

TELAAH PUSTAKA

MANFAAT LATIHAN FISIK PADA PENANGANAN *OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA*
(*BENEFITS OF PHYSICAL EXERCISE IN THE TREATMENT OF*
OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA)

Elita Halimsetiono¹

¹Departemen Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Surabaya, Surabaya,
Jawa Timur, Indonesia

Email korespondensi: elitahalims@staff.ubaya.ac.id

ABSTRAK

Obstructive sleep apnea (OSA) adalah penyakit yang ditandai dengan berkurangnya saturasi oksigen akibat episode berulang dari penghentian atau tidak cukupnya aliran udara di saluran napas bagian atas selama tidur. *Continuous positive airway pressure (CPAP)* merupakan pengobatan pilihan OSA, namun pengobatan CPAP secara terus menerus tidak dapat ditoleransi oleh semua pasien OSA, dan sering kali tidak cocok untuk kasus OSA ringan, sehingga perlu adanya pendekatan baru dalam penanganan OSA. Artikel ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang manfaat latihan fisik pada penanganan OSA. Artikel ini bersifat studi literatur dengan sumber data berasal dari jurnal internasional berbahasa Inggris yang terbit pada tahun 2014-2023 yang pencariannya melalui *database* pada PubMed, ScienceDirect, Springer, dan Google Scholar. Hasilnya didapatkan bahwa latihan fisik secara signifikan dapat meningkatkan tonus otot dilator saluran napas bagian atas, mengurangi akumulasi cairan di leher, meningkatkan fase tidur gelombang lambat, mengurangi berat badan, mengurangi respons inflamasi sistemik, dan memperbaiki fungsi kognitif pada pasien OSA. Kesimpulannya adalah latihan fisik memberikan manfaat pada perbaikan kasus OSA sesuai temuan di atas, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai salah satu metode pada penanganan OSA.

Kata kunci: latihan fisik, latihan olahraga, *obstructive sleep apnea*

ABSTRACT

Obstructive sleep apnea (OSA) is a disease characterized by reduced oxygen saturation due to repeated episodes of cessation or insufficient airflow in the upper airway during sleep. *Continuous positive airway pressure (CPAP)* is the treatment of choice for OSA, however continuous CPAP treatment cannot be tolerated by all OSA patients, and is often not suitable for mild OSA cases, so there is a need for a new approach in treating OSA. This article aims to provide an overview of the benefits of physical exercise in treating OSA. This article is a literature study with data sources coming from international English language journals published in 2014-2023 which were searched through databases on PubMed, ScienceDirect, Springer, and Google Scholar. The results showed that physical exercise can significantly increase upper airway dilator muscle tone, reduce fluid accumulation in the neck, increase the slow wave sleep phase, reduce body weight, reduce systemic inflammatory responses, and

improve cognitive function in OSA patients. The conclusion is that physical exercise provides benefits in improving OSA cases according to the findings above, so it can be considered as a method for treating OSA.

Keywords: exercise training, obstructive sleep apnea, physical exercise

PENDAHULUAN

Obstructive sleep apnea (OSA) merupakan masalah kesehatan masyarakat, dengan berbagai konsekuensi sistemik yang dapat meningkatkan morbiditas dan mortalitas akibat gangguan kardiovaskular, serta menimbulkan masalah ekonomi di bidang kesehatan.¹ Obesitas dianggap sebagai prediktor terkuat dari OSA, meskipun konsumsi alkohol dan merokok juga terkait dengan keadaan tersebut.² *Obstructive sleep apnea* (OSA) kurang dikenali dan seringkali tidak terdiagnosis, bahkan pada pasien yang bergejala sekalipun. Pasien OSA yang tidak diobati berisiko lebih tinggi untuk terkena penyakit kardiovaskular, termasuk tekanan darah yang sulit dikendalikan, penyakit arteri koroner, gagal jantung kongestif, aritmia, dan *stroke*.³ OSA juga terkait dengan disregulasi metabolik yang mempengaruhi kontrol glukosa dan risiko diabetes.³

OSA secara umum dijumpai pada 9% hingga 38% populasi orang dewasa (berusia di atas 18 tahun) dan menjadi masalah kesehatan masyarakat, terutama pada subyek yang kelebihan berat badan dan obesitas.¹ Prevalensi OSA telah meningkat dalam dua dekade terakhir, yaitu

sebesar 14% dan 55%.⁴ Peningkatan prevalensi OSA setiap tahunnya antara 2% hingga 4% pada populasi orang dewasa.⁵ Kejadian OSA ditemukan empat kali lebih sering pada pria dan tujuh kali lebih banyak pada individu dengan obesitas, yaitu indeks massa tubuh (BMI) > 30.⁴ Diperkirakan 7% hingga 11% kasus OSA sedang hingga berat menderita sindrom metabolik atau diabetes melitus, dan OSA memiliki keterkaitan dengan gangguan kognitif yang dapat meningkatkan risiko kecelakaan dan cedera serius.^{6,7}

Meskipun *continuous positive airway pressure* (CPAP) telah dianggap sebagai pengobatan OSA terbaik dan satu-satunya, namun beberapa studi menunjukkan bahwa manfaat yang lebih besar diperoleh melalui perawatan multidimensi yang menggabungkan terapi CPAP dengan latihan fisik dan kebiasaan makan yang lebih baik, di mana dapat mengurangi tingkat keparahan OSA secara lebih signifikan dibandingkan pengobatan dengan CPAP saja.⁶ Para peneliti menemukan bahwa latihan fisik berhubungan dengan penurunan prevalensi OSA, terlepas dari faktor risiko OSA pada

umumnya, termasuk BMI. Peningkatan aktivitas fisik total, aktivitas berintensitas tinggi, dan berjalan, berhubungan dengan penurunan prevalensi OSA.⁸ Latihan fisik diduga memberikan efek positif pada pasien OSA, sehingga melalui artikel ini penulis ingin memberikan gambaran tentang manfaat latihan fisik pada penanganan *obstructive sleep apnea*.

BAGIAN ISI

Obstructive Sleep Apnea (OSA)

OSA adalah penyakit yang ditandai dengan berkurangnya saturasi oksigen akibat episode berulang dari henti napas atau tidak cukupnya aliran udara di saluran napas bagian atas selama tidur.⁴ Faktor risiko yang berhubungan dengan kejadian OSA adalah mendengkur, jenis kelamin laki-laki, usia di atas 50 tahun, menopause, obesitas, peningkatan lingkaran leher, retrognathia atau mikrogathia, sumbatan hidung, hiperplasia tonsil, makroglosia, kolapsnya langit-langit lunak mulut, dan kelainan maksilofasial.⁹⁻¹¹ Gejala umum penderita OSA yang dapat mengurangi efisiensi kerja dan kualitas hidup mereka adalah kantuk yang berlebihan di siang hari, nokturia, sakit kepala di pagi hari, penurunan libido, gangguan perhatian, gangguan konsentrasi, gangguan neurokognitif, lekas marah, dan depresi.¹²

OSA memiliki dampak ekonomi yang besar akibat gangguan kardiovaskular

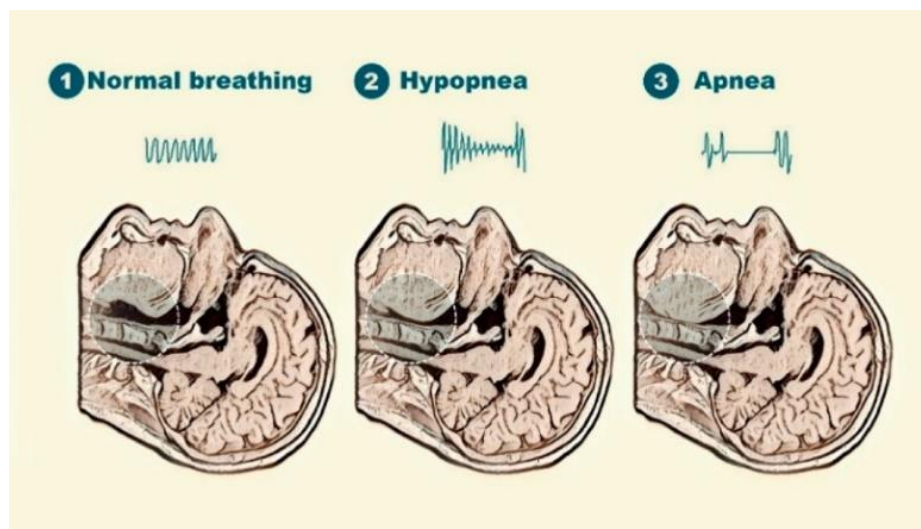
dan penyakit metabolik.¹ Pasien OSA memiliki tingkat rawat inap dan penggunaan layanan medis yang lebih tinggi.¹ OSA yang tidak diobati akan berdampak pada hilangnya produktivitas di tempat kerja, serta terjadinya kecelakaan kendaraan bermotor yang dapat mengakibatkan cedera dan kematian.¹³ OSA memiliki keterkaitan dengan berbagai gangguan kardiovaskular, seperti hipertensi arteri sistemik, iskemia miokard, aritmia jantung, *stroke*, peningkatan kekakuan arteri, dan gagal jantung kongestif.¹⁴

Penyakit jantung dan gangguan kardiovaskular pada pasien OSA, terjadi akibat perubahan vasokonstriksi dari sistem simpatis, sistem hormonal renin-angiotensin-aldosteron, serta hipoksemia dan hiperkapnia kronis yang menyebabkan hipertensi pada arteri.⁶ Sedangkan aritmia jantung, penyakit koroner, dan hipertrofi otot jantung dikaitkan dengan gagal jantung kronis.⁶

Polisomnografi adalah uji diagnostik standar pada pasien OSA dewasa, sedangkan nasoendoskopi atau *fiber-optic laryngoscopy* merupakan pemeriksaan yang saat ini dianggap paling membantu penegakan OSA.^{4,15} Kolapsibilitas saluran napas bagian atas pada pasien OSA dapat dibedakan menjadi apnea dan hipopnea (Gambar 1). OSA ditandai dengan periode intermiten obstruksi saluran napas bagian atas secara

lengkap (apnea) atau parsial (hipopnea) yang berlangsung setidaknya 10 detik selama tidur.¹⁶ Tingkat keparahan OSA ditentukan oleh indeks apnea-hipopnea (AHI) yang menunjukkan jumlah apnea dan hipopnea yang tercatat dalam selang waktu satu jam tidur.¹⁷ "Apnea" merupakan pengurangan aliran udara $\geq 90\%$ selama setidaknya 10 detik, dan "hipopnea" merupakan pengurangan aliran udara $\geq 30\%$ selama setidaknya 10 detik dengan desaturasi arteri $\geq 3\%$.¹⁷ AHI dihitung

dengan menambahkan semua apnea dan hipopnea, kemudian membaginya dengan total waktu tidur.¹⁷ Diagnosis OSA ditegakkan jika $AHI \geq 15$ kejadian/jam atau ≥ 5 kejadian/jam dengan disertai gejala atau komorbiditas kardiovaskular.⁴ Tingkat keparahan OSA ditentukan sebagai berikut, dikatakan OSA ringan jika AHI 5,0-14,9 kejadian/jam, OSA sedang jika AHI 15-30 kejadian/jam, dan OSA berat jika $AHI > 30$ kejadian/jam.^{9,18}



Gambar 1 Kolapsibilitas saluran napas bagian atas pada pasien OSA.

Dikutip dari: Mediano *et al.* (2019)¹⁹

Latihan Fisik

Continuous positive airway pressure (CPAP) merupakan pengobatan pilihan pada OSA, namun pengobatan dengan CPAP secara terus menerus tidak dapat ditoleransi oleh semua pasien OSA, dan sering kali tidak cocok untuk kasus OSA ringan.¹² Terlepas dari efikasi dan

efektivitas biaya CPAP, kepatuhan pasien terhadap CPAP buruk, di mana sebagian besar pasien tidak menggunakannya. Meskipun peralatan mulut berfungsi efektif pada beberapa pasien OSA, namun peralatan ini tidak selalu efektif dan dapat memiliki efek samping yang signifikan, seperti ketidaknyamanan di daerah

temporomandibular.²⁰ Pilihan bedah dapat membantu pasien OSA tertentu dengan baik, namun juga memiliki banyak keterbatasan tergantung etiologi obstruksinya. Meskipun ada antusiasme pada implantasi perangkat stimulasi saraf hipoglosal, namun perangkat ini tidak selalu efektif, mahal dan invasif, serta sering membutuhkan pemantauan lebih lanjut.²¹ Alternatif pengobatan OSA lainnya adalah terapi myofungsional yang bekerja dengan cara melatih otot orofaringeal, namun manfaatnya bagi OSA yang ringan sekalipun, tidaklah pasti.²² Penurunan berat badan untuk memperbaiki OSA, kemungkinan mekanismenya melalui pengurangan deposisi lemak saluran napas di lidah dan orofaring yang dapat meningkatkan diameter saluran napas, namun sulit bagi kebanyakan individu untuk mempertahankan penurunan berat badan yang signifikan, dengan demikian perlu adanya pendekatan baru dalam penanganan OSA.⁸

Latihan olahraga merupakan bagian dari aktivitas fisik yang direncanakan, terstruktur, dan berulang. Latihan olahraga pada pasien OSA bersifat sebagai tambahan pada pengobatan CPAP.²³ Aktivitas fisik yang dilakukan secara teratur berhubungan dengan pemeliharaan berat badan, penurunan tekanan darah, dan pencegahan penyakit kardiovaskular, oleh karena itu latihan olahraga dapat menjadi cara yang

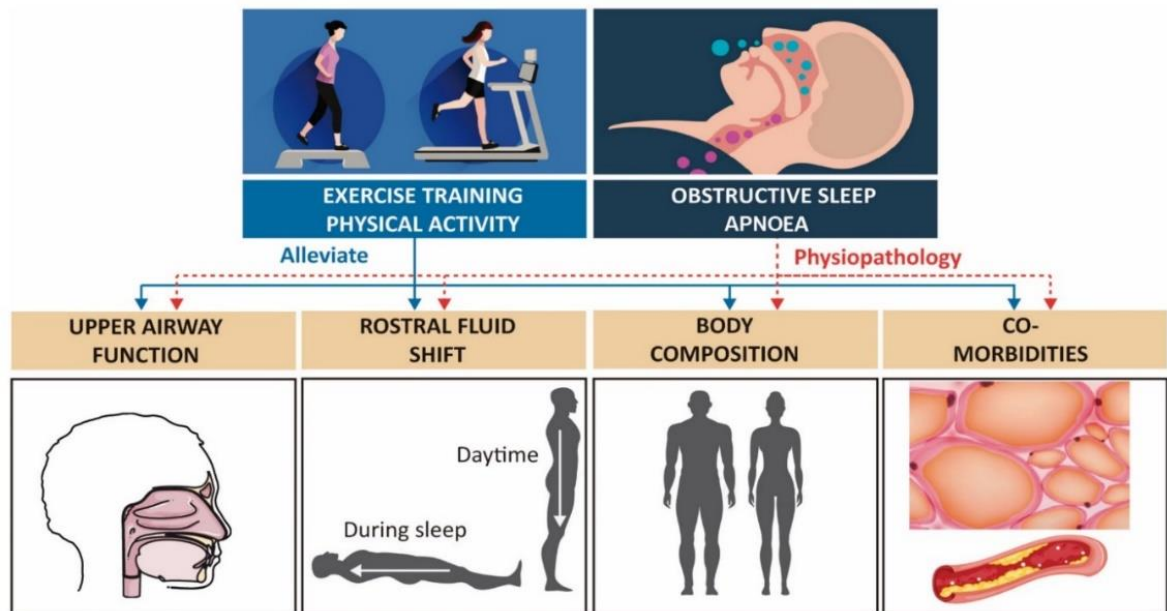
berguna untuk mengurangi faktor risiko kardiovaskular dan metabolik, serta komorbiditas yang terkait dengan OSA.²³ Intervensi aktivitas fisik pada pasien OSA dewasa berusia > 50 tahun, dapat memperbaiki AHI.²⁴

Beberapa peneliti menemukan bahwa melakukan latihan aerobik, meski tanpa terjadi penurunan berat badan sekalipun, dapat menurunkan AHI ke tingkat yang signifikan. Latihan fisik dapat memperbaiki AHI tanpa harus mengubah BMI.⁸ Hasil meta-analisis dari delapan studi menunjukkan bahwa peningkatan latihan aerobik selain dapat mengurangi AHI, juga berdampak pada perbaikan kualitas hidup, kantuk di siang hari, dan kualitas tidur pasien OSA.⁸ Latihan aerobik yang dilakukan selama 4 minggu dapat mengurangi AHI, meningkatkan kualitas tidur, dan mengurangi kadar HbA1-c pada pasien OSA yang tidak mendapatkan pengobatan CPAP.²⁵ Latihan fisik tipe aerobik yang dilakukan lebih dari 8 minggu dengan frekuensi ≥ 3 kali/minggu lebih direkomendasikan untuk pasien OSA.⁶ Latihan *treadmill* yang dilakukan oleh pasien prediabetes dan OSA, kemudian diikuti dengan berjalan pada kecepatan yang konstan, dapat menyebabkan perbaikan AHI sebesar 60% atau terjadi pengurangan tingkat keparahan OSA sedang menjadi ringan.²⁶ Latihan berjalan pada pasien OSA yang lamanya meningkat

secara bertahap, dapat mengurangi AHI, berat badan dan rasa kantuk, serta mengurangi efek OSA pada kesejahteraan pasien.²⁷

Hubungan hipotesis antara latihan fisik dan OSA berupa (a) perubahan

kekuatan otot dilator saluran napas bagian atas; (b) pergeseran cairan rostral yang berkontribusi pada patogenesis OSA; (c) peningkatan BMI yang merupakan faktor risiko signifikan; dan (d) komorbiditas kardiovaskular dan metabolik (Gambar 2).¹



Gambar 2 Hubungan hipotetis antara latihan fisik dan OSA.

Dikutip dari: Mendelson *et al.* dalam Torres-Castro *et al.* (2021)¹

PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan beberapa manfaat dari latihan fisik pada penanganan OSA.

Meningkatkan Tonus Otot Dilator Saluran Napas Bagian Atas

Pemeliharaan patensi jalan napas membutuhkan koordinasi antara aktivitas saluran napas bagian atas dan otot pernapasan dada, di mana kontraksi otot pernapasan dada saat inspirasi akan menghasilkan gradien tekanan subatmosfer

yang memungkinkan udara masuk ke dalam sistem pernapasan dan menjadi predisposisi kolapsnya faring.²⁸ Kecenderungan kolapsnya faring ini dapat dikompensasi oleh aktivasi dan kontraksi beberapa otot dilator saluran napas bagian atas, seperti otot sternohyoid dan omohyoid, serta pengatur lumen faring, seperti genioglossus dan otot digastrik.¹² Latihan fisik dapat menyebabkan peningkatan aktivasi otot saluran napas bagian atas untuk meningkatkan diameter saluran napas

bagian atas, mengurangi resistensi saluran napas, dan melawan kolapsnya faring saat tidur.¹² Setelah periode latihan aerobik, sensitivitas kemoreseptor pernapasan akan merespons lebih baik terhadap perubahan karbondioksida dan oksigen, mengoptimalkan pola pernapasan pasien OSA, dan memperbaiki fungsi penstabil otot faring yang mengarah pada perbaikan AHI secara signifikan tanpa menghasilkan peningkatan tekanan inspirasi yang berlebihan.⁶

Mengurangi Akumulasi Cairan di Leher

Gaya hidup *sedentary* (tidak banyak bergerak) dan penurunan ambulasi, berhubungan dengan retensi cairan di kaki.¹² Pada siang hari, ketika tubuh sebagian besar berada dalam posisi tegak akan menyebabkan cairan menggenang di tungkai bawah, namun pada malam hari dalam posisi terlentang, gravitasi akan menyebabkan berpindahnya cairan kaki yang terakumulasi secara rostral yang selanjutnya akan meningkatkan volume cairan di daerah leher, dan ini menyebabkan peningkatan tekanan jaringan dan kolapsibilitas jalan napas faring.²⁹ Mekanisme ini dapat meningkatkan keparahan OSA, mengingat sebagian besar pasien OSA memiliki kantuk yang berlebihan di siang hari dan gaya hidup *sedentary*.¹² Latihan aerobik yang dilakukan oleh penderita penyakit arteri

koroner dan *sleep apnea*, dapat menurunkan keparahan *sleep apnea* (mengurangi AHI) dengan mengurangi jumlah cairan yang dipindahkan dari kaki ke leher dalam semalam dan meningkatkan ukuran lumen saluran napas bagian atas.³⁰

Meningkatkan Fase Tidur Gelombang Lambat

Olahraga akan meningkatkan suhu tubuh dan karenanya dapat memfasilitasi awal tidur dengan mengaktifkan proses penghilangan panas dan mekanisme pemicu tidur yang dikendalikan oleh hipotalamus.¹² Teori konservasi energi tubuh dan pemulihan fungsi organ menunjukkan bahwa ada hubungan antara peningkatan pengeluaran energi dan peningkatan tidur NREM (*Non Rapid Eye Movement*) tahap tiga. Perubahan pola tidur terjadi pada individu yang menjalani program latihan fisik, termasuk peningkatan tidur gelombang lambat, penurunan tidur REM (*Rapid Eye Movement*), dan peningkatan latensi ke tidur REM.¹² Latihan olahraga dapat memperbaiki parameter tidur, kelelahan, dan modulasi otonom jantung.³¹ Sebuah penelitian membuktikan bahwa kelompok yang melakukan latihan olahraga berintensitas tinggi di bawah pengawasan selama 12 minggu, mengalami perbaikan AHI dan rasa kantuk di siang hari.³² Olahraga berhubungan dengan gangguan tidur yang ringan dan frekuensi/intensitas

gejala yang lebih rendah pada pasien OSA berat.³³

Mengurangi Berat Badan

Latihan fisik dapat mengurangi keparahan OSA dengan cara mengurangi berat badan dan lemak perut, di mana penurunan 10% BMI dikaitkan dengan penurunan 30% AHI.¹² Diperkirakan 40% hingga 60% pasien OSA mengalami obesitas.⁷ Obesitas menyebabkan timbunan lemak di antara serat otot, mengurangi kontraktilitas otot, memperburuk oklusi jalan napas bagian atas, dan membatasi perluasan rongga toraks yang menyebabkan otot menghasilkan kekuatan inspirasi yang lebih besar, sehingga meningkatkan tekanan negatif dan menyebabkan kolaps selama inspirasi.⁶ Latihan fisik dapat menurunkan AHI dengan mengurangi penumpukan lemak pada struktur anatomi di sekitar jalan napas dan lidah.³⁴ Olahraga menyebabkan penurunan adipositas perut yang signifikan, terlepas dari penurunan berat badan.¹ Akumulasi lemak visceral perut dapat mengganggu pergerakan diafragma, dan obesitas dinding dada dapat mengganggu ekspansi tulang rusuk.¹ Mekanisme ini dimediasi oleh pelepasan katekolamin yang memiliki aksi lipolitik yang lebih besar pada lemak visceral daripada lemak subkutan.¹

Mengurangi Respons Inflamasi Sistemik

Jaringan adiposa, terutama lemak perut, kaya akan sitokin inflamasi.¹² OSA dapat memodulasi ekspresi dan pelepasan mediator inflamasi dari lemak visceral dan jaringan lainnya. Terlepas dari obesitas, pasien OSA ditemukan memiliki kadar protein C-reaktif, TNF, dan IL-6 yang tinggi yang berhubungan dengan kantuk, kelelahan, dan berbagai komplikasi metabolik dan kardiovaskular. Adiponektin adalah protein yang disekresikan oleh jaringan adiposa putih dan memiliki efek antiinflamasi dan antiaterosklerotik, pada pasien OSA, konsentrasi serum adiponektin berkurang, sehingga meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular. Latihan fisik menyebabkan perbaikan pada beberapa sitokin pro-inflamasi pasien dengan insufisiensi kardiak, sehingga terjadi penurunan peradangan sistemik. Latihan fisik juga meningkatkan fraksi ejeksi ventrikel kiri dan efektivitas jantung yang menyebabkan pasien gagal jantung kongestif mengalami pengurangan edema di saluran napas bagian atas, dan dengan demikian menurunkan oklusi saluran napas bagian atas di malam hari. Beberapa pasien dengan riwayat pre-hipertensi atau hipertensi yang berhubungan dengan OSA, mengalami penurunan tingkat hipertensi setelah latihan fisik, di mana efek ini disebabkan oleh perbaikan respons vasodilator sistem saraf pusat, tingkat

angiotensin II, dan peningkatan produksi oksida nitrat endotel.⁶

Memperbaiki Fungsi Kognitif

Penurunan kognitif banyak dijumpai pada subyek dengan OSA, terutama pada fungsi eksekutif yang melibatkan kemampuan untuk melakukan tugas, seperti perencanaan, pengambilan keputusan, pemecahan masalah, dan atensi.³⁵ Latihan olahraga dapat memperbaiki respons simpatik dan kinerja eksekutif, yang menunjukkan dampak positif penting dari latihan olahraga pada fungsi prefrontal individu dengan OSA.³⁵ Latihan olahraga menyebabkan perbaikan yang signifikan pada tingkat glukosa metabolik serebral (CMRgl) di lobus frontal kanan, di mana CMRgl berbanding terbalik dengan keparahan OSA dan gangguan atensi/fungsi eksekutif.³⁶ Latihan olahraga meningkatkan CMRgl di area frontal yang terkait dengan atensi/fungsi eksekutif, dan dikenal sebagai area yang sangat dipengaruhi oleh hipoksia intermiten. Latihan olahraga bermanfaat untuk mencegah hipoksia yang terkait dengan penurunan metabolisme otak dan fungsi kognitif pasien OSA sedang hingga berat. Peningkatan CMRgl menunjukkan perbaikan aktivitas sinaptik yang dihasilkan oleh perubahan mekanisme seluler fungsional dan struktural, yang menginduksi peningkatan kebutuhan energi

neuron dan juga metabolisme glukosa.³⁷ Faktor endotel (melalui pelepasan zat vasodilatasi) yang diinduksi oleh latihan olahraga dapat memperbaiki sifat vaskular, sehingga meningkatkan metabolisme serebral otak.³⁶

KESIMPULAN

Latihan fisik memberikan manfaat pada perbaikan kasus OSA dengan cara meningkatkan tonus otot dilator saluran napas bagian atas, mengurangi akumulasi cairan di leher, meningkatkan fase tidur gelombang lambat, mengurangi berat badan, mengurangi respons inflamasi sistemik, dan memperbaiki fungsi kognitif, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai salah satu metode pada penanganan OSA.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak terdapat konflik kepentingan pada penulisan karya ilmiah ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulisan karya ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Torres-Castro R, Vasconcello-Castillo L, Puppo H, Cabrera-Aguilera I, Otto-Yáñez M, Rosales-Fuentes J, et al. Effects of exercise in patients with obstructive sleep apnoea. *Clocks Sleep*. 2021;3(1):227–35.

2. Franklin KA, Lindberg E. Obstructive sleep apnea is a common disorder in the population - a review on the epidemiology of sleep apnea. *J Thorac Dis.* 2015;7(8):1311–22.
3. Kapur VK, Auckley DH, Chowdhuri S, Kuhlmann DC, Mehra R, Ramar K, et al. Clinical practice guideline for diagnostic testing for adult obstructive sleep apnea: An American academy of sleep medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med.* 2017;13(3):479–504.
4. Mann S, Soni JS, Jaryal S, Modi M, Aggarwal N, Chhina BK. Lifestyle modifications in the management of obstructive sleep apnea: management of obstructive sleep apnea and the predictors of outcome. *IJHS.* 2022;6(S2):1507–16.
5. Ramar K, Dort LC, Katz SG, Lettieri CJ, Harrod CG, Thomas SM, et al. Clinical practice guideline for the treatment of obstructive sleep apnea and snoring with oral appliance therapy: an update for 2015. *J Clin Sleep Med.* 2015;11(7):773–827.
6. Rojas DS, Bejarano J, Castro EJ. Benefits of the physical exercise in the obstructive apnea syndrome of the sleep (sahos) and its comorbidities, recommendations in cardiopulmonary rehabilitation. *J Pulmon.* 2017;1(1):6–8.
7. Kasper D, Fauci A, Hauser S, Longo D, Jameson J. Harrison's principles of internal medicine. 19th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2015.
8. Lee-Iannotti JK, Parish JM. Exercise as a treatment for sleep apnea. *J Clin Sleep Med.* 2020;16(7):1005–6.
9. Pham L V., Schwartz AR. The pathogenesis of obstructive sleep apnea. *J Thorac Dis.* 2015;7(8):1358–72.
10. Jordan AS, McSharry DG, Malhotra A. Adult obstructive sleep apnoea. *Lancet.* 2014;383(9918):736–47.
11. Stansbury RC, Strollo PJ. Clinical manifestations of sleep apnea. *J Thorac Dis.* 2015;7(9):E298–310.
12. de Andrade FMD, Pedrosa RP. The role of physical exercise in obstructive sleep apnea. *J Bras Pneumol.* 2016;42(6):457–64.
13. Osman AM, Carter SG, Carberry JC, Eckert DJ. Obstructive sleep apnea: current perspectives. *Nat Sci Sleep.* 2018;10:21–34.
14. Rivas M, Ratra A, Nugent K. Obstructive sleep apnea and its effects on cardiovascular diseases: a narrative review. *Anatol J Cardiol.* 2015;15(11):944–50.
15. Yegin Y, Çelik M, Kaya KH, Koç AK, Kayhan FT. Comparison of drug-induced sleep endoscopy and Müller's maneuver in diagnosing obstructive

- sleep apnea using the VOTE classification system. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2017;83(4):445–50.
16. Sutherland K, Cistulli PA. Recent advances in obstructive sleep apnea pathophysiology and treatment. *Sleep Biol Rhythms.* 2015;13:26–40.
17. Cortés-Reyes E, Parrado-Bermúdez K, Escobar-Córdoba F. New perspectives in the treatment of obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *Rev Colomb Anestesiol.* 2017;45(1):62–71.
18. Naughton MT. Respiratory sleep disorders in patients with congestive heart failure. *J Thorac Dis.* 2015;7(8):1298–310.
19. Mediano O, Romero-Peralta S, Resano P, Cano-Pumarega I, Sánchez-De-la-torre M, Castillo-García M, et al. Obstructive sleep apnea: emerging treatments targeting the genioglossus muscle. *J Clin Med.* 2019;8(10):1–18.
20. Sutherland K, Vanderveken OM, Tsuda H, Marklund M, Gagnadoux F, Kushida CA, et al. Oral appliance treatment for obstructive sleep apnea: an update. *J Clin Sleep Med.* 2014;10(2):215–27.
21. Baptista PM, Costantino A, Moffa A, Rinaldi V, Casale M. Hypoglossal nerve stimulation in the treatment of obstructive sleep apnea: patient selection and new perspectives. *Nat Sci Sleep.* 2020;12:151–9.
22. Camacho M, Certal V, Abdullatif J, Zaghi S, Ruoff CM, Capasso R, et al. Myofunctional therapy to treat obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep.* 2015;38(5):669–75.
23. Mendelson M, Bailly S, Marillier M, Flore P, Borel JC, Vivodtzev I, et al. Obstructive sleep apnea syndrome, objectively measured physical activity and exercise training interventions: a systematic review and meta-analysis. *Front Neurol.* 2018;9(73):1–14.
24. Black JK, Whittaker AC, Tahrani AA, Balanos GM. The implementation of a physical activity intervention in adults with obstructive sleep apnoea over the age of 50 years: a feasibility uncontrolled clinical trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2020;12(46):1–7.
25. Stavrou V, Karetsi E, Daniil Z, Gourgoulisanis IK. Four weeks exercise in obstructive sleep apnea syndrome patient with type 2 diabetes mellitus and without continuous positive airway pressure treatment: a case report. *Sleep Med Res.* 2019;10(1):54–7.
26. Hargens TA, Gilbertson N, Mandelson JA, Edwards ES, Akers JD, Wenos DL. Vigorous intensity exercise training improved severity of

- obstructive sleep apnea in a prediabetic individual. *J Clin Exerc Physiol*. 2017;6(2):36–41.
27. Jurado-García A, Molina-Recio G, Feu-Collado N, Palomares-Muriana A, Gómez-González AM, Márquez-Pérez FL, et al. Effect of a graduated walking program on the severity of obstructive sleep apnea syndrome. A randomized clinical trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(17):1–15.
28. Fregosi RF, Ludlow CL. Activation of upper airway muscles during breathing and swallowing. *J Appl Physiol*. 2014;116(3):291–301.
29. Spalgais S, Gothi D. Obstructive sleep apnea: new concepts, mechanism, and therapy. *Indian J Sleep Med*. 2017;12(4):64–72.
30. Mendelson M, Lyons OD, Yadollahi A, Inami T, Oh P, Bradley TD. Effects of exercise training on sleep apnoea in patients with coronary artery disease: a randomised trial. *Eur Respir J*. 2016;48(1):142–50.
31. Araújo CEL, Ferreira-Silva R, Gara EM, Goya TT, Guerra RS, Matheus L, et al. Effects of exercise training on autonomic modulation and mood symptoms in patients with obstructive sleep apnea. *Braz J Med Biol Res*. 2021;54(5):1–9.
32. Karlsen T, Engstrøm M, Steinshamn SL. Exercise and obstructive sleep apnoea: a 24-week follow-up study. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2022;8(3):1–6.
33. da Silva RP, Martinez D, Bueno KS da S, Uribe-Ramos JM. Effects of exercise on sleep symptoms in patients with severe obstructive sleep apnea. *J Bras Pneumol*. 2019;45(3):1–9.
34. Kim AM, Keenan BT, Jackson N, Chan EL, Staley B, Poptani H, et al. Tongue fat and its relationship to obstructive sleep apnea. *Sleep*. 2014;37(10):1639–48.
35. Goya TT, Ferreira-Silva R, Gara EM, Guerra RS, Barbosa ERF, Toschi-Dias E, et al. Exercise training reduces sympathetic nerve activity and improves executive performance in individuals with obstructive sleep apnea. *Clinics*. 2021;76(e2786):1–10.
36. Ueno-Pardi LM, Souza-Duran FL, Matheus L, Rodrigues AG, Barbosa ERF, Cunha PJ, et al. Effects of exercise training on brain metabolism and cognitive functioning in sleep apnea. *Sci Rep*. 2022;12(1):1–12.
37. Harper RM, Kumar R, Macey PM, Woo MA, Ogren JA. Affective brain areas and sleep-disordered breathing. *Prog Brain Res*. 2014;209:275–93.