

## مدل سازی معادله ساختاری فراتحلیلی برای تغییرات در شاخص توده بدنی، شاخص آپنه - هیپوپنه و اشباع اکسیژن پس از عمل جراحی چاقی

دکتر فولاد اقبالی\*، دکتر سید امیر یاسین احمدی\*\*، دکتر فاطمه جهانشاهی\*\*\*، دکتر احمد معدن کن\*\*\*\*  
دکتر علی جلیلیان\*\*\*\*\*، دکتر حسام مصوری\*\*\*، دکتر امیر حسین بیگدلی\*\*\*\*\*

### چکیده:

**زمینه و هدف:** اگرچه شواهدی دال بر نقش جراحی چاقی در کاهش شاخص توده بدنی، بهبود شاخص آپنه - هیپوپنه و افزایش اشباع اکسیژن وجود دارد، اما تاکنون ارتباط علّی - معلولی میان این متغیرها تایید نشده است. مطالعه حاضر با هدف بررسی این ارتباطات با استفاده از مدل سازی معادله ساختاری فراتحلیلی انجام شد.

**مواد و روش ها:** این یک مطالعه ثانویه با استفاده از مدل سازی معادله ساختاری متاآنالیز روی داده های تجمیع شده از منابع مختلف علمی انجام گرفت. یک گراف جهت دار غیر چرخه ای طراحی شد و مدل سازی معادله ساختاری متاآنالیز برای اعتبارسنجی فرضیه گراف جهت دار غیر چرخه ای در سطح معناداری کمتر از 0/1 انجام شد. این گراف شامل شاخص توده بدنی به عنوان متغیر مستقل، درصد اشباع اکسیژن به عنوان متغیر وابسته و شاخص آپنه - هیپوپنه به عنوان متغیر واسطه بود.

**یافته ها:** در مجموع 684 مورد مورد بررسی قرار گرفتند. به طور متوسط، کاهش 12/1 کیلوگرم بر متر مربع برای شاخص توده بدنی، کاهش 20 واحدی برای شاخص آپنه - هیپوپنه و افزایش 2/1 درصدی برای میانگین درصد اشباع اکسیژن مشاهده شد. طبق مدل سازی معادله ساختاری متاآنالیز، اثر کاهش شاخص توده بدنی بر کاهش شاخص آپنه - هیپوپنه مثبت بود (ضریب اثر = 0/28؛ یعنی کاهش یک واحد در شاخص توده بدنی منجر به کاهش 0/28 واحد در شاخص آپنه - هیپوپنه شد) و اثر کاهش شاخص آپنه - هیپوپنه بر بهبود میانگین درصد اشباع اکسیژن نیز به نوبه خود مثبت بود (ضریب اثر = 0/13؛ یعنی کاهش یک واحد در شاخص آپنه - هیپوپنه منجر به بهبود 0/13 واحد در میانگین درصد اشباع اکسیژن شد). بدین ترتیب حاصل ضرب این دو مسیر نشان داد که در مسیر غیرمستقیم هر واحد کاهش شاخص توده بدنی منجر به بهبود 0/04 درصدی میانگین درصد اشباع اکسیژن می شود. ضریب مسیر مستقیم 0/07 بود که در نتیجه سهم مسیر میانجی از اثر کل 0/335 (حدود یک سوم) می شود.

**نتیجه گیری:** تغییرات شاخص آپنه - هیپوپنه با تغییرات شاخص توده بدنی مرتبط بود، اما ارتباط تغییرات درصد اشباع اکسیژن با تغییرات شاخص توده بدنی و شاخص آپنه - هیپوپنه علی رغم معنی داری آماری از نظر بالینی مشهود نبود. به نظر می رسد که تغییرات درصد اشباع اکسیژن ممکن است تحت تأثیر متغیرهای دیگری باشد.

### واژه های کلیدی: چاقی، آپنه انسدادی خواب، جراحی متابولیک، فرا تحلیل، مدل سازی آماری، معادله ساختاری تحلیلی

نویسنده پاسخگو: دکتر امیر حسین بیگدلی  
تلفن: 88580662

E-mail: [Ah.bigdeli8766@gmail.com](mailto:Ah.bigdeli8766@gmail.com)

\* دانشیار گروه جراحی عمومی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، مرکز تحقیقات جراحی، بیمارستان رسول اکرم (ص)

\*\* دستیار پژوهشی و پزشک عمومی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، مرکز تحقیقات طب پیشگیری و سلامت جمعیت

\*\*\* پزشک عمومی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، مرکز تحقیقات جراحی، بیمارستان رسول اکرم (ص)

\*\*\*\* استادیار گروه جراحی عمومی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، مرکز تحقیقات جراحی، بیمارستان رسول اکرم (ص)

\*\*\*\*\* دستیار پژوهشی و پزشک عمومی، پزشک عمومی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، مرکز تحقیقات جراحی، بیمارستان رسول اکرم (ص)

\*\*\*\*\* دستیار گروه جراحی عمومی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، مرکز تحقیقات جراحی، بیمارستان رسول اکرم (ص)

تاریخ وصول: 1403/01/18

تاریخ پذیرش: 1403/07/10

## زمینه و هدف

سندرم آپنه انسدادی خواب [Obstructive Sleep Apnea (OSA)] با تعداد زیادی از حملات انسدادی ناقص یا کامل حلق در هنگام خواب مشخص می‌شود.<sup>1</sup> هیپراکپنی و هیپوکسی ناشی از انسداد راه هوایی و همچنین تعدد دوره‌های خواب و بیداری ناشی از سندرم آپنه انسدادی خواب می‌تواند منجر به عوارض جانبی مهمی در زمینه‌های شناختی، متابولیک و قلبی عروقی شود.<sup>2,3</sup> سندرم آپنه انسدادی خواب یک مسئله مهم در سلامت و بهداشت عمومی در نظر گرفته می‌شود که 5 تا 15 درصد از جمعیت را تحت تأثیر قرار می‌دهد.<sup>4</sup> مطالعات مختلف نشان داده‌اند که سندرم آپنه انسدادی خواب درمان نشده می‌تواند منجر به رویدادهای قلبی عروقی کشنده و غیر کشنده، خطر بالاتر مرگ ناگهانی در خواب و مرگ و میر بیشتر شود.<sup>5,6</sup>

یکی از مهمترین گروه‌های در معرض خطر سندرم آپنه انسدادی خواب، افراد چاق هستند. عوارض جدی متعدد ناشی از شاخص توده بدنی (BMI) بالا، مانند ریفلاکس گوارشی، ناباروری، بیماری‌های قلبی - عروقی، بیماری کبد چرب غیر الکلی و درجات مختلف اختلال عملکرد ریوی و مجاری تنفسی فوقانی (به عنوان مثال، سندرم آپنه انسدادی خواب) مشاهده شده است.<sup>7-11</sup> جراحی چاقی (Bariatric Surgery) مؤثرترین درمان برای چاقی مفراط به شمار می‌رود و می‌تواند عوارض مرتبط با آن را کاهش دهد.<sup>12</sup>

به طور کلی، عوامل خطر شناخته شده زیادی برای سندرم آپنه انسدادی خواب و به ویژه در افراد چاق وجود دارد. شرایط مختلفی مانند ساختار غیر طبیعی جمجمه و صورت و کاهش اندازه لومن راه هوایی حلق به دلیل افزایش چربی بدن، از عوامل خطر سندرم آپنه انسدادی خواب هستند.<sup>13</sup> درمان‌های جراحی و غیرجراحی برای سندرم آپنه انسدادی خواب در دسترس هستند، مانند فشار هوای مثبت مداوم (CPAP)، اکسپنشن سریع ماگزایلا با کمک مینی ایمپلنت [Mini-Implant Assisted Rapid Maxillary Expansion (RME)] و روش‌های جراحی مانند اُولوپالاتوفارنژوپلاستی (Uvulopalatopharyngoplasty).<sup>14</sup> به جز موارد ذکر شده، چاقی احتمالاً مهمترین عامل خطر برای سندرم آپنه انسدادی خواب است و کاهش وزن می‌تواند این وضعیت را بهبود بخشد. در همین راستا، برخی

مطالعات نشان داده‌اند که جراحی چاقی ممکن است علائم و نشانه‌های سندرم آپنه انسدادی خواب را کاهش دهد.<sup>15</sup> به طور خلاصه می‌توان گفت، غربالگری سندرم آپنه انسدادی خواب در برنامه‌های جراحی چاقی توصیه و مدیریت پیش از عمل سندرم آپنه انسدادی خواب پیشنهاد می‌شود.

با توجه به شواهد و توصیه‌های ذکر شده، در مورد تأثیر جراحی چاقی بر بهبود سندرم آپنه انسدادی خواب، بررسی چگونگی تأثیر جراحی چاقی بر شاخص آپنه - هیپوپنه [Apnea-Hypopnea Index (AHI)] و اشباع اکسیژن شریانی (SPO2) ضروری است. یکی از ابزارهای روش‌شناختی مناسب برای این کار، استفاده از مدل‌سازی معادله ساختاری [Structural Equation Modelling (SEM)] است که می‌تواند برای تحلیل میانجی‌گری (Mediation Analysis) استفاده شود. فرضیه این است که جراحی چاقی ممکن است از طریق میانجی‌گری بهبود شاخص آپنه - هیپوپنه بر سطح اشباع اکسیژن تأثیر بگذارد.

با وجود دانش و شواهد موجود در مورد این موضوع، تاکنون هیچ مدرکی در مورد شبکه علی - معلولی برای تأثیر جراحی چاقی بر سندرم آپنه انسدادی خواب و اشباع اکسیژن وجود ندارد. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط تغییرات شاخص توده بدنی، شاخص آپنه - هیپوپنه و درصد اشباع اکسیژن با استفاده از مدل‌سازی معادله ساختاری فراتحلیلی (Meta-SEM) با تأکید بر نقش میانجی‌گری شاخص آپنه - هیپوپنه انجام شد. انتظار می‌رود که تغییر شاخص توده بدنی بر درصد اشباع اکسیژن تأثیر بگذارد.

## مواد و روش‌ها

## طراحی مطالعه

این یک مطالعه ثانویه با استفاده از مدل‌سازی معادله ساختاری متاآنالیز روی داده‌های تجمیع‌شده از منابع مختلف علمی بود. در این راستا، یک مرور نظام‌مند بر اساس بیانیه اقلام گزارش‌دهی ارجح برای مرورهای نظام‌مند و متاآنالیز (PRISMA) 2020 (برای موارد قابل اجرا) انجام شد و رویکرد متاآنالیز برای سنتز و مدل‌سازی داده‌ها به کار گرفته شد.

### انتخاب مقالات

ابتدا دو محقق مستقل، عنوان و چکیده مطالعات شناسایی شده از طریق جستجوی پایگاه داده الکترونیکی را غربالگری کردند و مطالعات غیرمرتبط را حذف نمودند. یکی از نویسندگان جستجوی ارجاعات به جلو و عقب را انجام داد و همچنین مقالات مروری قبلی را برای یافتن مطالعات مرتبط بررسی کرد.

سپس تمامی مطالعات انتخاب شده از طریق فرآیندهای ذکر شده بر اساس معیارهای واجد شرایطی که در بالا ذکر شد، توسط دو محقق مستقل و با بررسی متن کامل، مورد ارزیابی قرار گرفتند. در صورت وجود اختلاف نظر بین بازبینان، موضوع از طریق بحث و گفتگو یا رسیدن به اجماع با کمک یک بازبین سوم حل و فصل شد.

نتایج جستجو در نرم افزار مدیریت منابع اندنوت نسخه 9 (منتشر شده در سال 2013، کلارویوت، فیلادلفیا، پنسیلوانیا، ایالات متحده) وارد شد. از قابلیت یافتن موارد تکراری (Find Duplicates) در نرم افزار اندنوت برای شناسایی و حذف موارد تکراری استفاده شد. هرگونه موارد تکراری باقیمانده به صورت دستی حذف شدند.

### استخراج داده‌ها

دو بازبین مستقل با استفاده از یک جدول از پیش طراحی شده اکسل، داده‌های زیر را از مطالعات گنجانده شده استخراج کردند: (الف) سال انتشار، (ب) کشور محل انجام مطالعه، (پ) حجم نمونه، (ت) مدت زمان پیگیری، (ث) نوع جراحی، (ج) ویژگی‌های شرکت کنندگان، (ح) پیامدهای اندازه‌گیری شده (به عنوان مثال، شاخص توده بدنی، شاخص آپنه - هیپوآپنه، درصد اشباع اکسیژن) در قبل و بعد از عمل جراحی چاقی.

### ارزیابی کیفیت

مقالات کامل توسط یک عضو متخصص در این پروژه با استفاده از ابزار امتیازدهی مرکز پزشکی مبتنی بر شواهد (CEBM) برای مطالعات پیش آگهی (جدول 1) مورد ارزیابی انتقادی قرار گرفت.

معیارهای ورود به مطالعه شامل مطالعاتی که (الف) شرکت‌کنندگان بالای 18 سال داشته باشند، (ب) شرکت کنندگانی که تحت عمل جراحی بای‌پس معده به روش بای‌پس کلاسیک معده [Roux-en-Y Gastric Bypass (RYGB)]، بای‌پس تک آناستوموزی معده [One Anastomosis Gastric Bypass (OAGB)] و اسلیو گاسترکتومی [Laparoscopic Sleeve Gastrectomy (LSG)] قرار گرفته باشند، (پ) قبل و بعد از عمل جراحی تست‌های پلی سومنوگرافی انجام داده باشند، (ت) پارامترهایی از جمله میانگین اشباع اکسیژن شربانی، حداقل اشباع اکسیژن و شاخص آپنه - هیپوآپنه گزارش شده باشد.

همچنین معیارهای خروج از مطالعه شامل مطالعاتی که (الف) پیامدهای مورد نظر ما را گزارش نکرده باشند، (ب) به زبان‌هایی غیر از انگلیسی باشند، (پ) دارای داده‌هایی باشند که به طور مؤثر قابل استخراج نباشند، (ت) شامل سوژه‌های غیرانسانی باشند، (ث) در یک مجله داوری شده بین‌المللی منتشر نشده باشند، و (ج) تمام متن مقاله در دسترس نباشد، بوده است و این مقالات از مطالعه حذف شدند.

### استراتژی جستجو

جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های داده الکترونیکی پابمد، اسکوپوس و وب‌اف‌ساینس در مارس 2023 انجام شد. کلیدواژه‌هایی از جمله «جراحی چاقی» و «آپنه خواب» با هم ترکیب شدند. هیچ محدودیتی از نظر تاریخ اعمال نشد. برای اطمینان از بررسی تمام مطالعات واجد شرایط، ما از طریق پایگاه داده وب‌اف‌ساینس هر دو جستجوی ارجاعات به عقب (Backward Citation Searching) و به جلو (Forward Citation Searching) را انجام دادیم. به این معنی که مطالعاتی را که توسط مطالعه منبع ذکر شده‌اند و همچنین مطالعاتی را که به یک مطالعه اولیه از قبل گنجانده شده اشاره کرده‌اند، شناسایی کردیم. همچنین تمام مرورهای قبلی در مورد این موضوع برای یافتن هر مطالعه واجد شرایطی که از قلم افتاده باشد، بررسی شدند.

## جدول 1- مشخصات مطالعات وارد شده

| نویسنده        | سال  | کشور         | حجم نمونه | دوره پیگیری | نوع جراحی  | نمره کیفیت | وزن   |
|----------------|------|--------------|-----------|-------------|--|------------|-------|
| Fritscher      | 2007 | کانادا       | 12        | 24          | بای پس کلاسیک  | 3/5        | 13/4  |
| Lettieri       | 2008 | ایالات متحده | 24        | 12          | بای پس تک آناستوموز                                  | 3          | 23    |
| Krieger        | 2012 | ایالات متحده | 20        | 12          | بای پس تک آناستوموز                                  | 3/5        | 22/4  |
| Fredheim       | 2013 | نروژ         | 71        | 12          | بای پس کلاسیک  | 3/5        | 79/5  |
| Aguiar         | 2014 | برزیل        | 16        | 3           | بای پس تک آناستوموز                                  | 2/5        | 12/8  |
| Bae E.K.       | 2014 | کره جنوبی    | 10        | 13/9        | بای پس کلاسیک  | 3/5        | 11/2  |
| Ravesloot      | 2014 | هلند         | 110       | 7/7         | بای پس کلاسیک، بای پس تک آناستوموز، اسلیو گاسترکتومی | 3          | 105/6 |
| Jianyin Zou    | 2015 | چین          | 44        | 6           | بای پس کلاسیک  | 3/5        | 49/3  |
| Xiao Jiao      | 2016 | چین          | 39        | 9           | بای پس کلاسیک  | 3          | 37/4  |
| Shaarawy       | 2016 | مصر          | 22        | 12          | اسلیو گاسترکتومی                                     | 3          | 21/1  |
| Suliman        | 2016 | مصر          | 20        | 8/25        | اسلیو گاسترکتومی                                     | 3/5        | 22/4  |
| Peromaa        | 2017 | فنلاند       | 132       | 12          | بای پس کلاسیک  | 3          | 126/7 |
| Mashaqi        | 2018 | ایالات متحده | 9         | 18          | بای پس کلاسیک، اسلیو پاسترکتومی                      | 2/5        | 7/2   |
| Chen           | 2021 | چین          | 67        | 9/7         | اسلیو گاسترکتومی                                     | 3          | 64/31 |
| Kaar           | 2020 | ایالات متحده | 23        | 12          | اسلیو گاسترکتومی                                     | 3/5        | 25/75 |
| Kalra          | 2005 | ایالات متحده | 34        | 5/1         | بای پس کلاسیک  | 2/5        | 27/19 |
| Kara           | 2020 | ترکیه        | 31        | 12          | اسلیو گاسترکتومی                                     | 3/5        | 34/71 |
| میانگین (وزنی) |      |              |           | 10/3        |  |            |       |
| مجموع          |      |              | 684       |             |  |            | 684   |

جدول 2- نتایج متغیرهای هدف در مطالعات وارد شده

| نویسنده        | شاخص توده بدنی قبل از جراحی | شاخص توده بدنی بعد از جراحی | شاخص آپنه - هیپوپنه قبل از جراحی | شاخص آپنه - هیپوپنه بعد از جراحی | میانگین اشباع اکسیژن شریانی قبل از جراحی | میانگین اشباع اکسیژن شریانی بعد از جراحی |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|--|
| Fritscher      | 55/5                        | 34/1                        | 46/5                             | 16                               | 85/7                                     | 94/5                                     |
| Lettieri       | 51                          | 32/1                        | 47/9                             | 24/5                             | *91/84                                   | *94/55                                   |
| Krieger        | 47/18                       | 35/62                       | 34/2                             | 19                               | 95/15                                    | 95/39                                    |
| Fredheim       | 47/5                        | 33/5                        | 29/3                             | 7/7                              | 92/80                                    | 95/10                                    |
| Aguiar         | 48/15                       | 36/91                       | 15/65                            | 6/26                             | 93/30                                    | 94/3                                     |
| Bae E.K.       | 39/9                        | 26/9                        | 51                               | 9/3                              | 93/5                                     | 95/8                                     |
| Ravesloot      | 45/4                        | 36/3                        | 39/5                             | 15/6                             | 92/20                                    | 94/40                                    |
| Jianyin Zou    | 31/1                        | 24/4                        | 22/4                             | 7/1                              | 93/40                                    | 95/50                                    |
| Xiao Jiao      | 3/037                       | 24/24                       | 13                               | 3                                | *94/05                                   | *95/08                                   |
| Shaarawy       | 48/2                        | 35/9                        | 55/8                             | 12/8                             | *88/10                                   | *95/45                                   |
| Suliman        | 60/51                       | 41/49                       | 18                               | 10                               | *92/86                                   | 95                                       |
| Peromaa        | 43/9                        | 33                          | 27/6                             | 9/9                              | 92                                       | 93/30                                    |
| Mashaqi        | 49                          | 30/3                        | 40/6                             | 6/9                              | 90/40                                    | 94/2                                     |
| Chen           | 42/6                        | 31/9                        | 31/9                             | 13/3                             | *92/84                                   | *94/84                                   |
| Kaar           | 50/6                        | *35/1                       | 24/7                             | 2/6                              | 92/6                                     | 92/80                                    |
| Kalra          | 60/8                        | 41/6                        | 9/1                              | 0/65                             | 94/5                                     | 95/50                                    |
| Kara           | 49/8                        | 33/2                        | 36/1                             | 10/3                             | 91/5                                     | 94                                       |
| میانگین (وزنی) | 45/3                        | 33/2                        | 30/6                             | 10/5                             | 92/4                                     | 94/5                                     |

\* داده‌های گمشده با استفاده از رگرسیون خطی به دست آمد

## جدول 3- نتایج مدل سازی معادله ساختاری

| متغیرها                     | ضریب مسیر          | مقدار احتمال | ضریب مسیر استاندارد شده<br>(خطای استاندارد) |
|-----------------------------|--------------------|--------------|---|
| کاهش نمایه آپنه - هیپوپنه   | درون زاد           |              |   |
| • کاهش نمایه توده بدنی      | 0/28 (0/14 - 0/42) | <0/001       | 0/15 (0/037)                                |
| • عرض از مبدأ               | 16/68              | <0/001       |   |
| افزایش اشباع اکسیژن         | درون زاد           |              |   |
| • کاهش نمایه آپنه - هیپوپنه | 0/13 (0/12 - 0/14) | <0/001       | 0/65 (0/022)                                |
| • کاهش نمایه توده بدنی      | 0/07 (0/05 - 0/09) | <0/001       | 0/19 (0/027)                                |
| • عرض از مبدأ               | -1/47              | <0/001       |   |
| واریانس خطا                 |                    |              |   |
| • کاهش نمایه آپنه - هیپوپنه | 53/05              |              |   |
| • کاهش نمایه توده بدنی      | 1/18               |              |   |
| نیکویی برازش                |                    |              |   |
| • مدل در برابر اشباع        | کای دو: 0/000      | 1/000        |   |
| • پایه در برابر اشباع       | کای دو: 470/7      | <0/001       |   |

واحد شاخص توده بدنی و درصد اشباع اکسیژن به ترتیب کیلوگرم بر متر مربع و درصد

2. «آیا پیگیری بیماران به اندازه کافی طولانی و کامل

بود؟»

3. «آیا معیارهای پیامد عینی بودند یا به صورت کور

اعمال شدند؟»

4. «اگر زیرگروه‌هایی با پیش آگهی‌های مختلف

شناسایی شدند، آیا تعدیل برای عوامل پیش‌آگهی مهم

انجام شد؟»

این ابزار ارزیابی و امتیازدهی برای مطالعات پیش آگهی

برای ارزیابی کیفیت روش شناختی و خطر سوگیری در

مطالعات بررسی کننده پیش بینی نتایج آتی به کار گرفته

می‌شود. معیارهای زیر برای هر مطالعه رتبه‌بندی شد:

1. «آیا نمونه نماینده تعریف شده از بیماران در یک نقطه

مشترک (معمولاً در ابتدای) دوره بیماری آن‌ها جمع‌آوری

شد؟»

محققان ارشد طراحی شد. این گراف شامل شاخص توده بدنی به عنوان متغیر مستقل، درصد اشباع اکسیژن به عنوان متغیر وابسته و شاخص آپنه - هیپوآپنه به عنوان متغیر واسطه بود. براساس منطق زیستی و زمانی شاخص توده بدنی بر شاخص آپنه - هیپوآپنه و شاخص آپنه - هیپوآپنه بر درصد اشباع اکسیژن مقدم است و لذا فرضیه گراف بر همین اساس بود. در این متاآنالیز از متغیر پنهان استفاده نشد و تحلیل عاملی قابل اجرا نبود (به بیان دیگر، تمام این مدل‌سازی شامل تحلیل مسیر بود). سپس، مدل‌سازی معادله ساختاری متاآنالیز برای تأیید گراف جهت‌دار غیرچرخه‌ای فرض شده انجام شد. مطالعات بر اساس حجم نمونه تعدیل شده با نمرات کیفیت به دست آمده از ابزار ارزیابی کیفیت وزن‌دهی شدند. یک متغیر پنهان چندسطحی (بر اساس کشور و نوع جراحی) برای تفکیک اثرات تصادفی از برآورد ضرایب مسیر و خنثی کردن ناهمگنی بین نتایج مطالعات مورد استفاده قرار گرفت.

برآورد مدل بر اساس روش حداکثر احتمال انجام شد. همه مسیرها با  $P$ -value بیشتر از 0/1 با استفاده از رویکرد پس‌رو گام به گام (حذف با بزرگترین مقدار  $P$ -Value به ترتیب) حذف شدند و از فاصله اطمینان 95 درصد (95% CI) برای بررسی قطعیت و محدوده خطای برآورد استفاده شد. آزمون کای دو برای بررسی نیکویی برازش مدل به کار رفت. تمامی فرآیندهای آماری با استفاده از نرم افزار استیتا 14 (Stata 14)، شرکت Stata Corp، تگزاس، ایالات متحده) انجام شد.

### یافته‌ها

#### گزینش مطالعه و ارزیابی کیفیت

جستجوی کاملی در پایگاه‌های داده انجام دادیم و به 2537 مقاله استخراج شد (پابمد: 1094، وب‌اف‌ساینس: 1553، اسکوپوس: 1766). پس از حذف موارد تکراری و غربالگری عناوین و چکیده‌ها، متن کامل 59 مطالعه را بررسی کردیم. از میان آن‌ها، 24 مطالعه (از جمله تحقیقات اولیه تحت پوشش بررسی‌های قبلی) را با 684 شرکت‌کننده که معیارهای ما را داشتند، انتخاب کردیم.

سوالات سفارشی بر اساس موضوع مطالعه حاضر به شرح زیر بود:

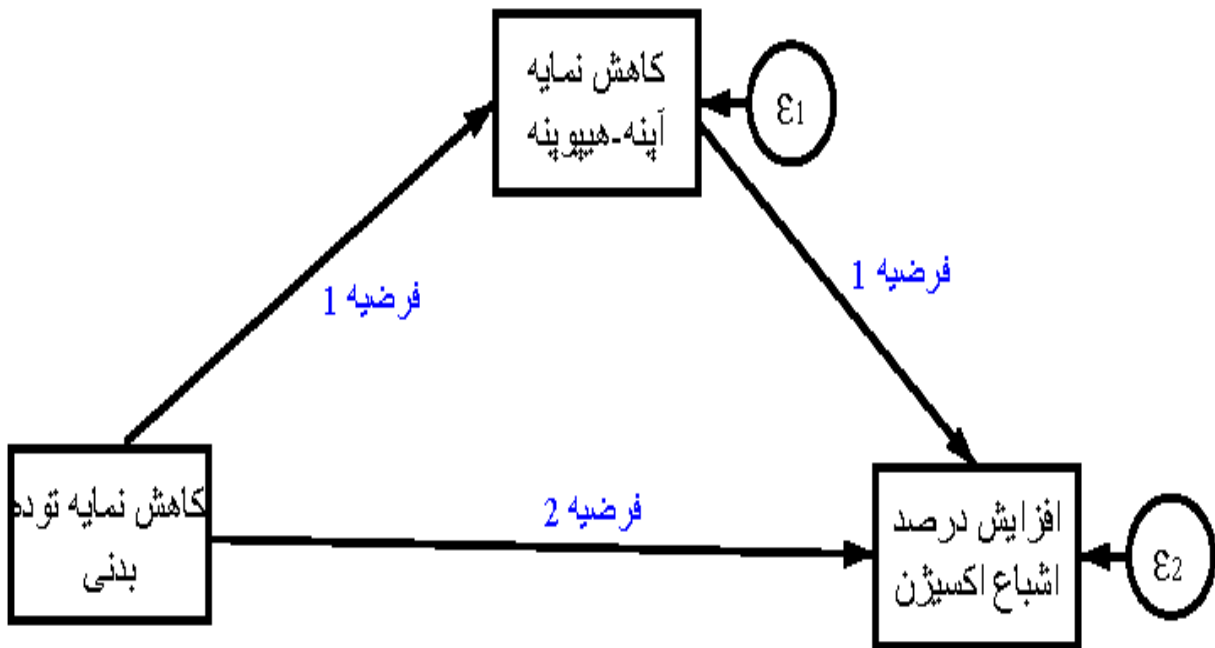
1. «آیا موارد نماینده بیماران چاقی بودند که کاندیدای جراحی چاقی بودند و آیا شاخص توده بدنی قبل از عمل، شاخص آپنه - هیپوآپنه و درصد اشباع اکسیژن در زمان مناسب بررسی شدند؟»
2. «آیا مدت زمان پیگیری بیماران برای بررسی شاخص توده بدنی، شاخص آپنه - هیپوآپنه و درصد اشباع اکسیژن بعد از عمل بیش از شش ماه بود؟»
3. «آیا پیامدهایی از جمله شاخص آپنه - هیپوآپنه و درصد اشباع اکسیژن به صورت کور و با روش‌های عینی بررسی شدند؟»
4. «آیا زیرگروه خاصی از نوع جراحی وجود داشت یا نتایج بر اساس هر زیرگروه از نوع جراحی گزارش شد؟»

تمام معیارها بر اساس نظر کارشناسی محققان به عنوان بله (یک امتیاز، یا نیم امتیاز برای مشاهده جزئی)، خیر (صفر امتیاز) یا نامشخص (نیم امتیاز) رتبه بندی شدند.

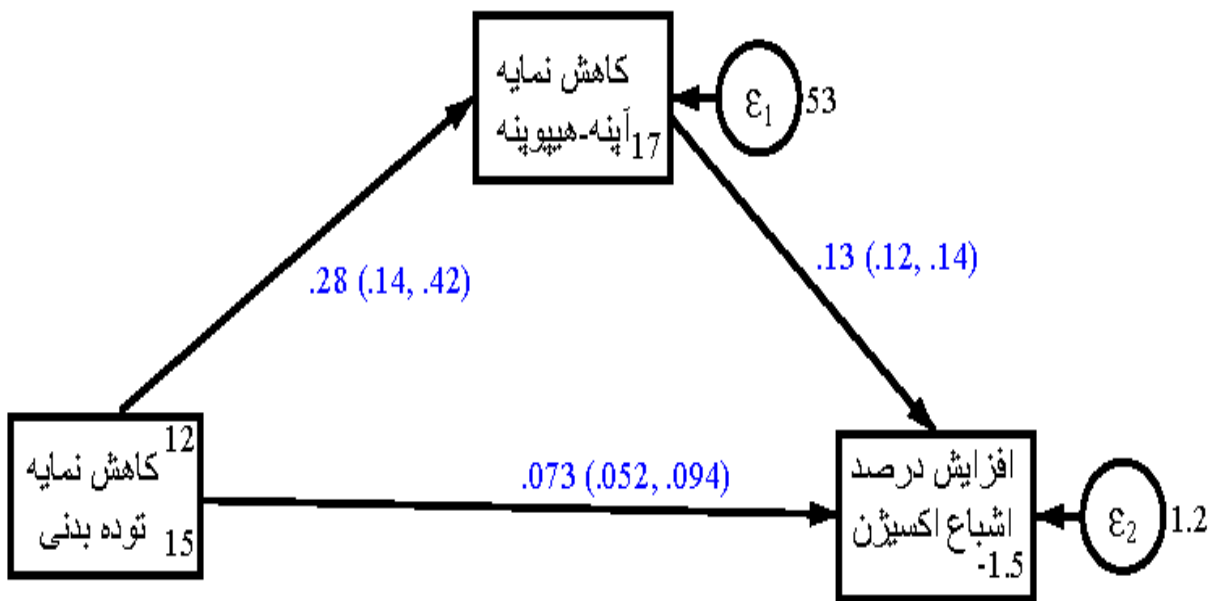
### سنتز داده‌ها

این مطالعه ثانویه با استفاده از مدل‌سازی معادله ساختاری متاآنالیز روی داده‌های تجمیع‌شده از منابع مختلف علمی انجام شد. اندازه اثر این مطالعه میانگین شاخص توده بدنی، شاخص آپنه - هیپوآپنه و درصد اشباع اکسیژن قبل و بعد از جراحی بود. از این میانگین‌ها هم برای مقایسه توصیفی و هم برای متاآنالیز استفاده شد. در نهایت، داده‌ها جدول‌بندی و داده‌های مفقود پیش‌بینی و جایگزین شدند. این جایگزینی با استفاده از رگرسیون خطی در مواردی انجام می‌شد که داده‌های مفقود تأثیر قابل توجهی بر امتیاز روش ارزیابی کیفیت مقالات نداشتند؛ در غیر این صورت، این موارد حذف می‌شدند.

روش اصلی سنتز داده‌ها، مدل‌سازی معادله ساختاری متاآنالیز بود. یک گراف جهت‌دار غیرچرخه‌ای [Directed Acyclic Graph (DAG)] بر اساس اجماع



تصویر 1- گراف فرضیه مدل سازی معادله ساختاری؛ فرضیه 1: کاهش نمایه توده بدنی به واسطه کاهش نمایه آپنه - هیپوپنه باعث افزایش درصد اشباع اکسیژن می شود؛ فرضیه 2: کاهش نمایه توده بدنی مستقیماً باعث افزایش درصد اشباع اکسیژن می شود.



تصویر 2- گراف مدل سازی معادله ساختاری با ضریب استاندارد نشده مسیر به همراه دامنه اطمینان 95٪ اعداد در گوشه راست جعبه ها عرض از مبدأ هستند. سهم مسیر میانجی: 0/335 (حدود یک سوم).



## ویژگی‌های مطالعات

خلاصه‌ای از ویژگی‌های مطالعات، شامل 684 بیمار، در جداول 1 و 2 ارائه شده است. به طور متوسط، کاهش 12/1 کیلوگرم بر متر مربع در شاخص توده بدنی، کاهش 20/1 واحد در شاخص آپنه - هیپوآپنه و افزایش 2/1 درصدی در میانگین درصد اشباع اکسیژن پس از جراحی چاقی در طول 10/3 ماه پیگیری مشاهده شد.

میانگین شاخص توده بدنی قبل از جراحی 45/3 کیلوگرم بر متر مربع (دامنه: 30/73 - 60/8) بود که پس از جراحی به 33/2 کیلوگرم بر متر مربع (دامنه: 24/24 - 41/6) کاهش یافت. برای شاخص آپنه - هیپوآپنه، میانگین امتیاز قبل از جراحی 30/6 (دامنه: 9/1 - 55/8) بود که پس از عمل به 10/5 (دامنه: 0/65 - 24/5) کاهش یافت. از نظر درصد اشباع اکسیژن، میانگین نرخ قبل از جراحی 92/4 (دامنه: 85/7 - 95/15) بود که پس از عمل به 94/5 (دامنه: 92/8 - 95/8) افزایش یافت.

## ارزیابی کیفیت

نتایج ارزیابی خطر کیفیت در جدول 1 ارائه شده است. نمره ارزیابی کیفیت از 2 تا 3/5 (از چهار) متغیر بود. مطالعاتی که (الف) فاقد داده در مورد نتایج اندازه‌گیری شده، از جمله شاخص توده بدنی، شاخص آپنه - هیپوآپنه و درصد اشباع اکسیژن بودند، (ب) با دوره پیگیری کمتر از شش ماه، و (ج) فاقد نتایج زیرگروه بر اساس نوع جراحی، کمتر از 2/5 امتیاز دریافت کردند. در مجموع، 17 مطالعه (70 درصد) برای تجزیه و تحلیل کیفی انتخاب شدند، از جمله 14 مطالعه با نمره ارزیابی کیفیت بیشتر یا مساوی 3 و سه مطالعه با نمره 2/5 که فقط برای یکی از نتایج اندازه‌گیری شده (شاخص توده بدنی، شاخص آپنه - هیپوآپنه و درصد اشباع اکسیژن) داده‌های مفقود داشتند. از این نمرات کیفیت برای تنظیم وزن‌دهی مطالعات استفاده شد.

## نتایج مدل‌سازی معادله ساختاری متاآنالیز

مدل‌سازی معادله ساختاری متاآنالیز با استفاده از وزن‌های محاسبه شده بر روی گراف فرضیه (تصویر 1) که بر اساس معیارهای علیت با توجه به تقدم زمانی و قابلیت اطمینان زیستی بوده است، انجام شد. در این گراف، میزان کاهش نمایه توده بدنی یک بار به واسطه کاهش شاخص آپنه - هیپوآپنه منجر به بهبود درصد اشباع اکسیژن می‌شود (فرضیه 1، مسیر غیرمستقیم) و یک بار هم مستقیماً (یا از مسیرهای ناشناخته) منجر به بهبود درصد اشباع اکسیژن می‌شود (فرضیه 2، مسیر مستقیم) می‌شود. ابتدا یک عرض از مبدأ تصادفی چند سطحی (Multilevel Random Intercept) به مدل اضافه شد که در آن سطوح، افراد بیمار (سطح 1)، انواع جراحی مطالعات (سطح 2) لانه گزیده درون کشورهای مطالعات (سطح 3) بودند. اما به دلیل کمتر بودن واریانس اثر تصادفی از واریانس خطا متغیر چندسطحی از مدل حذف گردید. پس از اجرای مدل همه ضرایب مسیر از لحاظ آماری در سطح  $P$ -value کمتر از 0/001 (جدول 3، تصویر 2) معنی‌دار بودند. در نتیجه فرضیه مدل تأیید گردید.

از آنجایی که این مدل‌سازی معادله ساختاری متاآنالیز شامل مسیرهای مستقیم و غیرمستقیم بود، ما تجزیه و تحلیل میانجی‌گری (Mediation Analysis) را برای محاسبه ضرایب مسیرهای مستقیم و غیرمستقیم انجام دادیم. به طور خلاصه، اثر کاهش شاخص توده بدنی بر کاهش شاخص آپنه - هیپوآپنه مثبت بود (ضریب اثر = 0/28؛ یعنی کاهش یک واحد در شاخص توده بدنی منجر به کاهش 0/28 واحد در شاخص آپنه - هیپوآپنه شد) و اثر کاهش شاخص آپنه - هیپوآپنه بر بهبود میانگین درصد اشباع اکسیژن نیز به نوبه خود مثبت بود (ضریب اثر = 0/13؛ یعنی کاهش یک واحد در شاخص آپنه - هیپوآپنه منجر به بهبود 0/13 واحد در میانگین درصد اشباع اکسیژن شد).

## جدول 4- تحلیل مسیر اثر کل، مستقیم و غیرمستقیم روی نتایج

| اثر (مسیر)  | ضریب مسیر                                  | مقدار احتمال | ضریب مسیر استاندارد شده |
|-------------|--|--------------|-------------------------|
|             | فاصله اطمینان 95 درصد (حد پایین - حد بالا) |              |                         |
| مستقیم      | 0/07 (0/05 – 0/09)                         | <0/001       | 0/19                    |
| غیرمستقیم   | 0/04 (0/02 – 0/06)                         | <0/001       | 0/09                    |
| کل          | 0/11 (0/08 – 0/14)                         | <0/001       | 0/28                    |
| سهام میانجی | 0/335                                      |              |                         |

شد. به طور خلاصه، در سناریوی کاهش 15 واحدی شاخص توده بدنی، شاخص آپنه - هیپوآپنه به میزان 4/16 کاهش و میانگین درصد اشباع اکسیژن 1/65 درصد بهبود پیدا کرد (جدول 5). در این سناریو، سهم مسیر غیرمستقیم در بهبود میانگین درصد اشباع اکسیژن از نظر بالینی بسیار ناچیز بود.

## بحث

هدف از این مطالعه بررسی این بود که آیا جراحی چاقی علاوه بر اثرات شناخته شده آن در کاهش شاخص توده بدنی، می تواند باعث بهبود شاخص آپنه - هیپوآپنه و درصد اشباع اکسیژن شود. ارزیابی جامع از منابع و مطالعات موجود انجام شد و پس از فرآیند غربالگری، 17 مقاله به عنوان مناسب ترین مقالات برای تجزیه و تحلیل شناخته شدند. برای افزایش دقت و قابلیت اطمینان یافته ها، این مقالات با استفاده از یک سیستم امتیازدهی کیفیت با حداکثر امتیاز چهار مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین به مقالاتی که از کیفیت بالاتر و داده های مرتبط تری با هدف تحقیق برخوردار بودند، در تجزیه و تحلیل های تلفیقی وزن بیشتری داده شد.

طبق منابع علمی، چاقی گرید 2 (شاخص توده بدنی بین 35 تا 40 کیلوگرم بر متر مربع) و چاقی گرید 3 (شاخص توده بدنی بیشتر از 40 کیلوگرم بر متر مربع) ارتباط مستقیمی با شاخص آپنه - هیپوآپنه پایین و کاهش اشباع اکسیژن دارد.<sup>11</sup>

بدین ترتیب حاصل ضرب این دو مسیر نشان داد که در مسیر غیرمستقیم (فرضیه 1) هر واحد کاهش شاخص توده بدنی منجر به بهبود 0/04 درصدی میانگین درصد اشباع اکسیژن می شود. ضریب مسیر مستقیم (فرضیه 2) 0/07 بود که در نتیجه سهم مسیر میانجی از اثر کل 0/335 (حدود یک سوم) می شود (جدول 4).

## جدول 5- اثر کاهش شاخص توده بدنی روی کاهش شاخص آپنه - هیپوآپنه و میانگین افزایش درصد اشباع اکسیژن

| مقدار کاهش نمایه توده بدنی | مقدار کاهش نمایه آپنه - هیپوآپنه | مقدار کل افزایش درصد اشباع اکسیژن |
|----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 واحد                     | 0/28                             | 0/11                              |
| 5 واحد                     | 1/39                             | 0/55                              |
| 10 واحد                    | 2/77                             | 1/1                               |
| 15 واحد                    | 4/16                             | 1/65                              |

اثر کل کاهش شاخص توده بدنی بر افزایش میانگین درصد اشباع اکسیژن به همراه یک تحلیل حساسیت برای بررسی برخی سناریوهای کاهش شاخص توده بدنی محاسبه

این مطالعه با یک محدودیت مهم روبرو بود. وزن‌دهی به مطالعات بر اساس حجم نمونه، منجر به نتایج اغراق‌آمیز شد (یعنی رسیدن به سطح معنی‌داری برای اندازه‌های اثر کوچک). به عبارت دیگر، ممکن است برخی یافته‌های کوچک‌تر از نظر آماری معنی‌دار باشند، اما از نظر بالینی اهمیت چندانی نداشته باشند.

با وجود این، نتایج نهایی بدون حذف هیچ مسیری به دلیل عدم معنی‌داری، با فرضیه اولیه ما مطابقت داشت. این امر نشان می‌دهد که حتی اندازه‌های اثر کوچک هم می‌توانند از نظر بالینی مهم باشند. نقاط قوت این مطالعه جمع‌آوری تمام مطالعات با کیفیت بالا بود که تغییرات شاخص توده بدنی، شاخص آپنه - هیپوآپنه و درصد اشباع اکسیژن را برای یافتن یک شبکه علیتی مورد بررسی قرار داده بودند.

### نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر کاهش شاخص آپنه - هیپوآپنه و بهبود درصد اشباع اکسیژن را بعد از جراحی چاقی نشان داد. طبق مدل‌سازی معادله ساختاری متاآنالیز انجام شده، تغییرات شاخص آپنه - هیپوآپنه با تغییرات شاخص توده بدنی مرتبط بود، اما ارتباط تغییرات درصد اشباع اکسیژن با تغییرات شاخص توده بدنی و شاخص آپنه - هیپوآپنه علی‌رغم معنی‌داری آماری از نظر بالینی ملموس نبود. به نظر می‌رسد که تغییرات درصد اشباع اکسیژن ممکن است توسط برخی متغیرهای دیگر قابل توضیح باشد که باید در آینده مورد مطالعه بیشتر قرار گیرد.

### تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

بنابراین به دلیل افزایش خطر عوارض و مرگ و میر در میان این بیماران، نیاز به راه حل انکارناپذیر است. منابع جدید نشان دادند که جراحی چاقی می‌تواند شاخص آپنه - هیپوآپنه را در حداقل 6 ماه تا یک سال بیش از 10 واحد کاهش دهد.<sup>16</sup> در حالی که در مطالعه حاضر، میانگین کاهش 20/1 واحدی در شاخص آپنه - هیپوآپنه در 10/3 ماه پیگیری مشاهده شد.

با توجه به میانگین نتایج شاخص توده بدنی و شاخص آپنه - هیپوآپنه، میزان کاهش هر دو شاخص توده بدنی و شاخص آپنه - هیپوآپنه از نظر بالینی قابل قبول بود. از نظر درصد اشباع اکسیژن، میانگین نرخ بعد از عمل 92/4 و 94/5 به نظر از نظر بالینی قابل توجه بود. در رابطه با قدرت آماری مطالعه، تعداد کل موارد 684 بیمار بود که می‌توانست قدرت کافی برای مدل‌سازی معادله ساختاری متاآنالیز را ایجاد کند.

مطالعات متعددی که اثربخشی جراحی چاقی را ارزیابی کرده‌اند، نشان داده‌اند که این روش برای بهبود علائم و نمرات شاخص آپنه - هیپوآپنه در افراد مبتلا به سندرم آپنه انسدادی خواب مؤثر است.<sup>17</sup> پس از بررسی مدل‌سازی معادله ساختاری متاآنالیز و زنجیره‌های علیت در این مطالعه، مشخص شد که کاهش 15 کیلوگرم بر متر مربع در شاخص توده بدنی با بهبود قابل توجه 4/16 واحد در شاخص آپنه - هیپوآپنه مطابقت دارد.

با این حال، این مقدار بهبود برای افزایش درصد اشباع اکسیژن تنها 1/65 درصد بود که به نظر از نظر بالینی ممکن است چندان قابل توجه نباشد (جدول 5). به نظر می‌رسد که بیماران با گذشت زمان با شرایط آپنه خود سازگار شده‌اند و تغییرات زیادی نداشته‌اند. همچنین شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد افراد مبتلا به هیپوکسی که تحت عمل جراحی چاقی قرار می‌گیرند، درصد اشباع اکسیژن غیرقابل اعتمادی با درصد خطای زیادی دارند.<sup>4</sup>

**Abstract:****A Meta-Analytic Structural Equation Modeling (meta-SEM) for the Changes in Body Mass Index (BMI), Apnea-Hypopnea Index (AHI), and Oxygen Saturation (SPO2) after Bariatric Surgery**

*Eghbali F. MD*<sup>\*</sup>, *Ahmadi S. A. Y. MD*<sup>\*\*</sup>, *Jahanshahi F. MD*<sup>\*\*\*</sup>, *Madankan A. MD*<sup>\*\*\*\*</sup>  
*Jaliliyan A. MD*<sup>\*\*\*\*\*</sup>, *Mosavari H. MD*<sup>\*\*\*</sup>, *Bighdeli A. H. MD*<sup>\*\*\*\*\*</sup>

(Received: 6 April 2024      Accepted: 1 Oct 2024)

**Introduction & Objective:** In spite of the existence of evidence regarding the role of bariatric surgery on body mass index (BMI) reduction, improving apnea-hypopnea index (AHI) and enhancement of oxygen saturation (SPO2), there was no evidence regarding a causal network of these variables. The present study was aimed to investigate the associations using structural equation modeling (SEM).

**Materials & Methods:** A secondary study was conducted using SEM on the aggregate data of the literature. A directed acyclic graph (DAG) was designed and SEM was performed for verification of the hypothesized DAG at  $P < 0.1$ . This graph included BMI as an independent variable, percentage of oxygen saturation as a dependent variable, and AHI as a mediating variable.

**Results:** A total of 684 cases were studied. On the average, 12.1 kg/m<sup>2</sup> reduction was observed for BMI, 20.0 unit reductions was observed for AHI and 2.1% increase was observed for Mean of SPO2. According to SEM, the effect of reducing the BMI on the reduction of the AHI was positive (effect coefficient = 0.28; that is, a decrease of one unit in the BMI led to a decrease of 0.28 units in the AHI) and the effect of decreasing the AHI was also positive on improving the average percentage of oxygen saturation (effect coefficient = 0.13; i.e., a decrease of one unit in the AHI led to an improvement of 0.13 units in the average percentage of oxygen saturation). Thus, the product of these two paths showed that in the indirect path, each unit reduction in body mass index leads to a 0.04% improvement in the average percentage of oxygen saturation. The coefficient of the direct path was 0.07, which means that the contribution of the mediating path to the total effect is 0.335 (about one third).

**Conclusions:** AHI changes were associated with BMI changes, but the association of SPO2 changes with BMI and AHI changes were not tangible. It seems that the variation of SPO2 changes may be explained by some other variables.

**Key Words:** *Obesity, Obstructive Sleep Apnea, Metabolic Surgery, Meta-Analysis, Statistical Modeling*

<sup>\*</sup> Associate Professor of General Surgery, Iran University of Medical Sciences, Rasoul Akram Hospital, Tehran, Iran

<sup>\*\*</sup> Research Assistant & General Practitioner, Iran University of Medical Sciences, Preventive Medicine and Public Health Research Center, Psychosocial Health Research Institute, Tehran, Iran

<sup>\*\*\*</sup> General Practitioner, Iran University of Medical Sciences, Rasoul Akram Hospital, Tehran, Iran

<sup>\*\*\*\*</sup> Assistant Professor of General Surgery, Iran University of Medical Sciences, Rasoul Akram Hospital, Tehran, Iran

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Research Assistant & General Practitioner, Iran University of Medical Sciences, Rasoul Akram Hospital, Tehran, Iran

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Resident of General Surgery, Iran University of Medical Sciences, Rasoul Akram Hospital, Tehran, Iran

## References:

1. Meurling IJ, Shea DO, Garvey JF. Obesity and sleep: a growing concern. *Curr Opin Pulm Med*. 2019 Nov; 25(6): 602-8.
2. Powell TA, Mysliwiec V, Brock MS, Morris MJ. OSA and cardiorespiratory fitness: a review. *J Clin Sleep Med*. 2022 Jan; 18(1): 279-88.
3. Lao M, Cheng Y, Gao X, Ou Q. The interaction among OSA, CPAP, and medications in patients with comorbid OSA and cardiovascular/cerebrovascular disease: a randomized controlled trial. *BMC Pulm Med*. 2022 Dec; 22(1): 99.
4. Salman LA, Shulman R, Cohen JB. Obstructive Sleep Apnea, Hypertension, and Cardiovascular Risk: Epidemiology, Pathophysiology, and Management. *Curr Cardiol Rep*. 2020 Feb; 22(2): 6.
5. Yaggi HK, Concato J, Kernan WN, Lichtman JH, Brass LM, Mohsenin V. Obstructive Sleep Apnea as a Risk Factor for Stroke and Death. *N Engl J Med*. 2005 Nov 10; 353(19): 2034-41.
6. Blackwell JN, Walker M, Stafford P, Estrada S, Adabag S, Kwon Y. Sleep Apnea and Sudden Cardiac Death. *Circ Rep*. 2019 Dec 10; 1(12): 568-74.
7. Valezi AC, Herbella FAM, Schlottmann F, Patti MG. Gastroesophageal Reflux Disease in Obese Patients. *J Laparoendosc Adv Surg Tech*. 2018 Aug; 28(8): 949-52.
8. Jeong HG, Cho S, Ryu KJ, Kim T, Park H. Effect of weight loss before in vitro fertilization in women with obesity or overweight and infertility: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2024 Mar 14; 14(1): 6153.
9. Al-shoaibi AAA, Li Y, Song Z, Hong YJ, Chiang C, Nakano Y, et al. Associations of overweight and obesity with the risk of cardiovascular disease according to metabolic risk factors among middle-aged Japanese workers: The Aichi Workers' cohort study. *Obes Res Clin Pract*. 2024 Mar; S1871403X24000127.
10. Prattichizzo F, Ceriello A, Shah VN. Obesity, NAFLD/NASH, and Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2024 Mar 1; 26(S1): S-231-S-240.
11. Dixit M, Pawar S, Saket S. Obstructive Sleep Apnea Hypopnea Syndrome among Obese Patients Visiting the Outpatient Department of a Tertiary Care Centre. *J Nepal Med Assoc*. 2024 Jan 2; 62(269): 37-9.
12. Jackson TN, Cox BP, Grinberg GG, Yenumula PR, Lim RB, Chow GS, et al. National usage of bariatric surgery for class I obesity: an analysis of the Metabolic and Bariatric Surgery Accreditation and Quality Improvement Program. *Surg Obes Relat Dis*. 2023 Nov; 19(11): 1255-62.
13. Talmant J, Talmant JC, Deniaud J, Amat P. Du traitement étiologique des apnées obstructives du sommeil. *Orthod Fr*. 2019 Sep; 90(3-4): 423-8.
14. Iannella G, Magliulo G, Greco A, De Vincentiis M, Ralli M, Maniaci A, et al. Obstructive Sleep Apnea Syndrome: From Symptoms to Treatment. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Feb 21; 19(4): 2459.
15. Wyszomirski K, Wałędziak M, Różańska-Wałędziak A. Obesity, Bariatric Surgery and Obstructive Sleep Apnea-A Narrative Literature Review. *Medicina (Mex)*. 2023 Jul 7; 59(7): 1266.
16. Peromaa-Haavisto P, Luostarinen M, Juusela R, Tuomilehto H, Kössi J. Obstructive Sleep Apnea: The Effect of Bariatric Surgery After Five Years-A Prospective Multicenter Trial. *Obes Surg* [Internet]. 2024 Mar 8 [cited 2024 Mar 16]; Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s11695-024-07124-5>.
17. Locke BW, Gomez-Lumbreras A, Tan CJ, Nonthasawadsri T, Veettil SK, Patikorn C, et al. The association of weight loss from anti-obesity medications or bariatric surgery and apnea-hypopnea index in obstructive sleep apnea. *Obes Rev*. 2024 Feb 11; obr. 13697.