

الحمد لله
الرحمن
الرحيم



دانشگاه اصفهان

دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی

گرایش فیزیولوژی ورزش

مقایسه ی اثر یک جلسه تمرین تناوبی در هوای آلوده و سالم بر همولیز سلولهای

قرمز خون دوندگان زن استقامت

استاد راهنما:

دکتر فهیمه اسفرجانی

استاد مشاور:

دکتر سید محمد مرندي

پژوهشگر:

فاطمه بهرامی

مهرماه ۱۳۹۱

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات ، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی
گرایش فیزیولوژی ورزش خانم فاطمه بهرامی

مقایسه ی اثر یک جلسه تمرین تناوبی در هوای آلوده و سالم بر همولیز سلولهای
قرمز خون دوندگان زن استقامت

در تاریخ ۹۱ / ۷ / ۲۲ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

- | | | | |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|------|
| ۱. استاد راهنمای پایان نامه | دکتر فهیمه اسفرجانی | با مرتبه علمی استادیار | امضا |
| ۲. استاد مشاور پایان نامه | دکتر سید محمد مرنندی | با مرتبه علمی دانشیار | امضا |
| ۳. استاد داور داخل گروه | دکتر مهدی کارگرفرد | با مرتبه علمی دانشیار | امضا |
| ۴. استاد داور خارج گروه | دکتر غلامرضا شریفی | با مرتبه علمی استادیار | امضا |



ان...۰

۱ مروف باورم ود

ام هوز رات

ون مروف ازوش با پورات مد

نان پاپون ود تاشی م کول راز ورم ورام ...

ووه رازسازم صام

ان ان ورا نیا ، ن ورا نیام

ان ورا ذیا ، ن ورا وداوش دن یام

ان ورا ط یا ، ن ووط ازویام

ای چاره ساز چاره وای آره ی آواره، ای جلع انده وای دلخ اتاده،

د تا م برای نده ی شانده.

پاس و ردای

ای ررازو ن وم باز م ن آورم
وریدی ری وازرونات جان م و اییدی زم را یدی و مرم دی ازوق
اون حال دمان ات ر و م ر
و دم مریک ن وم ورا دارم و دیبا . رش ل ورا
رارد.....

و وای ما ، ای وق زبای س یدن
ای روح بان نام
ورنگ شادی م ری و . رابام و و دازن دور دی و
ی ن را جان یدی اون وا ن م وش
مروزی را ن شای

وقدم

مرم ... اوره زرم، ناه م واید ودم
ناب آیی در ان
و دو تام و غ، ز او ما رون و نر نشان م
وقدم بی آمان ن دارر.

اتودرامی ن زم
مکار خام دمر را جان

وند و دت ز مات یا را و د اش و ن را ن ط دی . ق م ل ا گاه ی دارم و ی و م پان ز ما را اربا و د یاد کار
دا بام.
ن ش ا ت از اتا و . و ز ا ناب آیی د مرید م ری با ا ن و ن و رید، مزن دل را و ی ی د رو کن م رای عم و د اش ر با
را مان ی کار ساز و ساز ر ه با و رسا ن د قد و مام.

چکیده

اکثر مردم در مراکز بزرگ شهری و مناطق صنعتی، مجبور به ورزش در محیط های نامناسب مانند تمرین در هوای آلوده هستند. اثرات مضر آلودگی هوا هنگام فعالیت بدنی و ورزش تشدید می شود؛ زیرا بنابر افزایش نیازهای متابولیکی، میزان تهویه حتی تا ۲۰ برابر افزایش می یابد. هدف از این تحقیق مقایسه تأثیر یک جلسه تمرین تناوبی در هوای آلوده و سالم بر همولیز اریتروسیت های خون دوندگان استقامت است.

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و به لحاظ نتایج کاربردی می باشد. به منظور انجام تحقیق ده زن دونده استقامت با حداقل ۳ سال سابقه تمرین منظم (میانگین سن $27/74 \pm 18/80$ سال، قد $164/2 \pm 2/84$ سانتیمتر، وزن $51/58 \pm 3/37$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $19/67 \pm 1/28$) به صورت در دسترس و هدفمند انتخاب شدند و در دو روز جداگانه در هوای سالم و آلوده به بیست دو میدانی مراجعه کردند. نمونه های خون بلافاصله پس از اجرای یک پروتکل تمرین استقامتی (به صورت اینتروال با شدت ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب) در حالت نشسته روی صندلی و از ورید بازویی چپ جمع آوری گردید. نمونه گیری اول در شرایط غلظت بالای آلاینده های هوا، روزی که اداره محیط زیست استان اصفهان شاخص کیفیت هوا را ۱۱۸ و در وضعیت هشدار (نارنجی) اعلام کرده بود انجام شد. نمونه گیری دوم با فاصله ۱۸ روز بعد و در روز با هوای سالم با شاخص کیفیت هوای ۷۷ و در وضعیت زرد که روز پس از بارندگی شبانه بود و راس همان ساعت انجام شد. اثر آلاینده های هوا بر تجزیه ی سلولهای قرمز دوندگان با اندازه گیری مقادیر بیلی روبین به روش اسپکتروفتومتری، مقادیر هاپتوگلوبین سرم به روش ایمونوتوربیدومتری و میزان پتاسیم به روش تعویض یونی بررسی شد و آزمون t زوجی جهت مقایسه متغیرها به کار رفت.

مقادیر بیلی روبین پس از تمرین در هوای آلوده نسبت به هوای سالم ۲۲٪ افزایش نشان داد که این افزایش معنادار بود ($p=0/001$). مقادیر پتاسیم در هوای آلوده نسبت به هوای سالم ۵۰٪ افزایش یافته و این افزایش معنادار بوده است ($p=0/001$). اگرچه سطوح هاپتوگلوبین پس از فعالیت در معرض غلظت بالای آلاینده ها $23/86$ ٪ کاهش یافت، اما این کاهش از لحاظ آماری معنادار نبود ($p=0/09$).

به نظر می رسد یک جلسه تمرین اینتروال در معرض غلظت بالای آلاینده ها نسبت به هوای سالم، بیشتر با همولیز سلولهای قرمز خون در ارتباط است.

کلید واژه ها: هوای آلوده، همولیز، بیلی روبین، هاپتوگلوبین، تمرین تناوبی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: طرح تحقیق

۱-۱	مقدمه	۱
۲-۱	بیان مسئله	۳
۳-۱	اهمیت و ارزش تحقیق	۶
۴-۱	اهداف تحقیق	۹
۱-۴-۱	هدف کلی	۹
۲-۴-۱	اهداف فرعی	۹
۵-۱	فرضیه های تحقیق	۹
۶-۱	محدودیت های تحقیق	۱۰
۷-۱	کاربرد نتایج تحقیق	۱۰
۸-۱	تعاریف نظری	۱۰
۹-۱	تعاریف عملیاتی	۱۱

فصل دوم: ادبیات تحقیق

۱-۲	مقدمه	۱۲
۲-۲	خون	۱۳
۳-۲	گلبولهای قرمز خون (RBC)	۱۳
۱-۳-۲	ماهیت ملکولی غشای سلول های قرمز خون	۱۳
۲-۳-۲	نقش اریتروسیت ها در بدن	۱۴
۴-۲	همولیز	۱۴
۱-۴-۲	عوامل ایجاد کننده لیزگویچه های قرمز خون	۱۴
۲-۴-۲	مارکرهاى فرآیند لیز گویچه های قرمز خون	۱۵
۳-۴-۲	روش های تشخیص فرآیند لیز اریتروسیت ها	۱۵
۱-۲-۴-۲	پتاسیم سرم و همولیز	۱۵
۲-۲-۴-۲	سطوح هاپتوگلوبین (Hp) و فرآیند همولیز	۱۶

۱۷	۳-۲-۴-۲ . بیلی روبین و همولیز
۱۸	۴-۴-۲ . آنمی و همولیز
۱۹	۵-۴-۲ . فعالیت بدنی و همولیز
۲۱	۶-۴-۲ . همولیز ناشی از ضربات پا
۲۱	۷-۴-۲ . همولیز ناشی از آلودگی هوا
۲۱	۵-۲ . آلودگی هوا Air Pollution و اهمیت آن
۲۲	۱-۵-۲ . منابع آلودگی هوا
۲۳	۲-۵-۲ . آلاینده‌های هوا
۲۳	۳-۵-۲ . تقسیم بندی آلاینده‌ها بر اساس منشأ و اثرات فیزیولوژیک
۲۴	۴-۵-۲ . شاخص کیفیت هوا (AQI)
۲۴	۵-۵-۲ . پدیده‌ی وارونگی
۲۵	۶-۲ . آلودگی هوا و استرس اکسیداتیو
۲۵	۷-۲ . مروری بر ویژگی‌ها و اثرات آلاینده‌های رایج
۲۵	۱-۷-۲ . ازن
۲۵	۲-۷-۲ . اکسیدهای ازت
۲۶	۳-۷-۲ . دی اکسید سولفور
۲۶	۴-۷-۲ . ذرات معلق
۲۷	۵-۷-۲ . مونواکسید کربن
۲۸	۸-۲ . ورزشکاران و آلودگی هوا
۲۸	۹-۲ . مروری بر تحقیقات انجام شده

فصل سوم: روش شناسی تحقیق

۳۶	۱-۳ . مقدمه
۳۶	۲-۳ . روش تحقیق
۳۶	۳-۳ . آزمودنی‌ها و شیوه‌ی انتخاب آنها
۳۷	۴-۳ . متغیرهای تحقیق

۳-۴-۱. متغیرهای مستقل.....	۳۷
۳-۴-۲. متغیرهای وابسته	۳۷
۳-۵. مراحل اجرای آزمون	۳۸
۳-۶. روش‌های آماری.....	۴۰

فصل چهارم: آمار توصیفی و استنباطی

۴-۱. مقدمه	۴۱
۴-۲. بررسی ویژگیهای گروه نمونه (آمار توصیفی).....	۴۱
۴-۳. فرضیه های اصلی	۴۳
۴-۴. تعیین میزان همبستگی بین تغییرات هاپتوگلوبین ، پتاسیم و بیلروبین پس از یک جلسه فعالیت در هوای سالم و آلوده.....	۴۵

فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری

۵-۱. مقدمه	۴۷
۵-۲. خلاصه تحقیق.....	۴۷
۵-۳. بحث و نتیجه‌گیری.....	۴۸
۵-۳-۱. پتاسیم و همولیز.....	۴۰
۵-۳-۲. هاپتوگلوبین و همولیز	۵۱
۵-۳-۳. بیلی روبین و همولیز	۵۲
۵-۴. راهکارهای اجرایی حاصل از پژوهش.....	۵۴
۵-۵. پیشنهادهای پژوهشی.....	۵۵
منابع و مآخذ.....	۵۶

فهرست جدول‌ها

صفحه

عنوان

جدول ۴-۱. ویژگی‌های جمعیت شناختی ورزشکاران مورد مطالعه.....	۴۲
جدول ۴-۲. میزان شاخصه‌های خونی ورزشکاران در هوای سالم و آلوده.....	۴۲
جدول ۴-۳. نتایج آزمون کلموگروف اسمیرنوف شاخص‌های خونی مورد نظر.....	۴۳
جدول ۴-۴. مقایسه‌ی میزان هاپتوگلوبین در هوای آلوده و سالم.....	۴۳
جدول ۴-۵. مقایسه‌ی میزان بیلی‌روبین مستقیم در هوای آلوده و سالم.....	۴۴
جدول ۴-۶. مقایسه‌ی میزان بیلی‌روبین کل در هوای آلوده و سالم.....	۴۴
جدول ۴-۷. مقایسه‌ی میزان پتاسیم در هوای آلوده و سالم.....	۴۵
جدول ۴-۸. نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسن.....	۴۶

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۲-۱. مکانیسم انتقال اکسیژن توسط اریتروسیت‌ها	۱۴
شکل ۲-۲. سرنوشت هموگلوبین در طی فرآیند همولیز	۱۸
شکل ۲-۳. مکانیسم فرآیند همولیز گلبولهای قرمز خون	۱۹
شکل ۳-۱. شاخص کیفیت هوا در دو روز متفاوت	۳۹
شکل ۳-۲. مقایسه میزان آلاینده‌های هوا در دو روز با هوای سالم و آلوده	۴۰

فصل اول

طرح تحقیق

۱-۱. مقدمه

بدون شک هر موجود زنده ای برای ادامه حیات خود نیازمند آب، غذا و هوا می باشد، که در این میان نقش هوا از اهمیت ویژه ای برخوردار است. لذا پاکیزگی و بهداشت هوا هم از نظر کیفی و هم کمی ارتباط مستقیم با سلامت موجودات (انسان، گیاه، حیوان) دارد (۲،۱).

شناخت عوامل اثر گذار بر سلامت جسم و روان از عواملی است که بشر همواره به دنبال کشف آن ها بوده است. علی رغم تأکید بیش از اندازه بر نقش تمرین بر سلامتی افراد جامعه و اجرای ورزشی ورزشکاران در گذشته، امروزه شاهد معرفی عوامل دیگری غیر از تمرین بر اجرای ورزش مطلوب هستیم. محیط به دلایل متعددی اهمیت خاصی در بین متخصصان ورزش خصوصاً فیزیولوژیست های ورزشی پیدا کرده است، تا جایی که بحث دما، آلودگی، ارتفاع، رطوبت، زمان، و ... توجه عده ی زیادی از فیزیولوژیست ها را در ارتباط با اجرای ورزش به خود جلب کرده است. تأمین سلامت و بهبود عملکرد ورزشکاران از اهداف اصلی گرایش به فعالیت های بدنی و ورزشی است، از اینرو متخصصان می کوشند تا سلامت ورزشکاران را هنگام تمرین یا رقابت حفظ کنند (۳).

مسئله ی آلودگی هوا، اگر یکی از حادثترین مسائل ناشی از تمدن صنعتی نباشد، بدون شک از بغرنج ترین آن ها است (۱).

مطالعات زیادی در طول دهه ی ۹۰ در ایالات متحده و کانادا، ارتباط بین ذرات موجود در هوا و مرگ و میر را بررسی کرده اند (۴). متخصصان منابع انتشار آلاینده های هوا را به دو گروه ثابت و متحرک تقسیم کرده اند، گروه ثابت شامل صنایع، نیروگاه ها و مراکز تجاری و مسکونی است و منابع متحرک انواع وسایل نقلیه می باشند (۵).

قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا، با اثرات سوء بر سلامت انسان همراه است (۶). هوای آلوده منبع بسیاری از موادی است که ممکن است از طریق بینی، دهان، پوست و دستگاه گوارش وارد جریان خون انسان شود. بسیاری از آلاینده های هوا به سرعت و بدون تغییر شکل حیاتی به خون می رسند و اثرات مضر آن ها بر خون، مغز استخوان، طحال و غدد لنفاوی نشان داده شده اند (۷).

شواهدی در مورد اثرات مضر آلودگی هوا که می تواند با اثرات کوتاه مدت و بلند مدت، سلامت انسان را تحت تأثیر قرار دهد، وجود دارد. آلوده کننده های هوا بسته به نوع، غلظت و مدت زمان تماس با انسان می توانند اثرات ساده ای نظیر تحریک، سوزش و آبریزش تا اثرات شدید و حتی مرگ را به دنبال داشته باشند (۱، ۳) و گروه های مختلف از افراد ممکن است واکنش های متفاوت نشان دهند. برخی افراد حساسیت بیشتری به آلاینده ها نسبت به دیگران دارند. کودکان و افراد مسن و افراد مبتلا به آسم و بیماری های قلبی - ریوی بیشتر از اثرات آلاینده های هوا رنج می برند (۱، ۸). نتایج مطالعات اخیر ارتباطی بین آلودگی هوا و تولد زودرس، مرگ و میر نوزادان، اختلال در رشد ریه و احتمالاً توسعه آسم را گزارش کرده اند (۳).

علاوه بر این آسیب به غشاهای سلول های قرمز خون و تداخل در متابولیسم سلولی و در نتیجه کوتاه شدن عمر هر سلول از مضرات آلاینده های موجود در هواست (۸).

علاوه بر هوای آلوده، فعالیت بدنی و ورزش حاد نیز می تواند سبب تغییراتی در شاخص های خونی گردد (۹). ورزش حاد سبب افزایش تخریب سلولهای قرمز خون و آنمی زود گذر ورزشی از طریق همولیز ناشی از ضربات مکانیکی، فشار اکسیداتیو و حتی هماچوری می شود (۱۰، ۱۱، ۱۲).

رابینسون^۱ و همکارانش (۲۰۰۶) دلایل احتمالی همولیز داخل عروقی را در دوندگان، تخریب درون عضلانی، استرس اسمزی و لیپیدپراکسیداسیون غشا توسط رادیکال های آزاد منتشر شده توسط لکوسیت های

فعال در نظر گرفته اند (۱۳). افزایش بیلی روبین و پتاسیم سرم پس از تمرین، نشانه هایی از افزایش همولیز داخل عروقی هستند (۱۴).

تأثیر دقیق بسیاری از آلاینده های هوایی بر روی جنبه های مختلف عملکرد انسان به ویژه ورزشکاران نخبه هنوز به طور مناسب مورد بررسی قرار نگرفته است (۱۱). این پژوهش ها، مرییان را از « ارزش سلامتی » در عملکرد عالی آگاه می کنند و به آنها این امکان را می دهند که توجه ویژه ای به خطرهای احتمالی داشته باشند (۱۵).

۱-۲. بیان مسئله

آلودگی هوای شهری یکی از خطرات عمده در سراسر جهان است. در مناطق شهری آلاینده های هوا به طور عمده از احتراق ناقص سوخت های فسیلی مانند آگروز اتوموبیل، گرمایش مناطق مسکونی و انتشار آلاینده های صنعتی سرچشمه می گیرند، (۱۶، ۱۷). از سه منبع اصلی آلودگی هوای شهر-صنعت، گرمایش و وسایل نقلیه- وسایل نقلیه به عنوان مهمترین منبع شناخته شده و شامل ترکیبی از آلاینده هاست (۱۷). ترکیب شیمیایی هوای محیط پیچیده است و بستگی به کیفیت سوخت و نوع موتور یا ماشین دارد (۱۶).

شایع ترین آلاینده های هوا دی اکسید کربن، کربن مونوکسید، هیدروکربن ها، اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای سولفور، ذرات با اندازه کمتر از ۱۰ میکرومتر و ازن هستند. سطح بالای آلاینده های هوا می تواند منجر به کاهش حداکثر اکسیژن معرفی شود، که احتمالاً به دلیل پایین آمدن سطح حمل و نقل اکسیژن از حبابچه های ریوی است (۸، ۱۸). زمانیکه غلظت آلاینده های دی اکسی نیتروژن (NO_2) و هیدروکربن ها (HC) افزایش یابد، میزان مرگ و میر بیماری های قلبی نیز افزایش داشته، که این افزایش در ماه های نوامبر (آبان)، دسامبر (آذر) و ژانویه (دی) اتفاق افتاده که ارتباط نزدیکی با کاهش دما، افزایش فشار و افزایش تعداد وارونگی دمایی و ارتفاع کم آن ها در این ماه ها دارد. افزایش غلظت این آلاینده ها در ماه های سرد سال به دلیل افزایش استفاده از سوخت های فسیلی و وسایل گرمایشی در این ماه ها می باشد (۱۹).

افزایش غلظت ذرات آلاینده در جو باعث افزایش عوارض قلبی ریوی و مرگ و میر با مکانیسم های ناشناخته می شوند (۳، ۲۰). مطالعات حیوانی ثابت کرده اند که رسوب ذرات ریز روی سطوح حبابچه ها و فاگوستیوز آن ها توسط ماکروفاژها باعث تولید میانجی هایی شده که با ورود به خون باعث تحریک مغز استخوان و افزایش میزان آزادسازی پیش سازهای WBC به جریان خون می گردد. این پاسخ ها در ایجاد آسیب های ریوی بسیار مهم هستند (۲۰).

بر اساس گزارش کمیته بهداشت جهانی در مورد اثرات پزشکی آلودگی هوا، سه عامل میزان حلالیت گاز در خون، برون ده قلبی، تفاوت غلظت بین فضای آلوئولی و خون وریدی در جذب گازها مؤثر است، که به غلظت استنشاقی گاز و میزان تهویه نیز بستگی دارد. در طی ورزش، تعدادی از عوامل مانند برون ده قلبی، الگوی تنفس، میزان تهویه، ضخامت لایه مخاطی ریه و احتمالاً الگوهای انتشار گاز تغییر می کنند(۴).

مقدار آلاینده هایی که وارد ریه افراد می شود به عوامل متعددی شامل سطح فعالیت آن ها، تعداد و میزان تنفس، طرز تنفس و غلظت آلاینده ها در زمان خاص بستگی دارد. ورزش شدید باعث افزایش تعداد تنفس و تغییر حالت تنفس از بینی به دهان می شود و در نتیجه از توانایی بینی برای تصفیه آلاینده ها کاسته می شود(۲). علاوه بر این، ظرفیت انتشار ریوی با تمرین افزایش می یابد، بنابراین بدیهی است که انتشار گازهای آلاینده با ورزش افزایش یابد. مدت زمان صرف ورزش نیز از عوامل بسیار مهم در ایجاد عوارض ناشی از آلاینده ها بر ورزشکار است. دوندگی فوق ماراتن و سایر شرکت کنندگان در رویدادهای استقامتی طولانی مانده پیاده روی و دوچرخه سواری، به احتمال زیاد، بیشتر در معرض اثرات مضر آلاینده ها هستند(۴،۲۱).

از نظر مریبان و ورزشکاران، در میان آلاینده های اصلی، مونوکسید کربن (CO) مهمترین آلاینده اولیه است(۱۲). دود اگزوز اتومبیل ها منبع اصلی مونوکسید کربن می باشد(۲۳،۲۲،۱۱،۲). با افزایش مقدار مونوکسید کربن در خون، انتقال اکسیژن در خون و برداشت اکسیژن توسط سلولها، هر دو مختل می گردد(۱۲). احتمالاً عملکرد و سطح اجرا در فعالیت های استقامتی در نتیجه کاهش تحویل اکسیژن به عضلات فعال تحت تأثیر قرار می گیرد(۲۳،۱۱،۳،۱).

آندرسون^۱ و همکاران نشان دادند که تمرینات ورزشی خیلی سبک (پیاده روی) در کنار خیابان های پر ترافیک باعث افزایش یک درصدی کربوکسی هموگلوبین (CoHb) می شود و هم چنین نیلوکسین و کیس گزارش کردند، ۳۰ دقیقه دویدن آرام در شهر نیویورک باعث افزایش ۱/۵ درصدی سطوح CoHb می شود که این مقدار مشخصه ی افراد سیگاری است و عملکرد ورزشی را مختل می سازد. (۱۱، ۲۴). بسیاری از آلاینده های هوا به سرعت و بدون هیچ ناقلی به خون می رسند و نشان داده شده است که اثرات مضر بر خون، مغز استخوان، طحال و غدد لنفاوی دارند(۷).

چن^۱ و همکارانش تغییرات دقیق خون شناسی و پارامترهای بیوشیمیایی ۱۱ دونه فوق مارتن را قبل و بعد از مسابقات بین المللی فوق مارتن ۲۰۰۲ آسیا مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. کاهش قابل توجهی ($p < 0.05$) در سلول های قرمز خون (RBC)، هموگلوبین (HB) و هماتوکریت (HCT) مشاهده گردید (۲۵). مشاهده های بسیاری نشان داده است که ترکیب خون در نتیجه تمرین های ورزشی تغییر می کند (۲۶). فعالیت های ورزشی ممکن است موجب انهدام گلوبولهای قرمز خون شوند (۲۷). همولیز ناشی از ورزش پس از فعالیت هایی مانند شنا کردن، دوچرخه سواری، قایقرانی و وزانه برداری در طیف وسیعی آشکار می گردد، با این حال این فرآیند پس از دویدن بسیار شدیدتر رخ می دهد (۱۴، ۲۱) و در عین حال گروه های تحقیقاتی متعدد این مطلب را مورد تأیید قرار داده اند (۱۴، ۲۸).

بر اساس گزارش پیزا^۲ و همکارانش (۱۹۹۷) هنگام دوره های تمرینی شدید، هموگلوبین، هماتوکریت و تعداد سلول های قرمز خون دوندگان کاهش یافته بود، در صورتی که تغییری در شاخص های سلول های قرمز، در دوره های تمرین شدید در شنا گران مشاهده نشد (۱۵).

پیلینگ^۳ و همکارانش (۲۰۰۹) گزارش کردند میزان التهاب و همولیز با دویدن اینتروال افزایش می یابد (۲۳). مطالعات نشان داده اند افزایش در پتاسیم سرم، بیلی روبین، اسید فسفاتاز، کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز می توانند شاخص های همولیز باشند (۱۴، ۲۹، ۳۰).

آزمایشات نشان داده اند ذرات ریز (PM 2.5) می توانند به سرعت وارد بدن شوند و منجر به عدم تعادل در فعالیت قلب، اختلال عملکرد عروق (از جمله انقباض شریان ها و فشار خون بالا) شوند و با افزایش غلظت خون منجر به تغییر در رئولوژی خون گردند (۳۱). بطوریکه ورزشکارانی که برای ۳۰ دقیقه تا ۲ یا چند ساعت در معرض ۰/۳۰-۰/۲۰ ازن (O₃) به تمرین پرداختند، عوارض بالقوه ی آن را بر تهویه و عملکرد استنشاقی خود تجربه کردند (۳۲).

در حالیکه آلوده کننده های منفرد ظرفیت آسیب رسانی به عملکرد ریه را دارند، ترکیب آن ها اثرشان را تشدید خواهد کرد و از آنجا که آلوده کننده ها به ندرت به تنهایی یافت می شوند، ترکیب آن ها به راستی معجون سحر آمیز خطرناکی ایجاد می کنند (۳۳).

-
1. Chen
 2. Peeza
 3. Peeling

با توجه به اینکه پژوهش‌های مربوط به آلاینده‌های خاص، مراحل ابتدایی خود را پشت سر می‌گذارند (۲۲)، و از آنجاییکه خون بافت مناسبی برای پایش بیوشیمیایی یک فرد فعال داست و با نمونه‌گیری نسبتاً آسان اطلاعات قابل توجهی به دست می‌دهد (۳۴). دانشمندان در پی یافته‌هایی هستند تا تأثیر کیفیت هوا را بر فعالیت‌های ورزشی و کارکرد روزمره از طریق شاخص‌های خونی شناسایی کنند (۲۲).

در این تحقیق به مقایسه‌ی اثر یک جلسه تمرین تناوبی در هوای آلوده و هوای سالم بر همولیز گلوبولهای قرمز خون دوندگان زن استقامتی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۳. اهمیت و ارزش تحقیق

در طول ۲۰ سال گذشته، نگرانی‌ها در مورد تمرین و فعالیت بدنی در هوای آلوده افزایش یافته است (۲). ورزشکاران به طور خاص در اثر استنشاق آلاینده‌ها در خطر هستند چراکه بین آلاینده‌های استنشاقی و افزایش تهویه دقیقه‌ای (V_E) در طول تمرین، تناسب وجود دارد، همچنین کسر بزرگتری از هوا در طول تمرین از طریق دهان استنشاق می‌شود و افزایش سرعت جریان هوا، آلاینده‌ها را به اعماق سیستم تنفسی حمل می‌کند (۴). آلودگی هوا مخلوط پیچیده‌ای از گازها، مایعات و ذرات است. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند قرار گرفتن کوتاه مدت و بلند مدت در معرض ذرات محیط با افزایش عوارض قلبی و ریوی در ارتباط است و مکانسیم‌هایی چون انعقاد، ترومبوز، افزایش تمایل به آرتیمی‌های قلبی، انقباض حاد عروق شریانی، پاسخ التهابی سیستمیک و ایجاد بیماری آترواسکلروزیس^۱ اشاره کرده‌اند (۳۵).

شش آلاینده‌ی اصلی هوای شهری عبارتند از: مونوکسید کربن (CO)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، ازن (O_3)، ذرات معلق (PM10)، دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، و ترکیبات آلی فرار (VOCs)^۲ (۱۸، ۸، ۴). ورزش شدید باعث افزایش تعداد تنفس و نیز تغییر حالت تنفسی از بینی به دهان می‌شود (۲، ۴). تعداد تنفس در حالت استراحت ۱۲-۱۶ بار در دقیقه است. این رقم در حالت ورزش سنگین ممکن است به ۳۰ بار در دقیقه افزایش یابد (۳۶، ۳۷).

در مورد کودکان در معرض آلاینده‌ها نیز یک نگرانی خاص وجود دارد، زیرا آن‌ها به دلیل تهویه دقیقه‌ای بیشتر، سطح بالای فعالیت بدنی و صرف زمان بیشتر در خارج از منزل نسبت به بزرگسالان، بیشتر در معرض آلاینده‌های هوای محیط هستند (۳، ۷).

1. Atherosclerosis
2. Volatile Organic Compounds

تأثیر PM10^۱ بر عملکرد ورزشی دقیقاً مشخص نشده است، با این حال با توجه به اینکه PM10 باعث استرس اکسیداتیو و التهاب می شود بررسی تأثیر آن بر عملکرد قلبی و تنفسی ورزشکاران مورد اهمیت و بررسی قرار گیرد (۳۸،۳۱).

تأثیر آلودگی هوا بر سلامت انسان یک مسئله پیچیده است (۳۹). اکسیدهای نیتروژن (NO_x) می توانند در ریه ها رادیکال های آزاد تولید کنند (۳۱). برخی مطالعات بین قرار گرفتن در معرض دی اکسید گوگرد (SO₂) و میزان مرگ و میر و بیماری های روزانه رابطه نشان داده اند (۲۳). ازن (O₃) از بزرگترین معضلات آلودگی هوا است (۳۳) و برای انجام فعالیت های ورزشی گازی مضر و نامطلوب است (۴). بنزن توسط آژانس بین المللی تحقیقات سرطان به عنوان یک ماده ی سرطان زا معرفی شده است (۱۶، ۴۰). ذرات ریز (PM_{2.5}) می تواند به سرعت وارد بدن شوند (۷، ۳۱). آسیب اکسیداتیو DNA در خطر ابتلا به سرطان مؤثر است (۳۸).

میزان انتشار گاز مونوکسید کربن (CO) در اتمسفر نسبت به سایر آلاینده های هوایی بیشتر است (۱۱، ۳، ۱) و از نظر مریان و ورزشکاران در میان آلاینده های اصلی مهمترین آلاینده اولیه است (۲۲). در سطوح ۳ الی ۵ درصد CoHb احتمال حفظ و ادامه فعالیت های استقامتی با شدت ۶۵ الی ۸۵ درصد VO₂max مختل می شود، چون برون ده قلبی قادر به جبران کاهش ظرفیت حمل اکسیژن خون به طور طولانی نیست. ورزش های با شدت پایین که در دامنه ۳۰ الی ۶۰ درصد VO₂max قرار می گیرند کمتر تحت تأثیر مخرب CO قرار دارند (۱۱).

ورزش شدید در ترافیک سنگین برای ۳۰ دقیقه می تواند سطوح CoHb^۲ را ۱۰ برابر افزایش دهد که معادل کشیدن ۱۰ عدد سیگار است (۴). از نظر زیست شیمیایی، سرب از راه مداخله در کار آنزیم ها مزاحم تولید هموگلوبین می شود و در نتیجه کم خونی عارض می گردد (۴۱).

سلول های خونی نسبت به مسمومیت های زیست محیطی بسیار حساس هستند. برخی تحقیقات نشان داده است تغییرات سلولهای قرمز خون ممکن است در ماه های سرد سال (زمستان)، هنگامیکه آلودگی هوا بیشتر است، بالاتر باشد (۷).

از طرف دیگر، فعالیت بدنی و ورزش به طور حاد می تواند سبب تغییراتی در شاخص های CBC خون گردد (۱۴). تمرین می تواند منجر به همولیز سلول های قرمز خون شود (۱۴، ۲۸، ۴۲). میزان همولیز و التهاب با دویدن اینتروال با افزایش بیشتری مواجه می شوند و سطوح بالای هموگلوبین آزاد ناشی از همولیز نیز آسیب

1. Particular matter
2. Carboxyhemoglobin