

Barotrauma: Faktor Risiko dan PatomekanismeFebbi Anggy¹, R.R. Ditya Mutiara Syifa²¹ Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram² Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram

Email: Eebbianggy@gmail.com

Abstrak

Pendahuluan: Barotrauma adalah cedera akibat perbedaan tekanan antara rongga berisi udara dalam tubuh dan lingkungan luar yang sering menimbulkan keluhan klinis, terutama pada telinga tengah.

Tujuan: Mengidentifikasi faktor risiko dan memahami patomekanisme barotrauma.

Metode: Tinjauan literatur dilakukan dengan desain narrative review menggunakan literatur dari database ScienceDirect, SpringerLink, dan PubMed selama 10 tahun terakhir (2016–2024). Artikel yang dianalisis merupakan full-text berbahasa Inggris dengan desain randomized control trial yang relevan dengan topik.

Hasil: Hasil telaah menunjukkan bahwa barotrauma paling sering mengenai telinga tengah dengan prevalensi tinggi pada penyelam. Faktor risiko utama mencakup usia ≥ 35 tahun, masa kerja panjang, kedalaman dan frekuensi penyelaman, serta riwayat penyakit seperti asma dan paten foramen ovale. Patomekanisme utama adalah gangguan fungsi tuba Eustachius yang menyebabkan ketidakseimbangan tekanan, ruptur pembuluh darah, perdarahan, hingga perforasi membran timpani. Mekanisme ini sejalan dengan hukum Boyle yang menjelaskan perubahan volume gas akibat perubahan tekanan.

Kesimpulan: Barotrauma merupakan masalah yang sering dialami penyelam, dengan mekanisme dominan berupa kegagalan ekualisasi tekanan. Identifikasi faktor risiko dan pemahaman patomekanisme sangat penting untuk pencegahan serta penanganan dini.

Kata Kunci: barotrauma, fator risiko, telinga tengah, penyelam, patomekanisme.

Abstract

Introduction: Barotrauma is an injury caused by pressure differences between air-filled body cavities and the external environment, most commonly affecting the middle ear.

Objective: This study aims to identify risk factors and explore the pathomechanism of barotrauma.

Method: A narrative review was conducted using literature from ScienceDirect, SpringerLink, and PubMed over the past 10 years (2016–2024). The included articles were full-text English publications with randomized control trial designs relevant to the topic.

Results: The review found that middle ear barotrauma is the most frequent type, with a high prevalence among divers. Major risk factors include age ≥ 35 years, long diving experience, diving depth and frequency, and medical conditions such as asthma and patent foramen ovale. The main pathomechanism involves impaired Eustachian tube function leading to pressure imbalance, vascular rupture, hemorrhage, and tympanic membrane perforation. These mechanisms align with Boyle's Law, which explains gas volume changes under pressure variations.

Conclusion: Barotrauma is a common complication in divers, primarily caused by failed pressure equalization. Recognizing risk factors and understanding pathomechanisms are essential for prevention and early management.

Keywords: barotrauma, risk factors, middle ear, divers, pathomechanism

Pendahuluan

Barotrauma adalah kondisi yang ditandai dengan adanya perbedaan tekanan antara ruang di dalam tubuh yang tidak berventilasi dengan lingkungan sekitarnya, sehingga jaringan mengalami kerusakan karena peregangan yang berlebihan yang dapat menimbulkan cedera dan komplikasi (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Prevalensi barotrauma sangat bervariasi, kondisi ini kerap dijumpai pada masyarakat yang menetap di wilayah pesisir pantai. Hal ini terjadi dikarenakan sebagian besar penduduk pesisir pantai bermatapencarian sebagai nelayan dan banyak diantaranya melakukan penyelaman. Prevalensi lebih tinggi dilaporkan pada studi dengan subjek penyelam rekreasi di Brazil, yakni sebesar 71,5% mengalami barotrauma telinga tengah (Rozycki et al., 2018). Prevalensi barotrauma di dunia mencapai 7–35 kasus per 10.000 penyelam atau 5–152 kasus per 100.000 kali penyelaman, dengan angka mortalitas 0,3–1,3 per 10.000 orang dan morbiditas 24–27 per 304 pengguna alat bantu napas. Di Indonesia, prevalensinya cukup tinggi: di Pulau Bungi, NTB, 57,5% nelayan penyelam mengalami nyeri sendi dan

11,3% gangguan pendengaran hingga tuli, sedangkan di Kepulauan Seribu 41,37% mengalami perdarahan akibat perubahan tekanan mendadak dan 6,91% mengalami dekompresi yang menyerang sendi, saraf, pencernaan, kardiovaskular, paru, dan kulit (Sukbar et al., 2016).

Hukum Boyle menyatakan bahwa perubahan tekanan di lingkungan akan menyebabkan volume gas dalam ruang tertutup membesar atau mengecil. Bila gas terdapat dalam struktur yang lentur, maka struktur tersebut dapat rusak karena ekspansi atau kompresi (Sumandari, 2022). Barotrauma dapat terjadi pada ruang tertutup yang dapat ditempati oleh udara, antara lain ruang telinga tengah, sinus, paru-paru, lambung dan usus. Namun, barotrauma paling sering terjadi adalah di telinga. Barotrauma di telinga diklasifikasikan atas barotrauma telinga luar, telinga tengah dan telinga dalam, seseorang mungkin untuk mengalami semuanya secara bersamaan. Barotrauma dapat menyebabkan berbagai gejala dan tanda seperti tinitus, gangguan pendengaran, nyeri, telinga penuh dan bahkan perforasi membran timpani. Perawatan

tergantung pada tingkat keparahan barotrauma dan meliputi penghentian sementara terapi, nasal dekongestan dan pembedahan telinga tengah. Diagnosis dini penting untuk meredakan gejala dan mencegah perkembangan penyakit (Martinus et al., 2019).

Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *narrative review* dengan judul “Faktor risiko dan Patomekanisme Barotrauma” Adapun sumber literatur yang digunakan dalam proses pencarian artikel yaitu menggunakan database meliputi Science Direct, Springer link dan Pubmed dalam 9 (sembilan) tahun terakhir (2016-2024). Pencarian artikel dilakukan dengan menggunakan bahasa inggris yaitu ((barotrauma) AND (risk factor)) AND (pathomechanism)). Kriteria inklusi yang digunakan pada literatur review ini yaitu artikel full-text, artikel membahas mengenai faktor risiko dan patomekanisme barotrauma.

Hasil dan Pembahasan

Definisi

Barotitis Media (Aerotitis, Barotrauma) adalah gangguan telinga akibat perubahan tekanan

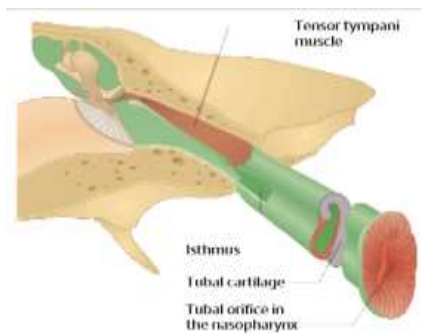
udara tiba-tiba di luar telinga tengah sehingga menyebabkan tuba eustachius gagal untuk membuka. Ketidakseimbangan tekanan di dalam saluran telinga dan telinga tengah dapat merusak membran timpani. Dalam keadaan normal, tuba eustachius membantu menjaga agar tekanan di kedua tempat tersebut tetap sama dengan cara membiarkan udara dari luar masuk ke telinga tengah atau sebaliknya (Astasia & Aryani, 2023).

Anatomi dan Fisiologi

Secara umum telinga dibagi menjadi tiga bagian, yaitu telinga luar, tengah dan dalam. Telinga luar terdiri dari daun telinga, liang telinga dan bagian lateral dari membran timpani. Daun telinga tersusun dari kartilago dan muskulus, dilapisi kulit. Telinga tengah berbentuk seperti kubah dengan enam sisi, terdiri atas epitimpanum (di atas membran timpani), mesotimpanum (medial membran timpani) dan hipotimpanum (di bawah membran timpani). Fungsi dari telinga tengah akan meneruskan energi akustik dari telinga luar ke koklea yang berisi cairan (Gurj, 2024).

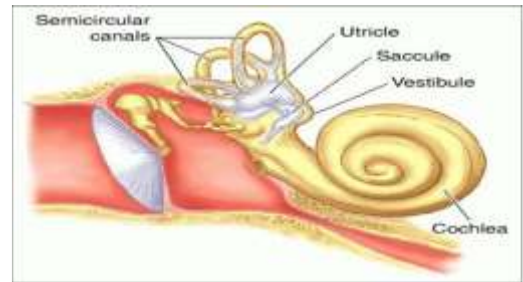
Tuba Eustachius menghubungkan telinga tengah dengan nasofaring. Tuba ini terletak

inferoanterior di medial telinga tengah. Terdiri dari 1/3 lateral berupa pars osseus, 2/3 medial berupa pars fibrokartilagineus yang bermuara di nasofaring. Pars osseus akan tetap terbuka, sedangkan pars kartilagineus hanya terbuka saat menelan, menguap atau meniup kencang (Edge & Wilmshurst, 2021).



Gambar 1. Tuba Eustachius (Edge & Wilmshurst, 2021).

Telinga dalam terletak di pars petrosus os temporalis, berbentuk kompleks sehingga disebut labirin. Terdiri dari labirin tulang dan labirin membranosa, labirin tulang mencakup vestibulum, kanalis semisirkularis, dan koklea. Vestibulum berukuran 5 mm x 5 mm x 3 mm, sedangkan koklea berbentuk tabung ulir, terdiri dari skala vestibuli, media dan timpani. (Dwi Rahmat et al., 2022).



Gambar 2. Telinga Dalam (Dwi Rahmat et al., 2022).

Etiologi

Barotrauma terjadi bilamana ruang berisi gas dalam tubuh tertutup akibat buntunya jaras-jaras ventilasi yang normal, misalnya saat menyelam dan penerbangan. Pada penyelam, tekanan yang berperan yaitu tekanan atmosfer dan hidrostatik (Swain et al., 2020).

Tekanan atmosfer berada atas air, sedangkan tekanan hidrostatik dihasilkan oleh air di atas penyelam. Barotrauma dapat terjadi baik pada saat penyelam turun ataupun naik. *Diver's depth gauges* digunakan hanya untuk mengetahui tekanan hidrostatik dan selalu 1 atmosfer lebih rendah dari tekanan absolut (Swain et al., 2020).

Tekanan absolut yaitu tekanan total yang diterima penyelam, yaitu tekanan atmosfer dan tekanan hidrostatik (Sumandari, 2022). Tekanan gauge hanya mengukur tekanan

hidrostatik dan dapat dikonversi ke tekanan absolut dengan menambah 1 atmosfer (Sugianto et al., 2017). Tekanan Parsial adalah proporsi tekanan total yang diperoleh dari tiap gas (Sumandari, 2022).

Perubahan ketinggian saat penerbangan mengubah tekanan lingkungan, mempengaruhi tekanan udara telinga tengah (Liton et al., 2022).

Patofisiologi

Berdasarkan lokasi anatomi, barotrauma telinga dapat dibagi menjadi, barotrauma telinga luar, tengah dan dalam tergantung dari bagian telinga yang terkena yang dapat terjadi secara bersamaan. Barotrauma dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan patologinya, yaitu barotitis media dan baromiringitis. Barotitis media adalah keadaan patologis yang ditandai peradangan pada mukosa telinga tengah, perdarahan dan cairan transudat di telinga tengah. Baromiringitis adalah kerusakan struktur membran timpani. Cidera penyelaman yang paling sering dijumpai Adalah barotrauma telinga tengah, yang lebih banyak dialami oleh penyelam pemula karena teknik ekualisasi tekanan telinga tengah yang tidak dilakukan dengan benar. Ekualisasi adalah ketidakampuan

menyamakan tekanan ruang telinga tengah dengan lingkungan sekitarnya (Edge & Wilmshurst, 2021).

Etiologi yang mendasari barotrauma adalah ketidakseimbangan tekanan antara rongga telinga tengah dan lingkungan di luar. Secara fisiologis segala sesuatu yang dapat menghambat kemampuan tuba eustachius untuk menormalkan perubahan tekanan akan menjadi predisposisi barotrauma telinga tengah. Perbedaan tekanan yang ada menyebabkan terjadinya tekanan negatif pada ruang telinga tengah sehingga terjadi peningkatan aliran darah melalui pembuluh subkutan pada saluran telinga luar, membran timpani, tuba eustachius dan telinga tengah. Hal tersebut menyebabkan pembengkakan pada pembuluh darah. Saat tekanan terus meningkat, pembuluh darah tersebut akhirnya pecah dan menyebabkan perdarahan ke dalam atau di belakang membran timpani. Jika dibiarkan berlanjut, peningkatan tekanan pada akhirnya akan mengakibatkan perforasi membran timpani dan komplikasi yang terkait. Barotrauma pada telinga tengah dapat terjadi saat menyelam ataupun saat terbang. Perubahan tekanan pada kedalaman 17

kaki pertama di bawah air setara dengan perubahan tekanan pada ketinggian 18.000 kaki pertama di atas bumi (Livingstone et al., 2017)

Barotrauma dapat terjadi pada waktu seseorang menyelam turun (descend), maupun pada waktu naik (ascent). Maka berdasarkan patogenesisnya dikena: barotrauma waktu turun dan barotrauma waktu naik. Barotrauma waktu turun saat pesawat landing tekanan atmosfer kembali ke normal. Karena itu udara di telinga tengah akan berkurang. Pada proses ini udara tidak secara pasif memasuki telinga tengah. Hal inilah yang menyebabkan barotrauma lebih sering terjadi saat pesawat atau penyelam turun. pembukaan tuba dilakukan melalui aktifitas otot yang terjadi saat menguap atau menelan. Tuba juga bisa dibuka dengan melakukan perasat valsava (Scarpa et al., 2021).

Barotrauma auris waktu turun dan naik ini masing-masing juga dibagi lagi menurut anatomi telinga yang dikenal sebagai barotrauma auris eksterna, auris media dan auris interna. Barotrauma auris eksterna terjadi ketika air masuk ke meatus akustikus eksternus. Jika meatus tertutup, udara terperangkap dan tidak bisa menyeimbangkan tekanan,

menyebabkan kongesti, perdarahan dan tarikan membrane timpani ke lateral. Barotrauma auris media paling sering dialami penyelam pemula pada kedalaman 10 meter pertama. Cavum timpani, yang dipisahkan dari auris eksterna oleh membran timpani, hanya bisa menyeimbangkan tekanan melalui tuba eustachius ke nasofaring. Barotrauma auris interna biasanya merupakan komplikasi dari auris media akibat manuver valsava berlebihan, menyebabkan tekanan cepat di cavum timpani, tarikan stapes, dorongan membran foramen rotundum dan berisiko rupture membran timpani (Sen & Sen, 2021).

Manifestasi Klinis

Barotrauma pada telinga luar dapat terjadi bila telinga bagian luar mengalami obstruksi, sehingga volume gas tertutup yang ada akan dikompresi atau dikurangi selama proses turun ke dalam air. Obstruksi pada saluran telinga luar ini biasanya akan diikuti oleh penonjolan membran timpani disertai perdarahan, pembengkakan dan hematoma pada kulit yang melapisi saluran telinga luar. Kondisi seperti ini dapat ditemukan pada saat menyelam dengan kedalaman sedikitnya 2 meter (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Barotrauma pada telinga tengah merupakan barotrauma yang paling umum. Membran Timpani merupakan pembatas antara saluran telinga luar dan ruang telinga tengah. Gejala yang timbul dapat berupa pecahnya gendang telinga yang menyebabkan udara atau air dapat masuk kedalam telinga tengah untuk menyamakan tekanan, dapat pula terjadi pecahnya pembuluh darah dan menyebabkan perdarahan ke dalam telinga tengah untuk menyamakan tekanan. Keadaan ini menyebabkan pasien merasakan adanya nyeri, vertigo, mual dan muntah (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Barotrauma telinga dalam menunjukkan gejala klinis yang umum muncul meliputi tinnitus, penurunan ketajaman pendengaran, vertigo, mual dan muntah. Kehilangan pendengaran juga dapat disebabkan oleh adanya emboli pada pembuluh darah arteri labirin yang mensuplai darah pada koklea. Dimana fungsi koklea sangat sensitif terhadap pembuluh darah yang memberi suplai ke koklea (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Barotrauma pada sinus terjadi bila pasase yang menghubungkan sinus dan ruangan

lainnya tertutup karena mukosa maupun jaringan. Gejala yang ditemukan adalah adanya nyeri pada sinus yang terkena dan pendarahan dari hidung yang berasal dari sinus yang terkena (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Barodontalgia terjadi ketika udara yang dihasilkan dari proses pembusukan dari udara yang terperangkap di dalam sambungan yang kurang rapat. Gejala klinis yang terjadi adalah keretakan gigi maupun lepasnya tambalan gigi (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Barotrauma pada paru terjadi saat tidak adanya udara yang dapat masuk ke dalam paru untuk menyesuaikan tekanan dengan lingkungan, seperti pada penyelaman dengan menahan napas. Darah dan cairan tubuh akan mengalir ke paru untuk meningkatkan tekanan sehingga membentuk pembengkakan. Gejala klinis yang terjadi biasanya fatal dan berupa kompresi dinding dada (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Manifestasi Klinis

Barotrauma pada telinga luar dapat terjadi bila telinga bagian luar mengalami obstruksi, sehingga volume gas tertutup yang ada akan dikompresi atau dikurangi selama proses turun ke dalam air. Obstruksi pada

saluran telinga luar ini biasanya akan diikuti oleh penonjolan membran timpani disertai perdarahan, pembengkakan dan hematoma pada kulit yang melapisi saluran telinga luar. Kondisi seperti ini dapat ditemukan pada saat menyelam dengan kedalaman sedikitnya 2 meter (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Barotrauma pada telinga tengah merupakan barotrauma yang paling umum. Membran Timpani merupakan pembatas antara saluran telinga luar dan ruang telinga tengah. Gejala yang timbul dapat berupa pecahnya gendang telinga yang menyebabkan udara atau air dapat masuk ke dalam telinga tengah untuk menyamakan tekanan, dapat pula terjadi pecahnya pembuluh darah dan menyebabkan perdarahan ke dalam telinga tengah untuk menyamakan tekanan. Keadaan ini menyebabkan pasien merasakan adanya nyeri, vertigo, mual dan muntah (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Barotrauma telinga dalam menunjukkan gejala klinis yang umum muncul meliputi tinnitus, penurunan ketajaman pendengaran, vertigo, mual dan muntah. Kehilangan pendengaran juga dapat disebabkan oleh

adanya emboli pada pembuluh darah arteri labirin yang mensuplai darah pada koklea. Dimana fungsi koklea sangat sensitif terhadap pembuluh darah yang memberi suplai ke koklea (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Barotrauma pada sinus terjadi bila pasase yang menghubungkan sinus dan ruangan lainnya tertutup karena mukosa maupun jaringan. Gejala yang ditemukan adalah adanya nyeri pada sinus yang terkena dan perdarahan dari hidung yang berasal dari sinus yang terkena (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Barodontalgia terjadi ketika udara yang dihasilkan dari proses pembusukan dari udara yang terperangkap di dalam sambungan yang kurang rapat. Gejala klinis yang terjadi adalah keretakan gigi maupun lepasnya tambalan gigi (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Barotrauma pada paru terjadi saat tidak adanya udara yang dapat masuk ke dalam paru untuk menyesuaikan tekanan dengan lingkungan, seperti pada penyelaman dengan menahan napas. Darah dan cairan tubuh akan mengalir ke paru untuk meningkatkan tekanan sehingga membentuk pembengkakan. Gejala klinis yang terjadi biasanya fatal dan berupa

kompresi dinding dada (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Tatalaksana

Penanganan prehospital dapat mencakup stabilisasi ABC dan koreksi terhadap kondisi yang mengancam jiwa serta mempertahankan oksigenasi dan perfusi yang memadai. Pasien membutuhkan aliran oksigen tinggi dan infus melalui akses vena besar untuk menjaga tekanan darah dan nadi. Pasien dengan hipoksia persisten atau jalan napas tidak stabil perlu diintubasi meski telah diberikan oksigen 100%. Pipa torakostomi dapat dilakukan pada pneumotoraks atau hemotoraks. Needle decompression dapat dilakukan bila dicurigai tension pneumotoraks. Kateterisasi pasien dengan shock untuk memantau volume dan hidrasi pasien, juga pada pasien DCS yang tidak dapat mengosongkan kandung kemih karena kerusakan saraf pada kandung kemih (Astari et al., 2021).

Pemberian antibiotik tidak dianjurkan kecuali jika terjadi pula perforasi saat berada di air yang tercemar. Pasien harus menghindari menyelam hingga telinga tengah sembuh dan kemampuan untuk menyesuaikan tekanan pada telinga tengah kembali normal. Jika terjadi

perforasi, pasien harus menunggu hingga perforasi sembuh dan membran timpani utuh kembali (Lindfors et al., 2021).

Barotrauma sinus diterapi dengan dekongestan, oral dan nasal. Nyeri dikontrol dengan NSAIDs atau obat analgesik narkotik. Pengobatan barotrauma telinga tengah ditentukan berdasarkan skala Teed. Untuk kasus ringan (Teed 0-2) diberikan dekongestan, nasal (0,05% oxymetazoline hydrochloride spray 2 kali sehari selama 3 hari) dan oral (pseudoephedrine 60-120 mg dua atau tiga kali sehari). Kasus sedang (Teed 3-4) pengobatan sama dengan diatas, tapi dapat ditambahkan dengan oral steroid, seperti prednisone 60 mg/hari selama 6 hari lalu diturunkan hingga 7-10 mg per hari. Jika membran timpani ruptur atau air terkontaminasi, dapat diberi antibiotik sesuai dengan pengobatan otitis media akut. Kasus berat (Teed 5) pengobatan sama seperti diatas. Dapat dipertimbangkan miringotomi jika pengobatan gagal. Kontrol nyeri dengan Tylenol dengan kodein (asetaminofen 300 mg dengan kodein fosfat 30 mg) 1-2 tablet setiap 4-6 jam (Lindfors et al., 2021).

Prognosis dan Komplikasi

Barotrauma dapat menyebabkan kerusakan telinga tengah bahkan sampai ketelinga dalam. Kerusakan telinga dalam merupakan masalah serius dan membutuhkan pembedahan untuk mencegah kehilangan pendengaran menetap. Setiap pasien dengan barotrauma harus menjalani uji pendengaran untuk memastikan bahwa gangguan pendengaran bersifat konduktif dan bukan sensorineural. Sering juga dikeluhkan adanya vertigo yang menyertai keluhan pada barotrauma telinga tengah (Rahmawati & Fitrianita, 2024).

Komplikasi yang dapat terjadi akibat dari barotrauma telinga yaitu efusi serosa, efusi serosanguinosa, perdarahan pada telinga tengah, perforasi membran timpani dan barotrauma telinga dalam (inner ear barotrauma). Selain itu dapat terjadi gangguan pendengaran yang bersifat sementara sampai kronis, infeksi telinga tengah, nyeri kronis, serta gangguan kestabilan gaya berjalan (gangguan keseimbangan) dan kelumpuhan saraf. Hematoma epidural intrakranial, fistula perilymphic, pneumocephalus dan parenkim dan perdarahan ekstra-aksial juga telah disebutkan dalam beberapa literatur, tetapi

kondisi ini sangat jarang terjadi (Edge & Wilmschurst, 2021).

Pencegahan

Menunda penerbangan sangat disarankan pada kasus infeksi saluran pernafasan atas dan infeksi telinga. Jika perjalanan dianggap tidak dapat dihindari maka langkah-langkah untuk membuka tuba Eustachio dapat dilakukan secara teratur seperti menguap, menelan, mengunyah dan melakukan manuver Valsava pada penerbangan dan khususnya saat turun. Untuk para penyelam juga dihibau untuk mempelajari tehnik menyelam secara benar sebelum melakukan penyelaman untuk mengurangi resiko barotrauma (Astasia & Aryani, 2023).

Ketidaknyamanan telinga, nyeri dan sekuel barotrauma seperti edema atau membrane tymphani hemoragik, otitis serosa atau hemoragik dan ruptur membran timpani biasanya menetap dari waktu ke waktu setelah fungsi tuba Eustachian pulih kembali. Gangguan ossikular dapat menyebabkan gangguan pendengaran konduktif yang persisten. Gangguan pendengaran, vertigo dan sensorineural dapat terjadi akibat kerusakan pada telinga dalam. Tinnitus pulsasi dapat

muncul sebagai komplikasi, namun umumnya hilang seiring dengan reabsorpsi edema dan efusi serosa. Namun, tinnitus yang konstan tidak selalu bisa hilang dan mungkin bisa menjadi permanen (Astasia & Aryani, 2023).

Kesimpulan

Barotrauma merupakan cedera akibat perbedaan tekanan antara ruang eksternal dan bagian dalam tubuh dengan manifestasi klinis meliputi nyeri telinga dan gangguan pendengaran dan terkadang tinnitus serta pusing. Tatalaksana barotrauma telinga mengacu pada Skala Teed.

RUJUKAN

- Arbanto, B., Putra, K. P., & Al Ardha, M. A. (2018). Perbedaan tingkat keberhasilan 3 metode ekualisasi pada penyelam terlatih di lingkungan air tawar. *Jurnal Keolahragaan*, 6(2), 193–199. <https://doi.org/10.21831/jk.v6i2.21560>
- Astari, A. M., Fatimah, & Andarini, S. (2021). The effect of medical history and compressor on barotrauma. *Journal of Public Health Research*, 10(2), 232–235. <https://doi.org/10.4081/jphr.2021.2163>
- Astasia, R., & Aryani, I. G. A. T. (2023). Barotrauma Sebagai Faktor Resiko Penduduk Pesisir Pantai. *Jurnal Medika Utama*, 04(02), 3275–3279.
- Demir, L., & Öztürk, M. (2024). *Middle Ear Barotrauma in Hyperbaric Chamber Inside Attendants*. 14(6), 300–304. <https://doi.org/10.16899/jcm.1555673>
- Dwi Rahmat, Yasa, N. K. A. T., & Eka Arie Yuliyani. (2022). Barotrauma Telinga Tengah pada Nelayan Penyelam. *Lombok Medical Journal*, 1(2), 131–134. <https://doi.org/10.29303/lmj.v1i2.1619>
- Edge, C. J., & Wilmschurst, P. T. (2021). The pathophysiologicals of diving diseases. *BJA Education*, 21(9), 343–348. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2021.05.003>
- Gurj, H. (2024). *A review of anatomical adaptations in the middle ear of living aquatic Tetrapods*. October. <https://doi.org/10.11606/issn.1984-5154.v24p1-8>
- Lindfors, O. H., Räisänen-Sokolowski, A. K., Hirvonen, T. P., & Sinkkonen, S. T. (2021). Inner ear barotrauma and inner ear decompression sickness: a systematic review on differential diagnostics. *Diving and Hyperbaric Medicine*, 51(4), 328–337. <https://doi.org/10.28920/dhm51.4.328-337>
- Liton, I. I., Ahmad, M., Ahsan, M. A., Hossain, M. Z., Hossain, M. D., & Wahab, M. A. (2022). Middle Ear Barotrauma in Military Aircrew: Analysis of Risk Factors. *Journal of Armed Forces Medical College, Bangladesh*, 17(1), 14–17. <https://doi.org/10.3329/jafmc.v17i1.56714>
- Livingstone, D. M., Smith, K. A., & Lange, B. (2017). Scuba diving and otology: A systematic review with recommendations on diagnosis, treatment and post-operative care. *Diving and Hyperbaric Medicine*, 47(2), 97–109. <https://doi.org/10.28920/dhm47.2.97-109>
- Martinus, I., Hadisaputro, S., & Munasik. (2019). Berbagai Faktor yang Berpengaruh Terhadap Barotrauma Telinga Tengah pada Penyelam Tradisional (Studi di Wilayah Balaesang Tanjung Kabupaten Donggala). *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*, 4(2), 55–63.
- Martinus, I., Hadisaputro, S., & Munasik, M. (2020). Hubungan Frekuensi Penyelaman, Lama Menyelam, Pilek, Dan Merokok, Terhadap Kejadian Barotrauma Telinga Tengah Penyelam Tradisional. *Care : Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan*, 8(1), 127. <https://doi.org/10.33366/jc.v8i1.1175>
- Rahmawati, N., & Fitrianita, M. (2024). Manifestasi Klinis, Pemeriksaan Penunjang dan Tatalaksana Barotrauma.

- Jurnal Kedokteran Nanggroe Medika*, 7(2), 9.
- Rozycki, S. W., Brown, M. J., & Camacho, M. (2018). Inner ear barotrauma in divers: An evidence-based tool for evaluation and treatment. *Diving and Hyperbaric Medicine*, 48(3), 186–193. <https://doi.org/10.28920/dhm48.3.186-193>
- Scarpa, A., Ralli, M., De Luca, P., Gioacchini, F. M., Cavaliere, M., Re, M., Cassandro, E., & Cassandro, C. (2021). Inner ear disorders in scuba divers: A review. *Journal of International Advanced Otolaryngology*, 17(3), 260–264. <https://doi.org/10.5152/iao.2021.8892>
- Sen, S., & Sen, S. (2021). Therapeutic effects of hyperbaric oxygen: Integrated review. *Medical Gas Research*, 11(1), 30–33. <https://doi.org/10.4103/2045-9912.310057>
- Sugianto, S., Hadisaputro, S., Supriharti, S., Munasik, M., & Adi, M. S. (2017). Beberapa Faktor yang Berpengaruh terhadap Barotrauma Membran Timpani pada Penyelam Tradisional di Wilayah Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*, 2(1), 27. <https://doi.org/10.14710/jekk.v2i1.3969>
- Sukbar, Dupai, L., & Munandar, S. (2016). Hubungan Aktivitas Penyelam dengan Kapasitas Vital Paru pada Pekerja Nelayan di Desa Torobulu Kecamatan Laeya Kabupaten Konawe Selatan Tahun 2016. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kesehatan Masyarakat Unsyiah*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.37887/jimkesmas.v1i2.671>
- Sumandari, A. (2022). Barotrauma Telinga Tengah. *Jurnal Syntax Fusion*, 2(1).
- Swain, S., Shajahan, N., & Mohapatra, A. (2020). Middle ear barotrauma and facial baroparesis in underwater diving - A Scoping Review. *Journal of Marine Medical Society*, 22(2), 118. https://doi.org/10.4103/jmms.jmms_27_20