

Research Paper  

## The effect of eight mountain sessions with green tea supplementation on resistin and cardiovascular risk factors in overweight men

Saeid Dabbagh Nikoukheslat<sup>1</sup>, Mostafa Khani<sup>1,2</sup>, Mehdi Aalizadeh<sup>1\*</sup>, Gholamreza Moghaddam<sup>1</sup>

Received: Feb 02, 2025

Revised: Feb 07, 2025

Accepted: Feb 08, 2025

### ABSTRACT

**Objective:** Overweight and obesity increase resistin and cardiovascular factors. Therefore, the aim of the present study was to investigate the effect of eight sessions of mountain climbing with green tea supplementation on resistin and cardiovascular risk factors in overweight men.

**Methodology:** In this quasi-experimental study, 40 overweight men from Tabriz, aged 30 to 40 years, were randomly divided into 4 groups of 10 (control, supplement, exercise, and supplement and exercise). Green tea supplementation was consumed for eight weeks in three meals a day, 2.5 grams per meal. Mountain climbing training also started at low altitude and low intensity for eight weeks (one session per week) and gradually increased in altitude and intensity. Blood samples were also collected in two stages, 48 hours before the start and 48 hours after the end of the eight weeks, after 8 to 10 hours of fasting. Multivariate and univariate analysis of covariance were used to test the hypotheses.

**Results:** The results showed that eight sessions of mountain climbing with green tea supplementation had a significant effect on reducing resistin and cardiovascular risk factors (hs-CRP, TG) in overweight men ( $P < 0.05$ ), but had no significant effect on cardiovascular risk factors (LDL-C, HDL-C) ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion:** It seems that mountain climbing with green tea supplementation can be beneficial in reducing resistin and cardiovascular risk factors in overweight men.

**Keywords:** cardiovascular factors, resistin, mountain climbing, green tea, overweight, obesity.

1. Department of exercise physiology, Faculty of physical education and sports sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

2. PhysioGenEx Lab, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

\* Corresponding author's e-mail address: [alizadehmehdi67@yahoo.com](mailto:alizadehmehdi67@yahoo.com)

Citation: N S, Kh M, Aalizadeh M, M Gh. The effect of eight mountain sessions with green tea supplementation on resistance and cardiovascular risk factors in overweight men. *Metabolism and Exercise*. 2025;15(2):1-16.

DOI: <https://doi.org/10.22124/jme.2025.29741.391>

## Extended Abstract

### Introduction and State of Problem

Nowadays, physical inactivity and overweight are considered as one of the most important health issues. Physical inactivity, overweight and obesity are the underlying causes of many diseases, including diabetes and cardiovascular diseases. In cardiovascular patients, it is manifested by increased blood pressure, increased low-density lipoprotein (LDL), total cholesterol (TC), triglycerides (TG) and decreased high-density lipoprotein (HDL) (1). Resistin significantly reduces hepatic LDL receptors in obese individuals. Therefore, high serum resistin levels are a key pathophysiological link between obesity, high LDL and atherogenesis in humans (4). Green tea also contains a high percentage of polyphenols. Flavonoids are one of the most important antioxidant groups used to prevent cardiovascular damage. Therefore, the researcher is trying to investigate whether eight sessions of mountain climbing with green tea supplementation have an effect on resistin and cardiovascular risk factors in overweight men?

### Methodology

The present study was a quasi-experimental and applied study with a pretest-posttest design. The statistical population of the present study was overweight men in Tabriz city with an age range of 30 to 40 years who were randomly divided into 4 groups of 10 (control, green tea supplement in three meals and 2.5 grams per meal, exercise, and a combined exercise and supplement group). The subjects brewed and consumed dry green tea in a cup of boiling water (19-21). The exercise group had eight weeks (one session per week) of mountain climbing, starting from low altitude and low intensity and gradually increasing altitude and intensity. Blood sampling was performed in two stages, 48 hours before the start and 48 hours after the end of the eight weeks, after 8 to 10 hours of fasting, to measure resistin and TG, LDL-C, and HDL-C levels (23). The Kolmogorov-Smirnov test was used to check the normality of the data, and the multivariate and univariate analysis of covariance was used at a significance level equal to and less than 0.05 to check Hypotheses were used. SPSS version 18 and Excel software were used in this research.

### Results

The results showed that eight sessions of mountain climbing with green tea supplementation had a significant effect on reducing resistin and cardiovascular risk factors (hs-CRP, TG) in overweight men ( $P < 0.05$ ), but had no significant effect on cardiovascular risk factors (LDL-C, HDL-C) ( $P > 0.05$ ).

### Discussion and Conclusion

Overall, human studies also indicate that long-term consumption of green tea can be effective against obesity and type 2 diabetes and help reduce the risk of cardiovascular disease.

### Originality/Value

The use of mountain climbing exercises along with green tea consumption and the examination of resistin and cardiovascular risk factors could be the strength and originality of this research.

### Research Limitations/Implications

The subjects in this study were overweight men aged 30 to 40 who only did one climbing session per

week. Therefore, it is possible that other populations with different numbers of climbing sessions would have different results.

### Ethical Considerations

#### Compliance with ethical guidelines

This research was conducted in accordance with the ethical protocols of the Biomedical Committee of the University of Tabriz.

#### Funding

This study received no funding from public, commercial, or non-profit Organizations.

#### Authors' contribution

All authors contributed to the design, implementation, and writing of all parts of the present study.

#### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict.

#### Acknowledgments

The authors express their gratitude to the people who participated in this study and to their research staff.

### References

- 1) Naghii MR, Aref MA, Hedayati M. Effect of regular physical activity on non-lipid (novel) cardiovascular risk factors. 2012.
- 2) Ouchi N, Parker JL, Lugus JJ, Walsh K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. *Nature reviews immunology*. 2011.
- 3) Valizadeh A, Akbarnejad A, Yare M, Rajabi A, Bavardi-Moghadam E. The Effect of Aerobic Exercise on Resistin, Glycated Hemoglobin, Indicator of Insulin Resistance and Some Cardiovascular Risk Factors in Obese Women with Type 2 Diabetes. *Journal of Sport Biosciences*. 2018;10(3):263-82.
- 4) Cirillo P, Maresca F, Di Palma V, Ziviello F, Bevilacqua M. Adipose tissue in the pathophysiology of cardiovascular disease: Who is guilty? *World Journal of Hypertension*. 2012;2(1):13-21.
- 5) Bruun JM, Stallknecht B, Helge JW, Richelsen B. Interleukin-18 in plasma and adipose tissue: effects of obesity, insulin resistance, and weight loss. *European journal of endocrinology*. 2007;157(4):465-71.
- 6) Banerjee RR, Rangwala SM, Shapiro JS, Rich AS, Rhoades B, Qi Y, et al. Regulation of fasted blood glucose byresistin. *Science*. 2004;303(5661):1195-8.
- 7) Nejati F, Bijeh N, Moazzami M. Effect of Water Aerobic Training with and Without GreenTea on Some Cardiovascular Risk Factors and Body Composition in Sedentary Postmenopausal Women. *Research in Medicine*. 2019;43(3):143-9.
- 8) Hemmati Shakarab S, Piralayi E, Bahram E, Ahmadian E, Razzaghi A, Ghayem Alayi N. The effect of whole body resistance training on the serum levels of furin, adipoline and C-reactive protein in overweight elderly men. *Journal of Sports and Biomotor Sciences*. 2023;15(30):108-20.
- 9) Speciale A, Chirafisi J, Saija A, Cimino F. Nutritional antioxidants and adaptive cell responses: an update. *Current molecular medicine*. 2011;11(9):770-89.
- 10) Zolfaghary M, Taghian F, Hedayati M. Comparing the effect of green tea extract consumption, aerobic exerciseand combination of these two methods on CRP level in obese women. 2013.

- 11) Edlinger C, Schreiber C, Goebel B, Pistulli R, Paar V, Schernthaner C, et al. Impact of Moderate Altitude on Pro-Inflammatory Cytokines in Healthy Volunteers. *Clinical Laboratory*.2017.
- 12) Cardoso GA, Salgado JM, Cesar MdC, Donado-Pestana CM. The effects of green tea consumption and resistance training on body composition and resting metabolic rate in overweight or obese women. *Journal of medicinal food*. 2013;16(2):1.
- 13) Jurgens TM, Whelan AM, Killian L, Doucette S, Kirk S, Foy E. Green tea for weight loss and weight maintenance in overweight or obese adults. *Cochrane database of systematic reviews*. 2012.
- 14) Moradi H, Kolahdozi S, AHMADI KGF, ARABZADE GH, Asjodi F, Rezvan K. The effects of eight weeks resistance training and green tea supplementation on cardiovascular risk factors in overweight men. 2014.
- 15) Nejati F, Bijeh N, Moazzami M. Effect of Water Aerobic Training with and Without GreenTea on Some Cardiovascular Risk Factors and Body Composition in Sedentary Postmenopausal Women. *Research in Medicine*. 2019;43(3):143-9.
- 16) Vakili J, Hosseinpour L. The effects of 8 weeks aerobic exercise training along with green tea consumption on the cardiovascular risk factors in obese women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2015;3(5):78-88.
- 17) Mohammad Zamani T, Kazemizadeh V, Babaei N. The Effect of Aerobic Activity along with Green Tea and Coffee Consumption on Fat Oxidation and Blood Pressure in Overweight Girls. *Journal of Isfahan Medical School*. 2023;41(714):234-42.
- 18) Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*. 1978;40(3):497-504.
- 19) Sadeghi M, Jalali Dehkordi K, Sharifi G. compare the effect of 8 weeks combined training and conjugated linoleic acids supplementation on serum levels of resistin, Fasting Glucose, insulin resistance and Cardiovascular risk factors obese women. *Pars Journal of Medical Sciences*. 2022;16(2).
- 20) Cho SY, Park PJ, Shin HJ, Kim Y-K, Shin DW, Shin ES, et al. (-)-Catechin suppresses expression of Kruppel-like factor 7 and increases expression and secretion of adiponectin protein in 3T3-L1 cells. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2007;292(4):E1166-E72.
- 21) Jafari Ghaleh No SA, Fathi M, Hejazi K, Ziayi M. The effects of eight weeks of aerobic interval exercise on omentin-1, resistin, and adiponectin in elderly men with type 2 diabetes. *Pathobiology Research*. 2017.
- 22) Nagao T, Komine Y, Soga S, Meguro S, Hase T, Tanaka Y, Tokimitsu I. Ingestion of a tea rich in catechins leads to a reduction in body fat and malondialdehyde-modified LDL in men. *The American journal of clinical nutrition*. 2005;81(1):122.
- 23) Fathei M, Khairabadi S, Ramezani F, Hejazi K. The effects of eight weeks aerobic training, green tea supplementation and compound of them on serum liver enzymes and apolipoproteins in inactive overweight women. *Medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2016;59(2):114-23.
- 24) Chen I-J, Liu C-Y, Chiu J-P, Hsu C-H. Therapeutic effect of high-dose green tea extract on weight reduction: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clinical nutrition*. 2016;35(3):592-9.
- 25) Sunil M, Sunitha V, Santhakumaran P, Mohan MC, Jose MS, Radhakrishnan E, Mathew J. Protective effect of (+)-catechin against lipopolysaccharide-induced inflammatory response in RAW 264.7 cells through downregulation of NF- $\kappa$ B and p38 MAPK. *Inflammopharmacology*. 2021;29(4):1139-55.

- 26) Asbaghi O, Kelishadi MR, Larky DA, Bagheri R, Amirani N, Goudarzi K, et al. The effects of green tea extract supplementation on body composition, obesity-related hormones and oxidative stress markers: a grade-assessed systematic review and dose-response meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Nutrition*. 2023;1-33.
- 27) Stepan CM, Lazar MA. The current biology of resistin. *Journal of internal medicine*. 2004;255(4):439-47.
- 28) Norman G, Norton GR, Libhaber CD, Michel F, Majane OH, Millen AM, et al. Independent associations between resistin and left ventricular mass and myocardial dysfunction in a community sample with prevalent obesity. *International Journal of Cardiology*. 2015;196:81-7.
- 29) Tripathi D, Kant S, Pandey S, Ehtesham NZ. Resistin in metabolism, inflammation, and disease. *The FEBS journal*. 2020;287(15):3141-9.
- 30) Haghighi AH, Yarahmadi H, IldarAbadi A. The effect of green tea and aerobic exercise on serum adiponectin and ghrelin. *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2015;57(8):904-12.
- 31) Amozadeh H, Shabani R, Nazari M. The effect of aerobic training and green tea supplementation on cardio metabolic risk factors in overweight and obese females: a randomized trial. *International journal of endocrinology and metabolism*. 2018;16(4).
- 32) Taherkhani S, Bahri F. The effect of 8 weeks aerobic training and consuming green tea on Lipid Profile and the blood sugar of overweight men. *Journal of Advanced Pharmacy Education&Research* | Jan-Mar. 2020;10(S1).



## تأثیر هشت جلسه کوهنوردی به همراه مکمل چای سبز بر ریزستین و ریسک فاکتورهای

## قلبی-عروقی در مردان دارای اضافه وزن

سعید دباغ نیکوخلصلت<sup>1</sup>، مصطفی خانی<sup>1</sup>،<sup>2</sup> مهدی عالی زاده\*<sup>1</sup>، غلامرضا مقدم<sup>1</sup>

تاریخ پذیرش: 1403/11/19

تاریخ بازنگری: 1403/11/18

تاریخ دریافت: 1403/11/13

## چکیده

**هدف:** اضافه وزن و چاقی موجب افزایش ریزستین و فاکتورهای قلبی-عروقی می شود. لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر هشت جلسه کوهنوردی به همراه مکمل چای سبز بر ریزستین و ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی در مردان دارای اضافه وزن بود. **روش شناسی:** در این پژوهش نیمه تجربی، 40 مرد با اضافه وزن از شهر تبریز با دامنه سنی 30 تا 40 سال حضور داشتند که در 4 گروه 10 نفره (کنترل، مکمل، تمرین و نیز مکمل و تمرین) به صورت تصادفی تقسیم شدند. مکمل چای سبز مدت هشت هفته و روزانه در سه وعده و در هر وعده 2/5 گرم مصرف شد. تمرین کوهنوردی نیز به مدت هشت هفته (هر هفته یک جلسه) از ارتفاع پایین و شدت کم شروع گردید و به صورت تدریجی ارتفاع و شدت افزایش یافت. نمونه های خون گیری نیز در دو مرحله، 48 ساعت پیش از شروع و 48 ساعت پس از پایان هشت هفته، بعد از 8 تا 10 ساعت ناشتایی انجام شد. از روش تحلیل کوواریانس چندمتغیره و تک متغیره برای بررسی فرضیه ها استفاده شد.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که هشت جلسه کوهنوردی به همراه مکمل چای سبز بر کاهش ریزستین و ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی (TG، hs-CRP) مردان دارای اضافه وزن تأثیر معنی داری دارد ( $P < 0/05$ )، اما بر ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی (LDL-C، HDL-C) تأثیر معنی داری نداشت ( $P > 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** به نظر می رسد کوهنوردی به همراه مکمل چای سبز می تواند بر کاهش ریزستین و ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی در مردان دارای اضافه وزن مفید واقع شود.

**واژه های کلیدی:** فاکتورهای قلبی-عروقی، ریزستین، کوهنوردی، چای سبز، اضافه وزن، چاقی.

1. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. 2. آزمایشگاه فیزیوژنیکس،

دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

\* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: alizadehmehdi67@yahoo.com

**ارجاع دهی:** نیکوخلصلت س، خانی م، عالی زاده م، مقدم غ. تأثیر هشت جلسه کوهنوردی به همراه مکمل چای سبز بر ریزستین و ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی در مردان دارای اضافه وزن. سوخت و ساز و فعالیت ورزشی. 2025؛ 15(2): 1-16.

DOI: <https://doi.org/10.22124/jme.2025.29741.391>

## نوآوری پژوهش و پیام کلی

استفاده از تمرینات کوهنوردی به همراه مصرف چای سبز و بررسی ریزستین و عوامل خطر قلبی-عروقی می تواند از نقاط قوت و نوآوری این تحقیق باشد. به نظر می رسد مصرف طولانی چای سبز همراه با تمرینات کوهنوردی در مقابل چاقی های مفرط و سندروم متابولیک موثر بوده و می تواند به کاهش خطر بیماری های قلبی-عروقی کمک کند.



## مقدمه

امروزه کم تحرکی و اضافه وزن زمینه ساز بسیاری از بیماری‌ها از جمله دیابت، بیماری‌های قلبی عروقی قلمداد می‌شوند. بیماران قلبی عروقی معمولاً با افزایش فشار خون، لیپوپروتئین کم چگال (LDL)، کلسترول تام (TC)، تری گلیسیرید (TG) و کاهش لیپوپروتئین پرچگال (HDL) مواجه هستند (1). از طرفی، عملکرد بافت چربی به عنوان ارگان اندوکرین با ترشح چندین ماده بیواکتیو به عنوان فاکتورهای مترشحه مشتق از بافت چربی یا آدیپوکین‌ها شناخته شده است که فعالیت‌های پیش التهابی یا ضد التهابی دارند و تولید و ترشح نامنظم این آدیپوکین‌ها مرتبط با اختلال عملکرد بافت چربی می‌تواند به پاتوژنز عوارض مرتبط به چاقی کمک کنند (2). از مهمترین سایتوکین‌هایی که در بافت چربی بیان و ترشح می‌گردد رزیستین است (3) که متعلق به خانواده ای از پروتئین‌های با انتهای کربوکسیل غنی از سیستین می‌باشد که به مولکول‌های شبه رزیستین (REL<sub>M</sub>) یا پروتئین‌های موجود در نواحی التهابی (FIZZ) نیز معروف است. رزیستین در افراد چاق گیرنده‌های LDL کبدی را به طور چشمگیری کاهش می‌دهد. بنابراین سطوح بالای رزیستین سرم ارتباط کلیدی پاتوفیزیولوژیکی بین چاقی، LDL بالا و آتروژنز در انسان دارد (4). این پروتئین از طریق افزایش بیان ژن CD36 (نوعی پروتئین اینتگرال غشایی)، موجب انباشت لیپید در ماکروفاژها و تشکیل سلول‌های کفدار در دیواره عروق می‌شود (5). افزایش ترشح رزیستین، سبب اختلال در عمل انسولین و متابولیسم گلوکز شده و به عنوان یک رابط مهم بین مقاومت به انسولین و چاقی عمل می‌کند. مطالعات تکمیلی در رابطه با رزیستین، نشان داده است که افزایش بیان ژن رزیستین در بافت کبد، سبب مقاومت به انسولین می‌شود و نیز این پروتئین از طریق تداخل در مسیر سیگنال دهی انسولین، سبب مهار عمل انسولین در کبد شد. به همین دلیل از آن به عنوان یک رابط مولکولی مهم بین چاقی و مقاومت به انسولین نام برده شده است (6). از طرف دیگر بیماری‌های قلبی-عروقی که از عوامل اصلی مرگ و میر در جهان به شمار می‌رود (7). یک شاخص حساس و غیراختصاصی التهاب که به طور وسیعی هم مورد مطالعه قرار گرفته است، شاخص پروتئین واکنش‌پذیر C می‌باشد. احتمالاً این پروتئین مسئول برخی بیماری‌های مرتبط با چاقی و همچنین به عنوان نشانگرهای مقاومت به انسولین و اختلال اندوتلیالی بوده است، و با بیماری‌های قلبی-عروقی و التهابی مرتبط باشد. شواهد نشان داده است که در افراد چاق سطوح CRP نسبت به افراد معمولی بالاتر بوده است (8).

اثرات محافظتی آنتی اکسیدان‌های طبیعی موجود در گیاهان دارویی، به عنوان یکی از راه‌های پیشگیری از استرس اکسایشی ناشی از چاقی مورد توجه قرار گرفته است. در واقع عوارض جانبی برخی از داروهای ضد چاقی و آنتی اکسیدان‌های مصنوعی، دانشمندان را بر آن داشته است تا به دنبال ترکیبات زیست فعال طبیعی بی خطر و موثری بگردند که می‌تواند بر چاقی و عوارض ناشی از آن اثرگذار باشند. از جمله این گیاهان دارویی، زنجبیل، جنسینگ، انواع چای و آلوئه‌ورا است که بدلیل نبود عوارض جانبی مورد توجه قرار گرفته‌اند (21). چای سبز نیز دارای درصد بالایی از پلی فنولی است. فلاونوئیدها از مهم‌ترین گروه‌های آنتی اکسیدانی هستند که به منظور پیشگیری از آسیب‌های قلبی-عروقی استفاده می‌شوند. آثار محافظتی چای سبز اساساً به محتوای پلی فنولی آن نسبت داده می‌شود. چای سبز دارای درصد بالایی از پلی فنولی به نام کاتچین است و اپی گالات کاتچین 3-گالات (EGCG) که مهم‌ترین نوع کاتچین آن محسوب می‌شود، خاصیت ضد اکسیدانی و ضد التهابی بسیار بالایی دارد (9). اثرات درازمدت تغذیه کاتچین‌های چای سبز به طور گسترده‌ای مورد بررسی قرار گرفته، و برخی از پژوهشگران نقش بالقوه چای سبز در کنترل وزن را نیز نشان داده‌اند (10).

تغییرات در روش زندگی مثل افزایش فعالیت بدنی و استفاده از رژیم کم کالری به عنوان اولین مداخلات جهت کاهش چربی بدنی اضافه و پیشگیری از توسعه بیماری‌های قلبی عروقی و عارضه‌های متابولیکی توصیه شده‌اند (11). در واقع، بی تحرکی ممکن است عامل موثرتری در توسعه اضافه وزن و چاقی نسبت به پر خوری باشد. برای کاهش وزن، توازن منفی انرژی مورد نیاز



است که با کاهش کالری دریافتی و افزایش کالری مصرفی به دست می آید. از جمله ورزش‌ها و مکمل‌هایی که بنظر می‌رسد می‌تواند در کاهش وزن و اثرات آن موثر باشد، ورزش کوهنوردی می‌باشد (12). کوهنوردی از جمله فعالیت‌های ورزشی است که هم به عنوان ورزش همگانی و هم قهرمانی از آن یاد می‌شود. در این رشته افراد عموماً با انقباض‌های برون‌گرا (بیشترین انقباض) و درون‌گرا درگیرند. در هنگام انجام کوهنوردی مقدار نیاز بدن به کالری به حدود ۳ برابر حالت عادی افزایش خواهد یافت و بدن برای تامین مقدار کالری مورد نیاز مجبور به سوزاندن چربی‌های انباشته و ذخیره شده خواهد نمود و همین‌طور عوامل دیگری مانند تعریق بدن در هنگام کوهپیمایی موجب سوزانده شدن چربی‌های نهفته در زیر پوست خواهند شد که مجموع این عوامل لاغری و کاهش وزن را به همراه خواهند داشت (12). این ورزش تأثیر فراوانی در عملکرد مویرگ‌های بدن نیز داشته و به باز شدن آن‌ها کمک فراوانی می‌کند. با توجه پژوهش‌های محدود در زمینه بررسی تأثیر ورزش کوهنوردی بر شاخص‌های التهابی و فاکتورهای قلبی-عروقی، در این راستا ادلینگر و همکاران (2017) در پژوهشی با عنوان تأثیر ارتفاع متوسط بر سایتوکاین‌های پیش‌التهابی در افراد سالم به این نتیجه رسیدند که قرار گرفتن در شرایط هایپوکسی واقعی (فشار هوا و دمای هوای واقعی) موجب کاهش سطح شاخص‌های پیش‌التهابی شد (13). کاردوسا و همکاران (2013)، نشان دادند مصرف چای سبز به همراه تمرین استقامتی، به افزایش معنادار میزان متابولیسم استراحتی، توده خالص بدن و قدرت عضلانی و همچنین کاهش معنادار در چربی بدن، تری‌گلیسرید منجر شد (14). در بررسی اثر کاهش وزن و حفظ وزن چای سبز در افراد دارای اضافه وزن یا چاق گزارش شده است که مصرف چای سبز سبب کاهش وزن، نمایه توده بدن و دور کمر شد (15). مرادی و همکاران (1393)، نشان دادند که تمرین مقاومتی به همراه مصرف مکمل چای سبز باعث افزایش معنی‌دار در سطح سرمی کلسترول تام و فیبریژن و HDL، کاهش معنی‌دار در سطوح LDL، تری‌گلیسرید و درصد چربی بدن و سطح HDL شد (16). بررسی‌های اپیدمیولوژیک، مهم‌ترین عوامل خطر ساز در بروز بیماری‌های قلبی-عروقی را به ترتیب، رژیم غذایی نادرست، چاقی و اضافه وزن، فعالیت بدنی اندک، استعمال دخانیات، افزایش فشار خون، سطوح غیرطبیعی لیپید خون، افزایش فشار خون، بالا بودن کلسترول، سن، جنس، سابقه فامیلی، عوامل محیطی، آلودگی هوا و استرس‌های روانی نشان داده‌اند (17). برخی از این عوامل نظیر سن، جنس و سابقه فامیلی غیر قابل اصلاح و برخی عوامل مانند الگوی نامطلوب مصرف دخانیات، مواد غذایی و فعالیت‌های بدنی کانال قابل اصلاح هستند (18). در تحقیقات انجام شده قبلی به طور هم‌زمان تأثیر کوهنوردی و مکمل چای سبز بررسی نشده است لذا پژوهشگر در صدد بررسی این موضوع است که آیا هشت جلسه کوهنوردی به همراه مکمل چای سبز بر ریزستین و ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی مردان دارای اضافه وزن تأثیر دارد؟

### روش‌شناسی

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی و کاربردی و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. جامعه آماری تحقیق حاضر مردان دارای اضافه وزن شهر تبریز با دامنه سنی 30 تا 40 سال بودند که با اطلاع رسانی به صورت آگهی و شرح فرایند تحقیق و اهداف آن به صورت تصادفی انتخاب شدند. افراد داوطلب (48 نفر) در جلسه هماهنگی شرکت کردند تا نحوه نمونه‌گیری، سلامتی و آسیب‌ها و بیماری‌های عفونی و فرم رضایت آگاهانه شرح داده شد و تحت معاینات پزشکی قرار گرفتند. افراد آسیب دیده و دارای نشانه‌های بیماری عفونی از نمونه مورد مطالعه حذف شدند. در این راستا، با توجه به ماهیت مطالعه، 40 نفر از آزمودنی‌ها انتخاب و در 4 گروه 10 نفره به صورت تصادفی دسته بندی شدند. گروه اول به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شد و هیچ فعالیت و دریافت مکملی نداشت. گروه دوم به مدت هشت هفته مکمل چای سبز دریافت کرد. چای سبز روزانه در سه وعده و در هر وعده 2/5 گرم مصرف شد، بدین صورت که شرکت کنندگان چای سبز خشک را در یک فنجان آب جوش، دم کرده و مصرف نمودند (15-17). گروه سوم هشت هفته (هر هفته یک جلسه) کوهنوردی داشتند که از ارتفاع پایین و شدت کم شروع شده و به صورت تدریجی ارتفاع و شدت افزایش یافت. گروه چهارم هم هشت هفته (هر هفته یک جلسه) کوهنوردی همراه با مصرف روزانه مکمل چای سبز داشتند. دو گروهی که کوهنوردی داشتند با شدت برابر در ساعت و مسیر یکسان ولی با فاصله از همدیگر صعود کردند. تمام گروه‌ها از لحاظ سطح اکسیژن مصرفی بیشینه و درصد چربی همگن بودند. کالری مصرفی کوهنوردی بین 600 تا 800 کالری در نظر گرفته شد. زمان کوهنوردی بین 60 تا 90 دقیقه بود و محدودیت مسافت وجود نداشت. شدت کوهنوردی بین متوسط تا سخت بود. برای تعیین شدت کوهنوردی از شاخص بورگ استفاده شد. تمامی آزمودنی‌ها از یک هفته تا اتمام اجرای

تحقیق از رژیم غذایی و منوی غذایی مشابه پیروی کردند. بدین منظور نوع و میزان غذاهای دریافتی با در نظر گرفتن وزن و تمایل غذایی آزمودنی ها به صورت منوی غذایی منعطف در اختیار شرکت کنندگان قرار داده شد و تأکید شد که این رژیم غذایی را بطور دقیق با جزئیات آن اجرا کنند. به منظور پیگیری غذا های دریافتی نیز یک گزارش روزانه (در قالب پرسشنامه 24 ساعته یادآمد خوراک) از غذا های دریافتی برای هر آزمودنی تهیه شد. بعد از جمع آوری مشخصات دموگرافیک، و معاینه توسط پزشک، اجازه تمرینات ورزشی از طرف پزشک صادر شد. کلیه مراحل تحقیق زیر نظر پزشک معتمد و متخصص فیزیولوژی ورزشی صورت گرفت. در مرحله اول، وزن (کیلوگرم) و قد (سانتی-متر) آزمودنی-ها با استفاده از ترازوی مدل SECA ساخت کشور آلمان، به ترتیب با دقت 0/1 کیلوگرم و 0/1 سانتی-متر، شاخص توده بدن (BMI) بر حسب وزن تقسیم بر مجذور قد (کیلوگرم بر متر مربع) اندازه-گیری شد. درصد چربی بدن توسط کالیبر هارپندن ساخت کشور انگلستان از طریق معادله هفت نقطه-ای جکسون و پولاک ارزیابی و ثبت شد (18). همزمان با اندازه گیری های آنتروپومتریکی، ضربان قلب پس از 15 دقیقه استراحت در حالت درازکش در طول 15 ثانیه با لمس نبض شریان رادیال و ضرب آن در 4 انجام شد. فشار خون سیستولی و دیاستولی پس از 15 دقیقه استراحت در حالت نشسته با استفاده از دستگاه اندازه گیری فشار خون و گوشی پزشکی به روش سمعی اندازه گیری شد. برای سنجش استقامت قلبی-عروقی از آزمون آزمون پله کوئیناستفاده شد. برای اجرای اینآزمون، جعبه ای مکعب شکل به ارتفاع 41/3 سانتیمتر انتخاب نموده و از آزمودنی خواسته شد که به طور منظم بر روی پله رفته و دوباره پائین بیاید. این بالا و پائین رفتن ها بدون مکث و در زمان 3 دقیقه انجام گرفت. پس از پایان زمان تعیین شده فرد مورد نظر روی پله نشسته و بلافاصله بعد از 5 ثانیه استراحت، تعداد ضربان قلب او برای مدت یک دقیقه محاسبه شد.

#### سنجش بیوشیمیایی

خون گیری در دو مرحله، 48 ساعت پیش از شروع و 48 ساعت پس از پایان هشت هفته، بعد از 8 تا 10 ساعت ناشتایی انجام شد. نمونه های خون از سیاهرگ دست چپ هر آزمودنی در وضعیت نشسته و در حالت استراحت و به میزان 10 میلی لیتر توسط متخصص آزمایشگاه دانشگاه علوم پزشکی تبریز گرفته شد. برای اندازه گیری رزیستین از کیت شرکت آلمانی Biovendor با درجه حساسیت 0/08 نانو گرم در میلی لیتر و ضریب تغییرات درون سنجی (P=6/5%) و روش الایزا استفاده شد. برای اندازه گیری HDL-C، LDL-C، TG و HDL-C سرم از کیت های آزمایشگاهی پارس آزمون و با ضریب حساسیت 99 درصد و برای اندازه گیری hs-CRP از کیت آزمایشگاهی پارس آزمون با ضریب حساسیت 98/5 درصد به صورت کمی با روش ایمونوتوربیدیمتری استفاده شد (19).

#### روش آماری

در این تحقیق از آمار توصیفی و آمار استنباطی استفاده شد. از آمار توصیفی برای بدست آوردن میانگین و انحراف استاندارد در متغیرهای تحقیق و رسم جداول و نمودارها استفاده شد. از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده-ها و از روش تحلیل کوواریانس چندمتغیره و تک متغیره در سطح معنی داری برابر و کمتر از 0/05 برای بررسی فرضیه-ها استفاده شد. در این تحقیق از نرم افزار SPSS نسخه 18 و Excel استفاده شد.

#### یافته ها

میانگین و انحراف استاندارد شاخصهای فردی آزمودنیها در جدول شماره یک ارائه شده است.

#### جدول 1. آمار توصیفی: میانگین و انحراف معیار داده های پژوهش

کنترل	تمرین+مکمل	مکمل	تمرین	متغیر
36/40±2/88	35/60±2/76	34/5±2/68	35±4/06	سن (سال)
27/93±1/22	95/48±4/49	93/93±4/13	95/77±7/27	وزن (کیلو گرم)
175/30±3/59	177/50±2/99	176/80±4/10	175/70±4/64	قد (سانتی متر)
27/93±1/22	26/91±1/02	27/81±1/05	27/90±1/43	BMI(kg/m <sup>2</sup> )
33/60±3/31	32/45±3/60	34/06±2/99	33/78±3/28	درصد چربی بدن
76/80±4/57	77/50±5/80	76/60±5/78	74/30±3/23	ضربان قلب



119/40±6/55	120/20±5/83	118/90±7/43	121/30±7/88	فشار خون سیستولی
73/40±5/93	76/10±7/18	74/20±7/02	78/50±9/34	فشار خون دیاستولی
34/30±4/03	34/10±3/25	34/17±4/21	32/94±3	اکسیژن مصرفی بیشینه

نتایج نشان داد که تجانس واریانسها و نرمالیت دادهها برقرار بود و نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که میزان رزیستین در پس‌آزمون در گروه کنترل، گروه کوهنوردی، گروه مکمل چای سبز و گروه کوهنوردی-مکمل چای سبز دارای تفاوت معنی داری می‌باشد ( $P < 0/05$ ). همچنین در متغیرهای TG و hs-CRP نیز در پس‌آزمون در گروه کنترل، گروه کوهنوردی، گروه مکمل چای سبز و گروه کوهنوردی-مکمل چای سبز معنی دار بود ( $P < 0/05$ ). ولی در متغیرهای HDL و LDL در هیچ یک از گروه‌ها تفاوت معنی داری مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ). همچنین برای مقایسه چند متغیری از رویکرد لامبدای ویلکس استفاده شده است. لذا نتایج نشان داد که پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون، میانگین ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی (LDL-C، hs-CRP، HDL-C، TG) در پس‌آزمون در گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی داری دارد (جدول 3). از طرفی نتایج آزمون تحلیل کوواریانس با آزمون LSD نشان می‌دهد که در مرحله پس‌آزمون میانگین رزیستین در گروه تمرین و گروه تمرین به همراه مکمل چای سبز نسبت به گروه کنترل و گروه مکمل چای سبز کاهش معنی داری دارد. در گروه مکمل چای سبز نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی داری مشاهده نشد. میانگین رزیستین در گروه تمرین و مکمل چای سبز کمتر از گروه تمرین به تنهایی است. میانگین TG و CRP در گروه تمرین، مکمل چای سبز و گروه تمرین به همراه مکمل چای سبز نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری دارد. همچنین در گروه تمرین و مکمل چای سبز نسبت به گروه تمرین کاهش معنی داری مشاهده شد (جدول 4).

جدول 2: نتایج تحلیل کوواریانس تک متغیری برای مقایسه رزیستین و ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی در گروه‌ها

متغیر	گروه	مراحل	انحراف معیار ± میانگین	مقدار F	اندازه اثر	P بین گروهی
رزیستین	تمرین	پیش آزمون	7/57±2/06	8034/6	0/99	0/001
		پس آزمون	6/87±1/96			
	مکمل	پیش آزمون	7±2/04			
		پس آزمون	6/75±2/06			
	تمرین + مکمل	پیش آزمون	7/43±1/83			
		پس آزمون	6/53±1/80			
	کنترل	پیش آزمون	6/89±1/96			
		پس آزمون	6/74±1/92			
CRP	تمرین	پیش آزمون	3/26±0/95	21/032	0/66	0/001
		پس آزمون	2/95±0/98			
	مکمل	پیش آزمون	2/71±0/79			
		پس آزمون	2/41±0/80			
	تمرین + مکمل	پیش آزمون	2/72±1/11			
		پس آزمون	2/23±1/14			
	کنترل	پیش آزمون	3/23±0/88			
		پس آزمون	3/18±0/88			
تمرین	پیش آزمون	44/40±7/53	1/547	0/12	0/22	
	پس آزمون	45±8/14				

			44/20±6/97	پیش آزمون	مکمل	HDL
			44/30±6/95	پس آزمون		
			44/80±6/41	پیش آزمون	تمرین + مکمل	
			46/30±6/26	پس آزمون		
			47/10±7/87	پیش آزمون	کنترل	
			47/40±7/93	پس آزمون		
0/102	0/17	2/246	117±34/58	پیش آزمون	تمرین	LDL
			114/50±33/23	پس آزمون		
			115/90±26/46	پیش آزمون	مکمل	
			113/10±26/51	پس آزمون		
			125/20±29/14	پیش آزمون	تمرین + مکمل	
			121/10±28/43	پس آزمون		
			111/10±38/07	پیش آزمون	کنترل	
			110±37/16	پس آزمون		
0/001	0/84	57/377	138/10±22/73	پیش آزمون	تمرین	TG
			130/90±22/12	پس آزمون		
			134/20±26/89	پیش آزمون	مکمل	
			124/90±26/48	پس آزمون		
			134/30±22/54	پیش آزمون	تمرین + مکمل	
			124/90±21/56	پس آزمون		
			145/20±23/34	پیش آزمون	کنترل	
			144±22/92	پس آزمون		

جدول 3: نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای مقایسه ریسک فاکتورهای قلبی-عروقی در گروه‌ها

منبع تغییر	مقدار لامبدای ویلکس	مقدار F	درجه آزادی فرض	درجه آزادی خطا	سطح معنی داری	مجذور اتا
گروه	0/117	8/006	12	77/018	0/001	0/51

جدول 4: نتایج آزمون تعقیبی LSD متغیرهای تحقیق

متغیرها (مقدار P)			گروه (J)	گروه (I)
TG	CRP	رزیستین	کوهنوردی	کنترل
0/001	0/001	0/001		
0/001	0/001	0/104	مکمل چای سبز	تمرین
0/001	0/001	0/001	تمرین + مکمل چای سبز	
0/839	0/849	0/001	مکمل چای سبز	
0/001	0/004	0/001	تمرین + مکمل چای سبز	



0/001

0/002

0/001

تمرین + مکمل چای سبز

مکمل چای سبز

## بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که هشت جلسه تمرین به همراه مکمل چای سبز بر رزیستین در مردان دارای اضافه وزن تاثیر معنی داری دارد. جورگنز و همکاران (2012)، نیز نشان دادند که چای سبز برای کاهش وزن و حفظ وزن در بزرگسالان دارای اضافه وزن یا چاق انجام دادند (15). به علاوه، چو<sup>۱</sup> و همکاران (2007)، بیان و ترشح آدیپونکتین را با تزریق هر یک از پلی فنول های چای سبز در آدیپوسیت ها سنجیده و افزایش آدیپونکتین سرم را در اثر مصرف چای سبز مشاهده کردند (24). طبق نظر این محققین، کاتچین چای سبز، بیان پروتئین KLF7 را در سلول های پیش ساز بافت چربی (3T3-L1) سرکوب نموده و به دنبال آن، بیان ژن آدیپونکتین را مهار می سازد. ادلینگر و همکاران (2017)، قرار گرفتن در شرایط هایپوکسی واقعی (فشار هوا و دمای هوای واقعی) موجب کاهش سطح شاخص های پیش التهابی شد (13).

جعفری قلعه نو و همکاران (1396)، نیز در پژوهش خود نتایج نشان دادند در گروه تمرین تناوبی هوازی سطح آمنتین-1، آدیپونکتین افزایش معنی دار و غلظت رزیستین و هموگلوبین گلیکوزیله کاهش معنی دار یافت (25، 26). فتحی و همکاران (1395)، نیز نشان دادند. که قادیرون و نمایه توده بدن در هر سه گروه چای سبز، تمرین هوازی و ترکیب هر دو آن ها کاهش معنی دار یافته بود (27). چای سبز دارای عملکردهای بیولوژیکی مختلفی است. کتچین چای سبز سبب سرکوب آدیپوسیت ها، کاهش وزن بافت چربی و همچنین تنظیم سوخت و ساز چربی می شود. محققین عنوان نمودند که کاتچین موجود در چای سبز می تواند با اتصال مستقیم به گیرنده فعال شده تکثیر پروکسیزوم (PPAR $\gamma$ ) (تنظیم کننده اصلی تمایز آدیپوسیت ها)، فعالیت ترجمه ای و بیان آدیپونکتین را افزایش دهد (28-30). همچنین در برخی از مطالعات که افزایش میزان رزیستین را بر اثر انجام تمرینات هوازی گزارش کرده اند. سایتوکین های التهاب آور از قبیل IL-6 و TNF- $\alpha$  موجب تحریک بیان ژن رزیستین در سلول های خون و افزایش سطوح رزیستین می شود. دلیل افزایش رزیستین پس از انجام تمرینات کوهنوردی را می توان به عمل رزیستین در پاسخ به محرک التهابی نسبت داد که رزیستین همانند یک آنتی اکسیدان عمل می کند و از سلول های خونی در پاسخ به التهابات خفیف ترشح و تولید می شود. به علاوه، این فرضیه مطرح است که در انسان ها رزیستین سرم عمدتاً از سلول های التهابی نظیر مونوسیت ها و ماکروفاژ ها سنتز شده و به جریان خون تراوش می کند و ممکن است خود بافت چربی رزیستین سنتز نکند به طوری که بالا بودن رزیستین نوزادان در مقایسه با مادرانشان (که توده چربی بیشتری دارند) را به تعداد مونوسیت ها و ماکروفاژ ها در نوزادان نسبت داده اند. به علاوه رزیستین با آدیپونکتین ارتباط مستقیمی دارد و همچنین همبستگی بالایی بین رزیستین با مقادیر لپتین و برخی عوامل التهابی گزارش شده است که تغییرات این عوامل می تواند بر سطوح رزیستین تأثیرگذار باشد. در تبیین کلی نتیجه به دست آمده می توان گفت که به احتمال زیاد کوهنوردی تغییر در میزان دسترسی به منابع سوختی طی ورزش و ایجاد کسر انرژی، مسیر های متابولیکی موثر در تنظیم بیان ژن این آدیپوکاین را فعال کرده و منجر به کاهش بیان و ترشح رزیستین می شود (31-33).

همچنین نتایج بیان کردند که هشت جلسه کوهنوردی به همراه مکمل چای سبز بر میزان ریسک فاکتورهای hs-CRP و TG در مردان دارای اضافه وزن تاثیر مثبت معنادار و بر میزان فاکتورهای LDL-C، HDL-C تاثیر معنی داری نداشت. ناگائو<sup>۲</sup> و همکاران (2005)، نشان دادند که مصرف نوشیدنی حاوی 690 میلی گرم کتچین به مدت 12 هفته باعث کاهش معنادار چربی بدن و چربی زیر پوستی مردان سالم ژاپنی می شود اما بر نیمرخ لپیدی خون تاثیر معناداری ندارد (26). حقیقی و همکاران (1392)، نیز به این

<sup>1</sup> Cho<sup>2</sup> Nagao



نتیجه دست یافتند که ترکیب مکمل چای سبز و تمرین هوازی باعث کاهش معنادار وزن بدن و درصد چربی بدن شد ولی بر LDL و HDL سرمی تاثیر معنی داری ندارد (34). در تبیین نتیجه به دست آمده می توان گفت که مصرف مکمل چای سبز نقش کمکی برای تمرین کوهنوردی داشته است و با افزایش اکسیداسیون چربی ها کاهش التهاب را در پی سایتوکاین های پیش التهابی به نام اینترلوکین-6 ترشح CRP را از کبد تنظیم می کند و منبع اصلی ترشح اینترلوکین-6، بافت چربی (حدود 30 درصد) است. لذا کاهش سطح چربی بدن در افراد با چای سبز و تمرین کوهنوردی، میزان اینترلوکین-6 را کاهش می دهد و کاهش ترشح این سایتوکاین، به تغییر در میزان CRP و TG منجر می شود. به علاوه، چای سبز به خصوص اپی گالو کاتچین گالات که مهم ترین کاتچین آن است، خاصیت آنتی اکسیدانی بسیار قوی دارد و آنتی اکسیدان ها خود دارای اثر ضد التهابی هستند. در همین راستا، نتیجه به دست آمده نشان داد که هشت هفته کوهنوردی و مصرف مکمل چای سبز بر میزان LDL و HDL سرمی تاثیر معنی داری ندارد. در تبیین این نتیجه می توان گفت که احتمالاً مقدار کتچین مورد استفاده برای جلوگیری از تشکیل میسر کافی نبوده است. همچنین عدم معناداری را می توان به کم بودن مدت استفاده از چای سبز و ورزش کوهنوردی در این پژوهش اشاره کرد و احتمالاً برای تاثیر گذاری چای سبز و کوهنوردی بر نیمرخ لیپیدی به زمان طولانی تری نیاز است. بنابراین تغییر در ریسک فاکتورهایی hs-CRP و TG را می توان به علت افزایش تعداد و اندازه میتوکندری ها، افزایش آنزیم های سیستم تامین انرژی هوازی، افزایش سطح اکسیداسیون چربی ها و نیز آنزیم های تسهیل کننده اکسیداسیون ایجاد شده نسبت داد. همچنین، بواسطه انجام دادن تمرینات هوازی سازگاری هایی همچون افزایش ظرفیت اکسایشی عضله (افزایش تعداد مویرگ های تارهای عضلانی)، افزایش میزان کل هموگلوبین، کاهش گلیکولیز، افزایش حجم پایان دیاستول و افزایش حجم ضربه ای است. به علاوه افزایش اختلاف اکسیژن خون سرخرگی-سیاهرگی، افزایش فعالیت آنزیم های چرخه کربس و انتقال الکترون است (34-36).

### نتیجه گیری کلی و پیام مقاله

به نظر می رسد مصرف طولانی چای سبز همراه با تمرینات کوهنوردی در مقابل چاقی های مفرط و سندروم متابولیک موثر بوده و به کاهش خطر بیماری های قلبی -عروقی کمک کند.

### محدودیت ها

آزمودنی های این پژوهش مردان دارای اضافه وزن با دامنه سنی 30 تا 40 بودند که هر هفته تنها یک جلسه کوهنوردی داشتند. بنابراین شاید در دیگر جوامع با تعداد جلسات کوهنوردی متفاوت، نتایج دیگری مشاهده شود.

### پیشنهاد برای مطالعات آتی

احتمالاً تحقیقاتی با آزمودنی های بالاتر از 40 سال، زنان و با تعداد جلسات کوهنوردی بیشتر در کنار مصرف چای سبز می تواند باعث شناخت بهتر مکانیسم های اثرگذاری این گیاه شود.

### ملاحظات اخلاقی

#### رعایت دستورالعمل های اخلاقی

این تحقیق مطابق پروتکل های اخلاقی کمیته زیست پزشکی دانشگاه تبریز انجام شده است.

#### منابع مالی

این مطالعه هیچ بودجه ای از سازمان های دولتی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

#### مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش تمام بخش های مطالعه حاضر مشارکت داشتند.

#### تعارض منافع

این مطالعه فاقد تضاد منافع می باشد.

تقدیر و تشکر

از کلیه آزمودنی های شرکت کننده در این تحقیق تشکر و قدردانی به عمل می آید.

References

- 33) Naghii MR, Aref MA, Hedayati M. Effect of regular physical activity on non-lipid (novel) cardiovascular risk factors. 2012.
- 34) Ouchi N, Parker JL, Lugus JJ, Walsh K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. Nature reviews immunology. 2011.
- 35) Valizadeh A, Akbarnejad A, Yare M, Rajabi A, Bavardi-Moghadam E. The Effect of Aerobic Exercise on Resistin, Glycated Hemoglobin, Indicator of Insulin Resistance and Some Cardiovascular Risk Factors in Obese Women with Type 2 Diabetes. Journal of Sport Biosciences. 2018;10(3):263-82.
- 36) Cirillo P, Maresca F, Di Palma V, Ziviello F, Bevilacqua M. Adipose tissue in the pathophysiology of cardiovascular disease: Who is guilty? World Journal of Hypertension. 2012;2(1):13-21.
- 37) Bruun JM, Stallknecht B, Helge JW, Richelsen B. Interleukin-18 in plasma and adipose tissue: effects of obesity, insulin resistance, and weight loss. European journal of endocrinology. 2007;157(4):465-71.
- 38) Banerjee RR, Rangwala SM, Shapiro JS, Rich AS, Rhoades B, Qi Y, et al. Regulation of fasted blood glucose by resistin. Science. 2004;303(5661):1195-8.
- 39) Nejati F, Bijeh N, Moazzami M. Effect of Water Aerobic Training with and Without GreenTea on Some Cardiovascular Risk Factors and Body Composition in Sedentary Postmenopausal Women. Research in Medicine. 2019;43(3):143-9.
- 40) Hemmati Shakarab S, Piralaiy E, Bahram E, Ahmadian E, Razzaghi A, Ghayem Alayi N. The effect of whole body resistance training on the serum levels of furin, adipoline and C-reactive protein in overweight elderly men. Journal of Sports and Biomotor Sciences. 2023;15(30):108-20.
- 41) Speciale A, Chirafisi J, Saija A, Cimino F. Nutritional antioxidants and adaptive cell responses: an update. Current molecular medicine. 2011;11(9):770-89.
- 42) Zolfaghary M, Taghian F, Hedayati M. Comparing the effect of green tea extract consumption, aerobic exercise and combination of these two methods on CRP level in obese women. 2013.
- 43) Edlinger C, Schreiber C, Goebel B, Pistulli R, Paar V, Schernthaner C, et al. Impact of Moderate Altitude on Pro-Inflammatory Cytokines in Healthy Volunteers. Clinical Laboratory. 2017.
- 44) Cardoso GA, Salgado JM, Cesar MdC, Donado-Pestana CM. The effects of green tea consumption and resistance training on body composition and resting metabolic rate in overweight or obese women. Journal of medicinal food. 2013;16(2):1.
- 45) Jurgens TM, Whelan AM, Killian L, Doucette S, Kirk S, Foy E. Green tea for weight loss and weight maintenance in overweight or obese adults. Cochrane database of systematic reviews. 2012.
- 46) Moradi H, Kolahdozi S, AHMADI KGF, ARABZADE GH, Asjodi F, Rezvan K. The effects of eight weeks resistance training and green tea supplementation on cardiovascular risk factors in overweight men. 2014.
- 47) Nejati F, Bijeh N, Moazzami M. Effect of Water Aerobic Training with and Without GreenTea on Some Cardiovascular Risk Factors and Body Composition in Sedentary Postmenopausal Women. Research in Medicine. 2019;43(3):143-9.

- 48) Vakili J, Hosseinpour L. The effects of 8 weeks aerobic exercise training along with green tea consumption on the cardiovascular risk factors in obese women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2015;3(5):78-88.
- 49) Mohammad Zamani T, Kazemizadeh V, Babaei N. The Effect of Aerobic Activity along with Green Tea and Coffee Consumption on Fat Oxidation and Blood Pressure in Overweight Girls. *Journal of Isfahan Medical School*. 2023;41(714):234-42.
- 50) Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*. 1978;40(3):497-504.
- 51) Sadeghi M, Jalali Dehkordi K, Sharifi G. compare the effect of 8 weeks combined training and conjugated linoleic acids supplementation on serum levels of resistin, Fasting Glucose, insulin resistance and Cardiovascular risk factors obese women. *Pars Journal of Medical Sciences*. 2022;16(2).
- 52) Cho SY, Park PJ, Shin HJ, Kim Y-K, Shin DW, Shin ES, et al. (-)-Catechin suppresses expression of Kruppel-like factor 7 and increases expression and secretion of adiponectin protein in 3T3-L1 cells. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2007;292(4):E1166-E72.
- 53) Jafari Ghaleh No SA, Fathi M, Hejazi K, Ziayi M. The effects of eight weeks of aerobic interval exercise on omentin-1, resistin, and adiponectin in elderly men with type 2 diabetes. *Pathobiology Research*. 2017.
- 54) Nagao T, Komine Y, Soga S, Meguro S, Hase T, Tanaka Y, Tokimitsu I. Ingestion of a tea rich in catechins leads to a reduction in body fat and malondialdehyde-modified LDL in men. *The American journal of clinical nutrition*. 2005;81(1):122.
- 55) Fathei M, Khairabadi S, Ramezani F, Hejazi K. The effects of eight weeks aerobic training, green tea supplementation and compound of them on serum liver enzymes and apolipoproteins in inactive overweight women. *Medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2016;59(2):114-23.
- 56) Chen I-J, Liu C-Y, Chiu J-P, Hsu C-H. Therapeutic effect of high-dose green tea extract on weight reduction: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Clinical nutrition*. 2016;35(3):592-9.
- 57) Sunil M, Sunitha V, Santhakumaran P, Mohan MC, Jose MS, Radhakrishnan E, Mathew J. Protective effect of (+)-catechin against lipopolysaccharide-induced inflammatory response in RAW 264.7 cells through downregulation of NF- $\kappa$ B and p38 MAPK. *Inflammopharmacology*. 2021;29(4):1139-55.
- 58) Asbaghi O, Kelishadi MR, Larky DA, Bagheri R, Amirani N, Goudarzi K, et al. The effects of green tea extract supplementation on body composition, obesity-related hormones and oxidative stress markers: a grade-assessed systematic review and dose-response meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Nutrition*. 2023:1-33.
- 59) Stepan CM, Lazar MA. The current biology of resistin. *Journal of internal medicine*. 2004;255(4):439-47.
- 60) Norman G, Norton GR, Libhaber CD, Michel F, Majane OH, Millen AM, et al. Independent associations between resistin and left ventricular mass and myocardial dysfunction in a community sample with prevalent obesity. *International Journal of Cardiology*. 2015;196:81-7.
- 61) Tripathi D, Kant S, Pandey S, Ehtesham NZ. Resistin in metabolism, inflammation, and disease. *The FEBS journal*. 2020;287(15):3141-9.
- 62) Haghighi AH, Yarahmadi H, IldarAbadi A. The effect of green tea and aerobic exercise on serum adiponectin and ghrelin. *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2015;57(8):904-12.

- 63) Amozadeh H, Shabani R, Nazari M. The effect of aerobic training and green tea supplementation on cardio metabolic risk factors in overweight and obese females: a randomized trial. International journal of endocrinology and metabolism. 2018;16(4).
- 64) Taherkhani S, Bahri F. The effect of 8 weeks aerobic training and consuming green tea on Lipid Profile and the blood sugar of overweight men. Journal of Advanced Pharmacy Education&Research| Jan-Mar. 2020;10(S1).