JAER

2025, 1(3): 23-28

Journal of Animal Environmental Reaserch

Journal homepage: http://www.journalaer.com

Research Article

Investigating the effects of chrysin on hypothalamic orexin and melanin-concentrating hormone gene expression in a rat model of formalin- induced pain

Khadijeh Haghighat [1], Fariba Mahmoudi [1*], Homayoun Khazali [2]

[1]*Department of Biology, Faculty of Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran*
[2]*Department of Animal Sciences and Marine Biology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran*

Key Words

Hcrt
Pmch
Pain
Formalin
Chrysin

Article info

* Corresponding Author's email:
f.mahmoudi@uma.ac.ir

Received: 1 October 2024
Reviewed: 6 November 2024 Revised: 10 January 2025 Accepted: 18 February 2025

Abstract

Introduction: Chrysin is a flavonoid with neuroprotective effects and its analgesic potential has been reported. The intracerebral molecular mechanism of chrysin in pain relief is unknown. Therefore, the aim of the present study is to investigate the effect of chrysin on hypothalamic *Hcrt* and *Pmch* genes expression in rat model of formalin.

Materials & Methods: In this study, 20 male Wistar rats weighing 200±10 g were divided into four groups (n=5). The cannula was implanted in the third cerebral ventricle of rats. After recovery period, pain was induced by injecting 50 µl formalin into the hind paw. The group I as control and group II as formalin-induced pain group received saline. Groups III or IV as a formalin-induced pain groups received 20 and 40 µg chrysin via third cerebral ventricle. The hypothalamic samples were removed and frozen. Real-time PCR was performed to measure gene expression.

Results: In the present study, genes expression level of *Hcrt* and *Pmch* increased significantly in the formalin- induced pain group compared to the control. Intracerebral injection of chrysin caused a significant decrease in genes expression level of *Hcrt* and *Pmch* in comparison to formalin- induced pain group.

Conclusion: Intra hypothalamic molecular mechanisms upstream hypothalamus- pituitary-adrenal axis, may be involved in mediating the analgesic effects of chrysin.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-02-19]

[DOI: 10.22034/AER.1.1.23]

مقاله پژوهشی

بررسی اثرات کرایزین بر بیان ژن‌های ارکسین و هورمون تغلیظ‌کننده ملانین در هیپوتالاموس موش‌های صحرایی مدل درد القایی با فرمالین

خدیجه حقیقت[۱]، فریبا محمودی[۱*]، همایون خزعلی[۲]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

[۲] گروه علوم جانوری و زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم و فناوری‌های زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

کلمات کلیدی

Hcrt
درد
فرمالین
کرایزین
Pmch

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
f.mahmoudi@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۰ مهر ۱۴۰۳
تاریخ داوری: ۱۶ آبان ۱۴۰۳
تاریخ اصلاح: ۲۱ دی ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۳۰ بهمن ۱۴۰۳

چکیده

مقدمه: کرایزین یک فلاونوئید با اثرات محافظت‌کننده عصبی است و پتانسیل ضد دردی آن گزارش شده است. مکانیسم مولکولی داخل مغزی کرایزین در تسکین درد ناشناخته می‌باشد. بنابراین هدف مطالعه حاضر بررسی اثرات کرایزین بر بیان ژن‌های *Hcrt* و *Pmch* در هیپوتالاموس موش‌های صحرایی مدل فرمالین می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه ۲۰ موش صحرایی نر نژاد ویستار به وزن ۱۰±۲۰۰ گرم به چهار گروه تقسیم شدند (n=۵). در بطن سوم مغزی موش‌های صحرایی کانول‌گذاری انجام شد. بعد از دوره بهبودی، درد با تزریق زیر پوستی ۵۰ میکرولیتر فرمالین ۵ درصد به پای عقب مدل حیوان القا شد. موش‌های صحرایی به چهار گروه تقسیم شدند. گروه اول به‌عنوان گروه کنترل سالم و گروه دوم به‌عنوان مدل درد القایی با فرمالین سالین تزریق شد. گروه سوم و چهارم به‌عنوان گروه‌های درد القایی با فرمالین، به ترتیب ۲۰ و ۴۰ میکروگرم کرایزین را از طریق بطن سوم مغزی دریافت کردند. نمونه‌های هیپوتالاموسی جداسازی و فریز شدند. برای اندازه‌گیری بیان ژن‌ها، RT-PCR انجام گرفت.

نتایج: درمطالعه حاضر سطح بیان ژن‌های *Hcrt* و *Pmch* در گروه مدل درد القایی با فرمالین نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری یافت. تزریق داخل مغزی کرایزین سبب کاهش معنی‌دار سطح بیان ژن‌های *Hcrt* و *Pmch* در مقایسه با گروه مدل درد القایی با فرمالین شد.

بحث و نتیجه‌گیری: در اعمال اثرات ضد دردی کرایزین ممکن است مکانسیم‌های مولکولی داخل هیپوتالاموسی در بالادست محور هیپوتالاموس هیپوفیز آدرنال دخالت داشته باشد.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-02-19]

[DOI: 10.22034/AER.1.1.23]

مقدمه

درد احساس ناخوشایندی است که هزینه زیادی بر سیستم مراقبت‌های بهداشتی و هم‌چنین کیفیت زندگی فرد در سراسر جهان وارد می‌کند. درد با تغییرات در سیستم عصبی مرکزی و محیطی مرتبط است. شواهد نشان می‌دهد تعداد زیادی از پروتئین‌های عملکردی و مسیرهای پیام‌رسانی در سیستم عصبی مرکزی در افراد مبتلا به درد تغییر می‌کنند که ممکن است به‌طور مستقیم و غیر مستقیم به بروز درد کمک کنند (۱). داروهای رایج برای تسکین درد مانند اپیوئیدها و داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی معمولاً عوارض جانبی (اختلالات گوارشی و کلیوی) یا تداخل جدی با سایر داروها دارند، به‌همین دلیل اکثر مردم داروهای جدیدی را ترجیح می‌دهند که عوارض جانبی کم‌تری داشته باشند. امروزه تحقیقات در زمینه گیاهان دارویی رو به گسترش است به‌خصوص مشاهده خواص دارویی متنوع گیاهان مانند اثرات محافظت کننده عصبی، آنتی‌اکسیدانی و ضددردی، نظر محققان را بیش‌تر به‌خود جلب کرده‌است(۲). کرایزین (۵،۷-دی هیدروکسی فلاون)، ترکیب فیتوشیمیایی است که در عسل، بره‌بوم و بسیاری از گیاهان ازجمله گل ساعتی (*Passiflora incarnate* و *Passiflora coerulea*) وجود دارد. به‌نظر می‌رسد کرایزین دارای اثرات دارویی مختلف مانند خواص ضدسرطان، ضدآپوپتوز، تعدیل کننده ایمنی، محافظت کننده عصبی و آنتی‌اکسیدانی است (۳). در مطالعه‌ای نشان داده شده است که در موش‌های صحرایی تحت درمان با بره‌موم که عمده ترکیب تشکیل‌دهنده آن کرایزین است رفتارهای مرتبط با درد کاهش می‌یابد. علاوه بر این، مطالعه دیگر نیز نشان داده است که کرایزین در موش‌های مدل درد القا شده با فرمالین باعث کاهش درد می‌شود (۴). ارکسین که به‌عنوان هیپوکرتین نیز شناخته می‌شود، شامل دو نوروپپتید ارکسین A (۳۳ اسید آمینه) و ارکسین B (۲۸ اسیدآمینه) است که توسط ژن *Hcrt* کد می‌شود. ژن کدکننده ارکسین در انسان بر روی کروموزم ۱۷ و در موش صحرایی بر روی کروموزوم ۱۰ قرار دارد (۵). ارکسین دو گیرنده شامل ارکسین ۱ (OXIR-1) و ارکسین ۲ (OXIR-2) دارد که عملکردهای فیزیولوژیکی مختلف ازجمله کنترل فعالیت قلبی-عروقی، تولیدمثل، استرس، پاداش و درد را واسطه‌گری می‌کنند. ژن *Hcrt* در سیستم عصبی مرکزی در نواحی مختلف ازجمله هیپوتالاموس جانبی، هیپوکمپ، آمیگدال و در بافت‌های محیطی در کلیه، بیضه، تخمدان و غده فوق کلیوی بیان می‌شود. هم‌چنین مطالعات در جوندگان نشان می‌دهد که ارکسین و گیرنده‌های آن، در بسیاری از نواحی مغز مرتبط با درد، از جمله هیپوتالاموس جانبی، تالاموس، سیستم لیمبیک، هسته رافه پشتی و لوکوس سرولئوس وجود دارند (۶، ۷). فعالیت نورون‌های ارکسین در جوندگان که با مدارهای تنظیم‌کننده درد مرتبط هستند و میزان سنتز ارکسین به‌میزان قابل توجهی در پاسخ‌های دردزا افزایش می‌یابد (۸). هورمون تغلیظ‌کننده ملانین (MCH) نوروپپتید ۱۹ اسیدآمینه‌ای است که دارای دو گیرنده MCH-R1 و MCH-R2 می‌باشد. این هورمون توسط ژن *Pmch* کد می‌شود. ژن آن در انسان روی کروموزم ۱۲ و در موش صحرایی روی کروموزوم ۷ قرار دارد (۹). ژن *Pmch* به‌ویژه در هیپوتالاموس جانبی و در بافت‌های محیطی نظیر کلیه، ریه‌ها و بافت چربی بیان می‌شود (۱۰). ورودی‌های نورون‌های MCHergic به نواحی مختلف سیستم عصبی مرکزی از جمله کورتکس، پوتامن، هیپوکامپ، هسته اکومبنس و آمیگدال، نشان می‌دهد که سیستم MCH ممکن است در طیف وسیع‌تری از عملکردهای فیزیولوژیکی مانند تغذیه، فعالیت متابولیکی، خواب، خلق و خو و پاداش شرکت کند. مطالعات قبلی نشان دادند که MCH نقش مهمی در تعدیل درد دارد و القای درد در جوندگان با افزایش سنتز MCH همراه است (۱۰). با توجه به این‌که تاکنون مکانیسم‌های مولکولی اثرات تزریق داخل مغزی کرایزین در موش‌های صحرایی مدل درد مطالعه نشده است. بنابراین در تحقیق حاضر، برای اولین بار اثرات کرایزین بر تغییرات بیان ژن‌های *Hcrt* و *Pmch* ناشی از درد القایی با فرمالین در موش‌های صحرایی نر بررسی شد.

مواد و روش‌ها

حیوانات آزمایشگاهی و شرایط نگه‌داری: در این مطالعه، ۲۰ موش صحرایی نر نژاد ویستار با وزن ۱۰±۲۰۰ گرم به‌مدت دو هفته در شرایط استاندارد آزمایشگاه نگه‌داری شدند. حیوانات دسترسی آزاد به آب و غذا داشتند. دما در ۲±۲۳ درجه سانتی‌گراد تحت چرخه ۱۲ ساعت روشنایی/ ۱۲ ساعت تاریکی تنظیم شد. کلیه آزمایشات زیر نظر کمیته اخلاق دانشگاه محقق اردبیلی (IR.UMA.REC.1400.029) انجام شد.

روش جراحی و کانول‌گذاری: برای کانول‌گذاری، موش‌های صحرایی با تجویز داخل صفاقی کتامین (۸۰mg/kg) و زایلازین (۱۰ mg/kg) بی‌هوش شدند. سر حیوان در استریوتاکسی ثابت شد. ناحیه کوچکی از پوست بین دو گوش بریده شد سر حیوان در استریوتاکسی ثابت شد. با استفاده از نواحی براگما و لامبدا در سطح جمجمه و مختصات اطلس واتسون و پاکسینوس (AP=0.84 mm, ML= 00, DV=6.5mm) کانول در ناحیه بطن سوم قرار داده شد. برای بهبودی کامل، موش‌های صحرایی به‌مدت یک هفته در قفس‌های جداگانه در آزمایشگاه نگه‌داری شدند. سپس تزریق با استفاده از سرنگ هامیلتون صورت گرفت. همه گروه‌ها کانول‌گذاری شدند (۱۱، ۱۲).

[Downloaded from journalaer.com on 2026-02-19]
[DOI: 10.22034/AER.1.1.23]

القای درد: کرایزین (Cas No. 480-40-0, Co, USA) از سیگما آلدریچ خریداری شد (n=۵). برای القای درد فرمالین ۵درصد تهیه شد. سپس ۵۰ میکرولیتر فرمالین با استفاده از سرنگ ۳۰ گیج به‌صورت زیر جلدی به کف پای عقب موش‌های صحرایی تزریق شد (۱۳).

گروبندی و تزریق دارو: موش‌های صحرایی به چهار گروه تقسیم شدند به گروه اول به‌عنوان گروه کنترل سالم و گروه دوم به‌عنوان مدل درد القایی با فرمالین سالین ترزیق شد. ۳۰ دقیقه قبل از تزریق فرمالین گروه سوم و چهارم به‌عنوان گروه‌های درد القایی با فرمالین، به ترتیب ۲۰ و ۴۰ میکروگرم کرایزین را از طریق بطن سوم مغزی دریافت کردند (۱۴).

جداسازی نمونه هیپوتلاموس: در پایان مطالعه، دو ساعت بعد از تزریق فرمالین حیوانات بی‌هوش شدند (۱۵). برای برداشتن مغز جمجمه شکافته شد. سپس سطح شکمی مغز به سمت بالا قرار داده شد و یک برش به ضخامت ۴ میلی‌متر حاوی هیپوتالاموس (از جلو از مجاورت اپتیک کیاسما، از پشت تا مجاورت دستگاه پستانی- تالاموسی و به طور جانبی تا شیار هیپوتالاموسی) تهیه شد. بلافاصله نمونه هیپوتالاموس در نیتروژن مایع قرار گرفت و سپس به یخچال ۸۰- منتقل شد.

واکنش زنجیره‌های پلی‌مراز (RT-PCR): جداسازی RNA مطلق براساس روش گوانیدین تیوسیانات- فنل- کلروفرم بر طبق دستورالعمل کیت ترایزول (ترایزول، آلمان) انجام شد. سپس غلظت RNA با استفاده از نانودراپ تعیین گردید. طبق دستورالعمل کیت یک میکروگرم از RNA برای سنتز cDNA استفاده شد (بایوتک ربیت، آلمان). پس از سنتز cDNA قطعه مورد نظر ژن‌ها بر حسب دستورالعمل کیت مستر میکس سایبرگرین (شرکت تاکارا، ژاپن) و با استفاده از دستگاه RT-PCR تکثیر شد. برنامه زمانی برای واکنش PCR کمی شامل یک چرخه (°C ۹۵ برای ۱۵ دقیقه) و ۴۰ چرخه (°C ۹۵ برای ۲۰ ثانیه، °C ۶۰ به‌مدت ۱۵ ثانیه و °C ۷۲ برای ۱۰ ثانیه) بود. پرایمرها از شرکت ژن فناوران ایران تهیه شدند. توالی پرایمرهای سنس و آنتی‌سنس مورد استفاده طبق جدول ۱ می‌باشد (۱۶). محصولات گلیسرید آلدئید-۳-فسفات دهیدروژناز (GAPDH)، Hcrt و Pmch حاصل به‌ترتیب ۱۲۰، ۸۷ و ۱۹۵ جفت باز هستند. برای ارزیابی سطح بیان نسبی ژن‌ها از فرمول زیر استفاده شد:

$\Delta C_t = C_t$ (ژن مورد نظر) - C_t (ژن GAPDH)

(میزان بیان نسبی ژن هدف) $R = 2^{-\Delta Ct(\text{گروه ها}) - \Delta Ct(\text{گروه کنترل})}$

جدول۱: توالی سنس و آنتی‌سنس پرایمرها

نام ژن‌ها	توالی پرایمرها
سنس *Hcrt:*	5′- CTCCTTCAGGCCAACGGTAA -3′
آنتی‌سنس	5′- AGGGCAGGGATATGGCTCTA -3′
سنس *Pmch:*	5′- TCAGAAGGAAGATACCGCAGA -3′
آنتی‌سنس	5′- ACTGCTGGTCCTTTCAGAGC -3′
سنس *GAPDH:*	5′- AAGTTCAACGGCACAGTCAAG -3′
آنتی‌سنس	5′- CATACTCAGCACCAGCATCAC -3′.

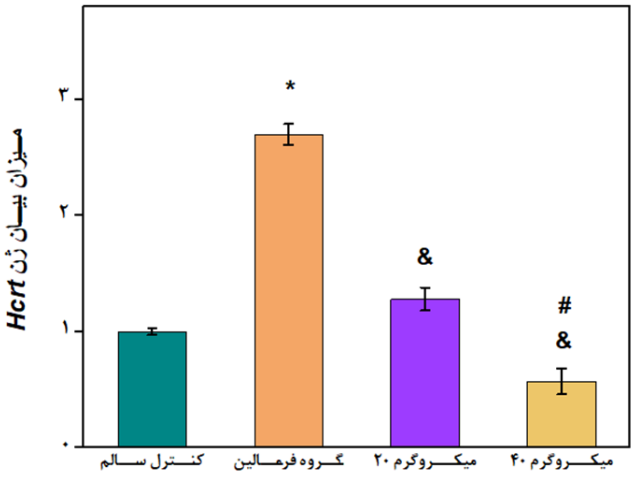
آنالیز آماری: داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۳) و آنالیز واریانس یک‌طرفه آنالیز شد. برای مقایسه بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده گردید. نتایج به‌صورت میانگین±خطای استاندارد میانگین (± SEM) ارائه شدند. P≤۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

نتایج

میزان بیان نسبی ژن *Hcrt* در گروه مدل درد القایی با فرمالین نسبت به گروه کنترل از نظر آماری افزایش معنی‌داری پیدا کرد (P=۰/۰۰۰) (شکل ۱). تزریق داخل مغزی ۲۰ و ۴۰ میکروگرم کرایزین در هر دو گروه باعث کاهش معنی‌دار میانگین بیان نسبی ژن *Hcrt* نسبت به گروه مدل درد القایی با فرمالین شد(به‌ترتیب P=۰/۰۰۰ یا P=۰/۰۰۰) (شکل ۱). هم‌چنین کاهش معنی‌داری در بیان ژن *Hcrt* در گروه دریافت‌کننده ۴۰ میکروگرم کرایزین نسبت به گروه دریافت کننده ۲۰ میکروگرم مشاهده شد (P=۰/۰۰۳) (شکل ۱). میزان بیان نسبی ژن *Pmch* در گروه مدل درد القایی با فرمالین نسبت به گروه کنترل افزایش یافت که این میزان افزایش از نظر آماری معنی‌دار بود (P=۰/۰۰۰) (شکل ۲). در گروه‌های دریافت کننده ۲۰ و ۴۰ میکروگرم کرایزین به‌صورت داخل مغزی بیان ژن *Pmch* نسبت به گروه مدل درد القایی با فرمالین کاهش معنی‌داری یافت (به‌ترتیب P=۰/۰۰۰ یا P=۰/۰۰۰) (شکل ۲). کاهش معنی‌داری در بیان ژن *Pmch* در گروه دریافت‌کننده ۴۰ میکروگرم کرایزین نسبت به گروه دریافت‌کننده ۲۰ میکروگرم مشاهده شد (P=۰/۸۱۸) (شکل ۲).

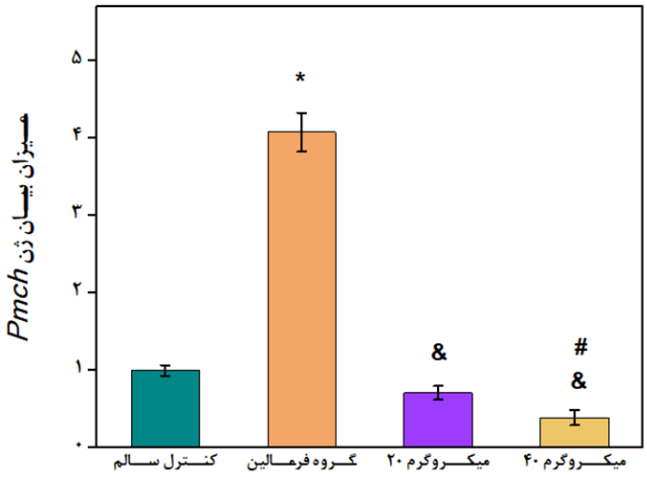
[Downloaded from journalaer.com on 2026-02-19]

[DOI: 10.22034/AER.1.1.23]



شکل ۱: اثرات ۲۰ و ۴۰ میکروگرم کرایزین بر میانگین بیان نسبی ژن Hcrt در هیپوتالاموس موش‌های صحرایی مدل درد القایی با فرمالین

نتایج به‌صورت میانگین±SEM ارائه شده‌است. n=۵ و P≤۰/۰۵*. برای آنالیز داده‌ها آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد.*: در مقایسه با گروه کنترل، &: در مقایسه با گروه درد القایی با فرمالین، #: در مقایسه با گروه دریافت‌کننده ۲۰ میکروگرم کرایزین



شکل ۲: اثرات ۲۰ و ۴۰ میکروگرم کرایزین بر میانگین بیان نسبی ژن Pmch در هیپوتالاموس موش‌های صحرایی مدل درد القایی با فرمالین

نتایج به‌صورت میانگین± SEM ارائه شده است n=۵ و P≤۰/۰۵*. برای آنالیز داده‌ها آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. *: در مقایسه با کنترل، &: در مقایسه با گروه مدل درد القایی با فرمالین

بحث

در مطالعه حاضر، اثر کرایزین بر بیان ژن‌های *Hcrt* و *Pmch* موش‌های صحرایی نر مدل فرمالین بررسی شد. در گروه مدل فرمالین بیان ژن *Hcrt* نسبت به گروه کنترل افزایش یافت. این یافته مطابق با مطالعات قبلی است که فعال شدن نورون‌های ارکسین به دنبال درد مزمن را نشان می‌دهد (۵، ۶). مطالعات توزیع نورون‌های ارکسین در نواحی مختلف مغز مرتبط با درد مانند ناحیه هیپوتالاموس جانبی، قشر اینسولا و ساقه مغز را نشان می‌دهند. گزارش شده است هیپوتالاموس جانبی پتانسیل کنترل پاسخ‌های مرتبط با درد را دارد (۱۷). نورون‌های هورمون آزادکننده کورتیکوتروپین (CRH) در هسته پاراونتریکولار (PVN) هیپوتالاموس نقش مهمی در پاسخ‌های درد و استرس ایفا می‌کنند. هم‌چنین، نورون‌های ارکسین در هسته PVN در بالادست نورون‌های CRH قرار دارند که نشان‌دهنده تعامل بین نورون‌های CRH با نورون‌های ارکسین می‌باشد، طوری که شواهد آزمایشگاهی نشان می‌دهد به دنبال تزریق ارکسین فعالیت محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال (HPA) و سیستم سمپاتیکی افزایش می‌یابد (۱۸، ۱۹). هم چنین هیپوتالاموس با سایر نواحی مغز در کنترل درد مشارکت می‌کند. قشر اینسولا یکی از نواحی مهم دریافت ورودی‌های مربوط به درد است و ورودی‌هایی از هیپوتالاموس جانبی را دریافت می‌کند. در واقع ورودی‌های ارکسینرژیک از هیپوتالاموس جانبی به این ناحیه می‌رسند که احتمالاً در تعدیل درد نقش دارند (۲۰). در هسته PVN هیپوتالاموس تعدادی از انتقال دهنده‌های عصبی تحریکی و مهاری وجود دارند که با همکاری یکدیگر فعالیت عصبی آن را کنترل می‌کنند. گلوتامات یک انتقال دهنده عصبی تحریکی شناخته‌شده در سیستم عصبی مرکزی است. مطالعات نشان داده است که گیرنده‌های گلوتاماتی از نوع N-متیل-دی‌آسپارتات (NMDA) در PVN اثر تحریکی بر فعالیت محور HPA و به‌دنبال آن فعال شدن مسیر سمپاتیکی و القای درد دارند (۲۱). گلوتامات در ارتباط با سیستم ارکسینرژیک نقش مهمی در کنترل درد ایفاء می‌کند. نشان داده شده است که پایانه‌های آکسون گلوتاماترژیک با نورون‌های ارکسین سیناپس برقرار می‌کنند طوری‌که گلوتامات باعث افزایش سنتز و آزاد سازی ارکسین می‌شود (۲۲). علاوه بر سیستم گلوتاماترژیک نورون‌های ارکسین با سیستم گابارژیکی نیز در تعامل هستند. گزارش شده است که نورون‌های گابارژیکی در هیپوتالاموس جانبی با نورون‌های ارکسین ارتباط دارند به این صورت که تحریک نورون‌های گابارژیکی در مغز جوندگان باعث کاهش فعالیت نورون‌های ارکسین می‌گردد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که نورون‌های گابارژیکی پیام‌های مهاری مستقیمی را به نورون‌های ارکسین ارسال می‌کنند (۲۳). به‌علاوه، اهمیت گیرنده‌های $GABA_B$ در پردازش درد با تزریق باکلوفن (آگونیست گیرنده $GABA_B$) در مدل‌های درد حاد و مزمن تایید شده است (۲۴). مطالعات قبلی نشان می‌دهد کرایزین نقش تنظیمی روی سیستم گابارژیکی و گلوتاماترژیکی دارد. اثرات کرایزین بر کاهش سطح گلوتامات در هیپوکمپ و تحریک فعالیت سیستم گابائرژیکی نشان داده شده است (۲۵). هم چنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که کرایزین با فعال‌سازی گیرنده گابا می‌تواند اثرات ضددردی

[Downloaded from journalaer.com on 2026-02-19]
[DOI: 10.22034/AER.1.1.23]

خود را اعمال کند. طوری‌که تجویز خوراکی کرایزین منجر به کاهش درد می‌شود. به‌علاوه بهبود رفتارهای مربوط به درد با آزمایش صفحه داغ در موش‌های دریافت‌کننده کرایزین نشان داده شده است (۲۶). کرایزین ممکن است از طریق مهار فعالیت سیستم گلوتاماترژیکی و تحریک فعالیت سیستم گابارژیکی که با نورون‌های CRH در تعامل هستند باعث کاهش بیان ژن *Hcrt* در موش‌های صحرایی مدل درد شود. مطالعات پیشین نشان می‌دهد که فعالیت سیستم سمپاتیکی در ارتباط با القای درد می‌باشد. نورون‌های نوراپی‌نفرین در هسته‌های PVN و سوپراپتیک هیپوتالاموس ممکن است نقش مهمی در پاسخ‌های هیپوتالاموس به محرک‌های درد داشته باشند (۲۷). مشاهده شده است که فرایند درد غلظت نوراپی‌نفرین را در این هسته‌ها افزایش می‌دهد (۲۸). هم‌چنین ارتباط بین کاتاکول‌آمین‌ها و سیستم ارکسینرژیک ثابت شده است. نورون‌های کاتاکول‌آمین مغز، نورون‌های ارکسین در موش‌های صحرایی را فعال می‌کنند (۲۹). از طرف دیگر کرایزین با سیستم سمپاتیک در ارتباط است و باعث مهار فعالیت آن می‌شود (۳۰). درنتیجه مکانیسم احتمالی دیگر در اعمال اثرات مهاری کرایزین بر بیان ژن *Hcrt* و مهار درد می‌تواند از طریق سرکوب فعالیت سیستم سمپاتیکی اعمال شود. نتایج حاضر نشان داد که در موش‌های صحرایی مدل درد القایی با فرمالین میزان بیان ژن *Pmch* نسبت به گروه کنترل افزایش یافت. مطالعات قبلی نشان دادند که القای درد در جوندگان با افزایش سنتز MCH همراه است (۱۰). مطالعات نشان داده است که MCH نقش مهمی در تعدیل درد دارد، به‌منظور تایید اثرات ضددردی MCH، از تزریق آنتاگونیست گیرنده آن استفاده کرده و نشان دادند که آنتاگونیست MCH اثرات ضددردی ناشی از MCH را بلوکه می‌کند (۱۰). به‌نظر می‌رسد بین سیستم دوپامینرژیکی و MCH رابطه نزدیکی وجود دارد. فقدان MCH منجر به افزایش آزادسازی دوپامین و افزایش تنظیم گیرنده‌های دوپامین می‌شود. از سوی دیگر، دوپامین آزادسازی MCH را کاهش می‌دهد (۳۱). هم‌چنین گزارش شده است که درد مزمن منجر به تحریک آزادسازی دوپامین می‌شود (۳۲). مطالعات قبلی نشان داده است درمان با کرایزین تخریب نورون‌های دوپامینرژیکی در بیماری پارکینسون را به شدت کاهش می‌دهد (۳۳). بر این اساس کرایزین ممکن است فعالیت نورون‌های دوپامینرژیکی را افزایش دهد که به‌دنبال افزایش دوپامین بیان ژن *Pmch* کاهش می‌یابد. براساس شواهد پیشین، نورون‌های MCH واقع در هسته جانبی هیپوتالاموس نقش مهمی در کنترل درد دارند. نورون‌های MCH در هسته PVN مجاور نورون‌های CRH قرار گرفته است که نشان‌دهنده ارتباط بین سیستم MCH با محور HPA می‌باشد. ثابت شده است که MCH فعالیت محور HPA را از طریق نورون‌های CRH تحریک می‌کند و از سوی دیگر تزریق کورتیکواسترون باعث افزایش فعالیت نورون‌های MCH می‌شود (۳۴). هم‌چنین بررسی‌ها نشان می‌دهد اکثر نورون‌های MCH هیپوتالاموس جانبی تحت کنترل اثرات تحریکی گلوتامات و اثرات مهاری نورون‌های گابا هستند (۳۵). بنابراین، تزریق داخل مغزی کرایزین به‌دلیل عملکرد گابارژیکی و ضد گلوتاماترژیکی ممکن است از طریق سرکوب فعالیت نورون‌های CRH منجر به مهار بیان ژن *Pmch* هیپوتالاموس در موش‌های مدل در القایی با فرمالین شود. به‌طور خلاصه نتایج تحقیق حاضر نشان داد درد القایی با فرمالین سبب افزایش معنی‌دار بیان ژن‌های *Hcrt* و *Pmch* در هیپوتالاموس شد. تزریق داخل مغزی کرایزین بیان ژن‌های *Hcrt* و *Pmch* را در مقایسه با گروه درد به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در اعمال اثرات ضد دردی کرایزین ممکن است مکانسیم‌های مولکولی داخل هیپوتالاموسی در بالادست محور هیپوتالاموس هیپوفیز آدرنال دخالت داشته باشد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از حمایت‌های مالی و معنوی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی در انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌کنند.

منابع

1. **Du, J., Yi, M., Xi, D., Wang. S., Liu, B., Shao, X., Liang, Y., He, X., Fang, J. and Fang, J., 2023.** Satellite glial cells drive the transition from acute to chronic pain in a rat model of hyperalgesia priming. Frontiers in Molecular Neuroscience. 16: 1-13. doi.org/10.3389/fnmol.2023.1089162.
2. **Mohammadi, S., Zarei, M., Zarei, M.M. and Salehi, I., 2016.** Effect of hydroalcoholic leaves extract of Rhus Coriaria on pain in male rats. Anesthesiology and pain medicine. 6(1): 1-5. doi: 10.5812/aapm.32128.
3. **Skindar, H., Jaspreet, K., Singh, B.S. and Deepak, K., 2022.** Evaluation of Chronic Constriction Injury Induced Neuropathic Pain Using Chrysin in Rats. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research. 56(3): S462-S468. doi: 10.5530/ijper.56.3s.154.
4. **Hong, J.S., Feng, J.H., Park, J.S., Lee, H.J., Lee, J.Y., Lim, S.S. and Suh, H.W., 2020.** Antinociceptive effect of chrysin in diabetic neuropathy and formalin-induced pain models. Animal Cells and Systems. 24(3): 143-150. doi.org/10.1080/19768354.2020.1765019.
5. **Soya, S. and Sakurai, T., 2020.** Evolution of orexin neuropeptide system: structure and function. Frontiers in Neuroscience. 14: 1-9. doi.org/10.3389/fnins.2020.00691.
6. **Ten-Blanco, M., Flores, Á., Cristino, L., Pereda Pérez, I. and Berrendero, F., 2023.** Targeting the orexin/hypocretin system for the treatment of neuropsychiatric and neurodegenerative diseases: From animal to clinical studies. Front Neuroendocrinol. 69: 101066. doi: 10.1016/j.yfrne.2023.101066.
7. **Tsunematsu, T. and Yamanaka, A., 2012.** The role of orexin/hypocretin in the central nervous system and peripheral tissues. Vitamins & Hormones. 89: 19-33. doi: 10.1016/B978-0-12-394623-2.00002-0.
8. **Shin, H., Kim, J., Choi, S.R., Kang, D.W., Moon, J.Y., Roh, D.H., Bae, M., Hwang, J. and Kim, H.W., 2023.** Antinociceptive effect of intermittent fasting via the orexin pathway on formalin-induced acute pain in mice. Scientific Reports. 13(1): 20245. doi.org/10.1038/s41598-023-47278-3.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-02-19]

[DOI: 10.22034/AER.1.1.23]

9. **Nahon, J.L., Joly, C., Levan, G., Szpirer, J. and Szpirer, C., 1992.** Pro-melanin-concentrating hormone gene (PMCH) is localized on human chromosome 12q and rat chromosome 7. Genomics. 12(4): 846-848. doi.org/10.1016/0888-7543(92)90323-K.

10. **Jang, J.H., Park, J.Y., Oh, J.Y., Bae, S.J., Jang, H., Jeon, S., Kim, J. and Park, H.J., 2018.** Novel analgesic effects of melanin-concentrating hormone on persistent neuropathic and inflammatory pain in mice. Scientific Reports. 8(1): 707. doi.org/10.1038/s41598-018-19145-z.

11. **Nezhaddadgar, L., Mahmoudi1, F. and Khazali, H., 2024.** Effects of dopamine and L-dopa on ghrelin gene expression in the hypothalamus and ovary in a polycystic ovarian syndrome rat model. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 28(6): 1-11. http://sjku.muk.ac.ir/article-1-7361-en.html.

12. **Bagheripoor, M., Khazali, H., Mahmoudi, F. and Samiee, K., 2018.** The effects of morphine sulphate on hypothalamic glutamate levels and serum LH hormone concentration in male rats. Journal of Animal Environment. 10(2): 45-50. 20.1001.1.27171388.1397. 10.2.6.1 (In Persian)

13. **Fathalipour, M., Delnavazi, M.R., Safa, O., Zarifinia, N. and Rafiee, B., 2020.** Antioxidant and antinociceptive effects of hydroalcoholic root extract of Asparagus officinalis L. Physiology and Pharmacology. 24(4): 322-330. doi.org/ 10.32598/ppj.24.4.30

14. **Medina, J.H., Paladini, A.C., Wolfman, C., de Stein, M.L., Calvo, D., Diaz, L.E. and Peña, C., 1990.** Chrysin (5, 7-di-OH-flavone), a naturally-occurring ligand for benzodiazepine receptors, with anticonvulsant properties. Biochemical pharmacology. 40(10): 2227-2231. doi.org/10.1016/0006-2952(90)90716-X.

15. **Lu, X., Geng, X., Zhang, L., Zeng, Y., Dong, H. and Yu, H., 2009.** Substance P expression in the distal cerebrospinal fluid-contacting neurons & spinal trigeminal nucleus in formalin-induced the orofacial inflammatory pain in rats. Brain research bulletin. 78(4-5): 139-144. 10.1016/j.brainresbull.2008.11.011.

16. **Haghighat, K.H, Mahmoudi, F., Bayrami, A. and Zahri, S., 2020.** Influences of L-DOPA and blocking popamine receptors on aromatase gene expression and serum concentration of LH in rat model of polycystic ovary syndrome. Journal of Advanced Biomedical Sciences. 10(3): 2448-2455. https://orcid.org/0000-0001. 6092-1352.

17. **Wang, D., Pan, X., Zhou, Y., Wu, Z., Ren, K., Liu, H., Huang, C., Yu, Y., He, T., Zhang, X. and Yang, L., 2023.** Lateral septum-lateral hypothalamus circuit dysfunction in comorbid pain and anxiety. Molecular Psychiatry. 28(3): 1090-1100. doi.org/10.1038/s41380. 022-01922-y.

18. **Plaza-Zabala, A., Flores, Á., Maldonado, R. and Berrendero, F., 2012.** Hypocretin/orexin signaling in the hypothalamic paraventricular nucleus is essential for the expression of nicotine withdrawal. Biological Psychiatry. 71(3): 214-223. doi.org/10.1016/j.biopsych.2011.06.025.

19. **Lungwitz, E.A., Molosh, A., Johnson, P.L., Harvey, B.P., Dirks, R.C., Dietrich, A., Minick, P. and Shekhar, A., 2012**. Truitt, W.A., Orexin-A induces anxiety-like behavior through interactions with glutamatergic receptors in the bed nucleus of the stria terminalis of rats. Physiology & behavior. 107(5): 726-732. doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.05.019.

20. **Usui, M., Kaneko, K., Oi, Y. and Kobayashi, M., 2019.** Orexin facilitates GABAergic IPSCs via postsynaptic OX1 receptors coupling to the intracellular PKC signalling cascade in the rat cerebral cortex. Neuropharmacology.149: 97-112. doi.org/10.1016/j. neuropharm.2019.02.012.

21. **Li, Y.F., Jackson, K.L., Stern, J.E., Rabeler, B. and Patel, K.P., 2006.** Interaction between glutamate and GABA systems in the integration of sympathetic outflow by the paraventricular nucleus of the hypothalamus. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 1(6): H2847-H2856. doi.org/10.1152/ ajpheart.00625.2005.

22. **Eyigor, O., Minbay, Z. and Kafa, I.M., 2012.** Glutamate and orexin neurons. Vitamins & Hormones. 89: 209-22. doi.org/10.1016/B978-0-12-394623-2.00011.1.

23. **Saito, Y.C., Tsujino, N., Hasegawa, E., Akashi, K., Abe, M., Mieda, M., Sakimura, K. and Sakurai, T., 2013.** GABAergic neurons in the preoptic area send direct inhibitory projections to orexin neurons. Frontiers in neural circuits. 7: 192. doi.org/10.3389/fncir.2013. 00192.

24. **Goudet, C., Magnaghi, V., Landry, M., Nagy, F., Gereau, I.V. R.W., Pin, J.P., 2009.** Metabotropic receptors for glutamate and GABA in pain. Brain research reviews. 60(1): 43-56. doi.org/10.1016/j. brainresrev.2008.12.007.

25. **Bortolotto, V.C., Araujo, S.M., Pinheiro, F.C., Poetini, M.R. and de Paula, M.T., 2020.** Meichtry, L.B., de Almeida, F.P., Musachio, E.A., Guerra, G.P., Prigol, M., Modulation of glutamate levels and Na+, K+-ATPase activity contributes to the chrysin memory recovery in hypothyroidism mice. Physiology & behavior. 222: 112892. doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.112892.

26. **Rayiti, R.K., Munnangi, S.R., Bandarupalli, R., Chakka. V., Nimmagadda, S.L., Sk, L.S., Uppalapati, S., Bolla, R. and Challa, S.R., 2020.** Effect of chrysin on mechanical hyperalgesia in chronic constriction injury-induced neuropathic pain in rat model. International Journal of Applied and Basic Medical Research. 10(3): 189. doi: 10.4103/ijabmr.IJABMR.58.19

27. **Cunningham, J.r.E.T. and Sawchenko, P.E., 1988.** Anatomical specificity of noradrenergic inputs to the paraventricular and supraoptic nuclei of the rat hypothalamus. Journal of comparative neurology. 274(1): 60-76. doi.org/10.1002/cne.902740107.

28. **Yang, J., Yuan, H.F., Liu, W.Y., Zhang, X.X., Feng, J.P., Ni, N., Yang, D.W., Song, C.Y., Xu, H.T., Wang, G. and Song, C., 2009.** Norepinephrine regulates arginine vasopressin secretion in hypothalamic paraventricular nucleus relating with pain modulation. Neuropeptides. 43(4): 259-265. doi.org/10.1016/j.npep.2009.06.003.

29. **Li, A.J., Wang, Q., Elsarelli, M.M., Brown, R.L. and Ritter, S., 2015.** Hindbrain catecholamine neurons activate orexin neurons during systemic glucoprivation in male rats. Endocrinology. 156(8): 2807-2820. doi.org/10.1210/ en.2015.1138.

30. **Farkhondeh, T., Samarghandian, S., Azimin-Nezhad, M. and Samini, F., 2015.** Effect of chrysin on nociception in formalin test and serum levels of noradrenalin and corticosterone in rats. International journal of clinical and experimental medicine. 8(2): 2465. PMCID: PMC4402837.

31. **Torterolo, P., Benedetto, L. and Monti, J.M., 2016.** Functional interactions between MCHergic and dopaminergic neurons: role in the control of wakefulness and sleep. Dopamine and Sleep: Molecular, Functional, and Clinical Aspects. 47-63. doi.org/10.1007/978-3-319. 46437-4.4.

32. **Taylor, A.M., Becker, S., Schweinhardt, P. and Cahill, C., 2016.** Mesolimbic dopamine signaling in acute and chronic pain: implications for motivation, analgesia, and addiction. Pain. 157(6): 1194. doi: 10.109 7/j.pain.0000000000000494.

33. **Ahmed, M.R., Shaikh, M.A., Haq, S.H. and Nazir, S., 2018.** Neuroprotective role of chrysin in attenuating loss of dopaminergic neurons and improving motor, learning and memory functions in rats. International Journal of Health Sciences. 12(3): 35-43. doi.org/10CorpusID: 4835 2700.

34. **He, X., Li, Y., Zhang, N., Huang, J., Ming, X., Guo, R., Hu, Y., Ji, P. and Guo, F., 2022.** Melanin-concentrating hormone promotes anxiety and intestinal dysfunction via basolateral amygdala in mice. Frontiers in Pharmacology. 13: 1-17. doi.org/10.3389/fphar.2022. 906057.

35. **Chee, M.J., Hebert, A.J., Briançon, N., Flaherty, S.E., Pissios, P. and Maratos-Flier, E., 2019.** Conditional deletion of melanin-concentrating hormone receptor 1 from GABAergic neurons increases locomotor activity. Molecular Metabolism. 29: 114-123. doi.org/10.1016/j. molmet.2019.08.018.

[Downloaded from journalaer.com on 2026-02-19]

[DOI: 10.22034/AER.1.1.23]