اثر اکتاکوزانول مشتق از سبوس برنج بر عملکرد جسمانی

مژگان افتخار زاده[۱]، دکتر سیروان آتشک[۲*]، دکتر محمد علی آذربایجانی[۳]، دکتر لیدا مرادی[۱]، دکتر صالح رحمتی[٤]

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

۳- گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴- گروه تربیت بدنی، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، ایران

* آدرس نویسنده مسئول: مهاباد، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامي، مهاباد، سیروان آتشک

(email: : sirvan.atashak@gmail.com)

چکیده

توسعه عملکرد جسمانی و حفظ سلامتی از دغدغه های اصلی تمرین دهندگان و فیزیولوزیست های ورزشی می باشد. با توجه به تغییر الگوی مصرف انرژی، نیاز به تغییر در رژیم غذایی ورزشکاران ضروری می باشد. با این وجود در کنار تغییر رژیم غذایی باید از مکمل های غذایی و گیاهان دارویی برای توسعه عملکرد استفاده گردد. اکتاکوزانول الکل طبیعی چرب است که در سبوس برنج و نیشکربه وفور یافت شده و دارای اثرات اثر آنتی اکسیدانی، ضد التهابی آنتی باکتریال، ضد قارچ، تقویت کننده سیستم ایمنی، کاهنده چاقی و بهبود دهنده نیمرخ لیپیدی می باشد. بررسی مطالعات انجام شده در خصوص اثرات نیروافزای اکتاکوزانول مشتق از سبوس برنج نشان می دهد ، این ماده فیتوشیمیایی به واسطه افزایش ظرفیت اکسیداسیون اسیدهای چرب بازسازی ATP را از مسیر هوازی افزایش داده و موجب کاهش مصرف گلیکوژن عضله و گلوکز خون می گردد. ازآنجاییکه

حفظ غلظت گلوکز خون و گلیکوژن عضله از مکانیسم های مهم افرایش رسیدن به خستگی می باشد، در نتیجه عملکرد جسمانی توسعه می یابد. از طرف دیگر اکتاکوزانول به دلیل داشتن ویژگی های آنتی اکسیدانی از طریق کاهش فشار اکسایشی نیز موجب بهبود عملکرد جسمانی و حفظ سلامتی ورزشکاران می گردد. با این وجوداثر اکتاکوزانول بر عملکرد جسمانی در انسان کمتر مورد مطالعه قرار گرفته که نیاز به مطالعه در این حوزه را بیشتر می نماید.

کلمات کلیدی

عملکرد جسمانی، سبوس برنج، اکتاکوزانول

Abstract

The effect of octacosanol derived from rice bran on physical performance

Mojgan Eftekharzadeh[1], Sirvan Atashak[2], Mohammad Ali Azarbayjani[3], Lida Moradi[1], Saleh Rahmati[4]

1- Department of Exercise Physiology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Department of Exercise Physiology Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran

3- Department of Exercise Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4-Department of Physical Education, Pardis Branch, Islamic Azad University, Pardis, Iran

Exercisers and sports physiologists are primarily concerned with improving physical performance and maintaining health. It is necessary to change the diet of athletes as a result of the change in energy consumption patterns. Additionally, supplements and medicinal plants should be used in addition to changing the diet to improve performance. Natural fatty alcohol octacosanol is abundant in rice bran and sugarcane and has antioxidant, anti-inflammatory, antibacterial, antifungal, immune system enhancing, obesity reducing, and lipid profile improving properties. Based on the review of studies on the energy-enhancing effects of octacosanol derived from rice bran, this phytochemical increases ATP regeneration from the aerobic pathway by increasing fatty acid oxidation capacity,

thus reducing muscle glycogen and blood glucose consumption. Physical performance is enhanced as a result of maintaining the concentration of blood glucose and muscle glycogen. The antioxidant properties of Octacosanol, however, improve physical performance and protect athletes from oxidative stress, thus maintaining their health. There has been little research on octacosanol's effect on physical performance in humans, which makes further studies necessary.

key words

Physical performance, rice bran, octacosanol

مقدمه

جهت بهبود تندرستی و عملکرد جسمانی نیاز به مجموعه ای از اقدامات مانند برنامه تمرینی مناسب،استراحت کافی، معاینات پزشکی منظم، رژیم غذایی مطلوب و استفاده صحیح ازمکمل های سنتتیک و طبیعی می باشد. اگر هریک از این موارد مورد توجه نگیرید یا عملکرد جسمانی یا سلامت فرد دچار اختلال می گردد. شواهد نشان می دهد تغذیه مناسب و استفاده صحیح از مکمل ها نقش بسیار مهمی را در بهبود عملکرد و حفظ تندرستی ورزشکاران و افراد ورزشکار بازی می نماید(۱). هرچند دریافت درشت و ریز مغذی ها(پروتئین، کربوهیدرات ، مواد معدنی و مواد معدنی) همراه با هیدراتاسیون کافی، جهت توسعه عملکرد و تندرستی ضروری است، اما اخیراً، مداخلات مربوط به غذاهای غنی از مواد فیتوشیمیایی به طور فزاینده ای برای موفقیت در تمام برنامه های فعالیت بدنی چه برای بیمار در حال توانبخشی پس از بیماری، افراد تازه کار و ورزشکاران رقابتی ضروری می باشد(۲). گیاهان دارویی حاوی ترکیبات مغذی شامل درشت مغذی ها و ریز مغذی ها و ترکیبات فیتوشیمیایی می باشند. ترکیبات فیتوشیمیایی اجزای غیر مغذی زیست فعال گیاهان هستند که معمولاً در رژیم غذایی انسان یافت می شوند و ممکن است اثرات مفید (یا مضر) برای سلامتی داشته باشند . این ترکیبات بسیار متنوع بوده و شامل فلاونوئیدها، گلوکوزینولات ها، ترکیبات ارگانوسولفور، ساپونین ها، مونوترپن ها، سسکوی ترپن ها، کپسایسینوئیدها و کپسینوئیدها می شوند. به طور کلی ترکیبات فیتوشیمیایی برای کمک به گیاهان جهت مقاومت در برابر قارچ ها، باکتری ها و عفونت های ویروسی گیاهی و همچنین مصرف آن توسط حشرات و سایر حیوانات تولید می شوند. این نام از ریشه یونانی فیتون به معنای گیاه گرفته شده است. با توجه به ماهیت هریک از ترکیبات فیتوشیمیای ، برخی از آنها به عنوان سم و برخی دیگر به عنوان دارو به ویژه در طب سنتی مورد استفاده قرار گرفته اند .مصرف ترکیبات فیتوشیمیایی با اثرگذاری برمسیرهای مهم بیوشیمیایی که موجب رهایش انرژی،سرعت ریکاوری و تنظیم هورمونی می شوند، موجب توسعه عملکرد جسمانی می گردند(۳) . سبوس برنج یکی از گیاهان دارویی است که به دلیل داشتن ترکیبات فیتوشیمیایی منحصر به فرد اثر قابل توجهی بر عملکرد ورزشی و توسعه تندرستی در افراد فعال دارد(۴،۵). برنج (Oryza

sativa L) یکی از پرمصرف ترین غذاهای اصلی در سراسر جهان است. طی روند تولید برنج چهار بخش عمده شامل دانه، پوسته، کاه و سبوس بهدست می آید. در فرآیند آسیاب برنج، سبوس برنج یک محصول بزرگ و کم استفاده است که حدود ۸ تا ۱۰ درصد دانه برنج را تشکیل می دهد (۶). تخمین زده می شود، بیش از ۸۰ میلیون تن سبوس از آسیاب برنج در سراسر جهان تولید می گردد (۷). با این وجود سبوس برنج حاوی ترکیبات فیتوشیمیایی بسیار با ارزشی شامل فنولیک ها، γ-اوریزانول، اکتاکوزانول، توکوفرول ها و توکوترینول ها، همراه با سایر اجزای غذایی مفید برای سلامتی است (۸). همچنین سبوس برنج دارای محتوای پروتئین بالا (۱۱-۱۵٪) و همچنین منبع عالی فیبر (۷-۱۱٪) است(۹). در سالهای اخیر توجه متخصصان علوم ورزشی به اکتاکوزانول به عنوان یک ترکیب فیتوشیمیایی نیروافزا مورد توجه قرار گرفته است. بررسی مطالعات نشان می دهد اکتاکوزانول هم بر عملکرد جسمانی و سلامتی اثر گذار است. به همین دلیل در مطالعه حاضر اثر اکتاکوزانول بر عملکرد جسمانی و سلامتی در ورزشکاران و افراد فعال مورد بررسی قرار می گیرد.

ویژگی های ساختاری اکتاکوزانول

اکتاکوزانول الکل طبیعی چرب اصلی ۲۸ کربنی آلیفاتیک بوده که به طور گسترده در طبیعت توزیع شده است و دارای عملکردهای بیولوژیکی متعدد می باشد . هرچند در برخی از فراورده های جانوری یافت می شود، امادرمیوه و برگ گیاهان و روغن جوانه گندم یافت می شود.امابیشترین میزان آن در برنج و نیشکر وجود دارد (۱۰،۱۱). امروزه اکتاکوزانول به طور عمده از موم نیشکر، موم سبوس برنج و موم زنبور عسل تهیه می شود.با این وجود موم سبوس برنج بهترین منبع تهیه آن می باشد. اکتاکوزانول و ویتامین E خصوصیات ساختاری مشابهی دارند. فرمول مولکولی اکتاکوزانول $CH_3(CH_2)_{26}CH_2OH$ بوده و به شکل کریستال‌های سفید پوسته‌دار یا برف‌مانند با خلوص بالا، بی‌بو و غیر حساس به نور، گرما، عوامل اسیدی و قلیایی می باشد(۱۲). اکتاکوزانول باید به عنوان مکمل مصرف شود تا اثرات سلامتی افزای خود را اعمال نماید، زیرا تنها در غلظت های بسیار کم در رژیم غذایی یافت می شود(۱۳).

نقش های بیولوژیک اکتاکوزانول

اکتاکوزانول دارای اثرات بیولوژیک متعددی شامل اثر آنتی اکسیدانی، ضد التهابی آنتی باکتریال، ضد قارچ، تقویت کننده سیستم ایمنی،تقویت سیتم تولید مثل، کاهنده چاقی و بهبود دهنده نیمرخ لیپیدی می باشد. در مطالعات متعدد اثر آنتی اکسیدانی اکتاکوزانول گزارش شده نکته جالب توجه این که شواهد نشان می دهد در فنوتیپ های گوناگون برنج، افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی وابسته به میزان اکتاکوزانول بوده است(۱۴). در رتهای مسموم شده با تتراکلرید کربن ، افزایش نشانگران فشار اکسایشی شامل افزایش پراکسیداسیون لیپیدی و کاهش فعالیت سوپراکساید دیسموتازو گلوتاتیون احیاء شده در بافت کبد مشاهده شد. القای اکتاکونازول موجب

کاهش نشانگران فشار اکسایشی به واسطه کاهش گونه های فعال اکسیژن و افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی شد(۱۵). کاهش فشار اکسایشی بافت کبد و نشانگران سندرم متابولیک در رتهای تغذیه شده با فروکتوز پس از مصرف اکتاکوزانول نیز گزارش شده است(۱۶). در بیماران دریافت کننده مزمن استاتین، مصرف اکتاکوزانول موجب بهبود نیمرخ لیپیدی و وضعیت ردوکس شد(۱۷). القای اکتاکوزانول به موش موجب کاهش معنادار در تعداد کل لکوسیت ها و هجوم نوتروفیل ها و همچنین سطوح TNF-α شد. این تغییرات با کاهش درد التهابی در آزمودنی ها همراه بود(۱۸). در رتهای مبتلا به کولیت اکتاکوزانول از طریق مهار مسیر سیگنالینگMAPK/NF-κB/AP-1 موجب کاهش التهاب شد(۱۹). اکتاکوزانول توانایی کاهش التهاب در شرایط چاقی و تغذیه با غذای پرچرب را دارا می باشد. گزارش شده در رتهای تغذیه شده با غذای پرچرب دریافت اکتاکوزانول به واسطه اثر گذاری بر بیان ژن هایی مانند AMPK, PPARs, FASN, ACC, SREBP-1c, and SIRT1 که در متابولیسم چربی نقش دارند، موجب کاهش چربی را در رتهای تغذیه شده با غذای پرچرب می گردد(۲۰). از طرف دیگر در شرایط تغذیه با غذای پرچرب اکتاکوزانول به واسطه کاهش بیان ژن‌های دخیل در لیپوژنز و جذب کلسترول در کبد، و بهبود التهاب بافت چربی سفید و افزایش ترموژنز در بافت چربی قهوه ای از افزایش وزن ناشی از تغذیه با غذای پرچرب جلوگیری کرد(۲۱).

اثر اکتاکوزانول بر عملکرد جسمانی

با توجه به نقش های بیولوژیک اکتاکوزانول، توجه فیزیولوژیست های ورزشی به مطالعه اثر آن بر عملکرد جسمانی و سازگاری های ناشی از فعالیت های بدنی جلب شده است. براین اساس تاثیر گذاری اکتاکوزانول هم در مدل حیوانی و هم مدا انسانی مورد مطالعه قرار گرفته است. اثر ضد خستگی اکتاکوزانول در مدل حیوانی مورد بررسی قرار گرفته است. اکتاکوزانول به عنوان یک عامل ضد خستگی شناسایی شده است که می تواند پس از تجویز دوزهای متوالی در عضلات اسکلتی ذخیره شده و موجب افزایش بتا اکسیداسیون و تولید بازاسزی ATP از مسیر اکسیداسیون اسیدهای چرب گردد(۲۲،۲۳). کیم و همکاران(۲۰۰۴) در رتهای نر پس از چهار هفته مکمل سازی با اکتاکوزانول افزایش قابل ملاحظه در مسافت دویدن مشاهده کردند. افزایش عملکرد هوازی با افزایش مقادیر پلاسمایی یون آمونیوم و لاکتات بود. با وجود افزایش میزان دویدن کاهش معناداری در گلوکز پلاسما و محتوای گلیکوژن عضله نعلی نسبت به گروه تمرین کرده بدون دریافت اکتاکوزانول مشاهده نشد. مکمل سازی با اکتاکوزانول منجر به افزایش فعالیت کراتین فسفوکیناز پلاسما و فعالیت سیترات سنتاز عضله نعلی شد. این نتایج نشان می‌دهد اکتاکوزانول با صرفه جویی در مصرف گلیکوژن عضله و افزایش ظرفیت اکسیداتیو عضله اسکلتی اثر ارگوژنیک خود را اعمال می نماید(۲۴). در تایید اثر ضد خستگی اکتاکوزانول، ژو و همکاران(۲۰۲۱) اثر ۲۰۰ میلی گرم اکتاکوزانول را بر نشانگران خستگی و در یک وهله فعالیت شنا تا سرحد واماندگی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد نتایج نشان داد که اکتاکوزانول زمان شناکردن، سطح گلیکوژن

کبد و عضله، اسید لاکتیک خون، لاکتات دهیدروژناز ، سوپراکسید دیسموتاز را بهبود می‌بخشد. این نتایج نشان می دهد اکتاکوزانول اثر کاهش‌دهنده قابل توجه در مدل‌های خستگی ناشی از فعالیت بدنی داشته و مکانیسم مولکولی آن ممکن است به تنظیم بیان Trim63[1] ،پریاکسین۲ ، Cacna1h[3] و پروتئین متصل شونده به میوزین C۴ مرتبط باشد(۲۵). مکمل اکتاکوزانول در سگ های نژاد ژرمن شپرد موجب بهبود عملکرد و آمادگی جسمانی شد(۲۶). اثر ارگوژنیک اکتاکوزانول در مطالعات انسانی نیز تایید شده است. لی و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند شش روز مکمل سازی با اکتاکوزانول در مردان تکواندو کار که وزن خود را ۵درصد کاهش داده بودند موجب بهبود نیمرخ لیپیدی و کاهش نشانگران فشار اکسایشی شد(۲۷).

نتیجه گیری

بررسی مطالعات انجام شده در خصوص اثرات نیروافزای اکتاکوزانول مشتق از سبوس برنج نشان داد ، این ماده فیتوشیمیایی به واسطه افزایش ظرفیت اکسیداسیون اسیدهای چرب بازسازی ATP را از مسیر هوازی افزایش داده و موجب کاهش مصرف گلیکوژن عضله و گلوکز خون می گردد. ازآنجاییکه حفظ غلظت گلوکز خون و گلیکوژن عضله از مکانیسم های مهم افرایش رسیدن به خستگی می باشد، در نتیجه عملکرد جسمانی توسعه می یابد. از طرف دیگر اکتاکوزانول به دلیل داشتن ویژگی های آنتی اکسیدانی از طریق کاهش فشار اکسایشی نیز موجب بهبود عملکرد جسمانی و حفظ سلامتی ورزشکاران می گردد. با این وجوداثر اکتاکوزانول بر عملکرد جسمانی در انسان کمتر مورد مطالعه قرار گرفته که نیاز به مطالعه در این حوزه را بیشتر می نماید.

منابع

1- McAuley, A.B.; Baker, J.; Kelly, A.L. How nature and nurture conspire to influence athletic success. In Birth Advantages and Relative Age Effects in Sport; Routledge: London, UK, 2021; 159–183.
2- Thomas R, Williams M, Aldous J, Wyld K. Multiple Biological Mechanisms for the Potential Influence of Phytochemicals on Physical Activity Performance: A Narrative Review. Nutraceuticals. 2023; 3(3):353-365.
3- Rawson, E.S.; Miles, M.P.; Larson-Meyer, D.E. Dietary Supplements for Health, Adaptation and Recovery in Athletes. Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab. 2018, 28, 188–199.

[1] - tripartite motif-containing 63
[2] - periaxin
[3] - calcium voltage-gated channel subunit α1 H
[4]- myosin-binding protein C

4- Moazami Goodarzi M, Gholamrezaei S, Azarbayjani M A, Elmieh A. The effect of rice bran extract and aerobic exercise on oxidative stress indices of white adipose tissue in obese rats. MEDICAL SCIENCES 2023; 33 (4) :347-354
5- Rahmannezhad N, Azarbayjani MA, Rahmati S, Peeri M, Fatolahi H. Investigating Effects of Rice Bran on Obesity, Oxidative Stress, Inflammation, and Physical Performance: A Narrative Mini-review. Hormozgan Medical Journal. 2024; 28(1):1-8.
6- Xu D, Hao J, Wang Z, Liang D, Wang J, Ma Y, et al. Physicochemical properties, fatty acid compositions, bioactive compounds, antioxidant activity and thermal behavior of rice bran oil obtained with aqueous enzymatic extraction. LWT. (2021) p.111817.
7- Najamuddin U, Gorji SG, Fitzgerald M. Genotypic variability in the composition of soluble protein from rice bran–opportunities for nutrition. J Food Compost Anal. (2021) 103:104077.
8- Sohail M, Rakha A, Butt MS, Iqbal MJ, Rashid S. Rice bran nutraceutics: a comprehensive review. Crit Rev Food Sci Nutr. (2017) 57:3771–80.
9- Capellini MC, Giacomini V, Cuevas MS, Rodrigues CE. Rice bran oil extraction using alcoholic solvents: physicochemical characterization of oil and protein fraction functionality. Ind Crops Prod. (2017) 104:133–43.
10- Irmak, S., & Dunford, N. T. (2005). Policosanol contents and compositions of wheat varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(14), 5583–5586.
11- Oliveira, A. M., Conserva, L. M., De Souza Ferro, J. N., Brito, F. A., Lemos, R. P. L., & Barreto, E. (2012). Antinociceptive and anti-inflammatory effects of octacosanol from the leaves of Sabicea grisea var. grisea in mice. International Journal of Molecular Sciences, 13(2), 1598–1611.
12- Shehata AI, Rasheed M, Rafiq H, Khalid N, Rafique A, Alhoshy M, Habib YJ, El Basuini MF. Multi-functional application of octacosanol as a feed additive in animal and aquaculture: A review. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). 2024 Jun 16.
13- Taylor, J. C., Rapport, L., & Lockwood, G. B. (2003). Octacosanol in human health. Nutrition, 19(2), 192–195.
14- Cho YH, Farhoudi R, Farooq M, Lee DJ. Evaluating Korean rice genotypes and landraces for octacosanol contents and antioxidant activity. Nat Prod Res. 2017 Dec;31(23):2778-2782.
15- Ohta Y, Ohashi K, Matsura T, Tokunaga K, Kitagawa A, Yamada K. Octacosanol attenuates disrupted hepatic reactive oxygen species metabolism associated with acute liver injury progression in rats intoxicated with carbon tetrachloride. J Clin Biochem Nutr. 2008 Mar;42(2):118-25.

16- Ohashi K, Ohta Y, Ishikawa H, Kitagawa A. Orally administered octacosanol improves some features of high fructose-induced metabolic syndrome in rats. J Clin Biochem Nutr. 2021 Jan;68(1):58-66.
17- Zrnić-Ćirić M, Kotur-Stevuljević J, Stanković I, Đordjević B, Baralić I, Ostojić M. Association of octacosanol supplementation with redox status in patients on chronic statin therapy. J Med Biochem. 2023 Jan 20;42(1):47-57.
18- Oliveira AM, Conserva LM, De Souza Ferro JN, Brito FA, Lemos RPL, Barreto E. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of octacosanol from the leaves of Sabicea grisea var. grisea in mice. Int J Mol Sci. 2012;13(2):1598-1611.
19- Guo T, Lin Q, Li X, Nie Y, Wang L, Shi L, Xu W, Hu T, Guo T, Luo F. Octacosanol Attenuates Inflammation in Both RAW264.7 Macrophages and a Mouse Model of Colitis. J Agric Food Chem. 2017 May 10;65(18):3647-3658.
20- Bai J, Yang T, Zhou Y, Xu W, Han S, Guo T, Zhu L, Qin D, Luo Y, Hu Z, Wu X, Luo F, Liu B, Lin Q. Octacosanol Modifies Obesity, Expression Profile and Inflammation Response of Hepatic Tissues in High-Fat Diet Mice. Foods. 2022 May 30;11(11):1606.
21- Sharma R, Matsuzaka T, Kaushik MK, Sugasawa T, Ohno H, Wang Y, Motomura K, Shimura T, Okajima Y, Mizunoe Y, Ma Y, Saber ZM, Iwasaki H, Yatoh S, Suzuki H, Aita Y, Han SI, Takeuchi Y, Yahagi N, Miyamoto T, Sekiya M, Nakagawa Y, Shimano H. Octacosanol and policosanol prevent high-fat diet-induced obesity and metabolic disorders by activating brown adipose tissue and improving liver metabolism. Sci Rep. 2019 Mar 26;9(1):5169.
22- Kabir Y, Kimura S. Biodistribution and metabolism of orally administered octacosanol in rats. Ann Nutr Metab. 1993;37(1):33-8.
23- Kabir Y., Kimura S. Tissue distribution of (8-14C)-octacosanol in liver and muscle of rats after serial administration. Ann. Nutr. Metab. 1995;39:279–284.
24- Kim H., Park S., Han D.S., Park T. Octacosanol supplementation increases running endurance time and improves biochemical parameters after exhaustion in trained rats. J. Med. Food. 2003;6:345–351.
25- Zhou Y, Cao F, Wu Q, Luo Y, Guo T, Han S, Huang M, Hu Z, Bai J, Luo F, Lin Q. Dietary Supplementation of Octacosanol Improves Exercise-Induced Fatigue and Its Molecular Mechanism. J Agric Food Chem. 2021 Jul 14;69(27):7603-7618.
26- Menchetti L, Guelfi G, Speranza R, Carotenuto P, Moscati L, Diverio S. Benefits of dietary supplements on the physical fitness of German Shepherd dogs during a drug detection training course. PLoS One. 2019 Jun 14;14(6):e0218275.

27- Lee SH, Scott SD, Pekas EJ, Lee JG, Park SY. Improvement of Lipids and Reduction of Oxidative Stress With Octacosanol After Taekwondo Training. Int J Sports Physiol Perform. 2019 Oct 1;14(9):1297-1303.