕНЕВЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЩЕЛЕПНО-ЛИЦЕВОЇ ДІЛЯНКИ .....</b>	<b>257</b>
Рентгенанатомія порожнини рота та зубів .....	260

---

Карієс і запальні захворювання .....	263
Кісти та пухлини .....	266
<b>ПРОМЕНЕВА ТЕРАПІЯ .....</b>	<b>271</b>
Принципи і види променевої терапії .....	271
Методи променевої терапії і джерела іонізуючого випромінювання .....	272
Планування променевої терапії .....	284
Посилення ефективності променевої терапії .....	288
Променева терапія непухлинних захворювань .....	290
Променеві реакції та ушкодження .....	291
<b>ЛІТЕРАТУРА .....</b>	<b>294</b>

## Передмова

---

Радіологія — наука про застосування випромінювання в медицині з діагностичною та лікувальною метою. Радіологія включає дві основні наукові дисципліни: променево-діагностичну (або діагностичну радіологію) і променево-терапевтичну (або терапевтичну радіологію).

У сучасній медичній практиці діагностика більшості патологічних процесів базується на результатах променевого дослідження. Методами променевої діагностики є X-променевий, ультразвуковий, радіонуклідний, термографічний, методи комп'ютерної томографії та магнітно-резонансної томографії. Їх перевагами, порівняно з іншими методами клінічного дослідження, є об'єктивність і нетравматичність, що сприяє широкому впровадженню методів променевої діагностики в клінічну практику. Променеві методи дослідження дають змогу не тільки виявляти морфологічні порушення при різних захворюваннях, а й стежити за перебігом патологічного процесу під час лікування.

Променева діагностика є клінічною медичною дисципліною, тому висновок за її результатами може даватися тільки на основі даних комплексного клініко-лабораторного та інструментального досліджень, урахування скарг хворого та анамнезу захворювання.

Значення променевої діагностики в підготовці лікаря і в практичній медицині весь час зростає, оскільки нині без використання променевих методів не може обійтися жодна галузь медицини.

Інша складова медичної радіології — *променева терапія* — вивчає теоретичні питання і практичне застосування випромінювання різної фізичної природи з лікувальною метою. Їй належить одне з провідних місць у лікуванні онкологічних захворювань.

Розвиток променевої терапії ґрунтується на інтеграції наукових досягнень у галузі ядерної фізики, біохімії, біофізики, математики та техніки, що сприяє подальшому розвитку й удосконаленню використання іонізуючої радіації з метою лікування.

Основні розділи променевої діагностики та променевої терапії викладено відповідно до навчальної програми з радіології, затвердженої Центральним методичним кабінетом з вищої медичної освіти МОЗ України від 7.06.2018. Підручник рекомендовано Центральним методичним кабінетом БДМУ для студентів медичних закладів вищої освіти.



## Променеве дослідження органів грудної порожнини

---

Променеве дослідження легень почали використовувати одразу після відкриття X-променів. Нині променеві методи є основними методами дослідження органів грудної порожнини, на основі яких побудовані класифікації різних форм пухлин, туберкульозу, пневмоній та інших захворювань легень.

До основних методів рентгенологічного (X-променевого) дослідження органів грудної порожнини належать рентгенографія, рентгеноскопія, флюорографія. Інші методи X-променевого дослідження (лінійна томографія, бронхографія, ангіопульмонографія) у наш час витіснені комп'ютерною томографією.

Для оглядової *рентгенографії* органів грудної порожнини використовують телерентгенографію у передній прямій проекції, під час якої хворого просять поставити руки на пояс, лікті максимально привести допереду для виведення лопатки на край грудної клітки і зробити вдих. Для виконання рентгенографії в бічній проекції хворого просять покласти руки на голову. Прицільні рентгенограми в оптимальних проекціях підозрілих на наявність патології ділянок грудної клітки зазвичай виконують під час рентгеноскопії.

За допомогою *рентгеноскопії* можна вивчати не тільки будову, а й рухомість фізіологічних утворів і патологічних утворень залежно від фаз дихання і скорочення серця, виявлення екскурсії діафрагми.

*Флюорографію* застосовують для проведення профілактичних обстежень великих контингентів населення. Виявлення патології на флюорограмах, а також клінічна підозра на захворювання легень (кашель, виділення мокротиння, біль у грудній клітці), травма грудної клітки, онкологічні захворювання або гарячка нез'ясованої етіології є показанням до направлення хворого на детальніше рентгенологічне дослідження.

За допомогою *КТ* отримують аксіальні зрізи, на яких точніше, ніж на рентгенограмі, можна з'ясувати форму, локалізацію, характер, структуру патологічного процесу, його поширення на сусідні органи, провести диференціальну діагностику захворювань легень. На комп'ютерних томограмах у "легеневому" вікні можна дослідити стан легеневої паренхіми, просвітів бронхів, а в "середостінному"

вікні — стан органів середостіння, зокрема лімфатичних вузлів, патологічних м'якотканинних утворень. Денситометрична щільність легеневої тканини перебуває в межах  $-650...-850$  НУ, жирової тканини середостіння  $-70...-120$  НУ, пухлин  $+40...+60$  НУ.

*МРТ* використовують переважно для дослідження органів середостіння, тому що легенева тканина дає слабкий МР-сигнал. За допомогою МРТ можна отримувати зрізи не тільки в аксіальній, а й в інших площинах — сагітальній і фронтальній.

*Ультрасонографію* застосовують для дослідження органів середостіння, плеври, діафрагми, поверхневих відділів легень, патологічного вмісту у плевральній порожнині, цілості ребер. Углиб легеневої паренхіми ультразвук не проникає.

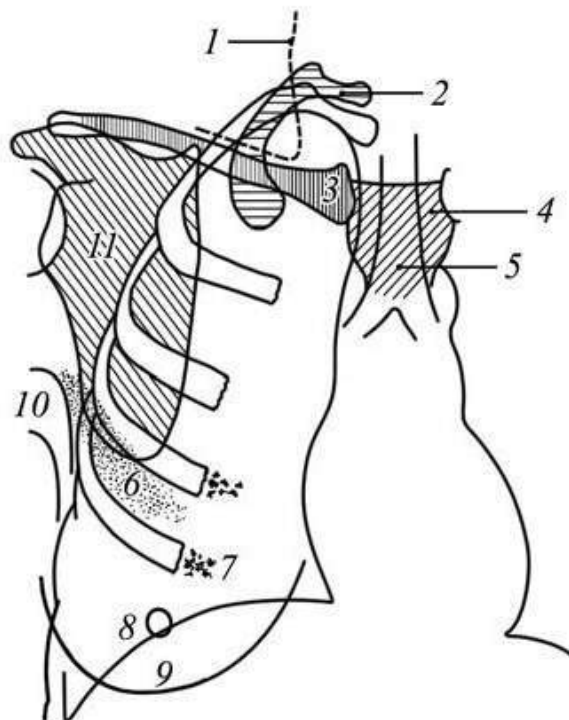
Для вивчення функції легень основним методом променевого дослідження на сьогодні є *радіонуклідний метод*, який дає змогу вивчити стан вентиляції, кровотоку й перфузії в легенях. Для *інгаляційної сцинтиграфії* використовують інертні гази  $^{133}\text{Xe}$ ,  $^{81\text{m}}\text{Kr}$  та аерозоль  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ; ділянки зниженого накопичення РФП у легенях спостерігаються при бронхіальній астмі, бронхіті, пухлині бронха та інших захворюваннях, що супроводжуються зниженням вентиляції. Для проведення *перфузійної сцинтиграфії* внутрішньовенно вводять мікрочастинки альбуміну, мічені  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ; зниження накопичення РФП спостерігають у ділянках легеневої паренхіми зі зниженим кровотоком.

Взяття зразків тканин легені виконують під рентгенологічним контролем за допомогою бронхоскопа через повітроносні шляхи (*аспіраційна бронхоскопія*) чи за допомогою пункційної голки через грудну стінку (*пункційна біопсія*).

## Променева анатомія органів грудної клітки

Під час променевого дослідження органів грудної клітки виявляють стан скелета, м'яких тканин стінки грудної клітки й стан органів грудної порожнини — легенів та органів середостіння. На оглядовій рентгенограмі органів грудної клітки у прямій проекції майже на всій довжині визначаються задні та передні відділи верхніх 7 пар ребер (мал. 29, 30). Нижчі ребра частково приховані тінню діафрагми й органів черевної порожнини. Задні частини ребер вужчі, спрямовані горизонтальніше і дають інтенсивнішу тінь через те, що вони товстіші. Хрящові частини ребер не дають помітної тіні на рентгенограмах. Лише після 30 років, починаючи з I ребрового хряща, у них відкладається вапно у вигляді вузьких стрічок уздовж краю і невеличких острівців у центрі хряща. Лопатка і ключиця добре по-

**Променеве дослідження органів грудної порожнини**



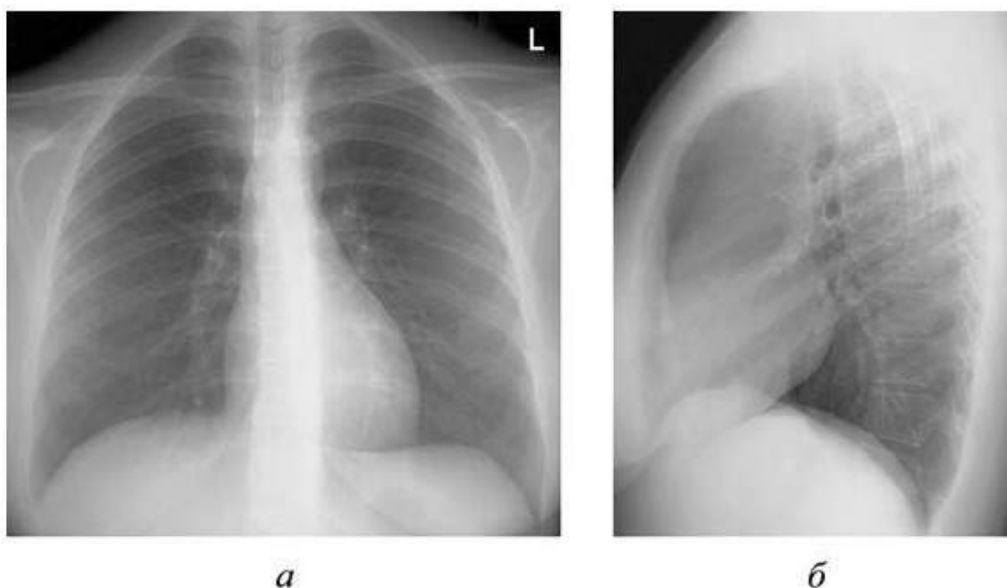
**Мал. 29. Схематичне зображення органів грудної порожнини на рентгенограмі в прямій передній проекції:**

1 — груднинно-ключично-соскоподібний м'яз; 2 — I ребро; 3 — ключиця; 4 — ручка груднини; 5 — трахея; 6 — великий грудний м'яз; 7 — звапнення ребрового хряща; 8 — сосок; 9 — край грудної залози; 10 — пахвова порожнина; 11 — лопатка

мітні на рентгенограмі й рентгеноскопично. При правильному положенні хворого в прямій проекції груднинні кінці ключиць розміщені симетрично на однаковій відстані від хребтового стовпа. Тінь груднини в прямій

проекції непомітна, тому що накладається на тінь середостіння і грудних хребців. У бічній проекції тінь груднини є краєутворювальною і доступною для дослідження.

З обох боків грудної клітки помітний край великого грудного м'яза, який краще виражений у чоловіків. У жінок на нижні легеневі поля нашаровуються тіні грудних залоз, нижній край яких має вигляд дугоподібної тіні. Як у жінок, так і в чоловіків часто бувають



**Мал. 30. Рентгенограми органів грудної клітки в прямій передній (а) і лівій бічній (б) проекціях**



помітні симетричні тіні сосків, які помилково можна прийняти за патологічні затемнення.

Діафрагма разом з органами черевної порожнини має вигляд чіткої дугоподібної інтенсивної тіні. Під контуром лівої половини купола діафрагми можна бачити просвітлення газового пухиря шлунка. Правий купол діафрагми розміщується приблизно на рівні переднього кінця VI ребра, а лівий — на одне ребро нижче.

У бічних кутах куполів діафрагми помітні реброво-діафрагмові плевральні заутки (або синуси), а у присередніх кутах — діафрагмово-середостінні заутки. У бічній проекції передні реброво-діафрагмові заутки розміщені вище задніх.

У прямій проекції в межах кожної легені виділяють такі легеневі поля: 1) верхівкове, розміщене вище ключиць; 2) верхнє — від ключиці до переднього відділу II ребра; 3) середнє — від II до IV ребра; 4) нижнє — від IV ребра до діафрагми.

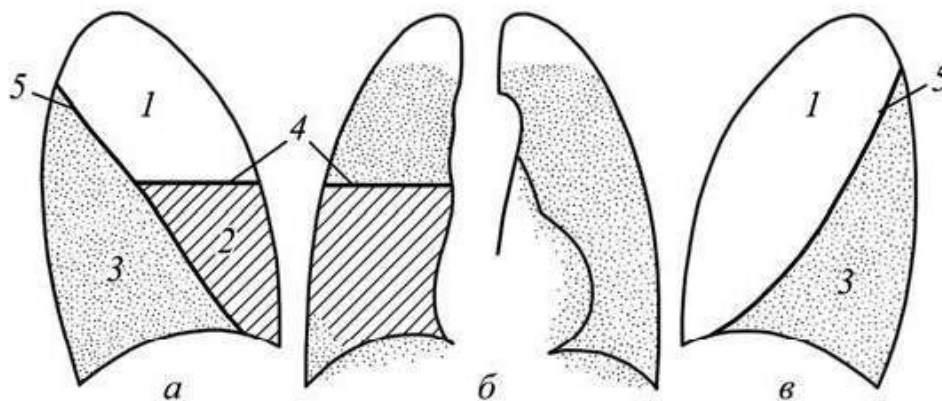
У бічній проекції добре видно тінь груднини, лопаток, III—IX грудних хребців, від яких косо вниз прямують тіні ребер. Світлу ділянку між грудниною та серцем з аортою називають загруднинним (ретростернальним) простором, а між серцем і хребтовим стовпом — засерцевим (ретрокардіальним) простором.

Тінь кореня легені утворена великими легеневими артеріями, венами, бронхами, меншою мірою лімфатичними судинами і вузлами. У передній проекції ця тінь неоднорідна, або структурована, тому що має затемнені ділянки артерій і просвітлені ділянки бронхів. Тінь кореня розміщена на рівні передніх кінців II—IV ребер, завширшки близько 2 см, займає не більше чверті поперечного розміру легені. У бічній проекції тіні коренів легень розміщені під дугою аорти. Найбільші лімфатичні вузли грудної порожнини містяться в коренях легень і в середостінні. У разі запальних і пухлинних процесів вони збільшуються, тоді тінь кореня легені стає неструктурованою.

*Легеневим малюнком* називають лінійні тіні легневих судин, що відходять від коренів легень і, переплітаючись, утворюють петлясту структуру. Калібр цих тіней поступово зменшується в напрямку від коренів і на 2 см вони не доходять до грудної стінки. Артеріальні судини кореня та легеневого малюнка більше формують рентгенологічну тінь, ніж венозні та лімфатичні судини, тому що мають товстішу та щільнішу стінку.

Пристінкова плевра зазвичай не простежується. Не простежується також міжчасткова плевра і межі між легневими частками у прямій проекції, а також межі між легневими сегментами. У бічній проекції плевра косої міжчасткової щілини утворює тонку “волося-

## Променеве дослідження органів грудної порожнини



**Мал. 31. Проекція часток і міжчасткових щілин на рентгенограмі (схема):**

*a* — права бічна проекція; *б* — пряма проекція; *в* — ліва бічна проекція; *1* — верхня частка; *2* — середня частка; *3* — нижня частка; *4* — горизонтальна щілина; *5* — коса щілина

ну” тінь, що протягується від рівня IV грудного хребця косо вниз і вперед до діафрагми. Горизонтальна щілина в бічній проекції починається від косої на рівні кореня легені і йде вперед до передньої грудної стінки майже горизонтально (мал. 31).

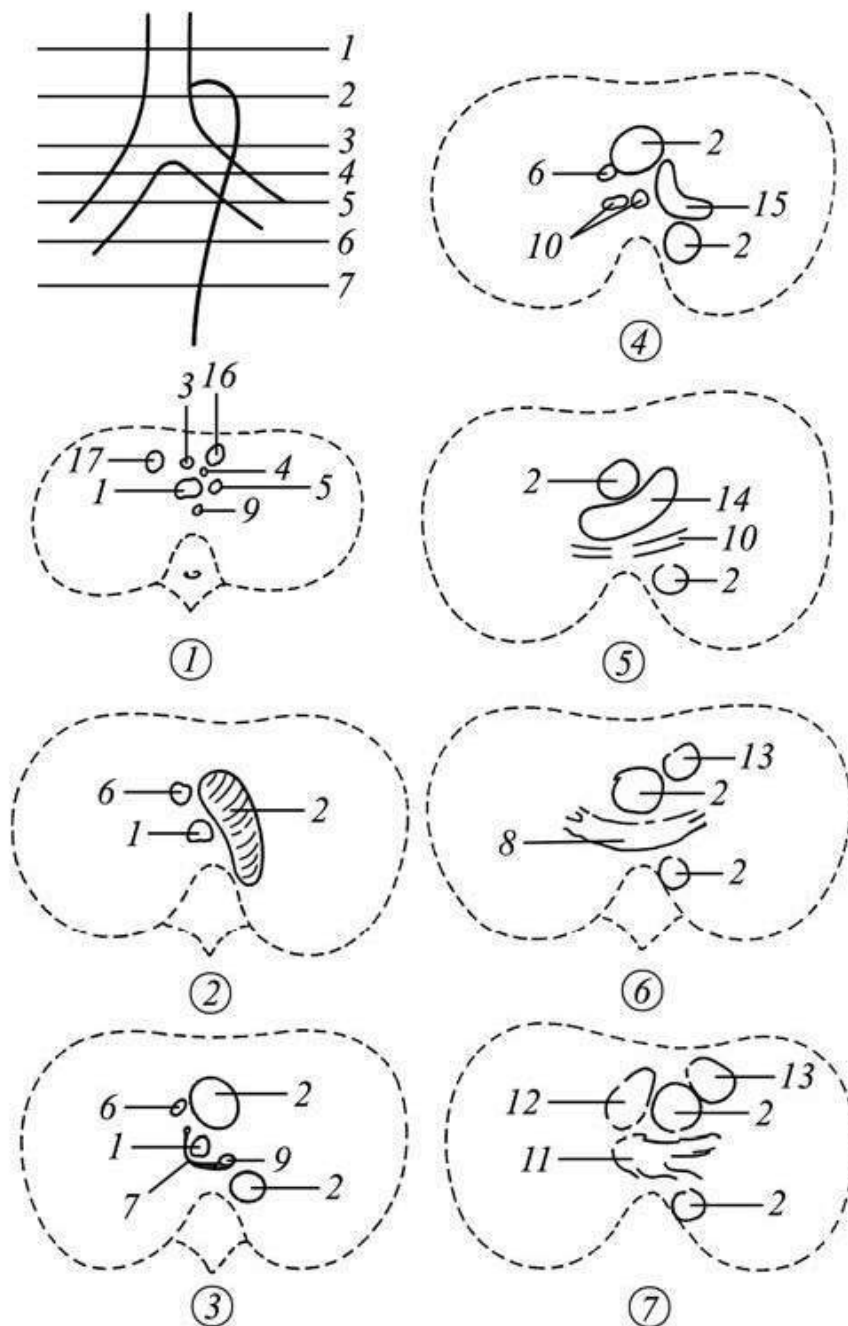
Взаєморозміщення органів середостіння на аксіальних зрізах грудної порожнини та реконструкції у фронтальній площині на КТ показано на мал. 32—34.

### Променева семіотика захворювань легень

Серед численних симптомів патології легень основними є зміни прозорості легеневого поля, зміни коренів легень, легеневого малюнка, положення діафрагми та органів середостіння.

#### **Зміна прозорості легеневого поля**

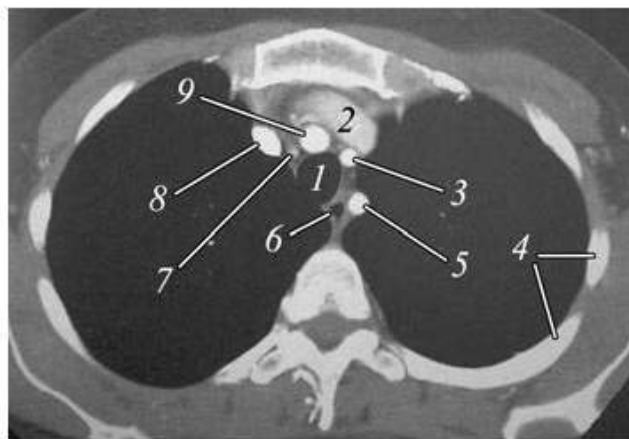
Прозорість легеневого поля може бути підвищена, що призводить до появи просвітлення, або зниженою, що зумовлює появу тіні. Просвітлення може охоплювати всю легеню і бути дифузним (чи тотальним) або може спостерігатися на обмеженій ділянці й бути локальним. Дифузне підвищення прозорості легені відзначають при емфіземі (здутті легеневої тканини) та пневмотораксі (наявності повітря в плевральній порожнині) (мал. 35). Локальне підвищення прозорості виникає при клапанній (бульозній) емфіземі, парціальному (частковому) пневмотораксі та наявності великих порожнин,



**Мал. 32. Томографічні горизонтальні зрізи органів грудної порожнини на рівні верхнього середостіння (схема):**

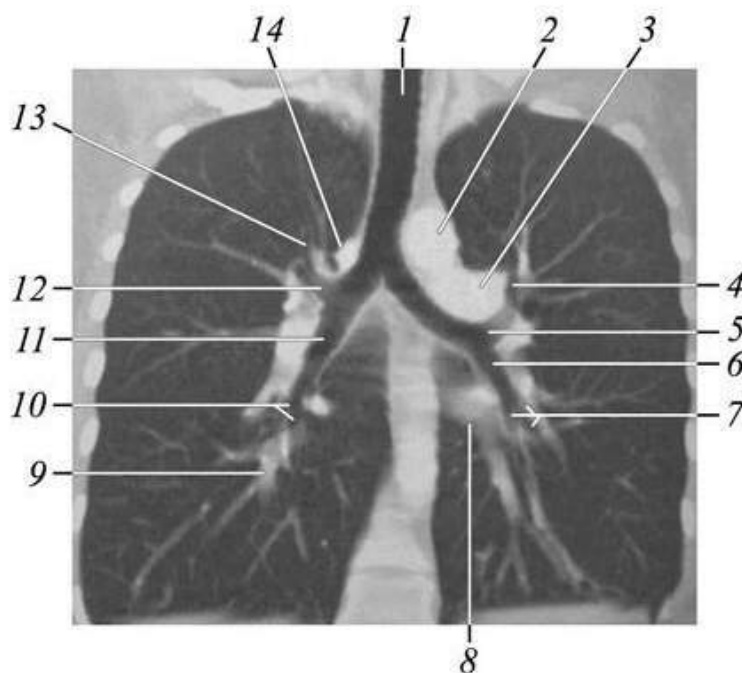
1 — трахея; 2 — аорта; 3 — плечо-головний стовбур; 4 — ліва загальна сонна артерія; 5 — ліва підключична артерія; 6 — верхня порожниста вена; 7 — півнепарна вена; 8 — легеневі вени; 9 — стравохід; 10 — головні бронхи; 11 — ліве передсердя; 12 — праве передсердя; 13 — легеневий стовбур; 14 — права легенева артерія; 15 — ліва легенева артерія; 16 — ліва плечо-головна вена; 17 — права плечо-головна вена

**Променеве дослідження органів грудної порожнини**



**Мал. 33. КТ верхнього середостіння із внутрішньовенним контрастуванням:**

1 — трахея; 2 — ліва плечо-головна вена; 3 — ліва загальна сонна артерія; 4 — ребра; 5 — ліва підключична артерія; 6 — стравохід; 7 — притрахеєвий лімфатичний вузол; 8 — права плечо-головна вена; 9 — плечо-головний стовбур



**Мал. 34. Комп'ютерна томограма органів грудної порожнини із внутрішньовенним контрастуванням; реконструкція у фронтальній площині:**

1 — трахея; 2 — дуга аорти; 3 — ліва легенева артерія; 4 — верхівково-задній сегментарний бронх; 5 — лівий верхній частковий бронх; 6 — лівий нижній частковий бронх; 7 — ліві базальні сегментарні бронхи; 8 — ліва нижня легенева вена; 9 — права нижня легенева вена; 10 — праві базальні сегментарні бронхи; 11 — правий головний бронх; 12 — правий верхній частковий бронх; 13 — верхівковий сегментарний бронх; 14 — дуга непарної вени



що містять повітря (наприклад, повітряна кіста, туберкульозна каверна).

До зниження прозорості легені призводить зменшення вмісту в ній повітря, ексудація рідини в альвеоли, інфільтрація легеневої паренхіми запальним процесом, розростання сполучної тканини, пухлини.

Дифузне, або тотальне, затемнення може бути наслідком закупорки головного бронха й ателектазом (спаданням) відповідної легені або дифузного розростання сполучної тканини (цирозом) легені, тотального ексудативного плевриту, пневмонії, видалення легені (мал. 36).

Під час диференціальної діагностики цих патологічних станів звертають увагу на розмір тіні, її однорідність, наявність зміщення органів середостіння.

Локальні, або обмежені, тіні описують за локалізацією, кількістю, формою, розмірами, контурами, інтенсивністю, структурою.

*Місце розміщення* тіні в легені (частка, сегмент) визначають на рентгенограмах у 2 проекціях. На оглядовій рентгенограмі в передній прямій проекції можна вказати локалізацію тіні лише в певному легеневому полі. Тіні у верхівкових і верхніх легневих полях часто мають туберкульозну етіологію, тіні в середніх і нижніх полях — зазвичай віддзеркалення запального або пухлинного процесу.

*За кількістю* розрізняють одиничні, поодинокі (2—3 тіні), множинні (більше 3 тіней).

*За формою* розрізняють округлі, овальні, кільцеподібні, трикутні, лінійні та невизначеної форми тіні. Округлі та овальні тіні дають периферичний рак, туберкульозний інфільтрат, туберкульома, ехінокок, доброякісні пухлини, метастази.

*Розміри* патологічних тіней вимірюють у міліметрах і сантиметрах. Тіні розмірами в середньому до 2 см називають вогнищевими, більші — інфільтративними. Якщо останні займають цілий сегмент або частку, то їх описують відповідно як сегментарні і часткові. Вогнищеві тіні поділяють на дрібні (ацинозні, міліарні) величиною до 2—3 мм, середні (нодозні) величиною до 1 см, великі (часточкові)



*Мал. 35. Емфізема верхніх і середніх відділів легень. Правобічний грудний сколіоз (рентгенограма)*



**Променеве дослідження органів грудної порожнини**



*Мал. 36. Основні рентгенологічні симптоми захворювань легень і плеври*

величиною 1–2 см. Вони спостерігаються при туберкульозі, метастазах злоякісних пухлин, вогнищевих пневмоніях. Інфільтративні тіні виявляються в разі запальних процесів легень і злоякісних захворювань. Об'ємне утворення, що виявляється на томограмі (лінійній, комп'ютерній, магнітно-резонансній) розміром близько до 2 см, називають вузлом, більше, ніж 2 см — масою.

**MEDLIT**  
медична література

**КУПИТИ**