



Terapi Hiperbarik Oksigen sebagai Tata Laksana Tuli Mendadak

Gabriela Widjaja

RS Khusus THT-Bedah KL Proklamasi BSD, Serpong, Tangerang, Indonesia

ABSTRAK

Tuli mendadak atau *sudden sensorineural hearing loss* merupakan tuli sensorineural yang termasuk kedaruratan di bidang THT-KL karena bisa menjadi permanen jika tidak segera ditangani. Tuli mendadak ditandai dengan penurunan pendengaran sensorineural minimal 30 dB dalam waktu kurang dari 72 jam. Penyebab tuli mendadak sebagian besar tidak diketahui (idiopatik) sehingga tata laksana dilakukan secara empiris. Prinsip tata laksana tuli mendadak adalah deteksi dini, diagnosis dini, dan pengobatan dini. Tata laksana tuli mendadak yang utama adalah *steroid* oral atau intratimpani atau kombinasi keduanya. Terapi hiperbarik oksigen (HBOT) telah menjadi terapi adjuvan yang menjanjikan, bekerja dengan cara meningkatkan oksigenasi pada perilymfe dan jaringan koklea yang iskemik. Beberapa studi menunjukkan bahwa kombinasi HBOT dengan *steroid* memberikan hasil yang lebih superior dibandingkan monoterapi *steroid*, terutama pada kasus tuli derajat berat dan jika dimulai dalam dua minggu sejak onset gejala. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk melihat efektivitas terapi hiperbarik oksigen sebagai tata laksana tuli mendadak.

Kata Kunci: Terapi hiperbarik oksigen, tuli mendadak, tuli sensorineural.

ABSTRACT

Sudden deafness or *sudden sensorineural hearing loss* is sensorineural deafness which is an ENT emergency because it can become permanent if not treated immediately. Sudden deafness is characterized by a sensorineural hearing loss of at least 30 dB within less than 72 hours. Most causes of sudden deafness are unknown (idiopathic) so treatment is empirical. The principles of managing sudden deafness are early detection, early diagnosis, and early treatment. The main treatment for sudden deafness is oral steroids, intratympanic, or a combination of both. Hyperbaric oxygen therapy (HBOT) has become a promising adjuvant therapy, working by increasing oxygenation in the perilymph and ischemic cochlear tissue. Several studies have shown that combining HBOT with steroids provides superior results compared to steroid monotherapy, especially in cases of severe deafness and if started within two weeks of symptom onset. Further research is still needed to confirm the effectiveness of hyperbaric oxygen therapy as a treatment for sudden deafness. **Gabriela Widjaja. Hyperbaric Oxygen Therapy in the Management of Sudden Deafness.**

Keywords: Hyperbaric oxygen therapy, sudden deafness, sensorineural deafness.



Cermin Dunia Kedokteran is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Tuli mendadak atau *sudden sensorineural hearing loss* (SSNHL) merupakan tuli sensorineural secara tiba-tiba dan dapat terjadi secara bilateral ataupun unilateral, disebabkan oleh kerusakan vaskular terutama pada koklea. Angka kejadian tuli mendadak yaitu sekitar 5–20 kasus per 100.000 orang setiap tahunnya.¹ Rasio kejadian pada pria dan wanita sama dan umumnya unilateral.²

Tuli mendadak merupakan salah satu

kegawatdaruratan di bidang THT-KL karena bisa menjadi permanen jika tidak segera ditangani. Gejala yang sering dialami antara lain ketulian, pusing, mual dan muntah, sebelum atau sesudah serangan. Banyak pasien tuli mendadak memiliki riwayat perubahan pendengaran yang jelas dan tiba-tiba serta mengeluhkan telinga tersumbat, namun tidak segera memeriksakan diri ke dokter.³

TULI MENDADAK

Tuli mendadak atau SSNHL didefinisikan

sebagai hilangnya pendengaran secara tiba-tiba sebesar 30 dB atau lebih pada setidaknya 3 frekuensi audiometri berdekatan yang terjadi dalam waktu kurang dari 72 jam. Tuli mendadak dapat terjadi secara unilateral ataupun bilateral.¹ Pasien dalam kelompok usia yang berbeda akan memiliki derajat dan jenis gangguan pendengaran yang berbeda, usia muda, dan anak-anak cenderung mengalami gangguan pendengaran derajat berat dan bilateral, sedangkan lanjut usia mengalami gangguan pendengaran derajat ringan

Alamat Korespondensi gabwidjaja@gmail.com



hingga sedang dan unilateral.⁴

Faktor risiko tuli mendadak meliputi faktor psikologis dan kebiasaan hidup, seperti depresi, merokok, dan alkohol. Merokok dan penggunaan alkohol dapat menyebabkan arteriosklerosis telinga bagian dalam dan pembentukan mikrotrombus yang akan memengaruhi suplai darah telinga bagian dalam dan menyebabkan tuli mendadak. Penyakit penyerta seperti hipertensi, diabetes, dan hiperlipidemia juga merupakan faktor risiko tuli mendadak. Hipertensi, diabetes, dan hiperlipidemia menyebabkan arteriosklerosis telinga bagian dalam dan mikrotrombosis, sehingga mengakibatkan gangguan mikrosirkulasi telinga bagian dalam serta degenerasi dan nekrosis sel-sel rambut telinga. Selain itu, penyakit ini dapat menyebabkan perubahan ultrastruktural, pengendapan lipid, dan kelainan metabolisme sel rambut telinga bagian dalam.⁵

Penyebab tuli mendadak antara lain infeksi virus (*mumps*, *measles*, herpes zoster, *rubella*, dan *cytomegalovirus*), bakteri (sifilis, meningitis, labirinitis), neoplasma, penyakit autoimun, trauma, kelainan vaskular dan idiopatik. Jika virus neurotropik inaktif masuk ke dalam telinga bagian dalam akan menyebabkan kerusakan koklea atau saraf koklea. Infeksi virus sistemik dapat menstimulasi *immune-mediated response* atau *stress-signaling pathway* di koklea. Gangguan mental dan gangguan tidur juga merupakan penyebab utama timbulnya tuli mendadak.^{2,6,7}

Gejala paling sering adalah pendengaran berkurang di salah satu telinga saat bangun tidur, ada yang merasakan pendengaran tiba-tiba hilang atau menurun sangat cepat.³ Gejala lain dapat berupa gangguan pendengaran tiba-tiba dan stabil atau gangguan pendengaran yang progresif dan cepat, sebagian besar mengalami gangguan pendengaran yang stabil. Dapat juga disertai rasa sensasi penuh pada telinga dan seringkali merupakan satu-satunya keluhan atau didahului dengan tinnitus, tinnitus dapat bervariasi. Pada sekitar 40% kasus dapat disertai dengan gejala vertigo.⁶

Diagnosis tuli mendadak memerlukan anamnesis, pemeriksaan fisik dan THT, pemeriksaan audiologi, laboratorium, dan pemeriksaan penunjang lain. Anamnesis mengarah pada onset, rentang waktu, gejala lain yang berhubungan (tinnitus atau vertigo), dan aktivitas terakhir. Selain itu diperlukan juga riwayat penyakit dahulu, faktor risiko, dan riwayat pemakaian obat. Pemeriksaan fisik seperti tekanan darah juga perlu dilakukan.⁸

Tes garpu tala, audiogram, otoskopi, dan riwayat kasus yang menyeluruh sangat penting dilakukan dalam membuat diagnosis yang tepat. Pada tuli mendadak memiliki saluran pendengaran eksternal dan membran timpani yang normal, sehingga hasil pemeriksaan otoskopi normal.³ Tes penala menunjukkan hasil Rinne positif, Weber lateralisasi ke telinga sehat, dan Schwabach memendek.^{3,9} Pemeriksaan audiometri nada murni menunjukkan tuli sensorineural ringan sampai berat, audiometri tutur didapatkan SDS (*speech discrimination test*) <100% (tuli sensorineural), dan audiometri impedans menunjukkan hasil timpanogram tipe A (normal), refleksi stapedius ipsilateral negatif/positif, sedangkan kontralateral positif (tuli sensorineural koklea). *Otoacoustic emission* (OAE) dapat memberikan informasi tambahan tentang integritas sistem auditori, hasil OAE pass menunjukkan fungsi sel rambut luar telinga yang masih baik.⁸

Pemeriksaan laboratorium tidak rutin dilakukan pada kasus tuli mendadak. *Computed tomography* (CT) scan kepala tidak perlu selama evaluasi awal pasien dengan dugaan tuli mendadak, kecuali pada pasien dengan gangguan neurologis fokal, riwayat trauma, atau penyakit telinga kronis.¹⁰ Tata laksana tuli mendadak berdasarkan penyebab, namun karena kebanyakan kasus tuli mendadak tidak diketahui penyebab pastinya, maka tata laksana dilaksanakan secara empiris.

Tata laksana tuli mendadak antara lain steroid sistemik atau injeksi intratimpani, vasodilator (*histamin*, *papaverine*, *verapamil*, *carbogen*), hemodilusi (*dextran*, *pentoxifylline*, *mannitol*, dan *heparin*),

antiviral (*acyclovir*, *valacyclovir*), diuretik, *diatrizoate meglumine*, terapi hiperbarik oksigen, dan pembedahan. Terapi hiperbarik oksigen yaitu memberikan oksigen murni atau oksigen konsentrasi tinggi dalam ruangan dengan tekanan berkisar antara 2,2 hingga 2,5 ATA selama 1–2 jam, 1 sampai 2 kali sehari selama 20–40 kali terapi.^{11,8}

Prognosis tuli mendadak dipengaruhi oleh usia, gejala penyerta, durasi, derajat keparahan, pola audiogram, dan penyakit penyerta. Prognosis lebih buruk pada pasien dengan onset pada usia lebih dari 60 tahun atau kurang dari 15 tahun. Prognosis lebih buruk jika disertai vertigo dan lebih baik jika disertai tinnitus. Makin lama durasi tuli mendadak, prognosis akan makin buruk. Pasien dengan derajat gangguan pendengaran lebih berat juga memiliki prognosis yang lebih buruk.^{3,12} Hasil audiogram *downward-sloping* berhubungan dengan prognosis buruk, sedangkan hasil audiogram *upward-sloping* dapat menunjukkan prognosis yang lebih baik. Gangguan pendengaran pada frekuensi nada rendah cenderung memiliki tingkat pemulihan yang lebih baik karena toleransi gangguan yang lebih baik.⁷

Pasien dengan penyakit penyerta, seperti diabetes melitus, hipertensi, dan hiperlipidemia, akan memiliki prognosis yang lebih buruk.¹²

TERAPI HIPERBARIK OKSIGEN PADA TULI MENDADAK

Terapi hiperbarik oksigen yaitu memberikan oksigen murni atau oksigen konsentrasi tinggi dalam ruangan dengan tekanan berkisar antara 2,2 hingga 2,5 ATA selama 1–2 jam, 1 sampai 2 kali sehari selama 20–40 kali terapi.^{11,8,13} Indikasi umum terapi ini adalah penyakit dekompresi, luka yang tidak sembuh selama radioterapi atau diabetes, keracunan karbon monoksida, dan abses otak.¹⁴

Terapi hiperbarik oksigen pertama kali digunakan dalam pengobatan tuli mendadak pada akhir tahun 1970.¹⁵ Terapi hiperbarik oksigen meningkatkan tekanan parsial oksigen (0,3% menjadi 5,3%) dan jarak difusi oksigen (30 mm menjadi 100



mm) di jaringan, dalam hal ini di koklea, yang merupakan organ yang sangat sensitif terhadap hipoksia.¹¹ Tinjauan pustaka Yamada, et al., mengatakan bahwa tuli mendadak disebabkan oleh gangguan sirkulasi koklea dan kerusakan koklea yang disebabkan oleh infeksi atau peradangan.¹⁶ Mempertahankan mikrosirkulasi koklea yang normal sangat penting untuk telinga bagian dalam karena sel-sel rambut sensorik rentan terhadap hipoksia, sehingga dapat mempengaruhi ambang batas pendengaran.¹⁷

Kontraindikasi absolut terapi hiperbarik oksigen adalah pneumotoraks, dibutuhkan juga penilaian yang cermat terhadap risiko pada pasien dengan klaustrofobia, hamil, atau memiliki penyakit kardiovaskular atau pengguna alat pacu jantung. Sebelum melakukan terapi hiperbarik oksigen, pasien harus menjalani EKG (elektrokardiografi) dan rontgen dada untuk meminimalkan risiko efek samping, yaitu barotrauma pada telinga tengah atau sinus paranasal, barotrauma paru, atau gangguan penglihatan sementara.¹³ Terapi hiperbarik oksigen digunakan sebagai terapi tuli mendadak bagi pasien yang gagal atau memiliki kontraindikasi terapi *steroid*, di lain pihak kombinasi terapi hiperbarik oksigen dengan terapi *steroid* terbukti lebih efektif dibandingkan hanya menggunakan *steroid* saja.¹⁴

Koklea merupakan organ dengan kebutuhan oksigen yang tinggi. Namun, karena lokasinya di tulang temporal maka suplai darah koklea terbatas. Oleh karena, itu sel-sel rambut koklea rentan terhadap penurunan suplai oksigen jaringan. Menurut teori etiologi vaskular tuli mendadak, penurunan aliran darah ke telinga bagian dalam dapat menyebabkan iskemia lokal dan terdapat kebutuhan mutlak untuk meningkatkan kadar oksigen di perilimfe. Penelitian mengatakan bahwa tekanan parsial oksigen dalam darah dan kapiler koklea meningkat secara signifikan dalam kondisi hiperbarik. Proses ini dapat meminimalkan kerusakan iskemik setelah tuli mendadak dan memengaruhi pemulihan vaskular pasien.¹⁵ Oksigen mencapai koklea melalui 2 cara. Pertama yaitu melalui difusi dari stria vaskularis

melalui endolimfe pada duktus koklea. Kedua yaitu melalui difusi dari telinga tengah melalui tingkap bundar. Terapi hiperbarik oksigen memiliki efek kompleks pada mekanisme imun seluler, transportasi oksigen, dan hemodinamik. Terapi hiperbarik oksigen dapat mengurangi hipoksia dan edema jaringan serta memodifikasi respons pasien terhadap infeksi dan hipoksia.¹³

Saat ini *corticosteroid* merupakan terapi awal utama, dapat diberikan dalam 2 minggu setelah timbulnya gejala. *Corticosteroid* dapat diberikan secara sistemik dan intratimpani, dapat diberikan jika pasien mengalami pemulihan yang tidak sempurna antara 2 dan 6 minggu setelah timbulnya gejala tuli mendadak.¹⁸

Kombinasi dengan terapi hiperbarik oksigen dini dalam 2 minggu pertama dapat memberikan hasil terbaik dan prognosis pada pasien usia muda lebih baik dibandingkan pasien yang berusia di atas 50 tahun.¹³ Menurut pedoman American Academy Otolaryngology–Bedah Kepala dan Leher tahun 2019 untuk pengobatan tuli mendadak, terapi hiperbarik oksigen tetap menjadi pilihan, tetapi hanya jika dikombinasikan dengan terapi *steroid*.¹⁹ Terapi awal harus dimulai dalam 2 minggu setelah timbulnya tuli mendadak dan terapi penyelamatan harus dimulai dalam 1 bulan setelah timbulnya tuli mendadak.¹⁴ Pada Konferensi Konsensus Pengobatan Hiperbarik pada tahun 2016, terapi hiperbarik oksigen dikombinasikan dengan terapi medis sangat direkomendasikan dalam 2 minggu sejak timbulnya penyakit.²⁰ Efektivitas terapi hiperbarik oksigen bergantung pada waktu dan efektivitasnya menurun seiring dengan penundaan. Bayoumi, et al., merekomendasikan inisiasi terapi hiperbarik oksigen sebaiknya dalam 24 atau 48 jam dengan durasi lama terapi minimal 1.200 menit (sekitar 20 sesi).²¹ Terapi hiperbarik oksigen tidak memberikan hasil yang baik jika dimulai terlambat dan tidak efisien bila dilakukan 3 minggu setelah timbulnya tuli mendadak.^{13,21}

Hasil penelitian Skarzynski, et al., terhadap 2 kelompok, kelompok pertama hanya

diterapi dengan *glucocorticoid* dan kelompok kedua terapi *glucocorticoid* dan terapi hiperbarik oksigen. Hasil pada kedua kelompok hampir sama yaitu perubahan rata-rata ambang pendengaran adalah 12,5dB pada kelompok pertama dan 14,1dB pada kelompok kedua. Tingkat keberhasilan pengobatan juga serupa, yaitu mencapai 27,8% pasien pada kelompok pertama dan 25,5% pada kelompok kedua.¹³

Ohira, et al., meneliti 109 pasien yang dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok kombinasi terapi *steroid* dan terapi hiperbarik oksigen (59 orang) dan kelompok terapi *steroid* saja (50 orang). Tingkat kesembuhan masing-masing kelompok dibandingkan berdasarkan tingkat keparahan gangguan pendengaran dan sampel darah penanda inflamasi, seperti rasio neutrofil-limfosit dan rasio trombosit-limfosit dihitung dan dibandingkan berdasarkan tingkat keparahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terapi hiperbarik oksigen efektif pada kasus berat dan gangguan aliran darah dini dengan rasio neutrofil-limfosit dan rasio trombosit-limfosit rendah serta tingkat peradangan yang lebih rendah.²²

Weng, et al., menemukan bahwa 44,8% pasien diabetes melitus dengan tuli mendadak sering memiliki gangguan pendengaran derajat berat, prognosis lebih buruk, dan pemulihan yang tidak lengkap.²³ Hal ini disebabkan oleh hiperglikemia akan menginduksi kerusakan koklea. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan pendengaran dan tingkat kesembuhan total pasien diabetes melitus dengan gangguan pendengaran hingga sangat berat secara signifikan lebih tinggi dengan kombinasi terapi hiperbarik oksigen dan terapi *steroid* dibandingkan dengan terapi *steroid* saja. Hal ini menunjukkan bahwa tuli mendadak mempunyai etiologi vaskular dan terapi hiperbarik meningkatkan respons host terhadap iskemia melalui efeknya terhadap sistem imun dan transportasi oksigen pada kerusakan koklea akibat hiperglikemia.²⁴

Menurut tinjauan sistematis atas 21 *randomized control trial* (RCT) antara



Januari 1966 sampai Februari 2006, hasil positif dilaporkan pada pemberian terapi steroid sistemik atau intratimpani, magnesium, vitamin E, *batroxobin*, dan terapi hiperbarik oksigen pada saat yang sama, tidak ada perbedaan pada hasil audiometri setelah pemberian agen hemodilusi dan antivirus, dan antara plasebo dan *corticosteroid* sistemik.²⁵ Selain itu, sebuah meta-analisis oleh Eryigit, et al., dari 16 artikel yang diterbitkan antara tahun 2002 dan 2018 menunjukkan hubungan antara tingkat keparahan gangguan pendengaran dan hasil akhir pengobatan terapi hiperbarik oksigen

pada tuli mendadak. Hasil penelitian ini yaitu pada pasien dengan tuli mendadak derajat berat, terdapat peningkatan pendengaran signifikan secara statistik pada kelompok terapi hiperbarik oksigen.²⁶ Dalam penelitian lain terapi hiperbarik oksigen sebagai kombinasi dengan terapi steroid sistemik dan intratimpani tidak memengaruhi peningkatan pendengaran pada semua tingkat gangguan pendengaran.²⁷ Hal ini bisa disebabkan karena angka perbaikan dan kesembuhan tuli mendadak dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti mulai timbulnya gejala awal, ada atau tidaknya tinnitus, vertigo, dan

penyakit penyerta (diabetes melitus, hipertensi).¹⁸

SIMPULAN

Beberapa penelitian menunjukkan hasil yang lebih efektif pada kombinasi terapi hiperbarik oksigen dengan terapi steroid dibandingkan hanya menggunakan terapi steroid saja. Namun, terdapat juga penelitian yang menunjukkan hasil yang sama walaupun dengan kombinasi terapi hiperbarik oksigen, dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai terapi hiperbarik oksigen sebagai tata laksana tuli mendadak.

DAFTAR PUSTAKA

1. Tripathi P, Deshmukh P. Sudden sensorineural hearing loss: a review. *Cureus*. 2022;14(9):e29458. doi: 10.7759/cureus.29458.
2. Lin W, Xiong G, Yan K, Yu W, Xie X, Xiang Z, et al. Clinical features and influencing factors for the prognosis of patients with sudden deafness. *Front Neurol*. 2022;13:905069. doi: 10.3389/fneur.2022.905069.
3. Jung WW, Hoegerl C. Sudden sensorineural hearing loss and why it's an emergency. *Cureus*. 2022;14(1):e21418. doi: 10.7759/cureus.21418.
4. You D, You Q, Liu Y. Analysis of clinical prognosis of totally deaf idiopathic sudden sensorineural hearing loss in different. *Altern Ther Health Med*. 2023;29(8):506–11. PMID: 37652422.
5. Xie W, Karpeta N, Tong B, Liu J, Peng H, Li C, et al. Etiological analysis of patients with sudden sensorineural hearing loss: a prospective case–control study. *Sci Rep*. 2023;13(1):5221. doi: 10.1038/s41598-023-32085-7.
6. Flint PW, Haughey BH, Lund VJ, Niparko JK, Robbins KT, Thomas JR, et al. Sudden sensorineural hearing loss. *Cummings otolaryngology head & neck surgery*. 6th ed. Elsevier; 2015.
7. Aldajani NF, Aloufi AM, Binhudayb NA, Yahya BJ, Alkarni AF. Approach to sudden hearing loss among primary care physicians in Riyadh, Saudi Arabia. *Cureus*. 2024;16(3):e55849. doi: 10.7759/cureus.55849.
8. Jonas T Johnson. Sudden sensory hearing loss. In: Bailey BJ, editor. *Otolaryngology head & neck surgery*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2014. p. 2589–94.
9. Bayoumy AB, de Ru JA. Sudden deafness and tuning fork tests: towards optimal utilisation. *Pract Neurol*. 2020;20(1):66–8. doi: 10.1136/practneurol-2019-002350.
10. Hauk L. AAO-HNS releases guideline on sudden hearing loss. *Am Fam Physician*. 2013;87(5):377–80.
11. Feng X, Chang Y. The clinical effects of hyperbaric oxygen in the treatment of sudden deafness. *J Clin Nurs Res*. 2021;5(4):242–5. doi:10.26689/jcnr.v5i4.2247
12. Singh A, Irugu DVK. Sudden sensorineural hearing loss – a contemporary review of management issues. *J Otol*. 2020 Jun;15(2):67–73. doi: 10.1016/j.joto.2019.07.001.
13. Skarzynski PH, Kolodziejek A, Gos E, Skarzynska MB, Czajka N, Skarzynski H. Hyperbaric oxygen therapy as an adjunct to corticosteroid treatment in sudden sensorineural hearing loss: a retrospective study. *Front Neurol*. 2023 Jul 5;14:1225135. doi: 10.3389/fneur.2023.1225135.
14. Rozbicki P, Uowski J, Krzywdzinska S, Jurkiewicz D, Siewiera J. Assessing the effectiveness of different hyperbaric oxygen treatment methods in patients with sudden sensorineural hearing loss. *Audiol Res*. 2024 Mar 29;14(2):333–41. doi: 10.3390/audiolres14020029.
15. Psillas G. Hyperbaric oxygen therapy in the treatment of sudden sensorineural hearing loss. *J Clin Med*. 2023;12(4):1515. doi: 10.3390/jcm12041515.
16. Yamada N, Toyoda I, Ogura S. Hyperbaric oxygen therapy in the management of severe soft tissue injuries. In: Shinomiya N, Asai Y, editors. *Hyperbaric oxygenation therapy: molecular mechanisms and clinical applications*. Singapore: Springer; 2020. p. 81–103



17. Wang HH, Chen YT, Chou SF, Lee LC, Wang JH, Lai YH, et al. Effect of the timing of hyperbaric oxygen therapy on the prognosis of patients with idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Biomedicines*. 2023;11(10):2670. doi: 10.3390/biomedicines11102670.
18. Skarzynska MB, Kołodziejek A, Gos E, Sanfis MD, Skarzynski PH. Effectiveness of various treatments for sudden sensorineural hearing loss—a retrospective study. *Life (Basel)*. 2022 Jan 10;12(1):96. doi: 10.3390/life12010096.
19. Chandrasekhar SS, Tsai Do BS, Schwartz SR, Bontempo LJ, Faucett EA, Finestone SA, et al. Clinical practice guideline: sudden hearing loss (update). *Otolaryngol Neck Surg*. 2019;161:S1–45. doi: 10.1177/0194599819859885.
20. Mathieu D, Marroni A, Kot J. Tenth European consensus conference on hyperbaric medicine: recommendations for accepted and non-accepted clinical indications and practice of hyperbaric oxygen treatment. *Diving Hyperb Med*. 2017;47(1):24–32. doi: 10.28920/dhm47.1.24-32.
21. Chin CS, Lee TY, Chen YW, Wu MF. Idiopathic sudden sensorineural hearing loss: is hyperbaric oxygen treatment the sooner and longer, the better? *J Pers Med*. 2022;12(10):1652. doi: 10.3390/jpm12101652.
22. Ohira S, Komori M, Tsuna Y, Nakamura M, Yamaguchi Y, Matsuura K, et al. Indications of effective hyperbaric oxygen therapy combined with steroid therapy for sudden hearing loss. *Otol Neurotol*. 2023;44(10):983–7. doi: 10.1097/MAO.0000000000004035.
23. Weng SF, Chen YS, Hsu CJ, Tseng FY. Clinical features of sudden sensorineural hearing loss in diabetic patients. *Laryngoscope*. 2005;115(9):1676–80. doi: 10.1097/01.mlg.0000184790.91675.e3.
24. Choi Y, Han SJ, Kim SK, Hong SM. The therapeutic effect of hyperbaric oxygen therapy in patients with severe to profound idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Sci Rep Nat Publ Group*. 2024;14(1):3321. doi: 10.1038/s41598-024-53978-1.
25. Conlin AE, Parnes LS. Treatment of sudden sensorineural hearing loss - I: a systematic review. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007;133(6):573–81. doi: 10.1001/archotol.133.6.573.
26. Eryigit B, Ziylan F, Yaz F, Thomeer HGXM. The effectiveness of hyperbaric oxygen in patients with idiopathic sudden sensorineural hearing loss: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2018;275(12):2893–904. doi: 10.1007/s00405-018-5162-6.
27. Yucel A, Ozbugday Y. Comparison of steroid treatment with and without hyperbaric oxygen therapy for idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *J Audiol Otol*. 2020;24(3):127–32. doi: 10.7874/jao.2019.00486.