

PNEUMOTHORAX AND PNEUMOMEDIASTINUM UNUSUAL COMPLICATIONS IN PATIENTS WITH COVID-19 PNEUMONIA - REPORT OF THREE CASES AND LITERATURE REVIEW

Gordana Kamcheva Mihailova

„Clinical Hospital“ Shtip, Faculty of medical sciences, UGD Shtip, Republic of North Macedonia,
gordana.kamceva@ugd.edu.mk

Stojka Dokuzova

„Clinical Hospital“ Shtip, Republic of North Macedonia, stojka_dokuzova@hotmail.com

Abstract: Coronavirus 2019 (COVID-19) has rapidly spread worldwide. Numerous studies have shown typical and atypical CT findings of complications with COVID-19 pneumonia. As the pandemic progresses, the number of unusual presentation of the disease, such as pneumothorax and pneumomediastinum increases. Recent evidence suggests that these findings may occur in the context of COVID-19 pneumonia, even in the absence of mechanical ventilation – related barotrauma.

We present three patients with COVID-19 pneumonia complicated by pneumothorax or pneumomediastinum. The first patient was a 62-year-old man who developed COVID-19 pneumonia. His clinical course was complicated by a small pneumomediastinum that was treated conservatively. He had spontaneous resolution of the pneumomediastinum. The second patient is a 46-year-old man diagnosed with COVID-19 pneumonia who developed spontaneous massive pneumothorax, which was treated surgically with a thoracic drain. The third patient is a 77-year-old man with pneumonia and massive pneumothorax and surgically treated with a thoracic drain. None of our patients used invasive or non-invasive positive pressure ventilation or previously diagnosed respiratory disease.

We performed literature review of cases of COVID-19 pneumonia that developed pneumothorax, pneumomediastinum or both complications together. The probable cause of these events is severe alveolar damage. Thus, it is necessary to pay attention to these complications as early identification and management can reduce the associated morbidity and mortality.

Keywords: pneumothorax, pneumomediastinum, COVID-19 pneumonia

ПНЕВМОТОРАКС И ПНЕВМОМЕДИЈАСТИНУМ НЕВООБИЧАЕНИ КОМПЛИКАЦИИ КАЈ ПАЦИЕНТИ СО КОВИД-19 ПНЕВМОНИЈА – ПРИКАЗ НА ТРИ СЛУЧАИ И ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРА

Гордана Камчева Михаилова

ЈЗУ “Клиничка болница” Штип, Факултет за медицински науки, Универзитет “Гоце Делчев”
Штип, Северна Македонија, gordana.kamceva@ugd.edu.mk

Стојка Докузова

ЈЗУ “Клиничка болница” Штип, Северна Македонија, stojka_dokuzova@hotmail.com

Апстракт: Болеста на коронавирус 2019 (КОВИД-19) рапидно се шири низ целиот свет. Бројни студии ги покажаа типичните и атипичните КТ наоди од компликации со КОВИД-19 пневмонијата. Како што напредува пандемијата, така се зголемува бројот на невообичаени презентации на болеста, како што се пневмоторакс и пневмомедијастинум. Најновите докази сугерираат дека овие наоди можат да се појават во контекст на КОВИД-19 пневмонија, дури и во отсуство на баротраума поврзана со механичка вентилација.

Прикажуваме тројца пациенти со КОВИД-19 пневмонија, комплицирани со пневмоторакс или пневмомедијастинум. Првиот пациент е 62-годишен маж кој разви КОВИД-19 пневмонија. Неговиот клинички тек беше комплициран од мал пневмомедијастинум кој беше конзервативно третиран. Тој имаше спонтан резолуција на пневмомедијастинумот. Вториот пациент е 46-годишен маж со дијагностицирана КОВИД-19 пневмонија кој разви спонтан масивен пневмоторакс, кој се третираше хируршки со торакален дрен. Третиот пациент е 77-годишен маж со пневмонија и масивен пневмоторакс и хируршки третиран со торакален дрен. Кај ниту еден од нашите пациенти не беше употребена инвазивна или неинвазивна вентилација со позитивен притисок, ниту претходно дијагностицирано респираторно заболување.

Извршивме литературен преглед на случаи со КОВИД-19 пневмонија кои развиле пневмоторакс, пневмомедијастинум или двете компликации заедно. Веројатната причина за овие настани е сериозно оштетување на алвеолите. Така, потребно е да се обрне внимание на овие компликации бидејќи раната идентификација и справување може да придонесе во намалувањето на морбидитетот и морталитетот.

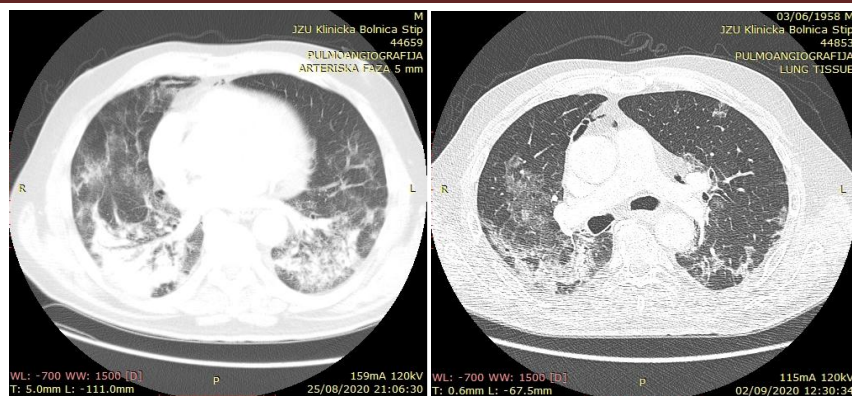
Клучни зборови: пневмоторакс, пневмомедијастинум, КОВИД-19 пневмонија

1. ВОВЕД

Болеста на коронавирус 2019 (КОВИД-19) рапидно се шири низ целиот свет. Оваа инфекција има широк спектар на презентации што може да се движат од асимптоматска болест до фатален акутен респираторен дистрес синдром. Иако повеќето случаи се благи, до 5% од случаи може да развие тешка болест што доведува до оштетување на повеќе органи (1). Бројни студии ги покажаа типичните и атипичните КТ наоди од компликации со КОВИД-19 пневмонијата. (2) Заедничките КТ манифестации на КОВИД-19 вклучуваат консолидација и зони на млечно стакло претежно со периферна дистрибуција. Билатерална зафатеност на белите дробови е честа, особено во постериорни делови и периферни области. Плеврален излив, перикардна ефузија и лимфаденопатија се ретки наоди. (3-5) Како што напредува пандемијата, така се зголемува бројот на невообичаени презентации на болеста, кои се исклучително ретки, како што се пневмоторакс и пневмомедијастинум. (6) Познати компликации од механичка вентилација како резултат на интубација кај пациенти со акутен респираторен дистрес синдром се пневмоторакс и пневмомедијастинум (7-10). Најновите докази сугерираат дека овие наоди можат да се појават во контекст на КОВИД-19 пневмонија, дури и во отсуство на баротраума поврзана со механичка вентилација. (11) Во овој труд ги прикажува клинички наоди на двајца пациенти инфицирани со SARS-CoV-2, кои развиле пневмоторакс, а еден од нив пневмомедијастинум. Исто така, извршивме релевантен преглед на литературата користејќи ја базата на податоци. Кај повеќето од пријавените случаи на пациенти со пневмоторакс поврзани со КОВИД-19 не се забележани ризик фактори или основно предиспонирачко заболување на белите дробови. 12-31.

2. ПРИКАЗ НА СЛУЧАЈ 1

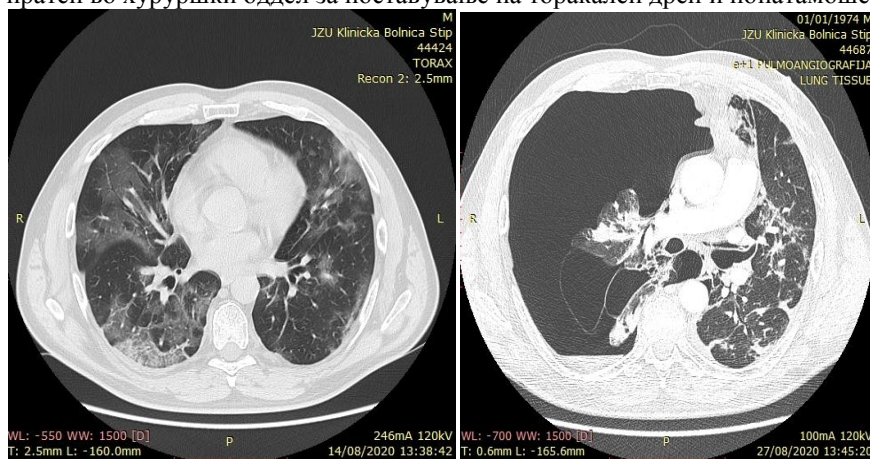
62-годишен машки пациент, вработен во конфекција, со негативна епидемиолошка анкета за контакт со заболел од КОВИД-19, без други коморбидитети и хронична терапија, беше примен на инфективно одделение со 4-5 дневна историја на замор, кашлица, отежнато дишење, без покачена телесна температура и наод од РТГ на бели дробови во прилог на билатерална пневмонија. На физикален преглед, неговата телесна температура изнесуваше 36,7°C, пулс 90/мин и сатурација SpO₂=87%. На аускултација: билатерално ослабено дишење со крепитации обострано базално. На нативен КТ на граден кош се покажа билатерално присуство на дифузни зони на атенуација на млечно стакло претежно во периферни области, со слободни воздушни патишта и плеврални простори (Слика 1). КОВИД-19 тест, брис од нос, обработен со Real Time-PCR метода, испитан во три наврати покажа негативен резултат. Од лаб анализи, имаше покачени вредности на Д-димери: 35200, кои се повторуваа во неколку наврати, бележеа пад на вредноста: 17820...6060...970. По 12 дена хоспитализација, лекуван исклучиво со мерки на поддршка, вклучувајќи кислородна терапија, тројна антибиотска, кортикостероидна, бронходилататорна, витаминска, гастропротективна и останата симптоматска терапија кај пациентот беше извршен нов КТ: пулмоангиографија (Слика 2), со наод на слободен воздух долж трахеата, околу аортниот аркус како и во медијастинумот. Консултиран специјалист хирург, со препорака за конзервативен третман. КТ наодот на бели дробови на 21 ден, пред испис на пациентот, со билатерално, но повеќе десно сеуште присутни зони на млечно стакло, но во значителна регресија и со сеуште мала количина на слободен воздух во медијастинумот. Пациентот беше испишан во подобрена состојба, со сатурација SpO₂=92% и медикаментозна терапија во домашни услови. По еден месец, кај пациентот беа испитани антители за КОВИД-19 инфекција и беа присутни во висок титар: IgG=22.57 (<1.00UA/ml) и IgM=22,72 (<1.00UA/ml).



Слика 1. КТ на бели дробови во прилог на билатерална вирусна пневмонија и млеко стакло. Слика 2. Наод со билатерална пневмонија (млеко стакло) и пневмомедијастинум

3. ПРИКАЗ НА СЛУЧАЈ 2

46-годишен маж, без други коморбидитети, беше примен на инфективно одделение поради 7-дневна температура до 38°C, замор, малаксаност, сува кашлица, отежнато дишење. Лекуван кај матичен лекар, но без подобрување. На прием, витални знаци: телесна температура 37,8°C, пулс 60/мин, SpO₂=87%, крвен притисок 120/80mmHg. Беа направени лабораториски анализи, КТ на граден кош и молекуларен тест од назофарингеален брис за SARS-CoV-2. Пациентот беше третиран со инфузии р-ри, антибиотска, аналгетска и витаминотерапија. Првата компјутеризираната томографијата покажа дифузни мултипли зони на интерстицијална пневмонија билатерално, плеврални простори и медијастинум слободни (Слика 3). Поради влошување на клиничката слика, беше направена КТ пулмоангиографија каде се покажа масивен пневмоторакс со колабирано белодробие со хипердензни зони на ателектаза и базално постериорно мал плеврален излив (хидропневмоторакс), без знаци за тромбоемболија (Слика 4). Во левото белодробие дифузни ретикулотракасти фиброзни промени како и субплеврални фокални фибрози кои базално постериорно се во форма на подебела трака, наод за регресија. Во три наврати беа земани примероци од брис од назофаринкс по приемот, од кои, два позитивни и еден негативен. По препорака на хирург, пациентот беше пратен во хуруршки оддел за поставување на торакален дренаж и понатамошен третман.



Слика 3. Дифузни мултипли зони на интертецијална пневмонија билатерално. Слика 4. Масивен пневмоторакс со колабирано белодробие

4. ПРИКАЗ НА СЛУЧАЈ 3

78-годишен машки пациент, со мината историја за хипертензија и хроничен бронхит беше примен на инфективно одделение со 10 дневна историја на замор, кашлица, диспнеа, губиток на апетит и наод од РТГ на бели дробови во прилог на билатерална пневмонија и зони на млеко стакло со периферна дистрибуција. На физикален преглед, неговата телесна температура изнесуваше 36,5°C, пулс 87/мин и сатурација SpO₂=85%. На нативен КТ на граден кош се покажа билатерално присуство на дифузни зони на атенуација на млеко стакло претежно во периферни области и масивен пневмоторакс билатерален, повеќе десно, со

потиснато белодробие. КОВИД-19 тест, брис од нос, обработен со Real Time-PCR метода, испитан во два наврати покажа позитивен резултат. Од лаб анализи, имаше покачени вредности на Д-димери: 35200, кои се повторуваа во неколку наврати, бележеа пад на вредноста: 2680...1000. Консултиран специјалист хирург, со препорака за поставување на торакален дренаж. Повторениот КТ наод на бели дробови покажа билатерално мал парцијален пневмоторакс, со поставен дренаж од десна страна и субкутан емфизем. Пациентот беше испишан во подобрена состојба, со сатурација SpO₂=92% и медикаментозна терапија во домашни услови.

5. ДИСКУСИЈА

Пневмоторакс и пневмомедијастинум се дефинираат како присуство на слободен воздух во плевралните и медијастиналните шуплини, соодветно. (32,33) Спонтаниот пневмоторакс може да биде примарен или секундарен, во зависност од отсуството или присуството на основно заболување на белите дробови. (34) Познати ризик фактори за развој на примарен спонтан пневмоторакс вклучуваат машки пол, висок раст, тенок хабитус на телото и возрастна група од 10-30 години. (35) Секундарни причини вклучуваат инфекции, пушење, хронична опструктивна белодробна болест, дефицит на алфа-1 антитрипсин и траума. (36) Спротивно на тоа, пневмомедијастинум може да биде примарен или спонтан, ако причината е идиопатска, или секундарен доколку е со позната етиологија, без разлика дали е трауматска или јатрогена. (32) Болка во градите и диспнеа се најчести симптоми. (33,34) Важна разлика е во тоа што пневмоторакс се јавува главно во состојба на мирување, 9 додека силна физички активност е пријавена како активирачки настан за развој на пневмомедијастинум. (37)

Тешко алвеоларно и воспалително оштетување на дишните патишта од ослободување на цитокини кај КОВИД-19 може да доведе до слабеење на бронхијални сидови. Едем, васкуларна конгестија и микротромби може да придонесе за прекин на постоечките були. (38) Руптура на овие були можат да доведат до пневмоторакс. Булозно заболување на белите дробови се карактеризира со развој на були во инаку нормален паренхим на белите дробови. (39) Ризик фактори за развој на були вклучуваат историја на пушење, пулмонална саркоидоза, дефицит на алфа-1 антитрипсин, дефицит на алфа-1 антихимотрипсин, Марфанов синдром, Елерс-Данлос синдром и пушење марихуана. (38, 40) Основната патофизиологија за формирање були вклучува воспалително оштетување на бронхиоли, што доведува до заробување на воздухот. Интеракцијата и на механичките сили врз ослабеното ткиво може да доведе до формирање на була. (39,41) Прегледот на литературата покажа 23 прикази на случаи опишувајќи пациенти со КОВИД-19 пневмонија и спонтан пневмоторакс или пневмомедијастинум. Петнаесет пациенти имале спонтан пневмоторакс (еден од нив билатерален пневмоторакс, останатите едностран), седум пациенти имале пневмомедијастинум и еден пациент со пневмомедијастинум и пневмоторакс. Машкиот пол е позастапен (ж=4, м=19). Девет од овие пациенти биле конзервативно лекувани, додека кај другите била потребна хируршка интервенција. Само четири случаи биле пушачи. Тројца имале основно заболување на белите дробови. Седумнаесет пациенти имале поволен клинички тек, додека шестмина пациентите починале, што резултира со стапка на смртност од 26% од достапната литература (Табела 1) (12-31).

Број	Референца	Држава	Број на случаи	Возраст	Пол	Коморбидитет	Симптоми	Дијагноза	Третман	Исход
1	Sun R, et al., March 2020, Wuhan, China	Кина	1	38	М	/	Треска и кашлица	Лев пневмоторакс	Конзервативен	Оздравен
2	Wang J, et al., March 2020, Guangzhou, China	Кина	1	36	М	/	Треска, продуктивна кашлица, хемоптизии, отежнато дишење	Пневмомедијастинум	Конзервативен	Ех
3	Lyu R, et al., April 2020, Wuhan, China	Кина	1	38	М	Пушач	Треска и кашлица	Лев пневмоторакс	Конзервативен	Оздравен
4	Lei P, et al., April 2020, Guiyang, China	Кина	1	64	М	/	Треска и замор	Пневмомедијастинум	Конзервативен	Оздравен
5	Zhou C et al.	Кина	1	38	М	Нема податок	Треска,	Пневмомедијастинум	Конзервативен	Оздравен

KNOWLEDGE – International Journal
Vol.44.2

	April, 2020, Zhejiang, China						кашлица и главоболка	нум + субкутан емфизем	ен	ен
6	Aiolfi A, et al., April 2020, Milan, Italy	Италија	2	56/70	м/м	Пушач / /	Треска, кашлица, респираторе и дистрес / треска, замор, респираторе и дистрес	Лев пнеvmоторакс / Лев пнеvmоторакс	Хируршки / хируршки	Оздравен / оздравен
7	Rohailla S, et al., May 2020, Toronto, Canada	Канада	1	26	М	/	Деснострана плеврална болка, отежнато дишење	Десен пнеvmоторакс	Хируршки	Оздравен
8	Ucpinar BA, et al., May 2020, Istanbul, Turkey	Турција	1	82	Ж	/	Треска, отежнато дишење и кашлица	Лев пнеvmоторакс и субкутан емфизем	Хируршки	Оздравен
9	Aydin S, et al., May 2020, Afyonkarahisar, Turkey	Турција	1	24	М	/	Треска, кашлица, отежнато дишење и левострана плеврална болка	Лев пнеvmоторакс	Хируршки	Оздравен
10	Wang W, et al., May 2020, Wuhan, China	Кина	1	62	М	/	Треска, кашлица и диспнеа	Десен пнеvmоторакс	Хируршки	Оздравен
11	Xiang C, et al., May 2020, Wuhan, China	Кина	1	67	М	КАБ, ХОББ	Диспнеа, замор и дијареа	Лев пнеvmоторакс и субкутан емфизем	Хируршки	ex
12	Poggiali E, et al., June 2020, Piacenza, Italy	Италија	1	87	М	Пушач, ХОББ	Треска, кашлица и диспнеа	Лев пнеvmоторакс и субкутан емфизем	Хируршки	Оздравен
13	Flower L, et al., May 2020, London, United Kingdom	Велика Британија	1	36	М	Пушач, Астма	Треска, сува кашлица, левострана плеврална болка	Лев пнеvmоторакс	Хируршки	Оздравен
14	Kolani S, et al., May 2020, Fez, Morocco	Мароко	1	23	Ж	/	асимптоматски	Пневмомедијастичен	Конзервативен	Оздравен
15	Mohan V, et al., May 2020, New Jersey	САД	1	49	М	ХТА, ДМ тип2	Треска, кашлица, отежнато дишење и аносмија	Пневмомедијастичен	Конзервативен	Оздравен
16	Lacroix M et al. May 2020, Paris, France	Франција	1	57	М	/	Диспнеа, треска, кашлица, дијареа, аносмиа	Пневмомедијастичен + субкутан емфизем	Механичка вентилација	Нема податок
17	Lopez V, et al., June 2020, Madrid, Spain	Шпанија	3	84/67/73	Ж/М/М	ХТА, ХБИ, Ст.пост импл. Ао валвула, ЦМП/епителиом, слип апнеа	Треска, кашлица и диспнеа / треска и диспнеа / треска и диспнеа	Десен хидро-пнеvmоторакс/ билатерален пнеvmоторакс + пнеvmомедијастичен / пнеvmомедијастичен	Конзервативен / хируршки / конзервативен	Ex / ex / ex
18	Hollingshead C et al. June 2020,	САД	1	50	М	/	Отежнато дишење	Десен пнеvmоторакс	Хируршки	Оздравен

	Toledo, USA									
19	Spiro et al. June 2020, Munich, Germany	Германија	1	47	М	Спленектомија, ХИВ позитивен на антивирусна терапија	Треска, сува кашлица, отежнато дишење и градна болка	Десен пневмоторакс	Хируршки	Оздрави
20	Correa Neto IJF et al., July 2020, São Paulo, Brazil	Бразил	1	80	Ж	ХТА, ЦМП	Сува кашлица, треска, отежнато дишење, дифузна абдоминална болка	Десен пневмоторакс + пневмомедијастинум	Хируршки	ех

6. ЗАКЛУЧОК

Пневмоторакс и пневмомедијастинум се исклучително ретки компликации кај пациенти со КОВИД-19 пневмонија. Веројатната причина за овие настани е сериозно оштетување на алвеолите. Така, потребно е да се обрне внимание на овие компликации бидејќи раната идентификација и справување може да придонесе во намалувањето на морбидитетот и морталитетот.

ЛИТЕРАТУРА

- Aiolfi, A., Biraghi, T., Montisci, A., Bonitta, G., Micheletto, G., Donatelli, F., Cirri, S., & Bona, D. (2020). Management of persistent pneumothorax with thoracoscopy and blebs resection in COVID-19 patients. *Ann Thorac Surg*, doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.04.011.
- Aydin, S., Oz, G., Dumanli, A., Balci, A., & Gencer, A. (n.d.). A case of spontaneous pneumothorax in COVID-19 pneumonia. *J Surg Res* 3: 96–101.
- Boland, G.W., Lee, M.J., Sutcliffe, N.P., & Mueller, P.R. (1996). Loculated pneumothoraces in patients with acute respiratory disease treated with mechanical ventilation: preliminary observations after image-guided drainage. *J Vasc Interv Radiol*. 7(2):247–252.
- Chung, M., Bernheim, A., Mei, X., Zhang, N., Huang, M., Zeng, X., et al. (2020). CT Imaging features of 2019 novel Coronavirus (2019-nCoV). *Radiology*. 295:202-7.
- Correa Neto, I.J.F., Viana, K.F., da Silva, M.B.S., da Silva, L.M., de Oliveira, G., Cecchini Arda, S., Rolim, A.S., & Robles, L. (n.d.). Perforated acute abdomen in a patient with COVID-19: an atypical manifestation of the disease. *J Coloproctol* 40: 269–272.
- Dajer-Fadel, W.L., Arguero-Sanchez, R., Ibarra-Perez, C., & Navarro-Reynoso, F.P. (n.d.). Systematic review of spontaneous pneumomediastinum: a survey of 22 years' data. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 22: 997–1002.
- Flower, L., Carter, J.P.L., Lopez, J.R., & Henry, A.M. (n.d.). Tension pneumothorax in a patient with COVID-19. *BMJ Case Rep* 13: e235861.
- Gupta, D. (n.d.). Epidemiology of pneumothorax in England. *Thorax* 55: 666–671.
- Goldberg, C., & Carey, K. (n.d.). Bullous lung disease. *West J Emerg Med* 14 450–451.
- Grippi, M., Elias, J., Fishman, J., Kotloff, R., Pack, A., & Senior, R. (n.d.) Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders, 5th edition. Mcgrawhill, Chapter 52, pp 789–791.
- Hollingshead, C., & Hanrahan, J. (n.d.). Spontaneous pneumothorax following COVID-19 pneumonia. *IDCases* 21: e00868.
- Isaac, B.T.J., Samuel, J.T., Mukherjee, D.K., & Pittman, M. (2017). Loculated pneumothorax due to a rare combination resulting in an interesting chest radiograph. *Clin Respir J*. 11(6):1074–1078. <https://doi.org/10.1111/crj.12457>
- Jacobi, A., Chung, M., Bernheim, A., & Eber, C. (n.d.). Portable chest X-ray in coronavirus disease-19 (COVID-19): a pictorial review. *Clin Imaging* 64: 35–42.
- Johnson, M. (n.d.). Large lung bullae in marijuana smokers. *Thorax* 55: 340–342.
- Kolani, S., Nawfal, H., Haloua, M., Lamrani, Y.A., Boubbou, M., Serraj, M., Aamara, B., Maaroufi, M., Alami, B. (n.d.). Spontaneous pneumomediastinum occurring in the SARS-CoV-2 infection. *IDCases* 21: e00806.
- Lacroix, M., Graiess, F., Monnier-Cholley, L., & Arrive, L. (n.d.). SARSCoV-2 pulmonary infection revealed by subcutaneous emphysema and pneumomediastinum. *Intensive Care Med* 26:1620–1621.
- Laurenzi, G., Turino, G., & Fishman, A. (n.d.). Bullous disease of the lung. *Am J Med* 32: 361–378.
- Lei, P., Mao, J., & Wang, P. (2019). Spontaneous pneumomediastinum in a patient with coronavirus disease 2019 pneumonia and the possible underlying mechanism. *Korean J Radiol* 21: 929–930.

- Lopez Vega, J.M., Parra Gordo, M.L., Diez Tascon, A., & Ossaba Velez, S. (n.d.). Pneumomediastinum and spontaneous pneumothorax as an extrapulmonary complication of COVID-19 disease. *Emerg Radiol*, doi: 10.1007/s10140-020-01806-0.
- Lyu, R., & Li, X. (n.d.). Diagnosis and treatment of severe COVID-19 complicated with spontaneous pneumothorax: a case report. *Adv Ultrasound Diagn Ther* 4: 142–146.
- Mohan, V., & Tauseen, R.A. (n.d.). Spontaneous pneumomediastinum in COVID-19. *BMJ Case Rep* 13: e236519.
- Noppen, M. (2019). Spontaneous pneumothorax: epidemiology, pathophysiology and cause. *Eur Respir Rev* 19: 217–219.
- Poggiali, E. et al. (n.d.). COVID-19, chronic obstructive pulmonary disease and pneumothorax: a frightening triad. *Eur J Case Rep Intern Med* 7.
- Quincho-Lopez, A. et al. (2020). Case Report: Pneumothorax and Pneumomediastinum as Uncommon Complications of COVID-19 Pneumonia—Literature Review. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 103(3), pp. 1170–1176
- Rohailla, S., Ahmed, N., & Gough, K. (n.d.). SARS-CoV-2 infection associated with spontaneous pneumothorax. *CMAJ* 192: E510.
- Salehi, S., Abedi, A., Balakrishnan, S., & Gholamrezanezhad, A. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systematic review of imaging findings in 919 patients. *AJR Am J Roentgenol* 215:87–93.
- Shan, et al. (2020). Spontaneous pneumomediastinum, pneumothorax and subcutaneous emphysema in COVID-19. *Rev Inst Med Trop São Paulo*. 62:e76
- Sahn, S., Verma, S., Grullon, J., Esquire, A., Patel, P., & Talwar, A. (n.d.). Spontaneous pneumomediastinum: time for consensus. *Nam J Med Sci* 5: 460–464.
- Sahn, S., & Heffner, J. (n.d.). Spontaneous pneumothorax. *N Engl J Med* 342: 868–874.
- Sahn, S., & Heffner, J. (n.d.). Spontaneous pneumothorax. *New Engl J Med* 342: 868–874.
- Song, F., Shi, N., Shan, F., Zhang, Z., Shen, J., Lu, H., et al. (2020). Emerging 2019 novel Coronavirus (2019-nCoV) pneumonia. *Radiology*. 295:210-17.
- Spiro, J.E., Sisovic, S., Ockert, B., Bocker, W., & Siebenburger, G. (n.d.). Secondary tension pneumothorax in a COVID-19 pneumonia patient: a case report. *Infection*, doi: 10.1007/s15010-020-01457-w.
- Sun, R., Liu, H., & Wang, X. (n.d.). Mediastinal emphysema, giant bulla, and pneumothorax developed during the course of COVID-19 pneumonia. *Korean J Radiol* 21: 541–544.
- Ucpinar, B.A., Sahin, C., & Yanc, U. (n.d.). Spontaneous pneumothorax and subcutaneous emphysema in COVID-19 patient: case report. *J Infect Public Health* 13: 887–889.
- Wang, J., Su, X., Zhang, T., & Zheng, C. (2019). Spontaneous pneumomediastinum: a probable unusual complication of coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia. *Korean J Radiol* 21: 627–628.
- Wang, W., Gao, R., Zheng, Y., & Jiang, L. (n.d.). COVID-19 with spontaneous pneumothorax, pneumomediastinum and subcutaneous emphysema. *J Travel Med*, doi: 10.1093/jtm/taaa062.
- Wu, Z., & McGoogan, J. (2020). Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China. *JAMA* 323: 1239.
- Xiang, C., & Wu, G. (n.d.). SARS-CoV-2 pneumonia with subcutaneous emphysema, mediastinal emphysema, and pneumothorax: a case report. *Medicine* 99: e20208.
- Yao, W. et al. (n.d.). Emergency tracheal intubation in 202 patients with COVID-19 in Wuhan, China: lessons learnt and international expert recommendations. *Br J Anaesth* 125:e28–e37.
- Zhou, C., Gao, C., Xie, Y., & Xu, M. (n.d.). COVID-19 with spontaneous pneumomediastinum. *Lancet Infect Dis* 20: 510.
- Zu, Z.Y., Jiang, M.D., Xu, P.P., Chen, W., Ni, Q.Q., Lu, G.M., et al. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): a perspective from China. *Radiology*. 296:E15-25.