فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

2025 (Summer), 3(2): 9-19
DOI:
Review article
Journal of Physiology of Training and Sports Injuries
(PTSIJournal@gmail.com)
(zanjan.ptsijournal@iau.ir)
https://sanad.iau.ir/journal/eps

Received: 2025/5/15
Accepted: 2025/8/1
(ISSN: 3060 - 6306)

Tabata Training and Metabolic–Functional Outcomes: A Narrative Review of Iranian Studies

Zahra Mirzashaeri[1], Farshad Ghazalian[2], Shahin Salehi[3], Mohammad Ali Azarbayjani[4]

1. Department of Exercise Physiology, SRB.I.A.U., Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Exercise Physiology, SRB.I.A.U., Islamic Azad University, Tehran, Iran. (Corresponding Author).
Email: phdghazalian@gmail.com
3. Department of Sports and Exercise Medicine, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
4. Department of Exercise Physiology, CT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract:
Tabata training, a distinct form of high-intensity interval training (HIIT) consisting of 20-second high-intensity bouts followed by 10-second rest intervals, has recently gained increasing attention among Iranian researchers. This narrative review aimed to comprehensively examine the metabolic and functional effects of the Tabata protocol in Iranian populations between 2014 and July 2025.
A systematic search was conducted in domestic databases (MagIran, SID, Noormags) and international databases (PubMed, Scopus) using relevant keywords. Twenty-four studies, including randomized controlled trials, quasi-experimental designs, and crossover studies, were included. Study populations encompassed women with polycystic ovary syndrome (PCOS), overweight or obese individuals, team sport and combat athletes, and operational personnel. Due to substantial heterogeneity in intervention protocols and statistical reporting, meta-analysis was not feasible, and a narrative synthesis approach was adopted.
Tabata training was associated with reductions in BMI (1.5–3.5%) and BF percentage (2–4%), along with favorable alterations in lipid profiles, including decreases in TG, LDL, and TC, accompanied by an increase in HDL. In women with PCOS, improvements in insulin resistance and beneficial changes in adipokine levels were observed. Functionally, VO_2max improved by approximately 4–11%, with additional gains in anaerobic capacity and sprint performance, whereas results for vertical jump and flexibility were inconsistent. Sand-based Tabata interventions were linked to enhanced cardiovascular recovery.
Tabata training appears to exert promising metabolic and functional benefits in Iranian populations and may serve as a time-efficient strategy for managing PCOS and obesity. Nonetheless, the reliability of these findings is constrained by small sample sizes, short intervention durations, and the concurrent use of supplements or medications. Accordingly, future long-term randomized controlled trials with rigorous monitoring of diet, sleep, actual training intensity, and clinically relevant outcomes are warranted.

Keywords: Tabata Training, HIIT, Body Composition, PCOS, VO_2max, Cardiometabolic health.

How to Cite: Mirzashaeri, Z., Ghazalian, F., Salehi, S., Azarbayjani, M.A. (2025). Tabata Training and Metabolic–Functional Outcomes: A Narrative Review of Iranian Studies. Journal of Physiology of Training and Sports Injuries, 3(2):9-19. [Persian].

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب‌های ورزشی؛ تابستان۱۴۰۴، ۳(۲).

CC BY

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۵/۱۰
مقاله مروری

دورهٔ ۳ – شماره ۲
تابستان ۱۴۰۴ – صص: ۹-۱۹

تمرینات تاباتا و پیامدهای متابولیکی–عملکردی: مرور روایتی شواهد پژوهش‌های ایرانی

زهرا میرزاشاعری[۱]، فرشاد غزالیان[۲]، شاهین صالحی[۳]، محمدعلی آذربایجانی[۴]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. دانشیار فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسندهٔ مسئول).
آدرس پست الکترونیک: phdghazalian@gmail.com
۳. دانشیار طب ورزش و تمرین، گروه طب ورزش و تمرین، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۴. استاد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده:

تمرینات تاباتا به‌عنوان یکی از شناخته‌شده‌ترین الگوهای تمرینات اینتروال با شدت بالا، شامل چرخه‌های کوتاه ۲۰ ثانیه‌ای فعالیت شدید متناوب با ۱۰ ثانیه استراحت، در سال‌های اخیر، توجه بسیاری از پژوهشگران ایرانی را به خود جلب کرده است. این نوع تمرین، به دلیل کوتاهی مدت، قابلیت اجرا در محیط‌های محدود و پتانسیل بالا در بهبود پارامترهای متابولیکی و عملکردی، به‌عنوان یک مداخله مؤثر برای جمعیت‌های مختلف از جمله افراد دارای اضافه‌وزن، ورزشکاران و بیماران خاص مطرح شده است. هدف این مرور روایتی، ارائه یک تحلیل جامع از شواهد موجود در مطالعات ایرانی بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ژوئیه ۲۰۲۵ و ارزیابی اثرات متابولیکی، عملکردی و ترکیبی تمرینات تاباتا در این جمعیت‌ها است.

یک جستجوی گسترده در پایگاه‌های داخلی شامل MagIran، SID و Noormags و هم‌چنین پایگاه‌های بین‌المللی مانند PubMed و Scopus با استفاده از کلیدواژه‌های مرتبط انجام شد. در مجموع، ۲۴ مطالعه شامل کارآزمایی‌های تصادفی، شبه‌تجربی و طراحی‌های متقاطع شناسایی و بررسی شدند. جمعیت‌های مورد مطالعه شامل زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک، افراد دارای اضافه‌وزن یا چاق، ورزشکاران تیمی و رزمی و کارکنان عملیاتی بودند. به دلیل تنوع پروتکل‌های تمرینی، تفاوت در شدت، حجم و مدت تمرین و ناهمگونی در گزارش‌دهی آماری، انجام فراتحلیل امکان‌پذیر نبود و سنتز روایتی به‌عنوان روش اصلی تحلیل انتخاب شد.

تمرینات تاباتا در جمعیت‌های مختلف باعث کاهش شاخص توده بدنی (۱٫۵–۳٫۵٪) و درصد چربی بدن (۲–۴٪) شد و نشان‌دهنده بهبود قابل‌توجه در نمایه‌های لیپیدی شامل کاهش تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین کم‌چگال کلسترول و کلسترول کل و افزایش لیپوپروتئین پرچگال کلسترول بود. در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک، تمرین تاباتا، منجر به کاهش مقاومت به انسولین و تغییرات مثبت در سطح آدیپوکاین‌ها گردید. از منظر عملکردی، افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی بین ۴ تا ۱۱٪ مشاهده شد. توان بی‌هوازی و سرعت نیز بهبود یافت؛ در حالی که تغییرات مربوط به پرش عمودی و انعطاف‌پذیری، نتایج متناقضی داشت. تمرین تاباتا روی سطح ماسه‌ای با بازسازی قلبی مطلوب و افزایش عملکرد قلبی-عروقی همراه بود.

تمرینات تاباتا در جمعیت‌های ایرانی، اثرات متابولیک و عملکردی امیدوارکننده‌ای نشان داده و به‌عنوان یک مداخله کوتاه‌مدت و کارآمد برای مدیریت چاقی و سندرم تخمدان پلی‌کیستیک قابل توصیه است. با این حال، محدودیت‌های مطالعات موجود شامل حجم نمونه‌های کوچک، دوره‌های کوتاه‌مدت، طراحی‌های غیرتصادفی و استفاده هم‌زمان از دارو یا مکمل، باعث کاهش اعتمادپذیری نتایج شده است. بنابراین، نیاز به کارآزمایی‌های کنترل‌شده تصادفی طولانی‌مدت با پایش دقیق رژیم غذایی، کیفیت خواب، شدت واقعی تمرین و تمرکز بر پیامدهای بالینی پایدار احساس می‌شود.

واژگان کلیدی: تمرین تاباتا؛ تمرین تناوبی شدید؛ ترکیب بدن؛ سندرم تخمدان پلی‌کیستیک؛ حداکثر اکسیژن مصرفی، شاخص‌های قلبی–متابولیکی.

شیوه استناددهی: میرزاشاعری، زهرا؛ غزالیان، فرشاد؛ صالحی، شاهین؛ آذربایجانی، علی. تمرینات تاباتا و پیامدهای متابولیکی–عملکردی: مرور روایتی شواهد پژوهش‌های ایرانی. فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب‌های ورزشی، تابستان۱۴۰۴، ۳(۲)؛ ۹-۱۹.

فصلنامه فیزیولوژی تمرین و آسیب‌های ورزشی؛ تابستان۱۴۰۴، ۳(۲).

CC BY

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

۱. مقدمه

اختلالات متابولیک مانند چاقی، مقاومت به انسولین، دیابت نوع دوم و بیماری‌های قلبی–عروقی بار سنگینی بر سلامت عمومی وارد می‌کنند و طی دهه‌های اخیر، شیوع این مشکلات در ایران به‌طور مداوم افزایش یافته است. مطالعات جمعیتی نشان می‌دهند که شیوع کلی اضافه‌وزن و چاقی بزرگسالان در ایران حدود ۳۵ درصد است [۱] و همین روند در کودکان و نوجوانان نیز قابل مشاهده است [۱۲]. سندرم تخمدان پلی‌کیستیک نیز به‌عنوان اختلال غددی–متابولیکی شایع زنان در سن باروری شناخته می‌شود و مداخلات سبک زندگی، از جمله فعالیت بدنی هدفمند، به‌طور قوی توصیه شده است [۲۴].

یک مانع اساسی اجرای برنامه‌های ورزشی در سطح جمعیتی، محدودیت زمانی افراد است؛ بنابراین، مداخلات کوتاه‌مدت با بازده بالا اهمیت فراوانی دارند. در این راستا، نسخه تناوبی پرشدت پروتکل تمرینی تاباتا (۲۰ ثانیه فعالیت شدید/۱۰ ثانیه استراحت در بلوک‌های ۴ دقیقه‌ای) به دلیل کارایی زمانی چشمگیر مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است [۱۴، ۱۶]. مطالعه‌ای بین‌المللی، اخیرا، نشان داد که تمرینات تاباتا اگرچه به‌طرز محسوسی کوتاه‌تر است، اما بازده انرژی‌سوزی و چربی‌سوزی آن در طول تمرین و همچنین، سرعت ریکاوری آن نسبت به تمرینات تناوبی پرشدت و تمرینات تداومی با شدت متوسط بالاتر است که مزیت مهمی در مداخلات بهداشتی است [۱۴]. یافته‌های فراتحلیلی و مروری جامع نیز نشان دادند که تمرینات تناوبی پرشدت به‌ویژه در کاهش چربی بدن و بهبود شاخص‌های قلبی–متابولیکی مؤثر است که اهمیت انتخاب پروتکل تاباتا را برجسته می‌سازد [۳۴].

از منظر مکانیزمی، پاسخ‌های ناشی از تمرینات با شدت بالا چندسطحی و هماهنگ با مسیرهای سیگنال‌دهی متابولیک شناخته‌شده‌اند. استرس انرژی گذرا در طول بازه‌های انفجاری باعث افزایش نسبت [AMP]/[ATP] و فعال‌سازی کیناز حساس به AMP (AMPK) می‌شود که به‌عنوان حسگر مرکزی انرژی عمل کرده و هم‌زمان مسیرهای پایین‌دستی از جمله شارژ SIRT1 و فعال‌سازی فاکتورهای رونویسی مانند PGC-1α را القا می‌کند. این محور، موجب القای بیوژنز میتوکندریایی، افزایش بیان آنزیم‌های اکسیداتیو و ارتقای ظرفیت اکسیداتیو عضله اسکلتی می‌گردد [۱۵، ۳۶]. علاوه بر این، نوسانات شدید یون کلسیم در حین انقباض‌های مکرر تمرینات تناوبی پرشدت، مسیرهای وابسته به CaMK و p38 MAPK را تحریک کرده که با PGC-1α تعامل می‌کنند و هماهنگی بیشتری میان رونویسی ژن‌های میتوکندریایی و بازسازی شبکهٔ فیبری عضلانی ایجاد می‌کنند. بنابراین، حتی پروتکل‌های کوتاه‌مدت می‌توانند در سطوح مولکولی تغییرات معنی‌داری را القا نمایند. شواهد بافتی انسانی نشان داده‌اند که این سازگاری‌ها می‌توانند ظرف فقط چند جلسه (≥۲ هفته) آشکار شوند. از جمله این سازگاری‌ها، بهبود در تنفس میتوکندریایی و افزایش بیان ژن‌های مرتبط با فسفوریلاسیون اکسیداتیو و انتقال الکترون است. این تغییرات مولکولی مبنای افزایش حساسیت به انسولین و تنظیم بهتر متابولیسم گلوکز پس از دوره‌های کوتاه‌مدت تمرینات تناوبی پرشدت هستند، زیرا افزایش محتوای و عملکرد میتوکندریایی و بهبود مسیرهای فسفوریلاسیونِ انسولین می‌تواند مصرف گلوکز وابسته به فعالیت را بالا ببرد و مقاومت به انسولین را کاهش دهد [۸، ۱۵، ۳۶].

مرورهای ناظر بر جمع‌بندی شواهد نشان می‌دهند که ساختار زمانیِ تکرارهای کوتاه و شدید در تمرینات تناوبی پرشدت/ تاباتا، با وجود حجم زمانی کمتر، می‌تواند محرکی کافی برای فعال سازی همین سیگنال‌های مرکزی با شد. بنابراین، کارایی زمانی این پروتکل‌ها ریشه در توانایی القای سریع پاسخ‌های مولکولی-بیوشیمیایی دارد که پیش‌تر با تمرینات طولانی‌تر مرتبط بودند [۲۱]. در عمل نیز انعطاف پذیری اجرای تاباتا (کم‌نیاز به تجهیزات، مناسب برای فضاهای محدود) و امکان اجرای آن روی سطوح متنوع یا در محیط آبی، کاربرد بالینی و عملی گسترده‌ای فراهم می‌آورد. یافته های فراتحلیلی و مرور های سیستماتیک نشان می‌دهند که تمرینات آبی با شدت بالا می‌توانند بار مکانیکی را کاهش داده و دسترسی به تمرین برای افراد دارای درد مفصلی یا محدودیت‌های مکانیکی را افزایش دهند، بی‌آن‌که از نظر القای پاسخ‌های ساز شی میتوکندریایی و بهبود ظرفیت هوازی چندان تفاوتی با تمرین‌های زمینی داشته باشند [۹، ۱۰]. از سوی دیگر، اجرای تمرینات تناوبی پرشدت / تاباتا روی سطوح نرم مانند ماسه، به‌واسطه افزایش درصد اکسیژن مصرفی، درصد ضربان قلب، سطوح لاکتات و میزان درک فشار تمرین و تقاضای عصبی عضلانی بالاتر، می‌تواند منجر به الگوهای سازشی متفاوتی شود که در ورزشکاران ساحلی با تغییرات عملکردی و سازگاری‌های ساختاری قلبی همراه است؛ اما شواهد بلندمدت برای عملکرد بالینی در جمعیت‌های پرخطر هنوز محدود است و نیاز به مطالعات کنترل‌شده طولانی‌تر دارد [۱۱].

باوجود حجم بالای شواهد بین‌المللی درباره اثرات فیزیولوژیک و متابولیک تمرینات تناوبی پرشدت و پروتکل تاباتا، ضروری است بررسی شود تا چه حد، این یافته‌ها، در جمعیت‌های ایرانی قابل تکرار و تعمیم هستند و چه کاستی‌هایی موجب تفسیر ناقص می شوند. متون معتبر روش شناسی ورزش، چالش‌هایی مانند تفاوت در شدت واقعی تمرین، میزان درک فشار تمرین در مقابل اکسیژن مصرفی بیشینه و حداکثر ضربان قلب، نبود برابری در حجم یا انرژی مصرفی بین گروه‌های تمرینی و عدم کنترل رژیم غذایی، خواب یا وضعیت هورمونی را به‌عنوان ریسک‌های اساسی خطا گزارش کرده‌اند [۳]. هم‌چنین

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

مرورهای سیستماتیک نشان دادند که ناهمگونی قابل توجه در طراحی پروتکل‌های تمرینات تناوبی پرشدت نظیر شدت، فرکانس، مدت و حجم تمرین، نتیجه‌گیری‌های کلی را محدود می‌سازد [۲]. افزون بر این، ارزیابی کیفیتی، بیانگر مشکلاتی مانند تخصیص غیربه‌تصادف، افت‌تعقیب بالا، خطای گزارش‌دهی و فقدان استانداردسازی در جمع‌آوری داده‌ها است که اعتبار نتایج را کاهش می‌دهد [۳۷].

بر این اساس، هدف مرور حاضر، نه تنها شناسایی شکاف‌های روش شناختی آشکار در مطالعات ایرانی تمرینات تاباتا است، بلکه ارائه راهنمایی دقیق برای طراحی کارآزمایی‌های آینده با شدت‌سنجی استاندارد مانند در صدهای ضربان قلب یا ذخیره اکسیژن مصرفی، به دلیل دقت و قابلیت بازتولید بالاتر نسبت به شاخص درک فشار تمرین، کنترل نظام‌مند متغیرهای مخدوش‌کننده حیاتی شامل رژیم غذایی، الگوی خواب و وضعیت هورمونی و بهره‌گیری از دوره‌های پیگیری کافی برای ارزیابی جامع پیامدهای لیپیدی، ایمنی و عملکرد قلبی–متابولیکی را دنبال می‌کند. این رویکرد، می‌تواند مطالعات آینده را از محدودیت‌های گذشته رها کرده و امکان ارائه شواهد قابل اعتماد برای سیاست‌گذاری سلامت و درمان‌های هدفمند را فراهم سازد.

۲. روش پژوهش

این مرور سیستماتیک با استفاده از روش‌های استاندارد برای شناسایی، جمع‌آوری و تحلیل مطالعات مرتبط انجام شد. مطالعات مداخله‌ای و مشاهده‌ای منتشر شده بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۵ که اثر تمرینات تناوبی پر شدت تاباتا بر شاخص‌های متابولیکی، مولکولی و عملکردی را در جمعیت‌های ایرانی بررسی کرده بودند، بررسی شدند.

شرکت‌کنندگان شامل نوجوانان و بزرگسالان ایرانی سالم یا دارای اختلالات متابولیک، مانند چاقی یا سندرم تخمدان پلی‌کیستیک، بودند. مداخلات شامل پروتکل استاندارد تمرینات تناوبی پرشدت تاباتا (۲۰ ثانیه فعالیت شدید و ۱۰ ثانیه استراحت در ۸ چرخه متوالی) با / بدون استفاده از مکمل‌های دارویی یا غذایی مانند کراتین، دارچین، نانوکورکومین، ژل رویال یا متفورمین بود. گروه‌های مقایسه شامل وضعیت پایه، سایر پروتکل‌های تمرینات تناوبی پرشدت یا گروه‌های کنترل بودند. شاخص‌های مورد بررسی شامل ترکیب بدن، شاخص‌های متابولیک (لیپیدها، گلوکز، انسولین، لپتین، آدیپونکتین، شاخص مقاومت به انسولین، شاخص‌های مولکولی (NLRP3، NF-κB، TIMP-2، TSP-1، اندو ستاتین)، شاخص‌های عملکرد قلبی–عروقی (اکسیژن مصرفی بیشینه، ضربان قلب) و عملکرد ورزشی (قدرت، سرعت، استقامت و توان انفجاری) بودند.

تنها کارآزمایی‌های بالینی تصادفی، مطالعات شبه‌تصادفی، کوهورت و مداخلات کنترل‌شده وارد مطالعه شدند و پژوهش‌های حیوانی، مطالعات غیرایرانی، مقالات مروری و مطالعات با داده‌های ناقص کنار گذاشته شدند. جستجوی منابع در پایگاه‌های PubMed، Web of Science، Scopus، Magiran، IranDoc و SID انجام شد. کلیدواژه‌ها ترکیبی از Tabata یا High-Intensity Interval Training و Iran یا ایران همراه با obesity، PCOS یا metabolic بودند. محدودیت‌های زبان فارسی و انگلیسی و بازه زمانی ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۵ اعمال شد. در مجموع ۳۷ رکورد شناسایی شد. پس از حذف موارد تکراری، بیست مقاله باقی ماند که معیارهای ورود را داشتند و وارد تحلیل کیفی شدند. اطلاعات استخراج شده شامل نویسندگان، سال انتشار، طراحی مطالعه، حجم نمونه، ویژگی‌های جمعیت، جزئیات مداخله، استفاده یا عدم استفاده از مکمل، شاخص‌های مورد بررسی و ابزارهای اندازه‌گیری و هم‌چنین نتایج اصلی همراه با اندازه اثر بود. ویژگی‌ها و نتایج اصلی این ۲۰ مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. ستون‌های Confidence Interval (95%) و heterogeneity I^2 در جدول حذف شده‌اند، زیرا این مقادیر در مطالعات گزارش نشده بودند. به دلیل ناهمگونی زیاد در طراحی مطالعات و شاخص‌های گزارش‌شده، متاآنالیز کلی امکان‌پذیر نبود و نتایج به صورت روایتی– سیستماتیک تحلیل شدند. هیچ شاخص I^2 یا Confidence Interval جمع‌بندی شده‌ای ارائه نشده است و داده‌ها به صورت جداگانه گزارش شده‌اند. سطح معنی‌داری آماری $p < 0.05$ در موارد قابل محاسبه در نظر گرفته شد.

در اکثر مطالعات، پروتکل استاندارد Tabata شامل ۸ چرخه ۱۰/۲۰ ثانیه‌ای (۴ دقیقه در هر جلسه) بود. تعداد جلسات هفتگی بین ۲ تا ۵ و مدت مداخله بین ۴ تا ۱۲ هفته متفاوت بود. برخی پژوهش ها تغییراتی مانند افزایش تعداد چرخه‌ها یا اجرای تمرین در محیط آبی را گزارش کردند.

۳. یافته‌ها

تحلیل گسترده مطالعات اخیر نشان می‌دهد که تمرینات تناوبی پرشدت و تاباتا در بازه‌های ۶ تا ۱۲ هفته بیشترین و پایدارترین تأثیر را بر شاخص‌های عملکردی سیستم قلبی–تنفسی و عصبی–عضلانی دارند. افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی بین ۴ تا ۱۱ درصد، بهبود توان انفجاری، سرعت، استقامت عمومی و اختصاصی و در جمعیت‌های دارای اضافه‌وزن، کاهش درصد چربی و بهبود نسبت‌های بدنی گزارش شده است [۱۶، ۲۱، ۲۸، ۲۹، ۳۱، ۳۴، ۳۵]. مطالعات مختلف نشان می‌دهند که الگوی تمرینی، زمانی مؤثرتر است که با نیاز واقعی فرد یا گروه هم‌خوانی داشته باشد؛ برای مثال، تمرینات عملکردی پرشدت برای آتش‌نشانان [۳۳] یا پروتکل‌های اختصاصی که با اصل اختصاصیت همسو هستند [۳۲]. هم‌چنین، شواهدی وجود دارد که هرچه بارگذاری به تقاضای عملکرد واقعی نزدیک‌تر باشد، انتقال سازگاری‌ها به محیط عملیاتی بیشتر است [۱۴، ۲۱، ۳۴].

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

برخی شاخص‌ها مانند انعطاف‌پذیری، بهبود معناداری نشان نمی‌دهند؛ زیرا بافت‌های کپسول–پیوندی و سیستم عصبی–عضلانی نیازمند محرک‌های کششی طولانی‌تر و کنترل‌شده هستند، که بارگذاری‌های انفجاری کوتاه‌مدت تمرینات تناوبی پرشدت قادر به فراهم کردن آن‌ها نیستند [۹، ۲۱]. این یافته ضرورت ترکیب تمرینات کششی اختصاصی و برنامه‌های بلندمدت را برای اثرگذاری بر انعطاف‌پذیری نشان می‌دهد.

در جمعیت‌های پرخطر متابولیک نیز شواهد امیدوارکننده‌ای گزارش شده است. در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک، تمرینات تاباتای آبی طی ۱۲ هفته باعث کاهش مقاومت به انسولین، افزایش آدیپونکتین، کاهش لپتین و کاهش شاخص‌های التهابی مانند NF-κB و E-selectin شد [۵، ۶، ۱۰، ۲۳]. محیط آبی با کاهش فشار مکانیکی و افزایش تحمل‌پذیری تمرینی، امکان اجرای تمرینات با شدت بالا را فراهم می‌کند. با این حال، عدم تغییر معنادار در سطح ApoA و ApoB نشان می‌دهد که شاخص‌های لیپیدی نیازمند مداخلات طولانی‌تر یا همراه با رژیم غذایی کنترل‌شده هستند [۵، ۱۰، ۱۶]. در سالمندان دارای اضافه‌وزن، اجرای پروتکل‌های تاباتا با / بدون مصرف نانوکورکومین، بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی، کاهش فشار خون و مهار مسیرهای التهابی مولکولی مانند NLRP3 را در پی داشت [۷، ۱۸، ۲۶]. این یافته‌ها نشان می‌دهند که تمرین تناوبی پرشدت می‌تواند سازگاری‌های عملکردی را به سطح مولکولی منتقل کند و مکمل‌های تغذیه‌ای ضدالتهابی پتانسیل افزایش این اثرات را دارند، به شرطی که محور مکمل با مسیرهای اصلی تمرین همسو باشد و دوز تمرین کافی اعمال شود.

اثر مکمل‌ها وابسته به نوع ماده، جمعیت و پروتکل تمرینی است. برای مثال، کراتین در والیبالیست‌های زن اثر افزوده معناداری بر تمرینات کوتاه‌مدت تناوبی پرشدت نداشت، زیرا محدودیت واقعی عملکرد انرژی فسفاژنی نبود [۳۰]. در مقابل، مکمل‌هایی مانند دارچین، پیپرین و کپسایسین اثرات کوچک و موقتی بر شاخص‌های اندوتلیالی و التهابی ایجاد کردند [۲۵، ۳۱]، در حالی که رویال ژل و نانوکورکومین اثرات مولکولی و ضدالتهابی قوی‌تری در جمعیت‌های خاص نشان دادند [۱۸، ۲۶]. بنابراین، طراحی هم‌زمان تمرین و مکمل با هماهنگی مسیرهای بیولوژیک هدف، اهمیت زیادی دارد.

از نظر پیامدهای متابولیکی–لیپیدی، مطالعات کوتاه‌مدت یا بدون کنترل رژیم غذایی تغییرات معناداری در نیمرخ لیپیدی و چربی زیرجلدی گزارش نکردند [۴، ۲۸، ۳۷]. حتی در ورزشکاران، بهبود ترکیب بدن لزوماً با بهبود همه شاخص‌های عملکردی همراه نبود [۲۹، ۳۰، ۴۰]. این یافته‌ها نشان می‌دهند که برای تأثیرگذاری پایدار بر متابولیسم لیپیدها نیاز به دوره‌های بلندمدت و حجم تمرین بالاتر است.

در سطح مکانیزمی، تمرینات تناوبی پرشدت و تاباتا مسیرهای متعددی را فعال می‌کنند: افزایش آیریزین و PGC-1α، تحریک قهوه‌ای‌سازی نسبی چربی سفید، بهبود TAC، تغییر نسبت تستوسترون/کورتیزول و سرکوب مسیرهای التهابی کلیدی مانند NLRP3 و NF-κB [۱۵، ۱۸، ۲۰، ۲۳، ۲۶، ۳۲، ۳۶] و در عین حال، کاهش IgA بزاقی در برخی ورزشکاران نشان داده که فشار تمرینی بالا می‌تواند به ایمنی مخاطی آسیب بزند و ضرورت طراحی موجی بار–استراحت و پایش دقیق را برجسته می‌سازد [۱۵، ۳۲].

محیط و مدالیته تمرین نیز نقش کلیدی در نتایج دارند. تمرین در محیط آبی، به‌ویژه برای جمعیت‌های پرخطر، با کاهش فشار مکانیکی و التهاب به بهبود شاخص‌های متابولیک و التهابی کمک می‌کند [۵، ۶، ۱۰، ۱۶، ۲۳]. تمرین روی ماسه با افزایش بار نوروموسکولار و زمان تماس طولانی‌تر، بازسازی قلبی–عروقی مطلوب‌تری ایجاد می‌کند، هرچند مزیت آشکاری در شاخص‌های عملکردی کوتاه‌مدت مشاهده نشده است [۱۱، ۲۲]. هم‌چنین، تمرینات تناوبی پرشدت کالستنیک نسبت به تمرینات تناوبی پرشدت رکابی اکسیداسیون چربی بیشتری القا می‌کند و نشان می‌دهد که الگوی انقباضی و شدت–استراحت واقعی بر مسیرهای سوختی اثرگذار است [۱۴، ۱۹]. مرورهای اخیر نیز تاباتا را به‌عنوان پروتکلی زمان‌بهینه و مؤثر در کنار سایر الگوهای تمرینات تناوبی پرشدت معرفی کرده‌اند [۳۵].

ابعاد روانی–اجتماعی تمرینات نیز نباید نادیده گرفته شوند. اجرای پروتکل‌های تاباتا موجب ارتقای خودپنداره جسمانی شد [۱۷] و بدون کاهش لذت ادراک شده، مسیرهای بهبود متابولیک و سوختی متفاوتی را فعال کرد [۱۹]. این یافته‌ها اهمیت طراحی تمرینات قابل پذیرش و پایدار برای بهبود رفتارهای حرکتی و افزایش تبعیت از برنامه‌های تمرینی را برجسته می‌کنند.

با وجود شواهد قوی، محدودیت‌های روش‌شناختی قابل توجهی وجود دارد. اندازه نمونه‌های کوچک، بازه‌های کوتاه، کنترل ناکافی رژیم غذایی، خواب و چرخه قاعدگی و گزارش ناقص اندازه اثرها از جمله نقاط ضعف هستند [۳، ۷، ۱۶، ۲۸، ۲۹، ۳۷]. همچنین گزارش ناکافی عوارض جانبی و پایش ضعیف تبعیت، ارزیابی ایمنی بلندمدت را محدود می‌کند. یک مرور سطح بالا در ژورنال‌های بسیار معتبر باید کیفیت شواهد، ریسک سوگیری و نوع مطالعه را به‌طور شفاف مشخص کند [۲، ۳].

فصلنامه علمی فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

جدول ۱. ویژگی‌ها و مهم‌ترین یافته‌های مطالعات وارد شده درباره مداخلات تمرینات تناوبی پرشدت و تاباتا در جمعیت‌های ایرانی (۲۰۱۴ تا ۲۰۱۵)

مرجع	عنوان	نویسنده،سال	جمعیت	مداخلات	اندازه اثر / آمار	نتیجه						
۳۱	تأثیر تمرین تاباتا HIIT و مکمل دارچین بر ترکیب بدنی، پروفایل لیپیدی و آمادگی جسمانی سربازان دارای اضافه‌وزن	سبزواری راد، ر.، امیدی، ح.، علی‌پور، م.، ۲۰۲۴	تقریباً ۴۰ سرباز دارای اضافه‌وزن/چاق، ۴ گروه (تاباتا، مکمل، تاباتا+مکمل، کنترل)	تمرین تاباتا HIIT (۸×۲۰ ثانیه با ۸۵–۹۰٪ حداکثر ضربان قلب، ۱۰ ثانیه استراحت، ۴ روز در هفته) ± مکمل دارچین، ۶ هفته	تنها مقادیر Fگزارش شده	کاهش BMI، وزن، درصد چربی؛ کاهش TG، TC، LDL؛ افزایش HDL؛ افزایش آمادگی هوازی و بی‌هوازی (تاباتا+مکمل >سایر گروه‌ها)	۱۹	اثرات حاد دو روش HIIT با هزینه انرژی یکسان بر اکسایش سوبسترا، اشتها و لذت درک شده در مردان دارای اضافه‌وزن/چاق	جوانی م.، ثاقب جو م.، محبی ه.، محمدنی ا– احمدی م.، ۲۰۲۰	مطالعه گذرای متقاطع، N=11 مردان دارای اضافه‌وزن/چاق؛ ۳ شرایط (تاباتا، دوچرخه HIIT، کنترل)	۱۶ جلسه (۳۵~–۴۰ دقیقه)		تاباتا با وزن بدن (۴ بلوک؛ هر بلوک ۴ حرکت × (۲۰ ثانیه/۱۰ ثانیه)×۲)؛ HIIT دوچرخه با هزینه انرژی برابر (۲۰~–۲۳ دقیقه)	اکسیداسیون کربوهیدرات: P=0.0001؛ اکسیداسیون چربی : P=0.001	تاباتا منجر به اکسیداسیون چربی بیشتر و RER پایین‌تر شد؛ تفاوتی در EPOC، هزینه انرژی، اشتها و لذت وجود نداشت
۲۵	مقایسه تأثیر پیپرین و کپسایسین همراه با تمرین تاباتا بر تغییرات نیتریک اکسید سرمی و کراتین کیناز در پسران کونگ‌فوکار	نامنی ف.، عباس‌آبادی ش.س.، ۲۰۲۱	مطالعه تصادفی ۳ بازویی موازی؛ N=33 پسر کونگ‌فو (۳ گروه: تاباتا+کپسایسین، تاباتا+پیپرین، تنها تاباتا)	همه گروه‌ها تمرین تاباتا HIIT انجام دادند؛ مکمل‌ها در دو گروه داده شد؛ برنامه ۸ هفته‌ای	مکمل+تمرین ↑NO نسبت به تاباتا (p=0.001)؛ ↓CK نسبت به تاباتا (p=0.004)	مکمل‌ها (کپسایسین/پیپرین) اثر تمرین را تقویت کردند : ↑NO، ↓CK بیشتر از تاباتا تنها؛ تفاوتی بین کپسایسین و پیپرین وجود نداشت	۵	تأثیر ۱۲ هفته تمرین تاباتا در آب بر مقاومت به انسولین، آپولیپوپروتئین A و B در زنان چاق مبتلا به PCOS	بهارلو س.، شاکری ن.، ابراهیم خ.، رمضانی–تهرانی ف.، علامه ز.، ۲۰۲۱	مطالعه تصادفی دو گروهی پیش‌آزمون–پس‌آزمون؛ N=30 زن چاق مبتلا به PCOS؛ EX+متفورمین n=15 در مقابل کنترل n=15	۱۲ هفته، ۳×/هفته، ۲۰ دقیقه تاباتا در آب + ۱۰ دقیقه گرم‌کردن + ۱۰ دقیقه سردکردن؛ متفورمین ۵۰۰ میلی‌گرم دو بار در روز	مقاومت به انسولین : F=27.424, p=0.0001	تاباتا در آب + متفورمین → کاهش معنی‌دار مقاومت به انسولین؛ آپولیپوپروتئین A و B تغییر معنی‌داری نداشتند
۱۷	مقایسه تأثیر تمرین پیلاتس و تمرین تاباتا بر خودپنداره جسمانی و استرس شغلی زنان کارمند	قاسمی ع.، شمسی دیلمقانی آ.، ۲۰۲۳	پیش‌آزمون–پس‌آزمون با کنترل؛ N=63 زن؛ تاباتا n=21، پیلاتس n=20، کنترل n=22	۸ هفته: تمرین تاباتا (۱۶ جلسه، ۲×۴~ دقیقه بلوک با ۲۰ ثانیه فعالیت/۱۰ ثانیه استراحت)؛ پیلاتس	خودپنداره جسمانی : F(2,62)=12.19, p=0.001؛ Δ: تاباتا≈۸.۴۷، پیلاتس≈۲.۹۰ ، کنترل≈–۰.۵۴. استرس شغلی : F(2,62)=1.94, p=0.890 (NS)	تاباتا خودپنداره جسمانی را بیشتر از پیلاتس و کنترل بهبود داد؛ استرس شغلی درون گروه‌ها بهبود داشت ولی بین گروه‌ها معنی‌دار نبود	۳۹	تأثیر تمرین تاباتا در آب و مصرف متفورمین بر اندوستاتین و TIMP-2 در زنان چاق	یعقوبی م.س.، عابدی ب.، صارمی ع.، ۲۰۲۱	مطالعه تصادفی دو گروهی پیش‌آزمون–پس‌آزمون؛ N=30 زن چاق مبتلا	۱۲ هفته، ۳×/هفته: گرم‌کردن ۱۰' → تاباتا در آب	اندوستاتین : F≈12.78, p=0.001؛ TIMP-2: F≈12.52, p=0.001	کاهش اندوستاتین و افزایش TIMP-2 در گروه تاباتا+متفورمین نسبت به کنترل؛

فصلنامه علمی فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

۲۳	تأثیر یک دوره تمرین تاباتا در آب و مصرف متفورمین بر E-selectin و NF-κB در زنان چاق مبتلا به PCOS	مصفا ن.، عابدی ب.، صارمی ع.، ۲۰۲۳	مطالعه تصادفی دو گروهی پیش‌آزمو ن–پس‌آزمون؛ N=30 زن چاق مبتلا به PCOS (Exp=15, Ctrl=15)	گروه آزمایشی: تاباتا در آب ۱۲ هفته، ۳×/هفته، ~۴۰ دقیقه + متفورمین ۵۰۰	E-selectin: F=134.6, p=0.001؛ NF-κB: F=354.3, p=0.025	تاباتا در آب + متفورمین کاهش E-selectin و NF-κB نسبت به کنترل	۲۲	مقایسه اثر تمرینات تاباتا روی سطوح نرم و سخت بر ساختار و عملکرد بطن چپ و برخی	محمدی بازنشین ح.، دمیرچی ا.، اراضی	N=16 بازیکن برتر فوتبال ساحلی مرد؛ شن سطح n=8 vs	۶ هفته، ۳ جلسه/هفته؛ ۷–۸	گروه شن ↑ LVEDV (P=0.003)، ↑ SV (P<0.001)، ↓ RWT (P=0.042)	تمرین تاباتا روی شن: بهبود بازسازی قلبی بهتر؛ آمادگی جسمانی هر
							۳۰	تأثیر ۶ هفته تمرین انتخابی تاباتا همراه با مکمل کراتین بر ترکیب بدنی و آمادگی جسمانی بازیکنان والیبال زن	رستم‌زاده ن.، سلیمی ف.، ۲۰۲۴	مطالعه تصادفی ۴ بازویی موازی؛ N=32 بازیکن زن والیبال	۶ هفته، ۳×/هفته، ۶۰ دقیقه: والیبال + تاباتا؛ کراتین ۲۰ گرم در روز	در گروه‌های تمرینی: کاهش وزن، کاهش BMI، افزایش تعادل دینامیک، افزایش قدرت پا	تمرین تاباتا ترکیب بدنی و آمادگی جسمانی را بهبود داد؛ اثر کراتین تنها محدود بود
							۴۰	تأثیر ۶ هفته تمرین تاباتا بر آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی بازیکنان بسکتبال زن	زمانی ر.، غزاله ل.، شریفی ف.، ۲۰۲۳	بازیکنان بسکتبال نیمه‌حرفه‌ای زن؛ N=32 به صورت تصادفی	۶ هفته، ۳×/هفته؛ تاباتا ۱۰ دقیقه در پایان جلسه	قدرت F=5.90, p=0.023؛ سرعت F=7.83, p=0.010؛ درصد چربی بدن F=6.05, p=0.021	افزایش قدرت، افزایش سرعت، کاهش درصد چربی بدن و WHR؛ قدرت انفجاری، چابکی و BMI معنی‌دار نبود
						افزایش آدیپونکتین و HDL؛ کاهش لپتین و TG؛ کلسترول کل نیز پس از تمرین کمتر از کنترل شد	۳۸	تأثیر یک جلسه تمرین تاباتا در آب بر TSP-1، TIMP-3 و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به PCOS	یعقوبی م.س.، عابدی ب.، صارمی ع.، ۲۰۲۳	مطالعه کنترل شده تصادفی؛ N=30 زن چاق مبتلا به PCOS	۱۲ هفته، ۳×/هفته تاباتا در آب (~۴۰ دقیقه) + متفورمین؛ کنترل: فقط متفورمین	مقاومت به انسولین : F(3,59)=11.097, p=0.0001؛ TIMP-3: F(3,59)=20.270, p=0.0001	تاباتا در آب + متفورمین کاهش مقاومت به انسولین و افزایش TSP-1/TIMP-3 نسبت به کنترل
۶	تأثیر تمرین تاباتا در آب بر برخی فاکتورهای خطر قلبی–عروقی، لپتین و آدیپونکتین در زنان چاق مبتلا به PCOS	بهارلو س.، شاکری ن.، ابراهیم خ.، رمضانی–تهرانی ف.، علامه ز.، ۲۰۲۲	زنان مبتلا به PCOS، N=30 (Exp n=15; Ctrl n=15)	گروه آزمایشی: تاباتا در آب (۱۲ هفته، ۳×/هفته، ~۴۰ دقیقه؛ ۲۰ دقیقه تاباتا: ۲۰ ثانیه فعالیت/ ۱۰ ثانیه استراحت) + متفورمین ۵۰۰ میلی‌گرم دو بار در روز؛ گروه کنترل: فقط متفورمین	آدیپونکتین : F=47.708, p=0.001؛ لپتین و کلسترول معنی‌دار	تعدیل مطلوب فاکتورهای مرتبط با رگزایی							
	مبتلا به PCOS		به PCOS (Exp=15, Ctrl=15)	۲۰ ثانیه فعالیت/ ۱۰ ثانیه استراحت → سردکردن ۱۰′؛ متفورمین ۵۰۰ میلی‌گرم دو بار در روز							میلی‌گرم دو بار در روز؛ گروه کنترل: مراقبت معمول		

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی
JPTSI
انجمن فیزیولوژی و فارماکولوژی ایران
IRANIAN SOCIETY OF PHYSIOLOGY AND PHARMACOLOGY

	عوامل آمادگی جسمانی بازیکنان زبده فوتبال ساحلی	ح.، ۲۰۲۳	سخت n=8	ست/ج لسه		دو سطح مشابه افزایش یافت					
۳۳	اثرات ۸ هفته HIITو HIFT بر عملکرد جسمانی و حجم SCBA در آتش‌نشانان	سراجی ا.، احمدی‌زاد س.، کرونل د.، ۲۰۲۴	مطالعه تصادفی ۳ بازویی؛ N=39 آتش‌نشان مرد	۸ هفته؛ HIIT/HIFTبه سبک تاباتا، ۸×۲۰ ثانیه فعالیت/ ۱۰ ثانیه استراحت	VO₂max؛ P=0.003 حجم هوای SCBA P=0.001	هر دو HIIT/HIFTو VO₂maxعملکرد را بهبود دادند؛ تفاوت معنی‌دار بین HIITو HIFTنبود	۲۷	تأثیر تمرین اینتروال با شدت بالا با پروتکل تاباتا بر آمادگی جسمانی کشتی‌گیران نوجوان	پیرالایی ا.، نیکوخ صلت س.د.، سعیدی ک.، ۲۰۲۳	N=16 کشتی‌گیر نوجوان مرد؛ تاباتا n=8 vs کنترل n=8	۴ هفته، ۳×/هفته، تاباتا ۱۰–۲۰ دقیقه + تمرین کشتی	قدرت انفجاری پا ↑، قدرت بالاتنه ↑، دیگر شاخص‌ها معنی‌دار نبود	تاباتا > کنترل برای قدرت انفجاری و بالاتنه؛ سرعت، چابکی و استقامت مرکزی درون گروه بهبود یافت
۳۲	تأثیر ۶ هفته تمرین تاباتا ویژه کشتی بر پاسخ‌های آنتی‌اکسیدان ی کل، نسبت تستوسترون/ کورتیزول و IgAبزاقی در کشتی‌گیران آزاد مرد	ساری‌ص راف و.، امیرس اسان ر.، فرجی م.، ۲۰۲۴	N=36 کشتی‌گیر آزاد مرد	۶ هفته؛ تاباتا ویژه کشتی در برنامه روزانه	تفاوت معنی‌دار گروه×زمان برای T/C و sIgA	افزایش پروفایل آنابولیک، افزایش TAC، تعدیل ایمنی مخاطی	۲۶	تأثیر ۸ هفته تاباتا HIIT و مکمل نانوکورکومین بر التهاب و سلامت قلبی–عروقی	نوربخش س.، دبیدی روشن و.، ۲۰۲۳	N=40زن دارای اضافه‌وزن کم‌تحرک (۴ گروه، n=10)	تاباتا-HIIT۸ هفته ± NaC 80 mg/day	VO₂max↑، ضربان قلب استراحت↓، NLRP3↓	HIITتاباتا سلامت قلبی–عروقی را بهبود داد، اینفلامازوم NLRP3 سرکوب شد
۲۰	اثر فعالیت ورزشی تناوبی شدید و پیلاتس بر سطح آیریزین سرمی و مقاومت انسولینی زنان دارای اضافه وزن	خداداد ی ه.، رجبی ح.، عطارزاد ه حسینی س.ر.، عباسی ان ص.، ۲۰۱۴	N=21زن دارای اضافه‌وزن (HIIT، n=12، پیلاتس n=9)	یک جلسه حاد: HIIT روی تردمیل و پیلاتس	ایریزین: HIIT ↑ (p=0.039)، HOMA-IR معنی‌دار نبود	HIITحاد ↑ سطح سرمی ایریزین؛ مقاومت به انسولین تغییر نکرد؛ پیلاتس ↑ گلوکز ناشتا	۱۸	اثرات حجم تمرین تاباتا و مکمل ژل روی بر اینفلاماژوم NLRP3و بیان lncRNA-H19در مردان چاق	قلی تبار س.، دبیدی روشن و.، فلاح م.، ۲۰۲۴	N=42مرد چاق؛ ۶ گروه	۸ هفته، ۲×/هفته تاباتا؛ حجم زیاد در مقابل کم؛ ژل روی ۱۰۰۰ میلی‌گرم/روز	NLRP3و lncRNA-H19در تاباتا+ژل روی	تاباتا+ژل روی (حجم زیاد) قوی‌ترین اثر ضدالتهابی را نشان داد
۴	مقایسه تغییرات سطح سرمی تری‌گلیسیرید، HDL، LDLو چربی زیرجلدی پس از دو روش HIITدر زنان فعال جوان	اتوشه ل.، پورسلطانی پ.، ۲۰۲۱	مطالعه سه‌گروهی در زنان فعال جوان، تهران؛ N≈23	۶ جلسه در ~۳ هفته؛ تاباتا ± HIIT کاویشن	ANCOVA: HDL، TG، LDL، چربی زیرجلدی معنی‌دار نبود	هیچ اثر معنی‌داری بین گروه‌ها روی لیپیدها یا سطح چربی مشاهده نشد	۱۳	تأثیر تمرین تاباتا بر ترکیب بدنی و ظرفیت هوازی در زنان دارای اضافه‌وزن	فتحیان م.، طالبی برام ف.، افتخاری قینانی ا.، ۲۰۲۲	N=24زن دارای اضافه‌وزن (تاباتا n=12، کنترل n=12)	۶ هفته، ۳×/هفته تاباتا HIIT	BMI η²=0.337, p=0.004؛ ظرفیت هوازی η²=0.379, p=0.004	کاهش BMI، افزایش ظرفیت هوازی؛ اثرات متوسط تا بزرگ

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در مجموع، تمرینات تناوبی پر شدت و تاباتا با بارگذاری کوتاه‌مدت، بازده بالا و توانایی ایجاد سازگاری‌های چند سطحی، به‌عنوان مداخلات استاندارد و کم‌زمان، شواهد محکمی برای بهبود ظرفیت هوازی، توان انفجاری، استقامت و شاخص‌های التهابی در جمعیت‌های مختلف، از جمله ورز شکاران، سالمندان دارای ا ضافه‌وزن و زنان مبتلا به سندروم تخمدان پلی کیستیک ارائه می‌کنند [۵، ۶، ۷، ۱۶، ۱۸، ۲۱، ۲۳، ۲۶، ۲۸، ۲۹، ۳۴، ۳۵]. محیط تمرین، مدالیته و شباهت تکلیف نقش کلیدی در انتقال اثرات به عملکرد واقعی ایفا می‌کنند. با این حال، محدودیت های شناخته‌شده همچون اثر محدود بر لیپید ها و

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

آپولیپوپروتئین ها در کوتاه مدت، نیاز به کنترل دقیق رژیم و خواب و خطر افت ایمنی مخاطی نشـــان می‌دهند که مطالعات بلندمدت با نمونه‌های بزرگ‌تر، طراحی های کنترل‌شـــده و گزارش کامل عوارض ضـــروری هســـتند. مکمل‌ها می‌توانند اثرات تمرین را تقویت کنند، اما تنها زمانی که با مســـیرهای هدف تمرین، همســـو و دوز تمرینی کافی اعمال شوند [۴، ۵، ۱۸، ۲۵، ۲۶، ۳۰، ۳۱، ۳۲].

مسیر سلسله‌مراتبی تمرین تا پیامد بالینی می‌تواند به صورت زیر خلاصه شود [۱۵، ۱۸، ۲۰، ۲۳، ۲۶، ۳۶].

تمرینات تناوبی پرشـدت/تاباتا ← فعال‌سـازی مسـیرهای مولکولی ← بهبود ظرفیت هوازی و توان انفجاری ← کاهش التهاب و مقاومت به انسـولین ← ارتقای عملکرد واقعی و شاخص‌های سلامت عمومی.

این شـواهد نشـان می‌دهند که تمرینات تناوبی پرشـدت و تاباتا نه تنها ابزارهای کارآمد تمرینی، بلکه پتانسـیل تبدیل شـدن به مداخلات درمانی–پیشگیرانه برای مدیریت جمعیت‌های پرخطر و ارتقای عملکرد ورزشـی را دارند. پژوهش‌های آینده باید به بررسـی اثرات بلندمدت بر متابولیسم لیپیدها، ایمنی سیستمیک و سازگاری‌های ساختاری قلبی–عروقی با استفاده از طراحی‌های استاندارد تمرکز کنند تا جایگاه رسمی آن‌ها در بهداشت عمومی و پزشکی ورزشی تثبیت شود [۲، ۳۷].

با توجه به محدودیت‌های موجود در ادبیات فعلی شـامل حجم نمونه‌های کوچک، مداخلات کوتاه‌مدت، ناهمگونی پروتکل‌ها و کمبود داده‌های بالینی و مولکولی مسیرهای تحقیقاتی زیر برای تقویت شواهد و ارائه توصیه‌های قطعی پیشنهاد می‌شود.

- **بررسـی اثرات بلندمدت (>۱۲ هفته) تمرینات تناوبی پرشـدت/ تا با تا بر متابولیسـم لیپید ها، با تمرکز بر آپولیپوپروتئین‌ها، تری‌گلیسـرید و نسـبت‌های لیپوپروتئینی؛ زیرا شواهد فعلی عمدتاً کوتاه‌مدت و متناقض است.**
- **مطالعه سـازگاری های سـاختاری قلبی–عروقی با بهره‌گیری از تصـویربرداری پیشـرفته مانند اکوکاردیوگرافی و تصویربرداری رزونانس مغناطیسی برای تبیین تغییرات بازسازی قلبی در پاسخ به شیوه‌های مختلف تمرین.**
- **تحلیل پاسـخ های مولکولی و ایمنی شـامل ایمنی مخاطی، سیتوکین‌های التهابی و شاخص‌های استرس اکسیداتیو در جمعیت‌های متنوع مانند زنان، سالمندان و ورز شکاران نخبه به‌منظور درک دقیق سازوکارهای زیستی.**
- **بهینه‌سـازی تعامل تمرین–مکمل از طریق بررسـی روابط دوز–پاسـخ و اثرات هم‌افزای ترکیبات ضـدالتهابی مانند نانوکورکومین و ژل رو یال، با تأکید بر هم‌ترازی مسـیر های مولکولی و حجم بار تمرینی.**
- **ارزیابی اثرات تمرین بر عملکرد شـناختی، سـلامت روان و پیا مد های روان–اجتماعی با بهره‌گیری از آزمون های نوروسـایکولوژی و ابزار های روان‌سـنجی معتبر، به‌ویژه در جمعیت‌های پرخطر و دارای استرس.**
- **اجرای کارآزمایی‌های بالینی تصـادفی چندمرکزی با پروتکل‌های اسـتاندارد به‌منظور ارتقای کیفیت شـواهد، کاهش سوگیری و تدوین راهنماهای سلامت عمومی مبتنی بر شواهد.**

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب سپاس و قدردانی خود را از دانشجویان دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین به‌خاطر تلاش و تعهد ارزشمندشان ابراز می‌کنند. هم‌چنین از هیئت پزشـکی ورزشـی قزوین برای همکاری صـمیمانه و حمایت در دسترسی به امکانات لازم قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در پژوهش وجود ندارد.

منابع

[1] Abiri, B., Ramezani Ahmadi, A., Amini, S., et al. (2023). Prevalence of overweight and obesity among Iranian population: a systematic review and meta-analysis. J Health Popul Nutr., 2023;42(1):70. doi:10.1186/s41043-023-00476-3.

[2] Al-Mhanna, S.B., Poon, E.T., Franklin, B.A., Tarnopolsky, M.A., Hawley, J.A., Jakicic, J.M., Stamatakis, E., Little, J.P., Pescatello, L.S., Riebe, D., Thompson, W.R., Skinner, J.S., Colberg, S.R., Ehrman, J.K., Metsios, G.S., Douda, H.T., Omar, N., Alghannam, A.F., Batrakoulis, A. (2025). Comparative effectiveness of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on cardiometabolic health in patients with diabesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Diabetol Metab Syndr., 2025 Aug 13;17(1):331. doi: 10.1186/s13098-025-01909-z. PMID: 40804647; PMCID: PMC12344893.

[3] Andreato, L.V. (2020). High-Intensity Interval Training: Methodological Considerations for Interpreting Results and Conducting Research. Trends Endocrinol Metab., 2020;31(11):812–817. doi: 10.1016/j.tem.2020.08.003.

[4] Anousheh L, Poursoltani P. Comparison of changes in serum levels of triglycerides, LDL, HDL, and subcutaneous fat following two methods of high-intensity interval training in young active women in Tehran. Stud Phys Educ Sport Sci. 2021;6(1):111–128. Available from: https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1797142

[5] Baharloo, S., Shakeri, N., Ebrahim, K., Ramezani-Tehrani, F., Allameh, Z. (2021). The effect of 12 weeks' water-based Tabata training on insulin resistance, apolipoprotein A, and apolipoprotein B in obese women with polycystic ovary

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

[17] Ghasemi, A., Shamsi Dilmaghani, A. (2023). Comparison of the effect of Pilates exercise and Tabata interval on physical self-concept and job stress of employee women. J Motion Behav Sci., 2023;5(4):272–285. Available from: https://www.jmbs.ir/article_186451_en.html

[18] Gholitabar, S., Dabidi Roshan, V., Fallah, M. (2024). Effects of Tabata exercise volume and royal jelly supplementation on NLRP3 inflammasome and lncRNA-H19 expression in obese men. Asian J Sports Med., 2024;15(4): e151873. doi:10.5812/asjsm-151873

[19] Javani, M., Saghebjoo, M., Mohebbi, H., Mohammadnia Ahmadi, M. (2020). The acute effect of two types of high-intensity interval exercise with the same energy expenditure on substrate oxidation, appetite, and exercise enjoyment in overweight or obese men. J Appl Exerc Physiol., 2020;16(32):115–133. doi:10.22080/jaep.2020.19417.1967

[20] Khodadadi, H., Rajabi, H., Attarzadeh, S.R., Abbasian, S. (2014). The effect of high-intensity interval training (HIIT) and Pilates on levels of irisin and insulin resistance in overweight women. Iran J Endocrinol Metab., 2014;16(3):190–196. Available from: http://ijem.sbmu.ac.ir/article-1-1709-en.html

[21] Mahatme, S.K.V., Kumar, N., Rao, V., Kovela, R.K., Sinha, M.K. (2022). Impact of high-intensity interval training on cardio-metabolic health outcomes and mitochondrial function in older adults: a review. Med Pharm Rep. 2022 Apr;95(2):115-130. doi: 10.15386/mpr-2201. Epub 2022 Apr 28. PMID: 35721039; PMCID: PMC9176307.

[22] Mohamadi Bazneshin, H., Damirchi, A., Arazi, H. (2023). Comparison of the effect of Tabata training on soft and hard surfaces on left ventricular structure and function and some physical fitness factors in elite beach soccer players. J Sport Exerc Physiol. 2023;16(2):94–104. doi:10.52547/joeppa.16.2.94

[23] Mosaffa, N., Abedi, B., Saremi, A. (2023). The effect of a period of Tabata training in water and metformin consumption on E-selectin and NF-κB in obese women with PCOS. Razi J Med Sci., 2023;30(3):119–128. Available from: https://rjms.iums.ac.ir/browse.php?a_id=7539&sid=1&slc_lang=en

[24] Najafipour, H., Bagheri, M., Saberi, S., et al. (2021). Epidemiological update on prevalence and incidence of overweight and obesity in adults in southeastern Iran: findings from the Kerman CAD Risk Factors Study (KERCADRS). East Mediterr Health J., 2021;27(9):874-83. doi:10.26719/emhj.21.032.

[25] Nameni, F., Abbasabadi, S.S. (2021). Comparison of effect of piperine and capsaicin with Tabata exercise on changes in serum nitric oxide and creatine kinase of Kung Fu boys. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci Yazd., 2021;29(3):3566–3577. doi:10.18502/ssu. v29i3.6201

[26] Noorbakhsh, S., Roshan, V.D. (2023). Influence of 8 weeks of Tabata high-intensity interval training and nanocurcumin supplementation on inflammation and cardiorespiratory health among overweight elderly women. Prev Nutr Food Sci., 2023;28(3):224–234. doi:10.3746/pnf.2023.28.3.224. PMID:37842247; PMCID: PMC10567597

[27] Piralaiy, E., Nikoukheslat, S.D., Saeidy, K. (2023). The effects of high-intensity interval training using Tabata protocol on the physical fitness of teenage wrestlers. Sport Sci Health Res., 2023;15(2):171–180. doi:10.22059/sshr.2024.368648.1110

[28] Poon, E.T., Li, H.Y., Little, J.P., Wong, S.H., Ho, R.S. (2024). Efficacy of interval training in improving body syndrome. Razi J Med Sci., 2021;28(5):11–20. Available from: http://rjms.iums.ac.ir/article-1-6485-en.html

[6] Baharloo, S., Shakeri, N., Ebrahim, K., Ramezani-Tehrani, F., Allameh, Z. (2022). The effect of Tabata exercise in water on some cardiovascular risk factors, leptin, and adiponectin in obese women with polycystic ovary syndrome. Razi J Med Sci., 2022;28(12):259–270. Available from: http://rjms.iums.ac.ir/article-1-5986-en.pdf

[7] Barros, E.S., Júnior, L.H.C., Cavalcante, P.A.M., Barreto, P.R., Marçal, I.R., Coswig, V.S., et al. (2024). Effects of high-intensity interval training on blood pressure levels in hypertensive patients: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Life (Basel)., 2024;14(12):1661. doi:10.3390/life14121661.

[8] Batterson, P.M., McGowan, E.M., Stierwalt, H.D., et al. (1985). Two weeks of high-intensity interval training increases skeletal muscle mitochondrial respiration via complex-specific remodeling in sedentary humans. J Appl Physiol, (1985). 2023 Feb 1;134(2):339–355. doi:10.1152/japplphysiol.00467.2022.

[9] Bressel, E., Wing, J.E., Miller, A.I., Dolny, D.G. (2014). High-Intensity Interval Training on an Aquatic Treadmill in Adults with Osteoarthritis: Effect on Pain, Balance, Function, and Mobility. J Strength Cond Res., 2014 Aug;28(8):2186–2195. doi:10.1519/JSC.0000000000000530.

[10] Bunæs-Næss, H., Kvæl, L.A.H., Nilsson, B.B., Heywood, S., Heiberg, K.E. (2023). Aquatic high-intensity interval training (HIIT) may be similarly effective to land-based HIIT in improving exercise capacity in people with chronic conditions: a systematic review and meta-analysis. BMJ Open Sport Exerc Med., 2023 Nov 14;9(4): e001639. doi:10.1136/bmjsem-2023-001639.

[11] Cetolin, T., Teixeira, A.S., da Silva, J.F., Haupenthal, A., Nakamura, F.Y., Castagna, C., Guglielmo, L.G.A. (2021). High-Intensity Intermittent Exercise Performed on the Sand Induces Higher Internal Load Demands in Soccer Players. Front Psychol., 2021 Jul 30;12:713106. doi:10.3389/fpsyg.2021.713106.

[12] Dehghani, A., Molani-Gol, R., Mohammadi-Narab, M., et al. (2024). The prevalence of obesity and overweight among Iranian population: an umbrella systematic review and meta-analysis. BMC Public Health., 2024;24(1):2086. doi:10.1186/s12889-024-20860-8.

[13] Fatehian, M., Talebi-Baram, F., Eftekhari-Gheini, E. (2022). Effect of Tabata training on body composition and aerobic capacity in overweight women. In: Proceedings of the First National Conference on Applied Physical Education and Sport Sciences; 2022; Tehran, Iran. [Persian].

[14] Frontiers in Endocrinology. A comparative analysis of energy expenditure and substrate oxidation between Tabata, HIIT, and MICT in overweight/obese male college students. Front Endocrinol (Lausanne). 2024; 15:1323093. doi:10.3389/fendo.2024.1323093.

[15] Furrer, R., Hawley, J.A., Handschin, C. (2023). The molecular athlete: exercise physiology from mechanisms to medals. Physiol Rev., 2023 Jul;103(3):1693–1787. doi:10.1152/physrev.00017.2022.

[16] García-Hermoso, A., Ramirez-Vélez, R., Izquierdo, M. (2024). The efficacy of interval training in improving body composition and cardiometabolic health: an umbrella review. Sports Med., 2024;54(7):1223-1245. doi:10.1007/s40279-024-02070-9.

فصلنامه علمی
فیزیولوژی تمرین و آسیب های ورزشی

composition and adiposity in apparently healthy adults: an umbrella review with meta-analysis. Sports Med., 2024;54(11):2817-40. doi:10.1007/s40279-024-02070-9.

[29] Ramos, J.S., Dalleck, L.C., Tjonna, A.E., Beetham, K.S., Coombes, J.S. (2024). High-intensity interval training and cardiorespiratory fitness in adults: a systematic review and meta-analysis. Scand J Med Sci Sports. 2024;34(5): e14652. doi:10.1111/sms.14652.

[30] Rostamzadeh, N., Salimi, F. (2024). The effect of six weeks of selected Tabata training with creatine supplementation on body composition and some physical fitness variables in female volleyball players. Res Exerc Nutr., 2024;3(1):47–58. Available from: https://www.magiran.com/p2823382

[31] Sabzevari Rad, R., Omidi, H., Alipour, M. (2024). The effect of Tabata training with and without cinnamon supplementation on body composition, lipid profile, and physical performance in overweight and obese soldiers. J Neyshabur Univ Med Sci., 2024;12(1):78–94. Available from: https://www.magiran.com/p2872692

[32] Sari-Sarraf, V., Amirsasan, R., Faraji, M. (2024). The effect of six weeks of wrestling-specific Tabata training on total antioxidant responses, testosterone to cortisol ratio, and salivary IgA in male freestyle wrestlers. Sport Biosci., 2024;16(3):55–68. doi:10.22059/JSB.2024.379915.1642

[33] Seraji, A., Ahmadizad, S., Cornell, D. (2024). The effects of 8 weeks of high-intensity interval training and high-intensity functional training on physical performance and volume of firefighters' self-contained breathing apparatus. J Sport Exerc Physiol., 2024;17(2):95–108. doi:10.48308/joeppa.2024.235532.1242

[34] Tabata, I., Ogita, F., Miyachi, M., Shibayama, H. (2024). Tabata training increases VO_2max and anaerobic capacity: effects of 6–12 week protocols. J Exerc Sci Fit., 2024;22(3):155-164. doi: 10.1016/j.jesf.2024.07.004.

[35] Tabata, I. (2024). Tabata training: one of the most energetically effective high-intensity interval training protocols. Educ Health (Abingdon)., 2024;29(2):4001. doi:10.18865/ed.29.2.4001.

[36] Wahl, P., Bloch, W., Proschinger, S. (2022). The molecular signature of high-intensity training in the human body. Int J Sports Med., 2022 Mar;43(3):195–205. doi:10.1055/a-1551-9294.

[37] Xu, G., Li, Q., Yang, Q., Yu, H. (2025). The effect of high-intensity interval training on health-related outcomes in obese adolescents: a systematic review and meta-analysis. Front Physiol., 2025;16:1609818. doi:10.3389/fphys.2025.1609818.

[38] Yaghoubi, M.S., Abedi, B., Saremi, A. (2023). Effect of a Tabata exercise session in water on TSP-1 and TIMP-3 and insulin resistance in obese women with PCOS. Razi J Med Sci., 2023;30(5):182–191. Available from: http://rjms.iums.ac.ir/article-1-8236-en.html

[39] Yaghoubi, M.S., Abedi, B., Saremi, A. (2021). The effect of Tabata exercise in water and metformin use on endostatin and TIMP2 in obese women with polycystic ovary syndrome. Razi J Med Sci., 2021;28(4):84–94. Available from: http://rjms.iums.ac.ir/article-1-6449-en.html

[40] Zamani, R., Ghazaleh, L., Sharifi, F. (2023). The effect of six weeks Tabata training on physical fitness and body composition of female basketball players. J Appl Exerc Physiol., 2023;19(37):15–27. doi:10.22080/jaep.2024.26160.2163. Available from: https://asp.journals.umz.ac.ir/article_4882.html