Kharazmi University

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

The Effect Of Regular Physical Activity On The Amino Acid Profile Of Individuals Living In The Provinces Affected By Dust Particles In Iran

Mohamad Fashi[1*] | Afshin Seraji[2]

1. PhD, Department of biological sciences in sports faculty of sports science and health Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
2. PhD, Department of biological sciences in sports faculty of sports science and health Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

corresponding author: **Mohamad Fashi, m_fashi@sbu.ac.ir**

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 2023/11/27
Revised: 2024/01/22
Accepted: 2024/01/22

Keywords:
Amino Acid, Dust Particles, Regular Physical Activity, Immune System

How to Cite:
Mohamad Fashi, Afshin Seraji. **The Effect Of Regular Physical Activity On The Amino Acid Profile Of Individuals Living In The Provinces Affected By Dust Particles In Iran**. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2024: 22(28): 15-30.

Aim: The purpose of this research is to examine the impact of regular physical activity on the amino acid profile of individuals living in the provinces affected by dust particles in Iran. Methods: There were a total of 50 inactive healthy men, with an average age of 31.64±1.5 years and a body mass index of 26.33±5.6, from three provinces in Iran: Khuzestan (n=15), Ilam (n=15), and Kermanshah (n=20) randomly assigned to two control and regular physical activity groups. Prior to the study, 48 hours prior to the occurrence of dust particles, and after the study amino acids, fat percentage, maximum oxygen consumption, were measured. Results: It was found that time (pre-test - May 12, 2023) had a significant effect on amino acids, maximum oxygen consumption, body fat percentage in the training group (p<0.05). In the control group, there was no significant difference in the amino acid, maximum oxygen consumption, body fat percentage, (p>0.05). In terms of body fat percentage, there was a significant difference between the control and exercise groups (p=0.01), as well as maximum oxygen consumption (p=0.01). Conclusion: This study has demonstrated that regular exercise training reduce dust particle damage in those exposed to dust particles.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e:
CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

اثر فعالیت ورزشی منظم بر نیمرخ اسیدهای آمینه افراد ساکن در استان‌های درگیر ذرات گردوغبار ایران

محمد فشی[1*] | افشین سراجی[2]

۱. گروه علوم زیستی ورزش و تندرستی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران.

۲. گروه علوم زیستی ورزش و تندرستی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران.

نویسنده مسئول: **محمد فشی m_fashi@sbu.ac.ir**

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: علمی–پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۲/۹/۶

ویرایش: ۱۴۰۲/۱۱/۲

پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲

واژه‌های کلیدی:

اسید آمینه، ذرات گرد و خاک، فعالیت ورزشی منظم، سیستم ایمنی بدن

ارجاع:

محمد فشی، افشین سراجی. **اثر فعالیت ورزشی منظم بر نیمرخ اسیدهای آمینه افراد ساکن در استان‌های درگیر ذرات گردوغبار ایران.** *پژوهش در طب ورزشی و فناوری.* ۱۴۰۳: ۲۲(۲۸):۳۰-۱۵

چکیده

هدف: هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر فعالیت ورزشی منظم بر نیمرخ اسیدهای آمینه افراد ساکن در استان‌های درگیر ذرات گردوغبار ایران است. روش‌ها: تعداد ۵۰ مرد سالم غیر فعال (سن: ۵/۱±۳۱/۶۴ سال؛ شاخص توده بدن: ۵/۶±۲۶/۳۳) در استانهای خوزستان (۱۵ نفر) و ایلام (۱۵) و کرمانشاه (۲۰) به صورت داوطلبانه انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و فعالیت بدنی منظم تقسیم شدند. درصد چربی، اکسیژن مصرفی بیشینه، آمینو اسیدها قبل از مطالعه، ۴۸ ساعت قبل از رخداد ذرات گرد و خاک و پس از پایان مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌ها: تفاوت معناداری برای اثر زمان (پیش آزمون – ۲۲ اردیبهشت ۱۴۰۲) برروی اسید آمینه آرژنین، آلانین، لوسین، ایزولوسین، والین، اکسیژن مصرفی بیشینه و درصد چربی بدن در گروه تمرین وجود داشت ($p<۰/۰۵$). با این وجود اثر زمان در گروه کنترل برای متغیرهای مطالعه تفاوت معناداری نشان نداد ($p>۰/۰۵$). تفاوت معناداری برای تغییر درصد چربی بدن بین دو گروه کنترل و تمرین ($p=۰/۰۱$) و نیز اکسیژن مصرفی بیشینه گروه کنترل و تمرین مشاهده گردید ($p=۰/۰۱$). نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات ورزشی منظم میتواند آسیبهای ناشی از قرار گیری در معرض ذرات گرد و خاک را در جمعیت در معرض کاهش دهد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

Extended Abstract

Aim: Air pollution represents a significant environmental issue in Iran, particularly exacerbated in the desert areas of southeastern Iran, which experience an average of 70 days of dust annually. Furthermore, the western and southwestern provinces are increasingly affected by dust storms, transforming this phenomenon into a critical challenge. The Environmental Protection Agency has established a permissible concentration limit for PM10 at 150 micrograms per cubic meter, applicable no more than once per year. However, certain southern cities frequently report levels that surpass this limit, with an average concentration of 189 µg/m3. Consequently, it is essential to prioritize health measures and mitigate serious health risks in cities impacted by dust particles, as this can significantly enhance the quality of life. The immune system of the body appears to play a crucial role. One of the factors that contribute to the enhancement of the immune system is the level of amino acids. The presence of a particular sequence of amino acids is deemed essential for sustaining homeostatic conditions and the overall health of the human body, with arginine and alanine being notable examples. The metabolism of arginine is facilitated by the enzyme arginase, which plays a significant role in the body's responses to asthma and allergies. Alterations in L-arginine metabolism result in decreased availability of L-arginine for nitric oxide production. This reduction is linked to increased activity of nitric oxide synthase inhibitors, such as asymmetric dimethylarginine, and may help alleviate stiffness and improve respiratory responses. Additionally, air is beneficial in the management of conditions like asthma. There is a lack of information regarding the impact of sports activities conducted in dusty environments on the immune system. Nevertheless, numerous studies have highlighted the anti-inflammatory benefits associated with regular physical activity, suggesting that it may help mitigate inflammation induced by dust particles. This anti-inflammatory response to exercise may be linked to the influence of amino acids on hormonal fluctuations and the enhancement of muscle mass. Normal levels of branched-chain amino acids, specifically leucine, isoleucine, and valine, contribute to the enhancement of anabolic pathways by serving as substrates for protein synthesis and energy production. They

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

also facilitate various metabolic processes, particularly through the activation of mTOR. The ongoing process of protein synthesis is crucial for increasing muscle mass, exerting anti-inflammatory effects, and bolstering the immune system. Additionally, branched-chain amino acids are linked to the enhancement of immune responses; by elevating glutamine levels, they provide the energy necessary for optimal immune function. This relationship may influence the effectiveness of dust particles in the affected regions, a topic that has received limited attention to date. The purpose of this research is to examine the impact of regular physical activity on the amino acid profile of individuals living in the provinces affected by dust particles in Iran.

Methods: There were a total of 50 inactive healthy men, with an average age of 31.64±1.5 years and a body mass index of 26.33±5.6, from three provinces in Iran: Khuzestan (n=15), Ilam (n=15), and Kermanshah (n=20) randomly assigned to two control and regular physical activity groups. Exclusion criteria for the study included smoking, alcohol consumption, the presence of any diseases—particularly cardiovascular and respiratory conditions—as well as muscle injuries. The fundamental requirements for participation involved residing in the specified areas for a minimum of one year prior to the commencement of the study, engaging in physical activity for no more than 2 hours per week, being within the age range of 20 to 40 years, and having a body mass index between 20 and 28 kg/m². Informed consent was secured from all participants, who retained the right to withdraw from the study at any point. Regular physical activity was included: 30 sessions, circuit training three times a week include: hanging from the chin up (20 seconds), jumping over obstacles at a distance of one meter for a total of 540 cm, Sit-ups (30 seconds), chest press (70% 1RM -8 repetitions), leg press (70% 1RM -8 repetitions), back extension (15 repetitions), calf raise (70% 1RM -8 repetitions), zigzag jump (20 repetitions), six to ten reputation Illinois Agility Test with a 30 second rest interval. Prior to the study, 48 hours prior to the occurrence of dust particles, and after the study amino acids, fat percentage, maximum oxygen consumption, were measured. The study data were characterized using the mean and standard deviation. To assess the significant differences in evaluation times and between the two study groups, the repeated analysis of variance method was

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

employed. Additionally, the independent t-test was conducted after calculating the difference between the post-test and pre-test scores for the fat percentage and maximum oxygen consumption variables in both the control and training groups. Statistical analysis was performed using SPSS20 software, with a significance level set at P≥0.05.

Results: It was found that time (pre-test - May 12, 2023) had a significant effect on amino acids, maximum oxygen consumption, body fat percentage in the training group ($p<0.05$). In the control group, there was no significant difference in the amino acid, maximum oxygen consumption, body fat percentage, ($p>0.05$). In terms of body fat percentage, there was a significant difference between the control and exercise groups ($p=0.01$), as well as maximum oxygen consumption ($p=0.01$).

Conclusion: This study has demonstrated that regular exercise training reduce dust particle damage in those exposed to dust particles. The findings of the current study indicate that plasma arginine levels decline following three months of consistent exercise, which may lower the risk of respiratory conditions such as asthma in environments with dust particles. A portion of the harm inflicted by dust can be linked to the generation of free radicals, with nitric oxide playing a crucial role in this process. Nitric oxide (NO) is synthesized by a group of isozymes known as nitric oxide synthases (NOSs), all of which utilize L-arginine as a substrate. The generation of NO within the lungs and airways serves multiple functions during lung development, including the regulation of smooth muscle tone in the airways and blood vessels, as well as involvement in inflammatory responses and host defense mechanisms. Disruption of L-arginine/NO balance, due to the buildup of endogenous NOS inhibitors and competition for substrate with arginase enzymes, contributes to various pulmonary conditions and diseases, including asthma and chronic obstructive pulmonary disease. Furthermore, arginine is a substrate for numerous metabolic pathways that yield a variety of biologically active substances, such as nitric oxide, creatine phosphate, agmatine, polyamines, ornithine, and citrulline. The availability of arginine is primarily controlled by two enzymatic systems: arginase, which is part of the urea cycle, and nitric oxide synthase. Arginine exerts numerous effects within the body, including the modulation of

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

immune system function, promotion of wound healing, regulation of hormone secretion, control of vascular tone, enhancement of insulin sensitivity, and improvement of endothelial function. Research indicates that arginine and exercise have a significant impact on oxidative stress and the suppression of inflammatory factors. Regular exercise can enhance aerobic fitness, decrease body fat percentage, and improvement levels of amino acids such as arginine, alanine, leucine, isoleucine, and valine. This improvement may mitigate the adverse effects of dust particle exposure in healthy men residing in regions impacted by such particles. Consequently, promoting consistent physical activity in areas with clean air throughout the year appears to be an effective strategy for alleviating the complications associated with dust exposure on polluted days. The present study encountered several limitations, notably the research sample consisting of inactive men and the varying environmental characteristics across the three provinces of Kermanshah, Khuzestan, and Ilam. The air temperatures in these provinces differed during the periods when dust particles were present. It is recommended that future research focus on specific populations exposed to dust particles while maintaining consistent environmental conditions.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

مقدمه

آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست محیطی در ایران است و در مناطق کویری جنوب شرقی ایران که به طور میانگین ۷۰ روز گرد و غبار در سال دارد، پیچیده‌تر می‌شود (۱). علاوه بر این، امروزه استان‌های غربی و جنوب غربی نیز درگیر طوفان‌های گرد و خاک شده و این پدیده را به یک چالش جدی تبدیل کرده است. بر اساس استانداردهای آژانس حفاظت از محیط زیست، حد مجاز غلظت PM10 ۱۵۰ میکروگرم بر متر مکعب حداکثر یک بار در سال است (۲). با این حال، در برخی شهرهای جنوبی، مقادیر بیش از این غلظت اغلب رخ می‌دهد (به طور متوسط ۱۸۹ میکروگرم بر متر مکعب) (۳). بر این اساس توجه به سلامت و پیشگیری از آسیب‌های جدی در شهرهای درگیر ذرات گرد و خاک بسیار اهمیت دارد جایی که می‌تواند بهبود کیفیت زندگی کمک کند. در این بین به نظر می‌رسد سیستم ایمنی بدن نقش بسزایی را بازی می‌کند (٤). از جمله عوامل اثر گذار بر تقویت سیستم ایمنی، وضعیت اسیدهای آمینه می‌باشد. در انسان ۲۰ اسید آمینه به عنوان اسیدهای آمینه استاندارد یا اسیدهای آمینه (پروتئینوژنیک) شناخته شده‌اند. همان‌طور که از نام پروتئینوژنیک (ساختمان پروتئین) مشخص است، این اسیدهای آمینه با کد ژنتیکی استاندارد کدگذاری شده و در فرایند سنتز پروتئین شرکت می‌کنند. آن‌ها از یک الگو mRNA در فرآیندی به نام ترجمه تشکیل می‌شوند که با استفاده از این الگو اطلاعات ژنتیکی که به شکل اسیدهای نوکلئیک رمزگذاری شده‌اند، به اسیدهای آمینه که برای سنتز پروتئین ضروری هستند، ترجمه می‌شوند (۵). وجود توالی مشخصی از این اسیدهای آمینه که تولید یک پروتئین واحد را بر عهده دارند، برای حفظ شرایط هموستاز (حفظ محیط داخلی پایدار) بدن انسان ضروری به شمار می‌آیند. اسیدهای آمینه علاوه بر پیش‌ساز بودن سنتز پروتئین و رشد عضلانی بر عملکرد سیستم ایمنی نیز اثر گذار است. از جمله عوامل اثر گذار بر تقویت سیستم ایمنی، وضعیت اسیدهای آمینه می‌باشد (۵). وجود توالی مشخصی از اسیدهای آمینه برای حفظ شرایط هموستاز و سلامت بدن انسان ضروری به شمار می‌آیند که از آن جمله می‌توان به آرژنین و آلانین اشاره نمود. آرژنین به عنوان یک ماده ضروری تقریباً در همه سلول‌ها از سیترولین سنتز می‌شود. غلظت پلاسمایی آرژنین و سیترولین به طور مشخص در مواردی مانند سوء تغذیه، روزه گرفتن، فشار روحی، التهاب و بیماری‌های مختلف کاهش می‌یابد (٦). به دلیل دوقطبی بودن غشای سلولی، آلانین به‌عنوان یک عامل واسطه برای انتقال انسولین و هورمون رشد پرولاکتین و فاکتور رشد شبه انسولین عمل می‌نماید (۷). این هورمون‌ها می‌توانند واسطه عمل آرژنین بر سیستم ایمنی از مسیری مستقل از نیتریک اکساید شوند. به خصوص انسولین و هورمون رشد متابولیسم گلوکز و اسیدهای آمینه را در بافت‌های اصلی مانند عضله اسکلتی، بافت چربی، کبد، و قلب تنظیم نموده (۸) و بنابراین توانایی دسترسی این مواد مغذی را برای لکوسیت‌ها فراهم می‌سازند. همچنین هورمون رشد تولید لنفوسیت T را در تیموس و تعداد سلول‌های پیشرو در مغز استخوان و نیز واکنش سلول‌های T به سایتوکاین‌ها و قابلیت آنتی ژنی سلول-های دندریتی را افزایش می‌دهد (۹). بنابراین آرژنین به عنوان تنظیم کننده پاسخ سیستم ایمنی و راه های هوایی گزارش شده است (٦). متابولیسم آرژنین از طریق نیتریک اکساید سنتتاز منجر به تولید نیتریک اکساید یک مولکول رادیکال آزاد درگیر در طیف وسیعی از فرآیندهای بیولوژیکی می‌شود که نقش مهمی را در تنظیم عملکرد ریه بازی می‌کند (۱۰).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

متابولیسم آرژنین به‌وسیله آرژیناز انجام می‌شود که در پاسخ‌های بیماری آسم و آلرژی اهمیت دارد. تغییرات در متابولیسم ال-آرژنین منجر به کاهش ال-آرژنین در دسترس برای ساخت نیتریک اکساید می شود که با فعالیت بیشتر مهارکننده‌های نیتریک اکساید سنتتاز مانند دی متیل آرژینین نامتقارن همراه می‌شود و ممکن است به تصحیح سختی و پاسخ‌های راه هوایی در بیماری‌هایی نظیر آسم کمک کند (۱۱).

در زمینه نقش فعالیت‌های ورزشی در شرایط گرد و خاک بر سیستم ایمنی بدن اطلاعاتی در دست نیست. با این وجود در مطالعات مختلف به اثرات ضد التهابی فعالیت‌های ورزشی منظم اشاره شده است (۱۲) جاییکه به نظر می‌رسد می تواند التهاب ناشی از ذرات گرد و خاک را تعدیل کند. شاید این اثر ضد التهابی ورزش را بتوان به نقش اسیدهای آمینه و اثر آن ها بر تغییرات هورمونی و نیز بهبود توده عضلانی نسبت داد (۱۳). نشان داده شده است سطح طبیعی اسیدهای آمینه شاخه دار؛ لوسین، ایزولوسین و والین با بهبود مسیرهای آنابولیکی به عنوان سوبسترا برای سنتز پروتئین یا تولید انرژی و انجام چندین مسیر متابولیک به ویژه از طریق فعال سازی mTOR ایفای نقش می‌کنند (۱٤). سنتز پروتئین در ادامه با بهبود توده عضلانی و اثرات ضد التهابی و نیز تقویت سیستم ایمنی بدن همراه خواهد شد. از طرفی اسیدهای آمینه شاخه دار با تقویت پاسخ‌های سیستم ایمنی ارتباط دارند جاییکه با بهبود سطح گلوتامین انرژی در دسترس سیستم ایمنی را فراهم و کارائی سیستم ایمنی بهبود می‌یابد (۱۵). به نظر می‌رسد می‌تواند اثر پذیری از ذرات گرد و خاک را در استان های درگیر متاثر کند. این در حالی است که تا به امروز این موضوع به ندرت مورد توجه قرار گرفته است. بر همین اساس هدف مطالعه حاضر بررسی اثر فعالیت ورزشی منظم بر نیمرخ اسیدهای آمینه افراد ساکن در استان های درگیر ذرات گرد و غبار ایران می‌باشد.

روش‌شناسی تحقیق

طرح تحقیق و آزمودنی‌ها

تحقیق حاضر به‌صورت نیمه‌تجربی و کاربردی با مقایسه دو گروه فعالیت بدنی منظم و کنترل در سه زمان ارزیابی انجام شد. نمونه‌های تحقیق حاضر تعداد ۵۰ مرد سالم غیر فعال (سن: ۵/۱±۳۱/٦٤ سال؛ شاخص توده بدن: ٥/٦±٢٦/٣٣) (براساس نرم افزار G-Power با توان آماری ۰/۹۰ و اندازه اثر ۰/۳۰) (۲) به صورت داوطلبانه در استان های کرمانشاه (۲۰ نفر)، ایلام (۱۵ نفر) و خوزستان (۱۵ نفر) بود. معیارهای خروج از مطالعه مصرف دخانیات و الکل، داشتن هر گونه بیماری بویژه بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی و آسیب‌های عضلانی بود. شرط اولیه حضور در مطالعه سکونت در مناطق گفته شده حداقل به مدت یکسال قبل از شروع مطالعه، نداشتن فعالیت بدنی بیش از ۲ ساعت در هفته، دامنه سنی ۲۰ تا ٤۰ سال و دامنه شاخص توده بدنی ۲۰ تا ۲۸ کیلوگرم/ قد^{۲} بود. از تمامی آزمودنی‌ها رضایت نامه شرکت در پژوهش گرفته شد. آزمودنی‌ها برای خروج از مطالعه در هر زمان آزاد بودند.

شروع دوره تمرین از بهمن‌ماه ۱٤۰۱ آغاز و تا تاریخ ۲۲ اردیبهشت ۱٤۰۲ ادامه یافت. میزان آلودگی شهر اهواز در تاریخ ۲٤ اردیبهشت ماه به حدود ۱۳۰، کرمانشاه ۱٦۰ و ایلام ۱۵۰برای ذرات کمتر از ۲/۵ میکرون رسید که کیفیت

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

هوای پایین (ناسالم برای گروه های حساس – نارنجی) را گزارش داد[1]. بازه زمانی ۲۲ تا ۲۵ اردیبهشت ۱۴۰۲ برای انجام پروتکل تحقیق انتخاب گردید. در این زمان هیچگونه فعالیت ورزشی بوسیله آزمودنی‌ها انجام نشد و تنها اجازه پیاده روی در دامنه ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ گام را داشتند. به همه آزمودنی‌ها رژیم غذایی شامل میانگین کالری ۲۴۰۰ {۲۴۰ گرم کربوهیدرات، ۸۰ گرم چربی، ۱۸۰ گرم پروتئین} و نیز مصرف میانگین ۸ لیوان آب توصیه شد. میزان کافی مایعات بدن با رنگ ادرار در حالت ناشتا ارزیابی و تایید شد. قبل از شروع تمرینات (اول بهمن ۱۴۰۱)، ۴۸ ساعت قبل از رخداد ریزگردها (۲۲ اردیبهشت ۱۴۰۲) و در روز غلظت بالای ریزگرد (۲۴ اردیبهشت ۱۴۰۲) در ساعت ۱۸:۰۰ متغیرهای وابسته تحقیق شامل درصد چربی بدن، آمادگی هوازی، اسیدهای آمینه آرژنین، آلانین، لوسین، ایزولوسین و والین ارزیابی شد.

برنامه تمرینی شامل ۳۰ جلسه، سه جلسه تمرین در هفته به صورت دایره‌ای بود که بوسیله یک مربی در هر استان نظارت شد (جدول ۱). شدت تمرینات پس از آموزش اثر لنگری به آزمودنی‌ها در دامنه عدد ۶ تا ۸ شاخص درک فشار تنظیم شد. تعداد جلسات تمرین در مجموع به ۳۰ جلسه تمرین تا قبل از رخداد ذرات گرد و خاک رسید. تعداد دایره ها در ۱۰ جلسه اول ۱ تا ۲ دایره، ۱۰ جلسه دوم ۳ دایره و ۱۰ جلسه سوم ۵ دایره انجام شد (۱۶).

جدول ۱. برنامه تمرینی گروه فعالیت بدنی منظم در طول پژوهش

۳۰ جلسه تمرینات	۱۰ جلسه اول ۱ تا ۲ دایره ۱۰ جلسه دوم ۳ دایره ۱۰ جلسه سوم ۵ دایره			
ردیف	نام حرکت	تعداد تکرار	شدت	استراحت
۱	آویزان شدن از میله بارفیکس	۲۰ ثانیه	--------	۳۰ تا ۶۰ ثانیه
۲	پرش از موانع	۵۴۰ سانتیمتر	--------	۳۰ تا ۶۰ ثانیه
۳	دراز نشست	۳۰ ثانیه	--------	۳۰ تا ۶۰ ثانیه
۴	پرس سینه	۸ تکرار	۷۰ درصد 1RM	۳۰ تا ۶۰ ثانیه
۵	پرس پا	۸ تکرار	۷۰ درصد 1RM	۳۰ تا ۶۰ ثانیه
۶	فیله کمر	۱۵ تکرار	---------	۳۰ تا ۶۰ ثانیه
۷	ساق پا	۸ تکرار	۷۰ درصد 1RM	۳۰ تا ۶۰ ثانیه
۸	پرش زیگزاگ طرفین	۲۰ ثانیه	---------	۳۰ تا ۶۰ ثانیه
۹	ایلینویز	۶ تا ۱۰ تکرار	---------	۳۰ تا ۶۰ ثانیه
استراحت بین هر دایره ۲ تا ۳ دقیقه می باشد				

1 https://aqms.doe.ir/Home/AQI

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

ابزار اندازه‌گیری

ارزیابی درصد چربی بدن

برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن آزمودنی‌ها، از روش اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرپوستی در هفت نقطه توسط کالیپر مدل هارپندن با دقت ۰/۲ میلی‌متر ساخت کشور انگلستان استفاده شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در سمت راست بدن انجام و درصد چربی با استفاده از فرمول ۷ نقطه‌ای جکسون-پولاک (سه سر بازو، پایین کتف، سینه، زیر بغل، بالای خاصره، شکم و ران) محاسبه گردید (۱۷).

اسیدهای آمینه

دستگاه HPLC از تجهیزات آنالیز دستگاهی در آزمایشگاه است که با جداسازی اجزای موجود در یک نمونه مایع در ستون کروماتوگرافی، زمینه اندازه‌گیری دقیق آن ترکیبات را توسط دتکتور فراهم می‌آورد. باتوجه‌به کاربردهای گسترده دستگاه HPLC، استفاده از آن در سال‌های اخیر به طور چشمگیری افزایش داشته است. یکی از بزرگ‌ترین کاربردهای دستگاه کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا، آنالیز آمینواسیدها در نمونه‌های مختلف است. برای آنالیز آمینواسیدها معمولاً از دتکتور فلورسانس بر روی دستگاه HPLC استفاده می شود. غلظت اسیدهای آمینه آرژنین، آلانین، لوسین، ایزولوسین و والین پلاسما در مطالعه حاضر با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC سری Agilent 1100؛ Agilent Technologies؛ Wilmington, DE)، پس از مشتق‌سازی OPA (اورتو–فتالالدئید) با استفاده از یک آشکارساز فلورسنت اندازه‌گیری شد (۱۸).

اکسیژن مصرفی بیشینه

در این پژوهش تمرینات به‌صورت دایره‌ای انجام گردید که طبق پژوهش‌های پیشین بر روی سطوح اکسیژن مصرفی بیشینه اثر معنی‌داری می‌گذارد (۱۹). با توجه به اهمیت اکسیژن مصرفی در محیط های که درگیر ذرات غبار و خاک هستند، در این پژوهش تغییرات مرتبط با اکسیژن مصرفی بیشینه با استفاده از معادله آگرون و همکاران (۲۰۱٤) سنجیده شد. این معادله به صورت زیر ارائه شده است (۲۰):

[ضربان قلب استراحتی (تعداد/دقیقه) ×۰/۰۱۱−] + [توده بدن (کیلوگرم) ×۰/۰۱۵] + [سن (سال) ×۰/۰۱٤−] +۳/٥٤۲=اکسیژن مصرفی بیشینه (لیتر/دقیقه)

تحلیل آماری

پس از ارزیابی توزیع طبیعی داده‌ها با استفاده از شیوه کلوموگروف–اسمیرنوف (P≥۰/۰۵)، داده‌ها ابتدا در نرم‌افزار اکسل کدبندی شدند. از میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف داده‌های مطالعه استفاده گردید. از روش تحلیل واریانس تکراری برای بررسی تفاوت معنادار در زمان‌های ارزیابی و نیز بین دو گروه مطالعه استفاده گردید. از آزمون تی مستقل پس از کم‌کردن نمره‌های پس‌آزمون از پیش‌آزمون دو گروه کنترل و تمرین برای متغیرهای درصد چربی و اکسیژن مصرفی بیشینه استفاده شد. برای بررسی آماری از نرم‌افزار spss20 استفاده گردید (P≤۰/۰۵).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آزمون کلوموگروف- اسمیرنوف نشان داد که داده های پژوهش از توزیع طبیعی برخوردار است (P>۰/۰۵). تفاوت معناداری برای اثر زمان در مورد اسید آمینه آرژنین، آلانین، لوسین، ایزولوسین، والین و درصد چربی بدن در گروه تمرین مشاهده شد (p<۰/۰۰۱). در صورتی که در گروه کنترل این تفاوت معنا دار گزارش نشد (P>۰/۰۵). اثر معناداری برای تعامل زمان و گروه در مورد متغیرهای تحقیق مشاهده نگردید (P>۰/۰۵). در مرحله پیش آزمون تفاوت معناداری بین دو گروه کنترل و تمرین برای متغیرهای پژوهش مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در مقایسه با پیش آزمون، آرژنین (P=۰/۰۰۱ ، ηp=۰/۹۸)، آلانین (P=۰/۰۳۲، ηp=۰/۷۸)، لوسین (P=۰/۰۰۱، ηp=۰/۹٦)، ایزولوسین (P=۰/۰۰٤، ηp=۰/٦٤)، والین (P=۰/۰۱۳، ηp=۰/۵۵) و درصد چربی (P=۰/۰٤۲، ηp=۰/۷٦)، اکسیژن مصرفی بیشینه (P=۰/۰۲۳ ، ηp=۰/۵۲) در تاریخ ۲۲ اردیبهشت تغییرات معناداری را در گروه تمرین نشان دادند در صورتی که تغییرات ۲۲ اردیبهشت تا ۲٤ اردیبهشت معنادار نبود (P>۰/۰۵). جدای از تغییرات آرژنین در ۲۲ اردیبهشت ماه (P=۰/۱۲)، تفاوت معناداری بین دو گروه کنترل و تمرین برای متغیر اسیدهای آمینه تحقیق در تاریخ ۲۲ اردیبهشت و ۲٤ اردیبهشت مشاهده شد (P<۰/۰۰۱). برای متغیرهای تحقیق تفاوت معناداری برای تغییر درصد چربی بدن بین دو گروه کنترل (۲۷ درصد به ۲۸ درصد: حدود چهار درصد) و تمرین (۲٦ درصد به ۱۹ درصد: حدود ۳٦ درصد) (t=۳/۲۵، p=۰/۰۱) و نیز اکسیژن مصرفی بیشینه گروه کنترل (۳٦ به ۳٤ میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه: حدود ٦- درصد) و تمرین (۳۵ به ٤٤ میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه: حدود ۲۵ درصد) مشاهده گردید (t=۲/٤۱، p=۰/۰۱).

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق در سه زمان ارزیابی

		پیش‌آزمون	۲۲ اردیبهشت		۲٤ اردیبهشت		f	سطح معناداری
آرژنین (میکرومول/لیتر)	کنترل	۹۸/۶۶±۱۱/۴۴	۱۰۱/۰۳±۱۶/۴۳	۰/۱۲	۱۱۰/۲۴±۱/۳۰	۰/۰۰۱ *	۶۲/۷۳	۰/۳۹۱
	تمرین	۹۵/۱۰±۱۷/۸۰	۹۹/۷۳±۲۲/۳۹		۱۰۱/۲۸±۱۹/۰۸		۰/۹۱	۰/۰۰۱ *
آلانین (میکرومول/لیتر)	کنترل	۳۹۱/۳۲±۲۹/۳۴	۳۸۵/۳۰±۳۴/۵۶	۰/۰۰۱ *	۳۸۱/۸۹±۳۱/۷۱	۰/۰۰۱ *	۳/۷۸	۰/۲۳۱
	تمرین	۳۸۷/۶۶±۲۸/۱۲	۴۶۳/۵۴±۳۰/۰۴		۳۶۸/۴۳±۳۶/۶۵		۶/۴۸	۰/۰۱۵ *
لوسین (میکرومول/لیتر)	کنترل	۱۳۵/۲۱±۲۲/۱۲	۱۳۳/۱۷±۳۴/۴۲	۰/۰۰۱ *	۱۲۸/۴۵±۲۹/۶۴	۰/۰۰۱ *	۴/۱۸	۰/۰۷۶
	تمرین	۱۳۴/۸۷±۳۶/۱۲	۱۵۴/۲۱±۲۱/۲۳		۱۵۵/۴۰±۳۲/۷۶		۶۴/۳۶	۰/۰۰۱ *
ایزولوسین (میکرومول/لیتر)	کنترل	۷۹/۷۶±۱۲/۱۰	۷۸/۳۱±۱۳/۴۷	۰/۰۰۱ *	۷۸/۶۶±۱۶/۲۱	۰/۰۰۱ *	۱/۳۴	۰/۳۳۰
	تمرین	۸۱/۱۹±۹/۹۰	۱۰۲/۸۲±۱۱/۸۰		۱۰۱/۳۴±۵۸/۳۲		۴۵/۸۷	۰/۰۰۴ *
والین (میکرومول/لیتر)	کنترل	۲۵۷/۸۵±۳۱/۲۲	۲۶۱/۵۸±۲۱/۷۴	۰/۰۰۱ *	۲۵۸/۶۹±۳۱/۴۸	۰/۰۰۱ *	۱/۱۴	۰/۳۸۰
	تمرین	۲۵۶/۳۲±۲۸/۵۴	۲۷۹/۸۲±۲۵/۰۹		۲۷۸/۳۳±۴۵/۲۹		۲۵/۱۸	۰/۰۱۳ *

* تفاوت معنادار برای اثر زمان در سطح آلفای پنج صدم، † تفاوت معنادار برای مقایسه اثر زمان بین دو گروه تمرین و کنترل

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات ورزشی منظم با بهبود درصد چربی بدن، آمادگی هوازی، اسیدهای آمینه آرژنین، آلانین، لوسین، ایزولوسین و والین می‌تواند آسیب‌های ناشی از قرارگیری در معرض ذرات گردوخاک را کاهش دهد. جایی که گریزی از قرارگیری در معرض ذرات گردوخاک در استان‌های درگیر؛ مانند کرمانشاه، ایلام و خوزستان وجود ندارد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد سطح آرژنین پلاسما پس از سه ماه تمرینات ورزشی منظم کاهش می‌یابد که می‌تواند خطر ابتلا به بیماری‌های ریوی نظیر آسم را در شرایط ذرات گرد و خاک کاهش دهد. بخشی از آسیب‌های ناشی از گرد و خاک را می توان به آزاد شدن رادیکال‌های آزاد نسبت داد که در این زمینه اکسید نیتریک نقش مهمی را بازی می‌کند. اکسید نیتریک (NO) توسط خانواده‌ای از ایزوآنزیم‌ها، سنتازهای اکسید نیتریک (NOSs) تولید می‌شود که همگی از ال-آرژنین به عنوان سوبسترا استفاده می‌کنند (۲۱). تولید NO در ریه و راه‌های هوایی می‌تواند نقش های متعددی را در طول رشد ریه ایفا کند از جمله تون ماهیچه صاف راه هوایی و عروق را تنظیم و در فرآیندهای التهابی و دفاع میزبان نقش دارد. تغییر هموستئاز ال-آرژینین/NO، به دلیل تجمع مهارکننده‌های NOS درون زا و رقابت برای سوبسترا با آنزیم-های آرژیناز، در شرایط مختلف موثر بر ریه و بیماری‌های ریوی، مانند آسم، انسداد مزمن ریه نقش دارد (۲۲). علاوه بر این آرژنین توسط طیف وسیعی از مسیرهای متابولیک استفاده می شود که انواع ترکیبات فعال بیولوژیکی مانند اکسید نیتریک، کراتین فسفات، آگماتین، پلی آمین ها، اورنیتین و سیترولین را تولید می کند. عرضه آرژنین در درجه اول توسط دو سیستم آنزیمی تنظیم می شود: آرژیناز (بخشی از چرخه اوره) و نیتریک اکسید سنتاز. آرژنین اثرات زیادی در بدن دارد که شامل تعدیل عملکرد سیستم ایمنی، بهبود زخم، ترشح هورمون، تون عروق، حساسیت به انسولین و عملکرد اندوتلیال می‌شود که پژوهش ها از اثر گذاری بیشتر آرژنین و ورزش بر روی استرس اکسیداتیو و سرکوب عوامل التهاب را نشان می‌دهند (۱۱).

قرار گرفتن در معرض آلاینده‌ها و ذرات گرد و خاک می‌تواند باعث آزاد سازی رادیکال های آزاد گردد و این آزاد سازی یکی از عوامل فعال سازی پروتئین‌های آلرژی زا می‌باشد که منجر به آسیب‌های سلولی و التهاب‌های سلولی در بدن می‌شوند (۲۳). نتایج این پژوهش افزایش معنادار سطح آلانین در گروه فعالیت ورزشی منظم را نشان داد که با توجه به نقش اصلی آلانین در بدن شامل سنتز پروتئین‌های بافتی و دآمین زدایی پیرووات و گلوتامات و همچنین آلانین آمینوترانسفراز بسیار اهمیت دارد (۲٤). این افزایش در سطوح آلانین باعث افزایش سطوح کارنوزین به عنوان یک آنتی اکسیدان می‌گردد و نقش بسیار مهمی در مقابله با رادیکال‌های آزاد دارد و یکی از آنتی اکسیدان های مهم بدن به شمار می‌رود (۲۵). زیرا پژوهش‌ها نشان می‌دهد آلانین می‌تواند سطوح کارنوزین بدن را افزایش دهد و به اینصورت مستقیم و غیر مستقیم بر رادیکال های آزاد تاثیر بگذارد (۲٦).

ژانگ و همکاران (۲۰۱٦)، نشان دادند که ذرات شن و غبار برانگیخته شده توسط طوفان‌های صحرایی می‌توانند به طور بالقوه باعث آسم، ذات الریه، بیماری مزمن انسدادی ریه و سایر بیماری‌های تنفسی شوند (۲۷). علاوه بر آن پژوهش‌ها

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

نشان می‌دهد که گرد و غبار بر روی سطوح تنفسی و حداکثر اکسیژن بیشینه تاثیر منفی می‌گذارد و باعث کاهش ظرفیت ریوی می‌گردد (۲۸). بهبود اکسیژن مصرفی بیشینه نتیجه قابل انتظار تحقیق حاضر بود. به نظر می‌رسد با بهبود عملکرد ریه، کارائی اکسیژن رسانی به بافت‌های فعال و ضروری افزایش و یا حفظ شده و این می‌تواند با افزایش مصرف اکسیژن و بهبود آمادگی قلبی عروقی همراه شود (۲۹). این تغییرات در نهایت با کاهش خطر آسیب‌های ناشی از ذرات گرد و خاک همراه می‌شود که همسو با مطالعات قبلی و اثرگذاری ورزش بر سطح اکسیژن بیشینه مصرفی و بهبود ظرفیت ریوی می‌باشد (۳۰-۳۲). در پاره‌ای تحقیقات اثر ذرات گرد و خاک بر سلامت و اکسیژن مصرفی پاکبانان شهری مورد بررسی قرار گرفته (۲, ۳۳) که عدم تغییر ظرفیت ریه و اکسیژن مصرفی گزارش شده است. در تحقیق حاضر رخداد گرد و خاک پس از القای فعالیت ورزشی منظم و در مردان سالم غیرفعال مورد بررسی قرار گرفت در صورتی که در تحقیقات پیشین فعالیت پاکبانان حین استنشاق ذرات ارزیابی شده است. در نهایت داشتن آمادگی هوازی بالاتر و نیز ظرفیت بیشتر ریه به پذیرش کمتر آسیب های ناشی از گرد و خاک منجر شده است.

طبق پژوهش های انجام شده بین آلودگی هوا ،گرد و غبار و افزایش چاقی و درصد وزن بدن ارتباط معناداری وجود دارد (۳٤). همچنین پژوهش‌ها ساز و کار بالقوه افزایش خطر چاقی ناشی از آلودگی هوا، از جمله التهاب، استرس اکسیداتیو، عدم تعادل متابولیک، اختلالات معدی- روده و تغییرات اپی ژنتیک را توصیف می‌کنندکه هر کدام می تواند در افزایش وزن و افزایش درصد چربی اثرگذار باشد (۳۵). نتایج این پژوهش اثر معنا دار ورزش بر کاهش درصد چربی گروه فعالیت ورزشی منظم را نشان می‌دهد که این نتیجه می‌تواند با توجه به اثر گذاری آلودگی هوا و ریزگردها بر سطوح درصد چربی و چاقی بدن بسیار پر اهمیت باشد. در واقع نتایج این پژوهش همسو با سایر پژوهش‌ها که اثر گذاری معنا دار ورزش بر کاهش سطوح درصد چربی بدنی را نشان می‌دهند می‌باشد (۳٦, ۳۷). زو و همکاران (۲۰۱۰)، بالا بودن ذرات آلاینده را عامل خطر برای توسعه مقاومت انسولین، چاقی و التهاب گزارش کردند (۳۸). بین افزایش وزن و چاقی و افزایش عوامل التهابی ارتباط وجود دارد و این در حالی است که کاهش وزن می‌تواند حتی مستقل از ورزش منجر به کاهش نشانگرهای التهابی شود. پاره‌ای از مطالعات نیز اثر اصلی ورزش بر کاهش عوامل التهابی و القای فاکتورهای ضدالتهابی را به کاهش وزن ناشی از ورزش نسبت داده‌اند. فشی و همکاران (۲۰۱۵)، در تحقیق خود نشان دادند که قرارگیری در معرض ذرات آلاینده با افزایش وزن بدن موش‌ها همراه می‌شود و این در حالی است که اضافه کردن ورزش به شرایط قرارگیری در معرض ذرات آلاینده، افزایش توده بدن را تعدیل می‌کند (۱۲). در تحقیق حاضر درصد چربی بدن در گروه فعالیت ورزشی منظم کاهش معناداری را نشان داد که همراه با بهبود توده بدون چربی (حدود ۱۰ درصد) همراه بوده است. بهبود توده بدون چربی و یا توده عضلانی در نتیجه فعالسازی مسیرهای آنابولیک و سنتز پروتئین امکان پذیر است جاییکه اسیدهای آمینه شاخه دار لوسین، ایزولوسین و والین نقش مهمی را بازی می کنند. بعلاوه آمینه اسیدهای شاخه دار، در عملکردهای فیزیولوژیکی کل بدن مانند رشد، ایمنی، متابولیسم پروتئین، متابولیسم اسیدهای چرب و انتقال گلوکز حیاتی است (۳٤). در واقع اسیدهای آمینه شاخه دار لوسین، ایزولوسین و والین سطوح سنتز پروتئین را به همراه تمرینات ورزشی تحریک می کنند (۳۹) و سنتز پروتئین بالاتر با کاهش چربی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

ارتباط مستقیم دارد. علاوه بر این آمینه های شاخه دار در کاتابولیسم نقش دارند و تحقیقات نشان داده است که اسید آمینه های شاخه دار در باعث بهبود مقاومت به انسولین و همچنین کاهش کاتابولیسم بدن می شوند(۴۰). همچنین آمینه اسیدهای شاخه دار می توانند بر مهار دریافت غذا و انتقال اسیدهای چرب و همچنین القای فسفوریلاسیون پروتئین ریبوزومی تاثیر بگذارد که در مجموع، این داده‌ها نقش متفاوت آمینه اسیدهای شاخه دار را در متابولیسم لیپید نشان می‌دهند و شواهد اولیه‌ای را ارائه می‌دهند که می توانند به سطح متابولیسم بدن کمک نمایند(۴۱). با توجه به پژوهش های قبلی آمینه اسیدهای شاخه دار ارتباط مستقیمی با سطوح متابولیسم و سنتز پروتیین دارند که فرایند باعث کاهش سطوح چربی می گردد (۳۹, ۴۰) که این مطالعات و نتایج آن همسو با نتایج این پژوهش در مورد سطح معنی دار کاهش چربی در گروه فعال می باشد. پژوهش حاضر دارای محدودیت های بود که از آن جمله می_توان به نمونه تحقیق (مردان غیر فعال) و ویژگی محیطی متفاوت سه استان کرمانشاه، خوزستان و ایلام اشاره کرد زیرا دمای هوا در سه استان حین رخداد ذرات گرد و خاک متفاوت بود. پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آینده جمعیت های ویژه در معرض ذرات گرد و خاک بررسی و نیز شرایط محیطی یکسان استفاده شود.

نتیجه‌گیری

در نهایت تمرینات ورزشی منظم با بهبود آمادگی هوازی، درصد چربی و سطح اسیدهای آمینه آرژنین، آلانین، لوسین، ایزولوسین و والین می‌تواند آسیب‌های ناشی از قرارگیری در معرض ذرات گردوخاک را در مردان سالم در استان‌های درگیر ذرات گردوخاک کاهش دهد؛ بنابراین به نظر می‌رسد گسترش فعالیت‌های ورزشی منظم در محیط‌های با هوای سالم و پاک در طول سال می‌تواند عوارض ناشی از ذرات گردوخاک را در روزهای ناپاک کاهش و به حداقل برساند.

تشکر و قدردانی: نویسندگان مقاله حاضر بر خود لازم می‌دانند تا از همه عزیزان و آزمودنی‌های تحقیق حاضر کمال سپاسگزاری را داشته باشند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

مطالعه حاضر حاصل طرح پژوهشی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور- بنیاد ملی علم ایران به شماره طرح ۴۰۱۳۰۶۰، معاونت علمی ریاست‌جمهوری بوده است.

References

1. Saffar Ak, Norouzi H, Choobkar N, Kermanshahi Ls. Seasonal And Spatial Zoning Of Air Quality Index And Ambient Air Pollutants In Ahvaz Oil And Gas Factories With Geographic Information System. Environmental Engineering & Management Journal (Eemj). 2023;22(5).DOI:10.30638/eemj.2023.077.
2. Habybabady Rh, Sis Hn, Paridokht F, Ramrudinasab F, Behmadi A, Khosravi B, Et Al. Effects Of Dust Exposure On The Respiratory Health Symptoms And Pulmonary Functions Of Street Sweepers. The Malaysian Journal Of Medical Sciences: Mjms. 2018;25(6):76.DOI: 10.21315/mjms2018.25.6.8.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

3. Farajzadeh M, Alizadeh K. Temporal And Spatial Analysis Of Dust Storms In Iran. The Journal Of Spatial Planning. 2011;15(1):65-84. doi.org/10.22092/ijrdr.2020.123150.
4. Esmaeil N, Gharagozloo M, Rezaei A, Grunig G. Dust Events, Pulmonary Diseases And Immune System. American Journal Of Clinical And Experimental Immunology. 2014;3(1):20.
5. Li P, Yin Y-L, Li D, Kim Sw, Wu G. Amino Acids And Immune Function. British Journal Of Nutrition. 2007;98(2):237-52.DOI: 10.1017/S000711450769936X.
6. Martí I Líndez A-A, Reith W. Arginine-Dependent Immune Responses. Cellular And Molecular Life Sciences. 2021;78(13):5303-24.DOI: 10.1007/s00018-021-03828-4.
7. Salazar Mr, Carvajal H, Curciarello Jo, Aizpurua M, Adrover Re, Riondet B. Alanine-Aminotransferase: An Early Marker For Insulin Resistance? Medicina-Buenos Aires-. 2007;67(2):125.
8. Hoffman J, Ratamess N, Ross R, Kang J, Magrelli J, Neese K, Et Al. B-Alanine And The Hormonal Response To Exercise. International Journal Of Sports Medicine. 2008:952-8.DOI: 10.1055/s-2008-1038678.
9. Smaniotto S, Alves Martins-Neto A, Dardenne M, Savino W. Growth Hormone Is A Modulator Of Lymphocyte Migration. Neuroimmunomodulation. 2011;18(5):309-13.DOI: 10.1159/000329497.
10. Coleman Dn, Lopreiato V, Alharthi A, Loor Jj. Amino Acids And The Regulation Of Oxidative Stress And Immune Function In Dairy Cattle. Journal Of Animal Science. 2020;98(Supplement_1):S175-S93.doi.org/10.1093/jas/skaa138.
11. King Ne, Rothenberg Me, Zimmermann N. Arginine In Asthma And Lung Inflammation. The Journal Of Nutrition. 2004;134(10):2830s-6s.DOI: 10.1093/jn/134.10.2830S.
12. Fashi M, Alinejad Ha, Mahabadi Ha. The Effect Of Aerobic Exercise In Ambient Particulate Matter On Lung Tissue Inflammation And Lung Cancer. Iranian Journal Of Cancer Prevention. 2015;8 (3).DOI: 10.1093/jn/134.10.2830S.
13. Fashi M, Ahmadizad S. Short-Term Hypoxic Resistance Training Improves Muscular Performance In Untrained Males. Science & Sports. 2021;36(4):312. E1-. E6.doi.org/10.1016/j.scispo.2020.10.003.
14. Holeček M. Branched-Chain Amino Acids In Health And Disease: Metabolism, Alterations In Blood Plasma, And As Supplements. Nutrition & Metabolism. 2018;15(1):1-12.doi.org/10.1186/s12986-018-0271-1.
15. Calder Pc. Branched-Chain Amino Acids And Immunity. The Journal Of Nutrition. 2006;136(1):288s-93s.DOI: 10.1093/jn/136.1.288S.
16. Arabnejd N, Pourranjbar M, Rafie F. Effect Of Compound Circular Exercises On Some Of The Blood Parameters And Immune System In Non-Athlete Students. Sport Sciences For Health. 2019;15:149-55.DOI: 10.1007/s11332-018-0504-8.
17. Barreira Tv, Renfrow Ms, Tseh W, Kang M. The Validity Of 7-Site Skinfold Measurements Taken By Exercise Science Students. International Journal Of Exercise Science. 2013;6(1):4.
18. Comhair Sa, Mcdunn J, Bennett C, Fettig J, Erzurum Sc, Kalhan Sc. Metabolomic Endotype Of Asthma. The Journal Of Immunology. 2015;195(2):643, 50.DOI: 10.4049/jimmunol.1500736.
19. Taufik Ms, Setiakarnawijaya Y, Dlis F. Effect Of Circuit And Interval Training On Vo2max In Futsal Players. Journal Of Physical Education And Sport. 2021;21:2283-8.DOI: 10.7752/jpes.2021.s4305.
20. Rexhepi Am, Brestovci B. Prediction Of Vo 2 Max Based On Age, Body Mass, And Resting Heart Rate. Human Movement. 2014;15(1):56-9.DOI: 10.2478/humo-2014-0003.
21. Fogarty A, Broadfield E, Lewis S, Lawson N, Britton J. Amino Acids And Asthma: A Case-Control Study. European Respiratory Journal. 2004;23(4):565-8.DOI: 10.1183/09031936.04.00090404
22. Ashutosh K. Nitric Oxide And Asthma: A Review .Current Opinion In Pulmonary Medicine. 2000;6(1):21-5.DOI: 10.1097/00063198-200001000-00005.
23. Shiraiwa M, Selzle K, Pöschl U. Hazardous Components And Health Effects Of Atmospheric Aerosol Particles: Reactive Oxygen Species, Soot, Polycyclic Aromatic Compounds And Allergenic Proteins. Free Radical Research. 2012;46(8):927-39.DOI: 10.3109/10715762.2012.663084.
24. Zhao S, Chi A, Wan B, Liang J. Differential Metabolites And Metabolic Pathways Involved In Aerobic Exercise Improvement Of Chronic Fatigue Symptoms In Adolescents Based On Gas Chromatography–Mass Spectrometry. International Journal Of Environmental Research And Public Health. 2022;19(4):2377.DOI: 10.3390/ijerph19042377.
25. Malathy D, Anusha D, Karthika K, Punnagai K. Evaluation Of Antidiabetic And Antioxidant Activities Of L-Carnosine Using Enzyme Inhibition And Free Radical Scavenging Assays: An In-Vitro Study. Journal Of Clinical & Diagnostic Research. 2023;17(7).doi.org/10.7860/JCDR/2023/62814.18199

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]

26. Turcu I, Oancea B, Chicomban M, Simion G, Simon S, Negriu Tiuca Ci, Et Al. Effect Of 8-Week B-Alanine Supplementation On Crp, Il-6, Body Composition, And Bio-Motor Abilities In Elite Male Basketball Players. International Journal Of Environmental Research And Public Health. 2022;19(20):13700.DOI: 10.3390/ijerph192013700.
27. Zhang X, Zhao L, Tong Dq, Wu G, Dan M, Teng B. A Systematic Review Of Global Desert Dust And Associated Human Health Effects. Atmosphere. 2016;7(12):158.doi.org/10.3390/atmos7120158.
28. Debray P, Misra J, Ghosh C. Peak Expiratory Flow Rate And Cardio-Respiratory Fitness Of Bengali Workers Exposed To Dust And Plant Source Particulate Matters. Indian Journal Of Community Medicine. 2002;27(4):171.doi.org/10.3126/ijosh.v2i2.6594
29. Hassel E ,Stensvold D, Halvorsen T, Wisløff U, Langhammer A, Steinshamn S. Association Between Pulmonary Function And Peak Oxygen Uptake In Elderly: The Generation 100 Study. Respiratory Research. 2015;16(1):1-8.DOI: 10.1186/s12890-018-0762-x.
30. Wagner Pd. Determinants Of Maximal Oxygen Consumption. Journal Of Muscle Research And Cell Motility. 2023;44(2):73-88.DOI: 10.1007/s10974-022-09636-y.
31. Clemente Fm, Clark C, Castillo D, Sarmento H, Nikolaidis Pt, Rosemann T, Et Al. Variations Of Training Load, Monotony, And Strain And Dose-Response Relationships With Maximal Aerobic Speed, Maximal Oxygen Uptake, And Isokinetic Strength In Professional Soccer Players. Plos One. 2019;14(12):E0225522.DOI: 10.1371/journal.pone.0225522.
32. Bjelica B, Milanović L, Aksović N, Zelenović M, Božić D. Effects Of Physical Activity To Cardiorespiratory Changes. Turkish Journal Of Kinesiology. 2020;6(4):164-74.DOI: 10.31459/turkjkin.832955.
33. Tolera St. Occupational Diseases Among Sanitary Workers In Worldwide: Systematic Review. 2023.doi.org/10.3389/fpubh.2023.1304977.
34. Lee H. Dust Storms And Years Of Life Lost In Seoul, South Korea: A Distributed Lag Analysis. Environmental Epidemiology. 2019;3:230.DOI: 10.1097/01.EE9.0000608388.17772.8d.
35. Shi X, Zheng Y, Cui H, Zhang Y, Jiang M. Exposure To Outdoor And Indoor Air Pollution And Risk Of Overweight And Obesity Across Different Life Periods: A Review. Ecotoxicology And Environmental Safety. 2022;242:113893.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113893.
36. Patiño-Villada Fa, González-Bernal Jj, González-Santos J, De Paz Ja, Jahouh M, Mielgo-Ayuso J, Et Al. Relationship Of Body Composition With The Strength And Functional Capacity Of People Over 70 Years. International Journal Of Environmental Research And Public Health. 2020;17(21):7767.DOI: 10.3390/ijerph17217767.
37. O'donoghue G, Blake C, Cunningham C, Lennon O, Perrotta C. What Exercise Prescription Is Optimal To Improve Body Composition And Cardiorespiratory Fitness In Adults Living With Obesity? A Network Meta-Analysis. Obesity Reviews. 2021;22(2):E13137.DOI: 10.1111/obr.13137.
38. Xu X, Yavar Z, Verdin M, Ying Z, Mihai G, Kampfrath T, Et Al. Effect Of Early Particulate Air Pollution Exposure On Obesity In Mice: Role Of P47phox. Arteriosclerosis, Thrombosis, And Vascular Biology. 2010;30(12):2518-27.DOI: 10.1161/ATVBAHA.110.215350.
39. Santos Cds, Nascimento Fel. Isolated Branched-Chain Amino Acid Intake And Muscle Protein Synthesis In Humans: A Biochemical Review. Einstein (Sao Paulo). 2019;17.DOI: 10.31744/einstein_journal/2019RB4898
40. Trautman Me, Richardson Ne, Lamming Dw. Protein Restriction And Branched-Chain Amino Acid Restriction Promote Geroprotective Shifts In Metabolism. Aging Cell. 2022;21(6):E13626.DOI: 10.1111/acel.13626
41. Bishop Ca, Schulze Mb, Klaus S, Weitkunat K. The Branched-Chain Amino Acids Valine And Leucine Have Differential Effects On Hepatic Lipid Metabolism. The Faseb Journal. 2020;34(7):9727-39.DOI: 10.1096/fj.202000195R.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1403.22.28.2.9]