



Article Type:

Acute effects of different doses of Taurine on physical and cognitive functions in elderly men

Reza Nasimi¹ , Vahid Tadibi^{2*} 

1. MA, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran
2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: 00/00/00, Accepted: 00/00/00, Published: 00/00/00

* Corresponding Author: Vahid Tadibi, E-mail: vahidtadibi@razi.ac.ir

How to Cite: Author A, Author A, Title of article. *Name of Journal*, Year of publication; volume number(issue number), pages. <https://doi.org/xx.xxx/yyyy>.

Extended Abstract

Background and Purpose

Aging is strongly associated with a decline in muscle mass, strength, and cognitive function, all of which contribute to impaired balance and an increased risk of falling, one of the leading causes of accidental death in the elderly. Enhancing balance is known to improve quality of life and reduce fall risk. Muscle endurance and power play a key role in postural stability, and nutritional interventions such as taurine supplementation have shown potential benefits for both physical and cognitive performance. Taurine, a naturally occurring amino acid, possesses antioxidant and neuroprotective properties. Its effects on physical and cognitive function have been inconsistently reported in prior studies, and limited data exist on dose-dependent responses in older adults. This study aimed to compare the acute effects of low-dose (1 g) and high-dose (6 g) taurine supplementation on balance, muscle endurance, cardiorespiratory fitness, and cognitive performance in older men.

Methods

This double-blind, randomized, crossover clinical trial involved 15 healthy men aged 60–69 years (Mean $\pm$ SD of height, weight, and body mass index: 172.4 ± 5.6 cm, 67.8 ± 5.8 kg, and 22.8 ± 1.6 kg.m⁻², respectively), recruited from a public fitness center in Sanandaj, Iran. Participants had no professional sports background and were deemed physically fit based on the PAR-Q and physician clearance. Each participant completed three experimental sessions separated by one-week washout periods. Before each session, participants received one of the following interventions in a randomized



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

order: 1 g taurine, 6 g taurine, or a placebo (3 g maltodextrin), dissolved in 150 mL water. Supplements were administered one hour before testing. Taurine and placebo were delivered in identical opaque cups with straws to maintain blinding. All sessions followed a fixed schedule including the Mini-mental state examination (MMSE) for cognitive function, the Timed Up and Go (TUG) test for dynamic balance, a 30-second chair stand test for muscular endurance, and a 6-minute walk test for cardiorespiratory fitness. Diet was controlled 24 hours prior to each session to reduce variability. After confirming the normal distribution of data, ANOVA repeated measurements were performed and followed by Bonferroni post hoc tests to compare the three conditions if appropriate. Analyses were performed in SPSS v26 considering an alpha level of 5% and a statistical power of 80%.

Results

Taurine dosage had a significant impact on balance, as demonstrated by repeated measures ANOVA ($F(2,28) = 4.158$, $p = 0.026$, $\eta^2 = 0.23$). Post-hoc analysis revealed that a 6 g dose of taurine resulted in a significant improvement in balance compared to the placebo condition ($p = 0.023$). In contrast, the 1 g taurine dose did not produce any statistically significant differences in balance when compared to either the placebo or the 6 g taurine condition. There was also a significant difference in muscular endurance across the different treatment conditions ($F(2,28) = 5.406$, $p = 0.010$, $\eta^2 = 0.28$). This indicates that taurine dosage had a measurable effect on muscular endurance, as assessed by the chair stand test. Further analysis revealed that performance on the chair stand test was significantly improved after the administration of 6 g of taurine, compared to the placebo condition ($p = 0.009$). However, there was no significant difference observed in chair stand test performance between the 1 g and 6 g taurine doses, suggesting that the lower dose may not be as effective in enhancing muscular endurance. Cardiorespiratory fitness, as evaluated by the 6-minute walk test, also showed a significant difference between the various conditions tested ($F(2,28) = 7.268$, $p = 0.003$, $\eta^2 = 0.34$). This outcome suggests that taurine supplementation can influence cardiorespiratory fitness levels. Specifically, the 6 g taurine dose resulted in significantly better cardiorespiratory fitness performance when compared to both the placebo condition ($p = 0.004$) and the 1 g taurine condition ($p = 0.005$). Conversely, no significant difference was found between the placebo and the 1 g taurine dose, indicating that the lower dose may not be sufficient to significantly impact cardiorespiratory fitness as measured by the 6-minute walk test. Finally, cognitive function, which was assessed using the MMSE, demonstrated a significant difference between the different treatment conditions ($F(2,28) = 8.866$, $p = 0.001$, $\eta^2 = 0.39$). This finding highlights the potential of taurine to influence cognitive performance. The results showed that cognitive performance was significantly better after the administration of 6 g of taurine when compared to both the placebo condition ($p < 0.001$) and the 1 g taurine condition ($p = 0.020$). Consistent with the other measures, there was no significant difference observed between the placebo and the 1 g of taurine, again suggesting a dose-dependent effect where the higher dose is more effective in enhancing cognitive function.

Conclusion

This study demonstrated that a single 6 g dose of taurine can significantly improve dynamic balance, muscular endurance, cardiorespiratory fitness, and cognitive performance in men aged 60–69. The 1 g dose, by contrast, did not yield significant improvements. These findings support the use of high-dose taurine supplementation as an effective short-term strategy for enhancing both physical and mental capacities in older adults. The results align with prior evidence suggesting taurine's role in energy metabolism, antioxidant protection, and neurocognitive function. Given the prevalence of

physical decline and fall-related risks in aging populations, taurine may serve as a promising adjunct to exercise and dietary interventions aimed at preserving functional ability and quality of life in the elderly. Future research should explore long-term supplementation and investigate the underlying biological mechanisms in greater detail to inform personalized approaches for geriatric health.

Key Words: Balance; Muscular endurance; Elderly; Exercise performance; Taurine supplement

Article message

A 6 g dose of taurine can improve balance, endurance, aerobic capacity, and cognitive function in elderly men. While, a 1 g dose is insufficient for significant effects in these domains. Taurine may offer a non-invasive strategy to reduce fall risk and cognitive decline in elderly men. Future studies should assess long-term and population-specific outcomes

Ethical Considerations

The study protocol was approved by Razi University's Ethics Committee (IR.RAZI.REC.1400.088) and registered with the Iranian Registry of Clinical Trials (IRCT20170326033146N7).

Authors' Contributions

Conceptualization: Vahid Tadibi & Reza Nasimi. Data Collection: Reza Nasimi. Data Analysis: Vahid Tadibi. Manuscript Writing: Vahid Tadibi & Reza Nasimi. Review and Editing: Vahid Tadibi. Literature Review: Vahid Tadibi & Reza Nasimi. Project Manager: Vahid Tadibi.

Conflict of Interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

Times New Roman (Headings CS) The authors like to thank all the participants and those who helped us in this research, especially Ms. Rezvan Khairandish.



نوع مقاله: پژوهشی

تأثیر حاد دوزهای مختلف تأثرین بر عملکردهای بدنی و شناختی در مردان سالمند

رضا نسیمی^۱، وحید تأدیبی^{۲*}

۱- کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۲۱، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۰۹/۰۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۴، تاریخ انتشار: ۰۰/۰۰/۰۰

*نویسنده مسئول: وحید تأدیبی، E-mail: vahidtadibi@razi.ac.ir

How to Cite: Author A, Author A, Title of article. *Name of Journal*, Year of publication; volume number(issue number), pages. <https://doi.org/xx.xxx/yyyy>.

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف بررسی آثار حاد دوزهای پایین و بالای مکمل تأثرین بر عملکردهای بدنی و شناختی مردان ۶۰ تا ۶۹ ساله (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین قد، وزن و نمایه توده بدنی به ترتیب 172.4 ± 5.6 سانتی متر، 67.8 ± 5.8 کیلوگرم و 1.6 ± 22.8 کیلوگرم بر متر مربع) انجام شد. مواد و روش‌ها: در این تحقیق متقاطع دوسویه کور، ۱۵ مرد داوطلب در فواصل یک هفته‌ای به ترتیب تصادفی در سه شرایط مصرف دارونما، دوز پایین مکمل (۱ گرم) و دوز بالای مکمل (۶ گرم) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها در هر سه شرایط، آزمون‌های ارزیابی تعادل، استقامت عضلانی، آمادگی قلبی تنفسی و عملکرد شناختی را یک ساعت پس از مصرف مکمل یا دارونما اجرا کردند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، آزمون‌های آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری و آزمون بونفرونی با سطح آلفای پنج درصد و توان آماری ۸۰ درصد اجرا شد. یافته‌ها: آمادگی قلبی تنفسی و عملکرد شناختی پس از مصرف دوز بالای مکمل به‌طور معناداری بهتر از شرایط دارونما (به ترتیب: $p=0.004$ و $p<0.001$) و مصرف دوز پایین مکمل (به ترتیب: $p=0.005$ و $p=0.020$) بود؛ اما، تفاوت معناداری بین دوز پایین مکمل و دارونما وجود نداشت. همچنین، امتیاز تعادل و استقامت عضلانی پس از مصرف دوز بالای مکمل نسبت به شرایط دارونما به‌طور معناداری بهتر بود.



(به ترتیب: $p=0/023$ و $p=0/009$)؛ اما، بین دیگر شرایط تفاوت معناداری وجود نداشت. نتیجه‌گیری: مردان سالمند می‌توانند برای بهبود عملکردهای بدنی و شناختی، از مکمل تائورین با دوز ۶ گرم استفاده نمایند.

واژگان کلیدی: تعادل؛ استقامت عضلانی؛ سالمندی؛ عملکرد ورزشی؛ مکمل تائورین

مقدمه

افزایش سن ارتباط مستقیمی با از دست دادن توده عضلانی و قدرت عضلانی دارد (۱). این پیامدهای سالمندی و همچنین تضعیف عملکرد شناختی آثار کاهنده بر تعادل بدن گذاشته و خطر زمین خوردن را افزایش می‌دهند (۲). در افراد سالمند زمین خوردن از اصلی‌ترین عامل‌ها برای مرگ تصادفی است و حدود ۳۰ درصد از سالمندان، دست‌کم یک‌بار در طول سال خطر زمین خوردن را تجربه می‌کنند (۳،۴). زمین خوردن اگر سبب مرگ نشود، مسبب مشکلات بسیاری همچون آسیب‌های جسمی، کاهش فعالیت بدنی، کاهش اعتماد به نفس و در مجموع کاهش کیفیت زندگی است (۳،۵). یکی از دلایل زمین خوردن، بی‌تعادلی و عدم توانایی راه رفتن منظم است که خود می‌تواند به کاهش آمادگی جسمانی و عواقب فیزیولوژیکی جدی آن در سالمندان بیانجامد.

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که بهبود تعادل با کاهش خطر زمین خوردن و ارتقای کیفیت زندگی سالمندان همراه است (۶،۷). بنابراین، عواملی که باعث بهبود تعادل در سالمندان شوند، می‌توانند به بهبود کیفیت زندگی آنها بیانجامد. در این راستا نشان داده شده است که افزایش قدرت و استقامت عضلانی، بهبود تعادل را به همراه دارد (۸). از طرفی، مطالعات نشان داده‌اند که مکمل‌های ورزشی بر عملکردهای قدرتی و استقامتی اثرگذار هستند (۹،۱۰). یکی از مکمل‌های اثرگذار بر قدرت و استقامت عضلانی، تائورین می‌باشد که آمینواسیدی است که در مغز، قلب و عضله اسکلتی با غلظت زیاد یافت می‌شود (۱۱). نقش تائورین به صورت تثبیت غشا، سم‌زدایی، آثار آنتی‌اکسیدانی، تنظیم اسمزی، حفظ هموستاز کلسیم و تحریک گلیکولیز و گلیکونز نام برده شده است (۱۲). گزارش شده است که غلظت پلاسمایی تائورین ۱۰ دقیقه پس از مصرف افزایش یافته و یک ساعت پس از مصرف به اوج می‌رسد و در عرض ۵ الی ۶ ساعت به سطوح اولیه بازمی‌گردد (۱۳). با این حال، دوزهای متفاوت تائورین از ۵۰۰ میلی‌گرم تا ۱۰ گرم در روز در آزمایش‌های انسانی به کار برده شده است (۱۴). بر اساس گزارش یک مطالعه مروری، با اینکه حتی تک‌دوز مصرف تائورین می‌تواند بر عملکرد ورزشی همچون اکسیژن مصرفی بیشینه، زمان رسیدن به واماندگی، عملکرد بی‌هوازی و همچنین ریکواری اثر مثبت بگذارد، اما پژوهش‌های بیشتری درباره اثر دوزهای متفاوت تائورین (۱ تا ۶ گرم) و اینکه چه جمعیتی بیشترین استفاده از آن را می‌برند، مورد نیاز است (۱۵).

در زمینه اثر حاد مصرف مکمل تائورین بر عملکرد ورزشی، گزارش‌های پژوهشی محدود است و تحقیقات اندکی که انجام شده نیز همسو نیستند؛ به طوری که در کنار اثر مثبت (۱۶،۱۷)، عدم تأثیر (۱۸،۱۹) نیز گزارش شده است. در این راستا، پیچ و همکاران (۲۰۱۹) شواهدی از نقش تائورین در فرایندهای تنظیم حرارت و کاهش زمان رسیدن به خستگی ارائه داده‌اند (۱۶).

در تحقیق دیگری بالشو و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند مصرف تک دوز ۱ گرمی تاورین می‌تواند عملکرد دوندگان نیمه-استقامت تمرین کرده را در تایم‌تریل سه کیلومتر بهبود معنادار ببخشد (۱۷). اما، کامرر و همکاران (۲۰۱۴) عدم تأثیر مصرف تک دوز ۱ گرمی تاورین را بر عملکردهای استقامتی، قدرتی و توانی سربازان گزارش کردند (۱۸). از طرفی، روترفورد و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند مصرف تک‌دوز ۱/۷ گرمی تاورین اثر معناداری بر عملکرد دوچرخه‌سواران تمرین کرده استقامتی ندارد (۱۹).

از سوی دیگر، گزارش‌هایی مبنی بر آثار مثبت مکمل تاورین بر عملکرد شناختی در ادبیات پیشینه موجود می‌باشد. رفیعی و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای مروری نتیجه می‌گیرند که تاورین با توجه به ویژگی محافظت سلولی خود می‌تواند از تخریب عصبی در مغز مبتلایان به دیابت و سندروم متابولیک پیشگیری کند (۲۰). در پژوهشی جانوری، سازوکار اثرگذاری تاورین بر عملکرد شناختی موش‌های صحرایی به فعال کردن مسیر AKT-CREB-PGC1 نسبت داده شد (۲۱). همچنین، فماین و همکاران (۲۰۱۳) از ارتباط مستقیم عملکرد شناختی در مبتلایان به آلزایمر و سطوح تاورین مایع مغزی نخاعی گزارش کردند (۲۲). در پژوهش‌های کاربردی انسانی، بای و همکاران (۲۰۲۲) عنوان کردند که مصرف روزانه ۳ گرم تاورین به مدت ۴ هفته به بهبود عملکرد شناختی سالمندان می‌انجامد (۲۳). در پژوهش دیگری که اثر حاد تاورین بررسی شد، اوزان و همکاران (۲۰۲۲) اثر مثبت تک‌دوز ۳ گرمی این مکمل را در ترکیب با کافئین بر عملکرد شناختی مردان بوکسور نخبه پس از خستگی ناشی از فعالیت بی‌هوازی نشان دادند (۲۴). این در حالی است که پیشتر کامرر و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کرده بودند تک‌دوز ۱ گرمی تاورین باعث بهبود عملکرد شناختی در سربازان نمی‌شود (۱۸).

بنابراین، همانگونه که در بالا به اهمیت قدرت و استقامت عضلانی برای حفظ و ارتقای تعادل در سالمندان اشاره شد و از طرفی با افزایش سن، میزان تاورین در بدن کاهش می‌یابد، با توجه به تناقض موجود در پیشینه پژوهش و اینکه بر اساس دانسته‌های ما تاکنون مطالعه‌ای به مقایسه آثار دوزهای بالا و پایین تاورین بر عملکرد بدنی و شناختی سالمندان نپرداخته است، در پژوهش حاضر به دنبال بررسی و مقایسه آثار مصرف دوزهای پایین و بالای تاورین بر تعادل، استقامت، آمادگی قلبی تنفسی و عملکرد شناختی افراد سالمند بوده‌ایم.

روش پژوهش

پژوهش حاضر در قالب یک طرح متقاطع و دو سو کور انجام شد. شرکت کنندگان در این پژوهش ۱۵ مرد ۶۰ تا ۶۹ ساله ساکن شهر سنندج با میانگین قد 172.4 ± 5.6 سانتی‌متر، وزن 67.8 ± 5.8 کیلوگرم و نمایه توده بدنی 22.8 ± 1.6 کیلوگرم بر متر مربع بودند که سلامت عمومی آنها از سوی پزشک تأیید شده بود. آزمودنی‌ها به‌صورت هدفمند و در دسترس از بین مراجعه کنندگان به ورزشگاه ملک‌نیا در شهر سنندج برای شرکت در فعالیت‌های ورزش همگانی انتخاب و پس از آگاهی کامل از چگونگی اجرای مراحل تحقیق به صورت داوطلبانه فرم رضایت‌نامه آگاهانه را امضا نمودند. آزمودنی‌ها بدون سابقه فعالیت ورزشی حرفه‌ای بودند و صرفاً در فعالیت‌های همگانی شرکت داشتند و بر اساس پرسشنامه آمادگی فعالیت بدنی (PAR-Q) از آمادگی مناسب برای انجام آزمون‌ها برخوردار بودند. ملاک‌های ورود به پژوهش شامل جنسیت مرد، سکونت در شهر سنندج، دامنه سنی ۶۰ تا ۶۹ سال، شاخص توده بدنی $18/5$ تا $24/9$ (kg/m^2) و ملاک‌های خروج نیز خروج

داوطلبانه، ابتلا به هرگونه بیماری یا آسیب دیدگی حاد در طول دوره پژوهش، عدم توانایی برای اجرای آزمون‌ها، احساس سرگیجه یا درد و ناراحتی در قفسه سینه در اجرای هر یک از آزمون‌ها و عدم مصرف مکمل یا دارونما طبق طرح پژوهش بود. با در نظر گرفتن اختلاف هدف ۱۱ درصد و انحراف استاندارد ۱۰ درصد، تعداد ۱۳ آزمودنی در هر یک از شرایط برای رسیدن به حداقل توان آماری ۸۰ درصد، کفایت کرد که ما تعداد ۱۵ آزمودنی را در نظر گرفتیم (۲۵).

با توجه به اینکه طرح پژوهش متقاطع بود، نیازی به حضور همه آزمودنی‌ها به‌طور هم‌زمان نبود. برای هر شرکت‌کننده برنامه زمانی هماهنگ و مشخص شد و از آن‌ها خواسته شد که در روزهای پیش از انجام تست و همچنین در صبح روز تست از انجام فعالیت‌های بدنی شدید و نوشیدن کافئین و الکل پرهیز کنند. همچنین فرم یادآمد رژیم غذایی در اختیار آن‌ها گذاشته شد تا در ۲۴ ساعت پیش از هر یک از روزهای آزمون از الگوی خوراکی یکسانی پیروی نمایند. به عبارتی، رژیم خوراکی آزمودنی‌ها در فاصله زمانی ۲۴ ساعت پیش از هر یک از اندازه‌گیری‌ها از نظر حجم و نوع درشت مغذی‌ها مشابه بود. هر آزمودنی در هر سه جلسه حضور خود همه آزمون‌هایی که در ذیل آمده است را با یک ترتیب یکسان اجرا کرد، با این تفاوت که پیش از هر یک از جلسات به‌صورت تصادفی در یکی از شرایط مصرف دارونما (مالتودکسترین)، دوز بالا (۶ گرم) یا دوز پایین (۱ گرم) تائورین قرار گرفت. برنامه‌ریزی به این شکل بود که ۱۵ آزمودنی به‌صورت تصادفی در سه دسته (ترتیب انجام شرایط) A و B و C قرار گرفتند (هر دسته ۵ نفر). فرآیند دقیق این دسته‌بندی از سوی شخص سومی به‌غیر از پژوهشگر و به‌صورت تصادفی انجام گردید تا طرح دوسوکور انجام شود. دسته A در نخستین جلسه دارونما، در دومین جلسه دوز پایین مکمل و در سومین جلسه دوز بالای مکمل را مصرف کردند. دسته B در نخستین جلسه دوز پایین مکمل، در دومین جلسه دوز بالای مکمل و در سومین جلسه دارونما مصرف کردند. دسته C در نخستین جلسه دوز بالای مکمل، در دومین جلسه دارونما و در سومین جلسه دوز پایین مکمل را مصرف کردند (جدول ۱). مکمل تائورین با سریال کد W101903245 از شرکت MYPROTEIN تهیه‌شده بود و مقادیر مورد نظر به شکل پودر در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب حل شده و به شرکت‌کنندگان داده می‌شد. در شرایط دارونما نیز به همین صورت سه گرم مالتودکسترین جایگزین مکمل تائورین می‌شد. مکمل یا دارونما درون لیوان‌های پوشیده‌نی‌دار که رنگ و بوی محتوی آن مشخص نبود در اختیار آزمودنی قرار می‌گرفت. از آنجا که نشان داده شده است غلظت پلاسمایی تائورین یک ساعت پس از مصرف به اوج خود می‌رسد، مکمل و دارونما در پژوهش حاضر یک ساعت پیش از انجام آزمون‌ها مصرف شد (۱۳). مکمل دهی ساعت ۹ صبح بود و ۴۵ دقیقه بعد از آن آزمودنی‌ها پرسشنامه را تکمیل کرده سپس ساعت ۱۰ به ترتیب آزمون‌های بلند شدن و رفتن زمان‌دار، آزمون نشستن برخاستن از صندلی ۳۰ ثانیه و آزمون راه رفتن ۶ دقیقه را انجام می‌دادند. محل برگزاری آزمون‌ها ورزشگاه ملکنیا در شهر سنجندج بود.

ارزیابی عملکرد شناختی با استفاده از پرسشنامه MMSE^۱ انجام شد که یک ابزار غربالگری ۳۰ سؤالی می‌باشد که به‌صورت کمی، شدت نقص شناختی و تغییرات شناختی را در طول زمان در ۶ زمینه بررسی می‌کند. این زمینه‌ها شامل جهت‌یابی زمانی و مکانی، ثبت سه کلمه، توجه و محاسبه، یادآوری سه کلمه، زبان و مهارت‌های آن و مهارت‌های مربوط به ساختار

۱. Mini-mental state examination

بینایی می‌باشد. حداکثر امتیاز این آزمون، ۳۰ است که نمرات پایین‌تر نشان‌دهنده مشکلات شناختی شدیدتر است. نمره‌گذاری این آزمون به‌صورت ۱۰-۰ (اختلال شناختی شدید)، ۱۱-۲۰ (اختلال شناختی متوسط)، ۲۱-۲۶ (اختلال شناختی خفیف) و ۲۷-۳۰ (شناخت طبیعی) می‌باشد و پایایی آن نیز ۰,۸۸، محاسبه شده است (۲۶).

ارزیابی تعادل پویا با استفاده از آزمون بلند شدن و رفتن زمان‌دار^۱ (TUG) انجام شد. در این تست، آزمودنی بر روی صندلی دسته‌دار معمولی با بلندی نشیمنگاه ۴۲ سانتیمتر نشسته و به پشتی صندلی تکیه می‌دهد، درحالی‌که کف پاهای او بر روی زمین و پشت خط مشخص‌کننده قرار دارد. سپس از فرد خواسته می‌شود به‌محض اینکه آزمونگر کلمه "برو" را گفت از روی صندلی بلند شود و آزمون را انجام دهد. مراحلی که فرد در طی این آزمون انجام داد عبارت بود از: بلند شدن از روی صندلی، طی کردن یک مسیر سه متری، دور زدن دور علامتی که در مسیر سه متری گذاشته شد؛ برگشتن مسیر سه متری، نشستن بر روی صندلی و تکیه دادن که برحسب ثانیه محاسبه گردید. سرعت انتخابی تا حدی بود که فرد می‌توانست به‌صورت ایمن و با گام‌های منظم و معمولی راه برود (۲۷).

ارزیابی استقامت عضلانی با استفاده از آزمون نشستن برخاستن از صندلی^۲ ۳۰ ثانیه انجام شد. وضعیت شروع آزمون به این صورت بود که آزمودنی روی صندلی می‌نشست، پاهایش را روی زمین می‌گذاشت و دست‌ها را به‌صورت ضربدری روی سینه قرار می‌داد. از آزمودنی خواسته شد بیشترین تعداد ممکن برخاستن و نشستن روی صندلی را در ۳۰ ثانیه انجام دهد. زمان از وضعیت نشسته محاسبه گردید و تعداد نشستن و برخاستن از روی صندلی در ۳۰ ثانیه رکورد آزمودنی در نظر گرفته شد (۲۸).

آمادگی قلبی تنفسی با استفاده از آزمون راه رفتن ۶ دقیقه^۳ ارزیابی شد. در این آزمون مسافت طی شده توسط فرد در مدت‌زمان ۶ دقیقه ثبت شد. آزمودنی‌ها شدت فعالیت را خودشان انتخاب کردند و هرجایی نیاز داشتند به استراحت می‌پرداختند (۲۹).

دسته	جلسه ۱	جلسه ۲	جلسه ۳
A (n=5)	اجرای آزمونها → ۱h → دارونما	اجرای آزمونها → ۱h → ۱ گرم تائورین	اجرای آزمونها → ۱h → ۶ گرم تائورین
B (n=5)	اجرای آزمونها → ۱h → ۱ گرم تائورین	اجرای آزمونها → ۱h → ۶ گرم تائورین	اجرای آزمونها → ۱h → دارونما
C (n=5)	اجرای آزمونها → ۱h → ۶ گرم تائورین	اجرای آزمونها → ۱h → دارونما	اجرای آزمونها → ۱h → ۱ گرم تائورین

جدول ۱- مراحل و ترتیب زمانی اجرای پژوهش

Table1- Steps and time order of research implementation

^۱. Timed up and go test

^۲. 30s chair stand test

^۳. 6-min walk test

برای توصیف داده‌ها از میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، ابتدا توزیع طبیعی داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. برای مقایسه کلی میانگین‌های سه شرایط، از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری استفاده شد. با معنادار شدن تفاوت‌های کلی، برای مشخص شدن محل دقیق تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ و با سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

مقادیر مربوط به ویژگی‌های بدنی و آنتروپومتریک آزمودنی‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.

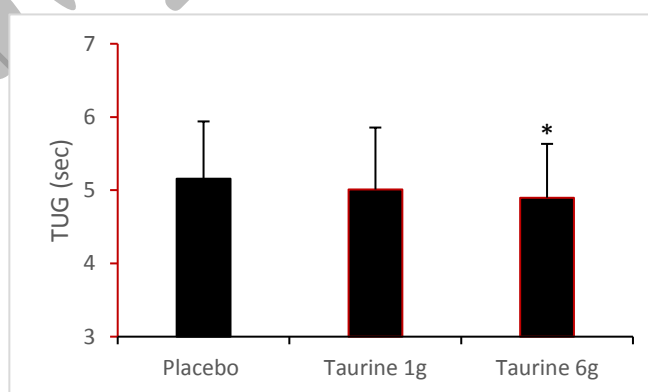
متغیر	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	نمایه توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)
میانگین $\pm$ انحراف استاندارد	۶۵,۱ $\pm$ ۳,۱	۱۷۲,۴ $\pm$ ۵,۶	۶۷,۸ $\pm$ ۵,۸	۲۲,۸ $\pm$ ۱,۶

جدول ۲ - داده‌های توصیفی آزمودنی‌ها

Table1- Descriptive characteristics of participants

تعادل

آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری برای ارزیابی تعادل نشان داد بین میانگین نتایج آزمون TUG در سه شرایط دارونما، تائورین ۱ و ۶ گرم تفاوت معناداری وجود داشت ($F_{2,28}=4,158, p=0.026, \eta^2=0.23$). در تعیین تفاوت‌های زوجی بین شرایط، آزمون تعقیبی مشخص کرد که تفاوت معناداری بین مصرف دارونما و مصرف ۱ گرم تائورین وجود نداشت ($p=0.124$). اما تعادل پس از مصرف ۶ گرم تائورین به‌طور معناداری بهتر از شرایط دارونما بود ($p=0.023$). بین مصرف ۱ و ۶ گرم تائورین نیز تفاوت معناداری وجود نداشت ($p=0.171$) (شکل ۱).

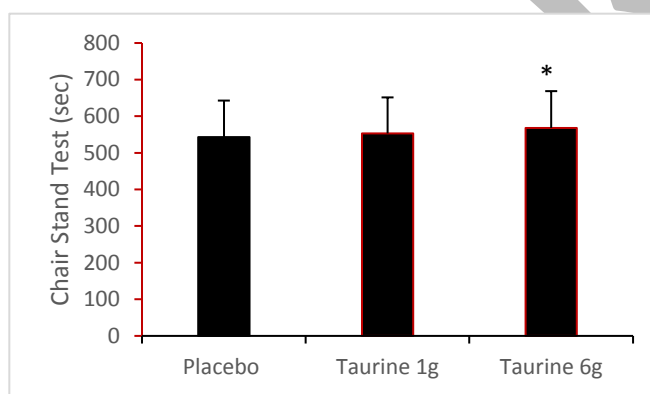


شکل ۱- داده‌های مربوط به آزمون بلند شدن و رفتن زمان‌دار در سه شرایط مورد مطالعه. *: تفاوت معنادار نسبت به شرایط دارونما

Figure 1- The data related to the timed rise and walk test in the three studied conditions. *: significant difference compared to placebo condition

استقامت عضلانی

در ارزیابی استقامت عضلانی، یافته‌ها نشان داد که بین میانگین نتایج آزمون نشستن برخاستن از صندلی ۳۰ ثانیه در شرایط دارونما، ۱ و ۶ گرم تائورین تفاوت معناداری وجود داشت ($F_{2,28}=5,406$, $p=.010$, $\eta^2=.28$). آزمون تعقیبی مشخص کرد که استقامت عضلانی پس از مصرف ۶ گرم تائورین به‌طور معناداری بهتر از شرایط دارونما بود ($p=.009$)، اما پس از مصرف ۱ گرم تائورین تفاوت معناداری با شرایط دارونما نداشت ($p=.060$). همچنین، بین مصرف دوزهای ۶ و ۱ گرم تائورین تفاوت معناداری دیده نشد ($p=.320$) (شکل ۲).

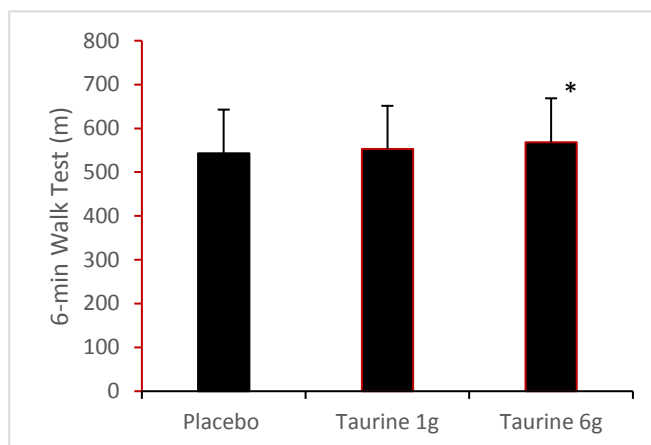


شکل ۲- داده‌های مربوط به آزمون نشستن برخاستن از صندلی در سه شرایط مورد مطالعه. *: تفاوت معنادار نسبت به شرایط دارونما

Figure 2- The data related to the test of sitting and standing up from the chair in the three studied conditions. *: significant difference compared to placebo condition

آمادگی قلبی تنفسی

در بررسی آمادگی قلبی تنفسی، یافته‌ها نشان داد که بین میانگین نتایج آزمون راه رفتن ۶ دقیقه‌ای در سه شرایط دارونما، تائورین ۱ و ۶ گرم تفاوت معناداری وجود داشت ($F_{2,28}=7,268$, $p=.003$, $\eta^2=.34$). در تعیین تفاوت‌های زوجی مشخص شد که تفاوت معناداری بین مصرف دارونما و مصرف ۱ گرم تائورین وجود نداشت ($p=.213$). اما آمادگی قلبی تنفسی پس از مصرف ۶ گرم تائورین به‌طور معناداری بهتر از شرایط دارونما بود ($p=.004$). بین مصرف ۶ و ۱ گرم تائورین نیز تفاوت معناداری وجود داشت ($p=.005$) (شکل ۳).

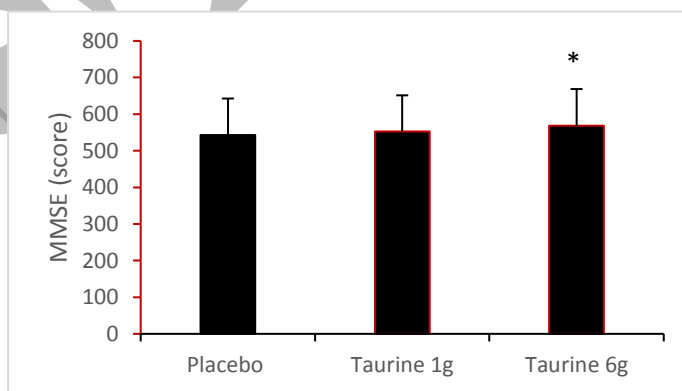


شکل ۳- داده‌های مربوط به آزمون راه رفتن ۶ دقیقه‌ای در سه شرایط مورد مطالعه. *: تفاوت معنادار نسبت به مصرف ۱ گرم تائورین و شرایط دارونما

Figure 3- Data related to the 6-minute walking test in the three studied conditions. *: significant difference compared to the consumption of 1 gram of taurine and placebo conditions

عملکرد شناختی

تجزیه و تحلیل آماری نتایج آزمون MMSE برای بررسی عملکرد شناختی نشان داد که بین سه شرایط دارونما، تائورین ۱ گرم و ۶ گرم تفاوت معناداری وجود داشت ($F_{2,28}=8.866, p=.001, \eta^2=.39$). آزمون تعقیبی مشخص کرد تفاوت معناداری بین مصرف دارونما و مصرف ۱ گرم تائورین نبود ($p=.458$). اما عملکرد شناختی پس از مصرف ۶ گرم تائورین به‌طور معناداری بهتر از شرایط دارونما و مصرف ۱ گرم تائورین بود (به ترتیب $p<.001$ و $p=.020$) (شکل ۴).



شکل ۴- داده‌های مربوط به آزمون MMSE در سه شرایط مورد مطالعه. *: تفاوت معنادار نسبت به دیگر شرایط

Figure 4- Data related to the MMSE test in the three studied conditions. *: significant difference compared to the other conditions

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مصرف تک دوز ۶ گرمی تائورین می تواند با بهبود تعادل، استقامت عضلانی، آمادگی قلبی تنفسی و عملکرد شناختی در مردان ۶۰ تا ۶۹ سال همراه باشد. بین میانگین نتایج آزمون TUG در سه شرایط دارونما، تائورین ۱ گرم و تائورین ۶ گرم تفاوت معناداری وجود داشت. در زمینه اثر حاد مکمل تائورین بر تعادل، بنا به دانسته های ما، تنها یک پژوهش در ادبیات پیشینه یافت می شود که در آن پژوهش اوزان و همکاران (۲۰۲۲) گزارش می کنند مصرف ۳ گرم تائورین در کنار ۶ میلی گرم بر کیلوگرم کافئین به بهبود تعادل در مردان بوکسور نخبه می انجامد. اگر چه آزمودنی ها و دوز و نوع مصرف تائورین در پژوهش اوزان و همکاران متفاوت است و آزمون تعادل پس از خستگی ناشی از آزمون وینگیت اجرا شده است، اما تنها پژوهشی است که به نوعی یافته های آن در زمینه اثر حاد تائورین بر تعادل با پژوهش حاضر همسو می باشد (۲۴). یکی دیگر از سازوکارهای اثر بخشی تائورین بر عملکردهای حرکتی سالمندان، می تواند بهبود تعادل در آزمون بلند شدن و رفتن زمان دار باشد که در بررسی تعادل سالمندان در مطالعات گوناگون استفاده شده است (۳۱، ۳۰). در راستای یافته های حاضر، نشان داده شده است که افزایش استقامت و قدرت عضلانی با بهبود تعادل همراه است (۳۳، ۳۲). از طرفی تاثیر مکمل تائورین بر زمان واکنش را نیز نباید نادیده گرفت. تحقیقات نشان داده اند که بهبود زمان واکنش می تواند بر بهبود تعادل اثرگذار باشد (۳۳). در پژوهش اوزان و همکاران (۲۰۲۲) مصرف حاد ۳ گرم تائورین به همراه کافئین نه تنها به بهبود تعادل در مردان بوکسور نخبه می انجامد، بلکه زمان عکس العمل آنها را نیز بهبود می بخشد (۲۴).

از آنجا که سطح تائورین در فیبرهای عضلانی نوع I بسیار بالاتر از فیبرهای عضلانی نوع II است، برخی مطالعات به بررسی اثر مکمل تائورین بر عملکرد استقامتی پرداخته اند (۱۵). نتایج پژوهش حاضر نشان داد استقامت عضلانی، که از طریق آزمون نشست و برخاستن از صندلی ارزیابی شد، پس از مصرف ۶ گرم تائورین به طور معناداری بهبود یافت. به هر حال، مطالعات زیادی بر روی تأثیر تائورین بر استقامت عضلانی وجود نداشت. نزدیک ترین پژوهش در مورد سنجش تائورین بر استقامت عضلانی، پژوهش مصطفایی و همکاران (۲۰۲۰) بود که با هدف تأثیر مکمل تائورین بر برخی پارامترهای متابولیک قلبی و آمادگی جسمانی در حالت استراحت به دنبال یک تمرین خسته کننده انجام شد. این پژوهشگران در مصرف تائورین بر استقامت عضلانی تأثیر معناداری مشاهده نکردند (۳۴). دلیل ناهمخوانی با پژوهش حاضر را می توان به دوز تائورین (۲ گرم در مطالعه مصطفایی و همکاران) نسبت داد، در حالیکه در این مطالعه دوز ۱ و ۶ گرم بررسی شده بود (که فقط دوز ۶ گرم تأثیر معناداری بر استقامت عضلانی نشان داد)، طول دوره مصرف مکمل نیز می تواند در نتایج به دست آمده تأثیرگذار باشد؛ مصطفایی و همکاران (۲۰۲۰) دو هفته مکمل تائورین مصرف کردند در حالیکه در پژوهش حاضر تأثیر حاد مصرف تائورین بررسی گردید، از دیگر موارد ناهمخوانی می توان به نوع آزمون اشاره کرد؛ در پژوهش حاضر آزمون نشست و برخاستن مورد استفاده قرار گرفت در حالی که در پژوهش مذکور آزمون درازنشست و بارفیکس انجام شد. در زمینه سازوکارهای احتمالی اثرگذاری تائورین بر عملکرد ورزشی گزارش شده است که تائورین با ویژگی بافری خود می تواند سطوح لاکتات خون را هنگام فعالیت استقامتی کاهش داده و سبب بهبود عملکرد استقامتی شود (۳۵). همچنین، تائورین با افزایش گلیسرول پلاسما و افزایش ذخایر گلیکوژن عضلانی می تواند در کنار افزایش سوخت و ساز لیپیدی، عملکرد افراد را حین تمرین استقامتی پرشدت

ارتقا دهد (۳۶). از سوی دیگر گزارش شده است که تائورین می‌تواند با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به بهبود عملکرد عضلانی به هنگام تمرین مقاومتی بیانجامد (۳۷). همچنین، تائورین با کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از تمرین، می‌تواند عملکرد قدرتی را افزایش دهد (۳۸). از سوی دیگر، از آنجا که استقامت عضلانی با قدرت عضلانی رابطه‌ی نزدیکی دارد، به همین دلیل، معمولاً در ارتباط باهم بررسی می‌شوند (۳۹) و می‌توان گفت افزایش در قدرت، افزایش در استقامت عضلانی را هم به همراه دارد (۴۰). در پژوهش حاضر قدرت عضلانی اندازه‌گیری نشده است اما بر اساس مطالعات گذشته، ممکن است معناداری استقامت عضلانی نیز در اثر افزایش قدرت اتفاق افتاده باشد (۴۱).

مطالعاتی نشان داده‌اند که مکمل تائورین می‌تواند بر بهبود زمان رسیدن به خستگی تأثیر معناداری داشته باشد (۴۲). برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تأثیر حاد بعضی از مکمل‌ها مانند تائورین می‌تواند لیپولیز را افزایش داده و سهم متابولیسم گلیکولیتیک را کاهش دهند و در نتیجه مصرف سوخت و کارایی متابولیک ورزش را بهبود ببخشند (۳۶). برخی دیگر، اثرات تائورین را به نقش آنتی‌اکسیدانی نسبت می‌دهند که اثرات تثبیت‌کننده تائورین را در ماتریکس میتوکندری تسهیل می‌کند، بنابراین کارایی گردش ATP در سلول عضلانی را بهبود می‌بخشد (۴۳). افزایش معنادار عملکردهای بدنی در پژوهش حاضر را شاید بتوان به موارد فوق نیز نسبت داد. در مطالعه مروری چن و همکاران (۲۰۲۱) (۳۸) نشان داده شده است که ۶ گرم مکمل تائورین سطح گلیسرول پلاسما را افزایش می‌دهد که می‌تواند از دلایل اثرگذاری مکمل تائورین بر آمادگی قلبی تنفسی باشد. علاوه بر آن خوردن مکمل تائورین قبل از ورزش باعث افزایش سطح آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی می‌شود که بخشی از زنجیره انتقال الکترون است که در تولید انرژی سلولی نقش دارد (۳۸). همچنین، برخی مطالعات نشان داده‌اند که مکمل تائورین بر افزایش بیوژنز میتوکندریایی تأثیر دارد (۴۴)؛ که خود می‌تواند بر عملکردهای استقامت عضلانی و قلبی تنفسی تأثیر مثبتی داشته باشد. یافته‌های این پژوهش، با نتیجه یافته‌ی مطالعه وارناک و همکاران (۲۰۱۷) در زمینه آمادگی قلبی تنفسی همخوانی دارد (۴۵). از دلایل آن می‌توان به زمان مصرف مکمل تائورین اشاره کرد که در هر دو پژوهش ۱ ساعت بعد از مصرف مکمل آزمون‌های مربوطه گرفته شده است. اما با نتیجه مطالعه مصطفایی و همکاران (۲۰۲۰) همخوانی ندارد که از جمله دلایل ناهمخوانی را می‌توان نوع آزمون و سن آزمودنی‌ها دانست. به گونه‌ای که آزمودنی‌های آن پژوهش جوان بودند و برای ارزیابی آمادگی قلبی تنفسی، تست بروس را انجام دادند.

پیشینه پژوهشی نشان داده است، تائورین علاوه بر اینکه بر عوامل آمادگی جسمانی تأثیر می‌گذارد، بر عملکرد شناختی نیز می‌تواند اثر مثبت داشته باشد (۲۳، ۲۴). نتایج پژوهش حاضر نشان داد بین میانگین نتایج آزمون MMSE در سه شرایط دارونما، تائورین ۱ گرم و ۶ گرم تفاوت معناداری وجود داشت و تنها پس از مصرف دوز ۶ گرمی تائورین، عملکرد شناختی بهبود معناداری پیدا کرده بود. در این زمینه کامرر و همکاران (۲۰۱۴) نیز عدم تأثیر تک‌دوز ۱ گرمی تائورین بر عملکرد شناختی را نشان داده بودند، اگرچه در آن پژوهش، اثر دوز ۶ گرمی بررسی نشد و دوز ۱ گرمی نیز ۴۵ دقیقه پیش از ارزیابی از طریق نوشیدنی به تنهایی و همچنین در ترکیب با کافئین مصرف شد، آزمودنی‌ها سربازان جوان ارتش کلمبیا بودند و از آزمون‌های تمرکز GRID و مقیاس هوش بزرگسالان وکسلر WAIS برای ارزیابی عملکرد شناختی استفاده شد (۱۸). همچنین، اوزان و همکاران (۲۰۲۲) اثر تک‌دوز ۳ گرمی تائورین را به تنهایی و در ترکیب با کافئین بررسی نموده و گزارش کردند که تنها ترکیب این مکمل با کافئین به صورت پودر پس از یک ساعت به بهبود عملکرد شناختی می‌انجامد اما مصرف آن به تنهایی چنین اثری ندارد. قابل توجه است که در آن تحقیق آزمودنی‌ها مردان بوسور نخبه بودند که آزمون

زمان عکس‌العمل را به منظور ارزیابی عملکرد شناختی پس از یک تست ۳۰ ثانیه‌ای وینگیت بی‌هوازی اجرا کردند (۲۴). دو پژوهش فوق بنا که به دانسته‌های ما تنها پژوهش‌های منتشر شده‌ای هستند که اثر حاد تک‌دوز مکمل تائورین را بر عملکرد شناختی بررسی کرده‌اند، از نظر فاصله زمانی مصرف مکمل و ارزیابی عملکرد شناختی (حدود ۱ ساعت) با پژوهش حاضر مطابقت دارند اما آزمودنی‌های آنها جوان بوده و ارزیابی عملکرد شناختی نیز بر همان اساس متفاوت بوده است. دیگر اینکه هیچ کدام از آن پژوهش‌ها در پی مقایسه دوزهای پایین و بالای تائورین نبوده است. بنابراین، یافته‌های پژوهش حاضر از نظر مقایسه اثر دوزهای پایین و بالای تائورین بر عملکرد شناختی سالمندان حائز اهمیت است. پژوهش دیگری که اثر تائورین را بر عملکرد شناختی سالمندان بررسی کرده است، پژوهش بای و همکاران (۲۰۲۲) است که اثر مثبت مصرف یک دوره ۴ هفته‌ای (۳ گرم در روز) از این مکمل را بر عملکرد شناختی سالمندان کره‌ای نشان می‌دهد. در آن پژوهش نیز، همانند پژوهش حاضر، عملکرد شناختی با استفاده از آزمون MMSE ارزیابی شده است (۲۳). در زمینه سازوکارهای احتمالی اثرگذاری مکمل تائورین بر عملکرد شناختی و عوامل مرتبط با آن می‌توان به نقش تائورین به عنوان یک انتقال‌دهنده عصبی در سیستم عصبی مرکزی اشاره کرد (۲۰). همچنین، نشان داده شده است که تائورین می‌تواند از طریق فعال کردن مسیر AKT-CREB-PGC1 به بهبود عملکرد شناختی موش‌های صحرایی جوان بیانجامد (۲۱). در پژوهشی که در آن سطوح تائورین مایع مغزی نخاعی سالمندان مبتلا به آلزایمر بررسی شد، همبستگی مثبت بین امتیاز آزمون MMSE در ارزیابی عملکرد شناختی سطوح تائورین به دست آمد و پژوهشگران اثر مثبت و محافظتی تائورین را به فعال‌سازی گیرنده‌های GABA نسبت دادند (۲۲). در نتیجه‌گیری کلی، مردان ۶۰ تا ۶۹ ساله می‌توانند با مصرف حاد مکمل تائورین با دوز ۶ گرم، تعادل، استقامت عضلانی، آمادگی قلبی تنفسی و عملکرد شناختی خود را ارتقا دهند.

پیام مقاله

مصرف مکمل تائورین می‌تواند به بهبود تعادل، استقامت عضلانی، آمادگی قلبی تنفسی و عملکرد شناختی مردان میانسال و سالمند کمک کند.

ملاحظات اخلاقی

در این پژوهش کلیه ملاحظات و موازین اخلاقی رعایت شد و پیش از آغاز طرح تحقیق از سوی کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه رازی با کد مصوبه اخلاق IR.RAZI.REC.1400.088 تایید شد. همچنین، پروتکل پژوهش حاضر در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT20170326033146N7 ثبت شد.

مشارکت نویسندگان

ایده‌پردازی: وحید تأدیبی و رضا نسیمی. جمع‌آوری داده‌ها: رضا نسیمی. تحلیل داده‌ها: وحید تأدیبی. نوشتن مقاله: وحید تأدیبی و رضا نسیمی. بازبینی و ویرایش: وحید تأدیبی. مرور ادبیات: وحید تأدیبی و رضا نسیمی. مدیر پروژه: وحید تأدیبی و وحید تأدیبی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌ها و کسانی که ما را در این پژوهش یاری کردند خصوصاً خانم رضوان خیراندیش، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

فصلنامه فیزیولوژی ورزشی،

منابع

1. Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, Ahadi Z, Larijani B, Heshmat R. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta- analysis of general population studies. *J Diabetes Metab Disord*. 2017;16:21.
2. Fallaci IV, Fabrício DM, Alexandre TDS, Chagas MHN. Association between falls and cognitive performance among community-dwelling older people: a cross-sectional study. *Sao Paulo Med J*. 2022;140(3):422-429.
3. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012 Sep 12(9).
4. Shanahan J, Coman L, Ryan F, Saunders J, O'Sullivan K, Ni Bhriain O, et al. To dance or not to dance? A comparison of balance, physical fitness and quality of life in older Irish set dancers and age-matched controls. *Public Health*. 2016 Dec;141:56-62.
5. Delbaere K, Crombez G, Van Den Noortgate N, Willems T, Cambier D. The risk of being fearful or fearless of falls in older people: an empirical validation. *Disabil Rehabil*. 2006 Jun 30;28(12).
6. Toulotte C, Fabre C, Dangremont B, Lensel G, Thévenon A. Effects of physical training on the physical capacity of frail, demented patients with a history of falling: a randomised controlled trial. *Age Ageing*. 2003 Jan;32(1):67-73.
7. Perrin PP, Gauchard GC, Perrot C, Jeandel C. Effects of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *Br J Sports Med*. 1999 Apr;33(2):121-6.
8. Sekendiz B, Cuğ M, Korkusuz F. Effects of Swiss-ball core strength training on strength, endurance, flexibility, and balance in sedentary women. *J Strength Cond Res*. 2010 Nov;24(11):3032-40.
9. Stockton KA, Mengersen K, Paratz JD, Kandiah D, Bennell KL. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength: a systematic review and meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2011 Mar;22(3):859-71.
10. Rothschild JA, Bishop DJ. Effects of Dietary Supplements on Adaptations to Endurance Training. *Sports Med*. 2020 Jan;50(1):25-53.
11. Huxtable RJ. Physiological actions of taurine. *Physiol Rev*. 1992 Jan;72(1):101-63.
12. Stapleton PP, Charles RP, Redmond HP, Bouchier-Hayes DJ. Taurine and human nutrition. *Clin Nutr*. 1997 Jun;16(3):103-8.
13. Ghandforoush-Sattari M, Mashayekhi S, Krishna CV, Thompson JP, Routledge PA. Pharmacokinetics of oral taurine in healthy volunteers. *J Amino Acids*. 2010;2010:346237.
14. Shao A, Hathcock JN. Risk assessment for the amino acids taurine, L-glutamine and L-arginine. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2008 Apr;50(3):376-99.
15. Waldron M, Patterson SD, Tallent J, Jeffries O. The Effects of an Oral Taurine Dose and Supplementation Period on Endurance Exercise Performance in Humans: A Meta-Analysis. *Sports Med*. 2018 May;48(5):1247-1253.
16. Page LK, Jeffries O, Waldron M. Acute taurine supplementation enhances thermoregulation and endurance cycling performance in the heat. *Eur J Sport Sci*. 2019 Sep;19(8).
17. Balshaw TG, Bampouras TM, Barry TJ, Sparks SA. The effect of acute taurine ingestion on 3-km running performance in trained middle-distance runners. *Amino Acids*. 2013 Feb;44(2):555-61.
18. Kammerer M, Jaramillo JA, García A, Calderón JC, Valbuena LH. Effects of energy drink major bioactive compounds on the performance of young adults in fitness and cognitive tests: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr*. 2014 Nov 7;11(1):44.
19. Rutherford J, Spriet L, Stellingwerff T. The Effect of Acute Taurine Ingestion on Endurance Performance and Metabolism in Well-Trained Cyclists. *Int j sport nutr exer met*. 2010. 20. 322-9. 10.1123.
20. Rafiee Z, García-Serrano AM, Duarte JMN. Taurine Supplementation as a Neuroprotective Strategy upon Brain Dysfunction in Metabolic Syndrome and Diabetes. *Nutrients*. 2022, 14, 1292

21. Jia N, Sun Q, Su Q, Dang S, Chen G. Taurine promotes cognitive function in prenatally stressed juvenile rats via activating the Akt-CREB-PGC1 α pathway. *Redox Biol.* 2016 Dec;10:179-190.
22. Vermeiren Y, Le Bastard N, Van Hemelrijck A, Drinkenburg WH, Engelborghs S, De Deyn PP. Behavioral correlates of cerebrospinal fluid amino acid and biogenic amine neurotransmitter alterations in dementia. *Alzheimers Dement.* 2013 Sep;9(5):488-98.
23. Bae MA, Lee ES, Cho SM, Kim SH, Chang KJ. The Effects of Dietary Taurine-Containing Jelly Supplementation on Cognitive Function and Memory Ability of the Elderly with Subjective Cognitive Decline. *Adv Exp Med Biol.* 2022;1370:395-403.
24. Ozan M, Buzdagli Y, Eyipinar CD, Baygutalp NK, Yüce N, Oget F, et al. Does Single or Combined Caffeine and Taurine Supplementation Improve Athletic and Cognitive Performance without Affecting Fatigue Level in Elite Boxers? A Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *Nutrients.* 2022 Oct 20;14(20):4399.
25. Eng J. Sample size estimation: how many individuals should be studied? *Radiology.* 2003 May;227(2):309-13.
26. Chehrehnegar N, Shams F, Zarshenas S, Kazemi F. Evaluating the reliability of the Montreal Cognitive Assessment Test and its agreement with Mini Mental State Examination among healthy elderly. *European Geriatric Medicine.* 2013 Sep. 4.S: 198.
27. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-148.
28. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport.* 1999 Jun;70(2):113-9.
29. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002 Jul 1;166(1):111-7.
30. Fathi-Rezaie Z, Aslankhani MA, Farsi A, Abdoli B, Zamani-Sani SH. A Comparison of Three Functional Tests of Balance in Identifying Fallers from Non-Fallers in Elderly People. *Knowledge & Health.* 2010 Jan;4(4):22-27. (in persian).
31. Pourmahmoudian P, Noraste A A, Daneshmandi H, Atrkar Roshan Z. Functional Balance Assessment Scales in Elderly. *Salmand: Iran J Ageing.* 2018 Mar; 13 (2) :132-153.
32. Lee IH, Park SY. Balance improvement by strength training for the elderly. *J Phys Ther Sci.* 2013 Dec;25(12):1591-3.
33. Langoni CDS, Resende TL, Barcellos AB, Cecchele B, Knob MS, Silva TDN, et al. Effect of Exercise on Cognition, Conditioning, Muscle Endurance, and Balance in Older Adults With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Controlled Trial. *J Geriatr Phys Ther.* 2019 Apr/Jun;42(2):E15-E22.
34. Mostafaei S, Moradi F, Ebadi B. The effect of taurine supplementation on some cardiometabolic parameters and physical fitness components at rest and following an exhaustive exercise session in active men. *RJMS.* 2020 Jan; 27 (10) :151-166.
35. Kowsari E, Moosavi ZA, Rahimi A, Faramarzi M, Haghighi MM. The effect of short-term taurine amino acid supplement on neuromuscular fatigue, serum lactate level and choice reaction time after maximal athletic performance. *J Res Med Dent Sci.* 2018; 6, 358–364.
36. De Carvalho FG, Barbieri RA, Carvalho MB, Dato CC, Campos EZ, Gobbi RB et al. Taurine supplementation can increase lipolysis and affect the contribution of energy systems during front crawl maximal effort. *Amino Acids.* 2018 Jan;50(1):189-198.
37. Ra SG, Choi Y, Akazawa N, Ohmori H, Maeda S. Taurine supplementation attenuates delayed increase in exercise-induced arterial stiffness. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2016 Jun;41(6):618-23.
38. Chen Q, Li Z, Pinho RA, Gupta RC, Ugbohue UC, Thirupathi A, Gu Y. The Dose Response of Taurine on Aerobic and Strength Exercises: A Systematic Review. *Front Physiol.* 2021 Aug 18;12:700352.
39. Anbari S, Moghadas M, Torkfar A, Rahimezadeh E, Khademi Y. Effect of eight weeks of public exercise on physical fitness and general health of male employees. *Armaghane Danesh.* 2012; 17(1): 40-49. (in persian).

40. Rhea MR, Phillips WT, Burkett LN, Stone WJ, Ball SD, Alvar BA, et al. A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. *J Strength Cond Res*. 2003 Feb;17(1):82-7.
41. Suchomel TJ, Nimphius S, Stone MH. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Med*. 2016 Oct;46(10):1419-49.
42. Yatabe Y, Miyakawa S, Ohmori H, Mishima H, Adachi T. Effects of taurine administration on exercise. *Adv Exp Med Biol*. 2009;643:245-252.
43. Hansen SH, Andersen ML, Birkedal H, Cornett C, Wibrand F. The important role of taurine in oxidative metabolism. *Adv Exp Med Biol*. 2006; 583:129-135.
44. Chen C, Xia S, He J, Lu G, Xie Z, Han H. Roles of taurine in cognitive function of physiology, pathologies and toxication. *Life Sci*. 2019 Aug 15;231:116584.
45. Warnock R, Jeffries O, Patterson S, Waldron M. The Effects of Caffeine, Taurine, or Caffeine-Taurine Coingestion on Repeat-Sprint Cycling Performance and Physiological Responses. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017 Nov 1;12(10):1341-1347.