Research Paper

Effects of Early Morning Exercise on Serum Brain-Derived Neurotrophic Factor Level and Its Relation With Blood Cholesterol and Glucose Levels in the Elderly Men

*Vahid Valipour Dehnou[1], Mehdi Abbasi Moghadam[1], Mohammad Soleymani Farsani[1]

1. Department of Sports Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Valipour Dehnou V, Abbasi Moghadam M, Soleymani Farsani M. [Effects of Early Morning Exercise on Serum Brain-Derived Neurotrophic Factor Level and Its Relation With Blood Cholesterol and Glucose Levels in the Elderly Men (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2018; 13(3):324-333. https://doi.org/10.32598/SIJA.13.3.324

doi: https://doi.org/10.32598/SIJA.13.3.324

CC BY NC

Funding: See Page 332

Received: 4 Apr 2018

Accepted: 28 Jul 2018

Keywords
Morning exercise, Elderly men, Cholesterol, Glucose, BDNF

ABSTRACT

Objectives Early morning exercise is prevalent in Iranian population, and yet no study has assessed its effect on brain-derived neurotrophic factor. Therefore, the purpose of this study was to assess the effect of early morning exercise on serum levels of brain-derived neurotrophic factor and its relation with cholesterol levels in the elderly males in Khorramabad City, Iran.

Methods & Materials In this quasi-experimental study, 13 older men (mean [SD] age: 56.46[3.93] y; mean [SD] weight 82.46[8.23] kg; mean [SD] height: 175.46[5.17] cm) voluntarily participated. In the training day, at first, blood samples were obtained at 07:30 AM in fasting state. Then, subjects performed training protocol for 50 min duration that included 15 min warm-up, 25 min main activity, and 10 min cool-down, and after three min, subsequent blood samples were obtained. To measure serum levels of glucose, cholesterol, the Brain-Derived Neutrophilic Factor (BDNF) enzymatic and ELISA methods were used, respectively. To analyze the obtained data, paired-samples t test and Pearson correlation were used, and statistical significance was set at $P<0.05$.

Results Results showed that serum concentration of BDNF ($P=0.002$) and glucose ($P=0.01$) increased significantly. Also, there were no significant correlations between serum concentration of BDNF and glucose in both pretest and posttest ($P>0.05$). However, there were near significant negative correlation between serum concentration of BDNF and cholesterol in pretest ($r=-0.53$, $P=0.061$) and significant negative correlation in posttest ($r=-0.703$, $P=0.007$).

Conclusion Early morning exercise for approximately 50 minutes increases serum concentration of BDNF and glucose in elderly males. Also, there is no significant positive correlation between them. But, there is significant negative correlation between serum concentration of BDNF and cholesterol. Therefore, early morning exercise for the elderly men is recommended to improve brain health. Also, older men, if they have normal cholesterol levels, will get more benefits from early morning exercise.

* *Corresponding Author:*
Vahid Valipour Dehnou, PhD
Address: Department of Sports Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
Tel: +98 (916) 6691874
E-mail: valipour.v@lu.ac.ir

Extended Abstract

1. Objectives

The relationship between regular participation in physical activity, especially aerobic exercise, and a variety of cognitive benefits have been already suggested [1-3]. Precise neurobiological mechanisms are unclear in improvement of cognitive functions, but studies on rodents have suggested the role of specific molecules such as Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF), Insulin-like Growth Factor 1 (IGF-1) and Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) [1, 2].

In the brain, high-cholesterol diet reduces BDNF and neurodegeneration, and cause changes in long-term potentiation which lead to memory malfunction [4]. Studies have shown that plasma levels of BDNF and or its receptors reduce in older people and there is a negative relationship between BDNF levels and age [5]. The present study aimed to investigate the role of morning exercise on BDNF levels and its relationship with blood cholesterol and glucose levels.

2. Methods and Materials

This quasi-experimental study was conducted in Khorramabad City, Iran with a pretest and posttest design in 2017. Study population consists of 60 elderly men. Of this, 13 (mean [SD] age=56.46[3.93] year, mean [SD] weight=82.46[8.23] kg, mean [SD] height=175.46[5.17] cm) voluntarily participated in the study. Inclusion criteria were as follows: age over 50, with physical and mental health, willingness to participate in the study, and no history of fracture in the last few months. Exclusion criteria were any signs of cardiovascular or physical problems during exercise and unwillingness to continue exercise.

The study procedure has been approved by the Ethics Committee of Lorestan University. The subjects were first warmed up for 15 minutes, including two rounds of walking, running slowly around the track, and then stretching movements. The main part of the exercise included 25 minutes of running at fast, moderate, and slow paces. To cool down, the subjects performed stretching movements for 10 minutes. The training sessions lasted 50 minutes. This protocol was the physical exercise program that the subjects performed earlier (for about 6 months, two sessions per week).

On the day of the training, the blood samples were first taken during a fasting state and then the exercise protocol was performed. Three minutes after the training session, the next blood samples were taken. The blood sample was centrifuged at 3500 rpm for 5 min and the obtained serum was stored for later tests at -30°C. Serum BDNF concentrations were determined by ELISA assay using the appropriate kit (sensitivity=0.063 ng/mL, detection range=0.325-20 ng/mL, Casabau, Japan) according to the manufacturer's instructions. The levels of glucose and serum cholesterol were determined using a Adjust Diagnostics Kit (sensitivity= 1 mg/dL, Ireland) in the Hitachi 917 automated analyzer. The obtained data were analyzed by paired t test and Pearson correlation test.

3. Result

The results of serum BDNF, glucose and cholesterol levels of subjects and the results of paired t test are presented in Table 1. These results indicate that serum BDNF (P=0.002) and glucose levels (P=0.01) significantly increased. There was no significant correlation between serum BDNF level and glucose level in all pretest and posttest conditions (P>0.05). Also, the difference between glucose and serum BDNF levels was not significant before and after the intervention (P=0.887, r=-0.044), but there was a negative correlation between cholesterol level and serum BDNF levels before the intervention (r=-0.53, P=0.061), and after the intervention (P=0.007, r=-0.703). The beneficial effects of physical activity can be partly explained by inducing BDNF gene expression in the hippocampus [4, 6, 7].

Also, these effects can be different depending on the type of exercise and some factors, including blood cholesterol and glucose levels [2, 4]. The results of eating

Table 1. The t test results of study participants

BDNF (ng.mL)				Glucose (mg.dL)				Cholesterol (mg.dL)
Pretest	Posttest	t	P	Pretest	Posttest	t	P	Pretest
13.1±54.07	14.0±46.61	-3.052	0.002	79.7±23.90	87.15±46.39	-3.874	0.01	176.31±62.59

breakfast before morning exercise are controversial. Although in competitive athletes, carbohydrate ingestion is suggested 2-4 hours before the exercise in the morning, but in recreational athletes that exercise with moderate intensity, it is not very common. In addition, many people refuse to eat breakfast before exercise due to increase in fat metabolism [8].

Although the fat oxidation rate was not calculated in this study, the main aim of this study was to evaluate the effect of exercise in the early morning on serum BDNF level as a measure of cognitive performance whose results showed that moderate-intensity exercise early in the morning could increase serum BDNF levels and could be useful for mental health, and hence, improving cognitive functions in active elderly men. Food deprivation/fasting can also induce expression of BDNF level in neural circuits involved in recognition by increasing their activity and switching cellular energy substrate utilization from glucose to ketones [7].

From an evolutionary point of view, this activity-dependent production of BDNF likely contributes to optimization of brain function during fasting and running [7]. Therefore, BDNF production during fasting may be a mechanism for controlling energy substrate. considering the role of physical activity and fasting in increasing the expression of BDNF, the exercise in the early morning can be helpful in term of producing more BDNF.

4. Conclusion

One of the goals of exercising early in the morning is to burn more fat, because studies have shown that early exercise increases the oxidation of fat more than evening exercise [9]. Part of fat oxidation is due to increased BDNF secretion, because the free part of BDNF is used for fat oxidation in the skeletal muscle and other part is entered into the brain through a blood-brain barrier [5], and can have beneficial effects on brain structure and function. The results of this study showed that exercise in fasting state can increase BDNF levels in active elderly men. This increase in BDNF levels can be affected by cholesterol levels. Therefore, lowering cholesterol levels through exercise or by reducing the consumption of high-cholesterol foods can be important in terms of brain and mental health in physically active elderly men.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The Ethics Committee of Lorestan University confirmed this research.

Funding

This research was extracted from a research project done in Lorestan University and was financially supported by Lorestan University.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

Hereby, we appreciate all those who participated in this research.

تأثیر ورزش صبحگاهی بر سطوح سرمی عامل رشد عصبی مشتق از مغز و ارتباط آن با سطوح کلسترول در مردان سالمند

*وحید ولی‌پور دهنو[1]، مهدی عباسی مقدم[1]، محمد سلیمانی فارسانی[1]

۱- گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۵ فروردین ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۰۶ مرداد ۱۳۹۷

چکیده

اهداف ورزش صبحگاهی تا حدودی بین مردم ایران رایج است؛ اما تاکنون اثر آن بر عامل مغذی عصبی مشتق از مغز بررسی نشده است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ورزش صبحگاهی بر سطوح سرمی عامل مغذی عصبی مشتق از مغز و ارتباط آن با سطوح کلسترول در مردان سالمند خرم‌آباد بود.

مواد و روش‌ها در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۱۳ مرد (سن: ۳/۹۳±۵۶/۴۶ سال، وزن: ۸/۲۳±۸۲/۴۶ کیلوگرم، قد: ۵/۱۷±۱۷۵/۴۶ سانتی‌متر) به طور داوطلبانه شرکت کردند. در روز تمرین، رأس ساعت ۷ و ۳۰ دقیقه از آزمودنی‌ها در حالت ناشتا نمونه خونی گرفته شد. سپس تقریباً به مدت ۵۰ دقیقه برنامه تمرین ورزشی شامل ۱۵ دقیقه گرم کردن، ۲۵ دقیقه بدنه اصلی و ۱۰ دقیقه سرد کردن را انجام دادند. سه دقیقه پس از جلسه تمرین، نمونه خونی بعدی از آن‌ها گرفته شد. برای اندازه‌گیری سطوح گلوکز، کلسترول و عامل رشد عصبی مشتق از مغز به ترتیب از روش‌های آنزیمی و الایزا استفاده شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون‌های تی وابسته و همبستگی پیرسون استفاده شد. سطح معنی‌داری $P<0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها یافته‌ها نشان داد غلظت سرمی عامل رشد عصبی مشتق از مغز ($P=0/002$) و گلوکز ($P=0/01$) به طور معناداری افزایش یافته است. همچنین، در همه شرایط (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) ارتباط معناداری بین غلظت سرمی عامل رشد عصبی مشتق از مغز و گلوکز وجود نداشت ($P>0/05$)، اما بین سطوح کلسترول و عامل رشد عصبی مشتق از مغز پیش‌آزمون ارتباط منفی نزدیک به سطح معنادار ($P=0/061$، $r=-0/53$) و عامل رشد عصبی مشتق از مغز پس‌آزمون ارتباط منفی معنادار ($P=0/007$، $r=-0/703$) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری ورزش صبحگاهی تقریباً به مدت ۵۰ دقیقه در مردان سالمند، غلظت سرمی عامل رشد عصبی مشتق از مغز و گلوکز را افزایش می‌دهد و همبستگی مثبت غیرمعناداری بین آن‌ها وجود دارد. همچنین بین سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز و کلسترول همبستگی منفی معناداری وجود دارد. بنابراین، انجام ورزش صبحگاهی در مردان سالمند به منظور بهبود سلامت مغزی پیشنهاد می‌شود. اگر سطوح کلسترول مردان سالمند طبیعی باشد، مزیت‌های بیشتری از ورزش صبحگاهی به دست خواهند آورد.

کلیدواژه‌ها:
ورزش صبحگاهی، مردان سالمند، گلوکز، کلسترول، عامل رشد عصبی مشتق از مغز

مقدمه

بین شرکت منظم در فعالیت جسمانی به‌ویژه ورزش هوازی و تنوعی از مزیت‌های شناختی رابطه‌ای پیشنهاد شده است [۳-۱]. بسیاری از مردم برای به دست آوردن مزیت‌های جسمانی و روان‌شناختی به طور منظم ورزش می‌کنند [۴]. شواهد، اثرات مثبت فعالیت جسمانی و ورزش بر ساختار و عملکرد شناختی شامل بهبود توجه، سرعت پردازش و عملکرد اجرایی در سالمندان با و بدون اختلالات شناختی را گزارش کرده‌اند [۲، ۱]. سازوکار دقیق عصبی زیست‌شناختی برای بهبود عملکردهای شناختی نامشخص است. مطالعات بسیاری در جوندگان نقش مرکزی مولکول‌های ویژه‌ای مانند عامل رشد عصبی مشتق از مغز[1]، عامل رشد شبه‌انسولین-۱[2] و عامل رشد اندوتلیال رگی[3] را پیشنهاد داده‌اند. این مولکول‌ها نورون‌زایی در هیپوکامپ را تسهیل می‌کنند، شکل‌پذیری سیناپسی در هیپوکامپ و قشر مغز و رگ‌زایی، و رشد و حفاظت از عروق عصبی را افزایش می‌دهند [۲، ۱].

عامل رشد عصبی مشتق از مغز عضوی از خانواده نوروتروفین‌هاست که عبارتند از: عامل رشد عصبی، نوروتروفین-۳، نوروتروفین-۴/۵ و نوروتروفین ۶. عامل رشد عصبی مشتق از مغز به طور گسترده‌ای در مغز پستانداران در حال تکامل و بالغ و همچنین در چندین بافت محیطی مانند عضله و بافت چربی بیان

1. Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF)
2. Insulin-like Growth Factor (IGF-1)
3. Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF)

* **نویسنده مسئول:**
دکتر وحید ولی‌پور دهنو
نشانی: خرم‌آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه علوم ورزشی.
تلفن: ۶۶۹۱۸۷۴ (۹۱۶) ۹۸+
پست الکترونیکی: valipour.v@lu.ac.ir

می‌شود [۱]. عامل رشد عصبی مشتق از مغز یک پروتئین مهم در دستگاه عصبی مرکزی است که نقش آن در چندین عمل عصبی زیست‌شناختی مانند شکل‌پذیری سیناپسی، نوسازی دندریتی، رشد آکسون و بقا و تمایز نرونی نشان داده شده است [۵، ۶]. این مولکول نقشی کلیدی در قشر مغزی و هیپوکامپ دارد و برای یادگیری، حافظه و شناخت ضروری است [۷، ۸].

کلسترول ماده‌ای مومی و چربی‌مانند است که در همه فراورده‌های حیوانی (یعنی گوشت‌ها، فراورده‌های لبنی و تخم‌ها) وجود دارد. بدن انسان در کبد کلسترول تولید می‌کند و آن را از طریق رژیم غذایی نیز جذب می‌کند. کلسترول برای بدن ضروری است و برای ساخت غشاهای سلول، تولید هورمون‌های جنسی و تشکیل اسیدهای صفراوی که برای هضم چربی‌ها ضروری است، به کار می‌رود. هنگامی که سطوح کلسترول در خون خیلی بالا باشد، مقدار مازاد آن در دیواره سرخرگ‌ها تجمع می‌یابد و خطر بیماری کرونری قلب را افزایش می‌دهد [۹]. همچنین در مغز، کلسترول بالای رژیم غذایی، کاهش در عامل رشد عصبی مشتق از مغز، کاهش در نروزن‌زایی و تغییراتی در پتانسیل‌سازی بلند مدت[۴] ایجاد می‌کند که به سوء عملکرد حافظه منجر می‌شود [۷].

از طرفی سالمندی به عنوان کاهش طبیعی در عملکرد بافت، اندام و بدن تعریف می‌شود که به طور پیش‌رونده انسان را بیشتر مستعد مرگ می‌کند [۷]. پدیده سالمندی آخرین دوره از فرایند زندگی است که همه موجودات زنده با آن روبه‌رو می‌شوند. تعداد افراد سالمند در جامعه نیز به‌تدریج در حال افزایش است [۱۰]. مطالعات نشان داده‌اند سطوح پلاسمایی عامل رشد عصبی مشتق از مغز و یا گیرنده‌های آن در افراد سالمند کاهش می‌یابد و رابطه‌ای منفی بین سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز و سن وجود دارد [۵]. این رابطه منفی بین افزایش سن و کاهش عملکرد و ظرفیت‌های شناختی نیز وجود دارد [۱۱، ۱۲]؛ رویدادی که با تغییر در رونویسی ژن‌های درگیر در شکل‌پذیری سیناپسی همراه است [۱۲]. به هر حال، این اجماع وجود دارد که افزایش سطوح پروتئین عامل رشد عصبی مشتق از مغز می‌تواند در افراد سالمند حجم هیپوکامپ را افزایش دهد، حافظه فضایی را بهبود بخشد و موجب افزایش اجرای شناختی شود [۱، ۲، ۵].

مطالعات نشان داده‌اند ورزش هوازی [۵] و تمرین مقاومتی [۱۳، ۱۴] با افزایش سطوح سرمی عامل رشد عصبی مشتق از مغز، حافظه کاری و توجه را افزایش می‌دهد. ترکیب ورزش هوازی و تمرین قدرتی به مقدار بیشتری می‌تواند مؤثر باشد [۲]. سوزوکی[۵] و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر شش ماه تمرین چندوجهی[۶] (ورزش هوازی، تمرین قدرتی و تمرین مجدد تعادل وضعیتی[۷]) در سالمندان دارای اختلال ملایم شناختی نشان دادند ورزش می‌تواند حافظه منطقی را بهبود بخشد، عملکرد عمومی شناختی را حفظ کند و آتروفی کلی قشر مغز را کاهش دهد [۲].

بسیاری از افراد پیش از خوردن صبحانه ورزش می‌کنند که معمولاً افراد سالمند یا بازنشسته‌ها به علت داشتن وقت مناسب این کار را انجام می‌دهند و افراد مشغول به کار[۸] یا ورزش صبحگاهی را انجام می‌دهند یا در اوایل غروب ورزش می‌کنند [۱۵]. ادبیات تحقیق ورزش صبحگاهی را هم ورزش پیش از ناشتا و هم ورزش پیش از ظهر می‌داند. در صورتی که بین این دو زمان برای ورزش کردن تفاوت وجود دارد. منظور از ورزش صبحگاهی در اینجا، ورزش در اوایل صبح[۹] یا پیش از ناشتا است. رابرتسون[۱۰] و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که ورزش کردن در اوایل صبح اثر سودمند بیشتری نسبت به ورزش کردن در اوایل غروب بر اکسیداسیون چربی و کاهش چربی خون پس از صرف غذا دارد [۱۵]. ویسی[۱۱] و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای نشان دادند خوردن صبحانه مختصر پیش از ورزش می‌تواند به روحیه پس از ورزش و میزان ذهنی اشتها در زنان فعال سود برساند [۴].

سطوح کم کلسترول تام پیش از مداخله ورزشی با بهبود نمرات حافظه منطقی مرتبط است. سطوح بالاتر عامل رشد عصبی مشتق از مغز به طور معناداری با بهبود نمرات شناختی ارتباط دارد [۲]. بنابراین، با توجه به نقش سطوح پایه کلسترول در سلامت مغزی و همچنین نقش ورزش و گلوکز خون در افزایش سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز و اینکه برخی از افراد به علت کمبود وقت و جلوگیری از ناراحتی در حین ورزش از خوردن صبحانه پیش از ورزش صبحگاهی خودداری می‌کنند [۴]، مطالعه حاضر با هدف بررسی نقش ورزش در اوایل صبح (پیش از ناشتا) بر سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز و ارتباط آن با سطوح کلسترول و گلوکز خون انجام شد. با اینکه مزیت‌های ورزش جسمانی حاد و مزمن بر سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز در انسان‌ها به‌خوبی مشخص شده است [۵]، اما اثر ورزش در اوایل صبح بر سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز در مردان سالمند هنوز مشخص نیست.

روش مطالعه

این مطالعه نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سال ۱۳۹۶ در شهر خرم‌آباد انجام شد. جامعه آماری پژوهش را ۶۰ مرد سالمند تشکیل دادند که در قالب یک گروه سلامتی کار به طور مرتب هفته‌ای دو بار در مجموعه ورزشی تختی خرم‌آباد مشغول به فعالیت

4. Long-term potentiation
5. Suzuki
6. Multicomponent exercise program
7. Postural balance retraining
8. Working population
9. Early morning exercise
10. Robertson
11. Veasey

بودند. پس از شرح کامل روش انجام پژوهش و انجام نمونه‌گیری خون، درنهایت ۱۳ نفر (سن: ۳/۹۳±۵۶/۴۶ سال، وزن: ۸/۲۳±۸۲/۴۶ کیلوگرم، قد: ۵/۱۷±۱۷۵/۴۶ سانتی‌متر) از آن‌ها به طور داوطلبانه در مطالعه شرکت کردند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: داشتن سن بالای ۵۰ سال، داشتن سلامتی کامل جسمی و روانی، تمایل به شرکت در پژوهش، نداشتن سابقه شکستگی در چند ماه اخیر. معیارهای خروج نیز عبارت بودند از: بروز مشکلات قلبی عروقی یا جسمی در حین تمرین و تمایل نداشتن به ادامه تمرین. روش انجام این پژوهش توسط کمیته اخلاق دانشگاه لرستان تأیید شد.

برنامه تمرینی

آزمودنی‌ها ابتدا به مدت ۱۵ دقیقه گرم کردن شامل دو دور پیاده‌روی، دویدن آرام دور پیست استاندارد دو و میدانی و سپس حرکات کششی را انجام دادند. در قسمت بدنه اصلی تمرین، ۲۵ دقیقه دویدن به صورت سرعت‌های متغیر تند، متوسط و کند را اجرا کردند. در بخش سرد کردن، آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه حرکات کششی انجام دادند. جلسه تمرینی ۵۰ دقیقه طول کشید. این برنامه، نمونه تمرین ورزشی بود که آزمودنی‌ها پیش‌تر در جلسات تمرینی (به طور میانگین ۶ ماه و هفته‌ای ۲ جلسه) انجام می‌دادند. محل انجام برنامه نیز پیست دو و میدانی بود که آزمودنی‌ها پیش‌تر در آنجا ورزش می‌کردند.

نمونه خونی

در روز تمرین ابتدا کارشناس آزمایشگاه از آزمودنی‌ها در حالت ناشتا رأس ساعت ۷ و ۳۰ دقیقه نمونه خونی گرفت. شرکت‌کنندگان تقریباً ۵۰ دقیقه برنامه تمرینی را انجام دادند و ۳ دقیقه پس از جلسه تمرین، نمونه خونی بعدی از آن‌ها گرفته شد. نمونه خونی با ۳۵۰۰ دور در دقیقه برای ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. سرم به‌دست‌آمده در داخل تیوب‌های ویژه ریخته و برای آزمایش‌های بعدی در دمای ۳۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

روش‌های اندازه‌گیری

غلظت‌های سرمی عامل رشد عصبی مشتق از مغز به‌روش الایزا و با استفاده از کیت‌های مربوطه (حساسیت ۰/۰۶۳ نانوگرم/میلی‌لیتر، دامنه تشخیص: ۳۲۵-۰/۲۰ نانوگرم/میلی‌لیتر، کازابایو، ژاپن) بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری شد. سطوح گلوکز و کلسترول سرمی (Aduit Diagnostics Kit، حساسیت: ۱ mg/dl، ایرلند) با استفاده از روش آنزیمی با دستگاه هیتاچی آتوآنالایزر ۹۱۷ تعیین شد.

روش‌های آماری

نتایج آزمون کلموگروف اسمیرنف نشان داد داده‌ها توزیع طبیعی دارند (جدول شماره ۱). بنابراین برای تجزیه‌وتحلیل آن‌ها از آزمون‌های تی وابسته و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه ۱۳ مرد سالمند ساکن شهر خرم‌آباد بررسی شدند. نتایج غلظت‌های سرمی عامل رشد عصبی مشتق از مغز، گلوکز و کلسترول آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ آورده شده است. نتایج آزمون تی زوجی در جدول شماره ۲ آورده شده است. این نتایج نشان می‌دهد غلظت سرمی عامل رشد عصبی مشتق از مغز (P=۰/۰۰۲) و گلوکز (P=۰/۰۱) به طور معناداری افزایش یافته است. به هر حال، در همه شرایط پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارتباط معناداری بین غلظت عامل رشد عصبی مشتق از مغز و گلوکز سرمی وجود نداشت (P>۰/۰۵) (جدول شماره ۳). همچنین، بین تفاضل سطوح گلوکز و عامل رشد عصبی مشتق از مغز پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارتباط معناداری وجود نداشت (P=۰/۸۸۷، r=-۰/۰۴۴). اما، بین سطوح کلسترول و عامل رشد عصبی مشتق از مغز پیش‌آزمون ارتباط منفی نزدیک به سطح معناداری (P=۰/۰۶۱، r=-۰/۵۳) و عامل رشد عصبی مشتق از مغز پس‌آزمون ارتباط منفی معناداری (P=۰/۰۰۷، r=-۰/۷۰۳) مشاهده شد (جدول شماره ۳).

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی نقش ورزش در اوایل صبح (پیش از ناشتا) بر سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز و ارتباط آن با سطوح کلسترول و گلوکز خون انجام شد. بدین منظور ۱۳ نفر از مردان سالمند شهر خرم‌آباد در یک جلسه ۵۰ دقیقه‌ای ورزش صبحگاهی شرکت کردند. آزمودنی‌ها قبلاً چنین برنامه‌ای را

جدول ۱. نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنف

متغیر	عامل رشد عصبی مشتق از مغز		گلوکز	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
آماره	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۲۸
P	۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۰۰۶

سالمند

جدول ۲. نتایج آمار توصیفی (میانگین ± انحراف معیار) و استنباطی

عامل رشد عصبی مشتق از مغز (ng/ml)				گلوکز (mg/dl)			کلسترول (mg/dl)
پیش‌آزمون	پس‌آزمون	t	P	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	t	P	پیش‌آزمون
۱۳/۱±۵۴/۰۷	۱۴/۰±۶۴/۶۱	-۳/۰۵۲	۰/۰۰۲	۷۹/۷±۳۲/۹۰	۸۷/۱۵±۴۶/۳۹	-۳/۸۷۴	۰/۰۱	۱۷۶/۳۱±۶۲/۵۹

سالمند

هفته‌ای دو بار انجام می‌دادند. نتایج مهم مطالعه حاضر عبارتند از: ۱. ورزش صبحگاهی به مدت ۵۰ دقیقه در مردان سالمند سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز را افزایش می‌دهد؛ ۲. سطوح گلوکز خون را افزایش می‌دهد؛ ۳. ارتباط مثبت غیرمعناداری بین سطوح گلوکز و عامل رشد عصبی مشتق از مغز وجود دارد؛ و ۴. ارتباط منفی معناداری بین سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز و کلسترول سرمی استراحتی وجود دارد.

مطالعات نشان داده‌اند ورزش می‌تواند سلامت ذهنی و مغزی را افزایش دهد و عملکرد حافظه و شناخت را بهبود بخشد [۴، ۷]. این اثرات سودمند فعالیت جسمانی تا حدودی می‌تواند با القای بیان ژن عامل رشد عصبی مشتق از مغز در هیپوکامپ شرح داده شود [۶-۸]. همچنین، این اثرات می‌تواند با توجه به نوع ورزش و برخی عوامل ازجمله سطوح گلوکز و کلسترول خون متفاوت باشد [۲، ۷]. نتایج این مطالعات با نتایج مطالعه حاضر همسو است.

ورزش به طور حاد و مزمن به‌ویژه با شدت متوسط و بالاتر به طور مثبت عملکرد شناختی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. عملکرد شناختی با سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز در ارتباط است [۳، ۸]. با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان به این نتیجه رسید که ورزش به طور مستقیم از طریق افزایش سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز و به طور غیرمستقیم از طریق کاهش سطوح کلسترول سرمی، سلامت مغزی و عملکرد حافظه و شناخت را بهبود می‌دهد. ورزش می‌تواند سطوح کلسترول خون را کاهش دهد [۹] و از اثرات منفی آن بر سلامت جسمی و ذهنی بکاهد [۷].

شواهد تازه نشان می‌دهد عامل رشد عصبی مشتق از مغز محیطی به طور مثبت با عوامل خطرزای قلبی عروقی مانند شاخص توده بدنی، چربی شکمی، تری‌گلیسرید، کلسترول تام و سطح گلوکز ناشتا مرتبط است [۱]. همچنین، مطالعات اثرات زیانبار سطوح بالای کلسترول در بیماری‌های قلبی عروقی را نشان داده‌اند [۹]. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت سطوح بالای عامل رشد عصبی مشتق از مغز اثرات مفید و سطوح بالای کلسترول اثرات مضری در ایجاد بیماری‌های قلبی عروقی دارند.

در همین راستا، نتایج مطالعات پیشین [۲] و مطالعه حاضر نشان می‌دهد سطوح بالای کلسترول استراحتی می‌تواند پاسخ عامل رشد عصبی مشتق از مغز را به عنوان عاملی برای سلامت ذهنی به طور منفی تحت تأثیر قرار دهد. تغذیه بهینه برای سلامتی عصبی زیست‌شناختی ضروری است و اثر چشمگیری بر تکامل ساختار و عملکرد مغزی دارد [۷]. بنابراین، این احتمال وجود دارد که سطوح بالای کلسترول از طریق کاهش سطوح استراحتی عامل رشد عصبی مشتق از مغز و اثر آن بر کاهش پاسخ عامل رشد عصبی مشتق از مغز به ورزش هوازی، ساختار و عملکرد مغز را دچار اختلال کند. با این حال، جانگ[12] و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای رابطه مثبت بین سطوح تام کلسترول و عامل رشد عصبی مشتق از مغز را نشان دادند و پیشنهاد کردند عامل رشد عصبی مشتق از مغز ممکن است با اثرات افزایش آمادگی قلبی تنفسی بر بیماری قلبی عروقی مرتبط باشد و پیشنهاد داده‌اند که مطالعات بیشتری در این رابطه انجام شود [۱۶].

عامل رشد عصبی مشتق از مغز ممکن است سوخت‌وساز گلوکز را تنظیم کند، جذب غذا را کاهش دهد و قند خون را در موش‌های از لحاظ ژنتیکی اصلاح‌شده پایین بیاورد. اثرات کاهنده قند خون عامل رشد عصبی مشتق از مغز نمی‌تواند به‌تنهایی به

12. Jung

جدول ۳. نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون

متغیر	گلوکز				کلسترول	
	پیش‌آزمون		پس‌آزمون			
	P	r	P	r	P	r
عامل رشد عصبی مشتق از مغز پیش‌آزمون	۰/۱۴۷	۰/۴۲۵	۰/۳۸۷	۰/۲۶۲	۰/۰۶۱	-۰/۵۳۲
عامل رشد عصبی مشتق از مغز پس‌آزمون	۰/۴۵۷	۰/۲۲۶	۰/۶۱۵	۰/۱۵۴	۰/۰۰۷	-۰/۷۰۳

سالمند

اثر کم‌خوری[13] یا کاهنده اشتهای عامل رشد عصبی مشتق از مغز نسبت داده شود؛ زیرا تزریق عامل رشد عصبی مشتق از مغز مقاومت به انسولین را در موش‌های با دستکاری ژنتیکی بهبود می‌دهد، حتی هنگامی که مصرف غذا کنترل شده باشد [۶]. اثرات کاهنده قند خون عامل رشد عصبی مشتق از مغز به صورت مزمن اتفاق خواهد افتاد. بنابراین، در اوایل صبح در حالت ناشتا که قند خون پایین است نمی‌تواند از لحاظ اثر عامل رشد عصبی مشتق از مغز روی کاهش قند خون، محدودکننده باشد. با این حال، رابطه مثبت بین سطوح قند خون و پاسخ عامل رشد عصبی مشتق از مغز به ورزش نشان داده شده است که با نتایج مطالعه حاضر نیز همسو است (اگر چه معنادار نیست) [۲، ۷].

با اینکه افزایش سطوح کلسترول سرمی می‌تواند اثرات مضری بر سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز داشته باشد، نشان داده شده است که محتوای کلسترول در مغز افراد و موش‌های سالمند کاهش می‌یابد و می‌تواند با نقص‌های شناختی در ارتباط باشد [۱۲، ۱۷]. در همین رابطه، نشان داده شده است که بازگرداندن سطوح کلسترول در هیپوکامپ موش‌های سالمند برای کاهش نقص‌های بیوشیمیایی، الکتروفیزیولوژیکی و رفتاری (شناختی) کافی است [۱۲]. این اطلاعات نشان می‌دهد کمبود کلسترول سالمندان در تنظیم منفی اپی‌ژنتیکی ژن‌های درگیر در یادگیری و حافظه و درنتیجه در نقص‌های شناختی ویژه این مرحله از زندگی نقش دارد [۱۲]. کلسترول تشکیل‌دهنده اصلی غشاهای اوکاریوتی است و هرگونه تغییری در این استرول اثری بر عملکرد سلول‌های مغزی خواهد داشت [۱۲].

تخلیه دارویی کلسترول انتقال سیناپسی وابسته به عامل رشد عصبی مشتق از مغز را کاهش می‌دهد و اثر عامل رشد عصبی مشتق از مغز بر ریخت‌شناسی دندریتی را مهار می‌کند [۱۸، ۱۹]. عامل رشد عصبی مشتق از مغز بیوسنتز کلسترول در نرون‌های قشری و هیپوکامپی کشت‌شده را افزایش می‌دهد، اما این افزایش تنها در نرون‌ها و نه در سلول‌های گلیال[14] وجود دارد [۱۸]. به هر حال، کاهش در سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز در سالمندی می‌تواند به علت کاهش محتوای کلسترول در مغز و غشای سلول‌های مغزی باشد که درنهایت منجر به کاهش عملکرد شناختی در افراد سالمند می‌شود.

تضاد در اثر سطوح کلسترول سرمی و کلسترول داخل مغز بر پاسخ عامل رشد عصبی مشتق از مغز به این دلیل است که لیپوپروتئین‌های حاوی کلسترول از سد خونی مغزی عبور نمی‌کنند و مغز به سنتز کلسترول به وسیله خودش وابسته است تا عملکرد طبیعی داشته باشد [۱۷]. بنابراین، بین غلظت کلسترول سرمی و محتوای کلسترول غشای سلول‌های مغزی ارتباطی وجود ندارد.

نتایج در زمینه مصرف صبحانه مختصر پیش از ورزش صبحگاهی ضد و نقیض است. البته در ورزشکاران رقابتی مصرف کربوهیدرات ۲ تا ۴ ساعت پیش از ورزش در صبح پیشنهاد شده است، اما در ورزشکاران تفریحی که ورزش را با شدت متوسط انجام می‌دهند، خیلی رایج نیست. علاوه بر این، بسیاری از افراد به دلیل افزایش سوخت‌وساز چربی، از مصرف صبحانه پیش از ورزش خودداری می‌کنند [۴]. اگر چه در این مطالعه میزان اکسیداسیون چربی محاسبه نشده است (جزء اهداف مطالعه نبود)، اما هدف اصلی این مطالعه بررسی اثر ورزش در اوایل صبح بر میزان عامل رشد عصبی مشتق از مغز به عنوان معیاری از بهبود عملکرد شناختی بود.

نتایج نشان داد ورزش با شدت متوسط در اوایل صبح می‌تواند سطوح سرمی عامل رشد عصبی مشتق از مغز را افزایش دهد و از نظر سلامت ذهنی و بهبود عملکرد شناختی مفید باشد. همچنین گرسنگی و محرومیت از غذا می‌تواند بیان عامل رشد عصبی مشتق از مغز در مدارهای نرونی را که در شناخت درگیر هستند با افزایش فعالیت آن‌ها و تغییر استفاده از سوبسترای انرژی سلولی از گلوکز به کتون‌ها، القا کند [۸]. از یک دیدگاه تحولی، این تولید وابسته به فعالیت عامل رشد عصبی مشتق از مغز احتمالاً به بهینه‌سازی عملکرد مغز در خلال گرسنگی و دویدن کمک می‌کند. بنابراین، تولید عامل رشد عصبی مشتق از مغز در خلال گرسنگی سازوکاری برای کنترل سوبسترای انرژی خواهد بود [۸]. به هر حال، با توجه به نقش فعالیت جسمانی و گرسنگی در افزایش بیان عامل رشد عصبی مشتق از مغز، می‌توان سودمندی ورزش در اوایل صبح را از لحاظ تولید بیشتر عامل رشد عصبی مشتق از مغز مفید دانست.

ویسی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند از لحاظ میزان احساس گرسنگی و بهبود عملکرد شناختی، مصرف اندک صبحانه نسبت به مصرف زیاد صبحانه یا حذف صبحانه پیش از ورزش مؤثرتر است [۴]. اگر چه بیشتر مطالعات نشان داده‌اند مصرف اندک صبحانه اثرات سودمندتری نسبت حذف آن دارد [۴]، اما نتایج مطالعه حاضر نشان داد ورزش پیش از مصرف صبحانه نیز می‌تواند غلظت‌های سرمی عامل رشد عصبی مشتق از مغز را افزایش دهد. نورشاهی و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای نشان دادند ۸ هفته ورزش صبحگاهی می‌تواند غلظت ایمونوگلوبولین A بزاقی را افزایش دهد. البته در این مطالعه گروه کنترلی که پیش از ورزش صبحانه اندک را مصرف کرده باشند، وجود نداشته است [۲۰].

یکی از اهداف افرادی که در اوایل صبح ورزش می‌کنند، افزایش مصرف چربی است، زیرا مطالعات نشان داده‌اند ورزش در اوایل صبح نسبت به غروب اکسیداسیون چربی را بیشتر افزایش می‌دهد [۱۵]. بخشی از اکسیداسیون چربی به دلیل افزایش ترشح عامل رشد عصبی مشتق از مغز است، زیرا بخشی از عامل رشد عصبی مشتق از مغز که به طور محیطی آزاد می‌شود، در

13. Hypophagic
14. Glial

اکسیداسیون چربی در عضله اسکلتی به کار می‌رود و بخشی از آن نیز از طریق سد خونی مغزی وارد مغز می‌شود [۵] و می‌تواند اثرات سودمند دیگری بر ساختار و عملکرد مغز داشته باشد.

یکی از محدودیت‌های این مطالعه استفاده نکردن از طرح تصادفی متقاطع برای بررسی اثر مصرف صبحانه اندک پیش از ورزش بود. محدودیت دیگر شاید تعداد نمونه باشد. اگر چه ۱۳ نفر نمونه در مطالعات نیمه‌تجربی بسیار گزارش شده است، اما در این دامنه سنی و برای انجام ورزش صبحگاهی پیدا کردن نمونه بسیار سخت است.

با توجه به اینکه مطالعه حاضر برای اولین بار این عوامل را بررسی کرده و نتایج بسیار خوبی نیز گرفته است، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده روی جامعه زنان سالمند و به صورت طرح متقاطع و با مصرف صبحانه در هر دو جامعه زنان و مردان سالمند انجام شود. همچنین با توجه به اثر مثبت ورزش صبحگاهی بر سلامت مغزی، ذهنی و جسمی، پیشنهاد می‌شود امکانات و برنامه‌های مناسبی برای شرکت هر چه بیشتر افراد، به‌ویژه سالمندان در برنامه‌های ورزش صبحگاهی فراهم شود. افراد سالمند نیز توجه کنند که اگر سطوح کلسترول آن‌ها در سطح طبیعی باشد می‌توانند از ورزش صبحگاهی مزیت بیشتری در زمینه سلامت مغزی به دست آورند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج مطالعه حاضر نشان داد ورزش در اول صبح در حالت ناشتا می‌تواند سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز را افزایش دهد. نتیجه مهم‌تر اینکه این افزایش سطوح عامل رشد عصبی مشتق از مغز می‌تواند تحت تأثیر سطوح کلسترول قرار گیرد. بنابراین، کاهش سطوح کلسترول از طریق ورزش یا از طریق کاهش مصرف غذاهای دارای کلسترول بالا می‌تواند به لحاظ سلامت مغزی و ذهنی اهمیت فراوانی داشته باشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

کمیته اخلاق دانشگاه لرستان این پژوهش را تأیید کرد.

حامی مالی

این پژوهش از طرح درون دانشگاهی دانشگاه لرستان گرفته شده است و دانشگاه لرستان از آن حمایت مالی کرده است.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی آزمودنی‌های مطالعه حاضر به خاطر شرکت در مطالعه و همکاری بسیار خوب با پژوهشگر سپاس‌گزاری می‌کنیم.

References

[1] Huang T, Larsen KT, Ried-Larsen M, Møller NC, Andersen LB. The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2014; 24(1):1–10. [DOI:10.1111/sms.12069] [PMID]

[2] Suzuki T, Shimada H, Makizako H, Doi T, Yoshida D, Ito K, et al. A randomized controlled trial of multicomponent exercise in older adults with mild cognitive impairment. PLoS ONE. 2013; 8(4):e61483. [DOI:10.1371/journal.pone.0061483]

[3] Chang YK, Alderman BL, Chu CH, Wang CC, Song TF, Chen FT. Acute exercise has a general facilitative effect on cognitive function: A combined ERP temporal dynamics and BDNF study. Psychophysiology. 2016; 54(2):289-300. [DOI:10.1111/psyp.12784] [PMID]

[4] Veasey RC, Haskell-Ramsay CF, Kennedy DO, Tiplady B, Stevenson EJ. The effect of breakfast prior to morning exercise on cognitive performance, mood and appetite later in the day in habitually active women. Nutrients. 2015; 7(7):5712-32. [DOI:10.3390/nu7075250] [PMID] [PMCID]

[5] Coelhoa FGM, Vitala TM, Steina AM, Arantesa FJ, Ruedac AV, Camarinic R, et al. Acute aerobic exercise increases brain-derived neurotrophic factor levels in elderly with Alzheimer's disease. Journal of Alzheimer's Disease. 2014; 39(2):401–8. [DOI:10.3233/JAD-131073] [PMID]

[6] Karczewska-Kupczewska M, Kowalska I, Nikolajuk A, Adamska A, Zielinska M, Kaminska N, et al. Circulating brain-derived neurotrophic factor concentration is downregulated by intralipid/heparin infusion or high-fat meal in young healthy male subjects. Diabetes Care. 2012; 35(2):358-62. [DOI:10.2337/dc11-1295] [PMID] [PMCID]

[7] Farooqui T, Farooqui AA. Diet and exercise in cognitive function and neurological diseases. Hoboken, New Jersey: Wiley-Blackwell; 2015. [DOI:10.1002/9781118840634]

[8] Marosi K, Mattson MP. BDNF mediates adaptive brain and body responses to energetic challenges. Trends Endocrinol Metab. 2014; 25(2):89–98. [DOI:10.1016/j.tem.2013.10.006] [PMID] [PMCID]

[9] Vella CA, Kravitz L, Janot JM. A review of the impact of exercise on cholesterol levels. IDEA Health & Fitness Source. 2001; 19(10):48-54.

[10] Mohammadi MM, Esmaeilivand M. [Attitudes toward caring of the elderly from the perspective of nursing and midwifery students in Kermanshah Province in 2015 (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2017; 11(4):476-83.

[11] Benloucif S, Orbeta L, Ortiz R, Janssen I, Finkel SI, Bleiberg J, et al. Morning or evening activity improves neuropsychological performance and subjective sleep quality in older adults. Sleep. 2004; 27(8):1542-51. [DOI:10.1093/sleep/27.8.1542] [PMID]

[12] Palomer E, Martin-Segura A, Baliyan S, Ahmed T, Balschun D, Venero C, et al. Aging triggers a repressive chromatin state at BDNF promoters in hippocampal neurons. Cell Reports. 2016; 16(11):2889–900. [DOI:10.1016/j.celrep.2016.08.028] [PMID]

[13] Perrey S. Promoting motor function by exercising the brain. Brain Sciences. 2013; 3(1):101-22. [DOI:10.3390/brainsci3010101] [PMID] [PMCID]

[14] Yarrowa JF, Whitec LJ, McCoya SC, Borst SE. Training augments resistance exercise induced elevation of circulating Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF). Neuroscience Letters. 2010; 479(2):161-5. [DOI:10.1016/j.neulet.2010.05.058] [PMID]

[15] Robertson T, Palmer R, Doyle A, Griffin B, Hampton S, Collins A. Morning exercise appears to promote greater fat oxidation and reduce postprandial lipaemic response more than evening exercise. Proceedings of the Nutrition Society. 2011. [DOI:10.1017/S0029665111004794]

[16] Jung SH, Kim J, Davis JM, Blair SN, Cho HC. Association among basal serum BDNF, cardiorespiratory fitness and cardiovascular disease risk factors in untrained healthy Korean men. European Journal of Applied Physiology. 2011; 111(2):303-11. [DOI:10.1007/s00421-010-1658-5] [PMID]

[17] Fukui K, Ferris HA, Kahn CR. Effect of cholesterol reduction on receptor signaling in neurons. Journal of Biological Chemistry. 2015; 290(44):26383-92. [DOI:10.1074/jbc.M115.664367] [PMID] [PMCID]

[18] Suzuki S, Kiyosue K, Hazama S, Ogura A, Kashihara M, Hara T, et al. Brain-derived neurotrophic factor regulates cholesterol metabolism for synapse development. Journal of Neuroscience. 2007; 27(24):6417–27. [DOI:10.1523/JNEUROSCI.0690-07.2007] [PMID]

[19] Gonzalez A, Moya-Alvarado G, Gonzalez-Billaut C, Bronfman FC. Cellular and molecular mechanisms regulating neuronal growth by Brain-Derived Neurotrophic Factor. Cytoskeleton. 2016; 73(10):612-28. [DOI:10.1002/cm.21312] [PMID]

[20] Nourshahi M, Hovanloo F, Arbabi A. [Effect of exercise with moderate intensity in the morning on some factors of immune systems in adults (Persian)]. Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism. 2008; 10(3):241-5.