

## HUBUNGAN DERAJAT KEPARAHAN COVID-19 DENGAN FUNGSI PARU PADA PENYINTAS COVID-19 DI FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS ANDALAS

Ade Prasetyo<sup>1</sup> , Fika Tri Anggraini<sup>2</sup> , Fadrian<sup>3</sup> , Lili Irawati<sup>4</sup> , Fenty Anggrainy<sup>5</sup>,  
Yustini Alioes<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Indonesia

<sup>2,4</sup>Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Indonesia

<sup>5</sup>Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi, Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Indonesia

<sup>6</sup>Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Indonesia

Email: [adeprasetyo154@gmail.com](mailto:adeprasetyo154@gmail.com)

### INFO ARTIKEL

#### **Riwayat Artikel:**

Received :22-02-2025

Revised :13-03-2025

Accepted :24-03-2025

**Keywords:** Coronavirus, SARS-CoV-2, Fungsi Paru, Spirometri, Pandemi

**DOI:** <https://doi.org/10.62335>

### ABSTRACT

*COVID-19 has infected many individuals worldwide over the past few years. This virus primarily targets the respiratory system and puts its survivors at risk of having long-term effects after being recovered. This study aimed to determine the association between the clinical severity of COVID-19 with lung function in its survivors. PC-Based spirometer was used to examine the lung function of mild to moderate COVID-19 survivors in Medical Faculty of Andalas University. The majority of COVID-19 survivors at the Faculty of Medicine, Universitas Andalas, had mild clinical severity (86.5%). The spirometry parameter that experienced the most decrease was VEP1 (16.2%), and the majority of COVID-19 survivors had normal lung function (89.2%). Lung function in COVID-19 survivors had a significant relationship with clinical severity, as evidenced by the p value of 0.005 ( $p < 0.05$ ) on the Fisher exact test. There is an association between the clinical severity of COVID-19 history and the lung function of its survivors, thus it is necessary to follow up on COVID-19 patients after being declared recovered and further management is needed for patients experiencing a decrease in lung function.*

## ABSTRAK

COVID-19 telah menginfeksi banyak orang di seluruh dunia selama beberapa tahun terakhir. Virus ini terutama menargetkan sistem pernapasan dan membuat para penyintasnya berisiko mengalami efek jangka panjang setelah sembuh. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara tingkat keparahan klinis COVID-19 dengan fungsi paru-paru pada penyintasnya. Spirometer berbasis PC digunakan untuk memeriksa fungsi paru pada penyintas COVID-19 ringan hingga sedang di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Mayoritas penyintas COVID-19 di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas memiliki tingkat keparahan klinis ringan (86,5%). Parameter spirometri yang mengalami penurunan paling banyak adalah VEP1 (16,2%), dan mayoritas penyintas COVID-19 memiliki fungsi paru yang normal (89,2%). Fungsi paru pada penyintas COVID-19 memiliki hubungan yang signifikan dengan keparahan klinis, yang dibuktikan dengan nilai  $p$  sebesar 0,005 ( $p < 0,05$ ) pada uji Fisher exact. Terdapat hubungan antara tingkat keparahan klinis riwayat COVID-19 dengan fungsi paru pada penyintas, sehingga perlu dilakukan tindak lanjut pada pasien COVID-19 setelah dinyatakan sembuh dan diperlukan penatalaksanaan lebih lanjut pada pasien yang mengalami penurunan fungsi paru.

## PENDAHULUAN

Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) telah menginfeksi banyak orang di seluruh dunia dalam beberapa tahun terakhir. Hingga 26 Mei 2022, sebanyak 527.211.631 orang telah terinfeksi COVID-19, dengan total korban meninggal sebanyak 6.289.371 orang. (WHO coronavirus (COVID-19) Dashboard | WHO Coronavirus (COVID-19) dashboard dengan data vaksinasi, tanpa tanggal) COVID-19 telah menjadi penyakit yang menakutkan bagi masyarakat selama beberapa tahun terakhir karena penyakit ini masih dapat menyebabkan kematian pada individu yang terinfeksi COVID-19, meskipun memiliki tingkat kelangsungan hidup yang tinggi (93,7%). (Sousa et al, Wabah ini telah menjadi perhatian dunia, khususnya dunia kesehatan, karena tingkat keparahan penyakit pada mereka yang terinfeksi dan penyebaran COVID-19 yang masif, sehingga menyebabkan banyak orang terinfeksi COVID-19.

COVID-19 dapat menyebabkan kematian pada individu dengan faktor risiko tertentu, tetapi tingkat kelangsungan hidup COVID-19 juga tinggi, sehingga banyak orang yang selamat dari penyakit ini. Beberapa orang yang selamat dari COVID-19 mungkin belum sepenuhnya pulih secara klinis. Sebuah studi oleh Huang dkk., yang dilakukan di Rumah Sakit Jin Yin-tan di Wuhan pada pasien COVID-19 yang telah dipulangkan dan pulih dari COVID-19, melaporkan bahwa sebagian besar penyintas COVID-19 memiliki setidaknya satu gejala yang menetap bahkan setelah 6 bulan sejak timbulnya gejala. Penelitian tersebut juga melaporkan bahwa terdapat sekitar 22-56% kelainan difusi pada tes fungsi paru pada partisipan, yang konsisten dengan temuan

Computed Tomography Scan (CT-Scan) abnormal yang mirip dengan manifestasi jangka panjang SARS atau Influenza. (Huang et al., 2021) Gejala COVID-19 yang menetap selama beberapa minggu atau bulan setelah terinfeksi COVID-19, tanpa memandang status virusnya, disebut Long COVID atau sindrom pasca-COVID. (Nabavi, 2020)

Salah satu sindrom pasca-COVID-19 yang dapat terjadi adalah masalah pernapasan, seperti batuk, sesak napas, dan nyeri dada. Masalah pernapasan ini dapat terjadi karena adanya tension pneumothorax, emboli paru, dan fibrosis. (Raveendran, Jayadevan dan Sashidharan, 2021) Fraser dkk., melaporkan bahwa infeksi COVID-19 dapat menyebabkan komplikasi seperti batuk kronik, fibrosis (fibrosis pasca-COVID atau pasca-ARDS), bronkiektasis, dan penyakit pembuluh darah paru. (Fraser, 2020) Dapat terjadi juga penurunan fungsi paru jika terdapat komplikasi pada sistem pernapasan.

Tes spirometri merupakan alat yang penting untuk mengevaluasi pemulihan fungsi paru. (Harahap dan Endah. A, 2012) Proses pemulihan pada penyintas COVID-19 dapat memakan waktu yang cukup lama dan membutuhkan banyak kesabaran dan dukungan. Oleh karena itu, proses rehabilitasi bagi penyintas pasca COVID-19 menjadi aspek penting yang perlu diperhatikan.

## METODE PENELITIAN

Karakteristik penyintas COVID-19 berupa usia dan jenis kelamin ditanyakan secara langsung kepada para partisipan penelitian. BMI partisipan diperoleh dengan mengukur tinggi badan menggunakan pengukur tinggi badan nirkabel dan berat badan menggunakan timbangan portabel standar. Tingkat keparahan klinis penyintas COVID-19 diperoleh dari wawancara terpandu. Tingkat keparahan klinis COVID-19 dikategorikan dengan Skala Ordinal WHO untuk tingkat keparahan COVID-19. Tes fungsi paru dilakukan dengan menggunakan Spirometer Easy on PC. Fungsi paru penyintas COVID-19 dikategorikan sebagai normal, obstruktif, restriktif, dan campuran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 1.** Karakteristik Penyintas COVID-19

Karakteristik	Frekuensi	Persentase
Usia		
17-25 tahun	25	67,6%
26-35 tahun	12	32,4%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	17	46%
Perempuan	20	54%
IMT		
<i>Underweight</i>	5	13,5%
Normal	32	86,5%
Total	37	100%

Hasil penelitian seperti terlihat pada tabel 1 menunjukkan bahwa dari partisipan yang mengikuti penelitian ini, mayoritas berada pada kelompok usia 17-25 tahun, yaitu sebanyak 25 orang (67,6%) diikuti oleh partisipan pada kelompok usia 26-35 tahun sebanyak 12 orang (32,4%). Hasil penelitian ini sejalan dengan kasus COVID-19 pada populasi besar. Kelompok usia yang paling banyak terinfeksi COVID-19 di Indonesia hingga Januari 2023 adalah kelompok usia 25-34 tahun, yaitu sebanyak 561.001 orang (22,7%). (Kemenkes, tanpa tanggal) Hal ini terkait dengan tingginya mobilitas dan aktivitas sosial pada rentang usia tersebut. Penelitian yang dilakukan di RSUP Dr. Mohammad Hoesin menyebutkan bahwa usia produktif merupakan usia yang paling berisiko terinfeksi COVID-19. (Elviani, Anwar dan Januar Sitorus, 2021)

Karakteristik penyintas COVID-19 lainnya berupa jenis kelamin, mayoritas partisipan berjenis kelamin perempuan dengan jumlah 20 orang (54%) diikuti oleh partisipan laki-laki sebanyak 17 orang (46%). Hasil ini sejalan dengan sebaran umum kasus COVID-19 di Indonesia, dimana lebih banyak perempuan yang terinfeksi COVID-19 dengan jumlah 50,4% dari kejadian seluruh populasi di Indonesia yang terinfeksi COVID-19, sedangkan kejadian COVID-19 pada laki-laki hanya terjadi pada 47,6% kasus COVID-19. (Kemenkes, 2021)

Karakteristik berupa status IMT pada penyintas COVID-19 di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Padang menemukan bahwa mayoritas penyintas COVID-19 memiliki IMT normal dengan jumlah 32 orang (86,5%) dibandingkan dengan berat badan kurang sebanyak 5 orang (13,5%). Penyintas dengan status IMT obesitas (>25 kg/m<sup>2</sup>) tidak diikutsertakan dalam penelitian ini, karena obesitas dapat mempengaruhi fungsi paru (Banerjee et al, Penelitian yang dilakukan di rumah sakit rujukan COVID-19 di Kota Padang menemukan bahwa pasien COVID-19 dengan IMT normal (19,5-25 kg/m<sup>2</sup>) lebih banyak ditemukan dibandingkan dengan pasien COVID-19 dengan IMT kurus. (Ahmad, 2022) Penelitian lain yang dilakukan di Puskesmas Lubuk Begalung, Padang menemukan lebih banyak penyintas COVID-19 dengan IMT normal, yaitu sebanyak 34 orang (47,2%) dibandingkan dengan IMT kurus, yaitu sebanyak 3 orang (4,2%). (Hasibuan, 2021)

**Tabel 2.** Derajat Keparahan Penyintas COVID-19

<b>Derajat COVID-19</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Persentase</b>
Ringan	32	86,5%
Sedang-Berat	5	13,5%
Total	37	100%

Hasil penelitian menemukan bahwa penyintas COVID-19 paling banyak memiliki riwayat keparahan klinis COVID-19 dalam kategori ringan, yaitu sebanyak 32 orang dengan persentase 86,5%, diikuti oleh pasien dengan keparahan klinis sedang sebanyak 5 orang dengan persentase 13,5%. Tidak ada pasien penyintas COVID-19 yang memiliki riwayat keparahan klinis berat. Hasil ini berkaitan dengan usia partisipan yang memiliki rentang usia 19 hingga 34 tahun. Hasil ini relevan dengan penelitian yang dilakukan di Rumah Sakit Siloam Jakarta Barat, dimana pasien COVID-19 non-lansia

cenderung mengalami derajat COVID-19 yang lebih ringan dibandingkan dengan pasien lansia. Penelitian ini menemukan lebih banyak partisipan dengan riwayat COVID-19 derajat ringan dan sedang yang pada umumnya lebih banyak ditemukan pada populasi besar.

Partisipan pada penelitian ini merupakan penyintas COVID-19 yang tidak memiliki komorbiditas termasuk penyakit pernafasan, serta tidak memiliki riwayat merokok atau menggunakan rokok elektrik, sehingga kemungkinan partisipan ini memiliki riwayat keparahan klinis yang berat sangat kecil.

**Tabel 3.** VEP<sub>1</sub>, KVP, dan VEP<sub>1</sub>/KVP Penyintas COVID-19

Parameter	Frekuensi	Persentase
VEP <sub>1</sub>		
Normal	31	83,8%
Abnormal	6	16,2%
KVP		
Normal	33	89,2%
Abnormal	4	10,8%
VEP <sub>1</sub> /KVP		
Normal	34	91,9%
Abnormal	3	8,1%
Total	37	100%

Penelitian ini menunjukkan bahwa penyintas COVID-19 memiliki nilai volume ekspirasi seketika (VEP<sub>1</sub>) yang normal sebanyak 31 orang (83,8%) dan nilai VEP<sub>1</sub> yang menurun sebanyak 6 orang (16,2%), 33 orang (89,2%) memiliki nilai KVP yang normal, sedangkan 4 orang (11,2%) lainnya mengalami penurunan, dan rasio VEP<sub>1</sub>/KVP yang diperiksa pada penelitian ini memiliki hasil 34 partisipan yang normal (91,9%) dan tidak normal sebanyak 3 partisipan (8,1%).

Penurunan VEP<sub>1</sub> mengindikasikan adanya peningkatan resistensi saluran napas terhadap aliran udara ekspirasi. VEP<sub>1</sub> dapat menentukan derajat obstruksi pada pasien dengan defek ventilasi obstruktif. (David dan Edwards, 2022) Penurunan parameter VEP<sub>1</sub> pada penyintas COVID-19 dapat terjadi karena adanya bronkiolitis restriktif akibat inflamasi di dalam dan di sekitar saluran napas kecil bronkiolus sehingga aliran udara saat manuver KVP terhambat. Penurunan parameter FVC pada penyintas COVID-19 dapat disebabkan karena kerusakan mikrovaskuler dan penebalan interstisial yang menyebabkan penurunan ruang alveolar, sehingga kapasitas vital paksa penyintas saat diperiksa dengan spirometer akan menurun.

**Tabel 4.** Fungsi Paru Penyintas COVID-19

<b>Fungsi Paru</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Persentase</b>
Normal	33	89,2%
Obstruktif	2	5,4%
Restriktif	2	5,4%
Campuran	0	0
Total	37	100%

Hasil fungsi paru pada penelitian ini didominasi oleh fungsi paru normal pada 33 partisipan (89,2%), meliputi 31 partisipan dengan tingkat keparahan klinis ringan dan 2 partisipan dengan tingkat keparahan klinis sedang. Penurunan fungsi paru ditemukan pada 4 partisipan (11,8%), yang terdiri dari 1 partisipan dengan derajat keparahan ringan dan 3 partisipan dengan derajat keparahan sedang. Penurunan fungsi paru pada penelitian ini terdiri dari 2 partisipan dengan pola restriktif dan 2 partisipan dengan pola obstruktif. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hasibuan, dimana 88,9% penderita dengan tingkat keparahan klinis ringan memiliki fungsi paru normal dan 11,1% memiliki fungsi paru tidak normal (Hasibuan, 2021).

Mekanisme penurunan fungsi paru pada pasien COVID-19 ditandai dengan pola restriktif, yang berhubungan dengan kerusakan mikrovaskular disertai penebalan interstisial, diikuti dengan kerusakan alveolar yang menyebabkan pengurangan ruang alveolar secara bertahap (Anastasio et al, Pengurangan ruang alveolar ini akan berpengaruh pada penurunan kapasitas paru dan fungsi paru. (Martinez-Pitre, Sabbula dan Cascella, 2022) Penurunan fungsi paru yang restriktif dapat terjadi setelah pasien sembuh dari COVID-19, pada kasus fibrosis paru. Fibrosis paru dapat terjadi setelah pneumonia COVID-19 dan disebabkan oleh disfungsi sel epitel alveolar tipe 2 yang menstimulasi perekrutan miofibroblas, yang akan mengaktifkan sintesis kolagen (Tran et al., 2022).

Penelitian ini menemukan pola obstruktif pada 2 dari 4 individu yang mengalami penurunan fungsi paru. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh virus COVID-19 yang menyebabkan kelainan pada bronkiolus. Otopsi yang dilakukan pada pasien COVID-19 yang meninggal di Cina menemukan bukti nekrosis bronkiolar, yang dapat menjelaskan disfungsi saluran napas kecil. (Yao et al., 2020) Peradangan di dalam dan di sekitar saluran napas dapat menyebabkan fibrosis di sekitar bronkiolus, yang menyebabkan penyempitan saluran napas. Penyempitan ini disebut penyempitan bronkiolus. (Elicker, 2022) Sebuah studi oleh Cho dkk., menggunakan CT scan, menunjukkan adanya udara yang terperangkap pada individu dengan COVID yang lama, menunjukkan penyempitan bronkiolus dengan udara yang terperangkap di saluran napas, yang dapat menyebabkan hasil yang menghalangi fungsi paru-paru pada tes spirometri. (Cho dkk., 2022).

**Tabel 5.** Hubungan Derajat Keparahan COVID-19 dengan Fungsi Paru

Hubungan Derajat Keparahan COVID-19 dengan Fungsi Paru		Fungsi Paru			Total	P value
		Normal	Abnormal			
Derajat Keparahan	Ringan	f	31	1	32	0,005
		%	83,8%	2,7%	86,5%	
	Sedang-Berat	f	2	3	5	
		%	5,4%	8,1%	13,5%	

Penelitian ini menggunakan uji hipotesis fisher's exact dan dari analisis tersebut didapatkan nilai p sebesar 0,005 ( $p < 0,05$ ) yang menunjukkan adanya hubungan antara riwayat derajat keparahan klinis COVID-19 dengan fungsi paru pada penyintas COVID-19. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Hasibuan pada 72 orang dewasa di wilayah kerja Puskesmas Lubuk Begalung, Kota Padang, dimana pada penelitian tersebut terdapat hubungan antara riwayat derajat keparahan klinis COVID-19 dengan fungsi paru pada penyintas COVID-19. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hasibuan di wilayah kerja Puskesmas Lubuk Begalung Kota Padang pada 72 orang dewasa penyintas COVID-19, dimana pada penelitian ini terdapat hubungan antara derajat keparahan klinis dengan fungsi paru pada penyintas COVID-19, dengan nilai p value sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ) dengan menggunakan uji fisher's exact test.

Penelitian serupa yang dilakukan oleh Munker dkk., menemukan adanya hubungan antara derajat klinis COVID-19 dengan penurunan fungsi paru pada penyintas COVID-19 4 bulan setelah dipulangkan dengan nilai p sebesar 0,001 ( $p < 0,05$ ). (Munker dkk., 2022) Munker dkk., dalam studinya menyimpulkan bahwa pasien pasca COVID-19 dengan derajat ringan lebih sedikit mengalami gejala dan penurunan fungsi paru. Penurunan fungsi paru juga dapat terjadi pada pasien COVID-19 yang bergejala dan tanpa gejala. Penelitian yang dilakukan oleh Lewis dkk., mendapatkan hasil yang sebaliknya, yaitu tidak terdapat hubungan yang signifikan terhadap fungsi paru pasien pasca COVID-19 derajat ringan-sedang sebelum terinfeksi COVID-19 dan setelah terinfeksi COVID-19. (Lewis dkk., 2021) Perbedaan kedua penelitian ini dapat terjadi karena pada penelitian yang dilakukan oleh Lewis dkk., pasien yang diperiksa adalah pasien dengan derajat ringan-sedang, pasien yang diperiksa adalah pasien dengan riwayat pemeriksaan spirometri maksimal satu tahun sebelum pemeriksaan spirometri lanjutan setelah terinfeksi COVID-19 dan penelitian yang dilakukan oleh Munker et al., tanpa memperhatikan apakah pasien memiliki riwayat pemeriksaan spirometri sebelumnya. Huang dkk., melakukan penelitian terkait fungsi paru pada pasien pasca COVID-19 6 bulan setelah keluar dari rumah sakit dan menemukan bahwa 22-56% pasien pasca COVID-19 memiliki kelainan fungsi paru yang berhubungan dengan tingkat keparahan penyakit pada saat pasien terinfeksi COVID-19 (Huang et al., 2021)

## KESIMPULAN

Terdapat hubungan antara tingkat keparahan klinis riwayat COVID-19 dengan fungsi paru penyintasnya, sehingga perlu dilakukan tindak lanjut terhadap pasien COVID-19 setelah dinyatakan sembuh dan diperlukan penatalaksanaan lebih lanjut bagi pasien yang mengalami penurunan fungsi paru

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. W. Y. (2022) Gambaran faktor risiko pada pasien COVID-19 yang dirawat di rumah sakit rujukan COVID-19 di kota Padang. Universitas Andalas.
- Anastasio, F. et al. (2021) 'Medium-term impact of COVID-19 on pulmonary function, functional capacity and quality of life', *European Respiratory Journal*, 58(3), p. 2004015. doi: 10.1183/13993003.04015-2020.
- Banerjee, J. et al. (2014) 'Association of Body Mass Index (BMI) with lung function parameters in non-asthmatics identified by spirometric protocols', *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, 8(2), p. 12. doi: 10.7860/JCDR/2014/7306.3993.
- Cho, J. L. et al. (2022) 'Quantitative chest CT assessment of small airways disease in post-acute SARS-CoV-2 infection', *Radiology*, 304(1), pp. 185–192. doi: 10.1148/RADIOL.212170.
- David, S. and Edwards, C. W. (2022) Forced expiratory volume, StatPearls. StatPearls Publishing. doi: 10.32388/i7tpmz.
- Elicker, B. M. (2022) 'What are the long-term pulmonary sequelae of COVID-19 infection?', *Radiology*, 304(1), pp. 193–194. doi: 10.1148/RADIOL.220449/ASSET/IMAGES/LARGE/RADIOL.220449.FIG1.JPEG.
- Elviani, R., Anwar, C. and Januar Sitorus, R. (2021) 'Gambaran usia pada kejadian COVID-19', *Jambi medical journal 'Jurnal Kedokteran dan Kesehatan'*, 9(2), pp. 204–209. doi: 10.22437/JMJ.V9I1.11263.
- Fraser, E. (2020) 'Long term respiratory complications of covid-19', *BMJ*, 370, p. 3001. doi: 10.1136/BMJ.M3001.
- Harahap, F. and Endah. A (2012) 'Uji fungsi paru', *Cermin Dunia Kedokteran*, 39(4), pp. 305–307.
- Hasibuan, K. H. (2021) 'Hubungan derajat keparahan klinis dengan fungsi paru penyintas COVID-19'. Universitas Andalas.
- Huang, C. et al. (2021) '6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital : a cohort study', *The Lancet*, 397, pp. 220–232. doi: 10.1016/S0140-6736(20)32656-8.
- Junitia, B. and Herwanto, V. (2022) 'Hubungan antara status demografi dengan derajat beratnya penyakit COVID-19 di rumah sakit siloam kebon jeruk jakarta barat', *PREPOTIF : Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2), pp. 1832–1837. doi: 10.31004/prepotif.v6i2.5527.
- Kemendes (no date) Dashboard COVID-19 | Infeksi emerging kementerian kesehatan RI. Available at: <https://infeksiemerging.kemkes.go.id/dashboard/covid-19> (Accessed: 13 January 2023).

- Lewis, K. L. et al. (2021) 'COVID-19 and the effects on pulmonary function following infection: A retrospective analysis', *eClinicalMedicine*, 39, p. 101079. doi: 10.1016/J.ECLINM.2021.101079/ATTACHMENT/555985F4-2725-4246-B53F-FF2EEB6F071F/MMC1.DOCX.
- Martinez-Pitre, P. J., Sabbula, B. R. and Cascella, M. (2022) Restrictive lung disease, *The Perioperative Medicine Consult Handbook*. StatPearls Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-09366-6\_32.
- Munker, D. et al. (2022) 'Pulmonary function impairment of asymptomatic and persistently symptomatic patients 4 months after COVID-19 according to disease severity', *Infection*, 50(1), pp. 157–168. doi: 10.1007/S15010-021-01669-8/TABLES/3.
- Nabavi, N. (2020) 'Long covid: how to define it and how to manage it', *BMJ*, 370, p. 3489. doi: 10.1136/BMJ.M3489.
- Raveendran, A. V., Jayadevan, R. and Sashidharan, S. (2021) 'Long COVID: An overview', 15(3), pp. 869–875. doi: 10.1016/j.dsx.2021.04.007.
- Schmidt, M. et al. (2021) 'Clinical characteristics and day-90 outcomes of 4244 critically ill adults with COVID-19: a prospective cohort study', *Intensive care medicine*, 47(1), pp. 60–73. doi: 10.1007/S00134-020-06294-X.
- Sousa, G. J. B. et al. (2020) 'Mortality and survival of COVID-19', *Epidemiology & Infection*, 148, p. 123. doi: 10.1017/S0950268820001405.
- Tran, S. et al. (2022) 'Pathophysiology of pulmonary fibrosis in the context of COVID-19 and implications for treatment: a narrative review', *Cells*, 11(16), pp. 1–10. doi: 10.3390/cells11162489.
- WHO coronavirus (COVID-19) Dashboard | WHO Coronavirus (COVID-19) dashboard with vaccination data (no date). Available at: <https://covid19.who.int/table> (Accessed: 26 May 2022).
- Yao, X. H. et al. (2020) 'A pathological report of three COVID-19 cases by minimal invasive autopsies', *Chinese journal of pathology*, 49(5), pp. 411–417. doi: 10.3760/cma.j.cn112151-20200312-00193.