

Бортний Микола Олександрович¹ 

Bortnyi M.

ДИСФУНКЦІЯ ДІАФРАГМИ: ДІАГНОСТИЧНІ ПІДХОДИ ТА СТРАТЕГІЯ РЕНТГЕНОЛОГІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

DIAPHRAGM DYSFUNCTION: DIAGNOSTIC APPROACHES AND X-RAY VISUALIZATION STRATEGY

АНОТАЦІЯ:

Діафрагма є головним інспіраторним м'язом, і її порушення може привести до значних несприятливих клінічних наслідків. Мета цього огляду - надати клініцистам основні причини односторонньої і двосторонньої дисфункції діафрагми і розглянути за допомогою рентгенологічного методу дослідження доступні діагностичні інструменти, використовувані для оцінки функції діафрагми. Особлива увага приділяється рентгенологічній діагностики дисфункції діафрагми у клінічно складних і незрозумілих пацієнтів із задишкою.

ВСТУП.

Діафрагма - це основний дихальний м'яз. Її дисфункція може бути пов'язана з наявністю респіраторних симптомів, непереносимістю фізичних навантажень, порушеннями сну і, в більшості важких випадків, негативно позначитися на виживаності. Діагностика і лікування одно- або двосторонньої дисфункції діафрагми можуть бути проблематичними для клініциста через її відносну рідкість, іноді непомітних клінічних проявів і труднощів в отриманні фізіологічно підтвердженого діагнозу [3, 5, 10]. Таким чином, дисфункція діафрагми, ймовірно, недооцінюється, але нею не можна нехтувати, оскільки вона може негативно позначитися на якості життя, може бути маркером тяжкості захворювання і, в деяких випадках, наприклад, у відділенні інтенсивної терапії, бути прогностичним маркером.

¹ канд. мед. наук, доцент, доцент кафедри променевої діагностики
Харківська медична академія післядипломної освіти, УКРАЇНА

This work has been republished [without change]. First publication: Бортний, М. (2021). ДИСФУНКЦИЈА ДИАФРАГМИ: ДИАГНОСТИЧНИ ПІДХОДИ ТА СТРАТЕГІЯ РЕНТГЕНОЛОГІЧНОЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ. *Грааль Науки*, (8), 273-279. DOI 10.36074/grail-of-science.24.09.2021.70.

ОБГОВОРЕННЯ МАТЕРІАЛУ.

Діафрагма - це м'язово-волокониста оболонка, що розділяє грудну та черевну порожнини. Вона складається з неконтрактильної центральної фіброзної частини і периферичної м'язової частини, яка розділена на грудину, реберну та поперекову м'язові групи. М'язовий компонент діафрагми містить приблизно рівні пропорції повільних, стійких до втоми та швидких волокон, відкриття, що відображає їх роль як учасника, як в низько інтенсивному, безперервному циклі дихання, так і в диханні в більш швидких та напружених умовах, таких як розмова, спів, чхання, дефекація і в ситуаціях з різко посиленою вентиляцією. Зона зіткнення - це ділянка на бічних сторонах нижньої частини грудної клітки, де м'язові діафрагмальні волокна проходять паралельно і близько стикаються з грудної стінкою [1].

Аферентні неврологічні входи в діафрагму виходять майже виключно від діафрагмальних нервів, які беруть початок від C3–C5 шийних нервів з обох сторін. На рівні шиї обидва діафрагмальні нерви опускаються вперед до сходових м'язів і входять в грудну клітку між підключичними артеріями і венами. Правий діафрагмальний нерв проходить каудально наперед від брахіоцефального стовбура, межує з правим передсердям і входить в черевну порожнину через порожнисту перерву. Лівий діафрагмальний нерв проходить каудально вздовж лівого шлуночка і сам входить в діафрагму. З черевної сторони діафрагми діафрагмальні нерви поділяються на чотири гілки, які забезпечують іннервацію всього м'яза [4, 10].

Товщина діафрагми варіює по всій її поверхні, звужуючись від передньої до задньої реберної ділянки та від її реберних прикріплень до центрального сухожилку. Під час скорочення діафрагми її форма мало змінюється, і велика частина укорочення трансформується в осьове опускання. У нормальних умовах діафрагма діє як поршень усередині грудної клітки, створюючи потік, коли її купол опускається в грудну порожнину, в той час як вона зміщує вміст черевної порожнини каудально і піднімає нижню частину грудної клітки. Негативний внутрішньогрудний тиск, що створюється цією дією, викликає приплив повітря з рота в легені, створюючи дихальний обсяг.

Скорочення діафрагми пов'язано з розвитком декількох ефектів, які забезпечують надходження повітря в легені: 1) зниження внутрішньоплеврального тиску; 2) зміщення вмісту черевної порожнини в каудальному напрямку, підвищення внутрішньочеревного тиску і розширення нижніх відділів грудної клітки в зоні аппозиції; 3) розширення інших відділів грудної клітки з опорою на органи черевної порожнини через діафрагму. Крім діафрагми в процесі вентиляції легенів беруть участь також



допоміжні дихальні м'язи: сходинокві, парастернальні внутрішні і зовнішні міжреберні, грудино-ключично-соскоподібні, трапецієподібна [2].

Односторонній параліч діафрагми часто вперше підозрюють після виявлення аномально піднятою гемідіафрагми на оглядовій рентгенограмі органів грудної клітки (ОГК), яка може бути визначена як права півкуля, розташована на 2 см вище, ніж його ліва, або ліва півкуля, що знаходиться на одному рівні або вище, ніж права (рис. 1) [7, 9].

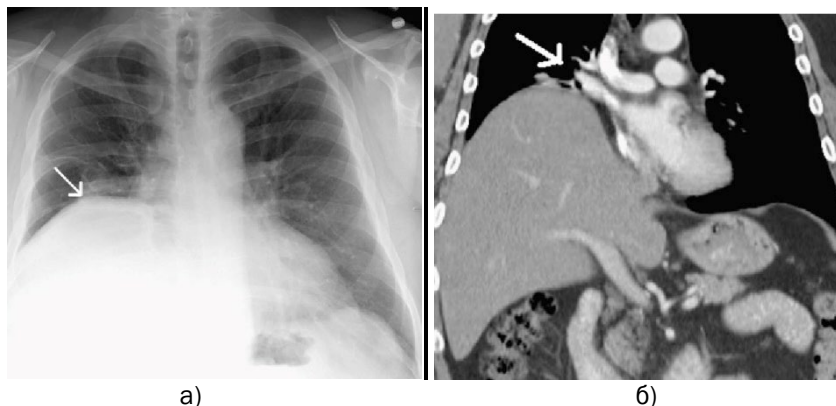


Рис. 1. Пацієнт Р., 72 р. Параліч правого купола діафрагми. а – оглядова рентгенограма ОГК (стрілка). б – КТ ОГК (фронтальна проекція) (стрілка).

Цей варіант більш поширений, але його не слід розглядати як вирішальну ознаку діафрагмального паралічу, оскільки рентгенограма ОГК має високу чутливість (90%), але неприйнятно низький рівень хибнопозитивних результатів (позитивна прогностична цінність 33%) для діагностики дисфункції діафрагми [11]. При наявності «істинного» зміщення доверху діафрагми рентгенограма ОГК покаже однорідну, регулярну і безперервну гемідіафрагму, яка аномально піднята, без іпсилатеральної ретракції (рис. 2, 3).

Відповідно, першим кроком в оцінці підняття гемідіафрагми на рентгенограмі ОГК повинна бути оцінка можливих альтернативних ознак. Серед них вроджені діафрагмальний грижі, ателектази різних причин, легеневі та діафрагмальні утвори, які зазвичай легко ідентифікуються на звичайній рентгенограмі ОГК, тоді як внутрішньочеревні процеси, такі як асцит піддіафрагмальні утворення або абсцеси, можуть потребувати додаткових зображень.

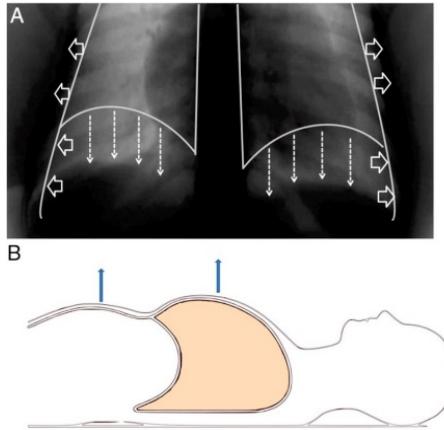


Рис. 2. Нормальне скорочення діафрагми: м'язова дія спонукає діафрагму рухатися разом, як поршень, у каудальному напрямку (напрямок стрілок), тим самим збільшуючи тиск у животі та зниження плеврального тиску. Остання передається на легені, що викликає її інсуфляцію (А). У положенні лежачи, можна побачити, що і грудна клітка, і живіт рухаються назовні (В) [11].

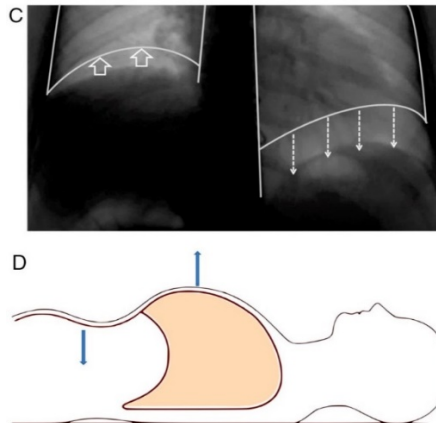


Рис. 3. При паралічі діафрагми (праворуч), негативний внутрішньогрудний тиск тягне діафрагму і черевну порожнину у напрямку до грудної клітки (напрямок стрілок), що генерує негативний тиск у животі (С). У положенні лежачи, спостерігається, як цей негативний тиск у животі викликає парадоксальний рух під час вдиху: живіт рухається всередину (D) [11].

Парез діафрагми слід відрізняти від сегментарної релаксації купола діафрагми. Сегментарні (парціальні) релаксації частіше бувають набуті в результаті ураження діафрагмального нерва різної природи. Найбільш часто спостерігається релаксація передньо-внутрішньої відділу діафрагми (рис. 4, 5), рідше - задньо-зовнішнього або всього заднього відділу. На слабкість передньо-внутрішнього відділу вказують наступні рентгенологічні симптоми: 1) тінь утвору за положенням і розмірами відповідає передньо-внутрішньому відділу діафрагми; 2) на межі випинання помітно перетин дуг м'язових груп діафрагми (симптом «перехрестя»); 3) утвір має більш-менш правильну напівкулясту форму та рівні й чіткі контури; 4) якщо сегментарна релаксація розташована праворуч, то тінь її інтенсивна і однорідна (обумовлена тканиною печінки); якщо ліворуч, то в складі її - газовий міхур шлунка, а іноді і петля товстої кишки; 5) між випинанням і внутрішньою поверхнею передньої грудної стінки завжди знаходиться шар легеневої тканини; 6) кут між випинанням і задньо-зовнішнім відділом діафрагми тупий або у всякому разі не менше прямого; 7) тонус і скорочувальна здатність випнутого відділу діафрагми знижені; на початку і в кінці вдиху можна помітити його парадоксальний рух [2].



а)



б)

Рис. 4. Пацієнт Р., 62 р. Релаксація правого купола діафрагми.

Певне значення в рентгенологічній діагностиці дисфункції діафрагми мають функціональні проби. Куполи діафрагми вивчають при спокійному диханні, глибокому диханні та з використанням функціональних проб, зіставляючи при цьому переміщення обох половин діафрагми на симетричних ділянках.

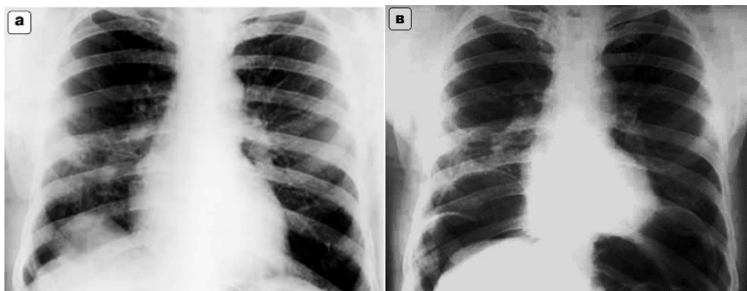


Рис. 5. Пацієнт Ш., 67 р. Сегментарна релаксація передньо-внутрішнього відділу правого купола діафрагми. а) Оглядова рентгенограма ОГК. б) Оглядова рентгенограма ОГК в умовах пневмоперітонеуму (витончення слабкої ділянки діафрагми (медіальний край) [2].

1) Рентгеноскопія з проведенням sniff-тесту (рис. 6). Sniff-тест заключається в оцінці руху діафрагми під час короткого, різкого вдиху через ніс; в нормі діафрагма при цьому зміщується донизу. У хворих з одностороннім паралічем діафрагми при виконанні тесту зазначається парадоксальне зміщення ураженого купола в краніальному напрямку. Sniff-тест корисний в діагностиці одностороннього паралічу, проте при двосторонньому ураженні його застосування не рекомендується: тест може бути помилково-позитивним у 6% хворих без дисфункції діафрагми і нерідко - хибно-негативним при білатеральній дисфункції (за рахунок того, що нетривале розслаблення черевних м'язів на початку вдиху викликає пасивне зміщення паралізованої діафрагми каудально, що може помилково інтерпретуватися як скорочення діафрагми).

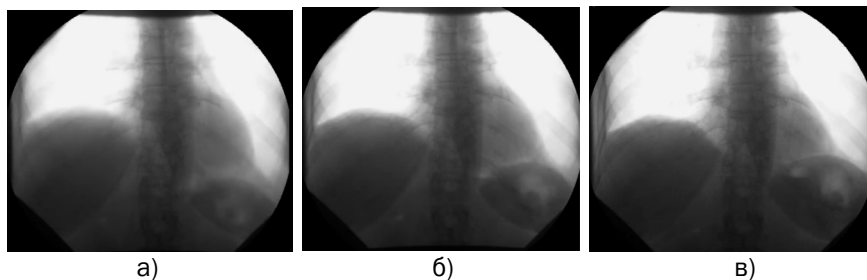


Рис. 6. Пацієнтка М., 53 р. Параліч правого купола діафрагми. В анамнезі травма шийного відділу хребта. Sniff-тест. При рентгеноскопії високе положення правого купола діафрагми, його парадоксальний рух. Лівий купол діафрагми зміщується звичайно.

2) Функціональна проба Хітценбергера (Hitzenberger) заключається в швидкому короткому і глибокому вдиху через ніс ("нюхальна проба") (рис. 7).

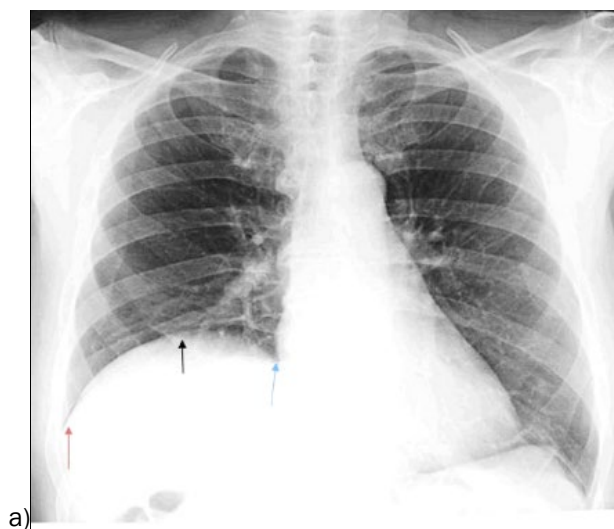


Рис. 7. Пацієнт К., 71 р. Парез правого купола діафрагми. а) Оглядова рентгенограма ОГК (стрілки). б) Рентгеноскопія ОГК. «Нюхальна проба» (відсутність руху правого купола діафрагми) (стрілки).

3) Функціональна проба Мюллера (Müller) виконується на вдиху при закритій голосовій щілині після глибокого видиху [2, 9, 11].

У нормі при дослідженні в прямій передній проекції при вертикальному положенні діафрагма опускається на 0,5-2 см при спокійному диханні і до

7-8 см при форсованому диханні. При переході в положення на спині амплітуда рухів діафрагми зростає. Переміщення обох половин діафрагми зазвичай симетричні, але зустрічаються незначні відмінності між ними. Разом з тим, напрямки і розмах рухів різних частин діафрагми неоднакові. Це пояснюється різною силою скорочень грудної, реберної і поперекової частин діафрагми, а також інтерференцією реберного і діафрагмального типів дихання. Відповідно до вимірів Я.Л. Шика, при спокійному диханні екскурсії передніх відділів діафрагми складають в середньому 0,4 см, а задніх - 1,8 см [11].

ВИСНОВКИ.

Дисфункцію діафрагми складно діагностувати. Обстеження може бути обумовлено незрозумілою задишкою або виявленням одностороннього гемідіафрагмального підйому діафрагми на рентгенограмах ОГК. Діагностична оцінка може включати рентгенографію ОГК, дослідження функції легень у положенні лежачи на спині і в вертикальному положенні, рентгеноскопію, ультразвукове дослідження (УЗД) та ін. У кожного методу є свої сильні і слабкі сторони, і всі вони дають хибнопозитивні і помилково негативні результати. Незважаючи на переконливу роль в діагностиці дисфункції діафрагми УЗД, рентгенологічний метод може бути використаним у клінічно складних і незрозумілих пацієнтів із задишкою.

REFERENCES:

- [1] Клиническая рентгеноанатомия с основами КТ-анатомии /Под ред. Г.Ю. Коваль. – К.: Медицина Украины, 2014. – 652 с.
- [2] Линденбратен Л.Д. Лучевая диагностика поражений диафрагмы (краткий очерк). – Радиология-практика. – 2001. – № 2. – С. 6 – 21.
- [3] Annane D., Orlikowski D., Chevret S. Nocturnal mechanical ventilation for chronic hypoventilation in patients with neuromuscular and chest wall disorders. Cochrane Database Syst. Rev. 2014 doi: 10.1002/14651858.CD001941.pub3. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
- [4] Ahn B., Beaver T., Martin T., Hess P., Brumback B.A., Ahmed S., Smith B.K., Leeuwenburgh C., Martin A.D., Ferreira L.F. Phrenic nerve stimulation increases human diaphragm fiber force after cardiothoracic surgery. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2014; 190:837–839. doi: 10.1164/rccm.201405-0993LE. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
- [5] Chetta A., Rehman A.K., Moxham J., Carr D.H., Polkey M.I. Chest radiography cannot predict diaphragm function. Respir. Med. 2005; 99:39–44. doi: 10.1016/j.rmed.2004.04.016. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
- [6] Ch'en I.Y., Armstrong J.D., 2nd Value of fluoroscopy in patients with suspected bilateral hemidiaphragmatic paralysis. AJR Am. J. Roentgenol. 1993; 160:29–31. [PubMed] [Google Scholar].

- [7] Groth S.S., Rueth N.M., Kast T., D'Cunha J., Kelly R.F., Maddaus M.A., Andrade R.S. Laparoscopic diaphragmatic plication for diaphragmatic paralysis and eventration: An objective evaluation of short-term and midterm results. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2010; 139:1452–1456. doi: 10.1016/j.jtcvs.2009.10.020. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
- [8] Hooijman P.E., Beishuizen A., Witt C.C., de Waard M.C., Girbes A.R., Spoelstra-de Man A.M., Niessen H.W., Manders E., van Hees H.W., van den Brom C.E., et al. Diaphragm muscle fiber weakness and ubiquitin-proteasome activation in critically ill patients. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2015; 191: 1126–1138. doi: 10.1164/rccm.201412-22140C. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
- [9] Houston J.G., Fleet M., Cowan M.D., McMillan N.C. Comparison of ultrasound with fluoroscopy in the assessment of suspected hemidiaphragmatic movement abnormality. *Clin. Radiol.* 1995; 50:95–98. doi: 10.1016/S0009-9260(05)82987-3. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
- [10] Laghi F., Shaikh H. Preventing ventilator-induced diaphragmatic dysfunction with phrenic nerve stimulation. *Crit. Care Med.* 2014; 42:492–494. doi: 10.1097/CCM.0000000000000003. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar].
- [11] Ricoya J., Rodríguez-Núñez N., Álvarez-Dobano J.M., Toubesa M.E., Riveiroa V., Valdés L. Diaphragmatic dysfunction. - *Pulmonol.* 2019. - 25(4): 223-235. doi.org/10.1016/j.pulmon. 2018.