Journal of Health

Vol. 16, No. 1, Spring 2025, Pages 37-44

Investigation of Microplastic in the Nasal Cavity Before and After Face Mask Usage

Maryam Hazrati*

Lung Diseases Research Center, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran
**** Corresponding author.*** Tel: +984531424173, Fax: +984531424173, E-mail: m.hazratii@yahoo.com

Received: Sep 22, 2924 Accepted: Jan 05, 2025

ABSTRACT

Background & objectives: Face masks provide a protective barrier against pathogens and environmental pollutants. However, microplastic particles embedded in mask structure may be inhaled, potentially leading to health concerns. This study aimed to quantify microplastic particles in used face masks and evaluate their presence in nasal lavage fluid before and after mask usage.
Methods: Face masks and nasal lavage fluid samples were collected and analyzed from various departments of Imam Khomeini Hospital in Ardabil City.
Results: The highest concentration of microplastic in nasal lavage fluid before mask use was 26.9 microplastics/mL, which decreased to 7.76 microplastics/mL after mask usage. Additionally, the majority of microplastic particles identified ranged between 1.5–25 micrometers in size. The proportion of microplastics within this size range was 69% before mask use, increasing to 88% after mask use.
Conclusion: Face masks effectively reduce exposure to environmental microplastics, highlighting their protective role in limiting inhalation-based contamination. However, microplastics originating from masks themselves may still enter the nasal cavity, necessitating further investigation into mask material composition and potential mitigation strategies.
Keywords: Microplastic; Face Mask; Nasal Cavity; Hospital Departments

بررسی میکروپلاستیک ها در مجرای بینی قبل و بعد از استفاده از ماسک صورت

*مریم حضرتی**

مرکز تحقیقات بیماری‌های ریوی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰٤۵۳۱٤۲٤۱۷۳ فکس: ۰٤۵۳۱٤۲٤۱۷۳ ایمیل: m.hazratii@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: ماسک های صورت به عنوان محافظ در برابر عوامل بیماری زا و آلاینده های محیطی عمل می‌کنند. با این حال، آلاینده‌های میکروپلاستیک موجود در ساختار ماسک‌ها ممکن است در اثر استنشاق وارد مجرای بینی شوند و به طور بالقوه منجر به مشکلات سلامتی شوند. بنابراین، در این مطالعه میزان میکروپلاستیک ها در ماسک های استفاده شده بوسیله افراد شرکت کننده و همچنین در مایع شستشوی بینی این افراد قبل و بعد از استفاده از ماسک اندازه گیری شد.

روش کار: نمونه های ماسک صورت استفاده شده و نمونه های شستشوی بینی از بخش‌های بیمارستان امام خمینی (ره) در شهر اردبیل جمع‌آوری و آنالیز شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که بالاترین میزان میکروپلاستیک‌ها در مایع شستشوی بینی قبل از استفاده از ماسک ۲۶/۹ میکروپلاستیک/ میلی لیتر بود در حالی‌که بعد از استفاده از ماسک این میزان به ۷/۷۶ میکروپلاستیک/ میلی لیتر کاهش یافت. همچنین در این نمونه ها بیشترین میزان میکروپلاستیک ها در محدوده اندازه ۲۵-۱/۵ میکرومتر قرار داشتند. میزان این میکروپلاستیک ها (۲۵-۱/۵ میکرومتر) در مایع شستشوی بینی قبل از استفاده از ماسک ۶۹ درصد بود، در حالی که در این نمونه ها بعد از استفاده از ماسک به ۸۸ درصد افزایش یافت.

نتیجه گیری: ماسک ها به عنوان محافظ در برابر ورود میکروپلاستیک های محیط از طریق استنشاق عمل می‌کنند، اما تعدادی از میکروپلاستیک ها از خود ماسک نیز وارد مجرای بینی می‌شوند.

واژه های کلیدی: میکروپلاستیک، ماسک صورت، مجرای بینی، بخش‌های بیمارستان

دریافت: ۱٤۰۳/۷/۱ **پذیرش:** ۱٤۰۳/۱۰/۱۶

مقدمه

ماسک‌های صورت، که به عنوان ابزاری حیاتی در کنترل عفونت‌ها و حفظ سلامت عمومی عمل می‌کنند، بطور گسترده استفاده می‌شوند (۱). آنها شامل ترکیبات میکروپلاستیک هستند که این ترکیبات می‌تواند از ماسک آزاد شود و در اثر استنشاق به عنوان محرک‌های تنفسی عمل کند و همچنین ممکن است پاسخ‌های التهابی را در سیستم تنفسی تحریک کند (۲-۵). علاوه بر این، ممکن است بر سیستم ایمنی تأثیر بگذارند و به طور بالقوه مقاومت در برابر عوامل میکروبی را کاهش دهند میکروپلاستیک‌ها به دلیل اندازه کوچک (۱ میکرومتر تا ۵ میلیمتر) ممکن است به مناطق عمیق‌تر ریه نفوذ کرده و اثرات مکانیکی بر بافت‌های تنفسی داشته باشند. برخی از مطالعات نشان می‌دهند که میکروپلاستیک ممکن است در سلول‌ها و بافت‌های تنفسی القا شود و فرآیندهای سلولی را تغییر دهد (۸-۶).

فقدان مطالعات جامع برای بررسی میکروپلاستیک‌ها در ماسک صورت وجود دارد. در مطالعه ای میزان میکروپلاستیک‌های آزاد شده از ماسک‌ها را با استفاده از یک دستگاه شبیه ساز استنشاق تخمین زدند (۲). این نتایج ممکن است به دلیل شرایط محیطی و شرایط فردی با موقعیت‌های واقعی متفاوت باشد. با این حال، تا آنجا که ما می‌دانیم، هیچ مطالعه ای سطح این آلاینده را در مجاری بینی در شرایط واقعی اندازه گیری نکرده است، مایع شستشوی بینی می‌تواند به عنوان روشی برای شناسایی آلاینده‌هایی که وارد مجرای بینی می‌شوند عمل کند. با استفاده گسترده ماسک‌های صورت در محیط‌های مراقبت‌های بهداشتی و بیمارستان‌ها، نیاز به بررسی تاثیراستفاده از ماسک در برابر آلاینده‌ها وجود دارد.

بنابراین، مطالعه حاضر با هدف تعیین میزان میکروپلاستیک‌ها در ماسک‌های مورد استفاده کارکنان بیمارستان در بخش‌های آزمایشگاه، فیزیوتراپی، اورژانس و آندوسکوپی انجام شد و همچنین میکروپلاستیک‌ها در مایع شستشوی بینی این کارمندان قبل و بعد از استفاده از ماسک اندازه‌گیری شد.

روش کار

جمع‌آوری نمونه

این مطالعه از نوع توصیفی مقطعی می‌باشد که چهار بخش آزمایشگاه، اورژانس، فیزیوتراپی و آندوسکوپی در بیمارستان امام خمینی اردبیل مورد مطالعه قرار گرفتند.

متغیرهای مطالعه شامل تعداد میکروپلاستیک‌ها در ماسک (تعداد در هر ماسک)، تعداد میکروپلاستیک‌ها در نمونه‌های شستشوی بینی (تعداد در هر میلی لیتر)، اندازه میکروپلاستیک‌ها که در محدوده‌های بین ۱/۵ تا ۲۵، ۲۵ تا ۱۲۵، ۱۲۵ تا ۴۲۰، ۴۲۰ تا ۸۴۰ و بزرگتر از ۸۴۰ میکرومتر طبقه بندی شدند. پنج کارمند از هر بخش وارد این مطالعه شدند که یکی از آنها به عنوان کنترل انتخاب شد که ماسک استفاده نکرد. کارمندان هیچ‌گونه بیماری تنفسی یا سابقه مصرف دخانیات نداشتند. همه آنها مرد و در محدوده سنی ۳۰ تا ۴۰ سال بودند.

نمونه‌ها در دو مرحله جمع‌آوری شدند: ۱) جمع‌آوری نمونه‌های ماسک صورت و ۲) جمع‌آوری نمونه‌های شستشوی بینی.

قبل از پوشیدن ماسک، حفره بینی کارکنان سه بار با محلول نرمال سالین (محلول ۰/۹ درصد NaCl، Sigma-Aldrich) شسته شد و کاملاً تمیز شد (۹).

ماسک‌ها به‌مدت ۸ ساعت توسط کارکنان هر بخش از این بیمارستان استفاده شد. ماسک‌های جمع‌آوری‌شده در داخل فویل آلومینیومی قرار گرفتند. سپس جهت جمع‌آوری مایع شستشوی بینی کارکنان، حفره بینی با ۳ میلی لیتر محلول نرمال سالین با استفاده از یک سرنگ شیشه ای استریل شستشو داده شد. در طول فرآیند نمونه‌برداری، فرد محلول را به مدت ۳۰ ثانیه در سوراخ بینی خود نگه داشت و سپس آن را در ظرف نمونه‌برداری شیشه ای خالی کرد. این فرآیند تا زمانی که در مجموع ۵۰ میلی لیتر نمونه جمع‌آوری شود ادامه یافت (۱۰،۱۱). نمونه‌ها بلافاصله برای تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه منتقل شدند.

آماده سازی و آنالیز نمونه ها

برای آماده سازی نمونه‌های ماسک برای تجزیه و تحلیل میکروپلاستیک‌ها ابتدا بند آن‌ها برداشته شد و سپس هر ماسک در ظرف‌های شیشه ای ۱۰۰۰ میلی‌لیتری قرار داده شد. ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به بشرها اضافه شد و با استفاده از شیکر به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه تکان داده شد. نمونه آبی متعاقباً به یک بشر تمیز دیگر منتقل شد. این روند ادامه یافت و منجر به جمع‌آوری ۵۰۰ میلی لیتر نمونه از هر ماسک شد. برای هر دسته از ماسک‌ها سه تکرار انجام شد.

سپس مواد آلی نمونه‌ها با استفاده از حجم ۱۰۰ میلی لیتر از محلول پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد توسط هیتر آزمایشگاهی در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به

مدت ۳ ساعت هضم شدند. محلول یدید سدیم (≤۹۹,۵٪، جرم مولی: ۱٤۹,۸۹ گرم در مول، SigmaAldrich) برای شناورسازی و جداسازی میکروپلاستیک‌ها به نمونه‌ها اضافه شد. نمونه‌ها در لوله‌های سانتریفیوژ با سرعت ۳۵۰۰دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس ذرات شناور توسط غشای فیلتر ۰/٤۵ میکرومتر از سطح لوله‌ها جمع‌آوری شدند (٤،۱۲،۱۳).

برای تهیه نمونه‌های شستشوی بینی، مواد آلی نمونه‌ها با استفاده از محلول پراکسید هیدروژن هضم شدند. فرآیند هضم مواد آلی در نمونه‌های شستشوی بینی مانند فرآیند نمونه ماسک انجام شد. مشخصات میکروپلاستیک‌ها توسط میکروسکوپ پلاریزان شناسایی شد.

کنترل کیفیت

برای تعیین هر گونه آلودگی ثانویه به پلاستیک ها، از نمونه‌های بلانک در تمام مراحل جمع‌آوری و پردازش نمونه استفاده شد. یک بلانک شامل یک ظرف شیشه ای تمیز (شسته شده با اتانول و آب مقطر)، در طول مرحله جمع‌آوری نمونه در کنار ظرف جمع‌آوری ماسک استفاده شده قرار داده شد. درب بلانک برای همان مدت زمانی که درب ظرف اصلی نمونه‌برداری (برای جمع‌آوری ماسک استفاده می‌شود) باز نگه داشته شد. سپس این بلانک‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند، با ۱۵۰ میلی لیتر آب مقطر شسته شدند و مانند نمونه‌های اصلی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در مرحله آزمایشگاهی، نمونه‌های بلانک نیز در کنار نمونه‌های اصلی قرار گرفتند و با همان روش نمونه‌های اصلی پردازش شدند. علاوه بر این، برای جلوگیری از آلودگی پلاستیکی، تمام ظروف شیشه ای و مش‌ها قبل از استفاده با آب مقطر شسته شدند. در طول آزمایش، یک روپوش آزمایشگاهی پوشیده شد و درها و پنجره‌های آزمایشگاه بسته شد. نمونه‌ها در زیر هود آزمایشگاهی تهیه شد.

یافته‌ها

میکروپلاستیک‌ها در نمونه‌های ماسک‌های استفاده شده در بخش‌های آزمایشگاهی، فیزیوتراپی، اورژانس و آندوسکوپی و همچنین در مایع شستشوی بینی کارمندان این بخش‌ها شناسایی شد. تعداد میکروپلاستیک‌های آزاد شده از ماسک‌های استفاده شده در بخش‌های آزمایشگاهی، فیزیوتراپی، اورژانس و آندوسکوپی بطور میانگین ۵۱۵/۳، ٤۱۸/۳، ۳٦۱/٤ و ۳۵۲/٤ میکروپلاستیک/ ماسک به ترتیب بدست آمد (جدول ۱)؛ در حالی‌که در ماسک نو و استفاده نشده تعداد میکروپلاستیک‌های آزاد شده ۸۵/۳٦ میکروپلاستیک/ ماسک بود. در نمونه‌های ماسک، بالاترین تعداد میکروپلاستیک‌ها در محدوده ۲۵-۱/۵ میکرومتر با میزان ۹٦ درصد بدست آمد (شکل ۱ الف).

جدول ۱. تعداد میکروپلاستیک‌ها در ماسک استفاده شده در بخش‌های بیمارستان (میکروپلاستیک/ ماسک)

بخش‌های بیمارستان	حداکثر	حداقل	میانگین
آزمایشگاه	٦۰۵,۲٦	۳۹۷,۳	۵۱۵,۳
فیزیوتراپی	۵٦۹,۳	۲۸۰,۸۹	٤۱۸,۳
اورژانس	٤۲۵,۸۱	۲۹٦,٤	۳٦۱,٤
آندوسکوپی	۳۹۲,۵	۲۹۹,۸	۳۵۲,٤

در نمونه‌های مایع شستشوی بینی کارمندان این بخش‌ها بدون پوشیدن ماسک، تعداد میکروپلاستیک‌های یافت شده در مایع بینی کارمندان آزمایشگاه، فیزیوتراپی، اورژانس و آندوسکوپی به ترتیب ۲۱/۷۵، ۲۰/٦، ۱۵/٤۷ و ۱۳/۲۷ میکروپلاستیک/ میلی لیتر بود. بعلاوه تعداد میکروپلاستیک‌ها در مایع بینی این کارمندان بعد از استفاده از ماسک در بخش‌های آزمایشگاهی، فیزیوتراپی، اورژانس و آندوسکوپی به ترتیب ۵/۸، ۵/۳، ٤/٤۵ و ٤/۰۷ میکروپلاستیک/ میلی لیتر بدست آمد. جزئیات میکروپلاستیک‌های شناسایی شده در جدول ۲ ارائه شده است. در این نمونه‌ها بیشترین تعداد میکروپلاستیک‌ها بعد از استفاده از ماسک در محدوده

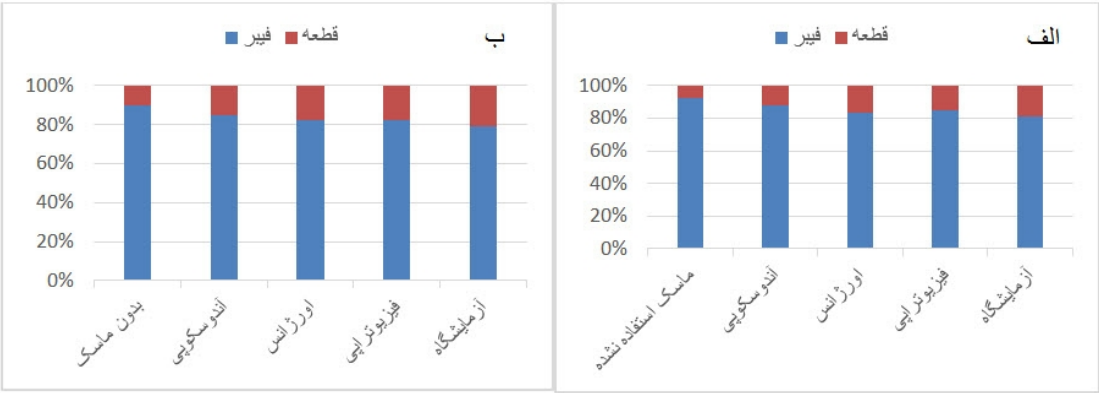
بین ۲۵-۱/۵ میکرومتر ۸۸ درصد به دست آمد، در حالی که در نمونه‌های مایع بینی بدون استفاده از ماسک، بیشترین تعداد میکروپلاستیک‌ها در محدوده بین ۲۵ -۱/۵ میکرومتر ۶۹ درصد بود (شکل۱ ب).

جدول ۲. تعداد میکروپلاستیک‌ها در مایع شستشوی بینی کارکنان بیمارستان قبل و بعد از استفاده از ماسک (میکروپلاستیک/ میلی لیتر)

بخش‌های بیمارستان		حداکثر	حداقل	میانگین
آزمایشگاه	بدون ماسک	۲۶,۹	۱۸,۶	۲۱,۷۵
	بعد از پوشیدن ماسک	۷,۷۶	۵,۱	۵,۸
فیزیوتراپی	بدون ماسک	۲۲,۹	۱۷,٤	۲۰,۶
	بعد از پوشیدن ماسک	۷,۳	۳,۶	۵,۳
اورژانس	بدون ماسک	۱۸,۷	۱۳,۳	۱۵,٤۷
	بعد از پوشیدن ماسک	۵,۵۳	۳,۸	٤,٤۵
آندوسکوپی	بدون ماسک	۱۸,۵	۱۱,۱	۱۳,۲۷
	بعد از پوشیدن ماسک	۵,۰۵	۲,۹۸	٤,۰۷

شکل ۱. میکروپلاستیک‌ها با اندازه‌های مختلف در نمونه‌های الف) ماسک و ب) شستشوی بینی در بخش‌های بیمارستان

میکروپلاستیک‌های آزاد شده از نمونه‌ها به دو شکل فیبری و قطعه‌ای شکل طبقه‌بندی شدند. فیبرها در همه نمونه‌ها غالب بودند در نمونه‌های ماسک، میکروپلاستیک‌های فیبری شکل بین ۸۱ تا ۸۸ درصد بود و در نمونه‌های مایع شستشوی بینی بعد از استفاده از ماسک میکروپلاستیک‌های فیبری شکل بین ۷۹ تا ۸۵ درصد بدست آمد (شکل ۲).



شکل ۲. شکل میکروپلاستیک‌ها در الف) نمونه‌های ماسک و ب) در نمونه‌های شستشوی بینی

بحث

مطالعه حاضر با هدف شناسایی میکروپلاستیک‌ها در ماسک صورت و همچنین در مایع شستشوی بینی کارکنان بیمارستان قبل و بعد از استفاده از ماسک انجام شد. همانطور که قبلاً ذکر گردید، تعداد میکروپلاستیک‌های آزاد شده از ماسک‌های استفاده شده در بخش‌های بیمارستان بین ۵۱۵/۳ تا ۳۵۲/٤ میکروپلاستیک/ ماسک بود، در حالی‌که در ماسک استفاده نشده تعداد ۸۵/۳۶ میکروپلاستیک/ ماسک حاصل شد. میکروپلاستیک‌های هوا در طول استفاده از ماسک می‌توانند توسط ماسک جذب شوند (١٤) که به‌طور بالقوه منجر به افزایش میکروپلاستیک‌ها در نمونه‌های ماسک استفاده شده نسبت به ماسک نو شد. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین میزان جذب میکروپلاستیک‌های هوا بر روی ماسک‌ها در بخش آزمایشگاهی رخ داده است. همچنین در نمونه‌های مایع شستشوی بینی در حالت بدون ماسک نیز بیشترین تعداد میکروپلاستیک‌ها در نمونه‌های بخش آزمایشگاهی یافت شد. بطور کلی مصالح ساختمانی، ابزارهای پزشکی و مواد آزمایشگاهی می‌توانند به انتشار میکروپلاستیک‌ها در محیط کمک کنند (١٥). سطح بالای میکروپلاستیک‌ها در بخش آزمایشگاهی ممکن است به دلیل استفاده از ابزار و مواد خاص در این بخش باشد. برخی از حلال‌ها و مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایشگاه ممکن است حاوی میکروپلاستیک باشند و باعث انتشار آنها در هوا شده باشند.

در مطالعه‌ای، ماسک را در شرایطی که شبیه حالت استنشاق بود قرار دادند. پس از ٢٤ ساعت شبیه سازی، میزان میکروپلاستیک‌ها در ماسک بین ٤٨٧-٦٢ میکروپلاستیک/ ماسک شمارش شد که کمتر از یافته مطالعه حاضر است (٢). در مقابل، در مطالعه دیگری گزارش کردند که ٤٠٠٠ تا ٣٠٠٠٠ تعداد میکروپلاستیک پس از ٢٤ ساعت از فرآیند شبیه سازی از ماسک آزاد شده است که بالاتر از یافته‌های مطالعه حاضر می‌باشد (١٦).

یک مطالعه قبلی میزان میکروپلاستیک‌ها را در مایع شستشوی بینی پس از ٨ ساعت استفاده از ماسک بین ١٤/٠ تا ٦٧/٣ میکروپلاستیک/ ٥ میلی لیتر گزارش کرده بود که در آن مکان استفاده از ماسک مشخص نشده بود. به هر حال، نتایج مطالعه آنها با یافته‌های مطالعه حاضر تا حدودی مطابقت دارد (٩). در مطالعه دیگری، استنشاق میکروپلاستیک به ازی هر ماسک از ٣٠٨ تا ١١٢٠ ذره با آزمایش شبیه‌سازی تنفس ثبت شد (١٦)، که بالاتر از نتایج مطالعه حاضر بود. در آزمایش با دستگاه شبیه‌سازی تنفس، ذرات به‌طور مداوم در فیلتر جمع می‌شوند که می‌تواند دلیلی بر تعداد بالای میکروپلاستیک مکش شده توسط این دستگاه نسبت به شرایط واقعی باشد.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تعداد میکروپلاستیک‌ها در مایع شستشوی بینی در شرایط بدون ماسک در مقایسه با حالتی که از ماسک استفاده شد بیشتر بود. بنابراین، استفاده از ماسک ممکن است ورود میکروپلاستیک‌های محیطی به مجرای بینی را کاهش دهد. علاوه بر این تعداد میکروپلاستیک‌ها در محدوده اندازه بین ٢٥- ١/٥ میکرومتر بعد از استفاده از ماسک در مایع شستشوی بینی (٨٨٪) نسبت به حالت بدون ماسک (٦٩٪) افزایش یافت. ماسک‌های صورت دارای لایه‌هایی از الیاف هستند که منجر به آزاد شدن ذرات میکروپلاستیک‌های کوچکتر می‌شود (١٧). بنابراین تعدادی از این میکروپلاستیک‌ها با اندازه کوچکتر می‌توانند از خود ماسک‌ها وارد مجرای بینی شوند.

همانطور که قبلاً ذکر گردید، شکل غالب میکروپلاستیک‌ها در نمونه‌های ماسک فیبری شکل بودند که میتوان به مواد فیبری ماسک نسبت داد. تحقیقات قبلی فیبرها را به‌عنوان شکل غالب با بیش از ٧٠ درصد در نمونه‌های ماسک گزارش دادند (١٧).

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به عدم امکان تعمیم نتایج اشاره کرد. نتایج ممکن است به دلیل محدودیت در تعداد نمونه‌ها، تنوع جمعیت یا شرایط محیطی خاص، قابلیت تعمیم به جمعیت‌های بزرگ‌تر را نداشته باشد. همچنین نبود روش‌های استاندارد برای نمونه‌گیری میکروپلاستیک‌ها از مجرای بینی از دیگر محدودیت‌های مطالعه می‌تواند باشد.

نتیجه گیری

در این مطالعه، میزان میکروپلاستیک در ماسک‌های استفاده شده بوسیله کارکنان بخش‌های مختلف بیمارستان اندازه گیری شد. علاوه بر این، ما میزان این آلاینده را در مایع شستشوی بینی این کارمندان قبل و بعد از استفاده از ماسک تعیین کردیم. سطح میکروپلاستیک در ماسک‌های استفاده شده در بخش‌های بیمارستانی نسبت به ماسک‌های استفاده نشده افزایش یافت. بیشترین نمونه‌های آلوده به‌ترتیب از بخش آزمایشگاه و پس از آن بخش فیزیوتراپی، اورژانس و آندوسکوپی به دست آمد. تعداد میکروپلاستیک‌ها در مایع شستشوی بینی در شرایط بدون ماسک در مقایسه با حالتی که از ماسک استفاده می‌شد بیشتر بود. نتیجه می‌گیریم که ماسک‌ها به عنوان محافظ در برابر ورود میکروپلاستیک‌ها به مجرای بینی عمل می‌کنند. اما مقدار کمی از این آلاینده‌ها از خود ماسک وارد مجاری بینی می‌شود. داده‌های این مطالعه می‌تواند در ارزیابی خطرات سلامتی مرتبط با استفاده از ماسک‌ها مفید واقع شود.

تشکر و قدردانی

نویسنده مقاله از مرکز تحقیقات بیماری‌های ریوی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، برای حمایت‌های مالی قدردانی می‌نماید.

(GrantNo. IR.ARUMS.REC.1402.049)

References

1- Aragaw TA. Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario. Marine pollution bulletin. 2020;159:111517.

2- Cao J, Shi Y, Yan M, Zhu H, Chen S, Xu K, et al. Face Mask: As a Source or Protector of Human Exposure to Microplastics and Phthalate Plasticizers? Toxics. 2023;11(2):87.

3- Shukla S, Khan R, Saxena A, Sekar S. Microplastics from face masks: A potential hazard post Covid-19 pandemic. Chemosphere. 2022;302:134805.

4- Ma J, Chen F, Xu H, Jiang H, Liu J ,Li P, et al. Face masks as a source of nanoplastics and microplastics in the environment: quantification, characterization, and potential for bioaccumulation. Environmental Pollution. 2021;288:117748.

5- Lu K, Lai KP, Stoeger T, Ji S, Lin Z, Lin X, et al .Detrimental effects of microplastic exposure on normal and asthmatic pulmonary physiology. Journal of hazardous materials. 2021;416:126069.

6- Li Y, Shi T, Li X, Sun H, Xia X, Ji X, et al. Inhaled tire-wear microplastic particles induced pulmonary fibrotic injury via epithelial cytoskeleton rearrangement. Environment International. 2022;164:107257.

7- Amato-Lourenço LF, Carvalho-Oliveira R, Júnior GR, dos Santos Galvão L, Ando RA, Mauad T. Presence of airborne microplastics in human lung tissue. Journal of hazardous materials. 2021;416:126124.

8- Goodman KE, Hare JT, Khamis ZI, Hua T, Sang Q-XA. Exposure of human lung cells to polystyrene microplastics significantly retards cell proliferation and triggers morphological changes. Chemical research in toxicology. 2021;34(4):1069-81.

9- Torres-Agullo A, Karanasiou A, Lacorte S. Nasal lavage technique reveals regular inhalation exposure of microplastics, not associated from face mask use. Environment international. 2023;178:108129.

10- Ponikau JU, Sherris DA ,Kern EB, Homburger HA, Frigas E, Gaffey TA, et al., editors. The diagnosis and incidence of allergic fungal sinusitis. Mayo clinic proceedings; 1999: Elsevier.
11- Henriksson G, Westrin KM, Karpati F, Wikstroïm A-C, Stierna P, Hjelte L. Nasal polyps in cystic fibrosis: clinical endoscopic study with nasal lavage fluid analysis. Chest. 2002;121(1):40-7.
12- do Sul JAI, Costa MF. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. Environmental pollution. 2014;185:352-64.
13- Connors KA, Dyer SD, Belanger SE. Advancing the quality of environmental microplastic research. Environmental toxicology and chemistry. 2017;36(7):1697-703.
14- Dris R, Gasperi J, Mirande C, Mandin C, Guerrouache M, Langlois V, et al. A first overview of textile fibers, including microplastics, in indoor and outdoor environments. Environmental pollution. 2017;221:453-8.
15- Zheng X, Feng Q, Guo L. Quantitative analysis of microplastics and nanoplastics released from disposable PVC infusion tubes. Journal of Hazardous Materials. 2024;465:133246.
16- Li L, Zhao X, Li Z, Song K. COVID-19: Performance study of microplastic inhalation risk posed by wearing masks. Journal of hazardous materials. 2021;411:124955.
17- Chen X, Chen X, Liu Q, Zhao Q, Xiong X, Wu C. Used disposable face masks are significant sources of microplastics to environment. Environmental Pollution. 2021;285:117485.