

Research
Article

The Effect of 8 Weeks of Resistance Training on Serum Levels of Irisin and Brain-Derived Neurotrophic Factor in Substance-Dependent Women after Addiction Withdrawal*

Rezvan Afshar¹, Rahim Mirnasuri², Masoud Rahmati³

Received: 2025/02/11

Accepted: 2025/10/08

Abstract

Objective: Given the role of substances in brain injury, this study investigated the effect of 8 weeks of resistance training on serum irisin and brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in substance-dependent women after addiction withdrawal. **Methods:** This study was a quasi-experimental study with a pretest-posttest design and a control group. The study's statistical population comprised all women who attended NA centers in Khorramabad and had been free from traditional and industrial substance addiction for at least three months. From this population, 20 substance-dependent women after addiction withdrawal were purposefully selected and randomly assigned to an experimental group (resistance training group) (n=10) and a control group (n=10). The experimental group performed resistance training three sessions per week for 8 weeks, while the control group received no intervention. Blood samples were collected to measure irisin and BDNF. The data were analyzed using paired t-tests and analysis of covariance (ANCOVA). **Results:** The results showed that resistance training significantly increased the serum concentrations of irisin and BDNF in the experimental group subjects compared to the control group. **Conclusion:** Resistance training can be considered a low-cost and feasible intervention in the rehabilitation programs for substance-dependent women after addiction withdrawal.

Keywords: Substance-dependent women, Irisin, Brain-derived neurotrophic factor, Resistance training

*. This article has been extracted from the first author's master's thesis at Lorestan University.

1. Ph.D. Student, Department of Physical Education and Sports Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

2. Corresponding Author: Associate Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran. Email: mirnasuri.r@lu.ac.ir

3. Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

تأثیر ۸ هفته تمرینات مقاومتی بر سطوح سرمی آیریزین و فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز در زنان وابسته به مواد پس از ترک اعتیاد*

رضوان افشار^۱، رحیم میرنصوری^۲، مسعود رحمتی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۳

چکیده

هدف: با توجه به نقش مواد مخدر در آسیب مغزی، این مطالعه اثر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر آیریزین و فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز سرمی در زنان وابسته به مواد ترک کرده را بررسی کرد. **روش:** این مطالعه نیمه-آزمایشی با طرح پیش آزمون-پس آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری این مطالعه را همه زنان مراجعه کننده به مراکز NA در شهر خرم آباد تشکیل دادند که حداقل سه ماه از ترک اعتیاد آن‌ها به مواد سنتی و مواد صنعتی گذشته بود. از این میان، ۲۰ زن وابسته به مواد پس از ترک اعتیاد به طور هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه آزمایش (گروه تمرین مقاومتی) (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه آزمایش تمرینات مقاومتی را در ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه انجام داد و گروه کنترل تحت هیچ مداخله ای قرار نگرفت. نمونه‌های خونی برای اندازه گیری آیریزین و فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز گرفته شد و داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری t وابسته و تحلیل کوواریانس تجزیه و تحلیل شدند. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که تمرینات مقاومتی منجر به افزایش معنی دار غلظت سرمی آیریزین و فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز آزمودنی‌های گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شد. **نتیجه گیری:** تمرین مقاومتی می‌تواند به عنوان یک مداخله کم هزینه و قابل اجرا در برنامه‌های توانبخشی زنان وابسته به مواد پس از ترک اعتیاد مورد توجه قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: زنان وابسته به مواد، آیریزین، فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز، تمرین مقاومتی

* این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول در دانشگاه لرستان است.

۱. دانشجوی دکتری، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

۲. نویسنده مسئول: دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران. پست الکترونیک:

mirasuri.r@lu.ac.ir

۳. استاد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

مقدمه

اعتیاد یک بیماری شدید و مزمن عصبی است که عوامل ژنتیکی، فیزیولوژیکی و اجتماعی در آن نقش دارند و سبب تحمیل هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی بر افراد و جامعه می‌شود (جانگ^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). در اکثر موارد، سن شروع مصرف مواد مخدر اواخر نوجوانی و یا اوایل جوانی است. به علاوه، آمار مصرف کنندگان زن به متقاضیان مصرف مواد مخدر افزوده شده است. اعتیاد زنان و مشکلات ناشی از آن پدیده‌ای با لایه‌های پنهان‌تر و گسترده‌تر از خود اعتیاد است. به علاوه، با توجه به تفاوت‌های فیزیولوژیکی، اعتیاد در زنان نسبت به مردان سریع‌تر منجر به بروز مشکلات در سلامتی و اختلال در عملکرد سیستم‌های بدن می‌شود (فرشلاف دادخواه و همکاران، ۱۴۰۳). دستگاه عصبی یکی از سیستم‌های بدن است که تحت بیشترین تأثیر مصرف مواد مخدر قرار می‌گیرد است (نوراله‌پور و همکاران، ۱۴۰۲). مصرف طولانی مدت مواد مخدر می‌تواند منجر به ایجاد اختلالات در عملکردهای شناختی، یادگیری، پردازش اطلاعات و حافظه شود (پراکش^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). از طرفی، نقش برخی فاکتورهای رشد عصبی در شکل‌پذیری سلول‌های عصبی و عملکرد شناختی نشان داده شده است. یکی از این فاکتورها، فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز^۳ است. این فاکتور یک عامل نوروتروفیک است که دارای طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های زیستی می‌باشد (دی‌آزودو^۴ و همکاران، ۲۰۱۹). تولید این پروتئین در سیستم عصبی بر نورن‌های خاصی مؤثر است و منجر به تولید و رشد نورن‌ها و سیناپس‌های جدید می‌شود (هارتمن^۵ و همکاران، ۲۰۱۲). این فاکتور در خون نیز قابل تشخیص است و مطالعات نشان داده‌اند که بین سطوح سرمی و مغزی این فاکتور ارتباط مثبتی وجود دارد (حسنوند و همکاران، ۱۴۰۰؛ نوفوجی^۶ و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین، این نوروتروفین تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله سن، وزن، جنس و فعالیت بدنی قرار می‌گیرد (چو و روح^۷، ۲۰۱۶). مطالعه‌ای نشان داده است

1. Jung
2. Prakash
3. brain-derived neurotrophic factor (BDNF)

4. de Azevedo
5. Hartmann
6. Nofuji
7. Cho & Roh

که یک جلسه تمرین استقامتی سطوح این فاکتور را در انسان بدون اختلالات عصبی صرف نظر از سن افزایش می‌دهد (لیانگ^۱ و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، گزارش شده است که افزایش سیستمیک فیبرونکتین نوع-۳ حاوی پروتئین-۵^۲ در افزایش فاکتور مذکور مؤثر است (دی‌آزودو و همکاران، ۲۰۱۹). ژن فیبرونکتین نوع-۳ حاوی پروتئین-۵ خود توسط افزایش گیرنده فعال کننده تکثیر پروکسی زوم گاما هم فعال ساز-۱-آلفا^۳ ناشی از ورزش تحریک شده و منجر به تولید هورمونی به نام آیریزین می‌شود (دیناس^۴ و همکاران، ۲۰۱۷). آیریزین یک پلی پپتیدی منحصر به فرد است که در سطوح بسیار پایین در خون گردش می‌کند و دارای یک شروع غیر معمول کدونین انسانی دارد. ترشح آیریزین توسط الیگوساکاریدهای N-link متصل به مولکول پروتئین تنظیم می‌شود (کورتا^۵ و همکاران، ۲۰۱۹). سن و توده عضلانی نیز می‌توانند از عوامل پیش‌بینی کننده اولیه آیریزین در گردش باشند، اما نکته حائز اهمیت این است که فیبرونکتین نوع-۳ حاوی پروتئین-۵ در مغز نیز بیان می‌شود. بیان فیبرونکتین نوع-۳ حاوی پروتئین-۵ در نورن‌های مغزی اولیه باعث افزایش بیان فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز می‌شود (لیانگ^۶ و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، به نظر می‌رسد فیبرونکتین نوع-۳ حاوی پروتئین-۵/فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز قسمتی از یک مسیر سیگنالینگ باشند که تأثیرات محافظتی روی نورون‌ها دارد و ممکن است تحت تأثیر عوامل مختلف قرار بگیرند (تان^۷ و همکاران، ۲۰۱۴). به عنوان مثال، گزارش شده است که بیماری‌های تحلیل برنده سیستم عصبی سبب کاهش بیان آران‌ای پیام‌رسان^۸ در مسیر سیگنالینگ فیبرونکتین نوع-۳ حاوی پروتئین-۵/فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز / گیرنده فعال کننده تکثیر پروکسی زوم گاما هم فعال ساز-۱-آلفا می‌شود (زاکاتو^۹ و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین، با توجه به اینکه مواد مخدر نیز یک عامل خطر جدی برای آسیب به ساختارهای مغز است

1. Liang
2. Fibronectin type III domain containing 5 (FNDC5)
3. peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha (PGC-1α)

4. Dinas
5. Korta
6. Young
7. Tuon
8. messenger RNA (mRNA)
9. Zuccato

(پراکش و همکاران، ۲۰۱۷)، این احتمال وجود دارد که مسیر سیگنالینگ فیبرونکتین نوع-۳ حاوی پروتئین-۵/فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز تحت تأثیر مصرف مواد مخدر قرار بگیرد. از سوی دیگر، مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی موجب بهبود عملکرد و بیان مسیر فیبرونکتین نوع-۳ حاوی پروتئین-۵/فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز و افزایش سطوح سرمی آیریزین در افراد غیر مصرف کننده مواد می‌شود (چو و روح، ۲۰۲۲). آیریزین هم با عبور از سد خونی-مغزی منجر به بیان فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز در هیپوکامپ شده و در نتیجه شکل‌پذیری عصبی، نرونازی و بهبود حافظه و یادگیری را وساطت می‌کند (دی‌لیگرو^۱ و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، انجام تمرینات ورزشی می‌تواند به عنوان یک استراتژی در افزایش عملکرد شناختی به ویژه در افراد دارای اختلالات شناختی مانند افراد وابسته به مواد در نظر گرفته شود. با این حال، پاسخ این فاکتورها (آیریزین و فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز) و بهبود احتمالی عملکردهای روانشناختی و عصب‌شناختی مغز افراد وابسته به مواد مخدر به تمرینات ورزشی مشخص نیست. بنابراین، بررسی تأثیر تمرینات ورزشی بر سلامت افراد وابسته به مواد بویژه در زنان می‌تواند فهم عمیق‌تری از تأثیر برنامه تمرین ورزشی بر آیریزین و فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز در این گروه فراهم کند. از طرفی از آنجایی که معمولاً افراد وابسته به مواد تمایلی به فعالیت‌های هوازی ندارند، تمرینات مقاومتی می‌تواند به عنوان یک پروتکل تمرین ورزشی مطلوب در این افراد در نظر گرفته شود. بر این اساس، هدف مطالعه حاضر بررسی اثر تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی آیریزین و فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز زنان وابسته به مواد پس از ترک اعتیاد بود.

روش

جامعه، نمونه و روش نمونه‌گیری

مطالعه حاضر نیمه-آزمایشی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه آماری این مطالعه را شامل همه زنان مراجعه‌کننده به مراکز NA در شهر خرم‌آباد بود که حداقل سه ماه از ترک اعتیاد آن‌ها به مواد سنتی (مانند تریاک و مشتقات آن) و مواد

صنعتی (مانند شیشه و هروئین) گذشته بود. از بین افراد واجد شرایط در کمپ‌های ترک اعتیاد، ۲۰ زن با دامنه سنی ۳۰ تا ۳۵ سال به روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس انتخاب شدند و به طور تصادفی به دو گروه کنترل (۱۰ نفر) و گروه آزمایش (تمرین مقاومتی) (۱۰ نفر) تقسیم شدند. به منظور اطمینان از همگنی گروه‌ها، پیش از شروع پروتکل تمرینی، متغیرهای سن، قد، وزن، مدت زمان مصرف مواد، مدت زمان ترک اعتیاد، شاخص توده بدنی^۱، دور کمر و آمادگی بدنی در دو گروه با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که تفاوت معناداری بین دو گروه در این متغیرها وجود نداشت. قبل از شروع مطالعه، ماهیت، اهداف و خطرات احتمالی مطالعه به صورت حضوری برای شرکت‌کنندگان توضیح داده شد و رضایت‌نامه کتبی از تمامی آن‌ها اخذ گردید. تمامی مراحل این مطالعه تحت نظارت پزشک و متخصصان فیزیولوژی ورزشی انجام شد. ملاک‌های خروج شامل استفاد از هرگونه داروی اثرگذار بر نتایج تحقیق، داشتن هرگونه بیماری خاص پرفشارخونی، قلبی - عروقی، دیابت و بیماری دیگری، داشتن ناهنجاری اسکلتی و باردار بودن، بود. پس از معاینه پزشکی و اطمینان از عدم وجود معیارهای خروج، شرکت‌کنندگان وارد مطالعه شدند. پس از انتخاب و تأیید شرکت‌کنندگان، یک جلسه توجیهی برگزار شد و آزمودنی‌ها با نحوه انجام فعالیت ورزشی و مراحل خون‌گیری آشنا شدند. نمونه‌گیری خونی در دو مرحله (قبل و پس از مداخله) با استفاده از سرنگ‌های ۵ سی‌سی انجام شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده به داخل لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد (EDTA 3mg/ml) منتقل و سپس توسط سانتریفیوژ به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سرم از پلاسما جدا گردید. سرم جدا شده در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری متغیرهای مورد نظر نگهداری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون t مستقل و تحلیل کواریانس در نرم افزار SPSS نسخه ۲۷ تحلیل شدند.

ابزار

برای سنجش غلظت سرمی آیریزین از کیت الایزا مخصوص آیریزین ساخت شرکت PHONIX کشور کانادا و با حساسیت ۱/۲ پیکوگرم/ میلی‌لیتر استفاده شد.

1. body mass index (BMI)

همچنین، سنجش مقدار سرمی فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز با استفاده از کیت الایزا فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز با حساسیت $0/063$ نانو گرم/ میلی لیتر، دامنه تشخیص $20-312/0$ نانو گرم/ میلی لیتر، شرکت Cusabio استفاده شد. درصد چربی بدن با اندازه گیری چین پوستی در سه نقطه ران، شکم و سینه و محاسبه چگالی بدن با استفاده از فرمول سیری جکسون-پولاک تعیین گردید.

روش اجرا

فعالیت ورزشی تنها برای گروه آزمایش در نظر گرفته شد و گروه کنترل هیچ مداخله ورزشی دریافت نکرد. برنامه تمرینی شامل ۳ جلسه در هفته به مدت ۸ هفته بود. هر جلسه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن با حرکات کششی و نرمشی، ۲۵ تا ۳۰ دقیقه تمرینات مقاومتی دایره‌ای در ۸ ایستگاه و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. ایستگاه‌های تمرینی شامل پرس پا، پرس سینه، حرکت پارویی، خم کردن زانو (پشت ران)، سرشانه، پشت بازو، باز کردن زانو (جلو ران) و جلو بازو بود. (بنی طالبی و همکاران، ۲۰۱۰). شدت تمرینات بین ۴۰ تا ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه^۱ بود. اصل اضافه بار به این صورت اعمال شد که پس از هر دو هفته تمرین، یک آزمون تکرار بیشینه برای هر تمرین انجام می‌شد و در صورت لزوم ۵ درصد به وزنه اضافه می‌شد (جدول ۱). پروتکل این مطالعه با کد اخلاق IR.LUMS.REC.1398.165 مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی لرستان قرار گرفت. برای تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول زیر استفاده شد:

(تعداد تکرار تا خستگی $\times 0/0278 - 1/0278$) $\div$ وزنه جابه‌جا شده به کیلو گرم:
حداکثر قدرت بیشینه (فرمول برزیکی)

جدول ۱: پروتکل تمرینی

هفته	شدت (درصد یک تکرار بیشینه)	عداد ست	تکرار	استراحت بین دورها (ثانیه)	استراحت بین ایستگاه‌ها (ثانیه)	مدت تمرین (دقیقه)
۱-۲	۴۰	۲	۱۰-۱۲	۹۰	۳-۵	۲۵-۳۰
۳-۴	۴۵	۳	۱۰-۱۲	۹۰	۳-۵	۲۵-۳۰
۵-۶	۵۰	۳	۸-۱۰	۹۰	۳-۵	۲۵-۳۰
۷-۸	۵۵	۳	۶-۸	۹۰	۳-۵	۲۵-۳۰
۹-۱۰	۶۰-۶۵	۳	۶-۸	۹۰	۳-۵	۲۵-۳۰

یافته‌ها

در این مطالعه، به ترتیب بر اساس آزمون‌های کلموگروف-اسمیرنوف و لوین توزیع داده‌ها نرمال و واریانس‌ها برابر بود. اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن، شاخص توده بدن، مدت زمان مصرف مواد مخدر، مدت زمان ترک مواد قبل و بعد از دوره مداخله به تفکیک گروه‌ها در جدول ۲ ذکر شده است. در شروع مطالعه بر اساس آزمون t مستقل میانگین سن ($p=0/30$) و شاخص قد ($p=0/72$) در گروه‌ها تقریباً یکسان و تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در این متغیر مشاهده نشد ($p>0/05$). همچنین، تفاوت معنی‌داری در وزن بدن افراد در گروه‌های تحت مطالعه در ابتدای مطالعه وجود نداشت ($p=0/85$) ($p>0/05$). به علاوه، در شاخص مدت زمان مصرف مواد (سال) و مدت زمان ترک مواد (ماه) تفاوت معناداری بین گروه‌ها در شروع مطالعه مشاهده نشد ($p=0/71$) ($p>0/05$).

جدول ۲: ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های مورد مطالعه به تفکیک گروه‌ها

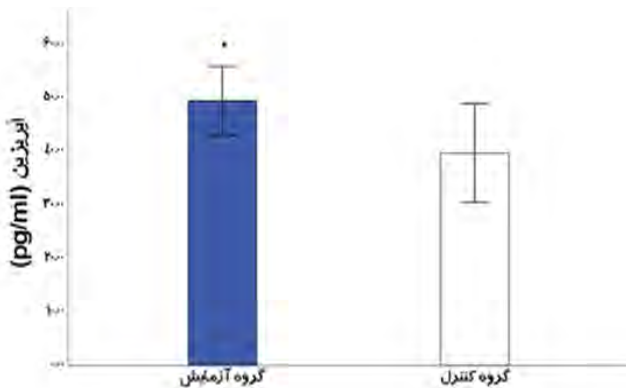
متغیرها	گروه آزمایش	گروه کنترل
سن (سال)	۳۲/۳۰±۴/۷۱	۳۲/۱۰±۴/۴۰
قد (سانتی متر)	۱/۶۴±۳/۸۳	۱/۶۵±۳/۵۶
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۱۴±۵/۳۹	۶۴/۳۹±۴/۳۸
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۲۴/۹۲±۲/۴۷	۲۴/۲۴±۲/۹۲
مدت زمان مصرف مواد (سال)	۷/۱۴±۰/۶۶	۷/۴۰±۰/۷۶
مدت زمان ترک مواد (ماه)	۴/۱۴±۰/۲۹	۴/۱۱±۰/۲۶

جدول ۳: مقایسه میانگین آیریزین و فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز در گروه آزمایش و کنترل

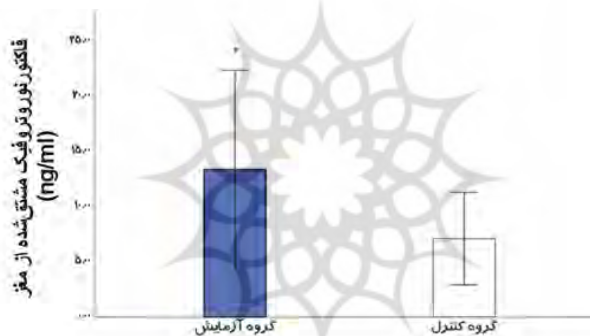
متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	پس‌آزمون (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	t	معناداری
آیریزین (pg/ml)	آزمایش	۳۹/۹۶ $\pm$ ۵/۴۰	۴۹/۴۸ $\pm$ ۳/۲۳	۳/۹۰	۰/۰۰۴*
	کنترل	۴۰/۰۹ $\pm$ ۳/۰۸	۳۸/۵۰ $\pm$ ۵/۶۲	-۰/۷۲	۰/۴۹
فاکتور نوروتروفیک مشتق شده	آزمایش	۷/۰۶ $\pm$ ۲/۵۵	۱۳/۳۵ $\pm$ ۴/۴۷	۳/۸۶	۰/۰۰۴*
از مغز (ng/ml)	کنترل	۷/۱۷ $\pm$ ۲/۱۹	۷/۱۰ $\pm$ ۲/۰۸	۱/۴۴	۰/۱۹
قدرت بیشینه نسبی (کیلوگرم)	آزمایش	۷۰/۱۰ $\pm$ ۱۶/۲۶	۸۹/۲۰ $\pm$ ۲۰/۱۵	۱۰/۴۸	۰/۰۰۱**
وزن بدن	کنترل	۶۹/۵۰ $\pm$ ۱۵/۰۶	۶۹/۴۰ $\pm$ ۱۳/۷۲	-۱/۲۳	۰/۲۵
چربی بدن (درصد)	آزمایش	۳۶/۷۰ $\pm$ ۳/۴۳	۳۳/۵۰ $\pm$ ۳/۹۷	-۷/۸۰	۰/۰۰۱**
	کنترل	۳۶/۲۰ $\pm$ ۴/۱۸	۳۶/۲۰ $\pm$ ۴/۱۸	-	-

* $p < ۰/۰۱$, ** $p \leq ۰/۰۰۱$

بر اساس جدول ۳، نتایج آزمون تحلیل کواریانس برای مقایسه بین گروهی متغیرها با کنترل پیش‌آزمون در دو گروه آزمایش و کنترل نشان داد که تمرینات مقاومتی منجر به تفاوت معناداری بین گروه‌های مطالعه شد. به طور خاص، تمرینات مقاومتی منجر به افزایش قدرت عضلانی بیشینه نسبی و کاهش درصد چربی در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل شد ($p \leq ۰/۰۰۱$). به علاوه، قسمت اصلی یافته‌های پژوهش حاکی از این بود که تمرینات مقاومتی باعث افزایش معنادار آیریزین در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شد ($F = ۲۹/۲۷$, $p < ۰/۰۱$). به علاوه، سطح هورمون فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز گروه آزمایش بعد از اعمال مداخله در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری داشت ($F = ۱۵/۲۶$, $p < ۰/۰۱$). نمودارهای ۱ و ۲ نیز تاییده‌کننده این تفاوت معنادار هستند.



نمودار ۱: تغییرات غلظت آیریزین بعد از پروتکل تمرینات مقاومتی در گروه‌های مطالعه (* نشان‌دهنده تغییرات معنادار).



نمودار ۲: تغییرات غلظت فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز بعد از پروتکل تمرینات مقاومتی در گروه‌های مطالعه (* نشان‌دهنده تغییرات معنادار).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی هورمون آیریزین و فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز در زنان وابسته به مواد در دوره بازتوانی بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین مقاومتی منجر به افزایش سطوح سرمی آیریزین در زنان ترک کرده و در دوره بازتوانی می‌شود. همچنین، سطوح سرمی فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز بعد از اعمال مداخله افزایش یافت. به علاوه، ۸ هفته تمرین مقاومتی در گروه تمرین منجر به افزایش قدرت و کاهش درصد چربی افراد گروه تمرین نسبت به گروه کنترل شد.

با وجود این که مطالعه‌ای در زمینه اثر فعالیت ورزشی بر تغییرات سطوح سرمی هورمون آیریزین در افراد وابسته به مواد انجام نشده است، اما در راستای نتایج این مطالعه، طاهری چادرنشین و همکاران (۱۴۰۰) افزایش سطوح سرمی آیریزین در زنان سالمند و سالم ناشی از تمرینات مقاومتی با دو را گزارش کردند. همچنین، هولنگ^۱ و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که تمرینات ورزشی با محدودیت غذایی در بزرگسالان سالم منجر به افزایش سطوح سرمی آیریزین می‌شود. در مقابل، معینی‌نیا و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که تمرینات مقاومتی در زنان جوان و سالم تأثیری بر سطوح سرمی آیریزین ندارد. همچنین، فرناندز-دی-واله^۲ و همکاران (۲۰۱۸) نیز اظهار داشتند که غلظت آیریزین سرم در طول یا بعد از یک مسابقه و همچنین در طول سه هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا در مقایسه با گروه کنترل مشابه تغییری نکرد و هیچ ارتباط معنی‌داری بین سطوح آیریزین و فعالیت بدنی، رژیم غذایی یا آمادگی جسمانی وجود نداشت. ممبینی و همکاران (۱۳۹۷)، با ۶ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا در مردان دارای اضافه وزن نیز تغییری در سطوح سرمی آیریزین گزارش نکردند. تفاوت در نتایج مطالعات در رابطه با تأثیر تمرینات ورزشی بر سطوح آیریزین ممکن است با وضعیت جسمانی و نوع آزمودنی‌ها شرکت کننده در مطالعات مرتبط باشد. آزمودنی‌های ما در این مطالعه زنان وابسته به مواد در دوره بازتوانی بودند که تمرین مقاومتی را به مدت ۸ هفته اجرا کردند. به نظر می‌رسد که پاسخ‌های آیریزین به ورزش مقاومتی در افرادی با نسبت‌های کمتر توده بدن بدون چربی بیشتر است (نیگارد^۳ و همکاران، ۲۰۱۵) و در نتیجه تمرینات ورزشی به ویژه در افراد غیر فعال با کاهش بافت چربی و افزایش توده بدون چربی در بدن احتمالاً منجر به افزایش سطوح آیریزین خواهد شد. ما نیز در مطالعه حاضر به ترتیب شاهد کاهش وزن و درصد چربی بدن آزمودنی‌های گروه تمرین بودیم. از طرفی آیریزین یک پروتئین سیگنال‌دهنده است که توسط عضلات اسکلتی ترشح می‌شود. بنابراین، احتمالاً فعالیت ورزشی در افراد غیر فعال با سطوح پایه پایین‌تر از طریق فعال کردن مسیر عامل

رشد فیرو بلاست — آیریزین و در نتیجه بهبود توده و عملکرد عضلات در ترشح بیشتر آیریزین مؤثر است. نتایج مطالعه حاضر نیز افزایش قدرت عضلانی را در افراد گروه تمرین نشان داد. بنابراین، یکی از دلایل افزایش آیریزین در گروه آزمایش در مطالعه حاضر احتمالاً تغییرات در قدرت عضلانی آزمودنی‌های این گروه پس از اجرای پروتکل تمرینی باشد.

از طرف دیگر، مطالعات پیشین اثرات محافظت‌کننده عصبی آیریزین از جمله افزایش فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز در هیپوکامپ و بهبود عملکردهای شناختی را نشان داده‌اند (دی‌لیگرو و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج این مطالعه نیز افزایش فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز سرمی در گروه آزمایش را تأیید کرد. همسو با نتایج مطالعه حاضر، یاعلی و همکاران (۱۳۹۸) نشان دادند که برنامه فعالیت هوازی و تمرین‌های فوتبال موجب افزایش سطوح نوروتروفیک مشتق مغزی در افراد دارای اعتیاد به مواد محرک شد. فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز ناشی از تمرینات ورزشی به عنوان یک بیومارکر عملکرد شناختی دارای اثرات مثبتی بر عملکردهای شناختی، کلامی و حافظه فضایی است (کولینز^۱ و همکاران، ۲۰۱۷). علل متعددی برای افزایش فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز در گردش متعاقب فعالیت ورزشی بیان شده است، اما بهبود در جریان خون در بافت مغز، اندوتیلیوم عروق، پلاکت‌ها و عضله اسکلتی از جمله مهمترین عوامل در نظر گرفته می‌شوند (والش و تسچکوفسکی^۲، ۲۰۱۸). با این تفاسیر، منطقی به نظر می‌رسد که اگرچه عضلات به طور مستقیم در افزایش فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز در گردش نقش ندارند (شفیعا و همکاران، ۱۴۰۳)، اما با ترشح برخی فاکتورها در گردش خون و عبور این فاکتورها از سد خونی - مغزی تولید فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز را تحریک می‌کنند. هرچند مطالعات متعددی از این ایده حمایت می‌کنند که فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز نقش مؤثری در میانجیگری تأثیرات ورزش بر مغز برخوردار است، با این حال، ناسیمتو^۳ و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که اثر معناداری بین انجام

فعالیت‌های ورزشی و سطوح سرمی فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز وجود نداشت. مردانی سلمی و همکاران (۱۳۹۹) نیز اظهار داشتند که هشت هفته تمرین مقاومتی و تزریق آیریزین بر میزان فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز موش‌ها اثر معناداری نداشت. جونیور^۱ و همکاران (۲۰۲۴) نیز گزارش کردند که تمرینات قدرتی با شدت‌های مختلف در سطح غلظت پلاسمایی فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز مردان ورزشکار غیرحرفه‌ای تغییری ایجاد نکرد. این درحالی است که در برخی مطالعات قبلی افزایش سطوح فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز را بعد از تمرینات شدید و متوسط در افراد چاق گزارش کرده‌اند (چو و روح، ۲۰۱۶). بنابراین، منطقی است که فرض کنیم یک آستانه تمرینی وجود دارد که برای ایجاد سازگاری و تغییر در ترشح فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز نیاز است. از طرفی، شواهدی وجود دارد که فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز عضلانی ناشی از انقباض است که احتمالاً در تنظیم اتوکرین و/با پاراکرین متابولیسم چربی عضلانی نقش دارد و به بهبود ترکیب بدن کمک می‌کند (بالاکراشان و تورموند^۲، ۲۰۲۲). از سوی دیگر، گزارش شده است که فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز در هیپوتالاموس مصرف غذا را مهار کرده و منجر به افزایش مصرف انرژی می‌شود و در نتیجه نقش مهمی در ادغام و بهینه‌سازی پاسخ‌های رفتاری و متابولیکی به محیط‌هایی با منابع انرژی محدود و رقابت شدید بازی می‌کند (روتمان^۳ و همکاران، ۲۰۱۲). ما نیز در این مطالعه شاهد کاهش درصد چربی بدن در آزمودنی‌های گروه آزمایش بودیم. تصور می‌شود تمرینات مقاومتی در این مطالعه با افزایش میزان آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها و افزایش سطوح سرمی فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز در بهبود ترکیب بدن نقش داشته است. بنابراین، انجام تمرینات ورزشی به ویژه تمرینات مقاومتی می‌تواند به عنوان یک راهبرد درمانی در افراد وابسته به مواد با کاهش سطوح فاکتور نوروتروفیک مشتق شده از مغز که در کاهش ظرفیت‌های شناختی، اختلالات حافظه‌ای، یادگیری و متعاقباً عود دوباره بیماری اعتیاد نقش دارد (یاعلی و همکاران، ۱۳۹۸) در نظر گرفته شود.

از جمله محدودیت‌های مطالعه حاضر عدم کنترل رژیم غذایی و اختلالات موازی مانند افسردگی بود. همچنین، اگرچه تعداد ۱۰ نفر نمونه در مطالعات نیمه-آزمایشی بسیار گزارش شده است، اما حجم نمونه کوچک یک محدودیت در مطالعه حاضر بود. این محدودیت ناشی از چالش‌های متعددی در دسترسی به این جمعیت (زنان وابسته به مواد) به دلایلی همچون انگ اجتماعی، مشکلات قانونی، عدم اعتماد و سایر موانع بود. از طرف دیگر، یافتن و جذب زنان وابسته به مواد که حاضر به شرکت در تمرینات ورزشی به ویژه مقاومتی شوند نیز چالش برانگیز بود و علیرغم تلاش‌های ما در این زمینه امکان افزایش بیشتر حجم نمونه وجود نداشت. با این حال، با توجه به اینکه موضوع زنان وابسته به مواد از اهمیت خاصی برخوردار است، نتایج مطالعه حاضر می‌تواند به درک بهتر مکانیسم‌های اثرگذار تمرینات مقاومتی بر کاهش هوس مصرف مواد و سلامت جسمی و روانی و افزایش احتمال بهبودی پایدار در زنان کمک کند (صارمی و همکاران، ۱۴۰۲).

به طور خلاصه، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که برنامه تمرینات مقاومتی علاوه بر بهبود وضعیت جسمانی می‌تواند منجر به افزایش سطوح نوروتروفیک سرمی مشتق مغزی و آیریزین در زنان وابسته به مواد در دوره بازتوانی شود و در نتیجه در درمان و پیشگیری برخی از عوارض مصرف مواد مؤثر باشد. پیشنهاد می‌شود محققان با بهره‌گیری از حجم نمونه‌های بزرگ‌تر و پروتکل‌های مطالعاتی طولانی‌مدت با کنترل دقیق رژیم غذایی و ارزیابی سایر اختلالات شناختی و عصبی در افراد وابسته به مواد تحقیقات گسترده‌تری در این زمینه انجام دهند. برنامه‌های ورزشی مقاومتی باید متناسب با نیازها و شرایط فیزیکی و روانی افراد وابسته به مواد طراحی شده و تحت نظارت متخصصین ورزشی و روان‌شناسان مجرب اجرا شوند. ایجاد مراکز ورزشی یا گروه‌های حمایتی ورزشی در مراکز ترک اعتیاد به منظور ایجاد انگیزه و حمایت اجتماعی برای افراد در حال بهبود پیشنهاد می‌شود. جهت ادغام ورزش در پروتکل‌های درمانی و افزایش آگاهی عمومی درباره مزایای آن در بهبودی از اعتیاد، آموزش و اطلاع‌رسانی گسترده ضروری است. همچنین، استفاده از مداخلات درمانی مکمل مانند مشاوره روان‌شناختی و دارو درمانی به منظور بهینه‌سازی نتایج بهبودی توصیه می‌شود. به علاوه، لازم است فضایی امن و حمایتی برای شرکت در

فعالیت‌های ورزشی و یادگیری مهارت‌های مرتبط با مدیریت استرس و افزایش انگیزه ایجاد شود تا انگیزه و پایداری افراد به برنامه‌های ورزشی افزایش یابد. این پیشنهادات می‌توانند به عنوان راهنمایی‌های ارزشمند در پژوهش‌های آتی مورد استفاده قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

از شرکت کنندگان برای وقت و تلاش خود تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

حسنوند، بهمن و فرهادی، علیرضا (۱۴۰۰). تأثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی و مکمل جینکوبیوبا بر عامل نروتروفیک مشتق از مغز (BDNF) سالمندان مرد افسرده. *سالمند. مجله سالمندی ایران*، ۱۶ (۲)، ۲۴۷-۲۳۴.

شفیعا، سکینه؛ مردانی، مهرزاد؛ میرزایی، منصوره و طالب پور امیری، فرشته (۱۴۰۳). بررسی تأثیر فعالیت فیزیکی بر عملکرد شناختی و تغییرات ساختاری هیپوکمپ و میزان BDNF در قشرپره فرونتال در موش‌های بزرگ آزمایشگاهی SPS. *مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران*، ۳۴ (۲۳۶)، ۲۸-۱۴.

صارمی، عباس؛ پرستش، محمد؛ خانسوز، مجتبی و غفاری، مرتضی (۱۴۰۲). تأثیر هشت هفته تمرین مقاومتی بر سطح سرمی هورمون‌های گنادوتروپین و سیرتوئین ۱ در موش‌های صحرایی نر با سندروم ترک مورفین. *فصلنامه اعتیادپژوهی*، ۱۷ (۶۸)، ۹۵-۱۱۲.

طاهری چادرنشین، حسین؛ علی پور راز، میثم؛ کلانتری، مهسا؛ نیکدل، مهسا؛ صابری، زهرا؛ فتاحی، زینب و منصوری عجلول، عطیه (۱۴۰۰). اثر شدت تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی آیریزین و نیمرخ لیپیدی زنان سالمند غیرفعال. *نشریه مطالعات علمی علوم زیستی در ورزش*، ۹ (۱۷)، ۶۸-۷۹.

فرشباغ دادخواه، منیژه؛ پورعلی و کیلی میاندوآب، ملیحه؛ باهری اسلامی، نسیم و شالچی، بهزاد (۱۴۰۳). تأثیر آموزش حل مسئله اجتماعی بر احساس تنهایی، امید به زندگی و خودکارآمدی

در زنان مبتلا به اختلال مصرف مواد. *فصلنامه اعتیادپژوهی*، ۱۸ (۷۳)، ۱۵۴-۱۳۵.

مردانی سلمی، مریم؛ رئیسی، جلیل؛ اسفرجانی، فهیمه و زمانی، سعید (۱۳۹۹). اثر هشت هفته تمرین مقاومتی و تزریق آیریزین بر میزان BDNF و حافظه فضایی موش‌های سوری نر. *فیزیولوژی ورزشی*، ۱۲ (۴۶)، ۱۵۷-۱۷۴.

ممبینی، حجت الله؛ اسلامی فارسانی، محسن؛ آب زاده، شیمیا؛ برزگر، حسن و وحدت حسن (۱۳۹۷). تأثیر تمرین تناوبی با شدید بر سطوح آیریزین و اینترلوکین-۱۰ در مردان دارای اضافه وزن. *مجله دانشگاه علوم پزشکی قم*، ۱۲(۲)، ۴۴-۳۵.

نوراله پور، سودابه؛ عباسی دلویی، آسیه؛ ضیالحق، سیدجواد و براری، علیرضا (۱۴۰۲). اثر محافظتی تمرین استقامتی و کروسین بر تغییرات بافتی قشر مخ در مدل جانوری اعتیاد با مت آمفتامین. *فصلنامه اعتیاد پژوهی*، ۱۷(۶۸)، ۲۰۰-۱۸۱.

یاعلی، رسول؛ حاج حسن تهرانی، علی؛ پروین پور، شهاب و بهرام، عباس (۱۳۹۸). اثر تمرین هوازی و تمرین فوتبال بر سطوح عامل نوروتروفیک مشتق مغزی در افراد معتاد به مواد محرک. *فیزیولوژی ورزشی*، ۱۱(۴۴)، ۳۰-۱۷.

References

- Balakrishnan, R., & Thurmond, D. C. (2022). Mechanisms by which skeletal muscle myokines ameliorate insulin resistance. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(9), 4636.
- Banitalebi, E., Faramarzi, M., Nuri, R., Khosrozadeh, J., & Ghafoorian, M. (2010). Effect of exercise training on health-related physical fitness factors and blood lipids profile of former addicted persons. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 4(3), 190-197.
- Cho, S.-Y., & Roh, H.-T. (2022). Effects of Exercise Training on Neurotrophic Factors and Blood-Brain Barrier Permeability in Young-Old and Old-Old Women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24), 16896.
- Cho, S. Y., & Roh, H. T. (2016). Effects of aerobic exercise training on peripheral brain-derived neurotrophic factor and eotaxin-1 levels in obese young men. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(4), 1355-1358.
- Collins, C. W., Shute, R. J., Heesch, M. W., & Slivka, D. R. (2017). The effect of environmental temperature on exercise-dependent release of brain-derived neurotrophic factor. *Temperature*, 4(3), 305-313.
- de Azevedo, K. P. M., de Oliveira Segundo, V. H., de Medeiros, G. C. B. S., de Sousa Mata, A. N., García, D. Á., de Carvalho Leitão, J. C. G., ... & Piuvezam, G. (2019). Effects of exercise on the levels of BDNF and executive function in adolescents: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 98(28), e16445.
- Di Liegro, C. M., Schiera, G., Proia, P., & Di Liegro, I. (2019). Physical activity and brain health. *Genes*, 10(9), 720.

- Dinas, P. C., Lahart, I. M., Timmons, J. A., Svensson, P.-A., Koutedakis, Y., Flouris, A. D., & Metsios, G. S. (2017). Effects of physical activity on the link between PGC-1 α and FNDC5 in muscle, circulating Irisin and UCP1 of white adipocytes in humans: A systematic review. *F1000Research*, 6, 286.
- Fernandez-del-Valle, M., Short, M. J., Chung, E., McComb, J., Kloiber, S., Naclerio, F., & Larumbe-Zabala, E. (2018). Effects of high-intensity resistance training on circulating levels of irisin in healthy adults: a randomized controlled trial. *Asian Journal of Sports Medicine*, 9(2), e1305.
- Hartmann, D., Drummond, J., Handberg, E., Ewell, S., & Pozzo-Miller, L. (2012). Multiple approaches to investigate the transport and activity-dependent release of BDNF and their application in neurogenetic disorders. *Neural Plasticity*, 2012, 203734.
- Huang, J., Wang, S., Xu, F., Wang, D., Yin, H., Lai, Q., ... & Hu, M. (2017). Exercise training with dietary restriction enhances circulating irisin level associated with increasing endothelial progenitor cell number in obese adults: an intervention study. *PeerJ*, 5, e3669.
- Jung, S., Kim, Y., Kim, M., Seo, M., Kim, S., Kim, S., & Lee, S. (2021). Exercise pills for drug addiction: forced moderate endurance exercise inhibits methamphetamine-induced hyperactivity through the striatal glutamatergic signaling pathway in male Sprague Dawley rats. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(15), 8203.
- Junior, M. B., Tavares, L. F. J., Nagata, G. Y., Barroso, L. S. S., Fernandes, H. B., Souza-Gomes, A. F., ... & Nunes-Silva, A. (2024). Impact of strength training intensity on brain-derived neurotrophic factor. *International Journal of Sports Medicine*, 45(2), 155-161.
- Korta, P., Pocheć, E., & Mazur-Biały, A. (2019). Irisin as a multifunctional protein: implications for health and certain diseases. *Medicina*, 55(8), 485.
- Liang, Z., Zhang, Z., Qi, S., Yu, J & Wei, Z. (2023). Effects of a single bout of endurance exercise on brain-derived neurotrophic factor in humans: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Biology*, 12(1), 126.
- Moienneia, N., & Hosseini, S. R. A. (2016). Acute and chronic responses of metabolic myokine to different intensities of exercise in sedentary young women. *Obesity Medicine*, 1, 15-20.
- Nascimento, C. M. C., Pereira, J. R., Pires de Andrade, L., Garuffi, M., Ayan, C., Kerr, D. S., ... & Stella, F. (2015). Physical exercise improves peripheral BDNF levels and cognitive functions in mild cognitive impairment elderly with different bdnf Val66Met genotypes. *Journal of Alzheimer's Disease*, 43(1), 81-91.
- Nofuji, Y. U., Suwa, M., Moriyama, Y., Nakano, H., Ichimiya, A., Nishichi, R., ... & Kumagai, S. (2008). Decreased serum brain-derived neurotrophic factor in trained men. *Neuroscience letters*, 437(1), 29-32.

- Nygaard, H., Slettaløkken, G., Vegge, G., Hollan, I., Whist, J. E., Strand, T., ... & Ellefsen, S. (2015). Irisin in blood increases transiently after single sessions of intense endurance exercise and heavy strength training. *PLoS One*, 10(3), e0121367.
- Prakash, M. D., Tangelakis, K., Antonipillai, J., Stojanovska, L., Nurgali, K., & Apostolopoulos, V. (2017). Methamphetamine: effects on the brain, gut and immune system. *Pharmacological Research*, 120, 60-67.
- Rothman, S. M., Griffioen, K. J., Wan, R., & Mattson, M. P. (2012). Brain-derived neurotrophic factor as a regulator of systemic and brain energy metabolism and cardiovascular health. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1264(1), 49-63.
- Tuon, T., Valvassori, S. S., Dal Pont, G. C., Paganini, C. S., Pozzi, B. G., Luciano, T. F., ... & Pinho, R. A. (2014). Physical training prevents depressive symptoms and a decrease in brain-derived neurotrophic factor in Parkinson's disease. *Brain Research Bulletin*, 108, 106-112.
- Walsh, J. J., & Tschakovsky, M. E. (2018). Exercise and circulating BDNF: Mechanisms of release and implications for the design of exercise interventions. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(11), 1095-1104.
- Young, M. F., Valaris, S., & Wrann, C. D. (2019). A role for FNDC5/Irisin in the beneficial effects of exercise on the brain and in neurodegenerative diseases. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62(2), 172-178.
- Zuccato, C., & Cattaneo, E. (2009). Brain-derived neurotrophic factor in neurodegenerative diseases. *Nature Reviews Neurology*, 5(6), 311-322.