



Perjalanan Udara dengan Penyakit Paru

Mc. Syaiful Ghazi Yamani¹, Indana Eva Ajmala², Salim S. Thalib², Prima Belia Fathana², Gemilang Khusnurrokhman²

¹ Program Pendidikan Dokter Spesialis Pulmonologi dan Kesehatan Respirasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

² Departemen Pulmonologi dan Kesehatan Respirasi, RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat, Mataram, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/7tj7c298>

Article Info

Received : March 6th, 2026

Revised : April 16th, 2026

Accepted : May 14th, 2026

Abstract: Perjalanan udara pada umumnya aman bagi individu sehat, namun pada pasien dengan penyakit pernapasan diperlukan pertimbangan medis yang cermat karena paparan hipoksia hipobarik setara ketinggian kabin hingga 2438 m dapat memicu hipoksemia bermakna. Gangguan pernapasan menyumbang sekitar 12% dari seluruh keadaan darurat medis dalam penerbangan dan menjadi salah satu penyebab utama pengalihan penerbangan. Sebagian besar kejadian tersebut berkaitan dengan kondisi medis yang telah ada sebelumnya. Oleh karena itu, skrining dan evaluasi pra-penerbangan yang sistematis menjadi strategi penting untuk mencegah komplikasi selama dan setelah perjalanan udara.

Keywords: Perjalanan Udara, Hypoxic Challenge Test, Oksigen dalam Penerbangan

Citation: Yamani, M. S. G., Ajmala, I. E., Thalib, S. S., Fathana, P. B., & Khusnurrokhman, G. (2026). Perjalanan Udara dengan Penyakit Paru. *Lombok Medical Journal*, 5 (2), 95-104. Doi: <https://doi.org/10.29303/7tj7c298>

Pendahuluan

Meskipun perjalanan udara umumnya aman bagi penderita penyakit pernapasan yang telah dievaluasi oleh spesialis paru, keputusan untuk melakukan perjalanan udara tidak boleh dianggap mudah. Penerbangan yang dialihkan menimbulkan biaya dan ketidaknyamanan, dan pasien yang kondisinya memburuk selama penerbangan dapat menimbulkan tantangan besar bagi awak maskapai dan penumpang lainnya (Coker et al., 2022).

Risiko terbang relatif rendah bagi individu yang sehat. Namun, efek awal hipoksemia yang tidak terdiagnosis biasanya bersifat samar, dengan penurunan fungsi kognitif dan gejala ringan lainnya yang terjadi beberapa waktu sebelum kejadian klinis yang signifikan, seperti nyeri dada, sesak napas, kejang, dan kehilangan kesadaran. Keadaan darurat medis terjadi pada 1 dari 604 penerbangan dan 1 dalam 30.000 penumpang. Penyakit pernapasan menyumbang sekitar 12% dari keadaan darurat tersebut, diikuti oleh sinkop, gejala jantung, stroke, dan henti jantung. Sekitar 65% keadaan darurat diakibatkan oleh kondisi medis yang

sudah ada sebelumnya. Pengalihan penerbangan terjadi dalam 7–11% kasus darurat medis, mengakibatkan biaya finansial dan hukum. Skrining pra-penerbangan diharapkan dapat mengurangi kejadian buruk dalam penerbangan. Risiko medis penerbangan tidak berhenti setelah tiba di tujuan. Masalah kesehatan juga sering muncul setelah penerbangan, dengan 20% pasien yang mengalami masalah pernapasan memerlukan layanan kesehatan tambahan dalam bulan pertama setelah terbang (Ergan et al., 2018).

Telah terjadi perkembangan pada perjalanan udara dengan penyakit paru di tiga bidang utama selama dekade terakhir. Yang pertama adalah mendefinisikan secara tepat nilai dan peran tes tantangan hipoksia / hypoxic challenge test (HCT). Termasuk memeriksa keakuratan parameter fungsi paru lain yang lebih rutin tersedia, dalam memprediksi hipoksemia selama perjalanan udara. HCT bisa mahal dalam hal peralatan dan bahan habis pakai; dan membutuhkan waktu tambahan bagi pemeriksa. HCT 'negatif' (di mana oksigen dalam penerbangan dianggap tidak perlu) membutuhkan waktu sekitar 30 menit; jika

Email:

titrasi oksigen diperlukan, dibutuhkan sekitar 60 menit. Sebaliknya, spirometri membutuhkan 20 menit, dan tes jalan 30 menit. Hasil penilaian tersebut mungkin sudah tersedia sebagai bagian dari pemeriksaan rutin.(Coker et al., 2022) Perkembangan kedua adalah meningkatnya pengakuan bahwa, meskipun penelitian awal di bidang ini berfokus pada pasien dengan penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), kelompok pasien lain mungkin merespons secara berbeda terhadap hipoksemia terkait ketinggian. Meskipun data masih terbatas, bukti yang tersedia tampaknya tidak lagi mendukung pendekatan 'satu ukuran untuk semua'(Ergan et al., 2018).

Terakhir, peralatan yang digunakan untuk memberikan oksigen telah berubah secara signifikan selama dekade terakhir, dengan ketersediaan konsentrator oksigen portabel / portable oxygen concentrator (POC) yang jauh lebih banyak. Jika POC akan digunakan dalam penerbangan, peralatan tersebut harus disetujui oleh maskapai penerbangan sebelum perjalanan. Sekarang ada berbagai macam perangkat tersebut, yang menyediakan berbagai laju aliran dan mode pemberian, dan tidak semuanya cocok untuk semua pasien(Coker et al., 2022).

Pemeriksaan Paru Sebelum Penerbangan

Perjalanan udara adalah salah satu pilihan yang paling disukai untuk bepergian ke seluruh dunia. Dilaporkan bahwa total 4 miliar penumpang melakukan perjalanan udara pada tahun 2017. Meskipun perjalanan udara dianggap relatif aman bagi orang yang sehat, beberapa populasi tertentu mungkin rentan terhadap risiko kesehatan selama penerbangan(Ergan et al., 2019).

Keadaan darurat medis terjadi setiap 604 penerbangan. Masalah pernapasan mencakup sekitar 12% dari semua keadaan darurat dalam penerbangan, dan dilaporkan sebagai penyebab pengalihan rute penerbangan akibat medis ketiga yang paling sering terjadi. Sebagian besar keadaan darurat dalam penerbangan tersebut, sekitar 65%, terkait dengan kondisi medis yang sudah ada sebelumnya, di mana 21% di antaranya adalah masalah pernapasan(Ergan et al., 2019).

Beberapa penyakit paru yang dipertimbangkan saat akan melakukan penerbangan udara:

- Obstruksi aliran udara termasuk asma dan PPOK.
- Bronkiektasis
- Penyakit pernapasan restriktif termasuk penyakit paru interstisial (ILD), gangguan otot pernapasan dan dinding dada.
- Bedah toraks atau prosedur intervensi lainnya.
- Pneumotoraks
- Sindrom apnea tidur obstruktif (OSAS)

- Tromboembolisme vena (VTE).
- Hipertensi paru (PH).
- Kanker paru dan mesotelioma(Coker et al., 2022).

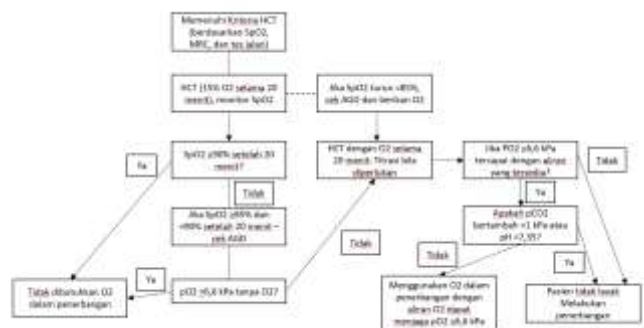
Oksimetri adalah tes skrining termudah dan biasanya yang pertama. Selanjutnya pemeriksaan spirometri terutama pada pasien dengan penyakit paru akut atau kronis yang diketahui, atau dengan gejala yang menunjukkan penyakit paru. Namun, parameter fungsi paru dalam banyak kasus kurang akurat dalam memprediksi hipoksemia atau komplikasi. Selain spirometri, 6 minute walking test (6MWT) dan shuttle walking test (SWT) dapat bermanfaat. Nilai dasar tidak dapat memprediksi hipoksemia dalam penerbangan secara andal pada sejumlah kondisi pernapasan tetapi perubahan SpO₂ selama 6MWT dan SWT mungkin berkorelasi dengan hasil HCT pada PPOK, interstitial lung disease (ILD), dan deformitas dinding dada. Tes jalan kaki tidak dapat memprediksi laju aliran oksigen yang dibutuhkan selama penerbangan, tetapi dapat membantu dalam pengambilan keputusan mengenai siapa yang memerlukan penilaian lebih lanjut. Tes jalan kaki tidak selalu praktis. Data dari satu studi kecil pada PPOK menunjukkan bahwa skor MRC dapat membantu memprediksi kemungkinan desaturasi saat berolahraga. Dari sini, tampaknya pasien dengan PPOK, skor MRC 1 atau 2 dan saturasi oksigen istirahat >95% biasanya tidak memerlukan pengujian lebih lanjut sebelum perjalanan udara. Jika masih ada kekhawatiran, tes jalan kaki dapat membantu memutuskan apakah HCT diperlukan. Pada pasien PPOK yang menjalani 6MWT atau SWT dan tidak mengalami desaturasi di bawah 84%, oksigen selama penerbangan tidak diperlukan dan mereka tidak memerlukan HCT(Ergan et al., 2018).

Pengujian Tantangan Hipoksia

HCT dilakukan menggunakan campuran gas inspirasi yang mengandung 15% oksigen, yang memberikan tekanan oksigen inspirasi (PO₂) yang hampir sama dengan udara pernapasan pada ketinggian tekanan kabin maksimum yang diizinkan (2438 m atau 8000 kaki). Pendekatan terdekat dengan kondisi kabin pesawat melibatkan paparan simulasi ketinggian di ruang hipobarik, tetapi ruang tersebut tidak selalu tersedia. Pengganti yang wajar adalah HCT normobarik, yang dijelaskan oleh Gong dkk. pada pasien dengan obstruksi aliran udara kronis. Ini menilai respons terhadap hipoksemia yang dicapai dengan menghirup campuran gas hipoksia di permukaan laut. Berbagai metode pemberian gas hipoksia menghasilkan hasil yang setara dengan tes di ruang hipobarik atau selama penerbangan sebenarnya pada orang dewasa dengan PPOK. Pasien biasanya menghirup campuran gas hipoksia selama 20 menit, atau sampai SpO₂ mencapai

85%. Meskipun ini lebih singkat daripada penerbangan komersial terpendek, keseimbangan oksigenasi biasanya tercapai dalam waktu ini. Pasien disarankan untuk menggunakan oksigen dalam penerbangan jika PaO₂ turun di bawah 6,6 kPa (<50 mm Hg) atau SpO₂ tetap <85%.(Ergan et al., 2018)

Tes hipoksia (HCT) digunakan untuk membantu memutuskan apakah penumpang dengan penyakit pernapasan membutuhkan oksigen dalam penerbangan dan pada laju aliran berapa. Tes ini tidak menilai kesesuaian untuk perjalanan udara, meskipun reputasinya sebagai tes 'kesesuaian untuk terbang'. 'Tes oksigen pra-penerbangan' adalah deskripsi yang lebih akurat. Sebagian besar pasien tidak memerlukan HCT sebagai bagian dari penilaian medis pra-penerbangan, dan seharusnya tidak ada tekanan pada dokter untuk mengatur, atau profesional kesehatan untuk melakukan, HCT yang tidak perlu.(Ergan et al., 2019)



Gambar 1. Pemeriksaan dan Interpretasi HCT(Coker et al., 2022).

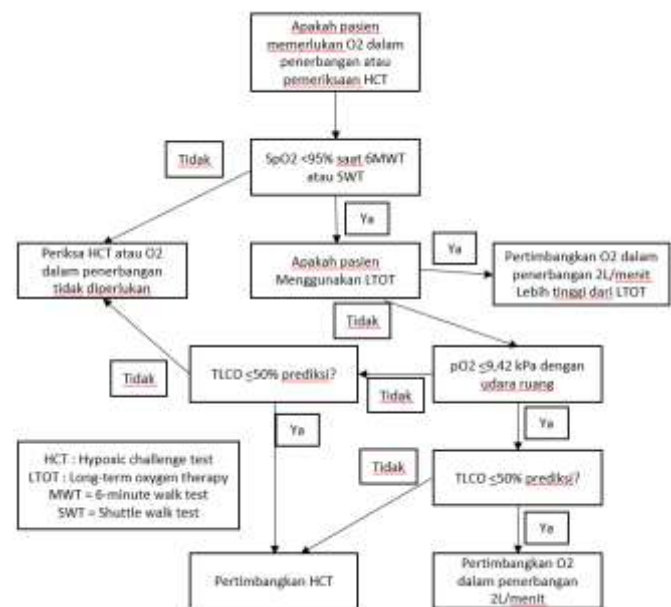
Respons fisiologis terhadap hipoksia hipobarik (PaO₂ <8 kPa) adalah peningkatan ventilasi. Perubahan pola pernapasan dapat berdampak buruk pada mekanika paru, yang dapat semakin terganggu oleh ekspansi gas, mengurangi kapasitas vital dan meningkatkan volume residu. Peningkatan dorongan ventilasi kemungkinan akan terbatas pada penerbangan komersial, tetapi peningkatan ventilasi yang moderat dapat menghabiskan cadangan ventilasi yang sudah berkurang. Konsensus umum adalah merekomendasikan oksigen dalam penerbangan jika PaO₂ diprediksi turun di bawah 6,6 kPa (50 mm Hg) atau SpO₂ di bawah 85% dalam penerbangan. Terdapat sedikit bukti berkualitas tinggi yang mendukung nilai ambang batas ini, tetapi nilai PaO₂ ini memastikan bahwa SpO₂ tetap berada di atas bagian curam dari kurva disosiasi oksihemoglobin. Beberapa penulis menganggap 6,6 kPa mewakili batas aman bawah untuk hipoksemia, karena PVR meningkat tajam sebagai respons terhadap pO₂ arteri di bawah level ini, dengan potensi peningkatan akut beban setelah ventrikel kanan

dan disfungsi ventrikel kanan. Karena banyak pasien dengan PPOK memiliki komorbiditas jantung, hipoksemia pada pasien ini dapat memicu iskemia jantung; hal ini tidak mungkin terjadi pada mereka yang menderita penyakit stabil dalam kelas fungsional NYHA I atau II (tidak ada atau sedikit keterbatasan aktivitas fisik). Dengan tidak adanya bukti baru yang bertentangan, ambang batas PaO₂ sebesar 6,6 kPa selama HCT tampaknya masuk akal(Coker et al., 2022).

HCT harus dipertimbangkan untuk pasien-pasien berikut:



Gambar 2. Penilaian pasien sebelum terbang dengan obstruksi kronis saluran nafas(Coker et al., 2022).



Gambar 3. Penilaian pasien sebelum terbang dengan penyakit paru restriksi(Coker et al., 2022).

- Pasien dengan PPOK dengan SpO₂ istirahat $\leq 95\%$, skor MRC 3 atau lebih tinggi, atau desaturasi hingga $< 84\%$ pada 6MWT, dan yang memiliki kekhawatiran mengalami hiperkapnia.
- Dewasa dan anak-anak dengan asma berat, yang dibuktikan dengan gejala yang menetap dan/atau eksaserbasi yang sering meskipun telah mendapatkan pengobatan optimal, terlepas dari SpO₂ istirahat di permukaan laut.
- Pasien denganILD yang SpO₂-nya turun hingga $< 95\%$ saat berolahraga, dan tekanan oksigen arteri (PaO₂) istirahat di permukaan laut $\leq 9,42$ kPa atau TLCO $\leq 50\%$.
- Mereka yang mengalami kelemahan otot pernapasan berat atau deformitas dinding dada di mana kapasitas vital paksa (FVC) < 1 L.
- Mereka yang memiliki hiperkapnia yang sudah ada atau sebelumnya dan mereka yang berisiko mengalami hiperkapnia, termasuk mereka yang mengonsumsi obat-obatan yang dapat menyebabkan depresi pernapasan.
- Pasien dengan riwayat gagal napas tipe 2 yang sudah menjalani LTOT di permukaan laut. Namun, jika tidak ada bukti hiperkapnia, tampaknya masuk akal untuk merekomendasikan peningkatan laju aliran oksigen sebesar 2 L/menit selama penerbangan (Coker et al., 2022).
- Obat-obatan darurat, termasuk inhaler salbutamol dan alat bantu pernapasan (spacer), harus segera tersedia.
- Individu yang diresepkan auto-injektor epinefrin harus selalu menyediakannya.
- Untuk eksaserbasi akut di dalam pesawat, inhaler bronkodilator milik penumpang sendiri harus diberikan, dengan alat bantu pernapasan (spacer) jika diperlukan.
- Penumpang harus memberi tahu awak kabin jika gejala tidak merespons dengan cepat terhadap penggunaan inhaler, atau jika gejala tersebut kambuh setelah interval waktu yang singkat.
- Alergi makanan memengaruhi hingga 8,5% anak-anak dan orang dewasa dengan asma dan asma merupakan faktor risiko anafilaksis berat atau fatal. Tindakan pencegahan yang tepat bagi mereka yang terkena dampak termasuk membersihkan meja dan tangan, memberi tahu maskapai penerbangan sebelumnya dan awak kabin tentang alergi, dan tidak makan selama penerbangan atau membawa makanan yang diketahui 'aman' dari rumah (Walsh & Flaherty, 2021).

Pertimbangan Penyakit/Kondisi Asma

Sebagian besar penumpang dengan asma akan memiliki penyakit yang relatif ringan dan tidak memerlukan HCT. Namun, HCT harus dipertimbangkan untuk mereka yang menderita asma berat, terlepas dari saturasi oksigen permukaan laut dasar. Dalam studi retrospektif terhadap 37 orang dewasa dengan asma berat (sebagaimana didefinisikan dalam pedoman Asma BTS/SIGN) yang menjalani HCT, dua pertiga yang memenuhi kriteria untuk penggunaan oksigen dalam penerbangan pada HCT memiliki saturasi oksigen permukaan laut dasar $> 95\%$ (Coker et al., 2022).

Poin Praktik Klinis:

- Kondisi pasien harus dioptimalkan sebelum perjalanan, dengan memperhatikan teknik penggunaan inhaler dan rujukan untuk berhenti merokok jika diperlukan.
- Semua obat-obatan dan alat bantu pernapasan (spacer) harus dibawa dalam bagasi kabin untuk mengurangi risiko kehilangan atau tidak sampainya bagasi terdaftar.

Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK)

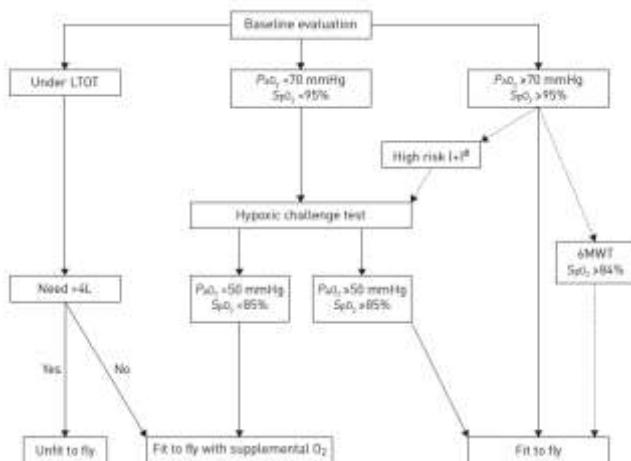
Dibandingkan dengan individu sehat, penumpang dengan PPOK sedang hingga berat memiliki risiko lebih tinggi mengalami hipoksemia signifikan selama perjalanan udara. Orang yang sudah memiliki PaO₂ yang rendah akan mengalami penurunan PaO₂ lebih lanjut, yang mungkin berada di bawah batas kritis. Cadangan fisiologis pasien menentukan tingkat hipoksemia. Secara teoritis, hiperkapnia menunjukkan cadangan paru yang buruk pada PPOK dan pasien yang memiliki tekanan karbon dioksida arteri (PaCO₂) yang tinggi mungkin mengalami hipoksemia yang lebih parah selama penerbangan. Namun, masalah ini masih kontroversial karena data yang terbatas. Baik simulasi maupun studi penerbangan menunjukkan bahwa PaCO₂ menurun sebagai respons terhadap hiperventilasi yang disebabkan oleh hipoksemia. Hiperventilasi yang disebabkan oleh hipoksemia, pada gilirannya, dapat mengakibatkan hiperinflasi dan, oleh karena itu, peningkatan tekanan akhir ekspirasi positif intrinsik, yang terutama bertanggung jawab atas kelelahan otot pernapasan pada PPOK berat terutama selama penerbangan jarak jauh (Ergan et al., 2018; Widiasari et al., 2024).

Pasien dengan PPOK yang merencanakan perjalanan udara perlu dievaluasi dengan cermat, tidak hanya karena penyakit pernapasan mereka, tetapi juga

karena tingkat komorbiditas mereka yang tinggi. Gejala pernapasan pada penderita PPOK umum terjadi selama perjalanan udara, tetapi Edvardsen dkk telah menunjukkan bahwa HCT tidak memprediksi gejala pernapasan selama perjalanan udara pada pasien dengan PPOK sedang hingga sangat berat. Mereka menyarankan bahwa eksaserbasi komorbiditas seperti penyakit kardiovaskular (penyebab kematian paling umum pada PPOK) adalah konsekuensi paling mengancam dari hipoksemia berat. Hal ini konsisten dengan data yang menunjukkan risiko aritmia jantung dan nyeri dada iskemik pada pasien PPOK yang tidak mampu merespons stres fisiologis perjalanan udara (Ergan et al., 2019; Khan et al., 2022).

Poin Praktik Klinis:

- Kondisi pasien harus dioptimalkan sebelum perjalanan, dengan memperhatikan teknik penggunaan inhaler dan rujukan penghentian merokok.
- Semua obat-obatan dan alat bantu pernapasan (spacer) harus dibawa di bagasi kabin untuk mengurangi risiko kehilangan bagasi terdaftar.
- Obat-obatan darurat, termasuk inhaler salbutamol dan spacer, harus segera tersedia (Bloch et al., 2023; Coker et al., 2022).



Gambar 4. Penilaian pasien sebelum terbang dengan PPOK. (Ergan et al., 2018)

Bronkiektasis

- Sebagian besar penderita bronkiektasis dapat bepergian dengan aman untuk liburan atau bisnis.
- Sebaiknya hindari bepergian selama periode penyakit yang tidak stabil, seperti selama eksaserbasi.
- Penderita bronkiektasis sebaiknya menghindari bepergian ke tempat-tempat dengan tingkat polusi udara yang tinggi.

- Penderita bronkiektasis sebaiknya menghindari bepergian ke tempat-tempat dengan prevalensi NTM yang tinggi (misalnya Hawaii, AS).
- Saat bepergian, disarankan agar penderita bronkiektasis tetap melanjutkan pengobatan rutin mereka dan mengatur agar membawa cukup obat dan peralatan untuk durasi perjalanan mereka.
- Penderita bronkiektasis yang sering mengalami eksaserbasi harus berkonsultasi dengan spesialis mereka mengenai membawa antibiotik untuk digunakan jika terjadi eksaserbasi saat bepergian.
- Kebutuhan oksigen selama penerbangan komersial harus diprediksi sebelum penerbangan.
- Pada orang dengan FEV1 <55% prediksi atau saturasi oksigen <93% di udara ambien, tes inhalasi hipoksia harus dilakukan.
- Pada orang dengan FEV1 <1,5 L, tes inhalasi hipoksia harus dilakukan. (Shteinberg et al., 2019)

Penyakit Paru Interstitial

Seperti individu dengan keterbatasan aliran udara, pasien denganILD, termasuk fibrosis paru, merespons hipoksemia di ketinggian dengan peningkatan denyut jantung dan ventilasi per menit. Pada penyakit yang parah, kemampuan untuk meningkatkan ventilasi per menit terbatas dan hipoksemia yang dihasilkan dapat sangat nyata. Namun, tidak seperti PPOK, di mana banyak pasien tampaknya mampu mentolerir hipoksia, pasien denganILD mungkin memiliki penyakit akut atau subakut dan kurang mampu menahan hipoksia. Terdapat lebih sedikit studi relevan yang tersedia padaILD, dan jumlah pasien lebih kecil dibandingkan pada studi PPOK (Barratt et al., 2018).

Dua studi pada pasien denganILD (masing-masing n=15 dan 10) telah menunjukkan bahwa saturasi oksigen di permukaan laut tidak dapat memprediksi hasil HCT secara andal, dan bahwa saturasi oksigen menurun secara signifikan setelah latihan ringan yang dilakukan dalam kondisi hipoksia normobarik. Temuan ini konsisten dengan temuan dari UK Flight Outcomes Study, sebuah studi observasional prospektif terhadap 431 pasien termasuk 186 pasien denganILD. Studi ini menunjukkan bahwa baik FEV1 maupun SpO2 di permukaan laut tidak dapat memprediksi desaturasi di ketinggian secara andal, dan bahwa pasien denganILD lebih mungkin daripada pasien lain untuk memerlukan perawatan kesehatan yang tidak terjadwal untuk kejadian pernapasan dalam waktu 4 minggu setelah perjalanan udara (Coker et al., 2022).

Barratt dkk meneliti nilai prediktif berbagai parameter untuk hasil HCT pada 106 pasien ILD (69 dengan IPF). Hanya parameter gabungan TLCO >50% prediksi dan PaO₂ permukaan laut >9,42 kPa yang secara independen memprediksi keberhasilan hasil HCT. Dari analisis subset 88 pasien dengan data lengkap yang tersedia, para penulis mengusulkan algoritma pra-penerbangan baru untuk pasien dengan ILD dengan sensitivitas 86% dan spesifisitas 84%. Pada pasien dengan PaO₂ permukaan laut ≤9,42 kPa dan TLCO ≤50% prediksi, oksigen dalam penerbangan direkomendasikan tanpa perlu melakukan HCT diagnostik awal. HCT untuk titrasi laju aliran oksigen yang dibutuhkan di pesawat tetap disarankan. Untuk pasien dengan TLCO ≤50% atau PaO₂ ≤9,42 kPa, HCT diagnostik disarankan. Pendekatan yang menjanjikan ini memerlukan validasi lebih lanjut dalam kohort prospektif yang lebih besar dari pasien dengan ILD, sebaiknya didukung oleh hasil yang dilaporkan pasien dari penerbangan sebenarnya (Barratt et al., 2018; Robertson et al., 2025).

Poin Praktik Klinis:

- Pada pasien dengan komorbiditas, termasuk PH dan/atau penyakit kardiovaskular, perhatian juga harus diberikan pada dampak perjalanan udara terhadap kondisi ini.
- Dokter mungkin ingin mempertimbangkan HCT pada mereka yang SpO₂-nya turun menjadi <95% saat berolahraga, dan/atau pada mereka yang memiliki Transfer Factor of the Lung for Carbon Monoxide (TLCO) ≤50% atau PaO₂ ≤9,42 kPa.
- Pasien dengan TLCO <50% dari nilai prediksi atau PaO₂ ≤9,42 kPa kemungkinan membutuhkan oksigen dalam penerbangan. Jika tidak ada kekhawatiran tentang hiperkapnia, mungkin masuk akal untuk merekomendasikan 2 L/menit tanpa menggunakan HCT. Pada mereka yang memiliki kekhawatiran tentang retensi CO₂, titrasi HCT disarankan untuk menentukan laju aliran oksigen (Coker et al., 2022).

Bedah Toraks, Termasuk Prosedur VATS

Dengan tidak adanya bukti yang dipublikasikan, kami menganjurkan interval waktu minimum yang konservatif dan aman, dengan catatan bahwa terbang lebih cepat setelah prosedur tersebut mungkin dimungkinkan dan/atau diinginkan, tetapi hal ini harus disepakati dengan ahli bedah dan didiskusikan dengan maskapai penerbangan. Setidaknya dua pusat di Inggris secara independen menyarankan untuk tidak melakukan perjalanan udara yang tidak penting selama 4 minggu setelah pelepasan drainase. Jika perjalanan udara sangat penting,

penundaan minimal 2 minggu disarankan, tergantung pada jenis operasi dan saran dokter bedah (Coker et al., 2022).

Poin Praktik Klinis:

- Pendapat ahli bedah atau intervensi harus diperoleh sebelum pasien melakukan perjalanan udara. Pasien, para profesional, dan pengasuh mereka harus menyadari bahwa hal ini dapat mengakibatkan penundaan selama 4 minggu untuk perjalanan udara yang tidak penting dan 2 minggu untuk perjalanan udara yang penting.
- Penilaian klinis pasien yang cermat diperlukan. Ini harus mencakup pertimbangan status dasar mereka termasuk komorbiditas, SpO₂, komplikasi pasca prosedur seperti infeksi dan/atau nyeri, durasi penerbangan, dan tujuan (Coker et al., 2022).

Prosedur Bronkoskopi

Risiko yang terkait dengan perjalanan udara tidak hanya berupa kemungkinan pneumotoraks, tetapi juga efek sedasi, perburukan gejala yang sudah ada atau gejala baru seperti batuk, suara serak, hemoptisis dan dispnea, infeksi saluran pernapasan, dan konsekuensi aritmia yang diamati selama prosedur (Coker et al., 2022).

Poin Praktik Klinis:

- Pendapat dokter intervensi harus diperoleh sebelum pasien melakukan perjalanan udara.
- Pasien harus stabil secara klinis sebelum melakukan perjalanan.
- Setelah bronkoskopi intervensi termasuk Aspirasi Jarum Transbronkial (TBNA), Biopsi Paru Transbronkial (TBB), Bronkoskopi Ultrasonik Endobronkial (EBUS) dan pemasangan katup endobronkial, pasien tanpa pneumotoraks yang terlihat pada rontgen dada pasca-prosedur harus menunggu 1 minggu sebelum melakukan perjalanan udara.
- Setelah bronkoskopi intervensi termasuk TBNA, TBB, dan EBUS, mereka yang mengalami pneumotoraks yang terlihat pada rontgen dada pasca-prosedur harus menunggu 1 minggu setelah resolusi pada rontgen dada sebelum melakukan perjalanan udara (Coker et al., 2022).

Pneumotoraks

Pada individu dengan pneumotoraks yang telah diobati, paparan ketinggian menimbulkan risiko kekambuhan. Pedoman Penyakit Pleura BTS 2010 menyatakan bahwa pasien "...harus diwaspadai terhadap penerbangan komersial... sampai resolusi

penuh pneumotoraks telah dikonfirmasi oleh rontgen dada". Pedoman ini menyatakan bahwa pasien harus menunggu seminggu setelah resolusi pneumotoraks sebelum terbang. Terdapat bukti yang lebih baru dan terbatas yang menunjukkan bahwa dalam kasus pneumotoraks traumatik, perjalanan udara 72 jam setelah pelepasan drainase dada dengan inflasi paru-paru penuh mungkin aman. Sebuah studi observasional prospektif terhadap 20 pasien dengan pneumotoraks traumatik residual kecil, yang terpapar hipoksia hipobarik selama 2 jam menunjukkan tidak ada efek klinis yang signifikan meskipun ekspansi hingga 171%. Namun, data tersebut harus ditafsirkan dengan hati-hati mengingat jumlah yang kecil, ukuran pneumotoraks yang kecil dalam setiap kasus, dan durasi paparan hipobarik yang terbatas. Data tersebut tidak cukup kuat untuk membenarkan pengesampingan pedoman BTS saat ini (Coker et al., 2022; Kashtan et al., 2024).

Meskipun rekomendasi saat ini dari banyak perkumpulan medis adalah bahwa perjalanan penerbangan harus ditunda hingga 1-2 minggu setelah resolusi lengkap pneumotoraks. Rekomendasi untuk menunggu 1-2 minggu setelah resolusi pneumotoraks tampaknya terlalu konservatif. Rekomendasi dari Alaskan Native Medical Center, yang memberikan izin penerbangan jika rontgen dada ulang 24-48 jam setelah pelepasan selang dada menunjukkan kondisi stabil, merupakan pendekatan yang realistis. Namun, rekomendasi ini paling tepat untuk pasien yang sehat dengan cadangan paru yang memadai. Bagi pasien yang mengalami kesulitan oksigenasi setelah trauma atau operasi, bentuk transportasi yang berbeda mungkin lebih bermanfaat (Kashtan et al., 2024).

Infeksi Virus

Meskipun infeksi virus dapat ditularkan di dalam pesawat, seperti di lingkungan mana pun di mana orang berada dalam jarak dekat untuk jangka waktu yang lama, data yang tersedia menunjukkan bahwa hal ini tidak umum terjadi pada pesawat komersial modern. Hal ini mungkin mencerminkan kurangnya kontak tatap muka, penghalang yang diberikan oleh sandaran kursi, dan karakteristik aliran udara kabin di dalam pesawat, yang tidak dari depan ke belakang. Virus berada dalam kisaran ukuran partikel yang ditangkap oleh filter HEPA pada pesawat komersial modern, yang mirip dengan yang digunakan di rumah sakit. Penularan melalui penyebaran tetesan, termasuk melalui fomit, berlaku untuk semua lingkungan. Hal ini dapat dikurangi dengan penumpang mengenakan masker, sering menggunakan pembersih tangan dan tisu disinfektan untuk permukaan keras, dan dengan pembersihan mendalam kabin pesawat secara teratur. Risiko infeksi di fasilitas bandara saat keberangkatan, selama transit, dan saat

kedatangan juga harus dipertimbangkan. Praktik kebersihan yang lebih umum, seperti mencuci tangan dan menutup mulut dan hidung saat batuk atau bersin, juga telah terbukti mengurangi penyebaran infeksi virus (Ravikoti et al., 2025).

Poin praktik Klinis:

- Pasien dengan infeksi yang sangat menular termasuk campak, cacar air, gondongan, SARS, sindrom pernapasan Timur Tengah (MERS) atau COVID-19 tidak boleh bepergian sampai mereka dianggap tidak menular.
- Penumpang harus memahami peraturan nasional dan internasional terkini terkait perjalanan udara, yang harus selalu dipatuhi (Ravikoti et al., 2025).

Tuberkulosis

WHO menyediakan informasi komprehensif tentang risiko perjalanan udara dengan TB. Risiko ditentukan oleh dua faktor: apakah basil tahan asam ada pada apusan sampel pernapasan, atau apusan dahak positif kultur; dan apakah ada resistensi obat. Pasien dengan apusan dahak atau kultur positif dianggap berpotensi menular (Jo et al., 2020).

Poin Praktik Klinis:

- Pasien dengan hasil pemeriksaan dahak positif tidak boleh terbang sampai mereka memberikan dua sampel dahak negatif selama pengobatan.
- Mereka yang memulai pengobatan untuk tuberkulosis paru (TB), di mana belum semua informasi tersedia, sebaiknya tidak bepergian dengan pesawat selama 2 minggu pertama.
- Untuk pasien dengan TB resisten multidrug/resisten obat ekstensif (MDR/XDR), perjalanan dilarang sampai dua sampel kultur negatif telah dihasilkan dan ada bukti klinis perbaikan selama pengobatan.
- TB ekstrapulmoner biasanya tidak memerlukan tindakan pencegahan tambahan sebelum perjalanan udara (Jo et al., 2020).

Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS)

Panduan terbaru yang tersedia menyatakan bahwa bagi pasien dengan OSAS, potensi risiko selama perjalanan udara komersial adalah memburuknya hipoksemia saat tidur, dan memburuknya jet lag dengan potensi efek buruk pada mengemudi. Data mengenai risiko bagi penumpang dengan OSAS selama perjalanan udara masih terbatas. Beberapa data menunjukkan adanya risiko kejadian kardiovaskular dan kejadian buruk lainnya pada kelompok ini ketika menginap di destinasi dataran tinggi. Hipoksia hipobarik dapat memicu apnea sentral selain kejadian obstruktif, yang

dapat menyebabkan takikardia, aritmia jantung, dan hipertensi sistemik. Namun, belum jelas seberapa cepat respons ini berkembang, dan oleh karena itu apakah temuan tersebut relevan dengan perjalanan udara.

Menggunakan pengujian simulasi ruang hipobarik, penelitian telah menunjukkan bahwa ada hubungan antara hipoksemia, penurunan waktu tidur, dan peningkatan frekuensi hipopnea pada pasien dengan OSAS yang terpapar ketinggian tinggi secara akut. Terdapat efek buruk lebih lanjut pada tidur dan OSAS jika alkohol atau obat penenang dikonsumsi (Coker et al., 2022).

Poin Praktik Klinis:

- Penerbangan siang hari disarankan jika memungkinkan.
- Pasien harus disarankan untuk membawa alat tekanan udara positif kontinu (CPAP) mereka sebagai bagasi kabin, dan surat dari rumah sakit yang menyatakan bahwa pasien menggunakan CPAP.
- Perencanaan dan persiapan yang cermat diperlukan, dan penggunaan alat CPAP milik pasien sendiri disarankan.
- Alkohol dan obat penenang harus dihindari dalam 12 jam sebelum dan selama perjalanan udara.
- Pasien harus menggunakan alat CPAP mereka di dalam pesawat jika mereka melakukan perjalanan semalaman, dan menghindari tidur selama penerbangan siang hari.
- Perlu mempertimbangkan pengaturan alat dan apakah penyesuaian diperlukan untuk pengoperasian di ketinggian.
- Persetujuan maskapai penerbangan untuk pengangkutan dan penggunaan alat, termasuk spesifikasi baterai, harus diperoleh sebelum perjalanan.
- Perlu mempertimbangkan seluruh perjalanan. Jika mengemudi diperlukan pada hari berikutnya, menginap semalaman di tempat tujuan mungkin disarankan. Pasien disarankan untuk tidak mengemudi jika lelah dan mengantuk (Coker et al., 2022).

Gangguan Otot Pernapasan dan Dinding Dada

Direkomendasikan agar individu dengan kelemahan otot pernapasan yang parah atau deformitas dinding dada (FVC <1 L) menjalani HCT sebelum perjalanan udara. Dokter harus menggunakan kebijaksanaan mereka untuk mempertimbangkan HCT jika ada alasan tambahan untuk khawatir, seperti riwayat intoleransi perjalanan sebelumnya, hipoksemia, atau hiperkapnia (Coker et al., 2022).

Poin Praktik Klinis:

- HCT direkomendasikan untuk semua pasien dewasa dengan FVC <1 L, sambil menunggu data lebih lanjut, dan dapat dipertimbangkan pada pasien lain yang dianggap berisiko tinggi, termasuk anak-anak dengan FVC yang berkurang karena gangguan otot pernapasan atau dinding dada.
- Jika pasien tidak dapat melakukan spirometri dengan andal, tes jalan kaki dapat dipertimbangkan sebagai alternatif.
- Pasien harus disarankan untuk melakukan penerbangan siang hari jika memungkinkan.
- Perencanaan dan dukungan lebih lanjut diperlukan bagi mereka yang telah menggunakan ventilasi non-invasif (NIV) (Coker et al., 2022).

Venous Thromboembolism (VTE)

Risiko VTE selama perjalanan udara secara keseluruhan tampak rendah, dan profilaksis tidak diperlukan untuk sebagian besar pelancong. Perjalanan yang berkepanjangan (melebihi 6 jam) dan/atau adanya faktor risiko lain untuk VTE meningkatkan risiko. Insiden VTE simtomatik diperkirakan sebesar 0,5% pada penerbangan lebih dari 12 jam, tetapi angka asimtomatik mungkin lebih tinggi. Alasan peningkatan risiko tersebut tidak sepenuhnya jelas (Kraśniński et al., 2021). Faktor-faktor yang berpotensi berkontribusi meliputi imobilitas yang berkepanjangan dan dehidrasi, tetapi hal ini belum terbukti secara meyakinkan. Faktor risiko lain untuk VTE seperti obesitas, operasi baru-baru ini, kehamilan, keganasan, dan riwayat VTE sebelumnya semuanya meningkatkan risiko keseluruhan untuk VTE terkait perjalanan dan mungkin memerlukan profilaksis tambahan (McKerrow Johnson et al., 2022).

Tindakan umum, termasuk bangun dan berjalan-jalan jika memungkinkan setiap 2-3 jam; latihan pergelangan kaki dan betis serta menghindari alkohol atau obat penenang; disarankan untuk sebagian besar pelancong. Meskipun tidak ada bukti konklusif bahwa terbang menyebabkan dehidrasi, penurunan kelembapan kabin bersamaan dengan konsumsi alkohol dan pengurangan asupan cairan, dapat meningkatkan risiko pada penerbangan jarak jauh. Oleh karena itu, tetap terhidrasi dengan baik sangat dianjurkan. Mengenakan stoking kompresi bertingkat selama perjalanan dapat mengurangi kejadian trombosis vena dalam. Data mengenai metode atau durasi profilaksis farmakologis masih terbatas, dan rekomendasi bergantung pada konsensus pendapat ahli. Dokter mungkin ingin merekomendasikan profilaksis farmakologis bagi mereka yang berisiko lebih tinggi terkena VTE, misalnya pasien obesitas yang merencanakan penerbangan lebih dari 6 jam dengan

riwayat operasi baru-baru ini. Risiko profilaksis dianggap rendah. Bukti untuk LMWH sebagai profilaksis masih terbatas. Tidak ada dosis yang direkomendasikan secara resmi, tetapi enoxaparin 40 mg dengan dosis 40 mg atau berdasarkan berat badan 1 mg/kg disuntikkan sekali 4-5 jam sebelum penerbangan telah disarankan (Kraśiński et al., 2021).

Pencegahan VTE selama perjalanan udara:

- Batasi risiko dehidrasi dengan asupan cairan yang cukup.
- Hindari alkohol.
- Tetap aktif, jika memungkinkan, dengan berjalan-jalan atau melakukan latihan berbasis tempat duduk setiap jam.
- Pertimbangkan stoking kompresi bertingkat (kelas 1 dengan 15-30 mm Hg).
- Heparin berat molekul rendah (LMWH) atau Antikoagulan Oral Kerja Langsung (DOAC) disarankan untuk penerbangan jarak jauh (penerbangan jarak jauh didefinisikan sebagai penerbangan 6-12 jam) baik keberangkatan maupun kepulangan pada pasien berisiko tinggi termasuk mereka yang memiliki riwayat VTE; kebijakan lokal harus diikuti terkait koordinasi dengan layanan perawatan primer dan/atau hematologi untuk mengajari pasien cara memberikan suntikan dan membuang peralatan dengan aman. Tidak ada dosis yang direkomendasikan secara resmi, tetapi enoxaparin dengan dosis 40 mg atau 1 mg/kg berdasarkan berat badan disuntikkan sekali 4-5 jam sebelum penerbangan telah disarankan.
- Dosis profilaksis DOAC juga dapat digunakan.
- Semua pasien dengan riwayat VTE baru-baru ini (<6 minggu), terutama yang menunjukkan regangan ventrikel kanan yang signifikan dan dekompensasi, harus dievaluasi ulang sebelum perjalanan udara.
- Perjalanan udara harus ditunda selama 2 minggu setelah diagnosis deep venous thrombosis (DVT) atau emboli paru (PE) (Coker et al., 2022).

Hipertensi Paru

Data masih terbatas, dan rekomendasi sebagian besar didasarkan pada pendapat konsensus ahli. Kekhawatiran pada PH adalah risiko hipoksia yang menyebabkan peningkatan tekanan arteri paru dan ketegangan ventrikel kanan. Sebagian besar penelitian telah menggunakan HCT. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar pasien dengan PH dapat mentolerir tingkat hipoksia ini dengan sedikit peningkatan sesak napas. Selanjutnya, efek pada ventrikel kanan dalam satu penelitian telah terbukti

minimal. Namun, sebagian besar penelitian ini hanya mencakup periode waktu yang singkat. Paparan hipoksia yang lebih lama pada penerbangan jarak jauh mungkin memiliki efek yang lebih signifikan (Coker et al., 2022; Yogeswaran et al., 2024).

Poin Praktik Klinis:

- Mereka yang berada di kelas fungsional 3 atau 4 New York Heart Association (NYHA) WHO biasanya disarankan untuk menggunakan oksigen dalam penerbangan. Jika tidak ada bukti hiperkapnia, tampaknya masuk akal untuk menyarankan 2 L/menit melalui kanula hidung. Jika ada kekhawatiran tentang hiperkapnia, HCT harus dipertimbangkan jika tersedia.
- Mereka yang memenuhi syarat untuk LTOT (PaO₂ permukaan laut <8 kPa saat istirahat) harus menggunakan oksigen dalam penerbangan dengan laju aliran dua kali lipat dari yang direkomendasikan di permukaan laut, dengan syarat tidak ada bukti hiperkapnia (Ekici, 2021).

Kanker Paru dan Mesotelioma

- Saat mengevaluasi pasien dengan kanker paru-paru atau mesotelioma, penting untuk mempertimbangkan sifat dan tingkat keparahan kondisi mereka serta pengobatan yang mereka jalani. Pendekatan pragmatis adalah mengevaluasi risiko perdarahan, pneumotoraks, efusi pleura, VTE, dan intervensi bedah dan/atau bronkoskopi baru-baru ini (Coker et al., 2022).

Kesimpulan

Penilaian pra-penerbangan harus dimulai dengan anamnesis dan pemeriksaan fisik yang cermat, dilengkapi dengan oksimetri nadi, serta pemeriksaan tambahan seperti spirometri, tes jalan atau HCT pada pasien sesuai indikasi. Pendekatan bertahap dan individualisasi penilaian memungkinkan identifikasi pasien yang benar-benar membutuhkan intervensi, sekaligus menghindari pemeriksaan yang tidak perlu. Dengan strategi ini, risiko kejadian buruk selama dan setelah penerbangan dapat diminimalkan, keselamatan pasien dapat ditingkatkan, dan pemanfaatan sumber daya kesehatan dapat dilakukan secara lebih efektif dan rasional.

Daftar Pustaka

Barratt, S. L., Shaw, J., Jones, R., Bibby, A., Adamali, H., Mustafa, N., Cliff, I., Stone, H., & Chaudhuri, N. (2018). Physiological predictors of Hypoxic

- Challenge Testing (HCT) outcomes in Interstitial Lung Disease (ILD). *Respiratory Medicine*, 135, 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2017.12.015>
- Bloch, K. E., Sooronbaev, T. M., Ulrich, S., Lichtblau, M., & Furian, M. (2023). Counseling Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease Traveling to High Altitude. *High Altitude Medicine & Biology*, 24(3), 158–166. <https://doi.org/10.1089/ham.2023.0053>
- Coker, R. K., Armstrong, A., Church, A. C., Holmes, S., Naylor, J., Pike, K., Saunders, P., Spurling, K. J., & Vaughn, P. (2022). BTS Clinical Statement on air travel for passengers with respiratory disease. *Thorax*, 77(4), 329–350. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2021-218110>
- Ekici, B. (2021). Can a patient with pulmonary hypertension travel safely by plane? *The Anatolian Journal of Cardiology*, 25(Supp1), S29–S30. <https://doi.org/10.5152/AnatolJCardiol.2021.S111>
- Ergan, B., Akgun, M., Pacilli, A. M. G., & Nava, S. (2018). Should I stay or should I go? COPD and air travel. *European Respiratory Review*, 27(148), 180030. <https://doi.org/10.1183/16000617.0030-2018>
- Ergan, B., Arikan, huseyin, & Akgun, M. (2019). Are pulmonologists well aware of planning safe air travel for patients with COPD? The SAF COP study. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 14, 1895–1900. <https://doi.org/10.2147/COPD.S210854>
- Jo, W., Pak, C., Jegal, Y., & Seo, K. W. (2020). Boarding issue in a commercial flight for patients with cavitary pulmonary tuberculosis: A case report. *World J Clin Cases*, 8(3), 546–551.
- Kashtan, H. W., Schulte, S. N., & Connelly, K. S. (2024). Pneumothorax and Timing to Safe Air Travel. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 95(2), 113–117. <https://doi.org/10.3357/AMHP.6261.2024>
- Khan, I. A., Pierucci, P., & Ambrosino, N. (2022). COPD patients' pre-flight check: A narrative review. *Monaldi Archives for Chest Disease*. <https://doi.org/10.4081/monaldi.2022.2252>
- Krasiński, Z., Chou, A., & Stępak, H. (2021). COVID-19, long flights, and deep vein thrombosis: What we know so far. *Cardiology Journal*, 28(6), 941–953. <https://doi.org/10.5603/CJ.a2021.0086>
- McKerrow Johnson, I., Shatzel, J., Olson, S., Kohl, T., Hamilton, A., & DeLoughery, T. G. (2022). Travel-Associated Venous Thromboembolism. *Wilderness & Environmental Medicine*, 33(2), 169–178. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2022.02.004>
- Ravikoti, S., Batia, V., & Mohanasundari, S. K. (2025). Infection risks in air travel: An overview of transmission pathways, risk factors and mitigation strategies. *Journal of Patient Safety and Infection Control*, 13(1), 1–7. https://doi.org/10.4103/jpsic.jpsic_4_25
- Robertson, L., Sylvester, K. P., & Knox-Brown, B. (2025). Validating a pre-flight algorithm for predicting in-flight oxygen in patients with interstitial lung disease. *ERJ Open Research*, 11(6), 00744–02025. <https://doi.org/10.1183/23120541.00744-2025>
- Shteinberg, M., Crossley, B., Lavie, T., Nadler, S., Boyd, J., Ringshausen, F. C., Aksamit, T., Chalmers, J. D., & Goeminne, P. (2019). Recommendations for travelling with bronchiectasis: A joint ELF/EMBARC/ERN-Lung collaboration. *ERJ Open Research*, 5(4), 00113–02019. <https://doi.org/10.1183/23120541.00113-2019>
- Walsh, S. M., & Flaherty, G. T. (2021). Health Risks and Benefits of International Travel for Adult Patients With Asthma. *International Journal of Travel Medicine and Global Health*, 9(4), 149–154. <https://doi.org/10.34172/ijtmgh.2021.25>
- Widiasari, K. S. R., Nidzarsyah, M. M., & Yamani, M. S. G. (2024). Perjalanan Udara pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK). *Lombok Medical Journal*, 3(3), 91–98. <https://doi.org/10.29303/lmj.v3i3.4624>
- Yogeswaran, A., Grimminger, J., Tello, K., Becker, L., Seeger, W., Grimminger, F., Sommer, N., Ghofrani, H. A., Lange, T. J., Stadler, S., Olsson, K., Kamp, J. C., Rosenkranz, S., Gerhardt, F., Milger, K., Barnikel, M., Ulrich, S., Saxer, S., Grünig, E., ... Richter, M. J. (2024). Air travel in patients suffering from pulmonary hypertension—A prospective, multicentre study. *Pulmonary Circulation*, 14(3), e12397. <https://doi.org/10.1002/pul2.12397>