©2017 ASP Ins., *Afarand Scholarly Publishing Institute, Iran*
ISSN: 2252-0805 *Horizon of Medical Sciences 2017;23(1):69-75*

Effect of Short-Term Omega-3 Supplementation on Pulmonary Function after Acute Aerobic Exercise in Athletes with Exercise-Induced Bronchospasm

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Dehghanianfard M.* *MSc,*
Ghanbarzadeh M.[1] *PhD,*
Habibi A.H.[1] *PhD*

How to cite this article
Dehghanianfard M, Ghanbarzadeh M, Habibi A.H. Effect of Short-Term Omega-3 Supplementation on Pulmonary Function after Acute Aerobic Exercise in Athletes with Exercise-Induced Bronchospasm Horizon of Medical Sciences. 2017;23(1):69-75.

*Sport Physiology Department, Physical Education & Sport Science Faculty, Shahid Chamran University of Ahwaz, Ahwaz, Iran
[1]Sport Physiology Department, Physical Education & Sport Science Faculty, Shahid Chamran University of Ahwaz, Ahwaz, Iran

Correspondence
Address: Department, Physical Education & Sport Science Faculty, Shahid Chamran University of Ahwaz, Golestan Street, Ahwaz, Iran
Phone: +98 (71) 42233451
Fax: +98 (71) 38256030
mmdehghanianfard@yahoo.com

Article History
Received: July 4, 2015
Accepted: Septmber 7, 2016
ePublished: January 19, 2017

ABSTRACT

Aims Despite many benefits, the sport activities, if they are severe, might affect the athlete's functioning due respiratory system damages called the exercise-induced bronchospasm. The aim of the study was to investigate the short-term side-effects of omega-3 supplementation consumption on the respiratory functioning after severe aerobic activities in the athletes with exercise-induced bronchospasm.

Materials & Methods In the semi-experimental study, 31 male students with mild exercise-induced bronchospasm were studied in Chamran University of Ahwaz in 2015. The subjects, randomly selected based on the study criteria, were divided into two groups including omega-3 (n=15) and control (n=16). 1000mg omega-3 supplementation was daily administrated in omega-3 group for 3 weeks. After an exhaustive activity (Astrand Treadmill Test), the pulmonary functioning was assessed in both group at both pretest and posttest steps. Data was analyzed by SPSS 19 software using dependent T and covariance tests.

Findings 3-week consumption of omega-3 supplementation did not significantly change the pulmonary indices of persons with exercise-induced bronchospasm ($p>0.05$). In addition, control and omega-3 groups were not significantly different in the indices ($p>0.05$).

Conclusion Daily consumption of 1000mg omega-3 supplementation for 3 weeks does not affect the pulmonary functioning of persons with mild exercise-induced bronchospasm.

Keywords Fatty Acids, Omega-3; Exercise-Induced Bronchospasm; Pulmonary Function; Aerobic Exercise

CITATION LINKS

[1] Effects of dietary omeg-3 fatty acid supplementation on HbA1c, total antioxidant capacity and ... [2] The effects of omega-3 supplementation on ... [3] The effect of omega-3 supplementation on serum prostaglandin E2 female athletes after one ... [4] The prevalence of asthma and exercise-induced bronchoconstriction to ... [5] Misdiagnosis of exercise-induced bronchoconstriction in ... [6] Prevalence of respiratory tract obstruction in professional foreign ... [7] Vitamin C may alleviate exercise-induced ... [8] Inflammatory basis of exercise-induced ... [9] Exercise-induced asthma: Fresh insights and an ... [10] An official American Thoracic Society clinical practice guideline: Exercise-induced ... [11] Asthma deaths during sports: report of a 7-year ... [12] Protective effect of fish oil ... [13] Effect of 8-week omega-3 supplementation on pulmonary function ... [14] The Effect of Combining Fish Oil and Vitamin C on Airway Inflammation and Hyperpnea-Induced Bronchoconstriction in ... [15] Effect of vitamin c supplementation on aerobic capacity, blood pressure and ... [16] Effect of vitamin C administration on leukocyte vitamin C level and severity of bronchial ... [17] Vitamin D and omega-3 ... [18] Assessment of air way resistance indexes and exercise-induced asthma after asingle session of submaximal incremental ... [19] Exercise-induced bronchospasm in the elite ... [20] Comparison of pulmonary function tests before and after exercise pro and semiprofessional ... [21] Effect of n-3 fatty acids and antioxidants on oxidative stress after ... [22] Exercise-induced bronchoconstriction and atopy in Tunisian ... [23] The prevalence of exercise-induced bronchospasm in soccer player ... [24] The effects of short-term fish oil supplementation on ... [25] The effect of omega-3 fatty acids on bronchial hyperresponsiveness, sputum eosinophilia, and mast cell mediators in ... [26] Pilot study of the effects of n-3 polyunsaturated fatty acids on exhaled nitric oxide in ... [27] Effect of n–3 Polyunsaturated Fatty Acids in Asthma after Low-Dose Allergen ... [28] Effect of dietary intake of omega-3 and omega-6 fatty acids on severity of asthma in ... [29] Effect of dietary supplementation ... [30] The mechanism of exercise-induced asthma ... [31] Fish oil supplementation reduces severity of ... [32] Dietary polyunsaturated fatty ...

Copyright© 2017 ASP Ins. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

تاثیر مصرف کوتاه‌مدت مکمل امگا-۳ بر عملکرد تنفسی پس از فعالیت حاد هوازی در ورزشکاران مبتلا به برونکواسپاسم ناشی از ورزش

مریم دهقانیان‌فرد* **MSc**
گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
محسن قنبرزاده PhD
گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
عبدالحمید حبیبی PhD
گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

چکیده
اهداف: با وجود فواید ورزش، فعالیت ورزشی شدید می‌تواند با تاثیراتی که بر دستگاه تنفسی می‌گذارد، عملکرد ورزشکار را تحت تاثیر قرار داده و گاهی مختل سازد که این عارضه "برونکواسپاسم ناشی از ورزش" نامیده می‌شود. هدف از این مطالعه، بررسی تاثیر مصرف کوتاه‌مدت مکمل اُمگا-۳ بر عملکرد تنفسی پس از فعالیت حاد هوازی در ورزشکاران مبتلا به برونکواسپاسم ناشی از ورزش بود.
مواد و روش‌ها: در این تحقیق نیمه‌تجربی در سال ۱۳۹۴، تعداد ۳۱ دانشجوی پسر مبتلا به برونکواسپاسم خفیف ناشی از ورزش در دانشگاه شهید چمران اهواز به‌طور تصادفی و براساس معیارهای ورود به پژوهش انتخاب شده و مورد مطالعه قرار گرفتند. این افراد به دو گروه امگا-۳ (۱۵ نفر) و کنترل (۱۶ نفر) تقسیم شدند. گروه اُمگا-۳ به‌مدت ۳ هفته روزانه ۱۰۰۰میلی‌گرم مکمل اُمگا-۳ را مصرف کردند. عملکرد ریوی دو گروه پس از یک فعالیت درمانده‌ساز (آزمون نوار گردان آستراند) در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون سنجیده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 و آزمون‌های T وابسته و کوواریانس مورد تحلیل قرار گرفتند.
یافته‌ها: مصرف ۳ هفته مکمل اُمگا-۳، باعث تغییر معنی‌داری در پارامترهای ریوی افراد مبتلا به برونکواسپاسم ناشی از ورزش نشد ($p>0/05$). همچنین بین گروه کنترل و گروه اُمگا-۳ از نظر این شاخص‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p>0/05$).
نتیجه‌گیری: ۳ هفته مصرف روزانه ۱۰۰۰میلی‌گرم مکمل اُمگا-۳ تاثیری بر عملکرد ریوی افراد مبتلا به برونکواسپاسم خفیف ناشی از ورزش ندارد.
کلیدواژه‌ها: اسیدهای چرب امگا-۳، برونکواسپاسم ناشی از ورزش، عملکرد ریوی، آزمون فعالیت هوازی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۶/۱۷
*نویسنده مسئول: mmdehghanianfard@yahoo.com

مقدمه

علی‌رغم اینکه فعالیت‌های ورزشی منظم، فواید فراوانی برای سلامتی افراد به‌همراه دارد[1]، اما برخی از گزارش‌ها حاکی از آن است که یک جلسه فعالیت حاد و شدید یا تمرینات شدید طولانی‌مدت، ممکن است منجر به آسیب پاسخ‌های دستگاه ایمنی شده و سرانجام به افزایش معنی‌دار سطوح شاخص‌های التهابی و آسیب‌پذیری فرد بیانجامد[2]. بنابراین با وجود تاثیرات مثبت ورزش، فعالیت ورزشی شدید به‌عنوان یك عامل فیزیولوژیك استرس‌زا می‌تواند موجب القای سنتز فاکتورهای التهابی در بدن شود[3] و با تاثیراتی که بر سیستم‌های حیاتی درگیر در فعالیت از جمله دستگاه تنفسی می‌گذارد، عملکرد ورزشکار را تحت تاثیر قرار داده و گاهی مختل سازد؛ عارضه‌ای که EIB (برونکواسپاسم ناشی از ورزش) نامیده می‌شود[4].
برونکواسپاسم ناشی از ورزش توصیف تنگی حاد راه هوایی است که به‌عنوان یک نتیجه از فعالیت‌های ورزشی رخ می‌دهد[5]. تصور بر این است که افزایش سرعت تهویه که با فعالیت ورزشی همراه است، موجب جریانی از واکنش‌ها می‌شود که با کاهش آب از مایع سطح مجاری تنفسی آغاز می‌شود[6, 7] و به‌دنبال آن افزایش اسمولاریته و افزایش انتشار واسطه‌های تنگ‌کننده برونش‌ها در سلول‌های اپی‌تلیال برونش روی می‌دهد. آسیب و انتشار سلول‌های اپی‌تلیال در مسیر تنفسی، باعث آزادشدن واسطه‌های التهابی می‌شود که اصلی‌ترین عامل بروز انقباض برونش ناشی از ورزش است[8]. زمانی که فعالیت ورزشی متوقف شد، آب مجاری تنفسی به حالت طبیعی برمی‌گردد و اسمولاریته سلول‌های پوشاننده مجاری تنفسی نیز به حالت اولیه بازیافت می‌شود. اما این بازگشت تعادل با رهایش عوامل التهابی از سلول‌های آسیب‌دیده همراه است که موجب انقباض عضلات صاف مجاری تنفسی و در نتیجه انقباض برونش‌ها می‌شود[6, 7]. این مساله ۲ تا ٤ دقیقه پس از شروع فعالیت آغاز شده، طی ۵ تا ۱۲ دقیقه به اوج خود می‌رسد و گاهی ممکن است علایم بیشتر از یک ساعت به‌طول انجامد[9]. علایم EIB متغیر و غیراختصاصی هستند و وجود یا عدم وجود این علایم خاص، شواهد ناکافی برای تشخیص EIB است. علایم بالینی ممکن است شامل تنگی قفسه سینه، سرفه، خس‌خس و تنگی نفس باشد که تنها با ورزش برانگیخته و گاهی باعث ایجاد اختلال در عملکرد ورزشی فرد[10] و در مواردی منجر به نارسایی تنفسی و حتی به‌ندرت مرگ می‌شود[11].
از آنجا که EIB از عوامل فرآیندهای التهابی است، پیشنهاد شده اصلاح رژیم غذایی، پتانسیل کاهش شیوع و بروز EIB [12]، همزمان با کاهش استرس اکسایشی در فاکتورهای تنفسی را داراست[13]. از مکمل‌های تغذیه‌ای با خاصیت ضدالتهابی می‌توان به نقش موثر اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳، به‌دلیل اثربخشی فیزیولوژیك مفیدی که بر سیستم‌های حیاتی بدن دارد، اشاره نمود[2, 13]. اسیدهای چرب غیراشباع امگا-۳ مواد مهم تشکیل‌دهنده فسفولیپیدها در غشای سلولی هستند که نقش مهمی در سیالیت و یکپارچگی غشا بازی می‌کنند[13]. یکی از نقش‌های فیزیولوژیک اسید چرب چندگانه غیراشباع امگا-۳ ویژگی ضدالتهابی آن است که از طریق تغییر مسیرهای سیکلواکسیژناز و لیپواکسیژناز این نقش را ایفا می‌کند. این مسیرها دارای تاثیرات التهابی شدید هستند و اسید چرب امگا-۳ با مهار این مسیرها منجر به تشکیل ایکوزانوئیدهای ضدالتهابی و کاهش ایکوزانوئیدهای التهابی می‌شود[12]. لذا در درمان بیماری‌های مختلف مثل آرتریت‌روماتوئید، بیماری‌های تنفسی مانند آسم، EIB و COPD (بیماری مزمن انسداد مجاری هوایی فوقانی) مورد استفاده قرار می‌گیرد[3, 13]. به‌نظر می‌رسد که استفاده مداوم از اسیدهای چرب خانواده امگا-۳ در رژیم غذایی می‌تواند تغییرات معنی‌دار در میزان و ترکیب اسیدهای چرب غیراشباع موجود در سورفکتانت ریوی ایجاد نماید که این امر به‌نوبه خود می‌تواند باعث تحریک سلول‌های اپی‌تلیال نوع ۲ کیسه‌های هوایی و در نتیجه افزایش سورفکتانت ریوی شود. سورفکتانت به‌عنوان یکی از عوامل درگیر در بهبود عملکرد ریوی از طریق افزایش اندازه سلول‌های ریوی، افزایش قطر مجاری هوایی و کاهش مقاومت هوایی باعث افزایش حجم‌ها و ظرفیت‌های ریوی می‌شود[2].
مایکلبورو و *لیندلی*، کاهش اُفت شاخص‌های FEV1 (حجم بازدم پرفشار در ثانیه اول)، FVC (ظرفیت حیاتی اجباری) و $FEF_{25-75\%}$ (متوسط جریان بازدمی) را در بیماران آسمی مبتلا به انقباض برونش به‌دنبال مصرف ۳ هفته مکمل امگا-۳ به‌صورت

۳۲۰۰میلی‌گرم EPA (ایکوزاپنتانوئیک‌اسید) و ۲۰۰۰میلی‌گرم DHA (دوکوزاهگزائنوئیک‌اسید) نشان دادند[14]. همچنین *ترتیبیان* و همکاران در مطالعه‌ای که روی مردان سالم کشتی‌گیر انجام دادند، تاثیر مصرف ۱۲ هفته مکمل ۱۰۰۰میلی‌گرم امگا-۳ (۳۲۰۰میلی‌گرم EPA و ۲۰۰۰میلی‌گرم DHA) بر عملکرد ریوی طی تمرینات حاد و تخصصی کشتی را مورد بررسی قرار دادند. اندازه‌گیری متغیرهای ریوی در ابتدا و در پایان ۱۲ هفته برنامه تمرینی نشان داد که مصرف مکمل امگا-۳ اثر مثبت قابل توجهی بر متغیرهای ریوی VC (ظرفیت حیاتی)، FVC، FEV1، $FEF_{25-75\%}$ و MVV (حداکثر تهویه ارادی) می‌گذارد[2]. با وجود اینکه تحقیقات بی‌شماری به نقش موثر مکمل امگا-۳ بر فاکتورهای ریوی اشاره داشته‌اند[2, 3, 12-14]، اما برخی مطالعات هیچ گونه اختلاف معنی‌داری در بهبود عملکرد ریوی پس از مصرف این مکمل‌ها گزارش نکرده‌اند[15, 16]. *پرایس* و همکاران نشان دادند، مصرف ۳ هفته دوز بالای امگا-۳ (۳۰۰۰میلی‌گرم EPA و ۳۰۰۰میلی‌گرم DHA) تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های ریوی FEV1، FVC، FEV1/FVC و PEF (حداکثر جریان بازدمی) ورزشکاران مبتلا به EIB ندارد[17].

بنابراین با توجه به نیازِ توسعه استراتژی‌های درمانی، برای جلوگیری یا درمان عوارض مرتبط با دستگاه تنفسی و با فرض اینکه کاربرد مداخله فعالیت حاد همراه با مصرف مکمل امگا-۳ می‌تواند در بهبود شاخص‌های ریوی و عملکرد جسمانی ورزشکاران سودمند باشد، لزوم انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه احساس می‌شود. از سوی دیگر با توجه به اهمیت نقش دستگاه تنفسی در عملکرد ورزشکاران، با اثبات بررسی فعالیت حاد همراه با مصرف مکمل امگا-۳ بر فاکتورهای تنفسی در تحقیق حاضر، درک ما از سازوکارهای فیزیولوژیک فعالیت‌های حاد با مصرف مکمل امگا-۳ و نقش آن در تغییرات فاکتورهای تنفسی بیشتر خواهد شد.

بنابراین با توجه به روشن‌نبودن نتایج مکمل امگا-۳ بر فاکتورهای ریوی، این مطالعه با هدف ارزیابی تاثیر یک جلسه فعالیت حاد هوازی توام با مصرف امگا-۳ بر وضعیت تنفسی افراد فعال مبتلا به EIB انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق نیمه‌تجربی از نوع کاربردی در فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۹٤ انجام شد. طی فراخوان عمومی در دانشگاه شهید چمران اهواز ۸۷ دانشجوی پسر، داوطلب شرکت در پژوهش شدند. شرایط ورود به پژوهش تکمیل فرم رضایت‌نامه، عدم سابقه آسیب یا التهاب مزمن، حساسیت نسبت به ید و آسپیرین، اختلالات انعقادی، دیابت، اختلال سیستم ایمنی بدن، مشکلات گوارشی، تنفسی و قلبی- عروقی، حداکثر اکسیژن مصرفی بالاتر از ٤٥میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه و ابتلا به انقباض برونش ناشی از فعالیت‌های ورزشی بود[18]. ملاک خروج از تحقیق نیز ناتوانی در انجام آزمون‌های ریوی و فعالیت ورزشی و همچنین عدم مصرف مکمل در نظر گرفته شد. در مجموع ۳۱ دانشجوی مبتلا به برونکواسپاسم خفیف ناشی از ورزش در دو گروه امگا-۳ (۱۵ نفر) و کنترل (١٦ نفر) مورد مطالعه قرار گرفتند.

بهترین روش برای تشخیص EIB مشاهده تغییرات در راه‌های هوایی پس از آزمون ورزش است. معمولاً ۵ تا ۱۰ دقیقه پس از ورزش EIB آشکار می‌شود. برای آشکارکردن برونکواسپاسم از آزمایش عملکرد تنفسی پس از انجام آزمون حداکثر استفاده می‌شود و کاهش ۱۰درصدی در شاخص FEV1 یا کاهش ۱۵درصدی در $FEF_{25-75\%}$ یا PEF نشانه‌هایی از بروز برونکواسپاسم ناشی از ورزش است[19]. همچنین کاهش ٦/٥% در مقدار FEV1 به‌عنوان برونکواسپاسم خفیف ناشی از ورزش شناخته شده است[20].

در مرحله اول برای سنجش مقدار VO2max (حداکثر اکسیژن مصرفی) با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر (مدل Ganshorn؛ آلمان)، از پروتکل *بروس* استفاده شد. هر آزمودنی در حالی که ماسک تنفسی به صورت داشت، آزمون *بروس* را روی دستگاه نوار گردان (مدل Saturn، شرکت hp/cosmuse؛ آلمان) انجام داد تا زمانی که به‌دلیل خستگی قادر به ادامه فعالیت نبود. به‌منظور سنجش ابتلا به انقباض برونش ناشی از فعالیت ورزشی، به‌دلیل محدودیت زمانی و تعداد زیاد آزمودنی‌ها، عملکرد ریوی افراد پس از آزمون VO_2max اندازه‌گیری شد؛ به این صورت که ۱۲-۵ دقیقه پس از پایان فعالیت[5, 21]، شاخص‌های تنفسی داوطلبان توسط دستگاه اسپیرومتر دیجیتالی (مدل IF8؛ آلمان)، اندازه‌گیری و ملاک تشخیص EIB کاهش حداقل ٦/٥% در میزان FEV1 در نظر گرفته شد[20].

در پایان مرحله اول، تعداد ٣٦ نفر داوطلب به‌طور تصادفی و براساس معیارهای ورود به پژوهش به‌عنوان آزمودنی در پژوهش همکاری کردند. آزمودنی‌ها پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و پرسش‌نامه سلامت عمومی، به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۸نفره امگا-۳ و کنترل قرار گرفتند.

در مرحله دوم از آزمودنی‌ها خواسته شد، آزمون نوار گردان آستراند را به‌عنوان یک فعالیت حاد هوازی تا سرحد واماندگی انجام دهند. پس از اعلام واماندگی و ۱۲-۵ دقیقه پس از پایین‌آمدن از نوار گردان، عملکرد ریوی آنها توسط دستگاه اسپیرومتر با ارزیابی حجم‌ها و ظرفیت‌های استاتیک و دینامیک ریوی شامل PEF، MVV، FEV1/FVC، FEV1، FVC و VC اندازه‌گیری شد. در یک طرح یک‌سوکور برای آزمودنی، گروه امگا-۳ هر هفته تعداد ۷ کپسول مکمل روغن ماهی (تحت لیسانس شرکت Nutri Century Corporation؛ کانادا)، حاوی۱۸۰میلی‌گرم EPA و ۱۲۰میلی‌گرم DHA از مجموع ۱۰۰۰میلی‌گرم اسیدهای چرب امگا-۳ دریافت کردند و از آنها خواسته شد به‌مدت ۳ هفته، روزانه یک عدد مکمل بعد از وعده غذایی مصرف کنند.

۳ نفر از گروه امگا-۳ به‌دلیل آسیب، عدم مصرف مکمل و دلیل شخصی و ۲ نفر از گروه کنترل به‌دلیل آسیب و ناتوانی در انجام فعالیت درمانده‌ساز از پژوهش خارج شدند.

در نهایت در مرحله سوم و پایان مکمل‌رسانی، عملکرد ریوی پس از یک فعالیت درمانده‌ساز (آزمون نوار گردان آستراند) مشابه با پیش‌آزمون سنجیده شد. کلیه آزمون‌ها در آزمایشگاه تخصصی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد.

یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 آنالیز شدند. از آمار توصیفی (میانگین آماری) برای توصیف ویژگی‌های آنتروپومتریک، ترکیب بدنی و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها و از روش شاپیرو- ویلک برای بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. با توجه به طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها، آزمون T وابسته در مقایسه درون‌گروهی و آزمون کوواریانس (پیش‌آزمون به‌عنوان عامل کوواریت در نظر گرفته شد) برای مقایسه بین گروه‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

یافته‌ها

نتایج حاصل از داده‌های جمعیت‌شناختی دو گروه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱) میانگین آماری مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌های دو گروه

گروه امگا-۳ (۱۵ نفر)	گروه کنترل (۱۶ نفر)
سن (سال)	
۲۱/۷۵±۱/۱۳	۲۱/۰۰±۱/۰۴
قد (سانتی‌متر)	
۱۷۷/۵۰±۵/۱۴	۱۷۴/۲۵±۳/۴۱
وزن (کیلوگرم)	
۶۹/۸۶±۹/۳۲	۶۲/۷۵±۸/۰۰
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	
۲۲/۵۱±۲/۷۱	۲۱/۳۲±۲/۸۷
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)	
۴۹/۴۱±۲/۶۴	۴۸/۶۶±۴/۵۱

مصرف ۳ هفته مکمل امگا-۳، باعث تغییر معنی‌داری در پارامترهای ریوی PEF، MVV، FEV1/FVC، FEV1، FVC و VC در افراد مبتلا به برونکواسپاسم ناشی از ورزش نشد (p>۰/۰۵). همچنین بین گروه کنترل و گروه امگا-۳ از نظر این شاخص‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p>۰/۰۵؛ جدول ۲).

جدول ۲) میانگین آماری شاخص‌های ریوی در دو گروه در مراحل قبل و بعد از مداخله

پارامترهای ریوی	گروه امگا-۳ (۱۵ نفر)	گروه کنترل (۱۶ نفر)
VC: ظرفیت حیاتی (لیتر)		
پیش‌آزمون	۳/۰۱±۰/۴۶	۲/۸۳±۰/۴۹
پس‌آزمون	۲/۷۰±۰/۴۱	۲/۸۲±۰/۴۶
FVC: ظرفیت حیاتی با فشار (لیتر)		
پیش‌آزمون	۴/۴۶±۰/۲۲	۴/۵۰±۰/۲۰
پس‌آزمون	۴/۷۰±۰/۳۷	۴/۳۹±۰/۵۰
FEV1: حجم بازدمی با فشار در ثانیه اول (لیتر)		
پیش‌آزمون	۴/۳۵±۰/۴۵	۴/۳۹±۰/۵۰
پس‌آزمون	۴/۳۲±۰/۶۳	۳/۹۸±۰/۶۷
FEV1/FVC		
پیش‌آزمون	۰/۹۷±۰/۱۰	۰/۹۷±۰/۱۱
پس‌آزمون	۰/۹۱±۰/۰۹	۰/۹۱±۰/۱۷
PEF: حداکثر جریان بازدمی (لیتر بر ثانیه)		
پیش‌آزمون	۱۱/۶۱ ±۱/۵۰	۱۰/۶۷ ±۱/۶۴
پس‌آزمون	۱۱/۰۶±۱/۸۱	۹/۹۴±۲/۰۹
MVV: حداکثر تهویه ارادی (لیتر بر دقیقه)		
پیش‌آزمون	۱۶۴/۵۰ ±۲۵/۶۱	۱۷۰/۰۸ ±۳۲/۱۷
پس‌آزمون	۱۷۳/۰۸±۲۸/۱۰	۱۷۵/۸۳±۳۴/۱۷

بحث

مطالعات گذشته نشان داده‌اند عملکرد ریه تحت تاثیر فعالیت شدید ورزشی دچار اختلال می‌شود[4, 6]. این اختلال به‌نام EIB نه‌تنها در افراد مبتلا به آسم، بلکه در ورزشکاران و افراد فعال در پی انجام فعالیت‌های شدید به‌وجود می‌آید[4, 6, 22, 23]. تحقیقات گوناگونی به بررسی تاثیر فعالیت‌های ورزشی بر فاکتورهای ریوی همراه با مصرف مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی و اسیدهای چرب غیراشباع پرداخته‌اند[14, 17, 24, 25]، اما تحقیقی که به بررسی تاثیر فعالیت تک‌جلسه‌ای بر عملکرد ریوی ورزشکاران مبتلا به EIB خفیف به‌همراه مصرف مکمل امگا-۳ پرداخته باشد، انجام نشده است و تحقیق حاضر، اولین مطالعه‌ای است که تغییرات PEF، MVV، FEV1/FVC، FEV1، FVC و VC را از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون و همچنین در مقایسه گروه‌ها پس از یک جلسه فعالیت درمانده‌ساز همراه با مصرف مکمل بررسی می‌کند.

نتایج ما در رابطه با تاثیر مصرف مکمل امگا-۳ بر تغییرات شاخص‌های ریوی PEF، MVV، FEV1/FVC، FEV1، FVC و VC معنی‌دار نبود. همسو با یافته‌های این مطالعه، *برانان* و همکاران نشان دادند که مصرف مکمل امگا-۳، با دوز بالا (۴۰۰۰میلی‌گرم EPA و ۲۰۰۰میلی‌گرم DHA) در افراد آسمی مبتلا به‌نوعی EIB، تاثیر معنی‌داری در تغییرات شاخص FEV1 ندارد و نمی‌تواند جایگزین مناسبی برای استراتژی درمانی باشد. آنها دریافتند که مکمل امگا-۳ پروفایل اسیدهای چرب خون و بیوسنتز میانجی‌های لیپیدی را در لکوسیت‌های در حال گردش تغییر می‌دهد، اما دوره بالینی آسم را بهبود نمی‌بخشد و در نهایت گزارش کردند یک رژیم غذایی غنی‌شده با اسیدهای چرب امگا-۳ در بهبودی بیماری آسم حتی اگر همراه با کاهش سطح تری‌گلیسیرید سرم باشد، در کاهش دو مشخصه اصلی این بیماری که انقباض برونش‌ها و التهاب مسیر تنفسی است، موثر نیست[25].

پرایس و همکاران[17] در یافته‌هایشان همسو با تحقیق حاضر، با بررسی تغییرات شاخص‌های مقاومت مجرای نای (PEF، FEV1/FVC، FEV1 و FVC) نشان دادند، مصرف ۳ هفته مکمل امگا-۳ (۳۰۰۰میلی‌گرم EPA و ۳۰۰۰میلی‌گرم DHA) تاثیر معنی‌داری بر عملکرد ریوی ورزشکاران مبتلا به EIB ندارد. ایشان به مصرف دوز مساوی دو اسید EPA و DHA در مطالعه‌شان اشاره داشته و عنوان کردند، با توجه به اینکه مصرف دوز بالای اسید DHA تاثیر معنی‌داری بر انقباض برونش و التهاب مسیر تنفسی در بیماران مبتلا به آسم ندارد، بنابراین ممکن است EPA در کاهش EIB موثرتر از DHA باشد. آنها در نهایت گزارش کردند اگر چه امکان اثربخشی مکمل امگا-۳ با افزایش دوز مصرفی، به‌ویژه EPA که در کاهش EIB موثرتر است وجود دارد، با این حال نتایج حاصل از این مطالعه از توصیه‌های فعلی جامعه توراکس آمریکا، مبنی بر عدم وجود شواهد کافی و قوی در تایید تاثیر امگا-۳ در بیماران مبتلا به EIB حمایت می‌کند[10].

همچنین *مک‌آنولتی* و همکاران، غلظت بالای اکسیژن‌های فعال را در سرم دوچرخه‌سواران حرفه‌ای، پس از ۳ روز رکاب‌زدن به‌دنبال مصرف ۶ هفته کپسول روغن ماهی (۲۰۰۰میلی‌گرم EPA و ۴۰۰میلی‌گرم DHA) نشان دادند. آنها گزارش کردند با وجود اثرات مفیدی که معمولاً امگا-۳ به‌همراه دارد، مصرف این مکمل با افزایش معنی‌دار اکسیژن فعال در پاسخ به تمرینات شدید همراه است. آنها در نهایت فواید احتمالی امگا-۳ را نسبت به خطرات بالقوه افزایش پراکسیداسیون لیپیدی به‌عنوان پیامد ورزش‌های سخت ثابت‌نشده دانستند[21].

موریرا و همکاران در تحقیقی به‌منظور بررسی تاثیر مصرف ۲ هفته مکمل روغن ماهی حاوی ۴۵۵میلی‌گرم EPA و ۳۲۵میلی‌گرم DHA بر شدت آسم زنان بزرگسال، نشان دادند مصرف کوتاه‌مدت این مکمل تاثیر معنی‌داری چه از نظر آماری و چه از نظر کلینیکی بر شدت آسم بیماران ندارد و در نهایت گزارش کردند تحقیقاتی با نمونه آماری بزرگ‌تر طی یک دوره طولانی‌تر، برای ارزیابی اثر EPA/DHA بر آسم مورد نیاز است[26].

همچنین *شوبرت* و همکاران نشان دادند مصرف ۵ هفته کپسول ۱۲۰۰میلی‌گرمی امگا-۳ حاوی ۴۵۰میلی‌گرم EPA و ۱۸۰میلی‌گرم DHA تفاوت معنی‌داری در اُفت FEV1 بین‌گروهی و درون‌گروهی بیماران مبتلا به آسم ندارد[27].

هودج و همکاران در مطالعه‌ای مصرف ۶ ماه اسید چرب امگا-۳ (۱۸۰میلی‌گرم EPA و ۱۲۰میلی‌گرم DHA) را بر فاکتورهای FEV1

و FVC بدون تاثیر گزارش کردند و نتیجه گرفتند حتی با روند رو به کاهش ائوزینوفیل (نوعی گویچه سفید خون) و افزایش سطح پلاسمایی اسیدهای چرب امگا-۳، مصرف مکمل n-3 تاثیر معنی‌داری بر شدت بالینی آسم ندارد، هر چند ممکن است افزایش مصرف اسید چرب امگا-۳ در دوران اولیه زندگی و به‌مدت طولانی، با تغییر فرآیندهای التهابی، از پیشرفت این بیماری در افراد مستعد به آسم جلوگیری کند[28].

همچنین یافته‌های *آرم* و همکاران نشان داد مصرف ۱۰ هفته مکمل n-3 (۳۲۰۰میلی‌گرم EPA و ۲۰۰۰میلی‌گرمی DHA)، پس از ۸ دقیقه رکاب‌زدن، در کاهش EIB بدون تاثیر است. آنها گزارش کردند اگر چه ۱۰ هفته مکمل غذایی روغن ماهی منجر به کاهش قابل توجه نوتروفیل سرم می‌شود، اما به‌منظور بازسازی سلول‌های اپی‌تلیال مسیر تنفسی و بهبود پاسخ‌های التهابی مزمن، موثر نیست و نمی‌تواند شدت EIB را در افراد مبتلا به آسم خفیف کاهش دهد[29]. در یک مطالعه بازنگری‌شده، *آندرسن* و *دیویسکاس* به این نتیجه رسیدند که مصرف ٦ هفته مکمل امگا-۳ سبب کاهش پاسخ التهابی به یك وهله فعالیت ورزشی بیشینه در ورزشکاران نخواهد شد[30].

با این حال نتایج ما با یافته‌های *مایکلبورو* و *لیندلی* ناهمخوان است. نتایج تحقیق ایشان نشان داد مصرف ۳ هفته، مکمل امگا-۳ حاوی ۳۲۰۰میلی‌گرم EPA و ۲۰۰۰میلی‌گرم DHA، باعث کاهش اُفت شاخص‌های MVV، FEV1/FVC، FEV1، FVC و $FEF_{25-75\%}$ در بیماران آسمی مبتلا به انقباض برونش می‌شود. از نظر ایشان افزایش سطوح EPA و DHA با خاصیت ضدالتهابی در کنترل آسم موثر است. محققان این مطالعه، با استناد به یافته‌هایشان پیشنهاد می‌کنند مصرف مکمل روغن ماهی می‌تواند التهاب مسیر تنفسی افراد مبتلا به آسم و ورزشکاران نخبه مبتلا به EIB را مهار کند[14].

همچنین *اِد* و همکاران در مطالعه‌ای که در پروتکل مکمل‌رسانی با تحقیق حاضر مشابه بود، با بررسی برخی شاخص‌های عملکرد ریه نشان دادند مصرف مکمل اسید چرب امگا-۳ باعث بهبود در ظرفیت‌ها و حجم‌های ریه نمی‌شود، اما از ایجاد تغییراتی در سلامتی ریه که همراه با مصرف غذای چرب به‌وجود می‌آید، جلوگیری می‌کند[24]. علاوه بر این، نتایج حاصل از مطالعه *ترتیبیان* و همکاران نشان داد که ۱۲ هفته تمرین فشرده کشتی همراه با مصرف n-3 (۱۸۰میلی‌گرم EPA و ۱۲۰میلی‌گرم DHA)، برخی از متغیرهای ریوی مانند FEV1، FIV1، MVV، FVC و $FEF_{25-75\%}$ را به‌طور قابل توجهی تغییر داده است، اما تغییرات قابل توجهی در شاخص‌های FEV1٪ و FIV1٪ مشاهده نشد. طبق نظر ایشان تغییرات در برخی از ظرفیت‌ها و حجم‌های ریوی کشتی‌گیران جوان می‌تواند ناشی از سازگاری به تمرینات کشتی، بهبود در سیستم گردش خون ریوی، افزایش درصد اشباع هموگلوبین، بهبود در تهویه آلوئولی و بهبود در فشار اکسیژنی باشد[2]. بنابراین به‌نظر می‌رسد تفاوت در جمعیت مورد مطالعه و پروتکل ورزشی، همچنین مدت‌زمان مصرف بیشتر، از دلایل مغایرت باشد.

سبحانی و همکاران در مطالعه‌ای با بررسی تاثیر مصرف ۸ هفته مکمل ۱۰۰۰میلی‌گرمی امگا-۳ (۱۸۰میلی‌گرم EPA و ۱۲۰میلی‌گرم DHA) بر عملکرد ریوی سربازان دوره تکاوری نشان دادند مصرف اسیدهای چرب n-3، تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های FIV1، $FEF_{25-75\%}$، MVV، FVC و FEV1 دارد، اگر چه تفاوت معنی‌داری در متغیرهای PEF، VC و PIF (اوج جریان دمی) دیده نشد. در نهایت مصرف روزانه ۱۰۰۰میلی‌گرم مکمل امگا-۳ همراه با تمرینات تخصصی تکاوری، با تغییرات مثبت در شاخص‌های مختلف عملکرد ریه گزارش شد. ایشان مکانیزم احتمالی نقش مثبت این گروه اسیدهای چرب را اثر تنظیم کاهشی اسید چرب امگا-۳ بر عوامل پیش‌التهابی و کاهش توده عضلانی و وزن بدن گزارش کردند و کاهش شدت پاسخ‌های التهابی را به‌دنبال مصرف EPA و DHA همراه با شرکت در تمرینات تکاوری، دلیل افزایش متغیرهای ریوی دانستند[13]. EPA از اسیدهای تشکیل‌دهنده امگا-۳ است که خاصیت ضدالتهابی قوی دارد و می‌تواند انتشار فاکتورهای التهابی (ایکوزانوئیدها مانند لوکوترین، پروستاگلاندین و غیره) را از سلول‌های التهابی مسیر تنفسی مهار کند[3, 14]. *چوبینه* و همکاران در بررسی اثر مصرف ۳ هفته مکمل امگا-۳ بر مقدار سرمی پروستاگلاندینE_2 (التهاب‌زای غالب بدن)، نشان دادند مصرف ۳ هفته مکمل امگا-۳ (۲۳۰۰میلی‌گرم EPA و ۲۲۰۰میلی‌گرم DHA) موجب کاهش پاسخ‌های التهابی به فعالیت ورزشی درمانده‌ساز در زنان ورزشکار می‌شود[3].

به‌طور مشابه نتایج ما با یافته‌های *مایکلبورو* و همکاران ناهمخوان است. ایشان در مطالعه‌ای در زمینه بررسی تاثیر مصرف ٦ هفته مکمل امگا-۳ حاوی ۳۲۰۰میلی‌گرم EPA و ۲۲۰۰میلی‌گرم DHA بر EIB در ورزشکاران نخبه، نشان دادند که یك وهله فعالیت ورزشی درمانده‌ساز در ورزشکاران نخبه سالم و نیز ورزشکاران مبتلا به انقباض برونش ناشی از ورزش موجب افزایش غلظت پروستاگلاندینE_2 سرم در مقایسه با حالت استراحت قبل آن می‌شود. آنها در نهایت گزارش کردند مکمل روغن ماهی در رژیم غذایی دارای تاثیرات محافظتی قابل توجهی در کاهش شدت EIB در ورزشکاران نخبه است و این تاثیر را به خواص ضدالتهابی مکمل امگا-۳ نسبت دادند[31].

به‌طور کلی از جمله دلایل ناهمسویی مطالعات ذکرشده با نتایج مطالعه حاضر می‌تواند تفاوت در جمعیت مورد بررسی (مردان و زنان)، پروتکل مکمل‌رسانی (مدت‌زمان مصرف و دوز مصرفی)، پروتکل‌های تمرینی متفاوت (شدت، حجم و مدت‌زمان تمرین)، وضعیت آزمودنی‌ها (فعال و غیرفعال)، سن و وضعیت سلامتی افراد شرکت‌کننده (بیمار و سالم) باشد.

به‌طور خلاصه نتایج تحقیق نشان داد که مصرف مکمل امگا-۳ تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های ریوی و انقباض برونش ناشی از ورزش حاد درمانده‌ساز در افراد فعال سالم مبتلا به EIB ندارد. به‌نظر می‌رسد دوز پایین مکمل‌ها همراه با مصرف کوتاه‌مدت و همچنین درجه خفیف EIB افراد، دلیل اصلی عدم تغییرات معنی‌دار در متغیرهای مورد اندازه‌گیری اسپیرومتری باشد. هر چند تاثیرات مصرف روغن ماهی حتی در کوتاه‌مدت، با کاهش سطح فاکتورهای التهابی سرم که در پاسخ به ورزش حاد افزایش می‌یابد نشان داده شده است، اما به‌نظر می‌رسد ترمیم سلول‌های آسیب‌دیده مسیر تنفسی به زمان بیشتری نیاز دارد[29]. لازم به ذکر است نباید اهمیت مرحله بیماری و میزان ابتلا به انقباض برونش را نادیده گرفت. *مایکلبورو* و *روندل* به محدودیت‌های آماری برای توضیح تناقض در نتایج بین مطالعات اشاره کرده‌اند[32]، اما اکثریت آزمایشات انجام‌شده در حجم نمونه با پژوهش حاضر قابل مقایسه بودند. با این حال باید اذعان کرد روش تشخیصی مورد استفاده برای تعیین کمیت میزان انقباض برونش، اغلب بین مطالعات مختلف متفاوت است. علاوه بر این نشان داده شده است که بین چالش‌های تحریک برونش‌ها، به‌عنوان مثال ورزش و پرتهویه‌ای ارادی ارتباط ضعیفی وجود دارد، بنابراین ممکن است

تاثیر درمانی مکمل با توجه به چالش تحریک برونش‌ها متفاوت باشد و برخی پروتکل‌های تمرینی حساسیت کمتری در شناسایی تغییرات ریوی پس از ورزش داشته باشند. تحقیقات مختلف سازوکارهای متعددی را در ارتباط با اثر اسیدهای چرب غیراشباع بر عوامل التهابی و همچنین نقش این گروه اسیدها را بر عملکرد ریه پیشنهاد کرده‌اند. با این وجود نقش اسیدهای چرب اشباع‌نشده، به‌خصوص امگا-۳، در عملکرد ریوی هنوز به‌صورت کامل شناخته‌شده نیست.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم امکان کنترل دقیق بر تغذیه و فعالیت ورزشی آزمودنی‌ها در طول دوره آزمون و همچنین وجود آلاینده‌های صنعتی و گرد و غبار فراوان در آب و هوای اهواز، محیط زندگی و تحصیلی آزمودنی‌ها اشاره نمود. پیشنهاد می‌شود که مطالعات آتی با تعدیل موارد فوق با تاکید بر نقش مصرف مکمل ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی بر دستگاه ریوی پس از تمرین ورزشی حاد انجام شود.

از آنجا که به‌نظر می‌رسد مصرف طولانی‌تر مکمل امگا-۳ باعث روند بهبودی بیماران می‌شود[28]، توصیه می‌شود مصرف بیشتر از یک سال مکمل امگا-۳ و تاثیر آن بر شاخص‌های ریوی ورزشکاران در مطالعات آتی بررسی شود. با این وجود با توجه به نتیجه این مطالعه، می‌توان پیشنهاد داد افراد فعال مبتلا به EIB خفیف، می‌توانند از رژیم غذایی متنوع و کارآمد، به‌ویژه در دوره‌های تمرین، بدون استفاده از مکمل‌های غذایی استفاده کنند.

نتیجه‌گیری

۳ هفته مکمل‌رسانی با کپسول ۱۰۰۰میلی‌گرمی امگا-۳ با دوز ۱۸۰میلی‌گرم EPA و ۱۲۰میلی‌گرم DHA راهکاری مناسب برای کاهش مقاومت مجرای نای افراد فعال مبتلا به EIB خفیف نیست.

تشکر و قدردانی: مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی‌ارشد است. بدین وسیله از همکاری دوستانه و صمیمانه گروه مورد مطالعه و همچنین دکتر *حامد رضایی‌نسب* به‌خاطر همراهی لحظه‌به‌لحظه در انجام این پژوهش کمال قدردانی به‌عمل می‌آید.

تاییدیه اخلاقی: تمام آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش را تکمیل نمودند.

تعارض منافع: هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

سهم نویسندگان: مریم دهقانیان‌فرد (نویسنده اول) پژوهشگر اصلی (۴۰%)؛ محسن قنبرزاده (نویسنده دوم) استاد راهنما و نگارنده بحث (۳۰%)؛ عبدالحمید حبیبی (نویسنده سوم) استاد راهنما و نگارنده بحث (۳۰%)

منابع مالی: مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی‌ارشد است.

منابع

1- Toorang F, Djazayery A, Jalali M, Eshraghian MR, Farvid M, Pooya SH, et al. Effects of dietary omeg-3 fatty acid supplementation on HbA1c, total antioxidant capacity and superoxide dismutase and catalase activities in type-2 diabetic patients: A randomized clinical trial. Iran J Nutr Sci Food Tech. 2009;3(4):1-8. [Persian]

2- Tartibian B, Hajizadeh Maleki B, Abbasi A. The effects of omega-3 supplementation on pulmonary function of young wrestlers during intensive training. J Sci Med Sport. 2010;13(2):281-6.

3- Chubine S, Akbarnejad A, Barjian M, Kordri M. The effect of omega-3 supplementation on serum prostaglandin E2 female athletes after one session exhaustive exercise. Sport Biomotor Sci. 2013;15(4):121-33. [Persian]

4- Zunemat Kermani Z, Marefati H. The prevalence of asthma and exercise-induced bronchoconstriction to specialized methods in elite endurance cyclists. Olympic. 2014;1(1):37-45. [Persian]

5- Ansley L, Kippelen P, Dickinson J, Hull JH. Misdiagnosis of exercise-induced bronchoconstriction in professional soccer players. Allergy. 2012;67(3):390-5

6- Rabiee MA, GhahariArefi R, Ghanbarzadeh M, Habibi A, Marashiyan H. Prevalence of respiratory tract obstruction in professional foreign wrestlers. J Sport Biomotor Sci. 2013;2(8):32-40. [Persian]

7- Hemilä H. Vitamin C may alleviate exercise-induced bronchoconstriction: A meta-analysis. BMJ Open. 2013;3(6):1-7.

8- Hallstrand TS, Moody MW, Wurfel MM, Schwartz LB, Henderson Jr WR, Aitken ML. Inflammatory basis of exercise-induced bronchoconstriction. Am J Respir Crit Care Med. 2005;172(6):679-86.

9- Khajotia R. Exercise-induced asthma: Fresh insights and an overview. Malays Fam Physician. 2008;3(1):21-4.

10- Parsons JP, Hallstrand TS, Mastronarde JG, Kaminsky DA, Rundell KW, Hull JH, et al. An official American Thoracic Society clinical practice guideline: Exercise-induced bronchoconstriction. Am J Respir Criti Care Med. 2013;187(9):1016-27.

11- Becker JM, Rogers J, Rossini G, Mirchandani H, D'Alonzo GE. Asthma deaths during sports: report of a 7-year experience. J Allergy Clin Immunol. 2004;113(2):264-7.

12- Mickleborough TD, Lindley MR, Ionescu AA, Fly AD. Protective effect of fish oil supplementation on exercise-induced bronchoconstriction in asthma. Chest. 2006;129(1):39-49.

13- Sobhani V, Hajizadeh B, Bazgir B, Kazemipour M, Shamsoddini A, Shakibaey A. Effect of 8-week omega-3 supplementation on pulmonary function during classic army ranger training. Feyz. 2014;17(6):553-60. [Persian]

14- Mickleborough TD, Lindley MR. The Effect of Combining Fish Oil and Vitamin C on Airway Inflammation and Hyperpnea-Induced Bronchoconstriction in Asthma. J Allergy Ther. 2014;5(4):1-10.

15- Choudhuri D, Choudhuri S. Effect of vitamin c supplementation on aerobic capacity, blood pressure and pulmonary functions in young male subjects. Euro J Sports Exerc Sci. 2013;2(2):6-11.

16- Nadi E, Tavakoli F, Zeraati F, Goodarzi MT, Hashemi SH. Effect of vitamin C administration on leukocyte vitamin C level and severity of bronchial asthma. Acta Med Iran. 2012;50(4):233-8.

17- Price OJ, Hull JH, Howatson G, Robson-Ansley P, Ansley L. Vitamin D and omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in athletes with exercise-induced bronchoconstriction: A pilot study. Expert Rev Respir Med. 2015;9(3):369-78.

18- Fatemi R, Ghanbarzadeh M. Assessment of airway resistance indexes and exercise-induced asthma after a single session of submaximal incremental aerobic exercise. J Hum Kinet. 2010;25(1):59-65.

19- Rundell KW, Jenkinson DM. Exercise-induced bronchospasm in the elite athlete. Sports Med. 2002;32(9):583-600.
20- Ziaee V, AhmadiNejad Z, Farahi A, Movahedi M, Mansoornia M. Comparison of pulmonary function tests before and after exercise pro and semiprofessional basketball. Iran J Basic Med Sci. 2006;9(3):172-7. [Persian]
21- McAnulty SR, Nieman DC, Fox-Rabinovich M, Duran V, McAnulty LS, Henson DA, et al. Effect of n-3 fatty acids and antioxidants on oxidative stress after exercise. Med Sci Sports Exerc. 2010;42(9):1704-11.
22- Sallaoui R, Chamari K, Mossa A, Tabka Z, Chtara M, Feki Y, Amri M. Exercise-induced bronchoconstriction and atopy in Tunisian athletes. BMC Pulm Med. 2009;9(1):8-12.
23- Ziaee V, Yousefi A, Movahedi M, Mehrkhani F, Noorian R. The prevalence of exercise-induced bronchospasm in soccer player children, ages 7 to 16 years. Iran J Allergy Asthma Immunol. 2007;6(1):33-6.
24- Ade CJ, Rosenkranz SK, Harms CA. The effects of short-term fish oil supplementation on pulmonary function and airway inflammation following a high-fat meal. Eur J Appl Physiol. 2014;114(4):675-82.
25- Brannan JD, Bood J, Alkhabaz A, Balgoma D, Otis J, Delin I, et al. The effect of omega-3 fatty acids on bronchial hyperresponsiveness, sputum eosinophilia, and mast cell mediators in asthma. Chest. 2015;147(2):397-405.
26- Moreira A, Moreira P, Delgado L, Fonseca J, Teixeira V, Padrao P, et al. Pilot study of the effects of n-3 polyunsaturated fatty acids on exhaled nitric oxide in patients with stable asthma. J Investig Allergol Clin Immunol. 2007;17(5):309-13.
27- Schubert R, Kitz R, Beermann C, Rose MA, Lieb A, Sommerer PC, et al. Effect of n–3 Polyunsaturated Fatty Acids in Asthma after Low-Dose Allergen Challenge. Int Arch Allergy Immunol. 2009;148(4):321-9.
28- Hodge L, Salome CM, Hughes JM, Liu-Brennan D, Rimmer J, Allman M, et al. Effect of dietary intake of omega-3 and omega-6 fatty acids on severity of asthma in children. Eur Respir J. 1998;11(2):361-5.
29- Arm JP, Horton CE, Mencia-Huerta JM, House F, Eiser NM, Clark TJ, et al. Effect of dietary supplementation with fish oil lipids on mild asthma. Thorax. 1988;43(2):84-92.
30- Anderson SD, Daviskas E. The mechanism of exercise-induced asthma is… . J Allergy Clin Immunol. 2000;106(3):453-9.
31- Mickleborough TD, Murray RL, Ionescu AA, Lindley MR. Fish oil supplementation reduces severity of exercise-induced bronchoconstriction in elite athletes. Am J Respir Crit Care Med. 2003;168(10):1181-9.
32- Mickleborough TD, Rundell KW. Dietary polyunsaturated fatty acids in asthma-and exercise-induced bronchoconstriction. Eur J Clin Nutr. 2005;59(12):1335-46.