

# ***Effects of Wearing N95 Respirators and Surgical Masks during Progressive Running Exercise and High-Intensity Interval Training on Time- and Frequency-Domain Indicators of Heart Rate Variability***

Samaneh Afshan<sup>1</sup>,  
Valiollah Dabidi Rosha<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PhD Student in Exercise Physiology, Faculty of Sport Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

<sup>2</sup> Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

(Received April 6, 2022 ; Accepted August 3, 2022)

## **Abstract**

**Background and purpose:** Wearing face masks has become popular during the COVID-19 pandemic as a measure to prevent the spread of the virus. Some studies have pointed out the intervening role of these masks in the effect of exercise on the cardiovascular system. This study aimed at examining and comparing the effects of masking (N95 respirators and surgical masks) and not wearing a mask during exercise on heart rate variability (HRV) parameters.

**Materials and methods:** In this semi-experimental design, 15 healthy women were randomly placed into three groups: surgical mask, N95 respirators and no mask. The participants took part in a progressive running session and then two weeks of HIIT program (2-4 sets, 20-60 seconds with 15-60 seconds of rest between repetitions and 3-5 minutes between the sets) with 80-90% of HRmax. The time- and frequency-domain parameters of HRV were recorded during rest and recovery after exercises using electrocardiogram and then analyzed in Kubios HRV software.

**Results:** Progressive running session before two weeks of HIIT training caused a significant decrease in parasympathetic time-domain parameter (RMSSD) and average RR in all groups in the fifth minute of recovery compared with rest values ( $P \leq 0.05$ ). In addition, after HIIT training, sympathetic time-domain (SDNN) parameter and average RR significantly increased ( $P=0.01$  and  $P=0.02$ , respectively) while a significant decrease was seen in the sympathetic frequency-domain (LF) parameter in rest and recovery compared with baseline values ( $P=0.01$ ). No significant differences were observed between the two masked groups in parameters studied ( $P=0.43$ ).

**Conclusion:** Increase in parasympathetic parameters and decrease in sympathetic parameters improved HRV. Wearing surgical masks or N95 respirators during exercise did not have an intervening effect on the positive results of exercise, including improving the autonomic function of the heart and maintaining sympathovagal balance in healthy women.

**Keywords:** N95 respirators, surgical mask, high intensity interval training, heart rate variability

**J Mazandaran Univ Med Sci 2022; 32 (212): 54-64 (Persian).**

**Corresponding Author:** Valiollah Dabidi Rosha - Faculty of Sport Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.  
(E-mail: Vdabidirosshan@yahoo.com)

# مقایسه اثرات استفاده از ماسک‌های تنفسی N95 و جراحی حین دویدن فزاینده و تمرینات تناوبی با شدت بالا بر شاخص‌های زمان و فرکانس محور تغییرپذیری ضربان قلب

سمانه افشان<sup>1</sup>ولی اله دبیدی روشن<sup>2</sup>

## چکیده

**سابقه و هدف:** در پاندمی کووید-19 استفاده از ماسک‌های تنفسی جهت پیشگیری از انتشار ویروس رواج یافت. برخی از مطالعات به نقش مداخله گر ماسک تنفسی در تاثیر ورزش بر سیستم قلبی عروقی اشاره کرده‌اند. این مطالعه به بررسی و مقایسه اثرات ماسک تنفسی N95 و جراحی حین تمرینات ورزشی و مقایسه آن با وضعیت بدون ماسک بر پارامترهای تغییرپذیری ضربان قلب (HRV) پرداخت.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نیمه تجربی، 15 زن سالم به‌طور غیرتصادفی در سه گروه ماسک جراحی، N95 و بدون ماسک قرار گرفتند. ابتدا یک جلسه دویدن فزاینده و سپس دو هفته تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) (4-2 ست، 20 تا 60 ثانیه‌ای با 60-15 ثانیه استراحت بین تکرارها و 5-3 دقیقه بین ست‌ها) را با شدت 80-90 درصد حداکثر ضربان قلب انجام دادند. پارامترهای زمان و فرکانس محور HRV، در مرحله استراحتی و ریکاوری بعد از اتمام تمرینات، با الکتروکاردیوگرام ارزیابی و توسط نرم‌افزار Kubios آنالیز شدند.

**یافته‌ها:** دویدن فزاینده قبل از اجرای دو هفته HIIT موجب کاهش معنی‌دار پارامتر زمان محور پاراسمپاتیکی RMSSD و میانگین RR در گروه‌های ماسک جراحی، N95 و بدون ماسک در دقیقه پنجم ریکاوری در مقایسه با مقادیر استراحتی شد ( $P \leq 0/05$ ). همچنین متعاقب دو هفته تمرین HIIT، افزایش معنی‌دار پارامتر زمان محور سمپاتیکی SDNN و میانگین RR (به ترتیب  $P=0/01$  و  $P=0/02$ )، کاهش معنی‌دار پارامتر فرکانس محور سمپاتیکی LF در مراحل استراحتی و ریکاوری نسبت به مقادیر پایه مشاهده شد ( $P=0/01$ ). تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه ماسک جراحی و N95 یافت نشد ( $P=0/43$ ).

**استنتاج:** افزایش مقادیر پارامترهای پاراسمپاتیکی و کاهش پارامترهای سمپاتیکی بهبود HRV را نشان داد. پوشیدن ماسک جراحی و یا N95 هنگام ورزش تاثیر مخدوش‌کننده‌ای بر نتایج مثبت ورزش شامل بهبود عملکرد اتونوم قلب و حفظ تعادل سمپاتوواگال در زنان سالم ندارد.

**واژه‌های کلیدی:** ماسک N95، ماسک جراحی، تمرینات تناوبی شدید، تغییرپذیری ضربان قلب

## مقدمه

از اواخر سال 2019 میلادی تا کنون استفاده از ماسک‌های تنفسی به ویژه انواع N95 و جراحی به منظور جلوگیری از انتقال ویروس کووید-19 افزایش یافته است (۲۰۱). از سوی دیگر با گسترش همه‌گیری

E-mail: Vdabidiroshan@yahoo.com

مؤلف مسئول: ولی اله دبیدی روشن - بایلسر، خیابان پاسداران، دانشگاه مازندران

1. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بایلسر، ایران

2. استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بایلسر، ایران

تاریخ دریافت: 1401/1/17 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: 1401/2/6 تاریخ تصویب: 1401/5/12

این ویروس و لزوم رعایت اصول فاصله گذاری اجتماعی، سبک زندگی بی تحرک بیش تر از قبل رواج یافته که می تواند منجر به افزایش خطرات بروز بیماری های قلبی متابولیک شود (3).

آمادگی قلبی تنفسی ( Cardiorespiratory fitness: CRF) به عنوان یک فاکتور پیش بینی کننده قوی برای بروز پیامدهای قلبی عروقی و متابولیک شناخته شده است (۴،۳). در سال های اخیر مداخلات تمرین تناوبی با شدت بالا (High Intensity Interval Training: HIIT) برای ایجاد سازگاری های قلبی عروقی و تعادل سمپاتو واگال در بزرگسالان توسط فیزیولوژیست های ورزشی توصیه شده است (4).

تغییرپذیری ضربان قلب (Heart rate variability: HRV) تغییرات ضربه به ضربه در ضربان های متوالی قلب می باشد و یک شاخص غیرتهاجمی برای ارزیابی غیرمستقیم عملکرد سیستم عصبی خودمختار (Autonomic Nervous System: ANS) و یا به عبارتی تعادل بین دستگاه عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک به شمار می رود. عملکرد نرمال و بهبود تنظیم مرکزی ANS موجب بهبود حساسیت بارورفلکس قلبی عروقی، کاهش فعالیت سمپاتیک و افزایش فعالیت پاراسمپاتیک و در نتیجه افزایش HRV می شود. به طور کلی افزایش HRV نشان دهنده توانایی سیستم اتونوم قلبی در پاسخ به تغییرات محیطی می باشد. هاپوکسی ناشی از HIIT با بهبود تنظیم مرکزی ANS موجب کاهش ضربان قلب و به دنبال آن افزایش HRV می شود (5-10).

Scheid و همکاران در مطالعه ای راجع به اثرات فیزیولوژیک کاربرد ماسک صورت در دوران پاندمی کووید-19، اشاره نمودند که استفاده از ماسک به واسطه ایجاد هیپوکسی موجب افزایش ضربان قلب می شود (11). همچنین Tornero-Aguilera و همکاران در مطالعه ای بر روی 27 زن و 45 مرد ورزشکار غیر حرفه ای، یافته های افزایش ضربان قلب و کاهش اشباع اکسیژن خون را به دنبال تست دویدن غیر هوازی همراه

با پوشیدن ماسک جراحی گزارش نمودند (12). از سویی دیگر نتایج مطالعه Fikenzer و همکاران حاکی از عدم تفاوت پارامترهای عملکرد قلبی از جمله ضربان قلب در وضعیت استفاده از ماسک در مقایسه با وضعیت بدون ماسک، در سه مرحله استراحت، عملکرد پیشینه و ریکاوری حین اجرای تست فزاینده ارگومتر بود (13). با توجه به نتایج مطالعات ارائه شده به نظر می رسد استفاده از ماسک نقش تعدیل کننده ای در تاثیر فعالیت های ورزشی بر مدولاسیون (تعادل) سمپاتیک/پاراسمپاتیک و متغیرهای قلبی عروقی دارد و نیاز به مطالعات بیش تر در این زمینه می باشد. در این راستا در مطالعه حاضر تغییرپذیری ضربان قلب متعاقب یک جلسه دویدن روی تردمیل با شدت فزاینده و همین طور متعاقب دو هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا در سه حالت تمرین ورزشی بدون ماسک و با استفاده از ماسک تنفسی N95 و یا ماسک جراحی بررسی و مقایسه شد.

## مواد و روش ها

این مطالعه نیمه تجربی توسط گروه آموزشی فیزیولوژی ورزشی و با تایید کمیته دانشگاهی اخلاق در پژوهش (IR.UMZ.REC.1399.011) اجرا شد. اهداف کلی آن بررسی و مقایسه تاثیر استفاده از ماسک های تنفسی N95 و یا ماسک جراحی بر پارامترهای تغییر پذیری ضربان قلب بین دو نوع مداخله ورزشی یک نوبت دویدن فزاینده و دو هفته تمرینات HIIT بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را زنان سالم با میانگین سنی 25 تا 45 سال تشکیل می دادند. اجرای این مطالعه فقط در زنان با توجه به تفاوت فیزیولوژیک زنان و مردان و با هدف حذف اثر مخدوش کنندگی متغیر جنسیت بوده است.

معیار های ورود به مطالعه شامل عدم ابتلا به کووید-19 (بررسی به وسیله پرسشنامه غربالگری وزارت بهداشت) (14)، درصد اشباع هموگلوبین با اکسیژن (SpO2) با مقادیر بیش از 94 درصد، قرارگیری در فاز

فولیکولار سیکل قاعدگی، عدم ابتلا به بیماری مزمن انسداد ریوی، بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت، اختلالات اسکلتی عضلانی و عصبی، بیماری‌های کلیوی و سرطان، عدم استعمال دخانیات حداقل از 3 ماه قبل، عدم مصرف الکل حداقل در طی یک هفته قبل و عدم فعالیت ورزشی منظم و سیستماتیک در 6 ماه قبل از اجرای مطالعه بود. افراد با بروز علائم و نشانه‌های مشکوک به بیماری حاد تنفسی و کووید-19 در حین فرایند پژوهش، انجام ورزش در 24 ساعت قبل از شرکت در مطالعه، عدم انجام منظم تمرینات ورزشی مداخله‌ای و عدم استفاده از انواع ماسک‌ها در حین تمرین از مطالعه حذف شدند. پس از توضیح اهداف، جزئیات و همچنین نحوه اجرای پروتکل مطالعه، رضایت‌نامه کتبی از کلیه آزمودنی‌ها دریافت شد.

حجم کلی نمونه با استفاده از نرم افزار G\*Power version 3.1.9.2، فرمول کوهن و با در نظر گرفتن تعداد سه گروه،  $\alpha=0/05$ ،  $\text{Power}=0/8$ ، و  $\text{Effect size } F=0/55$  (اندازه اثر استفاده از ماسک و تمرین بر HRV) 15 نفر تعیین شد. نمونه‌های مطالعه به صورت در دسترس و از طریق فراخوان مبنی بر شرکت داوطلبانه، از بین مراجعین به مرکز تندرستی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه مازندران (مکان اجرای مطالعه) انتخاب شدند و به صورت غیر تصادفی در یکی از سه گروه پنج نفره شامل گروه ماسک N95 همراه با فعالیت HIIT، ماسک جراحی همراه با فعالیت HIIT و گروه فعالیت HIIT بدون ماسک جای داده شدند. ماسک‌های استاندارد N95 و ماسک جراحی از پرکاربردترین محافظ‌های تنفسی صورت در طی پاندمی کووید-19 بوده‌اند. اصطلاح N95 به فیلتر شدن حداقل 95 درصد از ذرات معلق در هوا اشاره دارد (15). با توجه به محدوده سنی 20 تا 45 سال، برای هر گروه یک نفر از هریک از رده‌های سنی 20-25، 25-30، 30-35، 35-40 و 40-45 در نظر گرفته شد. متصدی مرکز تندرستی نظارت کامل بر اجرای مداخله داشت و همه اندازه‌گیری‌ها توسط افراد

آموزش دیده با هدف به حداقل رساندن ضرایب واریانس انجام شد.

#### پروتکل تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT)

این مداخله قبلاً توسط سایر پژوهشگران از جمله Machado، Menz همکارانشان اجرا شد (۱۶، ۱۷). این تمرینات با رعایت محدوده ضربان قلب 80-90 درصد حداکثر ضربان قلب و اضافه بار (هفته اول 3 بار تکرار و با ست 20 ثانیه‌ای، هفته دوم 4 بار تکرار و با ست 25 ثانیه‌ای) به مدت دو هفته (هر هفته سه جلسه) اجرا شد و شامل حرکت‌هایی مانند ایر اسکات، شنا روی دست، لانچ، زانو بلند، لانچ پرشی، پروانه، اسکات پرشی، دوچرخه پا در حال نشسته و حرکت کشش پشت بود. این حرکت‌ها در 2 تا 4 ست با 2 تا 4 تکرار 20 تا 60 ثانیه‌ای که استراحت بین تکرارها 15 تا 60 ثانیه و بین ست‌ها 3 تا 5 دقیقه بود، انجام شد.

#### ارزیابی تغییرپذیری ضربان قلب

تغییرپذیری ضربان قلب در دو وضعیت استراحت و ریکاوری متعاقب فعالیت دویدن با شدت فزاینده روی تردمیل، در دو نوبت قبل و 2 هفته بعد از تمرین HIIT به روش اندازه‌گیری فاصله موج R یک ضربان قلب تا موج R ضربان بعدی (فاصله RR) و به وسیله دستگاه الکتروکاردیوگرام و نصب الکترودها در نقاط آنا تومیک استاندارد ارزیابی شد. برای مرحله اول ارزیابی، آزمودنی‌های هر یک از سه گروه مطالعه روی صندلی نشسته و داده‌ها به مدت یک دقیقه در حالت استراحت ثبت شدند. سپس آزمودنی‌ها بعد از پنج دقیقه گرم کردن، تست پیشینه را به صورت فعالیت دویدن روی تردمیل (نوارگردان) با شیب و سرعت منطبق با دستورالعمل بروس تا مرز و اماندگی انجام دادند. در مرحله دوم ارزیابی داده‌های یک دقیقه انتهایی فعالیت فزاینده روی تردمیل ثبت شد. آزمودنی‌ها بلافاصله پس از اتمام تست پیشینه مجدداً روی صندلی نشسته و داده‌های مرحله

ریکاوری در قالب پنج زمان یک دقیقه‌ای ثبت شدند. برای ارزیابی مرحله سوم داده‌های دقیقه پنجم ریکاوری لحاظ شد. در مطالعه حاضر رویکرد غیرخطی برای ارزیابی HRV به کار گرفته شد. در این رویکرد پارامترهای زمان محور تغییر پذیری ضربان قلب شامل RR (میانگین فواصل دو موج RR متوالی با واحد میلی ثانیه)، SDNN (انحراف معیار اینتروال‌های دو ضربان نرمال با واحد میلی ثانیه) و RMSSD (جذر میانگین مربعات اختلاف فواصل RR) و پارامترهای فرکانس محور شامل HFnu (دامنه امواج با فرکانس بالا 0/15-0/4 هرتز)، LFnu (دامنه امواج با فرکانس پایین 0/04-0/15 هرتز) و LF/HF ratio (نسبت LFnu به HFnu) بود. پارامترهای HFnu و LFnu نشانگر فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک و پارامتر LF/HF ratio نشانگر تعادل بین فعالیت سیستم‌های عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک است (۱۸،۷).

#### پردازش داده‌ها و تجزیه و تحلیل آماری

فواصل موج‌های R=R در نرم‌افزار تشخیصی الکتروکاردیوگرام (Custo Med custo cardio 200) و با حذف ضربان‌های زودرس، نامطلوب و پارازیت پردازش شد. داده‌های مطالعه با کمک نرم‌افزار SPSS نسخه 25 و کاربرد آزمون ANOVA دو طرفه در اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  تجزیه و تحلیل شدند. هم‌چنین پارامترهای HRV با استفاده از نرم‌افزار استاندارد Kubios نسخه 3,4,2 آنالیز شدند. نرم‌افزار Graph Pad Prism 9 برای ترسیم نمودارها به کار گرفته شد.

## یافته‌ها

#### پاسخ حاد در قبل از اجرای دو هفته تمرین HIIT

مطالعه حاضر نشان داد اجرای یک وهله دوییدن روی تردمیل با شدت فزاینده در قبل از اجرای دو هفته تمرین HIIT منجر به کاهش معنی‌دار پارامترهای زمان محور

شامل، RMSSD در سه گروه ماسک جراحی، ماسک N95 و بدون ماسک (به ترتیب  $P=0/001$ ،  $P=0/001$  و  $P=0/02$ ) و مقادیر RR سه گروه (به ترتیب  $P=0/001$ ،  $P=0/001$  و  $P=0/01$ ) (نمودار شماره 1. الف وب) و موجب افزایش غیرمعنی‌دار پارامترهای فرکانس محور شامل LFnu و LF/HF ratio و کاهش غیر معنی‌دار HFnu (نمودار شماره 2. الف، پ وب)، در دقیقه پنجم ریکاوری نسبت به مرحله استراحتی شد. تفاوت آماری معنی‌داری در مقادیر شاخص‌های فوق بین گروه‌های ماسک جراحی، ماسک N95 و همین‌طور در مقایسه با گروه بدون ماسک مشاهده نشد.

#### پاسخ حاد در بعد از اجرای دو هفته تمرین HIIT

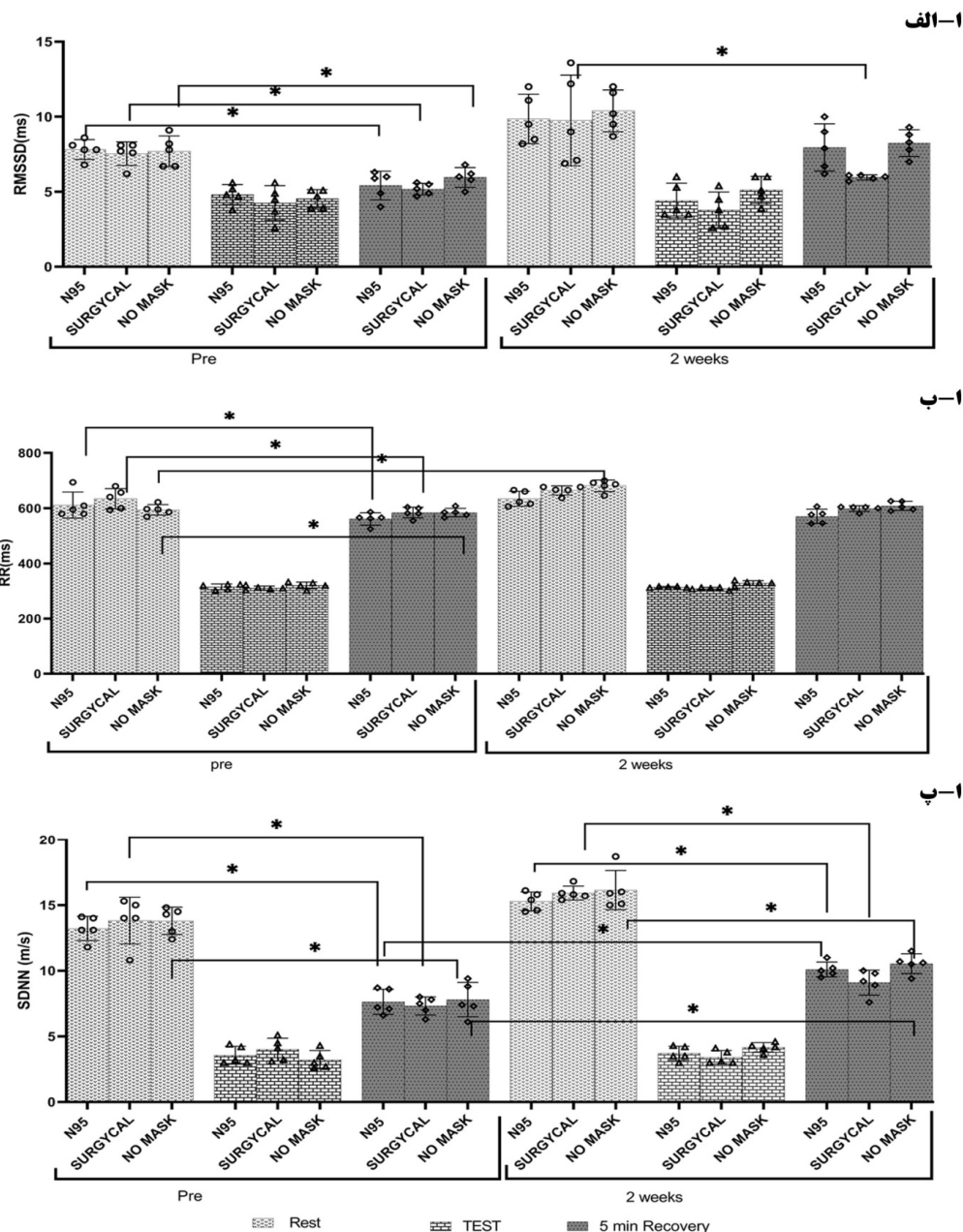
بعد از دو هفته تمرین HIIT، کاهش معنی‌دار مقادیر RMSSD در گروه ماسک جراحی ( $P=0/02$ ) و مقادیر SDNN در هر سه گروه ( $P \leq 0/001$ ) در دقیقه پنجم ریکاوری نسبت به مرحله استراحتی (نمودار شماره 1. الف و پ) متعاقب یک وهله دوییدن روی تردمیل با شدت فزاینده، مشاهده شد. به‌علاوه، اگرچه تغییرات بین گروهی مقادیر شاخص‌های HRV متعاقب دو هفته تمرین HIIT، بهبود نسبی را نشان می‌دهد، اما هنوز به لحاظ آماری معنی‌دار نبوده است ( $P=0/14$ ).

#### سازگاری متعاقب دو هفته تمرین HIIT

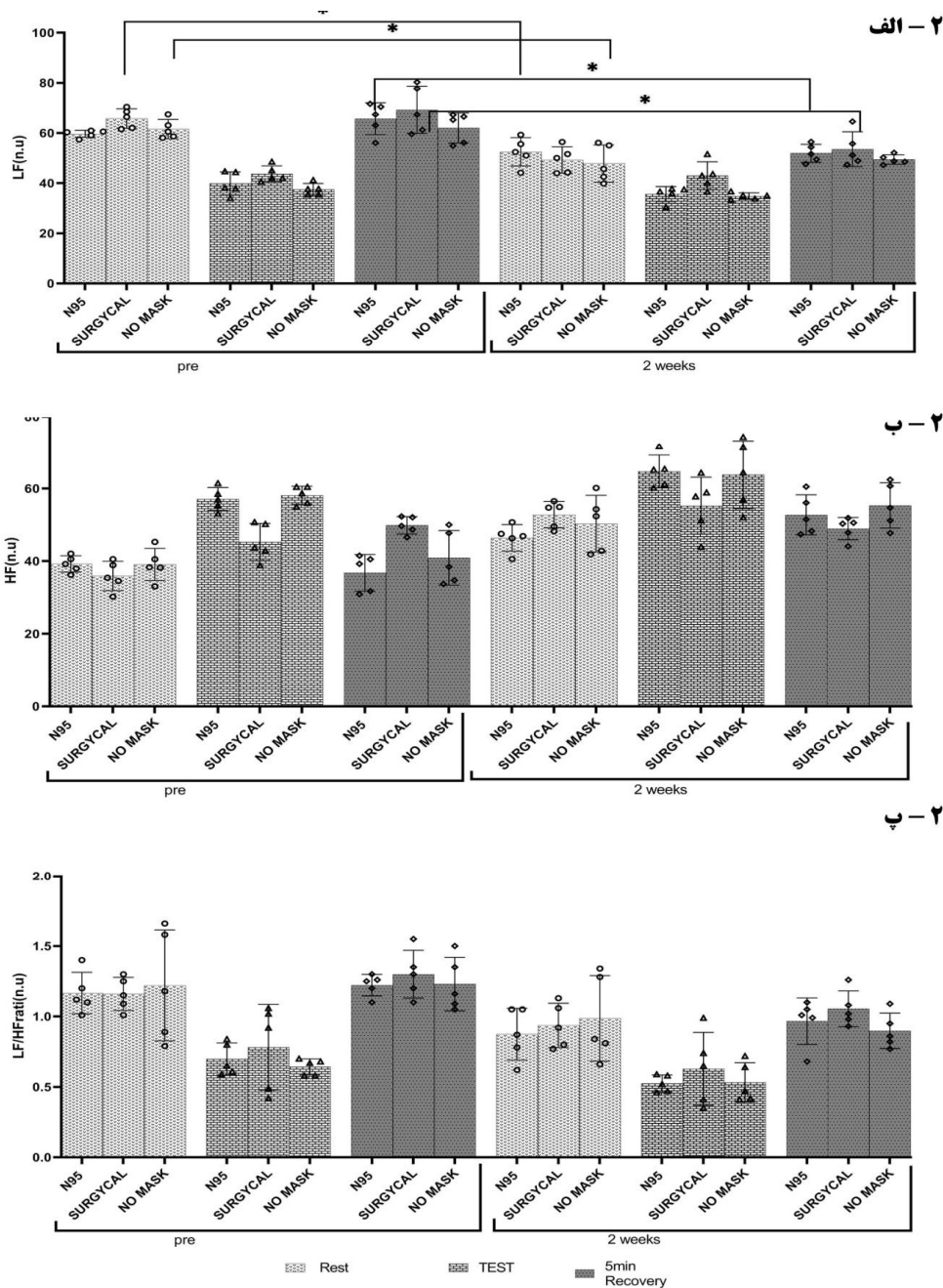
از سوی دیگر، سازگاری دو هفته تمرین HIIT، منجر به کاهش معنی‌دار پارامتر LF در مرحله استراحتی برای دو گروه ماسک جراحی و بدون ماسک (به ترتیب  $P=0/001$  و  $P=0/01$ ) و در مرحله ریکاوری برای دو گروه ماسک جراحی و ماسک N95 (به ترتیب  $P=0/02$  و  $P=0/001$ ) در مقایسه با مقادیر پایه شد (نمودار شماره 2. الف). همچنین مقادیر پارامتر RR در مرحله استراحتی برای گروه بدون ماسک ( $P=0/01$ )، SDNN در مرحله ریکاوری برای دو گروه بدون ماسک و N95 (به ترتیب  $P=0/02$  و  $P=0/05$ ) در مقایسه با مقادیر پایه افزایش

روی تردمیل با شدت فزاینده در تمام گروه‌ها شد (نمودار شماره 2. پ). تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های ماسک جراحی و ماسک N95 مشاهده نشد.

معنی‌دار داشتند (نمودار شماره 1. ب و پ). دو هفته تمرین HIIT، منجر به بهبود پاسخ شاخص‌های (RMSSD و SDNN) (نمودار شماره 1. الف و پ) و تخفیف پاسخ شاخص (LF/HF ratio) متعاقب اجرای یک وهله دویدن



نمودار شماره 1: تغییرات پارامترهای زمان محور تغییرپذیری ضربان قلب (RMSSD, RR, SDNN) در گروه‌های مختلف پژوهش در سه مرحله قبل از آزمون (یک دقیقه استراحت)، بلافاصله بعد از آزمون (دقیقه آخر تست دویدن روی تردمیل با شدت فزاینده) و دقیقه پنجم ریکاوری در قبل از دو هفته و بعد دو هفته. Rest: قبل از آزمون. Test: بلافاصله بعد از آزمون. 5 min recovery: 5 دقیقه بعد از آزمون. Pre: قبل از دو هفته تمرین. 2 weeks: بعد از دو هفته تمرین. N95: گروه ماسک N95. SURGICAL: گروه ماسک جراحی. Nomask: گروه بدون ماسک. \*: تغییرات معنی‌دار ( $P < 0.05$ ).



**نمودار شماره 2:** تغییرات پارامترهای فرکانس محور تغییر پذیری ضربان قلب (LF, HF, LF/HF) در گروه های مختلف پژوهش در سه مرحله قبل از آزمون (یک دقیقه استراحتی)، بلافاصله بعد از آزمون (دقیقه آخر تست دوبدن روی تردمیل با شدت فزاینده) و دقیقه پنجم ریکاوری در قبل از دو هفته و بعد دو هفته. Rest: قبل از آزمون. Test: بلافاصله بعد از آزمون. 5min recovery: 5 دقیقه بعد از آزمون. Pre: قبل از دو هفته تمرین. 2weeks: بعد از دو هفته تمرین. N95: گروه ماسک N95. SURGICAL: گروه ماسک جراحی. Nomask: گروه بدون ماسک. \*: تغییرات معنی دار ( $P < 0/05$ ).

زمان محور و فرکانس محور تغییر پذیری ضربان قلب

متعاقب دو هفته تمرینات HIIT، انجام نشده است. یافته های مطالعه حاضر نشان داد که اجرای تمرین حاد بیشینه یک

## بحث

تاکنون مطالعه ای در زمینه بررسی و مقایسه تاثیر استفاده از ماسک های تنفسی N95 و جراحی بر پارامترهای

وهله دويدن روی تردمیل با شدت فزاینده همراه با استفاده از ماسک‌های تنفسی N95 و جراحی منجر به کاهش معنی‌دار پارامترهای زمانی پاراسمپاتیکی شامل RMSSD و میانگین RR در مرحله ریکاوری نسبت به مرحله استراحتی در داوطلبین زن شده است. این نتیجه احتمالا ناشی از مهار تون واگ و افزایش تحریکات سمپاتیکی در پاسخ به تمرین حاد بیشینه می‌باشد و همین‌طور نشان می‌دهد که پوشیدن ماسک اثر مخدوش‌کننده‌ای بر این تغییرات فیزیولوژیک مثبت نداشته است. Shaw و همکاران در مطالعه‌ای مروری گزارش نمودند که استفاده از ماسک‌های جراحی و N95 طی فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا و شدت متوسط هیچ تاثیری بر نحوه عملکرد ورزشی ندارد و همچنین حداقل تأثیر را بر متغیرهای فیزیولوژیک دارد (19).

Atsuya و همکاران با مطالعه بر روی 6 مرد سالم به این نتیجه رسیدند که پوشیدن ماسک جراحی حین تمرین ورزشی، نقش مخدوش‌کننده‌ای در تأثیر انجام ورزش شدید بر عملکرد قلبی ریوی ندارد (20). همچنین دیگر نتیجه مهم پژوهش ما این بود که در پایان دو هفته برنامه تمرینی HIIT با استفاده از ماسک‌های تنفسی در زنان، مشابه با گروه بدون ماسک، بهبود عملکرد سیستم اتونوم قلبی به صورت بهبود پارامتر زمان محور پاراسمپاتیکی RR، RMSSD و SDNN و تخفیف پاسخ شاخص‌های فرکانس محور سمپاتیکی (LF/HF ratio, LF nu) در مرحله ریکاوری نسبت به مرحله استراحتی مشاهده شد. چنین یافته‌ای نشان می‌دهد که استفاده از ماسک حین انجام HIIT مانعی برای اثرات مثبت این تمرینات نبوده است. این نتیجه همسو با یافته‌های مطالعه Abdelsattar و همکاران می‌باشد. آن‌ها با بررسی تأثیر تمرینات HIIT در دو حالت با و بدون ماسک بر پارامترهای HRV در 12 بازیکن فوتبال است گزارش دادند که در گروه با ماسک، در مقایسه با گروه بدون ماسک، مقادیر شاخص سمپاتیکی LFnu کاهش داشته است (21). بهبود حساسیت بارورفلکس‌ها، بهبود در عملکرد اندوتلیال و فراهمی

بیش تر نیتریک اکساید (NO) از مکانیسم‌های احتمالی بهبود پاسخ شاخص‌های پاراسمپاتیکی و کاهش تحریک سمپاتیکی و در نتیجه بهبود HRV متعاقب دو هفته تمرین HIIT با ماسک جراحی و N95 در مطالعه فعلی به نظر می‌رسند. در شرایط هایپوکسی ناشی از تمرین، سنسورهای اکسیژنی هموگلوبین با افزایش تولید و انتشار NO موجب اتساع عروقی و در نتیجه افزایش جریان خون به بافت‌های مختلف بدن از جمله سیستم قلبی عروقی می‌شود، وضعیتی که تعادل سمپاتوواگال و بهبود متغیرهای پاراسمپاتیکی HRV را به دنبال دارد (۲۳،۲۲،۹). Lavier و همکاران تنظیم افزایشی بیان ژن نیتریک اکساید سنتاز اندوتلیالی (eNOS) طی انجام تمرینات HIIT در محیط القای هایپوکسی را گزارش دادند (24). از سویی دیگر در برخی از مطالعات گزارش شده که استفاده از ماسک حین انجام تمرینات ورزشی با کاهش جریان ورودی اکسیژن، تعادل سیستم اتونوم را به هم می‌زند (۲۶،۲۵). نکته دیگر این‌که طبق نتایج برخی مطالعات با روش شبیه‌سازی، اثرات فیزیولوژیک استفاده از ماسک‌های صورت مشابه وضعیت تمرین در ارتفاع است (۲۶،۲۵). فعالیت ورزشی در ارتفاع از طریق کاهش سطح محیطی و مرکزی آئزوتانسین II موجب تعدیل عملکرد اتونوم قلبی و افزایش تون واگ قلبی می‌شود (27)، بنابراین کاهش آئزوتانسین II می‌تواند دیگر مکانیسم احتمالی بهبود عملکرد ANS قلبی عروقی در پژوهش حاضر باشد. در بررسی حاضر تفاوت معنی‌داری در مقادیر پارامترهای تغییرپذیری هنگام استفاده از ماسک N95 در مقایسه با ماسک جراحی طی تمرین دويدن روی نوارگردان با شدت فزاینده یا تمرین HIIT دیده نشد. بنابراین به نظر می‌رسد نوع ماسک تأثیری بر نتایج این مطالعه نداشته است. همراستا با این یافته، Fikenzer و همکاران پیرو اجرای مطالعه سه مرحله تست ارگومتر فزاینده با استفاده از ماسک جراحی و ماسک N95 گزارش دادند که هر دو نوع ماسک به اندازه مشابهی موجب تفاوت در برون ده قلبی و ریکاوری ضربان قلبی

سنی و مداخله‌های تمرینی دیگر بررسی نشد که می‌تواند مورد توجه پژوهشگران بعدی قرار گیرد. هم‌چنین انجام مطالعه در مردان و بررسی تفاوت‌های جنسیتی پیشنهاد می‌شود.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد پوشیدن ماسک‌های جراحی و یا N95 هنگام ورزش تأثیر مخدوش‌کننده‌ای بر نتایج مثبت ورزش شامل بهبود عملکرد اتونوم قلب و حفظ تعادل سمپاتواگال در زنان سالم ندارد. بنابراین به نظر می‌رسد در موقعیت‌هایی که استفاده از ماسک‌های تنفسی ضروری است، از جمله برای پیشگیری از انتقال ویروس کرونا، پوشیدن ماسک مانعی برای تمرینات ورزشی نیست.

شدند (13). Epstein و همکاران نیز در مطالعه‌ای به بررسی تغییرات سطح اشباع اکسیژن و ضربان قلب در وضعیت استفاده از ماسک‌های تنفسی N95 و جراحی حین تمرین شدید کوتاه مدت پرداختند. هیچ تفاوت معنی‌داری بین دو نوع ماسک مشاهده نشد (28).

پژوهش حاضر چندین محدودیت داشت، از آن‌جا که همه نمونه‌های مطالعه افراد سالم بودند، بنابراین یافته‌های این مطالعه را نمی‌توان به افراد سیگاری و یا جمعیت‌های بالینی مانند بیماری انسدادی مزمن ریه، نارسایی قلبی یا بیماران بهبود یافته از کووید-19 تعمیم داد. همچنین در این مطالعه عواملی مانند تفاوت‌های

## References

1. Sureka B, Garg MK, Misra S. N95 respirator and surgical mask in the pandemic of COVID-19. *Ann Thorac Med* 2020; 15(4): 247-248.
2. Kampert M, Singh T, Sahoo D, Han X, Van Iterson EH. Effects of Wearing an N95 Respirator or Cloth Mask Among Adults at Peak Exercise: A Randomized Crossover Trial. *JAMA Network Open* 2021; 4(6): e2115219.
3. Martin-Smith R, Cox A, Buchan DS, Baker JS, Grace F, Sculthorpe N. High Intensity Interval Training (HIIT) Improves Cardiorespiratory Fitness (CRF) in Healthy, Overweight and Obese Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Studies. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(8): 2955.
4. Andrade DC, Arce-Alvarez A, Parada F, Uribe S, Gordillo P, Dupre A, Izquierdo M. Acute effects of high-intensity interval training session and endurance exercise on pulmonary function and cardiorespiratory coupling. *Physiol Rep* 2020; 8(15): e14455.
5. Ariningsih DM. The Effectiveness Of High Intensity Interval Training On Heart Rate Variability In Overweight And Obesity. *Sport and Fitness Journal* 2021; 9(2): 96-102.
6. Teckchandani TA, Singh J, Mac Quarrie D, Neary JP. The effects of acute hypoxia on heart rate variability parameters. *Proceeding Biophotonics in Exercise Science, Sports Medicine, Health Monitoring Technologies, and Wearables*; 2020 Feb; California, United States: SPIE BiOS; 2020.
7. Taralov ZZ, Terziyski KV, Kostianev SS. Heart rate variability as a method for assessment of the autonomic nervous system and the adaptations to different physiological and pathological conditions. *Folia Med* 2015; 57(3-4): 173-180.
8. Hunt KJ, Saengsuwan J. Changes in heart rate variability with respect to exercise intensity and time during treadmill running. *Biomed Eng Online* 2018; 17(1): 1-2.
9. Alansare A, Alford K, Lee S, Church T, Jung HC. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on heart rate variability in physically inactive adults. *Int J Environ Res Public Health* 2018; 15(7): 1508.

10. Routledge FS, Campbell TS, McFetridge-Durdle JA, Bacon SL. Improvements in heart rate variability with exercise therapy. *Can J Cardiol* 2010; 26(6): 303-312.
11. Scheid JL, Lupien SP, Ford GS, West SL. Commentary: physiological and psychological impact of face mask usage during the COVID-19 pandemic. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17(18): 6655.
12. Tornero-Aguilera JF, Rubio-Zarapuz A, Bustamante-Sánchez A, Clemente-Suárez, VJ. The effect of surgical mask use in anaerobic running performance. *Appl Sci* 2021; 11(14): 6555.
13. Fikenzer S, Uhe T, Lavall D, Rudolph U, Falz R, Busse M, Laufs U. Effects of surgical and FFP2/N95 face masks on cardiopulmonary exercise capacity. *Clin Res Cardiol* 2020; 109(12): 1522-1530.
14. Danesh Parsian Company, Corona Self-Assessment System. <http://self.salamat.gov.ir>. 2020.
15. Smith PB, Agostini G, Mitchell JC .A scoping review of surgical masks and N95 filtering facepiece respirators: Learning from the past to guide the future of dentistry. *Saf Sci* 2020; 131: 104920.
16. Menz V, Marterer N, Amin SB, Faulhaber M, Hansen AB, Lawley JS. Functional vs. Running low-volume high-intensity interval training: Effects on vo2max and muscular endurance. *J Sports Sci Med* 2019; 18(3): 497-504.
17. Machado AF, Miranda MLDJ, Rica RL, Figueira A, Bocalini DS. Bodyweight high-intensity interval training: a systematic review. *Rev Bras Med Esporte* 24(3): 234-237.
18. Aebi MR, Bourdillon N, Bron D, Millet GP. Minimal Influence of Hypobaria on Heart Rate Variability in Hypoxia and Normoxia. *Front Physiol* 2020; 11: 1072.
19. Shaw KA, Zello GA, Butcher SJ, Ko JB, Bertrand L, Chilibeck Ph D. The impact of face masks on performance and physiological outcomes during exercise: a systematic review and meta-analysis. *Appl Physiol Nutr Metab* 2021; 46(7): 693-703.
20. Atsuya Otsuka, Junya Komagata, Yuta Sakamoto. Wearing a surgical mask does not affect the anaerobic threshold during pedaling exercise. *JHSE* 2020; 17(1): 22-28.
21. Mohamed Abdelsattar Abdelkader. Effects of High intensity Interval Training Using the Elevation Training Mask on the Aerobic Capacity and Heart Rate Variability for Trained Athletes. *International Journal of Sports Science and Arts* June 2018; 2(2): 211-231.
22. Muangritdech N, Hamlin MJ, Sawanyawisuth K, Prajumwongs P, Saengjan W, Wonnabussapawich P, Manimmanakorn N, Manimmanakorn A. Hypoxic training improves blood pressure, nitric oxide and hypoxia-inducible factor-1 alpha in hypertensive patients. *Eur J Appl Physiol* 2020; 120(8): 1815-1826.
23. Soltani M, Baluchi MJ, Boullosa D, Daraei A, Govindasamy K, Denbigh MJ, et al. Endurance training intensity has greater effects than volume on heart rate variability and arterial stiffness adaptations in sedentary adult men: A Randomized Controlled Trial. *Front Physiol* 2021; 12: 758299.
24. Lavier J, Beaumann M, Menétrey S, Bouzourène K, Rosenblatt-Velin N, Pialoux V, et al. High-intensity exercise in hypoxia improves endothelial function via increased nitric oxide bioavailability in C57BL/6 mice. *Acta Physiol* 2021; 233(2): e13700.

25. Tian Z, Kim BY, Bae MJ. A study on the effect of wearing masks on stress response. *Int J Eng Res* 2020; 13(4): 807-813.
26. Cruz-Márquez JC, Cruz-Campos JC, Cruz-Campos A, Cueto-Martín M, García-Jiménez M, Campos-Blasco M. Effect of altitude training on the renin-angiotensin-aldosterone system and blood pressure in women. *Br J Sports Med* 2011; 45(6): 533.
27. Epstein D, Korytny A, Isenberg Y, Marcusohn E, Zukermann R, Bishop B, Miller A. Return to training in the COVID-19 era: The physiological effects of face masks during exercise. *Scand J Med Sci Sports* 2021; 31(1): 70-75.