ORIGINAL ARTICLE

Protective Effect of Exercise on Liver Oxidative Stress, Inflammation and Histopathological Changes after Morphine Withdrawal in Rats

Ebrahim Abbasi[1],
Iraj Salehi[2],
Ebrahim Zarin Kalam[3],
Kamal Ranjbar[4],
Fatemeh Mirzaei[5],
Alireza Komaki[2],
Sara Soleimani Asl[2]

[1] Associate Professor, Department of Biochemistry, School of Medicine, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[2] Professor, Neurophysiology Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Sports Physiology, Islamic Azad University, Hamadan Branch, Hamadan, Iran
[4] Assistant Professor, Department of Sports Physiology, Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, Bandar Abbas, Iran
[5] Assistant Professor, Neurophysiology Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran

(Received February 28 2021 ; Accepted February 9, 2022)

Abstract

Background and purpose: The harmful effects of morphine on the liver after withdrawal syndrome are unclear. In this experiment, we investigated the effects of exercise on oxidative stress, liver inflammation, liver enzymes, and liver histology after morphine withdrawal in rats.

Materials and methods: In this experimental study, male Wistar rats (n=30) were randomly divided into five groups: control, withdrawal syndrome (addicted), withdrawal syndrome+endurance training, withdrawal syndrome+resistance training, withdrawal syndrome+concurrent training. The experimental groups received morphine for 28 days, and after withdrawal, training interventions were done for 10 weeks. At the end of the study, the rats were sacrificed and liver was removed. Antioxidant activity was measured and histopathological evaluation of liver was done. Also, the TNF-α levels were determined.

Results: Compared with control rats, the levels of total antioxidant capacity (TAC), and the activities of glutathione and superoxide dismutase (SOD) significantly decreased in morphine withdrawal group ($P<0.05$), while malondialdehyde (MDA) concentration, total oxidant capacity (TOS), and TNFα significantly increased in this group ($P<0.05$). However, training interventions reduced the concentration of MDA, TOS activity, and TNF-α and increased TAC, SOD, and glutathione. Histological analysis indicated major changes in addict group, while training alleviated these changes.

Conclusion: Morphine is used as analgesic in patients, but this study showed that it has harmful effects on liver function and histology.

Keywords: morphine, liver, oxidative stress, exercise

J Mazandaran Univ Med Sci 2022; 32 (207): 26-37 (Persian).

* **Corresponding Author: Fatemeh Mirzaei** - Neurophysiology Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran. (E-mail: 7abbasi@gmail.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و دوم شماره 207 فروردین سال 1401 (37-26)

اثر محافظتی ورزش بر استرس اکسیداتیو، التهاب و تغییرات هیستوپاتولوژی کبد پس از سندرم ترک در رت های معتاد به مرفین

ابراهیم عباسی[1]
ایرج صالحی[2]
ابراهیم زرین کلام[3]
کمال رنجبر[4]
فاطمه میرزایی[5]
علیرضا کمکی[2]
سارا سلیمانی اصل[2]

چکیده

سابقه و هدف: اثرات مضر مرفین بر کبد پس از سندرم ترک نامشخص است. از این رو در این آزمایش، تاثیر ورزش بر استرس اکسیداتیو، التهاب کبد، آنزیم‌های کبدی و بافت‌شناسی کبد پس از سندرم ترک در رت‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تجربی، 30 سر رت نر نژاد ویستار بطور تصادفی به 5 گروه شامل کنترل، سندرم ترک، سندرم ترک همراه با ورزش استقامتی، ورزش مقاومتی و ورزش همزمان تقسیم شدند. گروه معتاد، مرفین را به مدت 28 روز دریافت کردند و بعد از ترک آن انواع مختلف ورزش برای 10 هفته انجام شد. در پایان مطالعه، رت ها کشته شدند و کبد جدا شد و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اندازه گیری شد. هیستوپاتولوژی کبد نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین سطح فاکتور نکروز توموری آلفا (TNFα) اندازه گیری شد.

یافته‌ها: در گروه سندرم ترک مرفین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام(TAC)، گلوتاتیون، و فعالیت سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در مقایسه با گروه کنترل معنی‌داری کاهش یافت (P<0/05)، درحالی‌که غلظت مالون دی‌آلدئید (MDA)، ظرفیت اکسیداسیون تام (TOS) و TNF-α در رت‌های معتاد در مقایسه با کنترل افزایش چشمگیری داشت(P<0/05). با این حال، استفاده از انواع مختلف تمرین باعث کاهش غلظت MDA، TOS و TNF-α و همچنین افزایش TAC، SOD و گلوتاتیون شد. تجزیه و تحلیل‌های بافت‌شناسی نشان‌دهنده آسیب کبدی شدید در گروه سندرم ترک بود، در حالی که ورزش سبب بهبود این تغییرات شد.

استنتاج: اگرچه از مرفین به‌عنوان ضد درد در بیماران استفاده می‌شود، اما این مطالعه نشان داد که مصرف مرفین اثر مضری بر عملکرد و بافت‌شناسی کبد دارد.

واژه های کلیدی: مرفین، کبد، استرس اکسیداتیو، ورزش

مقدمه

در حال حاضر اعتیاد به مواد مخدر گسترش جهانی داشته و زیان‌های جدی و خطرناکی برای فرد و خانواده او به همراه دارد(1). از طرف دیگر می‌تواند سبب آسیب جسمی مانند افزایش ریسک ابتلا به بیماری‌های عفونی

مولف مسئول: فاطمه میرزایی - همدان: دانشگاه علوم پزشکی همدان، مرکز تحقیقات فیزیولوژی اعصاب E-mail: fmirzaei90@yahoo.com
1. دانشیار، گروه بیوشیمی بالینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
2. استاد، مرکز تحقیقات فیزیولوژی اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
3. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد همدان، همدان، ایران
4. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس، بندرعباس، ایران
5. استادیار، مرکز تحقیقات فیزیولوژی اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
تاریخ دریافت : 1399/12/10 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات :1399/12/25 تاریخ تصویب :1400/11/20

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

و واگیر دار مانند هپاتیت، ایدز، سل و ضعف سیستم ایمنی را بدنبال داشته باشد(2). برخی از افراد در کشورهای آسیایی اعتقاد دارند که تریاک می‌تواند در درمان بسیاری از بیماری‌ها مفید باشد که همین امر، باعث بالا بودن میزان اعتیاد در این نواحی شده است. مشخص شده است که تریاک حاوی 20-5 درصد آب، حدود 20 درصد کربوهیدرات، اسید لاکتیک، اسید مکونیک و اسید سولفوریک می‌باشد. آلکالوئیدهای عمده تریاک شامل مرفین (غلظت 10 درصد)، نوسکاپین (غلظت 6 درصد)، کدئین (غلظت 5 درصد) و تبائین (غلظت 2 درصد) و پاپاورین (غلظت 1 درصد) می‌باشد. اکثر آلکالوئیدهای تریاک دارای کاربرد بالینی می‌باشد(3). به علت دشوار بودن سنتز آزمایشگاهی مرفین، تریاک منبع اولیه و اصلی در تهیه آن است و آثار فارماکولوژیک تریاک ناشی از محتوای مرفینی آن می‌باشد. مرفین یکی از داروهای ضد درد می‌باشد که برای تسکین دردهای شدید استفاده می‌شود. این ترکیب به‌طور گسترده در تمام نقاط دنیا استفاده می‌شود. مرفین در کبد متابولیزه شده و از طریق کلیه دفع می‌گردد. لذا کبد بافت مهمی در متابولیزه کردن مرفین می‌باشد(4). مطالعات نشان داده‌اند که مرفین باعث آسیب در بافت‌های کبد، ریه، دستگاه گوارش و کلیه می‌شود. افزایش آنزیم‌های کبدی از جمله آسپارتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز و الکالین فسفاتاز و همچنین افزایش اوره و کراتینین در حیوانات آزمایشگاهی پس از دریافت مرفین گزارش شده است(5). از طرف دیگر افزایش استرس اکسیداتیو در بافت‌های مختلف از تاثیر نامطلوب فیزیولوژیکی مرفین می‌باشد. بررسی‌های به‌عمل آمده نشان می‌دهد که تجویز مرفین سبب افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و کاهش سطح گلوتاتیون می‌گردد(6). مکانیسم دقیق وابستگی به مرفین و سندرم قطع مصرف هنوز به درستی مشخص نشده است، اما ممکن است در هنگام قطع مصرف مرفین (Withdrawal)، توازن در عملکرد برخی از مسیرهای عصبی برهم بخورد و همچنین ممکن است آثار بافتی باقی مانده باشد که نیازمند درمان باشد. نشان داده شده است که اعتیاد به مرفین یا تریاک سبب افزایش استرس اکسیداتیو می‌گردد(7). مرفین می‌تواند گیرنده‌های اپیوئیدی را فعال کند و سبب تولید رادیکال‌های آزاد، از جمله گونه‌های فعال اکسیژن یا نیتروژن شود(8). ازطرف دیگر مرفین قادر است باعث کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدان در بدن شود. گزارش شده است که سطح گلوتامات و میزان مالون دی‌آلدئید (MDA) به تدریج در مغز موش‌های تحت درمان با مرفین افزایش می‌یابد. همچنین میزان گلوتاتیون(GSH) و فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز(GSH-Px) در مغز موش‌های دریافت کننده مرفین کاهش می‌یابد(9). از طرف دیگر مرفین می‌تواند با فعال‌کردن مسیر التهابی TLR4 (Toll-like receptor 4) و در نهایت افزایش سطح فاکتور نکروز توموری آلفا (TNFα) در بافت سبب التهاب گردد(10).

نشان داده شده است که ورزش نقش مهمی در فارماکوکینتیک داروها ایفا می‌کند. ورزش سبب افزایش گردش خون در بافت‌ها شده و دفع مواد از راه کلیه را افزایش می‌دهد. ورزش همچنین باعث‌کاهش ترکیبات استرس اکسیداتیو در بافت‌های مختلف از جمله کبد می‌گردد(11). گزارش شده است‌که ورزش موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و افزایش توان دفاعی می‌گردد(12). ازطرف دیگر ورزش می‌تواند میزان برخی از واسطه‌های شیمیایی عصبی که به علت اعتیاد به مواد کاهش یافته است را جبران کند. بالا رفتن واسطه‌های شیمیایی از جمله اندورفین‌ها در طی ورزش منجر به تغییر در خلق و خوی و میزان حساسیت فرد به درد می‌گردد. افزایش اندورفین‌ها در ورزش باعث ایجاد نشاط و کاهش علایم وابستگی به مرفین می‌گردد. نقش درمانی ورزش در بیماران مختلف از جمله پرفشاری خون، افسردگی، دیابت و اعتیاد گزارش شده است. صالحی و همکاران اثر تمرینات ورزشی مختلف را در رت‌های معتاد به مرفین بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که ورزش سبب بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی در روده می‌شود(13). با این حال اثر ورزش بر کبد حیوانات معتاد به مرفین، که

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

محل متابولیسم مرفین شناخته می‌شود، مشخص نیست(14). لذا هدف از این مطالعه بررسی اثر وابستگی طولانی مدت به مرفین بر استرس اکسیداتیو کبد و همچنین مطالعه تاثیر سه روش تمرینی مختلف بر میزان این تغییرات در رت‌های معتاد به مرفین در زمان سندرم ترک بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر یک مطالعه تجربی بود که در دانشگاه علوم پزشکی همدان انجام شد. در این تحقیق رت‌های نر نژاد ویستار (30 سر) با وزن تقریبی 200 تا 225 گرم از خانه حیوانات دانشگاه علوم پزشکی دانشگاه همدان تهیه و سپس در یک اتاق مخصوص در دمای 2±22 درجه سانتی‌گراد و شرایط 12 ساعت روشنایی و 12 ساعت تاریکی نگهداری شدند(15). رت‌ها دسترسی آزاد به آب و غذا داشتند و به‌طور تصادفی در 5 گروه (هر گروه 6 سر) تقسیم شده‌اند: 1-گروه کنترل سالم، 2-گروه معتاد: رت‌های معتاد به مرفین، 3- گروه معتاد + تمرینات استقامتی: رت‌های معتادی که به مدت 10 هفته تمرینات دویدن روی تردمیل انجام شد، 4- گروه معتاد + تمرینات مقاومتی: این گروه به مدت 10 هفته بالا رفتن از نردبان با وزنه‌های متصل به دم را تمرین کردند، 5-گروه معتاد + تمرینات همزمان (کانکارنت): این گروه به مدت 10 هفته تمرینات همزمان هوازی و قدرتی را در هر جلسه تمرین کردند. تمام روش‌های این تحقیق تحت نظارت کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان (کد اخلاق: IR.UMSHA.REC.1395.240). انجام شد

نحوه ایجاد اعتیاد حیوانات

از روش خوراکی برای ایجاد وابستگی به مرفین استفاده شد. مرفین با غلظت‌های متوالی 0/1mg/ml، 0/2، 0/3 به‌مدت 48 ساعت، سپس 0/4mg/ml در طی روزهای بعدی، در آب آشامیدنی حیوان ریخته شد. به علت طعم تلخ مرفین، سولفات ساکاروز با غلظت 3 درصد به آب آشامیدنی رت‌ها اضافه گردید. ظروف حاوی آب و مرفین توسط ورق‌های نازک آلومینیومی پوشانده شد تا از تجزیه مرفین توسط نور جلوگیری شود(16). با این روش، رت‌ها پس از شروع تجویز مرفین، معتاد می‌گردند. برای اطمینان از ایجاد وابستگی به مرفین در حیوانات، به یک تا دو سر از رت معتاد در هر گروه به‌صورت زیر جلدی داروی نالوکسان (3mg/kg، داخل صفاقی) تزریق شد. علایم ترک شامل اسهال، حرکت سر، لرزش بدن، بهم خوردن دندان‌ها، پایین افتادن پلک‌ها و لرزش پنجه می‌باشد. پس از تزریق نالوکسان رت‌ها به عنوان حیوانات معتاد در نظر گرفته شدند و سپس به‌صورت تصادفی به گروه‌های مختلف تقسیم شدند(17).

تمرینات ورزشی

تمرین استقامتی: رت‌ها به مدت 10 هفته و هر هفته 5 روز تمرین داشتند. کل دوره تمرین به 2 مرحله اضافه‌بار، حفظ و تثبیت شدت کار تقسیم شد. در هفته اول حیوانات هر روز به مدت 10دقیقه با سرعت 17متر در دقیقه روی نوارگردان دویدند. به تدریج در طول هفته دوم تا هفته ششم، زمان فعالیت به مدت 10 دقیقه افزایش یافت تا در نهایت به یک ساعت در هر جلسه رسید. درهفته هفتم تا دهم (مرحله تثبیت مدت) رت‌هابه مدت یک ساعت با سرعت 30 متر بر دقیقه که تقریبا معادل VO2max 90 درصد می‌باشد روی نوارگردان ورزش کردند در این مرحله شیب تردمیل 10 درجه بود(13).

تمرینات قدرتی: ابتدا حیوانات سه روز به‌مدت 15 دقیقه در دستگاه نردبان36 پله‌ای بدون وزنه برای آشنا شدن با دستگاه و کاهش استرس قرار تمرین کردند. سپس پروتکل منظم ورزش که 10 هفته، 5 روز در هفته با 3 ست 4تایی با 3 دقیقه استراحت بین ست‌ها و 15 ثانیه بین تکرارها انجام شد. در سه هفته اول حیوانات موردنظر با وزنه ۶۰، ۴۰، ۲۰ درصد وزن بدن و در سه هفته دوم با وزنه ۱۲۰، ۱۰۰، ۸۰ درصد وزن بدن و در نهایت در چهار هفته آخر با وزنه ۱۶۰، ۱۴۰، 180 و 180 درصد وزن بدن تمرین کردند(13).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

تمرینات همزمان: تمرینات همزمان نیز به مدت 10 هفته انجام شد که موازی با تمرینات هوازی و قدرتی در هر جلسه نصف زمان تمرینات قدرتی و نصف دیگر تمرینات هوازی انجام شد. تمرینات همزمان 5 روز در هفته و به طور متناوب یک بار تمرینات قدرتی و روز بعد ابتدا تمرینات هوازی انجام شد(13).

در پایان مطالعه رت‌ها با تزریق داخل صفاقی کتامین و زایلازین بیهوش شدند. بافت کبد رت‌ها (6 رت در هر گروه) جدا شده و پس از شستشو ابتدا در نیتروژن مایع فریز شد و سپس در80- درجه سانتی‌گراد جهت اندازه‌گیری فاکتورهای استرس اکسیداتیو نگه‌داری شدند.

شاخص‌های آنتی اکسیدانی و التهابی

این شاخص‌ها شامل مالون دی آلدئید (MDA)، وضعیت اکسیدانی تام (TOS)، آنتی‌اکسیدانی تام (TAC)، گلوتاتیون، سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و میزان فاکتور نکروز توموری آلفا (TNFα) به شرح زیر اندازه‌گیری شد(18).

میزان پراکسیداسیون لیپیدی (MDA) به روش تیوباربیتوریک اسید اندازه‌گیری شد. بدین صورت که محلول رویی بافت هموژن شده کبد برای سنجش استفاده شد. به 50 میکرولیتر مخلوط هموژن حاصله 4 میلی‌لیتر آب مقطر و 1 میلی‌لیتر معرف تیوباربیتوریک اسید اضافه و مخلوط واکنش به مدت 45 دقیقه در حمام آب جوش حرارت داده شد. بعد از خنک شدن به مخلوط فوق، 5 میلی‌لیتر n-بوتانول اضافه شده و به خوبی تکان داده شد. سپس با سانتریفوژ، فاز رنگی بوتانولی جداسازی شده و با فلوریمتری در طول موج تحریکی 515 نانومتر و طول موج نشری 553 نانومتر شدت فلورسانس اندازه‌گیری گردید. از تترا اتوکسی پروپان به عنوان استاندارد استفاده شد(19).

وضعیت اکسیدانی تام در کبد بوسیله اکسید شدن آهن فروس به فریک در نمونه‌های دارای اسیدیته متوسط و اندازه‌گیری فریک به‌وسیله گزیلنول اورنج مشخص می‌گردد. در این روش50 میکرولیتر نمونه را با 95 میکرولیتر معرف ورتکس شد و سپس آن را به مدت 30 دقیقه در دمای اتاق انکوبه شد. جذب نمونه پس ازسانتریفوژ در طول موج 560 نانومتر قرائت شد. در این روش از اسیدسولفوریک 25 میلی‌مولار، گزیلیل اورنژ 150 میکرومولار و سوربیتول 100 میلی‌مولار برای تهیه معرف استفاده شد. از H_2O_2 به عنوان استاندارد استفاده گردید(20).

میزان خاصیت آنتی‌اکسیدانی تام در کبد اندازگیری به‌روش دستی FRAP(Ferric Reducing/Antioxidant Power) صورت گرفت. در این روش ترکیبات آنتی‌اکسیدان در pH پایین سبب احیای کمپلکس فریک به به فرم فروس می‌شود. محصول بدست آمده در طول موج 593 نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان TNFα به روش الایزا با استفاده از کیت شرکت BioLegend (Cat: 438204) آمریکا اندازه‌گیری شد(21).

اندازه‌گیری گلوتاتیون، سوپراکسید دیسموتاز (SOD)

میزان گلوتاتیون (Cat.No.ZB-SOD-96A) و SOD (Cat.No.ZB-SOD-96A) با استفاده از کیت شرکت زل‌بیو آلمان (ZellBio,GmbH, Germany) اندازه‌گیری شد.

مطالعات بافت شناسی کبد

جهت انجام مطالعه تغییرات بافتی، کبد حیوانات موجود در هر گروه بلافاصله جدا شده (4 سر از هر گروه) و سپس در فرمالین10 درصد به مدت حداقل 24 ساعت فیکس شدند. در مرحله بعد مقاطع پارافین تهیه و در یک میکروتوم چرخشی به برش‌هایی با ضخامت 5 میکرومتر تهیه شد و به‌وسیله هماتوکسیلین-ائوزین رنگ‌آمیزی شده. تغییرات پاتولوژیک بر اساس تغییرات ساختمانی و تغییرات سلولی توسط میکروسکوپ نوری بررسی گردید(22).

تجزیه و تحلیل داده ها

آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 20 انجام و نتایج بر حسب Mean±SEM گزارش شد. برای

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

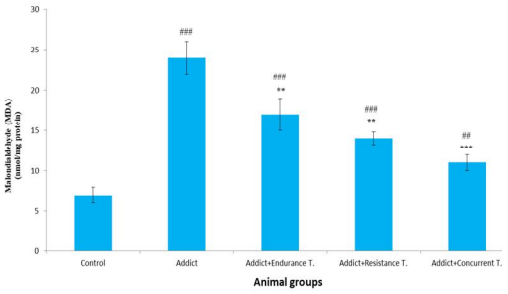
تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه بین گروه‌های مختلف از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه (ANOVA) و در صورت معنی‌دار شدن از آزمون تعقیبی Tukey استفاده شد.

یافته ها

سطح MDA در گروه سندرم ترک به میزان قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با گروه کنترل افزایش یافت (P<0/001). در حالی که تمرینات ورزشی میزان MDA را در سندرم ترک همراه در مقایسه با گروه سندرم ترک درمان نشده به مقدار قابل ملاحظه‌ای کاهش داد (P<0/001). گروه سندرم ترک با تمرینات استقامتی (P<0/01)، مقاومتی (P<0/01) و ترکیبی (P<0/001) سبب کاهش قابل ملاحظه سطح MDA در مقایسه با گروه سندرم ترک درمان نشده گردید (نمودار شماره 1).

کاهش قابل ملاحظه‌ای در میزان TAC در گروه سندرم ترک در مقایسه با گروه کنترل دیده شد (P<0/001). در حالی که در گروه سندرم ترک همراه با ورزش استقامتی (P<0/05)، مقاومتی (P<0/05) و ترکیبی (P<0/01) افزایش معنی‌داری در میزان TAC در مقایسه با گروه سندرم ترک درمان نشده دیده شد. میزان تغییر در گروه ترکیبی بیش‌تر از بقیه گروه‌ها بود (نمودار شماره 2).

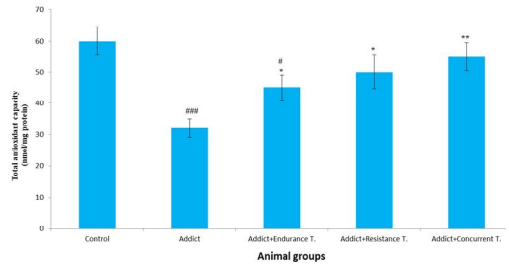
نتایج آماری ANOVA نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری میزان TOS در گروه‌های مختلف تحت درمان می‌باشد (P<0/001). میزان اکسیدان تام در گروه سندرم ترک در مقایسه با گروه کنترل افزایش قابل ملاحظه ای داشت (P<0/001). درحالی‌که در گروه سندرم ترک همراه با ورزش استقامتی (P<0/05)، مقاومتی (P<0/01) و ترکیبی (P<0/01) کاهش معنی‌داری در میزان TOS در مقایسه با گروه سندرم ترک درمان نشده دیده شد (نمودار شماره 3).



نمودار شماره 1: میزان MDA در گروه‌های مختلف درمانی

داده‌ها به‌صورت Mean±SD نشان داده شده‌اند.

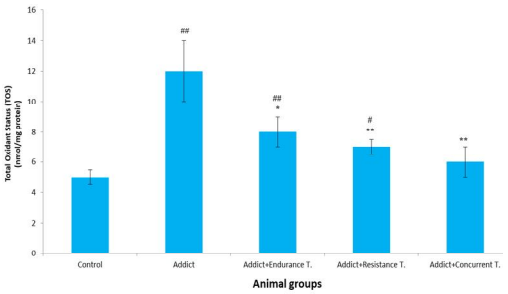
معنی‌داری به‌صورت P<0/05* و P<0/01** و P<0/001 *** در مقایسه با گروه معتاد درمان نشده و P<0/001### در مقایسه با گروه کنترل سالم نمایش داده شده است. T: Training



نمودار شماره 2: میزان آنتی‌اکسیدان تام در گروه‌های مختلف درمانی

داده‌ها به‌صورت Mean±SD نشان داده شده اند.

معنی‌داری به‌صورت P<0/05* و P<0/01** و P<0/001 *** در مقایسه با گروه معتاد درمان نشده و P<0/001### در مقایسه با گروه کنترل سالم نمایش داده شده است. T: Training



نمودار شماره 3: میزان اکسیدان تام در گروه‌های مختلف درمانی

داده‌ها به‌صورت Mean±SD نشان داده شده‌اند.

معنی‌داری به‌صورت P<0/05* و P<0/01** و P<0/001 *** در مقایسه با گروه معتاد درمان نشده و P<0/001### در مقایسه با گروه کنترل سالم نمایش داده شده است. T: Training

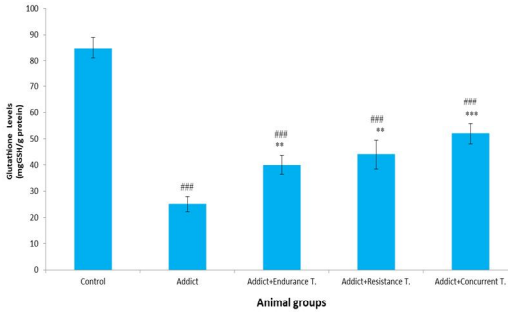
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

میزان گلوتاتیون در گروه معتاد در مقایسه با گروه کنترل افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان داد (P<0/01). در گروه معتاد همراه با ورزش در مقایسه با گروه معتاد درمان نشده افزایش معنی‌داری (P<0/01) در میزان گلوتاتیون دیده شد. در گروه سندرم ترک همراه با ورزش استقامتی (P<0/01)، مقاومتی (P<0/01) و ترکیبی (P<0/01) افزایش معنی‌داری در میزان گلوتاتیون در مقایسه با گروه سندرم ترک درمان نشده دیده شد (نمودار شماره 4).

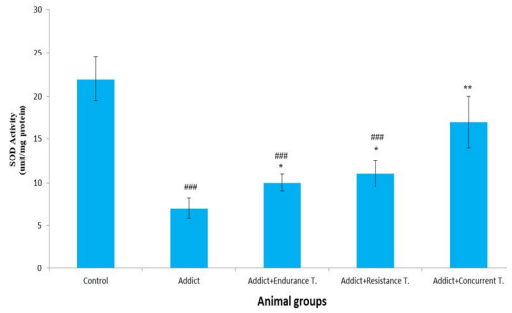
میزان فعالیت آنزیمSOD درگروه معتاد درمقایسه با گروه‌کنترل‌کاهش قابل ملاحظه‌ای را نشان داد(P<0/01). در گروه معتاد همراه با ورزش در مقایسه با گروه معتاد درمان نشده افزایش معنی‌داری (P<0/01) در میزان میزان فعالیت آنزیم SOD دیده شد. در گروه سندرم ترک همراه با ورزش استقامتی (P<0/01)، مقاومتی (P<0/01) و ترکیبی (P<0/001) افزایش معنی‌داری در میزان فعالیت آنزیم SOD در مقایسه با گروه سندرم ترک درمان نشده دیده شد (نمودار شماره 5).

میزان TNF-α نیز در در گروه معتاد در مقایسه با گروه کنترل افزایش داشت (P<0/001). در گروه معتاد همراه با ورزش در مقایسه با گروه معتاد درمان نشده کاهش معنی داری در میزان TNF-α دیده شد. در گروه سندرم ترک همراه با ورزش استقامتی (P<0/01)، مقاومتی(P<0/01) وترکیبی(P<0/001) کاهش معنی‌داری در میزان TNF-α در مقایسه با گروه سندرم ترک درمان نشده دیده شد(نمودار شماره 6).

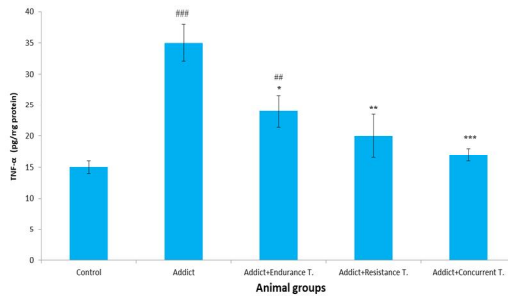
در بررسی‌های بافت شناسی ارتشاح سلول‌های لنفاوی در گروه‌های کنترل و معتاد + ورزش دیده نشد، اما در گروه معتاد درمان نشده به میزان خفیف دیده شد. در گروه معتاد + ورزش استقامتی، مقاومتی و همزمان بهبودی حاصل شد. بی‌نظمی سینوزوئیدها و تغییر سایز ورید مرکزی به‌طور واضح در گروه معتاد دیده شد. اما در گروه معتاد + ورزش استقامتی، مقاومتی و همزمان بهبودی حاصل شد. از دیگر تغییرات بافتی در گروه



نمودار شماره 4: میزان گلوتاتیون در گروه های مختلف درمانی داده‌ها به‌صورت Mean±SD نشان داده شده‌اند.
معنی‌داری به‌صورت P<0/05* و P<0/01** و P<0/001 *** در مقایسه با گروه معتاد درمان نشده و P<0/001### در مقایسه با گروه کنترل سالم نمایش داده شده است. T: Training



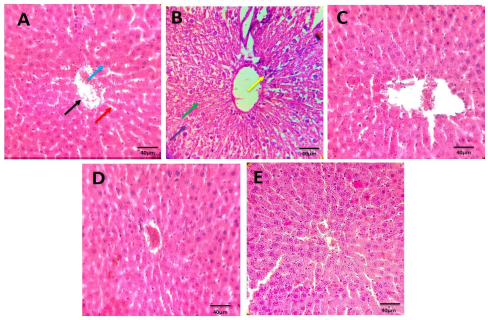
نمودار شماره 5: میزان SOD در گروه های مختلف درمانی داده‌ها به‌صورت Mean±SD نشان داده شده‌اند.
معنی‌داری به‌صورت P<0/05* و P<0/01** و P<0/001 *** در مقایسه با گروه معتاد درمان نشده و P<0/001### در مقایسه با گروه کنترل سالم نمایش داده شده است. T: Training



نمودار شماره 6: میزان TNF-α در گروه های مختلف درمانی داده‌ها به‌صورت Mean±SD نشان داده شده‌اند.
معنی‌داری به‌صورت P<0/05* و P<0/01** و P<0/001 *** در مقایسه با گروه معتاد درمان نشده و P<0/001### در مقایسه با گروه کنترل سالم نمایش داده شده است. T: Training

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

معتاد احتقان وریدی بود که به میزان خفیف مشاهده شد. اما در گروه معتاد + ورزش استقامتی، مقاومتی و همزمان بهبودی حاصل شد. افزایش تعداد سلول‌های کوپفر در گروه تریاک مشاهده شد، اما در گروه معتاد + ورزش استقامتی، مقاومتی و همزمان بهبودی حاصل شد. تغییر آبکی در هر سه گروه معتاد به میزان خفیف دیده شد. اما در گروه معتاد + ورزش استقامتی، مقاومتی و همزمان بهبودی حاصل شد. اما در گروه معتاد + ورزش استقامتی، مقاومتی و همزمان بهبودی حاصل شد. در هیچ کدام از گروه‌ها فیبروز، در هم ریختگی لبولی، استاز صفراوی، چند هسته‌ای شدن، دیسپلازی مشاهده نشد (تصویر شماره 1).



تصویر شماره 1: تغییرات بافت‌شناسی در گروه‌های مختلف درمانی. رنگ‌آمیزی با H&E (بزرگنمایی×400 و اسکیل بار 40µm). تجویز مرفین سبب آسیب بافت کبد در مقایسه با گروه کنترل گردید. در حالی که تمرین‌های ورزشی سبب بهبود اختلالات بافت شناسی شد. A:گروه کنترل سالم ،B: گروه معتاد: رت‌های معتاد به مرفین، C: گروه معتاد+تمرینات استقامتی، D:گروه معتاد + تمرینات مقاومتی، E:گروه معتاد + تمرینات همزمان. فلش سیاه: ورید مرکزی، فلش قرمز: فضای سینوزوئیدی، فلش آبی: سلول کبدی، فلش بنفش: سلول foam، فلش سبز: سلول نکروتیک، فلش زرد: سلول‌های لنفاوی

بحث

در این مطالعه میزان گلوتاتیون و TAC در کبد رت‌های معتاد به‌طور معنی‌داری کاهش داشت، درحالی که غلظت MDA، TOS و TNF-α در رت‌های معتاد در مقایسه با کنترل افزایش قابل ملاحظه‌ای داشت. تمرینات ورزشی باعث کاهش غلظت MDA، TOS و TNF-α و همچنین افزایش TAC و گلوتاتیون شد. افزایش سطح MDA کبدی، که یک مارکر مهم پراکسیداسیون چربی و نشان‌دهنده استرس اکسیداتیو است، در رت‌های معتاد دیده شد. نتیجه پراکسیداسیون لیپیدی در سلول‌های کبدی تولید گونه های فعال اکسیژن است و آسیب‌های بعدی با تجمع MDA ایجاد شده که یک محصول پراکسیداسیون می‌باشد. تجمع رادیکال‌های آزاد به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از طریق اختلال فعالیت آنزیم‌ها، آسیب رساندن به DNA و ایجاد پراکسیداسیون چربی سبب آسیب بافت کبد می‌شود. افزایش سطح MDA کبدی، که به عنوان مارکر پراکسیداسیون چربی شناخته می‌شود، نشان‌دهنده تاثیر مضر اعتیاد به مرفین کبد رت‌های معتاد می‌باشد. نتیجه MDA نقش کلیدی در پاتوژنز بسیاری از اختلالات مانند دیابت، پارکینسون، چاقی، سکته مغزی و آلزایمر و بیماری‌های دستگاه گوارش دارد. مرفین با افزایش پراکسیداسیون چربی و کاهش سیستم آنتی‌اکسیدانی سبب آسیب کبد می‌شود در حالی که تمرینات ورزشی سبب کاهش این مارکر شد. راه‌های موثر و کم هزینه برای جلوگیری از آسیب ناشی از مواد مخدر، می‌تواند نقش مهمی در درمان و جلوگیری از عود ایفا کند. استفاده از داروهای مختلف در سندروم ترک معمولاً اثربخشی کمی دارند و سبب وابستگی فرد به مواد جدید می‌گردد. لذا به نظر می‌رسد ورزش یکی از روش‌های موثر و کم هزینه درمان اعتیاد باشد(23).

نتایج این مطالعه نشان داد که مرفین سبب افزایش میزان رادیکال‌های آزاد می‌شود و لذا سطح آنتی‌اکسیدان‌های بدن کاهش می‌یابد. Abdel-Zaher و همکاران نشان دادند که مرفین سبب کاهش میزان گلوتاتیون (GSH) و کاهش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز (GSH-Px) در مغز موش می‌شود(9). بیان شده است که رادیکال آزاد نقش مهمی در بیماری‌های مختلف دارند. در واقع افزایش رادیکال‌های آزاد و از سوی دیگر کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن که به عنوان استرس

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

اکسیداتیو شناخته می‌شود، سبب آسیب بافت‌های مختلف از جمله کبد می‌شود. بنابراین استرس اکسیداتیو در اثر عدم تعادل میان تولید رادیکال‌های آزاد و مکانیسم های دفاعی آنتی اکسیدانی در بدن بوجود می آید. همان‌طور که ذکر شد در این مطالعه میزان استرس اکسیداتیو در رت های معتاد افزایش داشت که این تغییر می‌تواند سبب تغییرات کبد گردد. تولید گونه‌های فعال اکسیژن نقش مهمی در بیماری‌های دستگاه گوارش که در ارتباط با فلور روده می‌باشد، ایفا می‌کند این بیماری‌ها شامل بیماری التهابی روده، و سرطان روده بزرگ است. افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن با اختلال در باکتری‌های روده همراه است. نشان داده شده است که در طی التهاب، میکروبیوتای روده می‌تواند مستقیماً گونه‌های فعال اکسیژن را تولید کند، که می تواند باعث آسیب DNA در سلول‌های آلوده شود و از طرف دیگر سبب افزایش التهاب در بدن، افزایش ریسک بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت و کبد چرب می‌شود. لذا تغییر در دستگاه گوارش از اهمیت خاصی برخوردار است(24). از آن‌جا که مواد مخدر خوراکی در ارتباط مستقیم با کبد می‌باشد، در نتیجه می‌تواند باعث آسیب این بافت گردد. اعتیاد به مرفین می‌توانند تولید رادیکال‌های آزاد را تحریک کنند و یا سبب کاهش عملکرد گلوتاتیون گردد(25). گزارش شده است که مرفین می‌تواند سبب القاء استرس اکسیداتیو و همچنین افزایش آپوپتوز در ماکروفاژها گردد(26). با این حال افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدان موجب محافظت سلول‌ها در مقابل آثار سمی حاصل از مرفین می‌شود(27). Zhang و همکاران نشان داده‌اند مرفین از طریق تاثیر اکسیداتیو باعث سمیت کبدی می‌شود(28).

در این تحقیق میزان TNF-α در کبد رت‌های معتاد به‌طور معنی‌داری افزایش داشت، در حالی ورزش سبب کاهش این مارکر التهابی گردید. Santos و همکاران نشان دادند که ورزش سبب کاهش التهاب و استرس اکسیداتیو در روده می‌گردد. آن‌ها نشان دادند که 5 بار ورزش در هفته به مدت 8 هفته سبب کاهش فاکتورهای التهابی مانند TNF-α، IL-1β، IL-6 و مارکرهای استرس اکسیداتیو می‌گردد(29). در این تحقیق از سه نوع ورزش استقامتی، مقاومتی و همزمان استفاده شد. که تاثیر ورزش همزمان بیش‌تر بود. همچنین Meng و همکاران نشان دادند که تجویز مرفین در موش باعث تغییر در ترکیب باکتری روده شده و یکپارچگی دستگاه گوارش بهم ریخته و باعث التهاب در روده می‌شود(30). بنابراین مرفین می‌تواند تاثیر مضری بر روی دستگاه گوارش داشته باشد در حالی‌که ورزش می‌تواند سبب بهبود این تغییرات می‌گردد. نتایج بافت شناسی نشان‌دهنده تغییرات عمده در گروه معتاد بود، در حالی‌که ورزش به‌طور قابل توجهی این تغییرات را نرمال‌کرد که این تغییرات در راستای استرس اکسیداتیو بود. در این مطالعه مصرف مرفین سبب آسیب بافت کبد گردید. درحالی‌که ورزش اختلالات بافت‌شناسی را تا حدود زیادی بهبود بخشید. کبد بزرگ‌ترین ارگان بدن می‌بوده که در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک اساسی نظیر هومئوستاز قندها، تولید پروتئین‌های پلاسما، تولید چربی و لیپو پروتئین، تولید و ترشح اسیدهای صفراوی، سم زدایی و همچنین در فعال‌سازی و دفع مرفین نقش دارد(31). بنابراین در اعتیاد به مرفین، این بافت می‌تواند مستقیما تحت تاثیر قرار بگیرد. استفاده طولانی مدت مرفین می‌تواند با برخی از پیامدهای آسیب‌شناختی متعددی از جمله سمیت کبد، اختلال عملکرد کبد، استرس اکسیداتیو و آپوپتوز در ارتباط باشد(32).

مفیدپور و همکاران با بررسی تاثیر مرفین بر ساختار بافت شناسی کبد رت گزارش دادند که نکروز، بهم ریختگی ساختار سلولی، تجمع قطرات چربی، بروز استئاتوز و همچنین التهاب در اطراف عروق و فضای پورت را گزارش دادند(33). در مطالعه Lee و همکاران مورفین باعث تخریب سلول‌های کبدی رت و افزایش آنزیم‌های کبدی شده است(34). همچنین سلحشور و همکاران نیز گزارش دادندکه مصرف مرفین باعث افزایش آنزیم‌های کبدی و آسیب بافت کبد می‌شود(35). همچنین

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

مطالعه نصیرایی مقدم نیز نشان داد که تجویز مرفین سبب هیپرپلازی سلول‌های کوپفر در جنین موش به دنبال تجویز مورفین به مادر می‌شود(36). نتیجه این مطالعه نشان داد که ورزش‌های متفاوت به‌ویژه ورزش ترکیبی میزان گلوتاتیون و TAC در کبد رت‌های معتاد به‌طور معنی‌داری کاهش و غلظت MDA، TOS و TNF-α را افزایش داد. ورزش به طور قابل توجهی تغییرات بافت کبد را نرمال کرد که این تغییرات در راستای استرس اکسیداتیو بود. لذا از ورزش می‌توان به عنوان یک راهکار در درمان سندرم بعد از ترک مرفین معرفی کرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی همدان به جهت تصویب و حمایت مالی از تحقیق و تقدیر و تشکر می‌گردد (شماره گرنت 9505193019).

References

1. Roayaei P, Aminorroaya A, Vasheghani-Farahani A, Oraii A, Sadeghian S, Poorhosseini H, et al. Opium and cardiovascular health: A devil or an angel? Indian Heart J 2020; 72(6): 482-490.
2. Najafipour H, Beik A. The Impact of Opium Consumption on Blood Glucose, Serum Lipids and Blood Pressure, and Related Mechanisms. Front Physiol 2016; 7: 436.
3. Schiff PL. Opium and its alkaloids. American Journal of Pharmaceutical Education 2002; 66(2): 188-196.
4. mati K, Pourhanifeh MH, Dehdashtian E, Fatemi I, Mehrzadi S , J Reiter R. Melatonin and morphine: potential beneficial effects of co-use. Fundam Clin Pharmacol 2021; 35(1): 25-39.
5. Parodi G, Bellandi B, Xanthopoulou I, Capranzano P, Capodanno D, Valenti R, et al. Morphine is associated with a delayed activity of oral antiplatelet agents in patients with ST-elevation acute myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention. Circ Cardiovasc Interv 2015; 8(1): e001593.
6. McClung CA, Nestler EJ, Zachariou V. Regulation of gene expression by chronic morphine and morphine withdrawal in the locus ceruleus and ventral tegmental area. The Journal of Neuroscience 2005; 25(25): 6005-6015.
7. Listos J, Łupina M, Talarek S, Mazur A, Orzelska-Górka J, Kotlińska J. The Mechanisms Involved in Morphine Addiction: An Overview. Int J Mol Sci 2019; 20(17): 4302.
8. Zeng XS, Geng WS, Wang ZQ, Jing JJ. Morphine Addiction and Oxidative Stress: The Potential Effects of Thioredoxin-1. Front Pharmacol 2020; 11: 82.
9. Abdel-Zaher AO, Mostafa MG, Farghaly HS, Hamdy MM, Abdel-Hady RH. Role of oxidative stress and inducible nitric oxide synthase in morphine-induced tolerance and dependence in mice. Effect of alpha-lipoic acid. Behav Brain Res 2013; 247: 17-26.
10. Eidson LN, Inoue K, Young LJ, Tansey MG, Murphy AZ. Toll-like Receptor 4 Mediates Morphine-Induced Neuroinflammation and Tolerance via Soluble Tumor Necrosis Factor Signaling. Neuropsychopharmacology 2017; 42(3): 661-670.
11. Man AWC, Li H, Xia N. Impact of Lifestyles (Diet and Exercise) on Vascular Health: Oxidative Stress and Endothelial Function. Oxid Med Cell Longev 2020; 2020: 1496462.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

12. Li F, Liu W, Huo F, He W, Yang F, Wei J, et al. Effect of Self-Controlled Exercise on Antioxidant Activity of Red Blood Cells and Functional Recovery of Limbs in Patients with Breast Cancer after Rehabilitation. Iran J Public Health 2021; 50(2): 306-314.
13. Salehi I, Zarrinkalam E, Mirzaei F, Abasi Oshaghi E, Ranjbar K, Soleimani asl S. Effects of Resistance, Endurance, and Concurrent Exercise on Oxidative Stress Markers and the Histological Changes of Intestine After Morphine Withdrawal in Rats. Avicenna Journal of Medical Biochemistry 2018; 6(2): 44-49 (Persian).
14. Miladi Gorji H, Rashidy-Pour A, Fath Elahi Y,Semnanian S. Effects of voluntary exercise on severity of naloxone precipitated morphine withdrawal signs in rats. Koomesh 2010; 12(1): 86-93 (Persian).
15. Mohammadi A, Bazrafshani MR, Oshaghi EA. Effect of garlic extract on some serum biochemical parameters and expression of npc1l1, abca1, abcg5 and abcg8 genes in the intestine of hypercholesterolemic mice. Indian J Biochem Biophys 2013; 50(6): 500-504.
16. Shahryari J, Poormorteza M, Noori-Sorkhani A, Divsalar K, Abbasi-Oshaghi E. The Effect of Concomitant Ethanol and Opium Consumption on Lipid Profiles and Atherosclerosis in Golden Syrian Hamster's Aorta. Addict Health 2013; 5(3-4): 83-89 (Persian).
17. Zarrinkalam E, Heidarianpour A, Salehi I, Ranjbar K, Komaki A. Effects of endurance, resistance, and concurrent exercise on learning and memory after morphine withdrawal in rats. Life Sci 2016; 157: 19-24.
18. Abbasi-Oshaghi E, Khodadadi I, Tavilani H, Mirzaei F, Goodarzi MT. Dill-normalized liver lipid accumulation, oxidative stress, and low-density lipoprotein receptor levels in high cholesterol fed hamsters. ARYA Atheroscler 2018; 14(5): 218-224 (Persian).
19. Ravan AP, Bahmani M, Ghasemi Basir HR, Salehi I, Oshaghi EA. Hepatoprotective effects of Vaccinium arctostaphylos against CCl4-induced acute liver injury in rats. J Basic Clin Physiol Pharmacol 2017; 28(5): 463-471.
20. Kassaee SM, Taghi Goodarzi M, Abbasi Oshaghi E. Antioxidant, antiglycation and anti-hyperlipidemic effects of Trigonella foenum and Cinnamon in type 2 diabetic rats. Jundishapur J Nat Pharm Prod 2018; 13(1): e38414 (Persian).
21. Abbasi-Oshaghi E, Khodadadi I, Mirzaei F, Ahmadi M, Tayebinia H, Goodarzi MT. Anethum graveolens L. Alleviates Sperm Damage by Limiting Oxidative Stress and Insulin Resistance in Diabetic Rats. The Open Medicinal Chemistry Journal 2020; 14(1): 35-44.
22. Arsang M, Khodadadi I, Tyebinia H, Abbasi-Oshaghi E. The Protective Effects of Virgin Coconut Oil on High-Fat Diet Induced Rat Liver. J Babol Univ Medical Sci 2020; 22(1): 245-252 (Persian).
23. McLellan AT. Have we evaluated addiction treatment correctly? Implications from a chronic care perspective. Addiction 2002; 97(3): 249-252.
24. Tian T, Wang Z, Zhang J. Pathomechanisms of Oxidative Stress in Inflammatory Bowel Disease and Potential Antioxidant Therapies. Oxid Med Cell Longev 2017; 2017: 4535194.
25. Zaidi SK, Ansari SA, Tabrez S, Naseer MI, Shahwan MJ, Banu N, et al. Antioxidant potential of Solanum nigrum aqueous leaves extract in modulating restraint stress-induced changes in rat's liver. J Pharm Bioallied Sci 2019; 11(1): 60-68.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]

26. Bhat RS, Bhaskaran M, Mongia A, Hitosugi N, Singhal PC. Morphine-induced macrophage apoptosis: oxidative stress and strategies for modulation. J Leukoc Biol 2004; 75(6): 1131-1138.
27. Scartezzini P, Speroni E. Review on some plants of Indian traditional medicine with antioxidant activity. Journal of ethnopharmacology 2000; 71(1): 23-43.
28. Zhang YT, Zheng QS, Pan J, Pan J, Zheng RL. Oxidative damage of biomolecules in mouse liver induced by morphine and protected by antioxidants. Basic Clin Pharmacol Toxicol 2004; 95(2): 53-58.
29. de Oliveira Santos R, da Silva Cardoso G, da Costa Lima L, de Sousa Cavalcante ML, Silva MS, Cavalcante AKM, et al. L-Glutamine and Physical Exercise Prevent Intestinal Inflammation and Oxidative Stress Without Improving Gastric Dysmotility in Rats with Ulcerative Colitis. Inflammation 2021; 44(2): 617-632.
30. Kang M, Mischel RA, Bhave S, Komla E, Cho A, Huang C, et al. The effect of gut microbiome on tolerance to morphine mediated antinociception in mice. Sci Rep 2017; 7: 42658.
31. Lisman T, Ariëns RA. Alterations in fibrin structure in patients with liver diseases. Semin Thromb Hemost 2016; 42(4): 389-396.
32. Skrabalova J, Drastichova Z, Novotny J. Morphine as a potential oxidative stress-causing agent. Mini Rev Org Chem 2013; 10(4): 367-372.
33. Mofidpour H, Alavi S, Tabatabaei Ys, Jafarpour M. The histopatological changs of mice liver due to morphine administration. J Gorgan Univ Med Sci 2005; 7(2)(16): 11-14 (Persian).
34. Lee YJ, Zhao RJ, Kim YW, Kang SJ, Lee EK, Kim NJ, et al. Acupuncture inhibits liver injury induced by morphine plus acetaminophen through antioxidant system. European Journal of Integrative Medicine 2016; 8(3): 204-212.
35. Salahshoor MR, Roshankhah S, Hosseni P, Jalili C. Genistein improves liver damage in male mice exposed to morphine. Chin Med J 2018; 131(13): 1598-1604.
36. Nasiraei-Moghadam S, Sahraei H, Bahadoran H, Sadooghi M, Salimi SH, Kaka GR, et al. Effects of maternal oral morphine consumption on neural tube development in Wistar rats. Brain Res Dev Brain Res 2005; 159(1): 12-17.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-05-23]