

Research Paper

The Effect of Functional Exercise Along With Online Nutritional Education on Inflammatory Biomarkers in Children With Autism Spectrum Disorder During Covid-19 Pandemic: A Randomized Clinical Trial



Kimia MoiniAfshari<sup>1</sup>, \*Mandana Gholami<sup>1</sup>, Hamid Dalvand<sup>2</sup>, Mohammad Effatpanah<sup>3</sup>, Saeed Rezaei<sup>4</sup>

1. Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Occupational Therapy, Faculty of Rehabilitation, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Department of Pediatric Diseases, Faculty of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Department of Psychology, Faculty of Psychology and Educational Science, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.



**Citation** Moeini Afshari K, Gholami M, Dalvand H, Effatpanah M, Rezaei S. [The Effect of Functional Exercise Along With Online Nutritional Education on Inflammatory Biomarkers in Children With Autism Spectrum Disorder During Covid-19 Pandemic: A Randomized Clinical Trial (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2022; 21(1):108-121. <https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.1.2724>

**doi** <https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.1.2724>



Received: 21 Nov 2021

Accepted: 26 Jan 2022

Available Online: 01 Mar 2022

ABSTRACT

**Background and Objectives** Autism spectrum disorder (ASD) is a neuro-developmental disorder which is mostly caused by deficits in social interactions. Lack of physical activity and poor nutritional habits are common problems in these patients which may be exaggerated by the Covid-19 pandemic. The study aims to assess the effect of functional training along with online nutrition education on inflammatory biomarkers in children with ASD.

**Subjects and Methods** In this randomized controlled clinical trial, 80 children with ASD (age=9.73±1.29 years, weight=49.94±2.08 kg, height=146.08±40 cm, body mass index=24.71 ±1.48 kg/m<sup>2</sup>) were randomly divided into four groups of training, education, training+ education, and control. The interventions lasted for 8 weeks. The inflammatory biomarkers including white blood cell (WBC) count, C-reactive protein (CRP) level, neutrophil count, eosinophil count, and basophil count were assessed (using blood samples collected from antecubital vein) before and after the interventions.

**Results** There was no significant difference between the groups before the interventions (P>0.05). After the intervention, the results showed a significant decrease in WBC (P<0.001), CRP (P=0.001), neutrophils (sig.=0.009), and eosinophil (P=0.003) in all groups. Basophil count decreased in all groups (P=0.01) except in the education group.

**Conclusion** Functional training and online nutrition education are beneficial interventions for management of inflammatory biomarkers in children with ASD which can be used during the Covid-19 pandemic.

Keywords:

Autism spectrum disorder, Covid-19, Exercise, Nutrition, Inflammation

\* Corresponding Author:

Mandana Gholami, PhD.

**Address:** 1. Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Tel:** +98 (21) 44865179

**E-Mail:** gholami\_man@yahoo.com

## Extended Abstract

### Introduction

**A**utism spectrum disorder (ASD) is a neuro-developmental disorder that is manifested by problems in social communication [1] and is caused by genetic mutation, inherited disorders [2] or some environmental factors such as infections, parents' age, and nutrient deficiencies [3]. Low physical activity has been reported in children with ASD [4] which may be due to individual or environmental factors that make it challenging [5]. Food selectivity is another challenge in these children which usually leads to selecting foods with high calorie density, and seems to be a leading cause for the 40% obesity prevalence in these children [6]. It seems that the implementation of nutrition educational programs for parents of children with ASD can have beneficial outcomes in preventing nutrition-related problems [7].

Physical activity and nutritional pattern can positively affect the immune system and production of white blood cells [8, 9], but recent studies have had contradictory results; some have suggested that high-intensity physical activity can increase the level of inflammatory indicators, while others have shown no effect [10-13]. This clinical trial aims to investigate the effects of 8 weeks of functional training and online nutrition education on inflammatory biomarkers in children with ASD aged 8-12 years during the Covid-19 pandemic in Tehran, Iran.

### Methods

This is a randomized controlled clinical trial with a pretest/posttest design. The study population consists of all children with ASD aged 8-12 years in Tehran, Iran whose disease was approved by a neurologist. 80 eligible children were selected from 100 children according to Krejcie & Morgan Table. They were selected by a purposive sampling method and were divided randomly using random allocation software (the researcher was blind to allocation) into four groups of 20 including training, education, training+education, and control. The training was presented for 8 weeks at 3 sessions per week, each for 60-45 minutes, and online nutrition education was presented for 8 weeks at 3 sessions per week each for 30-15 minutes [14, 15]. All health-related indicators including age, weight, height, body mass index, physical activity level, parenteral nutrition knowledge, and inflammatory biomarkers were measured or recorded prior to the study and after 8 weeks of intervention. Participants in the control group did not receive any in-

tervention. The researchers were blind to sample selection, randomization, and allocation to prevent bias. All procedures were under supervision of an occupational therapist, a physiotherapist, and a nutrition consultant [16].

### Results

The C-reactive protein (CRP) level decreased significantly in the training group ( $P=0.0047$ ) and in the training+education group ( $P<0.001$ ). There was a significant decrease in the number of neutrophils in the training group ( $P=0.003$ ) and in the education group ( $P=0.02$ ). The eosinophil count did not change significantly in the training group compared to the control group ( $P=0.17$ ), but the difference in two other interventional groups were significant ( $P=0.03$ ,  $P<0.001$ ). There was no significant difference in basophil count between the training and control groups ( $P=0.31$ ) and between the training+ education and control groups ( $P=0.36$ ), but the difference was significant between the education and control groups ( $P=0.04$ ). No significant difference in white blood cell (WBC) count was reported in the training group ( $P=0.054$ ), but it was significant in the education ( $P<0.001$ ) and training+education ( $P<0.001$ ) groups (Table 1).

### Discussion

The purpose of this study was to investigate the effect of 8 weeks of functional training along with online nutrition education on inflammatory indicators in children with ASD aged 8-12 years. It has been reported that physical activity and exercise can improve inflammatory and CRP level and inflammatory biomarkers [13-18]. Nutrition education is another effective intervention for children with ASD with higher incidence of inflammation [19, 20]. Results of this study showed that both interventions (alone and combined) could reduce the level of study inflammatory biomarkers in children with ASD [20-22]. In general, it seems that functional training may be an effective intervention for improvement of inflammation [23]. This result may be due to the effect of nutritional pattern and quality which may be a predictor for inflammation, especially in obese individuals, as it has been suggested that food diversity and variety may lead to decrease in inflammatory biomarkers [24, 25].

**Table 1.** Comparing the levels of inflammatory biomarkers in the study groups before and after the study

Variables		Mean±SD				P
		Training	Education	Training+Education	Control	
WBC	Pre-test	8.93±0.93	9.54±1.05	9.46±1.08	9.42±0.83	0.19
	Post-test	8.99±1.06	8.41±0.82	8.54±0.75	9.69±0.79	<0.001
CRP	Pre-test	8.30±0.73	8.10±0.79	8.15±0.67	8.00±0.79	0.64
	Post-test	7.80±0.95	7.60±0.82	7.20±0.83	8.20±0.77	0.001
Neutrophils	Pre-test	5.60±0.59	5.11±0.43	5.46±0.51	4.95±0.45	<0.001
	Post-test	5.15±0.88	5.08±0.39	5.09±0.44	5.47±0.99	0.009
Eosinophils	Pre-test	1.79±0.34	1.79±0.34	1.80±0.36	1.91±0.31	0.63
	Post-test	1.72±0.35	1.64±0.41	1.52±0.48	1.95±0.37	0.003
Basophils	Pre-test	0.05±0.02	0.03±0.01	0.05±0.02	0.05±0.02	0.002
	Post-test	0.04±0.03	0.05±0.02	0.03±0.02	0.05±0.02	0.01

In conclusion, functional training and online nutrition education (alone or in combination with each other) can provide beneficial effects for inflammatory biomarkers. Therefore, both methods, by modulating the effects on body composition and reducing inflammation, seems to be effective to be used for children with ASD, especially during the Covid-19 pandemic.

## Ethical Considerations

### Compliance with ethical guidelines

All stages and design of the study were approved by the Ethics Committee of [Science and Research Branch, Islamic Azad University](#) with ID IR.IAU.SRB.REC.003/1400 and registered as a clinical trial with ID IRCT20201211049678N1 in the Clinical Trial System of Iran.

### Funding

This research is taken from the PhD thesis of Kimia Moeini Afshari, PhD student in Sports Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Unit, Islamic Azad University of Tehran. This research had no financial sponsor.

### Authors' contributions

Conceptualization, methodology, validation, analysis, research and review, sources, draft writing, final editing and finalization, supervision, project management: Kimia Moini Afshari, Mandana Gholami, Hamid Dalvand, Mohammad Efat Panah and Saeed Rezaei.

### Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

### Acknowledgements

All the nutritional consultants, occupational therapists, physiotherapists and agents who helped the researcher in the implementation of this research are thanked and appreciated.

## مقاله پژوهشی

## تأثیر آزمایشات عملکردی همراه با آموزش برخط تغذیه بر شاخص‌های التهابی کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم در همه‌گیری کووید-۱۹: کارآزمایی بالینی تصادفی

کیما معینی افشاری<sup>۱</sup>، \*ماندانا غلامی<sup>۱</sup>، حمید دالوند<sup>۲</sup>، محمد عفت‌پناه<sup>۳</sup>، سعید رضایی<sup>۴</sup>

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. گروه کاردرمانی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۳. گروه بیماری‌های کودکان، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
۴. گروه روانشناسی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online



**Citation** Moeini Afshari K, Gholami M, Dalvand H, Effatpanah M, Rezaei S. [The Effect of Functional Exercise Along With Online Nutritional Education on Inflammatory Biomarkers in Children With Autism Spectrum Disorder During Covid-19 Pandemic: A Randomized Clinical Trial (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2022; 21(1):108-121. <https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.1.2724>

**doi** <https://doi.org/10.32598/JSMJ.21.1.2724>

## چکیده

تاریخ دریافت: ۳۰ آبان ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۰۶ بهمن ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۰۱ فروردین ۱۴۰۱

**زمینه و هدف:** اختلال طیف اوتیسم، اختلالی عصبی-تکاملی است که به نقص در تعامل اجتماعی شناخته می‌شود. کم‌تحرکی و الگوی غذایی نامناسب به‌عنوان چالش‌های رایج در اختلال طیف اوتیسم شناخته می‌شوند که می‌توانند تحت تأثیر همه‌گیری کووید-۱۹ قرار بگیرند. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر آزمایشات عملکردی همراه با آموزش برخط تغذیه بر شاخص‌های التهابی در کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم بود.

**روش بررسی:** تعداد ۸۰ کودک دچار اختلال طیف اوتیسم (سن ۹/۷۳±۱/۲۹ سال، وزن ۴۹/۹۴±۲/۰۸ کیلوگرم، قد ۱۴۰/۰۸±۴۰ سانتی‌متر، درصد شاخص توده بدنی=۲۴/۷۱±۲/۸۹ کیلوگرم/مترمربع) به‌صورت تصادفی به چهار گروه (۱) آزمایشات عملکردی، (۲) آموزش برخط تغذیه، (۳) تمرین عملکردی+آموزش برخط و (۴) گروه کنترل تقسیم شدند. طول مدت آزمایش، ۸ هفته بود. شاخص‌های التهابی شامل گلبول‌های سفید، پروتئین واکنشی-C، نوتروفیل، ائوزینوفیل و بازوفیل با استفاده از نمونه خون وریدی آنته کوبیتال در قبل و پس از آزمایش اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** قبل از مطالعه، تفاوتی میان گروه‌های مورد مطالعه وجود نداشت ( $P>0/05$ ). نتایج مطالعه، کاهش معناداری را در گلبول‌های سفید ( $P<0/001$ )، پروتئین واکنشی-C ( $P=0/001$ )، نوتروفیل ( $P=0/009$ ) و ائوزینوفیل ( $P=0/003$ ) نشان داد. بازوفیل در گروه‌های آزمایش به استثنای آموزش برخط تغذیه، کاهش معناداری یافت ( $P=0/01$ ).

**نتیجه‌گیری:** آزمایشات عملکردی و آموزش برخط تغذیه می‌تواند به‌عنوان آزمایشات کارآمد برای مدیریت شاخص‌های التهابی در کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم در همه‌گیری کووید-۱۹ در نظر گرفته شود، اما ممکن است اثربخشی آن‌ها متفاوت باشد.

## کلیدواژه‌ها:

اوتیسم، کووید-۱۹، ورزش، تغذیه، التهاب

## \* نویسنده مسئول:

دکتر ماندانا غلامی

نشانی: تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.

تلفن: ۴۴۸۶۵۱۷۹ (۲۱) +۹۸

رایانامه: gholami\_man@yahoo.com

## مقدمه

الگوی غذایی ناسالم، عامل دیگری برای افزایش سطح التهاب است که می‌تواند با ارائه آموزش‌های تغذیه‌ای و دانش‌افزایی تغذیه، تعدیل شود [۱۱]. از طرف دیگر، آزمایشات عملکردی نیز می‌توانند با کاهش سطح پروتئین واکنشی C به کاهش التهاب کمک کند [۱۰]. [۱۲]. مطالعات پیشین عنوان کردند که یکی از عوامل مؤثر بر کاهش سطح التهاب به دنبال فعالیت ورزشی، طول مدت جلسه تمرینی است [۱۳]. با توجه به نتایج متناقض بر گرفته از مطالعات پیشین، هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر هشت هفته آزمایشات عملکردی با آموزش بر خط تغذیه به صورت مجزا، توأمان بر شاخص‌های التهابی کودکان ۸-۱۲ ساله دچار اختلال طیف اوتیسم در همه‌گیری کووید-۱۹ در شهر تهران بود.

## روش بررسی

این مطالعه، از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. آزمودنی‌های این مطالعه را ۸۰ کودک ۸-۱۲ ساله دچار اختلال طیف اوتیسم با تشخیص قطعی تأیید شده توسط متخصص تشکیل دادند که طی یک سال گذشته به مراکز منتخب اوتیسم و توان‌بخشی در شهر تهران مراجعه کرده بودند. پیش از مطالعه، آزمودنی‌ها از نظر وضعیت بلوغ، نداشتن ممانعت برای فعالیت ورزشی، سابقه فعالیت ورزشی طی شش ماه گذشته و الگوی تغذیه‌ای ارزیابی شدند.

معیارهای ورود به پژوهش، نرسیدن به بلوغ بر اساس تشخیص متخصص، نداشتن ممانعت برای انجام فعالیت ورزشی و نداشتن سابقه فعالیت ورزشی طی شش ماه گذشته بود. از میان صد کودک واجد شرایط، ۸۰ کودک بر اساس جدول مورگان انتخاب شدند. هر آزمودنی با استفاده از نرم‌افزار Random Allocation و بدون اطلاع محقق کد اختصاصی دریافت کرد و آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به چهار گروه (۱) آزمایشات عملکردی، (۲) آموزش برخط تغذیه، (۳) آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه و (۴) کنترل تقسیم شدند. کدهای ۱-۲۰ به گروه آزمایشات عملکردی، کدهای ۲۱-۴۰ به گروه آموزش برخط تغذیه، کدهای ۴۱-۶۰ و ۶۱-۸۰ نیز به ترتیب به گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه و گروه کنترل اختصاص داده شد.

به منظور جلوگیری از هرگونه سوگیری، تمام مراحل انتخاب آزمودنی‌ها، اختصاص دادن کد به صورت تصادفی و گروه‌بندی آزمودنی‌ها، بدون اطلاع محقق انجام شد. تمام مراحل مطالعه با نظارت و مشارکت کاردرمانگر، فیزیوتراپیست و مشاور تغذیه و رژیم درمانی انجام شد. تمام مراحل و طراحی مطالعه در کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تأیید و به‌عنوان کارآزمایی بالینی در سامانه کارآزمایی بالینی ایران ثبت شد.

پیش از مطالعه و هرگونه آزمایش، همه اهداف مطالعه و مراحل اجرا به‌طور کامل و واضح برای والدین کودکان توضیح داده شد. از آنجا که آزمودنی‌های این مطالعه را کودکان زیر هجده سال تشکیل

اختلال طیف اوتیسم، اختلالی عصبی-تکاملی است که نقص در تعامل اجتماعی از شاخص‌های بارز آن محسوب می‌شود [۱]. این اختلال می‌تواند نتیجه جهش‌های ژنتیکی، اختلال وراثتی [۲] یا برخی عوامل محیطی از جمله عفونت‌ها، سن والدین و کمبود مواد مغذی باشد [۳]. کم‌حرکی و سطوح پایین فعالیت ورزشی در کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم، امری شایع است [۳] که می‌تواند در نتیجه عوامل محیطی یا فردی باشد و انجام فعالیت ورزشی را چالش‌برانگیز می‌کند [۴].

از سوی دیگر، رژیم غذایی سالم و الگوی تغذیه‌ای مناسب، عنصر کلیدی مهم در سلامت محسوب می‌شود و پژوهش‌های پیشین حاکی از شیوع بالای مشکلات مرتبط با تغذیه در کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم است که از جمله آن می‌توان به انتخاب‌گرایی غذایی اشاره کرد. انتخاب‌گرایی غذایی از شاخص‌های چالش‌برانگیز دیگر در این اختلال محسوب شده که معمولاً به انتخاب غذاهای با تراکم انرژی بالا منجر می‌شود و یکی از عوامل اصلی برای شیوع ۴۰ درصد بیشتر در کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم است [۵].

التهاب نقش مهمی در بروز پیامدهای مرتبط با سلامت ایفا می‌کند که می‌توان به چاقی اشاره کرد. با توجه به شیوع بالاتر چاقی، افزایش توده چربی، کم‌حرکی و الگوی غذایی نامناسب در کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم، نتایج مطالعات اپیدمیولوژیکی حاکی از افزایش سطح بیومارکرهای التهابی به‌عنوان شاخصی از التهاب در این کودکان است که می‌تواند با خطر شیوع بیماری‌های مزمن در ارتباط باشد.

خون، نقش کلیدی در تکامل سیستم ایمنی ایفا می‌کند که آن مدیون گلبول‌های سفید و آنتی‌بادی‌ها است. طی سال‌های اخیر، محققان توجه خود را به بررسی آزمایشات کارآمد برای سلامت کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم معطوف کردند و نتایج مطالعات حاکی از نتایج متناقضی برای فعالیت بدنی مؤثر و آزمایشات مناسب تغذیه‌ای است. به نظر می‌رسد اجرای برنامه‌های آموزش تغذیه برای والدین دارای فرزند اوتیسم، بتواند پیامدهای سودمندی را برای جلوگیری از مشکلات ناشی از تغذیه دربر داشته باشد [۶].

فعالیت بدنی و الگوی تغذیه‌ای می‌تواند بر پاسخ‌های التهابی، تولید گلبول‌های سفید، بهبود عملکرد سیستم ایمنی و پاسخ‌های اکسیداتیو تأثیر بگذارد [۷]. نتایج مطالعات اخیر، حاکی از آن است که فعالیت‌های ورزشی با شدت‌های بالاتر می‌تواند باعث افزایش سطح شاخص‌های التهابی شود [۸]. در حالی که نتایج سایر مطالعات عدم تغییرات معنادار در شاخص‌های التهابی از جمله پروتئین واکنشی C را گزارش کردند [۹]. همچنین به نظر می‌رسد تمرینات هوازی در کاهش میزان التهاب، اثر بیشتری داشته باشد [۱۰].

1. Autism Spectrum Disorder (ASD)
2. C-reactive protein (CRP)



تصویر ۱. پروتکل اجرای آزمایشات عملکردی

## جندی شاپور

از متر سکا<sup>۳</sup> مدل ۲۰۶ و با دقت یک میلی‌متر ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری محیط دور کمر و دور لگن از متر نواری استفاده شد. توده چربی از طریق ضخامت چین پوستی با استفاده از کالیپر و در پنج نقطه شامل دو سر بازو، سه سر بازو، ناحیه شکمی، فوق خاصره و تحت کتفی اندازه‌گیری و محاسبه شد [۱۴]. شاخص توده بدنی<sup>۴</sup> بر اساس نمودار رشد مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌ها (CDC)<sup>۵</sup> و بر اساس درصد ثبت شد.

### اندازه‌گیری شاخص‌های التهابی

شاخص‌های التهابی شامل گلبول سفید، پروتئین واکنشی، C، نوتروفیل، ائوزینوفیل و بازوفیل با استفاده از نمونه خون وریدی آنته کوبیتال و با استفاده از کیت زلیبیو<sup>۶</sup> در قبل و بعد از مطالعه اندازه‌گیری شد.

می‌دادند، رضایت‌نامه کتبی توسط والدین و مراقبین کودک امضا شد و آزمودنی مجاز به خروج از پژوهش را در صورت عدم تمایل به مشارکت بود.

### مراحل اجرای پژوهش

#### ارزیابی سلامت

قبل از آزمایش، برای هر آزمودنی پرونده سلامت تشکیل شد و اطلاعات مربوط به شاخص‌های آزمایشگاهی، شاخص‌های تن‌سنجی، یادآمد غذایی، پرسش‌نامه بسامد غذایی و سابقه فعالیت ورزشی آزمودنی‌های ثبت شد.

#### ارزیابی تن‌سنجی

وزن آزمودنی‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال بیورر مدل PS160 و با حداقل لباس، اندازه‌گیری شد. قد ایستاده آزمودنی‌ها، با استفاده

3. Seca

4. Body Mass Index (BMI)

5. Change Data Capture (CDC)

6. Zell Bio

## جدول ۱. پروتکل آزمایش عملکردی برای کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم

تعداد تکرار	تعداد سبت	استراحت	پیشرفت آزمایش	معیار پذیرش حرکت	شبهه اجرا	آزمایش
۱۰-۸	۵-۳	۳ دقیقه	تکرار بیشینه پیشروی از ۵۰ به ۶۰ درصد تکرار بیشینه درصد تکرار بیشینه و ۶۰-۷۰ درصد به ازای هر دو هفته	حرکاتی قبول است که زاویه extension بین لگن و زانو، ۱۵ درجه باشد	آزمودنی می‌نشیند، در حالی که زوایا یا صورت زیر باشد: hip flexion at ۹۰°، knee flexion at ۱۰۵°، ankle dorsiflexion at ۱۵° پاها روی زمین است و دستان به صورت ضربدری روی قفسه سینه قرار دارد. از آزمودنی خواسته می‌شود تا با سرعتی که می‌خواهد بدون تغییر وضعیت یا چرخش دستان یا پا از جای خود بلند شود. تعداد تکرار ثبت می‌شود.	بشین و پاشو
۱۰-۸	۵-۳	۳ دقیقه	تکرار بیشینه پیشروی از ۵۰ به ۶۰ درصد تکرار بیشینه درصد تکرار بیشینه و ۶۰-۷۰ درصد به ازای هر دو هفته	برگشت پا به وضعیت لحظه استارت	آزمودنی مقابل پله ۱۷ سانتی‌متری می‌ایستد، با سرعت مورد نظر از پله بالا و پایین می‌رود و تعداد تکرار شمارش می‌شود.	بالا رفتن از پله ۱۷ سانتی‌متری

مجله علمی پزشکی  
جنیدی شاپور

بهبود کیفیت تغذیه‌ای و الگوی تغذیه‌ای کودک بود و بر اساس پرسش‌نامه دانش تغذیه (NKQ)، دربرگیرنده چهار حیطه شامل: (۱) توصیه‌های تغذیه‌ای، (۲) گروه‌های غذایی، (۳) انتخاب سالم غذایی و (۴) بیماری‌های ناشی از تغذیه و مدیریت وزن بود [۱۹، ۱۸، ۱۵].

## آزمایشات عملکردی + آموزش برخط تغذیه

آزمودنی‌های گروه آزمایشات عملکردی + آموزش برخط تغذیه، برای مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه، آزمایشات عملکردی را برای مدت ۴۵-۶۰ دقیقه اجرا و برای مدت ۱۵-۳۰ دقیقه در جلسات آموزش برخط تغذیه شرکت کردند.

## گروه کنترل

آزمودنی‌های گروه کنترل، هیچ آزمایشی دریافت نکردند و شاخص‌های التهابی در قبل و پس از مطالعه با استفاده از نمونه خون وریدی آنته کوبیتال اندازه‌گیری و ثبت شد.

## آزمایشات

## آزمایشات عملکردی

برنامه آزمایشات عملکردی و پیشرفت آزمایشات در طول هشت هفته، در جدول شماره ۱ و تصویر شماره ۱ نشان داده شده است. گروه آزمایشات عملکردی برای هشت هفته، هر هفته سه جلسه، در هر جلسه ۴۵-۶۰ دقیقه، برنامه آزمایشات عملکردی را اجرا کردند. هر جلسه آزمایشی شامل گرم کردن، بشین و پاشو با استفاده از وزنه، بالا و پایین رفتن از پله، حرکات کششی و سرد کردن تحت نظارت متخصص بود [۱۷-۱۵].

## آموزش برخط تغذیه

برنامه آموزش تغذیه در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. آزمودنی‌های گروه آموزش برخط تغذیه، برای مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۱۵-۳۰ دقیقه در جلسه برخط آموزش تغذیه شرکت کردند [۱۸]. هدف از برگزاری جلسات آموزش برخط تغذیه، ارتقای سطح دانش تغذیه مراقبین کودک به منظور

## جدول ۲. پروتکل هشت هفته آموزش تغذیه

سرفصل	زیر فصل‌ها	تعداد جلسات مورد نیاز برای آموزش
گروه‌های غذایی	نان و غلات گوشت و چاشنی‌ها میوه‌ها و سبزیجات چربی‌ها (چربی‌های اشباع، چربی‌های با یک باند دوگانه و چند باند دوگانه) لبنیات نمک آب و مایعات سهم‌های غذایی و بشقاب متعادل غذایی	دو هفته هر هفته سه جلسه مدت زمان هر جلسه: ۱۵-۳۰ دقیقه
توصیه‌های غذایی	سهم غذایی و بشقاب متعادل غذایی کالری غذایی غذاهای فراوری شده قندهای ساده و شکر افزوده نمک فیبر منابع پروتئینی منابع غذایی نشاسته‌ای چربی غذایی (چربی طبیعی غذاها، چربی‌های ترانس) ویتامین‌ها و املاح معدنی	دو هفته هر هفته سه جلسه مدت زمان هر جلسه: ۱۵-۳۰ دقیقه
انتخاب غذایی سالم	انتخاب سالم غذایی بیرون از منزل شیرین کننده‌ها بهترین شیوه تهیه غذای سالم (کبابی، آب‌پز، بخارپز یا سرخ‌شده) برچسب حقایق تغذیه‌ای و رنگ‌بندی آن (راهنمای رنگی برای برچسب حقایق تغذیه‌ای) اهمیت کالری دریافتی و انتخاب غذاها با کالری متعادل	دو هفته هر هفته سه جلسه مدت زمان هر جلسه: ۱۵-۳۰ دقیقه
بیماری‌های مرتبط با تغذیه و کنترل وزن	فیبر و مشکلات ناشی از مصرف کم قندهای ساده و مضرات مصرف بیش از حد نمک/سدیم و بیماری‌های مرتبط با آن افزودنی‌ها و سرطان چربی‌ها و بیماری‌های قلبی عروقی (مقایسه چربی‌های سالم مانند ماهی‌های روغنی یا منابع گیاهی چربی با چربی‌های ترانس) نان و غلات و دیابت (اهمیت غلات سبوس‌دار در مقایسه با غلات تصفیه‌شده) کلسترول و چربی‌ها (بررسی مصرف تخم مرغ، روغن‌های گیاهی و چربی‌های اشباع با منشأ جانوری) شاخص گلیسمیک (تفاوت میان غلات کامل و سبوس‌دار با نان‌های سفید و شاخص گلیسمیک میوه‌ها و سبزیجات) چربی‌ها و کنترل وزن کنترل وزن و رژیم‌های پر پروتئین باورهای غلط (حذف کامل چربی‌ها یا نان برای کنترل وزن) نقش فیبر در کنترل وزن رفتارهای سالم برای کنترل وزن در محدوده طبیعی (مانند عدم تماشای تلویزیون هنگام غذا خوردن، توجه به برچسب حقایق تغذیه‌ای، پایش غذا خوردن، پایش منظم وزن، ضرورت مصرف مکمل‌ها) شاخص توده بدنی و محدوده وزنی (کم‌وزنی، طبیعی، اضافه وزن و چاقی) انواع چاقی‌ها و خطر بیماری‌های قلبی عروقی	دو هفته هر هفته سه جلسه مدت زمان هر جلسه: ۱۵-۳۰ دقیقه

مجله علمی پزشکی

## جندی شاپور

آزمون آنوای یک‌طرفه<sup>۷</sup> و با استفاده از نرم‌افزار آنا لیز آماری SPSS نسخه ۲۲ برای گروه‌های دریافت‌کننده آزمایش و گروه کنترل، مقایسه شد. آزمون‌های آنکووا<sup>۸</sup> و ال‌اس‌دی<sup>۹</sup> به منظور بررسی اثر آزمایشات استفاده شدند. آزمون آنکووا تفاوت میانگین‌ها را در قبل و بعد از آزمایش مقایسه می‌کند و آزمون ال‌اس‌دی برای بررسی

## پس‌آزمون

پس از هشت هفته آزمایش، شاخص‌های التهابی مجدد اندازه‌گیری شدند.

## تجزیه و تحلیل آماری

میانگین جمعیت‌شناختی و شاخص‌های التهابی با استفاده از

7. One-Way ANOVA
8. ANCOVA
9. Least Significant Difference (LSD)



گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه،  $P < 0/001$  و  $SE = 0/25$  بود.

نتایج حاصل از آزمون ال اس دی تفاوت معناداری میان گروه‌های آزمایشات عملکردی و آموزش برخط تغذیه ( $P = 0/63$ ) و میان گروه آموزش برخط تغذیه با گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه ( $P = 0/10$ ) گزارش نکرد. میان گروه‌های آزمایشات عملکردی با گروه آزمایش عملکردی+آموزش برخط تغذیه، تفاوت معناداری مشاهده شد که حاکی از کاهش  $0/52$  واحد بیشتر در سطح پروتئین واکنشی C در گروه آزمایشات عملکردی در مقایسه با گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه بود.

تعداد نوتروفیل‌ها پس از آزمایش، تفاوت معناداری در مقایسه با قبل از آزمایش داشت ( $P < 0/001$ ). پس از تعدیل، این تفاوت همچنان معنادار باقی ماند ( $P = 0/009$ ). تعداد نوتروفیل‌ها در آزمودنی‌های گروه آزمایشات عملکردی،  $0/72$  واحد ( $P = 0/003$ ) و  $SE = 0/23$  و در گروه آموزش برخط تغذیه  $0/49$  واحد ( $P = 0/02$ ) و  $SE = 0/21$  در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافت. این تفاوت برای گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه نیز معنادار بود، به طوری که تعداد نوتروفیل‌ها در مقایسه با گروه کنترل،  $0/69$  واحد کاهش یافت ( $P = 0/003$  و  $SE = 0/22$ ).

هرگونه تفاوت میان میانگین‌ها و شناسایی منشأ تفاوت در مقایسه جفتی استفاده شد. همه تجزیه و تحلیل آماری در سطح معناداری  $0/05 \leq$  انجام شد.

### یافته‌ها

آزمودنی‌های این مطالعه را ۸۰ کودک دچار اختلال طیف اوتیسم (سن  $9/73 \pm 1/29$ ، وزن  $49/494 \pm 2/08$ ، قد  $140/08 \pm 40$  سانتی‌متر) و درصد شاخص توده بدنی  $24/71 \pm 2/89$  کیلوگرم/مترمربع) تشکیل دادند. اطلاعات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها که به صورت تصادفی به چهار گروه متشکل از سه گروه آزمایش و گروه کنترل تقسیم شدند، در **جدول شماره ۳** نشان داده شده است. هیچ تفاوت معناداری میان شاخص‌های بیولوژیک آزمودنی‌ها شامل سن، قد و وزن، مشاهده نشد ( $P > 0/05$ ).

نتایج حاصل از تأثیر آزمایشات و مقایسه میان گروه‌ها در **جدول شماره ۴** نشان داده شده است. هیچ تفاوت معناداری میان گروه‌های مورد مطالعه در قبل از مطالعه مشاهده نشد ( $P = 0/64$ )، با وجود این، بعد از آزمایشات، تفاوت معناداری مشاهده شد ( $P = 0/001$ ).

سطح پروتئین واکنشی C به اندازه  $0/52$  واحد در گروه آزمایشات عملکردی، کاهش یافت ( $P = 0/0047$ ،  $SE = 5/91$ ). این کاهش در گروه آموزش برخط تغذیه  $0/63$  ( $P = 0/01$  و  $SE = 0/25$ ) و برای

جدول ۳. تعداد و مقایسه شاخص‌های بیولوژیکی و التهابی در گروه‌های مورد مطالعه

P	میانگین $\pm$ انحراف معیار			گروه	متغیر
	کنترل	آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه	آموزش برخط تغذیه		
0/80	9/80 $\pm$ 23/1	9/95 $\pm$ 1/43	9/60 $\pm$ 1/18	9/60 $\pm$ 1/39	سن (سال)
0/63	49/73 $\pm$ 2/68	49/64 $\pm$ 1/36	49/94 $\pm$ 1/20	50/25 $\pm$ 2/67	وزن بدن (کیلوگرم)
0/18	145/26 $\pm$ 2/60	146/44 $\pm$ 1/86	146/83 $\pm$ 2/33	145/81 $\pm$ 2/63	قد (سانتی‌متر)
0/23	64/70 $\pm$ 1/39	66/00 $\pm$ 5/18	64/65 $\pm$ 1/42	64/20 $\pm$ 1/36	شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)
0/54	24/75 $\pm$ 1/51	24/9 $\pm$ 1/44	24/31 $\pm$ 1/59	24/9 $\pm$ 1/41	توده چربی (درصد)
0/19	9/42 $\pm$ 0/83	9/46 $\pm$ 1/08	9/54 $\pm$ 1/05	8/93 $\pm$ 0/93	گلبول سفید (هزار در میلی‌متر مکعب)
0/64	8/00 $\pm$ 0/79	8/15 $\pm$ 0/67	8/10 $\pm$ 0/79	8/30 $\pm$ 0/73	پروتئین واکنشی C (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)
<0/001	4/95 $\pm$ 0/45	5/46 $\pm$ 0/51	5/11 $\pm$ 0/43	5/60 $\pm$ 0/59	نوتروفیل (تعداد/میکرولیتر)
0/63	1/91 $\pm$ 0/31	1/80 $\pm$ 0/36	1/79 $\pm$ 0/34	1/79 $\pm$ 0/34	اوتونوفیل (تعداد/میکرولیتر)
0/002	0/05 $\pm$ 0/02	0/05 $\pm$ 0/02	0/03 $\pm$ 0/01	0/05 $\pm$ 0/02	بازوفیل (تعداد/میکرولیتر)

جدول ۴. مقایسه تأثیر آزمایشات بر شاخص‌های التهابی در گروه‌های آزمودنی قبل و بعد از مطالعه

P	میانگین ± انحراف معیار			گروه	متغیر
	کنترل	آزمایشات عملکردی + آموزش برخط تغذیه	آموزش برخط تغذیه		
۰/۱۹	۹/۴۲±۰/۸۳	۹/۴۶±۱/۰۸	۹/۵۴±۱/۰۵	۸/۹۳±۰/۹۳	قبل آزمایش
<۰/۰۰۱	۹/۶۹±۰/۷۹	۸/۵۴±۰/۷۵	۸/۴۱±۰/۸۲	۸/۹۹±۱/۰۶	بعد آزمایش
۰/۶۴	۸/۰۰±۰/۷۹	۸/۱۵±۰/۶۷	۸/۱۰±۰/۷۹	۸/۳۰±۰/۷۳	قبل آزمایش
۰/۰۰۱	۸/۲۰±۰/۷۷	۷/۲۰±۰/۸۳	۷/۶۰±۰/۸۲	۷/۸۰±۰/۹۵	بعد آزمایش
<۰/۰۰۱	۴/۹۵±۰/۴۵	۵/۴۶±۰/۵۱	۵/۱۱±۰/۴۳	۵/۶۰±۰/۵۹	قبل آزمایش
۰/۰۰۹	۵/۴۷±۰/۹۹	۵/۰۹±۰/۴۴	۵/۰۸±۰/۳۹	۵/۱۵±۰/۸۸	بعد آزمایش
۰/۶۳	۱/۹۱±۰/۳۱	۱/۸۰±۰/۳۶	۱/۷۹±۰/۳۴	۱/۷۹±۰/۳۴	قبل آزمایش
۰/۰۰۳	۱/۹۵±۰/۳۷	۱/۵۲±۰/۴۸	۱/۶۴±۰/۴۱	۱/۷۲±۰/۳۵	بعد آزمایش
۰/۰۰۲	۰/۰۵±۰/۰۲	۰/۰۵±۰/۰۲	۰/۰۳±۰/۰۱	۰/۰۵±۰/۰۲	قبل آزمایش
۰/۰۱	۰/۰۵±۰/۰۲	۰/۰۳±۰/۰۲	۰/۰۵±۰/۰۲	۰/۰۳±۰/۰۳	بعد آزمایش

مجله علمی پزشکی

## جندی شاپور

بازوفیل ۰/۰۰۷ در گروه آموزش برخط تغذیه بالاتر بود. نتایج حاصل از آزمون ال‌اس‌دی تفاوت معناداری میان گروه آزمایشات عملکردی و آموزش برخط تغذیه و گروه آموزش برخط تغذیه با گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه نشان داد ( $P=۰/۰۰۴$ ). تفاوت معناداری میان گروه آزمایشات عملکردی یا گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه مشاهده نشد ( $P=۰/۰۹۵$ ).

تفاوت معناداری برای تعداد گلبول‌های سفید قبل از مطالعه مشاهده نشد ( $P=۰/۱۹$ )، اما این تفاوت در پایان آزمایش، معنادار بود ( $P<۰/۰۰۱$ ). در مقایسه با گروه کنترل، تفاوت معناداری برای گروه آزمایشات عملکردی مشاهده نشد ( $P=۰/۰۵۴$ )، اما این تفاوت برای گروه آموزش برخط تغذیه و گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه، معنادار بود و تعداد گلبول‌های سفید به ترتیب به میزان ۱/۳۵ و ۱/۱۷ واحد کاهش معناداری داشت ( $P<۰/۰۰۱$  و  $SE=۰/۱۹$ ).

نتایج حاصل از آزمون ال‌اس‌دی برای مقایسه جفتی، تفاوت معناداری میان گروه‌های آزمایشات عملکردی و آموزش برخط تغذیه نشان داد ( $P<۰/۰۰۱$ ) و تعداد گلبول‌های سفید در گروه آزمایشات عملکردی ۰/۹۶ واحد بیشتر بود. تفاوت معناداری میان گروه‌های آزمایشات عملکردی و آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه مشاهده شد ( $P<۰/۰۰۱$ ) و تعداد گلبول‌های سفید در گروه آزمایشات عملکردی ۰/۷۹ واحد بیشتر بود. با وجود این، تفاوت معناداری میان گروه آموزش برخط تغذیه و گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه مشاهده نشد ( $P=۰/۳۷$ ).

نتایج آزمون ال‌اس‌دی، تفاوت معناداری میان گروه آزمایشات عملکردی با آموزش برخط تغذیه ( $P=۰/۳۱$ )، گروه آزمایشات عملکردی با گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه ( $P=۰/۸۹$ ) و گروه آموزش برخط تغذیه با گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه نشان نداد ( $P=۰/۳۷$ ).

تفاوت معناداری برای ائوزینوفیل در میان گروه‌ها در قبل از مطالعه مشاهده نشد ( $P=۰/۶۳$ )، با وجود این، تفاوت معناداری پس از مطالعه مشاهده شد ( $P=۰/۰۰۳$ ). سطح ائوزینوفیل در گروه آزمایشات عملکردی در مقایسه با گروه کنترل، تفاوت معناداری نداشت ( $P=۰/۱۷$ )، اما این تفاوت برای دو گروه آزمایش دیگر در مقایسه با گروه کنترل معنادار بود و سطح ائوزینوفیل، کاهش معناداری یافت ( $P<۰/۰۵$ ).

نتایج حاصل از آزمون ال‌اس‌دی برای مقایسه جفتی تفاوت معناداری میان گروه‌های آزمایشات عملکردی و آموزش برخط تغذیه ( $P=۰/۳۶$ ) و گروه آزمایشات عملکردی با گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه ( $P=۰/۰۲$ ) نشان نداد و سطح ائوزینوفیل در گروه آزمایشات عملکردی، ۰/۲۱ واحد بیشتر بود.

تفاوت معناداری در سطح بازوفیل در گروه‌ها قبل از مطالعه، مشاهده شد ( $P=۰/۰۰۲$ ) و این تفاوت بعد از تعدیل‌سازی، همچنان معنادار باقی ماند ( $P=۰/۰۱$ ) تفاوت معناداری میان گروه آزمایشات عملکردی و گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نشد ( $P=۰/۳۶$ ،  $P=۰/۳۱$ ).

با وجود این، میان گروه آموزش برخط تغذیه و گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده شد ( $P=۰/۰۴$  و  $SE=۰/۰۰۳$ ) و سطح

## بحث

کاهش داشته که بیانگر تأثیر هم‌افزایی آزمایشات عملکردی و آموزش بر خط تغذیه است. این اثرگذاری بر التهاب به دنبال آموزش تغذیه می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر الگوی غذایی و کیفیت آن بر سطح التهاب باشد که به دنبال بهبود و اصلاح الگوی تغذیه، سطح شاخص‌های التهابی نیز کاهش می‌یابد [۲۶].

از سوی دیگر، تعداد نوتروفیل‌ها در گروه‌های دریافت‌کننده آزمایش کاهش یافت و در گروه کنترل روند رو به افزایشی را در پیش گرفت. نتایج مطالعه نشان داد آزمایشات عملکردی، بیشترین تأثیر را در کاهش تعداد نوتروفیل‌ها داشتند و گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه در مقام دوم اثرگذاری قرار داشت [۲۷].

تعداد ائوزینوفیل در تمام گروه‌های دریافت‌کننده آزمایش کاهش یافت، اما روند صعودی را در گروه کنترل در پیش گرفت که می‌تواند نشان‌دهنده افزایش التهاب در کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم باشد [۲۸]. آزمایشات عملکردی قادر به کاهش معنادار ائوزینوفیل نبود، اما دو آزمایش دیگر باعث کاهش معناداری در سطح ائوزینوفیل شدند. بررسی انجام‌شده بر اثرگذاری آموزش برخط تغذیه و اعمال توأم دو آزمایش، حاکی از اثر هم‌افزایی آموزش برخط تغذیه برای آزمایشات عملکردی بود.

تعداد بازوفیل‌ها که یکی دیگر از شاخص‌های مرتبط با التهاب در این مطالعه بود، در قبل و بعد از مطالعه اندازه‌گیری شد و نتایج حاکی از روند نزولی بازوفیل، اما غیرمعنادار در گروه آزمایشات عملکردی و آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه بود. با این حال، آموزش برخط تغذیه باعث افزایش در تعداد بازوفیل در آزمودنی‌ها شد.

## نتیجه‌گیری

هر دو آزمایشات عملکردی و آموزش برخط تغذیه می‌توانند اثرات سودمندی بر شاخص‌های التهابی در کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم داشته باشند. این تأثیر به دنبال ترکیب توأم دو آزمایش نیز قابل انتظار است. به نظر می‌رسد آزمایشات عملکردی و آموزش برخط تغذیه از طریق اثرات تعدیلی بر ترکیب بدنی از جمله توده چربی بتواند باعث کاهش التهاب و شاخص‌های التهابی شود و این تأثیر به دنبال اجرای منظم آزمایشات و دانش‌افزایی بیشتر خواهد بود. در نتیجه تدوین و اجرای آزمایشات مناسب که دربرگیرنده هر دو آزمایشات عملکردی و آموزش برخط تغذیه باشد، بتواند تأثیر مثبتی بر کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم در دوران همه‌گیری کووید-۱۹ داشته باشد.

## ملاحظات اخلاقی

## پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمام مراحل و طراحی مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات با شناسه IR.IAU.SRB.REC.003/1400 تأیید و به‌عنوان کارآزمایی بالینی با شناسه IRCT20201211049678N1 در سامانه کارآزمایی بالینی ایران ثبت شد.

هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر هشت هفته آزمایشات عملکردی همراه با آموزش برخط تغذیه بر شاخص‌های التهابی کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم ۸-۱۲ ساله بود. پروتئین واکنشی C به‌عنوان یکی از شاخص‌های التهابی در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند نشان‌دهنده التهاب سیستمیک در بدن باشد. با وجود این، پژوهش‌های پیشین، نتایج متناقضی برای تأثیر فعالیت ورزشی و انواع آن بر کاهش التهاب نشان دادند [۲۰]. به نظر می‌رسد فعالیت ورزشی می‌تواند مستقل از سن و جنسیت به کاهش التهاب و پروتئین واکنشی C کمک کند [۲۱]. از سوی دیگر، آموزش تغذیه یکی از آزمایشات مؤثر دیگر در اختلال طیف اوتیسم محسوب می‌شود، زیرا سطوح بالاتر التهاب در این کودکان گزارش شده است [۲۲] که نیاز به آموزش تغذیه را بیشتر می‌کند [۲۳]، زیرا التهاب با الگوی تغذیه‌ای در ارتباط است. [۲۴].

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد تمام آزمایشات به کار گرفته‌شده می‌تواند به کاهش پروتئین واکنشی C در کودکان دچار اختلال طیف اوتیسم کمک کند و بیشترین میزان کاهش در سطح پروتئین واکنشی C برای گروه آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه بود. با وجود تأثیر معنادار تمام آزمایشات در کاهش سطح پروتئین واکنشی C، کمترین میزان اثرگذاری برای گروه آزمایشات عملکردی بود.

نتایج مطالعات انجام‌شده به منظور بررسی بهترین نوع آزمایشات ورزشی مناسب برای کاهش سطح التهاب، نتایج متناقضی را نشان دادند [۲۰]. برای مثال، در برخی مطالعات نشان داده شد تأثیر تمرینات ورزشی هوازی، بیشتر از سایر آزمایشات دیگر خواهد بود. با وجود این، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد آزمایشات عملکردی می‌تواند علی‌رغم اثرگذاری کمتر در مقایسه با دو آزمایش دیگر، باعث کاهش معناداری در سطح التهاب شود که هم‌راستا با مطالعات دیگر است [۱۲].

با وجود این، در پژوهشی مشابه که به بررسی تأثیر هشت هفته آزمایشات عملکردی پرداخته بود، تغییر معناداری در کاهش سطح پروتئین واکنشی C مشاهده نشد که می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که آزمایشات عملکردی باعث افزایش سطح التهاب نمی‌شود [۹]. با وجود این، نتایج مطالعه حاضر، حاکی از بهبود معنادار در سطح پروتئین واکنشی C به دنبال آزمایشات عملکردی بود. در مجموع، به نظر می‌رسد آزمایشات عملکردی بتوانند در بهبود التهاب اثرات سودمندی داشته باشند [۲۵] که این تأثیر وابسته به مدت زمان فعالیت است، زیرا به نظر می‌رسد آزمایشات در مدت زمان‌های کوتاه‌تر، تأثیر معناداری بر بهبود التهاب و کاهش پروتئین واکنشی C نخواهند داشت [۱۳].

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد تعداد گلبول‌های سفید در گروه آزمایشات عملکردی و گروه کنترل افزایش و در گروه‌های آموزش برخط تغذیه و آزمایشات عملکردی+آموزش برخط تغذیه

## حامی مالی

این پژوهش برگرفته از پایان نامه دکترای تخصصی کیمیا معینی افشاری، دانشجوی دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران می باشد. این پژوهش فاقد حامی مالی بود

## مشارکت نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی، اعتبار‌سنجی، تحلیل، تحقیق و بررسی، منابع، نگارش پیش‌نویس، ویراستاری نهایی و نهایی‌سازی، نظارت، مدیریت پروژه: کیمیا معینی افشاری، ماندانا غلامی، حمید دالوند، محمد عفت پناه و سعید رضایی.

## تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

## تشکر و قدردانی

از کلیه مشاوران تغذیه، کاردرمانگران، فیزیوتراپیست‌ها و عواملی که محقق را در اجرای این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌شود.

**References**

- [1] Christensen, D, Zubler J. CE: From the CDC: Understanding Autism Spectrum Disorder. *Am J Nurs.* 2020; 120(10):30-37. [DOI:10.1097/01.NAJ.0000718628.09065.1b] [PMID] [PMCID]
- [2] Steinman G. The putative etiology and prevention of autism. *Prog Mol Biol Transl Sci.* 2020; 173:1-34. [DOI:10.1016/bs.pmbts.2020.04.013] [PMID] [PMCID]
- [3] Yoon SH, Choi J, Lee WJ, Do JT. Genetic and Epigenetic Etiology Underlying Autism Spectrum Disorder. *J Clin Med.* 2020; 9(4):966. [DOI:10.3390/jcm9040966] [PMID] [PMCID]
- [4] Brown DM, Arbour-Nicitopoulos KP, Martin Ginis KA, Lattimer-Cheung AE, Bassett-Gunter RL. Examining the relationship between parent physical activity support behaviour and physical activity among children and youth with autism spectrum disorder. *Autism.* 2020; 24(7):1783-94. [DOI:10.1177/1362361320922658] [PMID]
- [5] Shedlock K, Susi A, Gorman GH, Hisle-Gorman E, Erdie-Lalena CR, Nylund CM. Autism spectrum disorders and metabolic complications of obesity. *J Pediatr.* 2016; 178:183-187.e1. [DOI:10.1016/j.jpeds.2016.07.055] [PMID]
- [6] Tuncay C, Yektaoglu T. Nutrition In Children With Mental Disorders And Anticipated Nutritional Problems. Paper presented 2st International Conference on Interdisciplinary Educational Reflections. 19-20 June 2020; Erzurum, Turkey. [Link]
- [7] Ali HI, Al-Shawi SG, Habib HN. The effect of nutrition on immune system review paper. *Food Sci Qualy Man.* 2019; 90:31-5. [DOI:10.7176/FSQM]
- [8] Cerqueira É, Marinho DA, Neiva HP, Lourenço O. Inflammatory effects of high and moderate intensity exercise-a systematic review. *Front Physiol.* 2020; 10:1550. [DOI:10.3389/fphys.2019.01550] [PMID] [PMCID]
- [9] Ndemba PB, Ayina CN, Guessogo WR, Ndongo JM, Kamnang RO, Lele CE, et al. Effect of a 12-week training program on the anthropometric and physiological profiles of some participants registered in a fitness center in Douala, Cameroon. *J Exerc Rehabil.* 2020; 16(4):369-76. [DOI:10.12965/jer.2040340.170] [PMID] [PMCID]
- [10] Alghadir AH, Gabr SA. Physical activity impact on motor development and oxidative stress biomarkers in school children with intellectual disability. *Rev Assoc Med Bras (1992).* 2020; 66(5):600-6. [DOI:10.1590/1806-9282.66.5.600] [PMID]
- [11] Michalczyk MM, Zajac-Gawlak I, Zając A, Pelclová J, Roczniok R, Langfort J. Influence of nutritional education on the diet and nutritional behaviors of elderly women at the university of the third age. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17(3):696. [DOI:10.3390/ijerph17030696] [PMID] [PMCID]
- [12] Do-JinKim JH, Kim GR. Effects of 8-Week High Intensity Combined Exercise on Body Composition, Blood Lipid and CRP in Obese Middle Aged Men. *Med Legal Upd.* 2020; 20(1):2008-13. [DOI:10.37506/mlu.v20i1.674]
- [13] Kliszczewicz B, Markert CD, Bechke E, Williamson C, Clemons KN, Snarr RL, et al Acute inflammatory responses to high-intensity functional training programming: An observational study. *J Hum Sport Exerc.* 2019; 14(4):906-17. [DOI:10.14198/jhse.2019.144.18]
- [14] KGomes JH, Mendes RR, Franca CS, Da Silva-Grigoletto ME, Pereira da Silva DR, Antonioli AR, et al. Acute leucocyte, muscle damage, and stress marker responses to high-intensity functional training. *PloS one.* 2020;15(12):e0243276. [DOI:10.1371/journal.pone.0243276]
- [15] Yarımkaya E, Esentürk OK. Promoting physical activity for children with autism spectrum disorders during coronavirus outbreak: Benefits, strategies, and examples. *Int J Dev Disabil.* 2020; 1-6. [DOI:10.1080/20473869.2020.1756115]
- [16] Oh HK, Escalante G, Gentry C. Teaching functional fitness to students with autism spectrum disorder. *Palaestra.* 2018; 32(1):1-4. [Link]
- [17] Peungsuwan P, Parasin P, Siritaratiwat W, Prasertnu J, Yamauchi J. Effects of combined exercise training on functional performance in children with cerebral palsy: A randomized-controlled study. *Pediatr Phys Ther.* 2017; 29(1):39-46. [DOI:10.1097/PEP.0000000000000338] [PMID]
- [18] Coleman RK. benefits of a nutrition education program on a community of developmentally disabled adults. [MA thesis]. Montclair : Montclair State University; 2018. [Link]
- [19] Thuita AW, Kiage BN, Onyango AN, Makokha AO. Effect of a nutrition education programme on the metabolic syndrome in type 2 diabetes mellitus patients at a level 5 Hospital in Kenya: A randomized controlled trial. *BMC Nutr.* 2020; 6(1):1-4. [DOI:10.1186/s40795-020-00355-6] [PMID] [PMCID]
- [20] Cronin O, Keohane DM, Molloy MG, Shanahan F. The effect of exercise interventions on inflammatory biomarkers in healthy, physically inactive subjects: A systematic review. *QJM.* 2017; 110(10):629-37. [DOI:10.1093/qjmed/hcx091] [PMID]
- [21] Fedewa MV, Hathaway ED, Ward-Ritacco CL. Effect of exercise training on C reactive protein: A systematic review and meta-analysis of randomised and non-randomised controlled trials. *Br J Sports Med* 2017; 51(8):670-6. [DOI:10.1136/bjsports-2016-095999] [PMID]
- [22] Alzghoul L, Abdelhamid S, Yanis A, Qwaider Y, Aldahabi M, ALBDOUR S. The association between levels of inflammatory markers in autistic children compared to their unaffected siblings and unrelated healthy controls. *Turk J Med Sci.* 2019; 49(4):1047-53. [DOI:10.3906/sag-1812-167] [PMID] [PMCID]
- [23] Cowan S, Sood S, Truby H, Dordevic A, Adamski M, Gibson S. Inflaming Public Interest: A qualitative study of adult learners' perceptions on nutrition and inflammation. *Nutrients.* 2020; 12(2):345. [DOI:10.3390/nu12020345] [PMID] [PMCID]
- [24] Lohman MC, Resciniti NV, Wirth MD, Shivappa N, Hébert JR. Obesity, dietary inflammation, and frailty among older adults: Evidence from the national health and nutrition examination survey. *J Nutr Gerontol Geriatr.* 2019 ; 38(1):18-32. [DOI:10.1080/21551197.2018.1552226] [PMID]
- [25] Vasconcelos AB, de Resende-Neto AG, Nogueira AC, Aragão-Santos JC, Monteiro MR, Junior GS, et al. Functional and traditional training improve muscle power and reduce pro-inflammatory cytokines in older women: A randomized con-

- trolled trial. *Exp Gerontol.* 2020; 135:110920. [DOI:10.1016/j.exger.2020.110920] [PMID]
- [26] Mohammadshahi M, Haidari F, Karandish M, Ebrahimi S, Haghizadeh MH. A randomized clinical trial of nutrition education for improvement of diet quality and inflammation in Iranian obese women. *J Nutr Metab.* 2014; 2014. [DOI:10.1155/2014/605782] [PMID] [PMCID]
- [27] Nieuwoudt S, Fealy CE, Foucher JA, Scelsi AR, Malin SK, Pagadala M, et al. Functional high-intensity training improves pancreatic  $\beta$ -cell function in adults with type 2 diabetes. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2017; 313(3):E314-20. [DOI:10.1152/ajpendo.00407.2016] [PMID] [PMCID]
- [28] Hoseinpour Delavar S, Soleymani khezerabad A, Boyer-ahmadi A, Ghalavand A. [Effect of eight weeks of aerobic interval training and nettle supplement on some inflammatory indicators and glycemic control in men with type 2 diabetes (Persian)]. *Jundishapur Sci Med J.* 2020; 19(2):123-35. [DOI:10.22118/JSMJ.2020.200813.1814]