

PERAN CHEST PHYSIOTHERAPY DALAM OPTIMALISASI KOMPOSISI GAS DARAH: TINJAUAN NARATIF TERHADAP MEKANISME FISIOLOGIS DAN IMPLIKASI KLINIS

Galih Adhi Isak Setiawan¹

¹*Megister Fisioterapi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia*

*Corresponding author: Galih Adhi Isak Setiawan, Email:

Abstrak

Introduction: Pasien dengan gangguan pernapasan yang dirawat di ruang intensif sering membutuhkan ventilator mekanik. Pemantauan gas darah arteri (AGD) seperti PaO₂, PaCO₂, dan pH penting untuk menilai efektivitas ventilasi. Chest physiotherapy (CPT) digunakan sebagai terapi adjuvan untuk meningkatkan ventilasi dan oksigenasi, namun bukti ilmiah mengenai pengaruhnya terhadap komposisi gas darah masih bervariasi.

Objective: Meninjau secara naratif efek fisioterapi dada terhadap komposisi gas darah (PaO₂, PaCO₂, SaO₂) berdasarkan bukti ilmiah dari 20 tahun terakhir.

Metode: Tinjauan naratif ini mengkaji tujuh artikel penelitian intervensional, termasuk RCT, crossover, dan review sistematis, yang mengevaluasi parameter gas darah pada pasien dewasa, anak, dan neonatus setelah intervensi CPT. Analisis menggunakan pendekatan PICO.

Discussion: Teknik seperti manual hyperinflation, oscillating PEP, dan vibrasi mekanik menunjukkan peningkatan PaO₂ dan penurunan PaCO₂, khususnya pada pasien dewasa ventilator dan anak dengan fibrosis kistik. Namun, pada anak yang mendapat ventilator dan pasien tanpa produksi sputum, CPT tidak menunjukkan perbedaan signifikan atau bahkan menurunkan oksigenasi. Efektivitas sangat tergantung pada teknik dan kondisi pasien.

Conclusion: Chest physiotherapy dapat memberikan manfaat terhadap ventilasi dan oksigenasi secara akut, namun memerlukan seleksi pasien dan teknik yang tepat agar aman dan efektif. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan desain yang kuat dan populasi homogen.

Keyword: Chest Physiotherapy, Analisa Gas Darah, Paru Paru, Ventilator, Pernafasan

Introduction

Pasien yang menjalani perawatan intensif seringkali mengalami permasalahan pernafasan akut tipe I (hipoksemik) atau tipe II (hiperkapnik), seperti pneumonia, ARDS, atau gangguan neuromuscular, sehingga memerlukan alat bantu nafas berupa ventilasi mekanik untuk memastikan oksigenasi dan ventilasi adekuat. Analisis gas darah (AGB) sangat penting pada pasien dengan kondisi kritis yang mendapatkan ventilator mekanik, karena parameter seperti PaO₂, PaCO₂ dan PH merupakan indikator dalam penyesuaian pengaturan ventilator. Misalnya peningkatan PaCO₂ pada AGB memerlukan peningkatan laju ventilasi atau volume tidal, sedangkan penurunan PaO₂ mengharuskan peningkatan fraksi O₂ atau PEEP (W. Hassan & Elkhatieb, 2025). Dengan demikian, pengelolaan pasien ICU dengan gangguan pernafasan menuntut penggunaan kombinasi terapi respirasi (ventilator mekanik) dan pemantauan gas darah yang ketat.

Penggunaan ventilator mekanik cukup tinggi terutama pada pasien kritis dan menjalani perawatan intensif seperti ruangan ICU. Selain itu, komplikasi seperti Ventilator-Associated Pneumonia (VAP) bervariasi antara 10-15 kasus per 1000 hari ventilasi (Anggoroningsih et al., 2025). VAP adalah pneumonia yang terjadi lebih dari 48 jam setelah pasien dipasang ventilator mekanik dan termasuk infeksi nosocomial yang paling sering terjadi pada pasien ICU (Sakundarno Adi et al., 2020). Tingkat kematian akibat VAP mencapai angka 25%-50%, bahkan dapat meningkat menjadi 70% pada beberapa kasus (Panjaitan et al., 2021).

Disamping dukungan pernafasan dengan ventilator mekanik, Chest Physiotherapy atau CPT sering digunakan sebagai terapi adjuvant untuk pasien dengan permasalahan saluran atau fungsi pernafasan. Tujuan utamanya adalah membersihkan secret pada jalan nafas, merekrut unit paru yang mengalami kolaps, dan meningkatkan perbandingan ventilasi/perfusi (Spapen et al., 2017). Teknik CPT meliputi ketukan/perkusi dada, vibrasi, postural drainage, deep breathing exercise, tekanan ekspirasi positif (PEP), serta perangkat oscillatory seperti high-frequency chest wall oscillation (HFCWO) atau intrapulmonary percussive ventilation (IPV). Dengan membuka jalan nafas dan menstimulasi pengeluaran dahak, diharapkan CPT dapat memperbaiki kepatuhan paru dan oksigenasi. Meskipun banyak praktisi menganggap CPT penting bagi pasien ventilasi mekanik untuk mencegah atelectasis dan infeksi, bukti ilmiah mengenai efek klinisnya masih beragam.

Beberapa penelitian sebelumnya menilai bahwa pengaruh CPT terhadap komposisi gas darah (PaCO₂, PaO₂, PH) pada pasien yang menjalani perawatan intensif. Sebagai contohnya penelitian dari S. Hamed & El Din Mohamed pada tahun 2022 (S. Hamed & El Din Mohamed, 2022) melakukan penelitian berbasis RT pada neonates dengan sindrom gangguan nafas yang mendapatkan ventilasi mekanik dan mendapati hasil perbedaan signifikan pada beberapa parameter vital dan gas darah setelah program chest physiotherapy. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelompok yang diberikan CPT harian mengalami peningkatan saturasi oksigen dan perbaikan gas darah (PaCO₂, dan PaO₂) dibanding kelompok kontrol. Demikian pula penelitian yang dilakukan oleh Reshia pada tahun

2023 (Reshia et al., 2023) membandingkan pasien dewasa yang sudah diekstubasi setelah 48 jam intubasi; kelompok intervensi yang menerima terapan CPT segera pasca ekstubasi menunjukkan peningkatan bermakna pada PaO₂ dan penurunan PaCO₂ serta PH walaupun tidak terlalu signifikan disbanding kelompok kontrol. Hal ini menegaskan bahwa chest physiotherapy dapat meningkatkan fungsi paru dan komposisi gas darah setelah pasien dibantu pernafasannya.

Sebaliknya, penelitian lain melaporkan hasil yang tidak konsisten. Longhini pada tahun 2020 (Longhini et al., 2020) melakukan penelitian pada pasien dewasa hipersektif yang mendapatkan Teknik osilasi dada (HFCWO) dan melihat peningkatan signifikan aerasi paru bagian dorsal berupa peningkatan volume ekspirasi akhir (▲EELI), namun tanpa adanya perubahan yang bermakna pada gas darah seperti PaCO₂, PaO₂ atau PH (Longhini et al., 2020). Begitupun pada tinjauan sistematis yang dilakukan oleh Hassan tahun 2021 (A. Hassan et al., 2021) terhadap penggunaan intrapulmonary percussive ventilation (IPV) pada pasien kritis mendapatkan hasil sebagian besar studi menunjukkan adanya peningkatan oksigenasi (kenaikan PaO₂ atau rasio PaO₂/FiO₂) dan penurunan PaCO₂ setelah menjalani CPT/IPV. Contoh lainnya, beberapa studi lain menemukan peningkatan signifikan PaO₂/FiO₂ dan penurunan PCO₂ setelah menjalani CPT. Namun, tinjauan tersebut menyimpulkan bahwa bukti keseluruhan masih lemah dan heterogeny.

Sangat bervariasinya hasil antar studi yang menilite efek CPT terhadap gas darah. Beberapa penelitian menunjukkan peningkatan PaO₂/Penurunan PaCO₂ setelah CPT (Reshia et al., 2023) (S. Hamed & El Din Mohamed, 2022), sedangkan penelitian lain [8] tidak menemukan perubahan AGB. Variasi hasil ini dapat disebabkan perbedaan teknik CPT, populasi (neonates/dewasa, pneumonia/hipersektif) atau ukuran sampel yang kecil. Selain itu, Sebagian besar studi saat ini masih bersifat pilot atau RCT dengan sampel yang terbatas, dan tinjauan sistematis menyebutkan perlunya kebutuhan penelitian lebih berkualitas (A. Hassan et al., 2021). Belum ada consensus yang kuat apakah dan seberapa besar chest physiotherapy mempengaruhi PH darah secara signifikan.

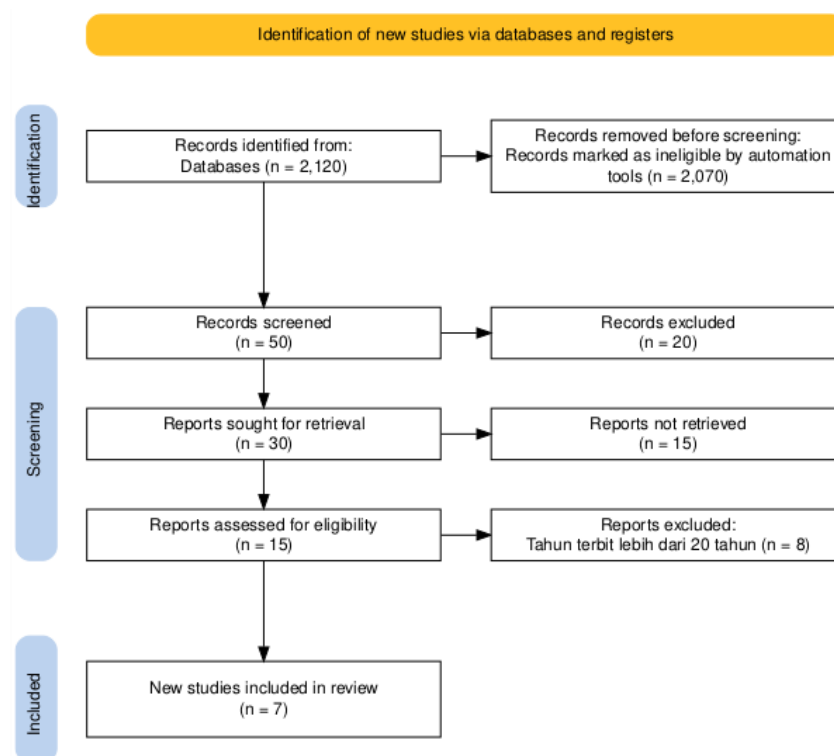
Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan. Analisa efek chest physiotherapy terhadap Analisa gas darah PaO₂, PaCO₂ dan PH pada pasien dengan ventilator mekanik di ruang perawatan intensif sangat penting dilakukan, mengingat perbaikan status gas darah bisa mengarah pada percepatan penghentian ventilasi, penurunan waktu rawat ICU, dan pemulihan pasien secara keseluruhan. Penelitian ini diharapkan dapat mengisi kekosongan pengetahuan atau research gap terkait dampak chest physiotherapy terhadap komposisi gas darah pada pasien kritis yang menggunakan ventilator. Dengan memahami secara empiris manfaat chest physiotherapy pada parameter objektif, perawatan fisioterapi di ruangan intensif dapat dioptimalkan secara berbasis bukti ilmiah.

Management and Outcome

Menggunakan kata kunci “Effect of Physiotherapy on Blood Gas Composition”, didapatkan hasil 126 juta tulisan ilmiah dari data base Sematic Scholar corpus, Google Scholar, dan Pubmed. Kemudian dikerucutkan menjadi 50 penelitian yang paling relevan terhadap kata kunci yang dipilih, Tahun terbit, kesesuaian topik, Jenis penelitian, dan afiliasi penulis.

Metode yang digunakan dalam naratif review ini mengikuti pendekatan sintesis literatur berbasis kriteria inklusi yang ketat: studi harus melibatkan pengukuran gas darah (PaO₂, PaCO₂, SaO₂, pH), menggunakan intervensi chest physiotherapy (seperti manual hyperinflation, vibrasi, suctioning, PEP/OPEP), dan melibatkan subjek manusia dengan kondisi respirasi yang memerlukan terapi CPT.

Gambar 1. Diagram Prisma



Tabel 1. Analisa PICO

No.	Studi	P (Population)	I (Intervention)	C (Comparison)	O (Outcome)
1	Abdeen et al., 2020	Dewasa, ventilasi mekanik, usia 40–60 tahun	Manual hyperinflation, vibrasi, suction, positioning, latihan ekstremitas	Tidak ada (pre-post)	↑ PaO ₂ 5%, ↓ PaCO ₂ 7.9%, ↑ SaO ₂ , signifikan (p<0.001)
2	Barker & Adams, 2002	Dewasa ventilator, cedera paru akut	Manual hyperinflation + suction + positioning	Suction atau positioning saja	Tidak ada peningkatan PaO ₂ /FiO ₂ , ↓ PaCO ₂ signifikan
3	Lagerkvist et al., 2006	Anak dan remaja (6.9–21.5 th)	Oscillating PEP	PEP standar	↑ PtcO ₂ , ↓ PtcCO ₂ , OPEP lebih efektif

		dengan fibrosis kistik			daripada PEP biasa
4	Main et al., 2004	Anak-anak ventilator (n = 100)	Fisioterapi dada	Suction	↓ SaO ₂ , HCO ₃ , base excess sedikit; dampak klinis tidak signifikan
5	Holody & Goldberg, 2015	Dewasa akut (23–89 th), kebanyakan ventilator	Vibrasi mekanik	Sebelum intervensi	↑ PaO ₂ secara signifikan pada 30 dan 60 menit post-intervensi
6	Tang et al., 2010 (review)	Dewasa dengan eksaserbasi PPOK	Jalan kaki, PEP, IPPV	Tidak ada	Jalan kaki: ↑ PaO ₂ , ↓ PaCO ₂ ; teknik CPT lainnya: efek tidak konsisten
7	Elizabeth et al., 2017	Anak (1–204 bulan) dengan ventilator	Chest physiotherapy + suction	Suction saja	Tidak ada perbedaan signifikan pada PaO ₂ , PaCO ₂ , SaO ₂

Kajian ini menyeleksi tujuh artikel utama terbitan tahun 2002–2020, yang terdiri dari studi eksperimental, crossover, dan sistematik review, dengan karakteristik populasi yang mencakup pasien dewasa maupun anak-anak dalam kondisi rawat intensif atau ventilasi mekanik. Sampel pada masing-masing studi bervariasi, mulai dari 10 hingga 100 peserta, dengan rentang usia antara 1 bulan hingga 89 tahun.

Discussion

Chest physiotherapy atau CPT merupakan intervensi yang mencakup beberapa Teknik seperti perkusi, postural drainage, dan vibrasi yang bertujuan untuk membantu membersihkan jalan nafas karena penumpukan secret. Teknik pembersihan jalan nafas ini sangat penting pada pasien dengan kondisi hipersekresi lendir seperti cystic fibrosis, PPOK dan lainnya yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pertukaran gas (Tripathi & Sankari, 2025).

Melalui pembersihan secret, intervensi tersebut diharapkan dapat memperbaiki ventilasi alveolar dan oksigenasi darah (PaO₂ dan SaO₂) sekaligus membantu mengeliminasi CO₂. Beberapa studi menunjukkan bahwa chest physiotherapy dapat meningkatkan kapasitas ventilasi serta pertukaran gas darah (Martín-Núñez et al., 2023). Namun, bukti empiris tentang pengaruhnya pada komposisi gas darah (PaO₂, PaCO₂, dan SaO₂) masih beragam, tergantung pada Teknik yang digunakan dan populasi pasien. Berbagai studi melaporkan hasil yang berbeda, ada yang menyebutkan peningkatan oksigenasi dan pembersihan CO₂. Sementara yang lain tidak menemukan perubahan signifikan atau bahkan penurunan oksigenasi (Lagerkvist et al., 2006).

Chest physiotherapy (CPT) memiliki tujuan utama untuk meningkatkan efisiensi pertukaran gas melalui pengeluaran sekret, peningkatan ventilasi alveolar, dan perekrutan ulang area paru yang kolaps. Peningkatan ventilasi ini kemudian meningkatkan perbandingan ventilasi-perfusi (V/Q),

yang berujung pada peningkatan tekanan parsial oksigen (PaO_2) dalam darah arteri dan saturasi oksigen (SaO_2), serta membantu eliminasi karbon dioksida (menurunkan PaCO_2). Studi oleh Abdeen (Abdeen et al., 2020) pada pasien dewasa dengan ventilasi mekanik menunjukkan bahwa kombinasi teknik CPT (manual hyperinflation, vibrasi, suction, positioning, dan latihan ekstremitas) meningkatkan PaO_2 sebesar 5% dan menurunkan PaCO_2 sebesar 7.9% secara signifikan ($p < 0.001$), mengindikasikan perbaikan ventilasi dan oksigenasi secara simultan.

Demikian pula, Holody & Goldberg pada tahun 2015 (Holody & Goldberg⁴, n.d.) melaporkan peningkatan signifikan PaO_2 dalam 30 hingga 60 menit setelah pemberian vibrasi mekanik pada pasien dewasa dengan atelektasis atau pneumonia, tanpa perubahan signifikan pada PaCO_2 atau pH. Ini menunjukkan bahwa beberapa teknik CPT dapat memberikan efek oksigenasi akut meskipun ventilasi CO_2 tidak selalu berubah secara paralel. Namun, hasil tidak selalu konsisten. Misalnya, studi oleh Elizabeth tahun 2017 (Elizabeth et al., 2017) pada anak-anak yang mendapat ventilator menunjukkan tidak adanya perbedaan bermakna dalam parameter gas darah antara kelompok yang menerima CPT dan yang hanya menjalani suctioning ($p > 0.05$).

Namun efek CPT sangat bergantung pada teknik yang digunakan dan karakteristik pasien. Teknik seperti drainase postural dan perkusi justru menurunkan PaO_2 pada pasien dewasa non-produktif (tanpa dahak), diduga akibat terjadinya mismatch V/Q atau redistribusi perfusi yang tidak optimal. Studi Connors et al. (1980) melaporkan penurunan PaO_2 sebesar 16.8 mmHg setelah terapi, menandakan potensi efek merugikan bila terapi diberikan tanpa indikasi jelas. Sebaliknya, pada neonatus dengan distress pernapasan, kombinasi postural drainage dan perkusi menghasilkan peningkatan PaO_2 hingga 14.5 mmHg, karena kapasitas elastis paru yang masih tinggi dan respon baik terhadap mobilisasi secret (Elizabeth et al., 2017).

Teknik tradisional seperti postural drainage dan perkusi manual telah lama digunakan, namun efektivitasnya semakin dipertanyakan dalam konteks modern. Studi oleh Lagerkvist tahun 2006 (Lagerkvist et al., 2006) membandingkan teknik PEP standar dengan oscillating PEP (OPEP) pada pasien fibrosis kistik, dan menemukan bahwa OPEP lebih unggul dalam meningkatkan tekanan oksigen transkutan dan menurunkan karbon dioksida. Sebaliknya, studi Barker et al., 2002 menunjukkan bahwa kombinasi suction, positioning, dan manual hyperinflation hanya menghasilkan perubahan signifikan pada PaCO_2 , tanpa meningkatkan rasio $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$, yang mengindikasikan bahwa efek CPT tidak seragam antar komponen teknik yang digunakan.

Populasi pasien menjadi salah satu faktor kunci dalam efektivitas CPT terhadap komposisi gas darah. Studi oleh Tang pada tahun 2010 (Tang et al., 2010), melalui tinjauan sistematis pada pasien eksaserbasi akut PPOK, menyimpulkan bahwa hanya program jalan kaki yang secara konsisten memperbaiki PaO_2 dan menurunkan PaCO_2 . Ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan kemampuan mobilitas pasien dalam memilih intervensi CPT.

Sementara pada neonatus dengan distress pernapasan, seperti yang dilaporkan oleh Finer dan

Boyd (1978), respon terhadap perkusi sangat positif dengan peningkatan PO₂ sebesar 14,5 mmHg, memperkuat efektivitas CPT pada populasi bayi baru lahir dengan akumulasi sekret. (Main et al., 2004) pada 100 anak ventilator melaporkan hanya perubahan kecil yang signifikan dalam SaO₂, bikarbonat, dan base excess, tanpa efek klinis yang jelas.

Sebagian besar studi dalam 20 tahun terakhir menunjukkan bahwa CPT secara umum aman jika dilakukan dengan pemantauan yang tepat. (Abdeen et al., 2020) tidak menemukan efek samping berarti dalam intervensinya. Namun demikian, tidak semua intervensi CPT menghasilkan manfaat klinis yang bermakna. Bahkan, pada pasien dewasa tanpa produksi sputum, teknik postural drainage dan perkusi terbukti menurunkan PaO₂ secara bermakna, menunjukkan potensi efek samping berupa hipoksemia. Selain itu, keterbatasan pelaporan efek samping menjadi perhatian penting. Banyak studi tidak mencatat efek hemodinamik atau komplikasi jangka panjang, sehingga implikasi keamanannya masih belum sepenuhnya diketahui.

Limitation

Banyak penelitian saat ini memiliki keterbatasan metodologis. Sebagian besar studi bersifat observasional atau uji klinis kecil dengan sampel terbatas (misalnya 18–22 pasien saja) yang mengurangi kekuatan statistik dan generalisasi. Heterogenitas desain (perbedaan teknik, durasi, frekuensi terapi), populasi pasien (ventilasi vs non-ventilasi, dewasa vs anak) dan parameter hasil (tidak semua mengukur PaO₂, PaCO₂, SaO₂ dengan standar yang sama) mempersulit perbandingan antar studi. Selain itu, banyak uji klinis tidak membutuhkan penilai atau kontrol plasebo, sehingga potensi bias hasil tetap ada.

Karena itu dibutuhkan studi lanjutan dengan metodologi lebih ketat: uji acak terkontrol skala besar, protokol fisioterapi yang terstandarisasi, serta pengukuran hasil klinis dan parameter gas darah yang konsisten. Penelitian juga sebaiknya mencakup evaluasi efek samping jangka pendek dan jangka panjang, serta subanalisis pada subgrup pasien (misalnya pediatrik, pasien bedah kardiyak). Dengan data yang lebih komprehensif, keberadaan ataupun nilai tambah fisioterapi dada terhadap komposisi gas darah dapat diungkapkan dengan lebih pasti.

Conclusion

Teknik CPT yang dikombinasikan dengan Suction dan dilakukan oleh tenaga terlatih menunjukkan potensi besar dalam memperbaiki disfungsi gas darah secara akut. Namun dari sisi keamanan dan relevansi klinis, evaluasi risiko individu dan pemantauan ketat sangat dianjurkan, terutama pada pasien dengan risiko tinggi atau kondisi paru yang labil. Di samping itu, keterbatasan metodologis yang ditemui dalam mayoritas studi seperti ukuran sampel kecil, tidak adanya blinding, serta variasi teknik intervensi menjadi tantangan dalam menarik kesimpulan yang lebih generalis.

Maka dari itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan desain eksperimental yang kuat, populasi homogen, serta evaluasi luaran jangka panjang untuk menilai efek CPT terhadap fungsi respirasi secara menyeluruh.

Secara keseluruhan, fisioterapi dada dapat menjadi modalitas terapeutik yang efektif dalam meningkatkan oksigenasi dan memperbaiki ventilasi pada populasi tertentu, asalkan diterapkan secara tepat sasaran, berbasis bukti, dan dengan pertimbangan keamanan yang ketat. Pendekatan individualisasi terapi, integrasi dengan terapi medis lain dan pemantauan parameter gas darah secara berkelanjutan merupakan kunci keberhasilan intervensi ini dalam praktik klinis.

References

- Abdeen, H. A., Saad, ;, Elgendy, M., Nagy, ;, Nassef, L., & Soliman, Y. M. A. (2020). Acute Effect of Chest Physical Therapy on Arterial Blood Gases for Mechanical Ventilated Patients. In *Cairo Univ* (Vol. 88, Issue 4). www.medicaljournalofcairouniversity.net
- Anggoroningsih, O. Y., Vranada, A., Studi, P., & Keperawatan, M. (2025). PENGEMBANGAN APLIKASI VENTILATOR ASSOCIATED PNEUMONIA (VAP) RECORD. In *Journal of TSCNers* (Vol. 10). <http://ejournal.annurpurwodadi.ac.id/index.php/TSCNers>
- Barker, M., Guy's, S. A., & Thomas, S. (2002). An evaluation of a single chest physiotherapy treatment on mechanically ventilated patients with acute lung injury. In *Physiotherapy Research International* (Vol. 7, Issue 3).
- Elizabeth, M., Yoel, C., Ali, M., Loebis, M. S., Arifin, H., & Sianturi, P. (2017). Comparison of ventilation parameters and blood gas analysis in mechanically-ventilated children who received chest physiotherapy and suctioning vs. suctioning alone. *Paediatrica Indonesiana*, 56(5), 285. <https://doi.org/10.14238/pi56.5.2016.285-90>
- Hassan, A., Lai, W., Alison, J., Huang, S., & Milross, M. (2021). Effect of intrapulmonary percussive ventilation on intensive care unit length of stay, the incidence of pneumonia and gas exchange in critically ill patients: A systematic review. In *PLoS ONE* (Vol. 16, Issue 7 July). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255005>
- Hassan, W., & Elkhatieb, M. (2025). Adjusting Ventilator Settings Based on ABG Results. In *StatPearls*. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24136117>
- Holody, B., & Goldberg, H. S. (n.d.). *The Effect of Mechanical Vibration Physiotherapy on Arterial Oxygenation in Acutely III Patients with Atelectasis or Pneumonia 1-3*.
- Lagerkvist, A.-L., Hjalmarsen, O., Lagerkvist, A.-L. B., Sten, G. M., Redfors, S. B., & Lindblad, A. G. (2006). *Immediate changes in blood-gas tensions during chest physiotherapy with positive expiratory pressure and oscillating positive expiratory pressure in patients with cystic fibrosis*. <https://www.researchgate.net/publication/6789673>

- Longhini, F., Bruni, A., Garofalo, E., Ronco, C., Gusmano, A., Cammarota, G., Pasin, L., Frigerio, P., Chiumello, D., & Navalesi, P. (2020). Chest physiotherapy improves lung aeration in hypersecretive critically ill patients: A pilot randomized physiological study. *Critical Care*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03198-6>
- Main, E., Castle, R., Newham, D., & Stocks, J. (2004). Respiratory physiotherapy vs. suction: The effects on respiratory function in ventilated infants and children. *Intensive Care Medicine*, 30(6), 1144–1151. <https://doi.org/10.1007/s00134-004-2262-0>
- Martín-Núñez, J., Heredia-Ciuró, A., López-López, L., Calvache-Mateo, A., Hernández-Hernández, S., Valenza-Peña, G., & Valenza, M. C. (2023). Effect of Chest Physiotherapy on Quality of Life, Exercise Capacity and Pulmonary Function in Patients with Idiopathic Pulmonary Fibrosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Healthcare (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 22). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/healthcare11222925>
- Panjaitan, D. K., Sinatra, J., & Siahaan, D. L. (2021). LITERATURE REVIEW HUBUNGAN PENGGUNAAN VENTILATOR MEKANIK TERHADAP KEJADIAN VENTILATOR ASSOCIATED PNEUMONIA (VAP). In *Jurnal Kedokteran Methodist* (Vol. 14, Issue 1). <https://ejournal.methodist.ac.id/index.php/jkm/article/view/639>
- Reshia, F. A. A., Salameh, B., Alsadaan, N., Alqahtani, M., Ayed, A., Kassabry, M. F., & Abo Seada, A. I. (2023). Enhancing pulmonary function and arterial blood gas readings through immediate chest physiotherapy among extubated patients in ICU. *Journal of International Medical Research*, 51(11). <https://doi.org/10.1177/03000605231208600>
- S. Hamed, A., & El Din Mohamed, R. (2022). The effectiveness of chest physiotherapy on mechanically ventilated neonates with respiratory distress syndrome: a randomized control trial. *Journal of Medicine in Scientific Research*, 5(2), 129. https://doi.org/10.4103/jmisr.jmisr_87_21
- Sakundarno Adi, M., Pawelas Arso, S., Studi Magister Kesehatan Masyarakat-Konsentrasi Administrasi Rumah Sakit, P., Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, F., & Kariadi Semarang, R. (2020). Pencegahan Kejadian Ventilator-Associated Pneumonia (VAP) dengan Kepatuhan Pelaksanaan Bundle: Literature Review (Vol. 14, Issue 3).
- Spapen, H. D., Regt, J. De, & Honoré, P. M. (2017). Chest physiotherapy in mechanically ventilated patients without pneumonia—a narrative review. *Journal of Thoracic Disease*, 9(1), E44–E49. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.01.32>
- Tang, C. Y., Taylor, N. F., & Blackstock, F. C. (2010). Chest physiotherapy for patients admitted to hospital with an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (COPD): A systematic review. In *Physiotherapy* (Vol. 96, Issue 1, pp. 1–13). <https://doi.org/10.1016/j.physio.2009.06.008>

Tripathi, A. K., & Sankari, A. (2025). Postural Drainage and Vibration. In *StatPearls*.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/0>