

TELAAH PUSTAKA

**GANGGUAN NEUROPATI AKIBAT PENYELAMAN
(NEUROPATHIC DISORDER AFTER UNDERWATER DIVING)**

**Ilsa Hunaifi¹, Herpan Syafii Harahap¹, Raditya Rachman Landapa¹, Baiq Holisatul
Ismiana¹, Endah Irnanda Ulfa Gea¹, I Gusti Lanang Krisna Wiracakra¹**

¹Departemen Neurologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram,
Mataram, Indonesia

Email korespondensi: ilsahunaifi@unram.ac.id

ABSTRAK

Indonesia memiliki ribuan pulau. Hal ini berdampak pada meningkatnya kegiatan penyelaman bawah laut. Penyelaman yang tidak sesuai prosedur dapat menimbulkan gangguan kesehatan berupa penyakit dekompresi yang salah satunya mengakibatkan neuropati. Emboli gas nitrogen menimbulkan respons inflamasi sistemik yang dapat memicu kerusakan pada saraf perifer. Faktor risiko gangguan dekompresi antara lain kurang pengalaman dalam menyelam, melakukan penyelaman berulang kali dalam waktu yang sama, tidak mematuhi prinsip-prinsip penyelaman dan sering kali melakukan *yo-yo diving*. Gangguan saraf perifer yang dapat terjadi berupa sindroma terowongan carpal, neuropati nervus peroneus, neuropati nervus ulnaris, mononeuritis multiplex. Pemeriksaan elektrodagnostik menunjukkan adanya demielinisasi yang ditandai dengan peningkatan kecepatan hantar saraf. Pemberian terapi hiperbarik oksigen sesuai standar Angkatan Laut Amerika (*United State Navy Treatment*) menjadi standar dalam pengobatan penyakit dekompresi disertai dengan pemberian terapi simptomatik dapat memperbaiki gejala gangguan saraf tepi.

Kata kunci: dekompresi, emboli gas nitrogen, neuropati, penyelaman, saraf perifer

ABSTRACT

Indonesia has thousands of islands, which has led to an increase in underwater diving activities. However, diving without following proper procedures can result in decompression sickness, which can cause neuropathy. Nitrogen gas embolism can lead to a systemic inflammatory response, which may cause damage to peripheral nerves. Lack of diving experience, multiple dives at the same time, failure to follow diving principles, and frequent *yo-yo diving* are some of the risk factors for decompression disorders. Peripheral nerve disorders that can occur include carpal tunnel syndrome, peroneal nerve neuropathy, ulnar nerve neuropathy, and mononeuritis multiplex. Electrodiagnostic examination can show demyelination, characterized by an increase in nerve conduction velocity. The standard treatment for decompression sickness involves providing hyperbaric oxygen therapy according to United State Navy Treatment standards, along with symptomatic therapy to improve symptoms of peripheral nerve disorders

Keywords: decompression, neuropathy, diving, peripheral nerves, nitrogen gas embolism

PENDAHULUAN

Penyakit dekompresi atau *Decompression sickness (DCS)* adalah sindroma penyakit yang biasanya ditemui pada orang-orang dengan aktivitas penyelaman. Gejala yang ditimbulkan oleh penyakit ini dibagi menjadi dua tipe, yaitu pada tipe dengan gejala yang lebih berat (tipe II), keluhan yang muncul bisa mencakup gangguan terkait sistem saraf, mulai dari neuropati, kelumpuhan, gangguan keseimbangan, hingga penurunan kesadaran (koma).¹ Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan, dengan 251 responden penyelam di 9 provinsi dengan keluhan yang sering dirasakan antara lain 21,2% dengan keluhan pusing/sakit kepala, 12,6% merasakan kelelahan, 12,5% menurunnya frekuensi pendengaran, 10,8% merasakan nyeri pada persendian, 10,2% perdarahan pada hidung, 9,7% sakit pada bagian dada/sesak nafas, 6,4% penurunan penglihatan, 6,0% bercak pada kulit, 5,6% gigitan binatang, 3,2% lumpuh, dan 1,7% mengalami penurunan kesadaran.²

Bukti konklusif mengenai keterlibatan sistem saraf tepi pada penyakit dekompresi masih kurang, namun ada beberapa kasus yang menunjukkan bahwa ada keterlibatan sistem saraf tepi pada kasus DCS. Walaupun tampak jarang namun ada laporan tentang keterlibatan sistem saraf tepi, hal ini bisa terjadi karena masalah saraf

tepi pada DCS ini sering terlewatkan dan tidak dilaporkan. Pada beberapa kasus munculnya gejala pada saraf tepi ini cukup berat sehingga harus dilakukan tatalaksana secara komprehensif. Oleh karena itu pembahasan tentang kelainan sistem saraf tepi pada DCS cukup penting untuk dilakukan.^{3,4,5}

PENYAKIT DEKOMPRESI

Penyakit Dekompresi atau *Decompression sickness (DCS)* adalah sebuah kondisi atau sindroma penyakit yang timbul saat suatu gas terlarut, biasanya helium atau nitrogen, terlepas atau keluar dari larutannya menuju aliran darah dan jaringan tubuh dan menyebabkan terjadinya pembentukan, perkembangan dan eliminasi gelembung dalam tubuh, baik di intra dan ekstrasvaskuler, saat terjadi perubahan tekanan dari tekanan tinggi menjadi tekanan yang lebih rendah.^{1,6,7} Penyakit ini manifestasi dari *Henry's Law* (hukum Henry) yang menyebutkan bahwa pada suhu konstan, jumlah gas terlarut akan setara dengan tekanan parsialnya di atas cairan, ketika seseorang yang menghirup udara dalam lingkungan bertekanan akan mencapai kondisi keseimbangan gas. Gas ini akan terlepas dari larutannya pada saat seseorang bergerak menuju tekanan yang lebih rendah sehingga menyebabkan perubahan yang disebutkan diatas.^{1,7}

Kondisi tersebut dapat terjadi pada penyelam yang naik ke permukaan air setelah menyelam, seseorang yang terbang dengan pesawat, pekerja dalam air, atau astronaut yang beraktivitas di luar pesawat ruang angkasa.⁶

DCS adalah sebuah kondisi yang jarang ditemui, dengan tingkat kejadian diperkirakan berkisar antara 0,03% pada kelompok penyelam rekreasional, atau 1,5-10/10.000 kasus pada penyelam komersial, dengan risiko penyakit lebih besar 2,5x lipat pada kelompok jenis kelamin laki-laki.^{1,6}

KLASIFIKASI PENYAKIT

DEKOMPRESI

DCS dibagi menjadi 2 tipe berdasarkan klasifikasi *Golding*. Pertama adalah DCS Tipe I dengan gejala hanya di kulit, sistem muskuloskeletal dan sistem limfatik, tanpa defisit neurologis, kardiovaskular, atau pernapasan.^{6,7} Tipe ini adalah yang umum dijumpai, merupakan bentuk paling ringan dan biasanya terjadi lebih lambat.⁶ DCS Tipe I ditandai dengan muncul salah satu atau kombinasi dari gejala berikut : nyeri ringan yang mulai menghilang dalam 10 menit setelah munculnya nyeri, rasa gatal atau “*twisted skin/skin Bends*”, hingga rasa terbakar di kulit, muncul tampilan cutis marmorata.⁷ Selain itu bisa juga timbul keluhan limfatik seperti edema, nyeri lokal di limfanodi ketiak, lipatan paha dan di belakang leher.⁶

Pada DCS Tipe II, gejala yang ditimbulkan mencakup gangguan paru, sistem kardiovaskular contohnya syok hipovolemik, atau gangguan sistem saraf.^{6,7} Tipe ini jarang terjadi, tapi merupakan bentuk yang paling berat, dan terjadi biasanya di atas 12 jam setelah menyelam. Gejala yang ditimbulkan dapat menetap 12-48 jam, bahkan bisa menyebabkan kerusakan bersifat permanen hingga kematian.⁶

Gejala neurologis yang muncul pada DCS Tipe II ini bergantung pada organ sistem saraf yang mengalami gangguan. Nyeri hanya muncul pada sekitar 30% kasus.⁷ Organ yang paling sering mengalami gangguan adalah medula spinalis, yaitu keluhan yang ditimbulkan adalah parestesia, paraplegia, *neurogenic bladder*. Jika yang terganggu adalah sirkulasi otak, maka akan menimbulkan gejala ataksia, *nystagmus*, gangguan penglihatan, gangguan berbahasa, kejang, perubahan perilaku, tuli permanen, dan penurunan kesadaran hingga koma. Gejala yang ditimbulkan juga dapat terkait pendengaran dan keseimbangan, antara lain tinnitus, tuli, vertigo atau dizziness, mual muntah, dan gangguan keseimbangan jika penyakit ini mengenai organ bagian dalam telinga.⁶

MANIFESTASI KLINIS PENYAKIT

DEKOMPRESI

Gejala klinis yang muncul pada DCS dapat bervariasi, dari gejala ringan sampai berat. Gejala klinis yang muncul pada DCS disebabkan oleh adanya suatu iskemik jaringan, iskemik ini terjadi akibat adanya sumbatan pembuluh darah oleh gelembung udara.²⁷ Nyeri otot dan sendi merupakan gejala umum pada DCS tipe 1, nyeri sendi sebanyak 58%, nyeri otot sebanyak 35%, nyeri pinggang sebanyak 7%.⁹ DCS tipe 2 merupakan penyakit dekompresi yang serius dengan gejala klinis dapat berupa defisit neurologis, gejala yang muncul tergantung dari lokasi yang terkena dapat berupa kesulitan berbicara, tremor, vertigo, tinnitus, dan lain-lain.⁸ Pada beberapa kasus manifestasi klinis DCS dapat berupa suatu neuropati perifer, hal ini dapat terjadi akibat penekanan pada sistem saraf perifer.¹⁰

GANGGUAN SARAF TEPI AKIBAT DEKOMPRESI

Gangguan neurologi yang melibatkan medula spinalis dan otak sudah banyak diketahui dan menimbulkan gejala pada kasus DCS, namun keterlibatan sistem saraf tepi sering dicurigai berdasarkan manifestasi klinis, adanya lesi multifokal pada sistem saraf pusat secara simultan biasanya juga menimbulkan gejala yang sama sehingga diagnosis menjadi sulit

untuk ditegakkan.⁵ Pada penyakit dekompresi, sistem saraf tepi jarang terlibat dan biasanya saraf yang terkena adalah saraf yang melalui ruang anatomi yaitu gelembung gas dapat menyebabkan tekanan mekanis langsung seperti saraf di daerah wajah, *nervus medianus*, dan *nervus trigeminal*.¹¹ Manifestasi neurologis yang paling umum adalah parestesia, sering kali tanpa hipestesia objektif. Ketika terdapat hipestesia, hal ini sering kali bersifat nondermatom. Kadang-kadang hipestesia muncul pada distribusi saraf perifer.¹²

JENIS GANGGUAN SARAF TEPI AKIBAT DCS

Laporan kasus gangguan saraf tepi di ekstremitas akibat DCS masih cukup langka. Penelusuran literatur hanya sedikit yang memaparkan kasus tersebut. Ada beberapa jenis gangguan saraf tepi yang dilaporkan terjadi akibat DCS (Tabel 1) yaitu, *peroneal mononeuropathy*, *carpal tunnel syndrome*, *deep peroneal neuropathy*, *mononeuritis multiplex* dan *ulnar neuropathy*.³ *Peroneal mononeuropathy* adalah salah satu mononeuropati fokal yang paling umum pada ekstremitas bawah. biasanya terjadi akibat kompresi saat saraf membungkus kepala fibular, atau karena gangguan metabolisme.¹³

Tabel 1 Gangguan saraf tepi akibat DCS

Tip e Gangguan Saraf Tepi	Bentuk Laporan	Intervensi	Luaran/Outcome
<i>Peroneal Neuropathy</i>	<i>Case report</i>	• Protokol hiperbarik sesuai dengan <i>U.S Navy treatment</i>. • Pasien meggunakan <i>ankle foot orthotic</i> selama 6 minggu.	Gejala klinis membaik, foot drop membaik dalam 6 minggu, 8 tahun kemudian setelah di <i>follow up</i> kondisi pasien membaik dan beraktivitas dengan normal. ³
<i>Carpal tunnel syndrome</i>	<i>Case report</i>	• Protokol hiperbarik sebanyak 3 kali.	Gejala membaik setelah terapi hiperbarik yang ke tiga. ⁵
<i>Deep peroneal neuropathy</i>	<i>Case report</i>	• Tidak diberikan tatalaksana karena pasien datang ke fasilitas kesehatan setelah 5 bulan dari onset penyakit.¹⁴	
<i>Ulnar neuropathy</i>	<i>Case report</i>	• Dilakukan terapi hiperbarik 6 hari setelah onset.	Gejala membaik sebanyak 70% setelah terapi hiperbarik yang pertama. Terjadi perburukan gejala sensoris dalam 22 hari, namun setelah diberikan terapi hiperbarik kembali, keluhan pasien membaik. ⁴
<i>Mononeuritis Multiplex</i>	<i>Case report</i>	• Dilakukan tatalaksana hiperbarik.	Perbaikan gejala terjadi saat terapi hiperbarik awal. Namun 4 hari setelah tatalaksana awal, keluhan pasien muncul kembali. Dilakukan terapi hiperbarik ulang, namun tidak terjadi perbaikan. ¹⁵

PATOFISIOLOGI GANGGUAN SARAF TEPI AKIBAT DEKOMPRESI

Gelembung nitrogen dapat merusak sistem saraf akibat aktivasi respons inflamasi sistemik, yang melibatkan sitokin dan sistem

komplemen serta gangguan mekanis atau kompresi otak, sumsum tulang belakang, saraf kranial dan perifer serta oklusi pembuluh darah, terutama vena besar. *White matter* dari sumsum tulang belakang sangat sensitif

terhadap gelembung nitrogen, karena tingginya kelarutan gas inert dalam mielin yang kaya lipid dan aliran darah yang relatif buruk di jaringan ini.¹¹ Emboli gas arteri (*Air Gas Embolism*) terjadi ketika penyelam menghirup gas bertekanan pada kedalaman serta naik tanpa mengeluarkan udara dari paru-paru, akibatnya terjadi penurunan tekanan, volume paru akan semakin meningkat (Hukum Boyle), dan pada akhirnya dapat melampaui batas elastis alveolar/kapiler, sehingga menyebabkan gangguan jaringan. Ketika alveoli pecah, udara akan keluar ke ruang sekitarnya, termasuk ke pembuluh darah.¹² Emboli gas arteri terjadi ketika masuknya gas ke dalam vena pulmonalis atau arteri sirkulasi sistemik.¹⁶ Keterlibatan saraf tepi dalam penyakit dekompresi lebih mungkin terjadi pada saraf yang melintasi area dimana gelembung dapat menyebabkan kompresi mekanis.

Studi penyakit dekompresi pada kelinci percobaan dan pada model penyakit dekompresi di babi menunjukkan pembentukan gelembung di jaringan saraf perifer bermielin, lesi inflamasi fokal ditemukan pada saraf skiatik babi 24 jam setelah pengobatan rekompresi untuk penyakit dekompresi neurologis akut.¹⁷ Gelembung yang terbentuk di dalam saraf pada awalnya dapat menimbulkan gejala akibat distorsi mekanis pada akson. Menghilangkan

gelembung dengan kompresi ulang mungkin dapat meredakan nyeri dengan cepat, namun gejalanya kemudian muncul kembali karena peradangan dan edema di lokasi cedera awal.⁵ Penyakit dekompresi lebih sering terjadi pada penyelam yang kurang berpengalaman.¹⁸

Faktor risiko terjadinya DCS antara lain karena seseorang melanggar prinsip dekompresi, sering naik dan turun dalam satu kali penyelaman (penyelaman *yo-yo*), penyelaman berulang dalam satu hari, atau melakukan penerbangan atau pendakian gunung dalam waktu singkat setelah penyelaman yang berhubungan dengan penurunan tekanan lingkungan dan supersaturasi nitrogen pada jaringan.¹²

DIAGNOSIS

DCS merupakan sebuah diagnosa klinis yang ditegakkan berdasarkan pemeriksaan klinis termasuk pemeriksaan neurologis, dan riwayat menyelam.^{19,20} Gejala DCS dapat muncul sesaat setelah penyelam muncul ke permukaan, atau dapat terjadi bahkan sebelum penyelam mencapai permukaan pada kondisi penyelaman sulit atau faktor dekompresi diabaikan, dan yang paling banyak adalah muncul setelah penyelam tiba di permukaan dengan durasi latensi dari beberapa menit hingga beberapa hari. Penyelaman yang panjang dan dangkal umumnya dikaitkan dengan latensi yang lebih panjang.²¹

Hasil pencitraan dan tes laboratorium tidak menunjukkan hasil yang spesifik. Foto thorax harus segera dikerjakan pada pasien sesak dengan kecurigaan *pulmonary DCS*, karena pneumotoraks yang tidak tertangani merupakan kontraindikasi terapi oksigen hiperbarik. Rekompresi menggunakan terapi oksigen hiperbarik, dapat memperbaiki gejala klinis dan digunakan untuk mengonfirmasi diagnosis.²² Manifestasi klinis dari *DCS* memiliki rentang gejala yang luas. Gejala konstitusional dan non spesifik yaitu *malaise*, *fatigue*, nyeri kepala, *transient periarticular discomfort* merupakan gejala minor penting yang berkaitan dengan stres dekompresi, dan pada kasus yang serius dapat menyebabkan gangguan neurologi, gangguan kardiopulmoner yang lebih berat.¹⁹

TERAPI

Pertolongan pertama yang dapat dilakukan pada *DCS* adalah pemberian oksigen 100%. Oksigen normobarik harus segera diberikan sebagai langkah awal tatalaksana setelah muncul gejala sampai terapi definitif tersedia.^{19,22} Pasien diposisikan secara horizontal selama evakuasi, dan posisi *recovery* lebih diutamakan pada pasien yang tidak sadar.²¹ Cairan intravena yang bersifat isotonik kristaloid non glukosa diberikan untuk mencegah hipovolemi. Pemberian terapi adjuvan seperti NSAID, antikoagulan (aspirin), dan lidokain telah banyak dilakukan

pada penanganan awal *DCS*, namun belum terdapat cukup bukti untuk mendukung atau menyangkal penerapannya.^{23,24} Pemberian kortikosteroid tidak direkomendasikan dalam penanganan *decompression sickness*.^{24,25}

Terapi definitif *DCS* adalah pemberian rekompresi dengan oksigen pada tekanan yang lebih tinggi dibanding tekanan permukaan air laut (oksigen hiperbarik).²⁶ Pemilihan terapi dan jumlah rekompresi didasarkan atas tingkat keparahan dari gejala *decompression sickness*, respon klinis setelah terapi, dan gejala residual setelah rekompresi awal.²⁶ Pemberian rekompresi sebaiknya dilakukan sesegera mungkin setelah timbulnya gejala. Tujuan dari terapi ini adalah menghasilkan perbedaan gradien tekanan, dengan cara menghirup oksigen 100% pada simulasi tekanan tinggi (terapi awal digunakan 2,82 atmosfer absolut), sehingga gradien difusi oksigen yang meningkat dapat menyebabkan gas nitrogen yang sebelumnya berada di dalam jaringan dan sirkulasi terdifusi keluar.^{19,27}

Pada gangguan sistem saraf tepi akibat *DCS* sendiri, tatalaksana utama adalah dengan menggunakan terapi oksigen hiperbarik. Pada kasus *carpal tunnel syndrome* akibat *DCS*, pasien diberikan terapi hiperbarik berulang kali, keluhan *CTS* yang dirasakan berkurang namun tidak bisa hilang sempurna. Selama terapi, pasien tetap diberikan obat nyeri seperti ibuprofen dan dipasang *wrist splint*.⁵ Pada

kasus pasien dengan *ulnar palsy* akibat DCS, pasien diberikan terapi hiperbarik sebanyak enam kali hingga gejala *ulnar palsy* pasien membaik. Terapi oksigen hiperbarik yang berulang dapat memperbaiki perkembangan gejala pasien dan akhirnya mengakibatkan kesembuhan total.⁴

PROGNOSIS

Prognosis dari penyakit dekompresi dipengaruhi oleh derajat simptomatis, ketepatan diagnosis dan terapi serta riwayat kesehatan individu.²² Hasil akhir dari neuropati peroneal yang umum bergantung pada etiologi dan durasi gejala. Elektromiografi (EMG) dapat memberikan petunjuk prognosis.²⁸ Pada pasien DCS yang diberikan terapi rekompresi sebelum terjadi iskemik lebih lanjut pada sistem saraf tepi, menunjukkan perbaikan yang signifikan.⁵

KESIMPULAN

Gangguan Neuropati pada penyelam diakibatkan karena suatu proses dekompresi yaitu masuknya gelembung akibat perbedaan tekanan. Penyakit dekompresi ini dapat menyebabkan gangguan sistem saraf pusat maupun sistem saraf tepi yaitu neuropati. Gangguan neuropati dapat terjadi dikarenakan penekanan secara mekanis struktur saraf tepi. Anamnesis dan pemeriksaan fisik yang tepat dapat dilakukan untuk menegakkan diagnosis. Pemberian terapi oksigen hiperbarik pada fase

awal dapat mengurangi risiko kerusakan jaringan lebih lanjut dan dapat mengurangi risiko penyakit neuropati akibat penyelaman. Pemahaman mengenai fisiologi menyelam, persiapan fisik dan pemeliharaan alat menyelam dapat mencegah terjadinya gangguan neuropati akibat penyakit dekompresi.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak terdapat konflik kepentingan penulis dalam artikel ilmiah ini

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh civitas akademik Bagian Neurologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan (FKIK) Universitas Mataram/RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat yang mendorong dalam penyelesaian artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Susilawati NA, Mayza A. Peran Tatalaksana di Bidang Neurorestorasi pada Decompression Sickness (Caisson Disease). *Lombok Medical Journal*. 2024;3(1). Doi: <https://doi.org/10.29303/lmj.v3i1.3652>
2. Embuai Y, Denny HM, Setyaningsih Y. Analisis Faktor Individu, Pekerjaan dan Perilaku K3 pada Kejadian Penyakit

- Dekompresi pada Nelayan Penyelam Tradisional di Ambon. *Jurnal Penelitian Kesehatan 'SUARA FORIKES' (Journal of Health Research 'Forikes Voice')*. 2019 Nov 11;11(1):6. Doi: <http://dx.doi.org/10.33846/sf111102>
3. Garland MM, Gutierrez A, Barratt DM. Peripheral neuropathy of the extremity after hyperbaric exposure. *Aviat Space Environ Med*. 2012 Aug;83(8):805–8.
 4. Butler FK, Pinto C V. Progressive ulnar palsy as a late complication of decompression sickness. *Ann Emerg Med*. 1986 Jun;15(6):738–41. Doi: [10.1016/s0196-0644\(86\)80439-5](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(86)80439-5)
 5. Isakov AP, Broome JR, Dutka AJ. Acute carpal tunnel syndrome in a diver: evidence of peripheral nervous system involvement in decompression illness. *Ann Emerg Med*. 1996 Jul;28(1):90–3. Doi: [10.1016/s0196-0644\(96\)70143-9](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(96)70143-9).
 6. Uppal H, Jayatunga U. Decompression illness type II with stroke: Challenging situation in acute neurorehabilitation. *Int Marit Health*. 2020;71(2):105–8. Doi: [10.5603/IMH.2020.0019](https://doi.org/10.5603/IMH.2020.0019).
 7. Fitriasari E, Sri Dewi Untari NK, Annisa Fitra N. Risk Factors for Decompression Sickness. *Jurnal Multidisiplin Indonesia*. 2024 Mar 4;3(2):3806–18. Doi: <https://doi.org/10.58344/jmi.v3i2.1095>
 8. Hisnindarsyah, Usemahu, Mainase. Respon Pasien dengan Dcompression Sickness Tipe I Terhadap Pemberian Terapi Oksigen Hiperbarik di RSAL DR.F.X Suhardjo. *Molucca Medica*. 2018;11.
 9. Tyastara IGM, Mutiarayani D, Utami FY, Sungkar H, Rizkika LH, Nazhifah N, *et al*. Caisson Disease among Recreational Divers: Review Literature. *Green Medical Journal*. 2022 Dec 28;4(3):93–9.
 10. Garland MM, Gutierrez A, Barratt DM. Peripheral neuropathy of the extremity after hyperbaric exposure. *Aviat Space Environ Med*. 2012 Aug;83(8):805–8.
 11. Rosińska J, Łukasik M, Kozubski W. Neurological complications of underwater diving. Vol. 49, *Neurologia i Neurochirurgia Polska*. Urban and Partner; 2015. p. 45–51. Doi: [10.1016/j.pjnns.2014.11.004](https://doi.org/10.1016/j.pjnns.2014.11.004).
 12. Massey EW, Moon RE. Neurology and diving. In: *Handbook of Clinical Neurology*. Elsevier B.V.; 2014. p. 959–69.
 13. Elias WJ, Pouratian N, Oskouian RJ, Schirmer B, Burns T. Peroneal neuropathy following successful bariatric surgery. Case report and

- review of the literature. *J Neurosurg.* 2006 Oct;105(4):631–5. Doi: 10.3171/jns.2006.105.4.631.
14. Sander HW. Mononeuropathy of the medial branch of the deep peroneal nerve in a scuba diver. *J Peripher Nerv Syst.* 1999;4(2):134–7.
15. Sander HW. Mononeuropathy of the medial branch of the deep peroneal nerve in a scuba diver. *J Peripher Nerv Syst.* 1999;4(2):134–7. 16. Muth CM, Radermacher P. Urgences hyperbares et maladie de décompression. *Reanimation.* 2015 Sep 1;24(5):551–6.
17. Broome JR, Dick EJ. Neurological decompression illness in swine. *Aviat Space Environ Med.* 1996;67(3).
18. Newton HB, Padilla W, Burkart J, Pearl DK. Neurological manifestations of decompression illness in recreational divers-the Cozumel experience. *Undersea and Hyperbaric Medicine.* 2007;34(5).
19. Vann RD, Butler FK, Mitchell SJ, Moon RE. Decompression illness. *Lancet.* 2011 Jan 8;377(9760):153–64. Doi: 10.1016/S0140-6736(10)61085-9.
20. Freiburger JJ, Lyman SJ, Denoble PJ, Pieper CF, Vann RD. Consensus factors used by experts in the diagnosis of decompression illness. *Aviat Space Environ Med.* 2004 Dec;75(12):1023–8.
21. US Navy Departement. U.S. Navy Diving Manual Revision 6 Distribution Statement [Internet]. 2008. Available from: www.supsalv.org
22. Cooper JS, Hanson KC. Decompression Sickness. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
23. Mitchell SJ, Bennett MH, Bryson P, Butler FK, Doolette DJ, Holm JR, et al. Consensus guideline: Pre-hospital management of decompression illness: Expert review of key principles and controversies. *Undersea and Hyperbaric Medicine.* 2018;45(3).
24. Bennett MH, Lehm JP, Mitchell SJ, Wasiak J. Recompression and adjunctive therapy for decompression illness. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2012 May 16;2018(12). Doi: 10.1002/14651858.CD005277.pub3.
25. Tan VH, Chin K, Kumar A, Chng J, Soh CRSR. Treatment preferences for decompression illness amongst Singapore dive physicians. *Diving Hyperb Med.* 2017 Jun;47(2):118–22. Doi: 10.28920/dhm47.2.118-122.
26. Moon RE. Hyperbaric oxygen treatment for decompression sickness. *Undersea Hyperb Med.* 2014;41(2):151–7.

27. Wayan Dewi N, Diah Sutanegara KP, Praramdana MN, Al Kasiron R, Aditya Zulkarnaen D. Decompression Sickness Type 1 in Traditional Fishermen: A Literature Review. *Biocity Journal of Pharmacy Bioscience and Clinical Community*. 2023;1(2):81–8. Doi: <https://doi.org/10.30812/biocity.v1i2.2523>
28. Watemberg N, Amsel S, Sadeh M, Lerman-Sagie T. Common peroneal neuropathy due to surfing. *J Child Neurol*. 2000 Jun;15(6):420–1. Doi: 10.1177/088307380001500613.