



Effects of a 10-Week High-Intensity Interval Training on Serum Cortisol Levels in Patients with Ulcerative Colitis

Hiwa Nazari^{1,2}, Minoo Bassami¹, Payman Zivari^{1,2}, Masoumeh Azimirad², Abbas Yadegar^{2*}, Shabnam Shahrokh^{3*}, Hamid Asadzadeh Aghdaei⁴, Mohammad Reza Zali³

1- Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.

2- Foodborne and Waterborne Diseases Research Center, Research Institute for Gastroenterology and Liver Diseases, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3- Gastroenterology and Liver Diseases Research Center, Research Institute for Gastroenterology and Liver Diseases, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4- Basic and Molecular Epidemiology of Gastrointestinal Disorders Research Center, Research Institute for Gastroenterology and Liver Diseases, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Abstract

Background and aim: Exercise can have beneficial effects on improving inflammation and the function of various organs in the body. Several studies have shown the beneficial effects of exercise on inflammatory bowel disease (IBD) and its immunopathological indicators. In this study, we aim to evaluate the effects of 10 weeks of high-intensity interval training (HIIT) has on serum cortisol levels in patients with IBD.

Methods: In this study, 24 patients with ulcerative colitis (UC) with the criteria of no smoking, no alcohol, no antibiotics, and no regular exercise in the past three months were included. Patients were randomly divided into control and exercise groups. The training program consisted of 10 weeks of HIIT. Blood samples were taken before and after the training program to measure cortisol serum levels.

Results: Significant reduction was observed in the serum cortisol levels of UC patients after training (mean 14.84 ± 7.52 vs. 9.83 ± 3.6 , P-value=0.004). No signs of disease activation in the exercise group were observed.

Conclusion: This study reports that a 10-week regular HIIT was effective to lower serum cortisol levels in IBD patients. Our results also indicate that supervised exercise in adults with mild to moderate UC can have a beneficial impact on reducing IBD symptoms.

Please cite as: Nazari, Hiwa, Minoo Bassami, Payman Zivari, Masoumeh Azimirad, Abbas Yadegar, Shabnam Shahrokh, Hamid Asadzadeh Aghdaei, and Mohammad Reza Zali. "Effects of A 10-Week High-Intensity Interval Training on Serum Cortisol Levels in Patients With Ulcerative Colitis". SOREN journal. 2021; 2 (1): 53-58 [In Persian]

Article history:

Received
2021/06/07
Accepted
2021/06/14

Keywords:

- High-Intensity Interval Training
- Inflammatory Bowel Disease
- Serum Cortisol Levels
- Ulcerative Colitis
- IBD
- HIIT

Corresponding Authors

Names: Shabnam Shahrokh
Email Addresses: shabnamshahrokh@gmail.com
ORCID IDs: 0000-0002-3420-5608

Shabnam Shahrokh
shabnamshahrokh@gmail.com
0000-0002-3420-5608

تأثیر ۱۰ هفته تمرینات اینتروال با شدت بالا بر سطح کورتیزول سرم در بیماران کولیت اولسروز

هیوا نظری^{۱،۲}، مینو باسامی^۱، پیمان زیوری^{۱،۲}، معصومه عظیمی راد^۲، عباس یادگار^۲، شبنم شاهرخ^۳، حمید اسدزاده عقدایی^۴، محمدرضا زالی^۲

۱- دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

۲- مرکز تحقیقات بیماری‌های منتقله از آب و غذا، پژوهشکده بیماری‌های گوارش و کبد، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۳- مرکز تحقیقات بیماری‌های گوارش و کبد، پژوهشکده بیماری‌های گوارش و کبد، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۴- مرکز تحقیقات علوم پایه و اپیدمیولوژی بیماری‌های دستگاه گوارش، پژوهشکده بیماری‌های گوارش و کبد، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۷

پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۴

واژگان کلیدی

تمرینات اینتروال با

شدت بالا،

بیماری التهابی روده،

سطح کورتیزول سرم،

کولیت اولسروز،

IBD

HIIT

چکیده

سابقه و هدف: ورزش می‌تواند تأثیرات مفیدی در بهبود التهاب و عملکرد اندامهای مختلف بدن داشته باشد. چندین مطالعه تأثیرات مفید ورزش بر بیماری التهابی روده و شاخص‌های ایمنی-آسیب‌شناختی آن را نشان داده است. هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین اینتروال با شدت بالا (HIIT) بر سطح کورتیزول سرم در بیماران مبتلا به بیماری التهابی روده می‌باشد.

روش کار: در این مطالعه، ۲۴ بیمار مبتلا به کولیت اولسروز (UC) با معیارهای عدم مصرف دخانیات، الکل، آنتی‌بیوتیک و نداشتن ورزش منظم در سه ماه گذشته وارد مطالعه شدند. بیماران به طور تصادفی به دو گروه کنترل و ورزش تقسیم شدند. این برنامه تمرینی شامل ۱۰ هفته HIIT بود. قبل و بعد از برنامه تمرینی برای اندازه‌گیری سطح سرمی کورتیزول از بیماران نمونه خون گرفته شد.

یافته‌ها: کاهش قابل توجهی در سطح کورتیزول سرمی بیماران UC پس از تمرین مشاهده شد (میانگین $7/52 \pm$ ، $P=0.004$). هیچ علامتی از فعال شدن بیماری در گروه ورزشی مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: این مطالعه گزارش می‌دهد که ۱۰ هفته HIIT منظم برای کاهش سطح سرم کورتیزول در بیماران IBD موثر است. نتایج ما همچنین نشان داد که ورزش تحت نظارت در بزرگسالان مبتلا به UC خفیف تا متوسط می‌تواند تأثیر مفیدی در کاهش علائم بیماری داشته باشد.

مقدمه

بیماری التهابی روده (IBD) نوعی اختلال خودایمنی است که به دو شکل کولیت اولسروز (UC) و بیماری کرون (CD) دیده می‌شود. UC نوعی التهاب در روده بزرگ است که ممکن است بیماری را تشدید کرده و باعث زخم و خونریزی در طول روده بزرگ شود. برخلاف UC، CD می‌تواند تمام قسمتهای دستگاه گوارش (GI)، از دهان تا مقعد را تحت تأثیر قرار دهد (۱). شیوع IBD در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در حال افزایش است، که می‌تواند ناشی از کاهش فعالیت بدنی، رژیم غذایی نامناسب و تغییرات کلی سبک زندگی باشد (۲،۳). در حال حاضر هیچ درمان قطعی برای IBD وجود ندارد، اما درمانهای بالینی می‌توانند به کنترل و مدیریت آن کمک کرده، و بنابراین از شدیدتر شدن

علائم جلوگیری کنند. همچنین مطالعات نشان داده است که سبک زندگی سالم عامل مهمی در کنترل و پیشگیری از بیماریهای التهابی است (۳).

فعالیت بدنی منظم به عنوان گزینه کمکی و پیشگیری کننده برای بیماریهای مزمن پیشنهاد شده است، زیرا داروها اغلب دارای عوارض جانبی مانند کاهش توده عضلانی، کاهش تراکم استخوان و افزایش توده چربی هستند که همه این علائم می‌توانند از طریق ورزش بهبود یابند (۴). چندین مطالعه گزارش کرده‌اند که افزایش فعالیت بدنی می‌تواند با تقویت سیستم ایمنی بدن، التهاب مزمن را کاهش دهد (۵-۷). مطالعات در زمینه بررسی تأثیر ورزش بر بیماران IBD ارتباط مثبتی بین فعالیت بدنی و کیفیت زندگی، شاخص توده بدنی و نشانگرهای التهابی را نشان

نتایج

ویژگی‌های بیماران

۲۴ بیمار مبتلا به UC با بیماری خفیف تا متوسط، معیارهای ورود به مطالعه را تکمیل و در مطالعه حاضر وارد شدند. بیماران در گروه‌های ورزشی (میانگین سنی $6/56 \pm 32/08$ سال و شاخص توده بدنی $24/44 \pm 2/57$ کیلوگرم در مترمربع) و گروه کنترل (میانگین سنی $23/23 \pm 29/5$ سال و شاخص توده بدنی $23/6 \pm 24/4$ کیلوگرم در مترمربع) تقسیم شدند. مشخصات دقیق بیماران این مطالعه در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: مشخصات بیماران IBD شرکت کننده در مطالعه

Variables	Exercise group	Control group
Age (year)	32 ± 6.56	29.5 ± 6.24
Height (cm)	176.8 ± 8.81	174.9 ± 8.49
Weight (kg)	76.6 ± 12.02	72.4 ± 9.71
Body mass index (kg/m ²)	24.4 ± 2.57	23.6 ± 2.23

عوارض جانبی متعاقب HIIT

همه شرکت کنندگان ۱۰ هفته برنامه HIIT را با موفقیت به پایان رساندند. هیچ رویداد جانبی جدی یا مرتبط با آموزش در طول برنامه مداخله برای همه شرکت کنندگان در هر دو گروه مشاهده نشده است. همچنین، بیماران UC در گروه ورزشی هیچ نشانه‌ای از فعال شدن بیماری را نشان ندادند.

تأثیر HIIT بر سطح سرمی کورتیزول در گروه‌های ورزشی و کنترل
همانطور که در شکل شماره ۱ نشان داده شده است کاهش قابل توجهی در سطح سرمی کورتیزول بیماران مبتلا به UC پس از آموزش مشاهده شد (میانگین $14/84 \pm 7/52$ در مقابل $9/83 \pm 3/6$ ، $P=0.004$). همچنین، همانطور که در شکل شماره ۲ نشان داده شده است، تغییر معنی‌داری در سطح سرمی کورتیزول از بیماران UC در گروه کنترل مشاهده نشد (میانگین $13/3 \pm 4/8$ در مقابل $14 \pm 4/81$ ، $P=0.15$).

بحث

بطور کلی شیوع IBD در جهان در حال افزایش است و با تغییرات قابل توجهی در سطح و روند بیماری در سراسر جهان مواجه هستیم (۲). در حال حاضر هیچ درمانی دائمی و قطعی برای IBD وجود ندارد و درمانها بیشتر در کاهش علائم، دستیابی و حفظ بهبودی و همچنین جلوگیری از عوارض آتی متمرکز هستند (۱۲). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که فعالیت بدنی و ورزش منظم می‌تواند از طریق کاهش استرس، بهبود خواب، بهبود پاسخ ایمنی و افزایش تراکم مواد معدنی استخوان و کاهش سطح خستگی، از شروع و شدت بیماری بکاهد (۳، ۱۳). گزارش شده که سطح بالای کورتیزول سرم با پاسخ التهابی مخاطی بالاتر در بیماران IBD همراه است، که ممکن است چندین عملکرد سیستم ایمنی بدن مانند تولید IL-6 را تحت تأثیر قرار دهد (۱۴، ۱۵).

داده‌اند (۸، ۹). با این حال، تأثیر پروتکل‌های مختلف ورزشی بر بیماران IBD کمتر مورد توجه قرار گرفته است (۹، ۱۰). تحقیقات اخیر نشان داده که تمرینات اینتروال با شدت بالا در مدت زمان کوتاه‌تر می‌تواند همان تأثیرات تمرینات هوازی را داشته باشد (۱۱). در همین راستا، وستون و همکاران نشان داده‌اند که تمرینات HIIT یک استراتژی ورزشی با زمان مناسب است، و به دلیل وضعیت بی‌هوازی آن در کاهش التهاب مفیدتر می‌باشند (۶). در حال حاضر، اطلاعات محدودی در مورد مزایای بالقوه و اثربخشی تمرینات HIIT در بیماران UC وجود دارد (۱۰، ۱۱). بنابراین، در مطالعه حاضر هدف ما ارزیابی تأثیر ۱۰ هفته تمرینات HIIT بر سطح سرمی کورتیزول بیماران ایرانی با UC خفیف تا متوسط می‌باشد.

مواد و روش‌ها

بیماران IBD

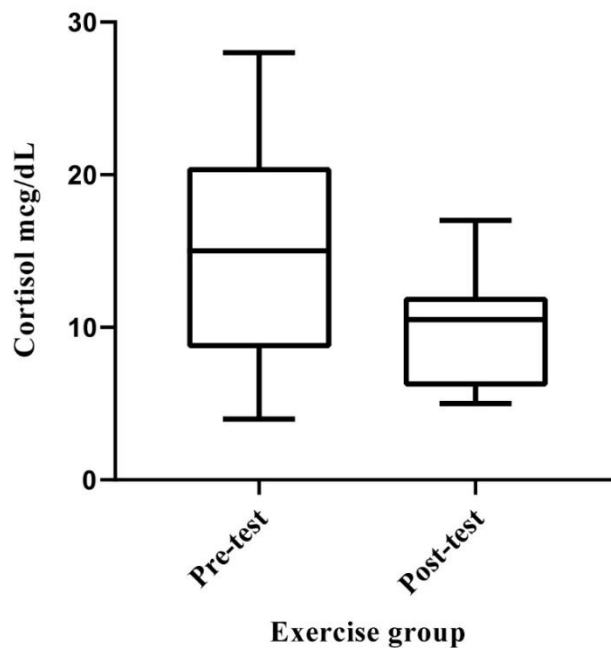
بیماران در طی مراجعات منظم از کلینیک گوارش بیمارستان طالقانی بین تیر و آذر سال ۱۳۹۹ وارد مطالعه شدند. ۲۴ بیمار مبتلا به UC، با دامنه سنی ۴۰-۱۸ سال و شاخص توده بدنی $18/9-25$ کیلوگرم بر مترمربع، دارای بیماری خفیف تا متوسط که سابقه سیگار کشیدن، نوشیدن الکل، مصرف آنتی‌بیوتیک یا ورزش منظم طی ۲ ماه قبل از مطالعه را نداشتند به طور تصادفی به دو گروه ورزشی (۱۲ نفر) و گروه کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. موارد توجیهی، از جمله اطلاعات مربوط به مطالعه و خطرات احتمالی سلامت توسط یک پرستار باتجربه به همه شرکت کنندگان توضیح داده شد. رضایت‌نامه کتبی آگاهانه قبل از شرکت در این مطالعه از همه افراد واجد شرایط یا نماینده قانونی آنها گرفته شده است. این مطالعه توسط کمیته بررسی اخلاق سازمانی پژوهشکده بیماریهای گوارش و کبد، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تایید شد. (شماره پروژه: IR.SBMU.RIGLD.REC.1399.015).

ارزیابی‌های آزمایشگاهی

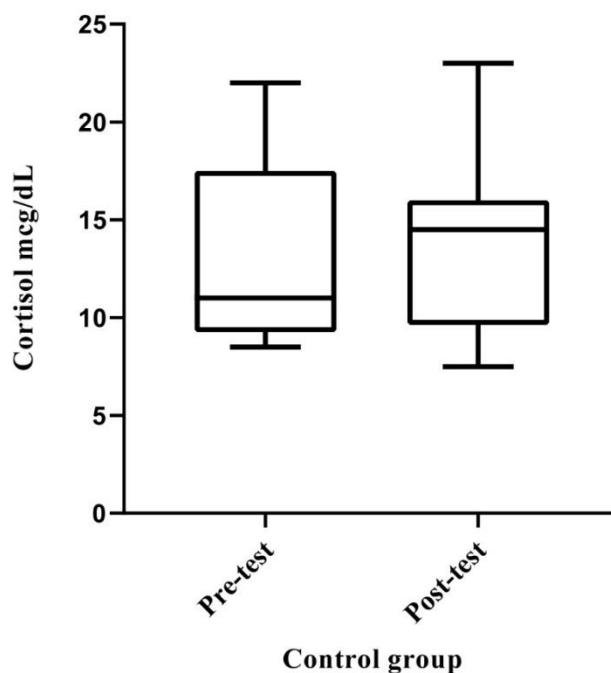
برای بررسی تأثیر تمرینات HIIT طی ۱۰ هفته بر روی کورتیزول سرم در بیماران IBD، نمونه‌های خون از شرکت کنندگان قبل و بعد از آموزش جمع‌آوری شد. نمونه خون با استفاده از ورید بازویی برای اندازه‌گیری شاخص کورتیزول با استفاده از کیت (کورتیزول ELISA، IBL بین‌المللی GmbH در آلمان) به دست آمد.

مداخلات ورزشی

با توجه به پژوهش Tew و همکاران، مداخله ما شامل ۱۰ هفته تمرین و سه جلسه در هفته بود (۱۰، ۱۱) که با استفاده از دستگاه سنجش ضربان قلب، حداکثر ضربان قلب (HR_{max}) به دست آمده از طریق فرمول کارونن در طی تمرین کنترل شد. همچنین برای تغییر شدت تمرین تجویز شده، به بیماران بازخورد کلامی داده شد. در ابتدا و انتهای هر جلسه تمرینی، گرم کردن و سرد کردن با ۳۵ درصد HR_{max} همراه با کشش انجام شد. همچنین بدنه اصلی تمرین شامل ۳۰ ثانیه دویدن با شدت بالا و ۲ دقیقه دویدن با شدت ۵۰ درصد HR_{max} بود. شدت بالای تمرین در دو هفته اول ۶۰ درصد از HR_{max} ، در هفته‌های ۲ تا ۴ با ۷۰ درصد HR_{max} و در هفته‌های ۵ الی ۱۰ شامل ۸۰ الی ۹۰ درصد HR_{max} بود.



شکل ۱. میانگین تغییر در سطح سرمی کورتیزول (mcg/dL) از پیش‌آزمون به پس‌آزمون برای گروه ورزشی IBD. میله‌های خطا نشان‌دهنده خطاهای استاندارد (SE) است.



شکل ۲. میانگین تغییر در سطح سرمی کورتیزول (mcg/dL) از پیش‌آزمون به پس‌آزمون برای گروه کنترل IBD. میله‌های خطا نشان‌دهنده خطاهای استاندارد (SE) است.

که فعالیت بدنی هوازی منظم می‌تواند نشانه‌های التهابی بیماران را کاهش داده و اثربخشی آموزش دوره‌ای را در بیماران IBD بهبود بخشد. با این حال، در مورد تأثیرات مفید پروتکل‌های مختلف ورزشی بر فاکتورهای ایمنی اختلاف نظر وجود دارد (۱۷، ۱۸). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که تمرین شدید در مدت زمان کوتاه‌تر می‌تواند همان تأثیرات هوازی را داشته باشد (۱۱).

سوری و همکاران (۱۹) نشان دادند که ۱۲ هفته آموزش مداوم می‌تواند کورتیزول سرم را در مردان چاق کاهش دهد که با مطالعه حاضر مطابقت داشت. به نظر می‌رسد که کاهش کورتیزول می‌تواند نقش موثری در کاهش وضعیت کاتابولیسم در بدن داشته و باعث ایجاد سازگاری‌های

در مطالعه حاضر، هدف ما ارزیابی سطح سرمی کورتیزول بیماران مبتلا به IBD پس از ۱۰ هفته HIIT است. بر اساس نتایج حاصل، ۱۰ هفته تمرینات HIIT کاهش قابل توجهی در سطح سرمی کورتیزول در بیماران UC نشان داد. تعدادی از مطالعات نشان می‌دهد که ورزش و فعالیت بدنی می‌تواند کیفیت زندگی را افزایش داده و علائم بیماران مبتلا به UC را کاهش دهد (۱۶). در تحقیقات قبلی همچنین از ورزش منظم به عنوان عامل مهمی در تقویت سیستم ایمنی بدن و کاهش التهاب در بیماران IBD یاد شده است (۳). همسو با مطالعه ما، لگرت و همکاران (۹) نشان دادند که ورزش طولانی مدت با شدت متوسط می‌تواند سطح کورتیزول را در کودکان مبتلا به IBD کاهش دهد. فرض بر این است

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مالی (شماره پروژه RIGLD 1091) مرکز تحقیقات بیماری‌های منتقله از آب و غذا، پژوهشکده بیماری‌های گوارش و کبد، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران انجام شد. نویسندگان همچنین از همه اعضای مرکز تحقیقات بیماری‌های منتقله از آب و غذا، پژوهشکده بیماری‌های گوارش و کبد، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی برای کمک و پشتیبانی در این مطالعه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان اظهار داشتند که هیچ گونه تضاد منافعی که می‌تواند بر نتایج گزارش شده در این مطالعه تأثیر بگذارد وجود ندارد.

منابع

1. Heidarian F, Alebouyeh M, Shahrokh S, Balaii H, Zali MRJ. Critm. Altered fecal bacterial composition correlates with disease activity in inflammatory bowel disease and the extent of IL8 induction. 2019;67(2):41-50.
2. Alatab S, Sepanlou SG, Ikuta K, Vahedi H, Bisignano C, Safiri S, et al. The global, regional, and national burden of inflammatory bowel disease in 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. 2020;5(1):17-30.
3. Engels M, Cross RK, Long MDJC, gastroenterology e. Exercise in patients with inflammatory bowel diseases: current perspectives. 2018;11:1.
4. Salice M, Rizzello F, Calabrese C, Calandrini L, Gionchetti PJ. Erog, hepatology. A current overview of corticosteroid use in active ulcerative colitis. 2019;13(6):557-61.
5. De Sousa RAL, Improta-Caria AC, Aras-Júnior R, de Oliveira EM, Soci ÚPR, Cassilhas RCJNS. Physical exercise effects on the brain during COVID-19 pandemic: links between mental and cardiovascular health. 2021;1-10.
6. Weston KS, Wisløff U, Coombes JSJB. Jsm. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. 2014;48(16):1227-34.
7. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJJC. Ca. Effect of exercise training on chronic inflammation. 2010;411(11-12):785-93.
8. Jones PD, Kappelman MD, Martin CF, Chen W, Sandler RS, Long MDJ. Ibd. Exercise decreases risk of future active disease in patients with inflammatory bowel disease in remission. 2015;21(5):1063-71.
9. Legeret C, Mählmann L, Gerber M, Kalak N, Köhler H, Holsboer-Trachsler E, et al. Favorable impact of long-term exercise on disease symptoms in pediatric patients with inflammatory bowel disease. 2019;19(1):1-8.

فیزیولوژیکی، افزایش عملکرد بدنی و همچنین بهبود ترکیب بدن افراد دارای اضافه وزن شود. این امر احتمالاً به دلیل است که تغییرات کورتیزول با توجه به شدت ورزش متفاوت است. تفاوت‌های فردی نیز در پاسخ گلوکوکورتیکوئیدها (افزایش قند خون) به ورزش نقش مهمی دارد، زیرا غلظت کورتیزول به علت شدت بیش از ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی با ورزش افزایش می‌یابد (۲۰). در این راستا، یافته‌های فیلیر و همکاران (۲۱) نشان داد که غلظت کورتیزول در بازیکنان هندبال پس از تمرین به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد، در حالی که در گروه کنترل و شناگران چنین یافته‌ای به دست نیامده است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که نوع ورزش، شدت فعالیت، شرایط همودینامیکی شنا، فشار گرما و وضعیت بدن (ورزش در شرایط افقی و عمودی) می‌تواند بر غلظت سرمی کورتیزول تأثیر بگذارد (۲۱).

علاوه بر این، ترشح کورتیزول تحت تأثیر تحریک محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال (HPA) است. این تحریک ناشی از تغییر در حجم پلاسمای بدن در نتیجه ورزش شدید بیش از ۷۵٪ از حداکثر اکسیژن مصرفی است که منجر به کم آبی بدن و تغییر در الکترولیتهای ورزشکار و همچنین رطوبت نسبی و تغییرات دمای محیط می‌شود (۲۲،۲۳). تانسکاتن و همکاران (۲۴)، کاهش غلظت کورتیزول را طی چهار هفته و افزایش غلظت کورتیزول را در طی هشت تمرین با شدت حداکثر گزارش دادند. به طور کلی، توسعه پاسخ کورتیزول به ورزش به عوامل مختلفی از جمله درگیری توده عضلانی بزرگ، شدت و حجم ورزش بستگی دارد. با این حال، در تفسیر نتایج از عواملی مانند نوع ورزش، شدت، مدت، تغییر در متابولیتها، شرایط محیطی و توده عضلانی نباید غافل شد (۲۴). علاوه بر این، در مورد تأثیر برنامه HIIT بر کورتیزول سرم، همراه با مطالعه ما ولاسکو-اورجئولا و همکاران (۲۵) نشان دادند که آموزش دوره‌ای می‌تواند به‌طور قابل توجهی سطح کورتیزول را کاهش دهد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان می‌دهد که تمرینات HIIT منظم ۱۰ هفته‌ای برای کاهش سطح کورتیزول سرم در بیماران IBD موثر است. همچنین هیچ علامتی از فعال شدن بیماری در گروه ورزشی مشاهده نشد. نتایج ما همچنین نشان می‌دهد که ورزش تحت نظارت در بزرگسالان مبتلا به UC خفیف تا متوسط می‌تواند تأثیر مفیدی در کاهش علائم IBD داشته باشد. علاوه بر این، از آنجا که استرس یکی از عوامل تشدیدکننده IBD است، کاهش سطح کورتیزول به عنوان یکی از مهمترین شاخصهای استرس احتمالاً می‌تواند شدت بیماری را بهبود بخشد. در مجموع، تمرینات منظم و هفتگی با فاصله زمانی (حداقل ۳ جلسه در هفته و ۴۵ دقیقه در هر جلسه) ممکن است سیستم ایمنی بیماران مبتلا به IBD را تقویت کند. با این حال، اثرات ورزش در بیماران IBD کمتر مورد توجه قرار گرفته و نیازمند مطالعه بیماران بیشتر در یک گروه مطالعاتی بزرگتر است.

10. Tew GA, Carpenter R, Seed M, Anderson S, Langmead L, Fairhurst C, et al. Feasibility of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in adults with inactive or mildly active Crohn's disease: study protocol for a randomised controlled trial. 2017;3(1):1-9.
11. Tew GA, Leighton D, Carpenter R, Anderson S, Langmead L, Ramage J, et al. High-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in adults with Crohn's disease: a pilot randomised controlled trial. 2019;19(1):1-11.
12. Chang JT. Pathophysiology of Inflammatory Bowel Diseases. *New England Journal of Medicine*. 2020;383(27):2652-64.
13. Bilski J, Brzozowski B, Mazur-Bialy A, Sliwowski Z, Brzozowski T. The role of physical exercise in inflammatory bowel disease. *Biomed Res Int*. 2014;2014:429031-.
14. Straub RH, Vogl D, Gross V, Lang B, Schölmerich J, Andus T. Association of humoral markers of inflammation and dehydroepiandrosterone sulfate or cortisol serum levels in patients with chronic inflammatory bowel disease. *The American journal of gastroenterology*. 1998;93(11):2197-202.
15. Sun Y, Li L, Xie R, Wang B, Jiang K, Cao H. Stress Triggers Flare of Inflammatory Bowel Disease in Children and Adults. *Frontiers in Pediatrics*. 2019;7(432).
16. Rozich JJ, Holmer A, Singh SJAJoG. Effect of Lifestyle Factors on Outcomes in Patients With Inflammatory Bowel Diseases. 2020;115(6):832-40.
17. Beserra AHN, Kameda P, Deslandes AC, Schuch FB, Laks J, Moraes HS. Can physical exercise modulate cortisol level in subjects with depression? A systematic review and meta-analysis. *Trends in psychiatry and psychotherapy*. 2018;40(4):360-8.
18. Moreira A, Kekkonen R, Delgado L, Fonseca J, Korpela R, Haahtela TJEjocn. Nutritional modulation of exercise-induced immunodepression in athletes: a systematic review and meta-analysis. 2007;61(4):443-60.
19. Soori R, Mahmoudi F, Ramezankhani A, Ranjbar KJRM. Effect of twelve weeks endurance training on appetite regulating hormones and cortisol in obese men. 2017;41(1):37-44.
20. Kakooei H, Zamanian Ardakani Z, Karimian M, Aytollahi TJAd. Twenty four hours circadian cortisol profile in shift work nurses. 2009;14(1):47-56.
21. Filaire E, Duché P, Lac G, Robert AJEjoap, physiology o. Saliva cortisol, physical exercise and training: influences of swimming and handball on cortisol concentrations in women. 1996;74(3):274-8.
22. Costello JT, Rendell RA, Furber M, Massey HC, Tipton MJ, Young JS, et al. Effects of acute or chronic heat exposure, exercise and dehydration on plasma cortisol, IL-6 and CRP levels in trained males. 2018;110:277-83.
23. Gleeson MJEir. Mucosal immune responses and risk of respiratory illness in elite athletes. 2000;6:5-42.
24. Tanskanen MM, Kyröläinen H, Uusitalo AL, Huovinen J, Nissilä J, Kinnunen H, et al. Serum Sex Hormone-Binding Globulin and Cortisol Concentrations are associated with Overreaching during strenuous military training. 2011;25(3):787-97.
25. Velasco-Orjuela GP, Domínguez-Sánchez MA, Hernández E, Correa-Bautista JE, Triana-Reina HR, García-Hermoso A, et al. Acute effects of high-intensity interval, resistance or combined exercise protocols on testosterone-cortisol responses in inactive overweight individuals. 2018;194:401-9.