

بررسی مقایسه‌ای اسیلومتری ضربه‌ای و اسپرومتری در ارزیابی بیماری انسدادی راه هوایی در کارگران صنعتی

بابک امرا^{۱،۲،۳}، مریم نصیریان^۲، حمید بهرامی^۴، امیرحسین خندان^{۱،۲}

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: بیماری‌های انسدادی راه هوایی، از مهم‌ترین نگرانی‌های سلامت شغلی در محیط‌های صنعتی به شمار می‌روند. تشخیص زودهنگام این بیماری‌ها برای پیشگیری از پیشرفت و ایجاد عوارض غیرقابل بازگشت حیاتی است. در این میان، اسپرومتری به عنوان تست استاندارد طلایی شناخته می‌شود، اما اسیلومتری ضربه‌ای (Impulse IOS) به‌عنوان یک روش نوین و غیرتهاجمی، قابلیت بالایی در شناسایی زودهنگام اختلالات، به ویژه در مجاری هوایی کوچک نشان داده است. هدف این مقاله، بررسی و مقایسه کارایی این دو روش در غربالگری و پایش سلامت ریه کارگران صنعتی بود.

روش‌ها: این مطالعه‌ی مقطعی روی ۳۴۶ کارگر صنعتی بین مارس ۲۰۲۲ تا اگوست ۲۰۲۴ انجام شد. عملکرد ریوی همزمان با اسپرومتری و اسیلومتری ضربه‌ای (IOS) طبق استانداردهای ATS/ERS ارزیابی گردید. داده‌ها با نرم‌افزار Stata نسخه‌ی ۱۷ و آزمون‌های Chi-square، ANOVA و رگرسیون لجستیک تحلیل شدند.

یافته‌ها: اسپرومتری با اندازه‌گیری حجم‌ها و جریان‌های هوایی، امکان تشخیص انسداد را فراهم می‌کند، اما وابستگی آن به همکاری حداکثری بیمار یک محدودیت مهم محسوب می‌شود. در مقابل، اسیلومتری ضربه‌ای با اندازه‌گیری مقاومت (R) و راکتانس (X) راه‌های هوایی، تنها به تنفس آرام و عادی نیاز دارد و حساسیت بالاتری در شناسایی زودهنگام بیماری در مجاری کوچک تنفسی دارد. مطالعات متعدد نشان می‌دهند که IOS می‌تواند اختلالات عملکردی را در کارگران در معرض آلاینده‌ها، پیش از بروز تغییرات در اسپرومتری، شناسایی کند.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد اسیلومتری ضربه‌ای می‌تواند به عنوان یک ابزار مکمل ارزشمند در کنار اسپرومتری در برنامه‌های غربالگری سلامت ریه کارگران صنعتی مورد استفاده قرار گیرد. ادغام این دو روش می‌تواند منجر به ارزیابی جامع‌تر و تشخیص زودرس بیماری‌های انسدادی راه هوایی شده و زمینه را برای مداخلات پیشگیرانه به موقع فراهم کند.

واژگان کلیدی: اسیلومتری ضربه‌ای؛ اسپرومتری؛ بیماری انسدادی راه هوایی؛ کارگران صنعتی؛ سلامت شغلی

ارجاع: امرا بابک، نصیریان مریم، بهرامی حمید، خندان امیرحسین. بررسی مقایسه‌ای اسیلومتری ضربه‌ای و اسپرومتری در ارزیابی بیماری انسدادی راه هوایی در کارگران صنعتی. مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۵؛ ۴۴ (۸۵۲): ۱۹۲-۱۹۹.

مقدمه

بیماری‌های ریوی مرتبط با شغل، از مهم‌ترین چالش‌های بهداشت حرفه‌ای در سراسر جهان به شمار می‌روند. مواجهه با گردوغبار، بخارات شیمیایی، گازها و سایر آلاینده‌ها در محیط‌های صنعتی می‌تواند منجر به بروز یا تشدید بیماری‌های انسدادی راه هوایی مانند آسم شغلی

و بیماری انسداد مزمن ریوی (COPD) شود (۳-۱). این بیماری‌ها اغلب به تدریج پیشرفت کرده و در مراحل اولیه ممکن است فاقد علائم بالینی واضح باشند. بنابراین، تشخیص زودهنگام این اختلالات، کلید پیشگیری از پیشرفت بیماری و بروز عوارض جبران‌ناپذیر است (۷-۴). در حال حاضر، اسپرومتری یا نوار ریه، به عنوان تست استاندارد

۱- استاد، گروه پزشکی ریه، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- مرکز تحقیقات تنفس و خواب بامداد، اصفهان، ایران

۳- دانشکده‌ی آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۴- گروه پزشکی کار، تهران، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: امیرحسین خندان؛ استاد، گروه پزشکی ریه، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

طلایی برای ارزیابی عملکرد ریوی و تشخیص بیماری‌های انسدادی شناخته می‌شود (۷). این روش با اندازه‌گیری حجم‌ها و جریان‌های هوای دم و بازدم، اطلاعات ارزشمندی در مورد وجود انسداد در مسیرهای هوایی ارائه می‌دهد. با این وجود، اجرای صحیح اسپیرومتری نیازمند همکاری حداکثری بیمار و تلاش تنفسی شدید و بازدم قوی است که گاهی در جمعیت‌های کاری به دلایل مختلف به درستی محقق نمی‌شود. علاوه بر این، اسپیرومتری در شناسایی اختلالات اولیه در مجاری هوایی کوچک که قطر کمتر از ۲ میلی‌متر دارند، حساسیت کمتری دارد. بسیاری از بیماری‌های شغلی در مراحل ابتدایی، اساساً این بخش از ریه را درگیر می‌کنند. در سال‌های اخیر، اسپیلومتری ضربه‌ای سریع، غیرتهاجمی و مستقل از تلاش بیمار معرفی شده است. این روش با اعمال امواج فشاری سینوسی با فرکانس‌های مختلف به راه‌های هوایی و تحلیل پاسخ آن، پارامترهای فیزیولوژیک مهمی مانند مقاومت (R) و راکتانس (X) کل سیستم تنفسی را اندازه‌گیری می‌کند (۸-۱۱).

حساسیت بالای IOS در ارزیابی مجاری کوچک تنفسی، آن را به گزینه‌ای امیدبخش برای غربالگری جمعیت‌های در معرض خطر، از جمله کارگران صنعتی تبدیل کرده است (۱۴-۱۱). هدف از این مقاله، بررسی مبانی علمی، مزایا، محدودیت‌ها و کاربردهای بالینی هر یک از دو روش اسپیلومتری ضربه‌ای و اسپیرومتری، با تمرکز ویژه بر ارزیابی بیماری‌های انسدادی راه هوایی در محیط‌های صنعتی بود. در نهایت، به بررسی این موضوع خواهیم پرداخت که چگونه این دو روش می‌توانند به صورت مکمل یکدیگر مورد استفاده قرار گیرند تا برنامه‌های پیش سلامت ریه کارگران را اثربخش‌تر نمایند.

روش‌ها

تحلیل عملکرد ریوی

در این مطالعه مقطعی که بین مارس ۲۰۲۲ و آگوست ۲۰۲۴ انجام شد، ۳۴۶ شرکت‌کننده واجد شرایط که تحت آزمایش همزمان عملکرد ریه از طریق اسپیرومتری و ایمپالس اوسیلومتری (IOS) قرار گرفته بودند، وارد شدند. بر اساس نتایج آزمایش، افراد به چهار گروه مجزا طبقه‌بندی شدند: افرادی که طبق هر دو آزمایش بیماری انسدادی راه هوایی (OAD) نداشتند ($n = 190$)، افرادی که OAD آنها با هر دو روش تأیید شده بود ($n = 38$)، افرادی که OAD را فقط در اسپیرومتری نشان می‌دادند ($n = 59$) و افرادی که فقط توسط IOS با OAD شناسایی شده بودند ($n = 59$).

برای همه‌ی شرکت‌کنندگان، اطلاعات جامع جمعیت‌شناختی، سوابق پزشکی کامل و نتایج معاینات بالینی جمع‌آوری شد. عملکرد ریه با استفاده از دستگاه Jaeger Masterscreen مطابق با استانداردهای

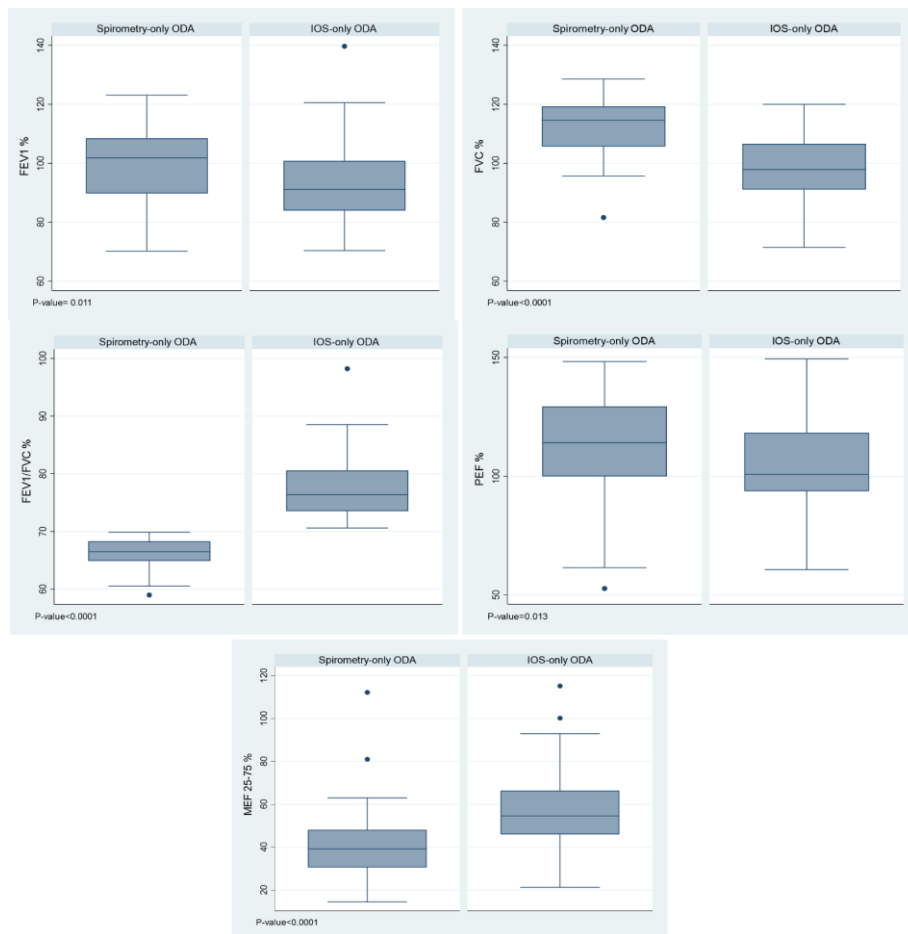
داده‌ها برای تجزیه و تحلیل وارد نرم‌افزار Stata (نسخه‌ی ۱۷) شدند. داده‌های عددی با استفاده از میانگین و انحراف معیار توصیف شدند، در حالی که داده‌های طبقه‌بندی شده به صورت فراوانی و درصد ارائه شدند. برای مقایسه شاخص‌ها و متغیرها بین گروه‌های بیماری انسدادی راه هوایی (OAD)، از آزمون‌های Chi-square، تحلیل واریانس (ANOVA) و آزمون‌های تعقیبی Tukey و Dunnett's C استفاده شد. از ضریب همبستگی Pearson برای بررسی رابطه‌ی بین مقادیر اسپیرومتری و ایمپالس اوسیلومتری در بیماران OAD استفاده گردید. عوامل مؤثر بر تفاوت در نتایج بین اوسیلومتری و اسپیرومتری با استفاده از رگرسیون لجستیک دوتایی بررسی شدند که نسبت شانس و فواصل اطمینان ۹۵ درصد را محاسبه کرد. نمودارهای جعبه‌ای برای مقایسه‌ی مقادیر اسپیرومتری و ایمپالس اوسیلومتری در بین بیماران شناسایی شده با هر روش به کار گرفته شدند. سطح معنی‌داری ۵ درصد برای همه‌ی تحلیل‌ها در نظر گرفته شد. این مطالعه مطابق با بیانیه هلسینکی انجام شد. داده‌ها بر اساس سوابق قبلی بیمارستان دولتی جمع‌آوری شده‌اند. این پژوهش با کد اخلاق IR,ARI.MUI.REC.1402.236 در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام شده است.

یافته‌ها

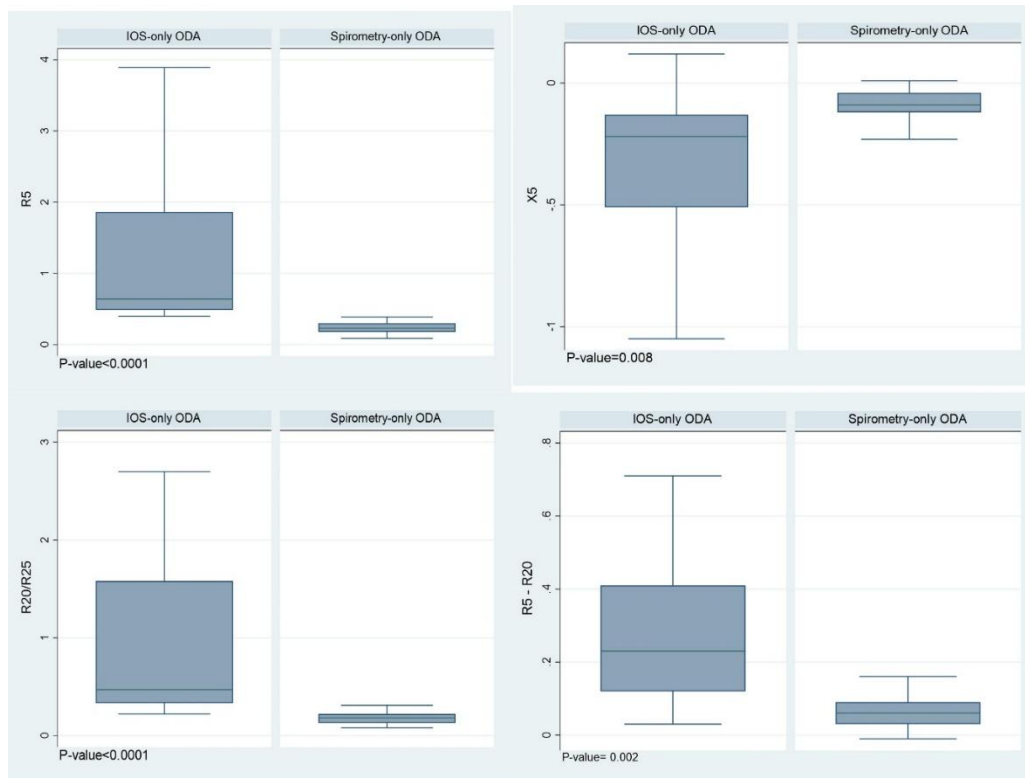
با توجه به مطالب ارائه شده، به وضوح می‌توان دریافت که اسپیرومتری و اسپیلومتری ضربه‌ای نه به عنوان رقیب، بلکه به عنوان دو روش مکمل در ارزیابی سلامت ریه کارگران صنعتی عمل می‌کنند. اسپیرومتری با جایگاه تثبیت‌شده خود به عنوان تست استاندارد طلایی، برای تأیید نهایی تشخیص و تعیین شدت بیماری انسدادی ضروری باقی می‌ماند. با این حال، اسپیلومتری ضربه‌ای با مزایای منحصر به فرد خود، از جمله غیرتهاجمی بودن، استقلال از تلاش بیمار و حساسیت بالا در شناسایی اختلالات مجاری کوچک، می‌تواند نقش کلیدی در غربالگری زودهنگام و پایش مداوم جمعیت‌های پرخطر ایفا کند.

یک پروتکل ایده‌آل برای پایش سلامت ریه کارگران صنعتی می‌تواند تلفیقی از این دو روش باشد. بدین ترتیب که از اسپیلومتری ضربه‌ای به عنوان یک ابزار غربالگری سریع و حساس برای شناسایی کارگران «در معرض خطر» یا «مشکوک به اختلال» استفاده شود و سپس کارگران شناسایی شده برای انجام تست اسپیرومتری استاندارد و تأیید تشخیص به واحد تخصصی ارجاع داده شوند. این رویکرد نه

تنها می‌تواند کارایی برنامه‌های پایش را افزایش دهد، بلکه از نظر اقتصادی نیز می‌تواند مقرون به صرفه باشد. گروه انسداد راه‌های هوایی که با هر دو روش اسپیرومتری و اسپیلومتری، بصورت بازه‌ی سن بالاتر، تنگی نفس بیشتر و میزان سیگار کشیدن بیشتری داشتند در مقایسه با گروهی که با هر دو روش بیماری انسداد راه‌های هوایی نداشتند که ممکن است نشان‌دهنده‌ی نوع پیشرفته‌تر یا علامت‌دارتر OAD باشد. گروه فقط اسپیرومتری شیوع بالاتری از سیگار کشیدن را نشان داد. هیچ تفاوت آماری معنی‌داری بین گروه‌های OAD فقط اسپیرومتری و OAD فقط IOS از نظر سن، تنگی نفس یا سابقه‌ی سیگار کشیدن وجود نداشت. بیماران در چهار گروه تفاوت‌های معنی‌داری در ویژگی‌های عملکرد ریه‌ی OAD با اسپیرومتری و ایمپالس اوسیلومتری داشتند ($P < 0.05$). دو گروه از بیماران OAD که فقط اسپیرومتری یا فقط ایمپالس اوسیلومتری برای آنها تشخیص داده شده بود، از نظر $FVC\%$ ، $FEV1/FVC\%$ ، PEF ، MEF_{25-75} ، $R5$ ، $MEF_{25-75\%}$ ، $R5\%$ ، $R20/R25$ ، $X5$ و $R5 - R20$ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند ($P < 0.05$) (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱. مقادیر اسپیرومتری در بیماران مبتلا به OAD که توسط اسپیرومتری یا ایمپالس اوسیلومتری تشخیص داده شده‌اند.



شکل ۲. مقادیر نوسان‌سنجی ضربه‌ای در بیماران OAD که توسط اسپیرومتری یا نوسان‌سنجی ضربه‌ای تشخیص داده شده‌اند.

بدون انسداد مجاری هوایی با هر دو روش (Concordant no OAD) (۳۵/۱۰ ± ۸/۰۴ سال)، که ممکن است نشان‌دهنده‌ی بیماری پیشرفته‌تر یا مدت زمان طولانی‌تر بیماری در بیماران مبتلا به انسداد مجاری هوایی Concordant باشد. در مورد وضعیت سیگار کشیدن و سابقه‌ی سیگار کشیدن، نه سیگار کشیدن فعلی و نه سابقه‌ی سیگار کشیدن، تفاوت آماری معنی‌داری را در بین گروه‌ها نشان ندادند. (به ترتیب $P = ۰/۱۳۳$ و $P = ۰/۱۹۷$ ؛ با این حال، گروه OAD Concordant بالاترین میزان سیگار کشیدن فعلی (۳۷/۸۴ درصد) و سابقه‌ی سیگار کشیدن (۱۳/۱۶ درصد) را داشت. اگرچه نسبت سیگاری‌ها در گروه فقط اسپیرومتری حدود ۳۳/۹ درصد بیشتر بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود ($P = ۰/۱۹۷$). تفاوت بسیار معنی‌داری برای تنگی نفس مشاهده شد ($P < ۰/۰۰۰۱$)، به طوری که گروه OAD با هر دو روش بیشترین فراوانی تنگی نفس (۱۵/۷۹ درصد) را نشان دادند که نشان‌دهنده‌ی همبستگی قوی بین تنگی نفس و انسداد هماهنگ است و احتمالاً نشان‌دهنده‌ی بیماری بالینی آشکارتر است. بنابراین، به نظر می‌رسد بیماران مبتلا به OAD با هر دو روش که توسط اسپیرومتری و IOS تشخیص داده شده‌اند یک زیرگروه بالینی متمایز را نشان می‌دهند که با سن بالاتر، تنگی نفس مکرر و میزان سیگار کشیدن بالاتر مشخص می‌شوند. این گروه ممکن است نشان‌دهنده‌ی نوع پیشرفته‌تر یا علامت‌دارتر OAD باشد. گروه فقط اسپیرومتری شیوع بالاتری از سیگار کشیدن را نشان داد (جدول ۲ و ۳).

جدول ۱ ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و بالینی بیماران مبتلا به بیماری انسدادی راه هوایی (OAD) را بر اساس اسپیرومتری و اسپیلومتری ضربه‌ای (IOS) نشان می‌دهد. نشان می‌دهد که اسپیرومتری اگر FEV1/FVC کمتر از ۷۰ درصد باشد، انسدادی در نظر گرفته می‌شود، در حالی که IOS اگر R5 بزرگتر یا مساوی $۰/۴$ kPa/L/s و R5-R20 بزرگتر یا مساوی $۰/۱$ kPa/L/s باشد، انسدادی است. تعاریف گروه بندی:

- ۱- گروه بدون OAD با هر دو روش ($n = ۱۹۰$): هر دو روش اسپیرومتری و اسپیلومتری انسداد راه‌های هوایی را نشان نمی‌دهند؛
 - ۲- گروه با OAD با هر دو روش ($n = ۳۸$): هر دو روش OAD اسپیرومتری و اسپیلومتری انسداد راه هوایی را نشان می‌دهند؛
 - ۳- گروه OAD فقط با اسپیرومتری ($n = ۵۹$): که فقط اسپیرومتری انسداد راه هوایی را نشان می‌دهد و اسپیلومتری طبیعی است؛
 - ۴- گروه OAD فقط با اسپیلومتری ($n = ۵۹$): که فقط اسپیلومتری انسداد راه هوایی را نشان می‌دهد، اسپیرومتری طبیعی است.
- از نظر ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، تفاوت آماری معنی‌داری در سن در چهار گروه وجود داشت (ANOVA, $P = ۰/۰۰۰۳$). آزمون تعقیبی (Tukey and Dunnett's C) نشان داد که بیماران مبتلا به انسداد مجاری هوایی با هر دو روش (Concordant OAD) به طور قابل توجهی مسن‌تر بودند (میانگین سنی $۴۲/۰۵ \pm ۱۲/۸۸$ سال) در مقایسه با افراد

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و بالینی بیماران مبتلا به بیماری انسدادی راه هوایی (OAD) که با اسپرومتری و ایمپالس اوسیلومتری تشخیص داده شده‌اند.

ANOVA P	F/ Chi-square	IOS-only OAD (n = ۵۹)	Spirometry-only OAD (n = ۵۹)	Concordant OAD (n = ۳۸)	Concordant no OAD (n = ۱۹۰)	متغیرها
۰/۰۰۰۳*, **	۶/۴۰	۳۸/۶۷ ± ۱۲/۰۵	۳۷/۴۷ ± ۹/۹۴	۴۲/۰۵ ± ۱۲/۸۸	۳۵/۱۰ ± ۸/۰۴	میانگین ± انحراف معیار- سن (سال)
۰/۳۴۱	۱/۱۲	۲۶/۵۶ ± ۴/۵۷	۲۵/۴۵ ± ۴/۲۴	۲۵/۱۰ ± ۳/۹۱	۲۵/۵۷ ± ۴/۴۴	شاخص توده‌ی بدنی (kg/ m ²)
۰/۱۹۷	۴/۶۷	۱۲ (۲۰/۳۴)	۲۰ (۳۳/۹۰)	۱۴ (۳۶/۸۴)	۴۹ (۲۵/۷۹)	سیگار کشیدن- تعداد (درصد)
۰/۱۳۳	۵/۵۹	۴ (۶/۷۸)	۲ (۳/۳۹)	۵ (۱۳/۱۶)	۸ (۴/۲۱)	سابقه‌ی سیگار کشیدن- تعداد (درصد)
۰/۴۶۸	۲/۵۴	۴ (۶/۷۸)	۶ (۱۰/۱۷)	۴ (۱۰/۵۳)	۱۰ (۵/۲۶)	خس خس سینه
۰/۷۴۷	۱/۲۲	۳ (۵/۰۸)	۱ (۱/۶۹)	۲ (۵/۲۶)	۹ (۴/۷۴)	علائم بالینی سرفه
< ۰/۰۰۰۱*	۱۹/۰۸	۲ (۳/۳۹)	۴ (۶/۷۸)	۶ (۱۵/۷۹)	۲ (۱/۰۵)	تعداد (درصد) تنگی نفس

OAD = Obstructive airway disease

*: P < ۰/۰۵ برای ANOVA (متغیر عددی) و Chi-Square (متغیر طبقه‌ای) معنی‌دار است.

** Post hoc test (Tukey and Dunnett's C) تفاوت معنی‌داری در سن بین OAD منطبق بدون OAD با OAD منطبق نشان داد.

جدول ۲. ویژگی‌های عملکرد ریه بیماران OAD

Post hoc Spirometry-only OAD و IOS-only OAD تفاوت بین	*P (ANOVA)	F	IOS-only OAD (n = ۵۹)	Spirometry-only OAD (n = ۵۹)	Concordant OAD (n = ۳۸)	Concordant no OAD (n = ۱۹۰)	متغیرها
۰/۰۹۰	< ۰/۰۰۰۱*	۳۶/۴۵	۹۳/۷۳ ± ۱۳/۴۸	۹۹/۹۵ ± ۱۲/۷۶	۸۱/۶۶ ± ۱۸/۸۹	۱۰۶/۳۱ ± ۱۴/۱۱	FEV1 %
< ۰/۰۰۰۱*	< ۰/۰۰۰۱*	۱۵/۴۹	۹۸/۸۲ ± ۱۱/۰۱	۱۱۳/۰۶ ± ۹/۴۴	۱۰۰/۳۹ ± ۱۶/۱۸	۱۰۶/۴۰ ± ۱۲/۷۵	FVC %
< ۰/۰۰۰۱*	< ۰/۰۰۰۱*	۱۲/۰/۷۱	۷۷/۵۰ ± ۵/۴۲	۶۶/۲۵ ± ۲/۵۷	۶۱/۸۸ ± ۹/۹۸	۷۸/۱۸ ± ۵/۹۲	FEV1/FVC %
۰/۰۳۴*	< ۰/۰۰۰۱*	۳۲/۶۵	۹/۳۳ ± ۲/۱۲	۱۰/۳۶ ± ۲/۳۱	۷/۸۳ ± ۲/۵۵	۱۱/۱۱ ± ۱/۸۲	PEF
۰/۱۳۴*	< ۰/۰۰۰۱*	۳۴/۳۹	۱۰۴/۷۳ ± ۱۸/۷۸	۱۱۲/۶۲ ± ۲۱/۷۰	۸۴/۵۸ ± ۲۷/۴۵	۱۱۸/۸۰ ± ۱۷/۶۲	PEF%
۰/۱۱۷*	< ۰/۰۰۰۱*	۱۴/۸۴	۲/۴۹ ± ۰/۸۶	۱/۹۰ ± ۱/۳۵	۱/۶۶ ± ۰/۷۱	۲/۶۹ ± ۱/۰۹	MEF25-75
< ۰/۰۰۰۱*	< ۰/۰۰۰۱*	۲۰/۴۱	۵۶/۵۳ (۱۷/۸۸)	۳۹/۹۷ (۱۵/۴۵)	۳۸/۵۸ ± ۱۴/۲۹	۵۸/۵۹ ± ۲۲/۶۸	MEF25-75 %
< ۰/۰۰۰۱*	< ۰/۰۰۰۱*	۵۴/۹۲	۱/۶۰ ± ۱/۹۱	۰/۲۴ ± ۰/۰۸	۱/۹۷ ± ۱/۸۴	۰/۲۳ ± ۰/۰۷	R5
< ۰/۰۰۰۱*	< ۰/۰۰۰۱*	۱۰/۷۹	۱۸۱/۲۴ ± ۲۷۳/۶۱	۸۶/۶۶ ± ۳۰/۱۵	۱۵۵/۸۲ ± ۶۲/۲۷	۸۹/۵۸ ± ۵۷/۵۴	R5%
۰/۰۲۳*	< ۰/۰۰۰۱*	۱۸/۹۷	۱/۰۶ ± ۰/۹۶	۰/۱۷ ± ۰/۰۶	۲/۲۶ ± ۴/۹۶	۰/۱۸ ± ۰/۰۷	R20/R25
۰/۳۲۲*	< ۰/۰۰۰۱*	۷/۵۱	۱۱۳/۹۲ ± ۵۷/۸۷	۹۲/۵۹ ± ۱۴۳/۴۲	۱۱۹/۹۰ ± ۳۴/۲۵	۷۶/۲۵ ± ۲۷/۹۴	R20/R25%
< ۰/۰۰۰۱*	< ۰/۰۰۰۱*	۲۳/۶۱	-۰/۴۲ ± ۰/۷۶	-۰/۰۸ ± ۰/۰۶	-۰/۶۴ ± ۰/۹۳	-۰/۰۸ ± ۰/۰۵	X5
< ۰/۰۰۰۱*	< ۰/۰۰۰۱*	۱۵/۹۷	۰/۴۸ ± ۱/۰۲	۰/۰۶ ± ۰/۰۴	۰/۴۴ ± ۰/۷۶	۰/۰۵۴ ± ۰/۰۷	R5 - R20

Spirometry obstructive if FEV1/FVC<70%; IOS Obstructive if R5≥0.4 kpa/l/s and R5-R20≥0.1 kpa/l/s

*مقدار P در آزمون ANOVA و آزمون Post hoc (Tukey) و (Dunnett's C) اگر بیشتر از ۰/۰۵ باشد، معنی‌دار است.

جدول ۳. ضریب همبستگی بین مقادیر اسپرومتری و ایمپالس اوسیلومتری در بیماران مبتلا به اختلال عملکرد دستگاه تنفسی فوقانی که با اسپرومتری، ایمپالس اوسیلومتری یا هر دو روش تشخیص داده شده‌اند (n = ۱۵۶)

R5 - R20	X5	R20/R25	R5	ضریب همبستگی	متغیرها
-۰/۲۰۹	۰/۳۹۲	-۰/۱۳۳	-۰/۲۹۴	ضریب همبستگی	FEV1%
۰/۰۰۸*	< ۰/۰۰۰۱*	۰/۰۹۷	۰/۰۰۲*	P	
-۰/۲۰۹	۰/۳۹۲	-۰/۱۳۳	-۰/۲۹۴	ضریب همبستگی	FVC%
۰/۰۰۸*	< ۰/۰۰۰۱*	۰/۰۹۷	۰/۰۰۲*	P	
۰/۰۳۰	-۰/۰۲۷	-۰/۰۱۶	۰/۰۷۷	ضریب همبستگی	FEV1/FVC %
۰/۷۰۷	۰/۷۳۴	۰/۸۴۲	۰/۳۳۶	P	
-۰/۲۰۴	۰/۳۱۹	-۰/۱۱۸	-۰/۲۶۵	ضریب همبستگی	PEF%
۰/۱۰*	< ۰/۰۰۰۱*	۰/۱۴۱	< ۰/۰۰۰۱*	P	
۰/۰۶۲	۰/۰۵۹	۰/۰۶۳	۰/۱۷۶	ضریب همبستگی	MEF25-75%
۰/۴۶۳	۰/۴۶۳	۰/۴۳۲	۰/۰۲۷*	P	

بحث

از نظر سن، تنگی نفس یا سابقه‌ی سیگار کشیدن، تفاوت آماری معنی‌داری بین گروه‌های OAD فقط اسپرومتری و OAD فقط IOS وجود نداشت. بیماران در چهار گروه تفاوت‌های معنی‌داری در ویژگی‌های عملکرد ریه OAD توسط اسپرومتری و نوسان‌سنجی ضربه‌ای داشتند ($P < 0.05$). دو گروه از بیماران مبتلا به اختلال عملکرد دستگاه تنفسی فوقانی که فقط با اسپرومتری یا فقط با ایمپالس اوسیلومتری تشخیص داده شده بودند، از نظر %FVC، %FEV1/FVC، %PEF، %MEF25-75، %MEF25-75، %R5، %R5، %R20/R25 و %X5 با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند ($P < 0.05$) (جدول ۲) (شکل ۱ و ۲).

۳- اندکس‌های اسپرومتری و اسیلومتری در بیماران با انسداد راه‌های هوایی

میانگین %R5، %R20 و %R5-R20 در بیمارانی که فقط با اسیلومتری انسداد راه‌های هوایی داشتند (ios only OAD) در مقایسه با بیمارانی که فقط با اسپرومتری انسداد راه‌های هوایی داشتند (Spirometry only OAD) بالاتر بود. مقایسه تعقیبی (post hoc) بین گروه Spirometry only OAD و ios only OAD تفاوت آشکار از نظر آماری در پارامترهای اسپرومتری و اسیلومتری نشان داد. %FEV1/FVC و %MEF ۷۵-۲۵ بصورت قابل توجهی پایین تر بود در گروه Spirometry only OAD. در حالی که %R5 و %R5-R20 در گروه ios only OAD به طور قابل توجهی بالاتر بود. این نتایج نشانگر آن است که هر روشی اختلالات فیزیولوژیک مجزایی را نشان می‌دهد و اسیلومتری نسبت به اختلال عملکرد راه‌های هوایی کوچک حساس تر است (۱۶-۱۵).

%MEF25-75 در اسپرومتری با هیچ یک از پارامترهای اسیلومتری ارتباط قابل توجهی از نظر آماری نداشت. %R20 هم ارتباط قابل توجهی با هیچ یک از اندکس‌های اسپرومتری نداشت. %R5 ارتباط منفی با %FEV1، %FVC، %PEF و %MEF25-75 با %P قابل توجه از نظر آماری که نشان می‌دهد افزایش مقاومت راه‌های هوایی با کاهش عملکرد ریه همراه است. %FEV1/FEC با هیچ یک از

پارامترهای اسیلومتری ارتباط نداشت که حساسیت پایین آن را در تشخیص اختلال عملکرد راه‌های هوایی کوچک نشان می‌دهد.

نتایج ما در موازات نتایج مطالعه‌ی Lu و همکاران بود که نشان داد یک هماهنگی خفیفی بین پارامترهای اسپرومتری و اسیلومتری در تشخیص اختلال راه‌های هوایی کوچک می‌باشد. مطالعه آن‌ها نشان داد که IOS از اسپرومتری در تشخیص انسداد راه‌های هوایی کوچک حساس تر است (۱۴).

از نقاط قوت این مطالعه، می‌توان به حجم نمونه‌ی نسبتاً مناسب، انجام همزمان و استاندارد هر دو روش روی هر فرد و تمرکز بر یک جمعیت پر خطر و کمتر مطالعه شده (کارگران صنعتی) اشاره کرد. با این حال مطالعه‌ی حاضر، دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد. به طور مثال، مطالعه‌ی مقطعی نمی‌تواند تغییراتی در طول زمان یا پاسخ به درمان را پایش کند و مطالعات طولی آینده‌نگر نیاز است جهت اعتباربخشی بیشتر به اسیلومتری به عنوان یک روش تشخیصی و ابزار پایش کردن برای بیماری‌های شغلی ریه و تعیین مقادیر مرجع استاندارد در این جمعیت است.

نتیجه‌گیری

به طور خلاصه، ادغام اسیلومتری ضربه‌ای در برنامه‌های غربالگری سلامت ریه کارگران صنعتی می‌تواند منجر به تشخیص زودهنگام، مداخلات به موقع و در نهایت پیشگیری از پیشرفت بیماری‌های غیرقابل بازگشت ریوی شود. با این حال، برای تعیین Cut-off values دقیق پارامترهای IOS در جمعیت‌های کاری مختلف ایران و نیز بررسی هزینه-اثربخشی اجرای گسترده این روش، انجام مطالعات طولی بیشتر در پیشنهادات برای آینده می‌شود. در نهایت، همکاری نزدیک بین متخصصان پزشکی کار، مهندسان بهداشت حرفه‌ای و مدیران صنایع برای اجرای موفقیت‌آمیز چنین برنامه‌هایی ضروری به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان‌نامه‌ی مقطع فوق تخصصی رشته‌ی ریه با کد ۶۱۰۵۱ می‌باشد که در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان تصویب رسیده است. بدین وسیله از زحمات گروه ریه تقدیر و تشکر می‌شود.

References

- Smith HM. Qualitative and quantitative aspects of crude oil composition. Washington, D.C.: U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines; 1968. Report No.: BM-BULL-642.
- King RW. Petroleum: its composition, analysis and processing. Occup Med (Phila). 1988 Jul-Sep;3(3):409-30.
- MacFarland HN. Toxicology of petroleum hydrocarbons. Occup Med (Phila). 1988 Jul-Sep;3(3):445-54.
- Carrasco JM, Lope V, Pérez-Gómez B, Aragonés N, Suárez B, López-Abente G, et al. Association between health information, use of protective devices and occurrence of acute health problems in the Prestige oil spill clean-up in Asturias and Cantabria (Spain): a

- cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2006 Jan 4;6:1.
5. Ordinioha B, Brisibe S. The human health implications of crude oil spills in the Niger delta, Nigeria: An interpretation of published studies. *Niger Med J*. 2013 Jan;54(1):10-6.
 6. Meo SA, Alrashed AH, Almana AA, Altheiban YI, Aldosari MS, Almudarra NF, et al. Lung function and fractional exhaled nitric oxide among petroleum refinery workers. *J Occup Med Toxicol*. 2015 Oct 29;10:37.
 7. Brashier B, Salvi S. *Breath. Marigold Complex*, Kalyaninagar, Pune, India: Chest Research Foundation; 2015.
 8. Contoli M, Bousquet J, Fabbri LM, Magnussen H, Rabe KF, Siafakas NM, et al. The small airways and distal lung compartment in asthma and COPD: a time for reappraisal. *Allergy*. 2010 Feb;65(2):141-51.
 9. Thien F. Measuring and imaging small airways dysfunction in asthma. *Asia Pac Allergy*. 2013 Oct;3(4):224-30.
 10. Parums DV. Global initiative for chronic obstructive lung disease (GOLD) 2023 guidelines for COPD, including COVID-19, climate change, and air pollution. *Med Sci Monit*. 2023 Dec 18;29:e942672.
 11. Nishi SP, Wang Y, Kuo YF, Goodwin JS, Sharma G. Spirometry use among older adults with chronic obstructive pulmonary disease: 1999–2008. *Ann Am Thorac Soc*. 2013 Dec;10(6):565-73.
 12. Jarenbäck L, Ankerst J, Bjermer L, Tufvesson E. Flow-volume parameters in COPD related to extended measurements of lung volume, diffusion, and resistance. *Pulm Med*. 2013;2013:782052.
 13. Salvi S, Ghorpade D, Vanjare N, Madas S, Agrawal A. Interpreting lung oscillometry results: Z-scores or fixed cut-off values? *ERJ Open Res*. 2023 Apr 3;9(2):00656-2022.
 14. Lu L, Peng J, Zhao N, Wu F, Tian H, Yang H, et al. Discordant spirometry and impulse oscillometry assessments in the diagnosis of small airway dysfunction. *Front Physiol*. 2022 Jun 15;13:892448.
 15. Mousa H, Kamal E. Impulse oscillation system versus spirometry in assessment of obstructive airway diseases. *Egypt J Chest Dis Tuberc*. 2018 Apr;67(2):106-12.
 16. Abdo M, Watz H, Trinkmann F, Bohnet S, Guess MAM, Roeben J, et al. Oscillometry-defined small airway dysfunction in tobacco-exposed adults with impaired or preserved airflow. *Am J Respir Crit Care Med*. 2025 May 1;211(9):1652–61.

A Comparative Overview of Impact Oscillometry and Spirometry in the Assessment of Obstructive Airway Disease in Industrial Workers

Babak Amra^{1,2}, Maryam Nasirian³, Hamid Bahrami⁴, Amirhossein Khandan¹

Original Article

Abstract

Background: Obstructive airway diseases represent significant occupational health challenges in industrial settings. Early identification of these conditions is essential to prevent progression and irreversible complications. While spirometry is recognized as the gold standard for diagnosis, impulse oscillometry (IOS), a new and non-invasive technique, has showed substantial potential for early detection, particularly in small airways. This review article aims to evaluate and compare the effectiveness of both methods in screening and monitoring the lung health of industrial workers.

Methods: This cross-sectional study was conducted on 346 industrial workers between March 2022 and August 2024. Pulmonary function was assessed simultaneously using spirometry and impulse oscillometry (IOS) according to ATS/ERS standards. Data were analyzed using Stata software (version 17) with ANOVA, Chi-square, and Logistic regression tests.

Findings: Spirometry detects obstruction by measuring airflow and lung volume; however, its reliance on maximum patient cooperation presents a notable limitation. In contrast, impulse oscillometry measures airway resistance (R) and reactance (X) while requiring only calm, normal breathing, thus offering greater sensitivity for early disease detection in small airways. Numerous studies have indicated that IOS can identify functional impairments in workers exposed to pollutants before spirometry shows any changes.

Conclusion: Impulse oscillometry appears to be a valuable complementary tool to spirometry in lung health screening programs for industrial workers. Integrating these two methods can provide a more comprehensive assessment and facilitate early detection of obstructive airway diseases, enabling timely preventive measures.

Keywords: Impact Oscillometry, Spirometry, Obstructive Airway Disease, Industrial Workers, Occupational Health

Citation: Amra B, Nasirian M, Bahrami H, Khandan A. A Comparative Overview of Impact Oscillometry and Spirometry in the Assessment of Obstructive Airway Disease in Industrial Workers. J Isfahan Med Sch 2026; 44(852): 192- 9.

1- Department of Pulmonary Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

2- Bamdad Respiratory Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

3- Faculty of Biostatistics and Epidemiology, Isfahan university of medical sciences, Isfahan, Iran

4- Department of Occupational Medicine, Tehran, Iran

Corresponding Author: Amirhossein Khandan, Department of Pulmonary Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran; Email: amirhossein.khandan58@gmail.com