

## تأثیر تزریق داخل صفاقی آگونیس‌های گابا بر میزان درد ناشی از آزمون فرمالین در مدل تحمل به مورفین

شیمای مهرآبادی<sup>۱</sup>، همای مناهجی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی پزشکی، گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران  
۲- استاد مرکز تحقیقات نوروفیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران، تهران، ایران  
\* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۲۱۲۳۸۷۲۵۲۲، فکس: ۰۲۱۲۲۴۳۹۹۷۱

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0288-034X>

### چکیده

**زمینه و هدف:** اپیوئیدها به عنوان خط اول داروهای تسکین دهنده درد در بیماران مبتلا به دردهای مزمن شناخته می‌شود. استفاده مکرر از مورفین باعث کاهش اثرات بی‌دردی آن در بیماران شده و به ناچار باعث افزایش دوز مصرفی آن می‌شود. از مهمترین مکانیسم‌های دخیل در ایجاد این تحمل به اثرات بی‌دردی مورفین، کاهش اثر مهارى نورون‌های گابارژیک می‌باشد. هدف این مطالعه بررسی اثرات آگونیس‌های گابا بر روی میزان بی‌دردی مورفین در درد حاد و مزمن آزمون فرمالین می‌باشد.

**مواد و روش کار:** برای انجام این مطالعه، از ۴۲ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار استفاده گردید. موش‌ها، به صورت تصادفی به ۷ گروه: ۱- کنترل، ۲- دریافت کننده تک دوز مورفین، ۳- تحمل به مورفین ۴- دریافت کننده تک دوز موسیمول، ۵- تک دوز باکلوفن، ۶- دریافت کننده آگونیس گابا A (موسیمول)+مورفین و ۷- دریافت کننده آگونیس گابا B (باکلوفن)+مورفین تقسیم بندی شدند. آگونیس‌های گابا به صورت داخل صفاقی یک روز قبل از ایجاد تحمل به مورفین و روزهای ۱، ۳، ۵، ۷ تزریق می‌شدند. در روز هشتم نیز تحمل به اثرات بی‌دردی مورفین با آزمون فرمالین سنجیده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که موسیمول و کلوفن زیر دوز موثر (۰/۵ mg/kg) همراه با مورفین توانستند سبب کاهش رفتارهای درد در فاز اول و دوم آزمون فرمالین شوند.

**نتیجه‌گیری:** این مطالعه نشان می‌دهد که کاهش نوروترانسمیتر گابا در شرایط تحمل به مورفین به وجود می‌آید که تزریق داخل صفاقی گابا با اثر بر روی رسپتورهای نوع A و B خود، این کاهش را جبران و اثرات بی‌دردی مورفین را افزایش می‌دهد.

**واژه‌های کلیدی:** تحمل به مورفین، گابا، آزمون فرمالین

## مقدمه

بعضی مطالعات دیده شده که استفاده از آگونیست های سیستم گابا مانند موسیمول یا باکلوفن باعث افزایش بی‌دردی مورفین شده است اما در بعضی مطالعات آگونیست‌های سیستم گابا بر روی میزان بی‌دردی مورفین تاثیری نداشته است و یا حتی آن را کاهش داده است برای مثال تجویز سیستمیک موسیمول باعث افزایش بی‌دردی مورفین در تست Hot plate شده است ولی تجویز داخل بطن‌های مغزی موسیمول در بی‌دردی مورفین در تست Tail flick تاثیری نداشته است (۱۰، ۱۱). همچنین به علت تاثیر بی‌دردی آگونیست‌های گابا در مطالعات رفتاری در این مطالعه سعی شد که دوز غیر موثر آگونیست‌های گابا پیدا شود و همراه با مورفین تزریق گردد تا احتمالاً اگر اثری از بهبود در بی‌دردی مشاهده شد مربوط به تاثیر آگونیست گابا در بهبود بی‌دردی مورفین باشد. به همین منظور هدف این مطالعه بررسی اثرات رفتاری آگونیست‌های سیستم گابا زیر دوز موثر بر روی میزان بی‌دردی مورفین در موش های تحمل یافته به مورفین می‌باشد.

## مواد و روش کار

در این مطالعه از موشهای صحرایی نر نژاد Wistar با وزن ۲۳۰-۲۰۰ گرم استفاده شد. موش‌ها از مرکز پرورش حیوانات گروه فیزیولوژی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهیه شدند. موش‌ها در قفس‌های سه یا چهارتایی و در دوره تاریکی و روشنایی کنترل شده ۲۴ ساعته نگه‌داری و غذا و آب بدون محدودیت در دسترس حیوان‌ها قرار گرفت. در مطالعات رفتاری، هر گروه شامل ۶ سر موش بود. موش‌ها به ۷ گروه تقسیم‌بندی شدند. تمام آزمایشات بر اساس دستورالعمل کار با حیوانات آزمایشگاهی موسسه ملی آمریکا (NIH) انجام شده و کلیه روش‌ها مورد تایید

اپیوئیدها بخصوص مورفین به عنوان یکی از بهترین گروه‌های دارویی می‌باشند که جهت کاهش درد به کار گرفته می‌شوند (۱). مشکل عمده مصرف طولانی مدت اپیوئیدها بروز تحمل و وابستگی به آن‌ها می‌باشد (۲). فرضیه‌هایی در مورد ایجاد تحمل به مورفین وجود دارد که شامل غیر حساس شدن گیرنده اپیوئیدی، تنظیم افزایشی مسیر cAMP، القای مسیر نیتریک اکسید (NO)-cGMP و تغییرات سازشی نورونی وابسته به پروتئین کینازها در مسیرهای آبخاری انتقال پیام عصبی می‌باشد (۲-۴). یکی از مهمترین مکانیسم‌های ایجاد تحمل به مورفین، احتمالاً کاهش اثر مهارى نورون‌های گابا آرژیک نخاع می‌باشد (۵، ۶). تحقیقات نشان داده است که تجویز حاد و یا مزمن مورفین اثرات متمایزی روی سیستم گابا در مغز دارد. گرچه تغییرات گابا در قسمت‌های مختلف مغز نیاز به تحقیقات بیشتری دارد، ولی بنظر می‌رسد که این تغییرات در ایجاد تحمل به مورفین نقش دارند (۷). مطالعات نشان داده است که مورفین با اثر بر روی گیرنده‌های اپیوئیدی موجود در ناحیه ماده خاکستری دور قنات مغزی (PAG) و یا هسته میخی شکل (cnf) باعث فعال شدن نورون‌های گابا آرژیک می‌شود که در مسیر مهارى نزولی درد نقش دارند. اما مطالعات اخیر نشان می‌دهد که در تجویز طولانی مدت مورفین نه تنها رهایش گابا از مسیر مهارى نزولی درد افزایش نمی‌یابد بلکه احتمالاً رهایش آن نیز از نواحی PAG و cnf کاهش نیز می‌یابد (۸، ۹). با توجه به کاهش اثر این سیستم در تحمل به مورفین مطالعات محدودی در زمینه تاثیر آن بر بی‌دردی ناشی از مورفین صورت گرفته است. به علاوه نتایج متناقضی از تاثیر این سیستم بر روی میزان بی‌دردی مورفین نیز وجود دارد. به عنوان مثال در

گرفته و در قسمت زیر محفظه آینه‌ای با زاویه ۴۵ درجه قرار داشت تا وضعیت کف پای حیوان کاملاً مشخص باشد. پس از گذشت ۲۰ دقیقه ۵۰ میکرولیتر فرمالین ۲/۵ درصد به صورت زیر جلدی به کف پای حیوان تزریق می‌شد و شدت درد حیوان براساس تقسیم‌بندی زیر به چهار درجه تفکیک گردید: ۱- حیوان بدون توجه به پای تزریق شده می‌نشاند و یا راه می‌رود، ۲- پای حیوان با محفظه تماس داشته ولی حیوان وزن خود را بیشتر بر روی پای سالم خود می‌اندازد، ۳- حیوان پنجه دردناک را کاملاً از سطح محفظه بلند می‌نماید و ۴- حیوان پنجه تزریق شده را از شدت درد می‌لیسد، گاز می‌گیرد یا به شدت تکان می‌دهد. ثبت پاسخ‌های رفتاری بلافاصله پس از تزریق فرمالین آغاز و تا دقیقه ۶۰ ادامه می‌یافت. پاسخ در هر ۱۵ ثانیه ثبت و به عنوان شاخصی از میزان درد در آزمون فرمالین در نظر گرفته می‌شد. میانگین درد در ۵ دقیقه اول به عنوان درد حاد و در دقایق ۲۰ تا ۶۰ دقیقه به عنوان مرحله درد مزمن در نظر گرفته می‌شد (۱۳).

#### آزمون آماری

پس از انجام آزمون‌های رفتاری به منظور تجزیه و تحلیل آماری، داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار آماری 6 Graph pad prism و آنالیز واریانس دوطرفه و تست تعقیبی توکی ارزیابی و سطح معنی‌داری  $p < 0.05$  در نظر گرفته شد.

#### یافته‌ها

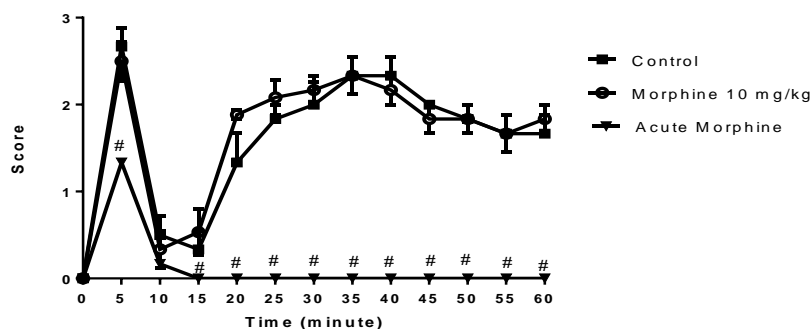
نتایج نشان داد که به دنبال تجویز ۸ روزه داخل صفاقی مورفین به میزان ۱۰ mg/kg، تحمل نسبت به اثر ضد دردی مورفین ایجاد شده است. مقایسه نتایج حاصل از آزمون فرمالین در گروه تحمل یافته به مورفین با گروه کنترل در فاز اول (۱-۵ دقیقه) و فاز دوم (۶۰-۲۰ دقیقه) تغییر معنی‌داری نشان نداد.

کمیت اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی بود (SBMU.REC.1394.26). گروه‌ها شامل: ۱- گروه کنترل: در این گروه نرمال سالین به میزان ۲۰ میکرولیتر هر روز به موشها به صورت داخل صفاقی به مدت ۸ روز تزریق می‌شد، ۲- گروه تک دوز مورفین: تزریق تک دوز مورفین به میزان ۱۰ mg/kg، ۳- گروه تحمل یافته به مورفین: تزریق مورفین هر روز به صورت تک دوز به میزان ۱۰ mg/kg به مدت ۸ روز به صورت داخل صفاقی (۱۲)، ۳- گروه موسیمول تک دوز: جهت پیدا کردن دوز غیر موثر موسیمول، موسیمول به صورت تک دوز به میزان ۱۰/۵ mg/kg و ۱ به موش‌های سالم تزریق می‌شد، ۴- گروه باکلوفن تک دوز: همچنین جهت پیدا کردن دوز غیر موثر باکلوفن، تزریق باکلوفن به صورت تک دوز به میزان ۱۰/۵ mg/kg و ۱ به موش‌های سالم تزریق می‌شد. ۵- گروه موسیمول+ مورفین: در این گروه علاوه بر تزریق هر روزه مورفین، تزریق موسیمول به صورت داخل صفاقی به میزان ۱۰/۵ mg/kg یک روز قبل از تزریق مورفین و در روزهای ۱ و ۳ و ۵ و ۷ به منظور بررسی اثرات آگونیست گابا A زیر دوز موثر در موش‌های تحمل یافته تزریق می‌شد. ۶- گروه باکلوفن + مورفین: در این گروه نیز علاوه بر تزریق هر روزه مورفین، تزریق باکلوفن نیز به صورت داخل صفاقی به میزان ۱۰/۵ mg/kg یک روز قبل از تزریق مورفین و در روزهای ۱ و ۳ و ۵ و ۷ به منظور بررسی اثرات آگونیست گابا B زیر دوز موثر در موشهای تحمل یافته تزریق می‌شد. در نهایت در همه گروه‌ها در روز ۸ آزمون فرمالین انجام گرفت.

**آزمون فرمالین:** از آزمون فرمالین به روش متداول (Dubuisson & Dennis 1977) استفاده گردید. بدین ترتیب که حیوان در یک محفظه از جنس پلکسی گلاس (۳۰×۳۰×۳۰ سانتی‌متر) تحت شرایط آرام قرار

دریافت کننده تک دوز مورفین، مورفین توانست کاهش معنی دار درد در هر دو فاز آزمون فرمالین را نشان دهد (شکل ۱).

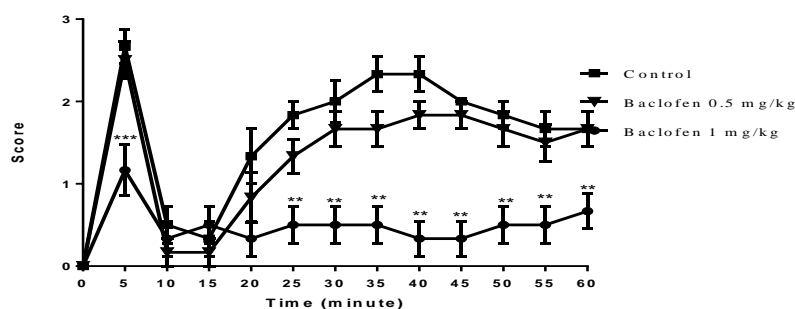
همچنین نتایج بررسی مقایسه رفتاری گروه تحمل یافته به مورفین و کنترل با گروه دریافت کننده تک دوز مورفین اختلاف معنی داری را در هر دو فاز آزمون فرمالین نشان داد ( $P < 0.0001$ ) به طوری که در گروه



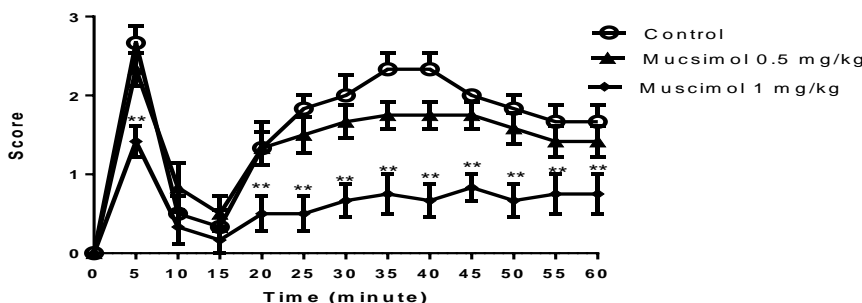
شکل ۱: نتایج رفتاری حاصل از آزمون فرمالین ۲.۵٪ اختلاف معنی داری را بین گروه تحمل یافته به مورفین و گروه کنترل نشان نداد. گروه دریافت کننده تک دوز مورفین اختلاف معنی داری را در هر دو فاز آزمون فرمالین با هر دو گروه تحمل یافته به مورفین و گروه کنترل نشان داد ( $P < 0.0001$ ). نتایج به صورت  $Mean \pm SEM$  بیان شده است، ( $n=6$ ). مقایسه گروه‌ها با استفاده از آزمون Two way ANOVA و تست تعقیبی Tukey انجام شد.

آزمون فرمالین شد ( $p < 0.001$ ,  $p < 0.01$ ) (شکل ۲). همچنین نتایج حاصل از تجویز به تنهایی موسیمول (آگونیست گیرنده گابا A) با دوز ۰/۵ mg/kg، ۱۰ دقیقه قبل از آزمون فرمالین ۲.۵٪ در حیوانات سالم (تحمل نیافته) نشان داد که موسیمول نیز بر روی درد هر دو فاز آزمون فرمالین به تنهایی اثری ندارد و در مقایسه با گروه کنترل و تحمل نیافته به مورفین تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نشد، اما با دوز ۱ mg/kg باعث ایجاد بی‌دردی در هر دو آزمون فرمالین شد ( $P < 0.01$ ) (شکل ۳).

به منظور تعیین دوز غیر موثر آگونیست‌های گابا، باکلوفن از ۲ دوز متفاوت باکلوفن ۰/۵ mg/kg، ۱ به صورت تک دوز در موشهای صحرایی سالم استفاده گردید. نتایج حاصل از تجویز به تنهایی باکلوفن (آگونیست گیرنده گابا B) با دوز ۰/۵ mg/kg، ۱۰ دقیقه قبل از آزمون فرمالین ۲.۵٪ در حیوانات سالم (تحمل نیافته) نشان داد که باکلوفن بر روی درد هر دو فاز آزمون فرمالین به تنهایی اثری ندارد و در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی داری بین آنها مشاهده نشد، اما تجویز باکلوفن ۱ mg/kg ده دقیقه قبل از آزمون فرمالین ۲.۵٪ باعث کاهش معنی دار درد در هر دو فاز



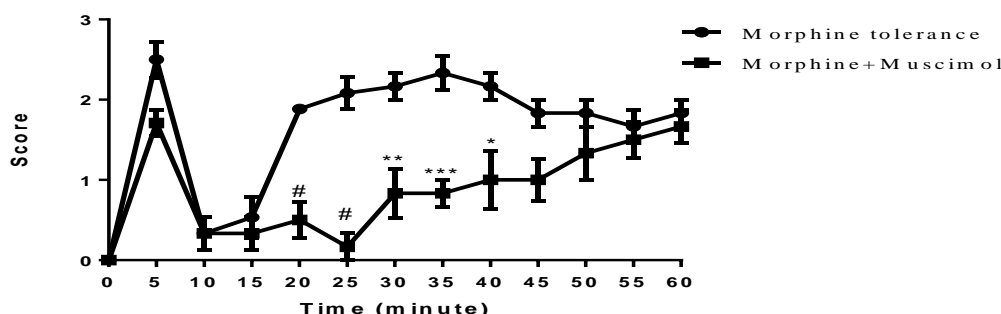
شکل ۲: تجویز تک دوز باکلوفن در موش‌های سالم به میزان ۰/۵ mg/kg نتوانست باعث کاهش درد در فاز اول و فاز دوم آزمون فرمالین شود اما به میزان ۱ mg/kg باعث کاهش معنی‌دار درد در هر دو فاز آزمون فرمالین شد. نتایج به صورت Mean±SEM بیان شده است، (n=6) مقایسه گروه‌ها با استفاده از آزمون Two way ANOVA و تست تعقیبی Tukey انجام شد (P<0.01, P<0.001).



شکل ۳: تجویز تک دوز موسیمول در موش‌های سالم به میزان ۰/۵ mg/kg نتوانست باعث کاهش درد در فاز اول و فاز دوم آزمون فرمالین شود اما به میزان ۱ mg/kg باعث کاهش معنی‌دار درد در هر دو فاز آزمون فرمالین شد. نتایج به صورت Mean±SEM بیان شده است، (n=6) مقایسه گروه‌ها با استفاده از آزمون Two way ANOVA و تست تعقیبی Tukey انجام شد (P<0.01, P<0.0001).

که از دقیقه ۲۰ تا دقیقه ۴۰ فاز ۲ آزمون فرمالین قابل مشاهده است. (P<0.0001, P<0.001, P<0.01). (شکل ۴). ولی در دقایق ۵۰ تا ۶۰ فاز ۲ این کاهش معنی‌دار نبوده است.

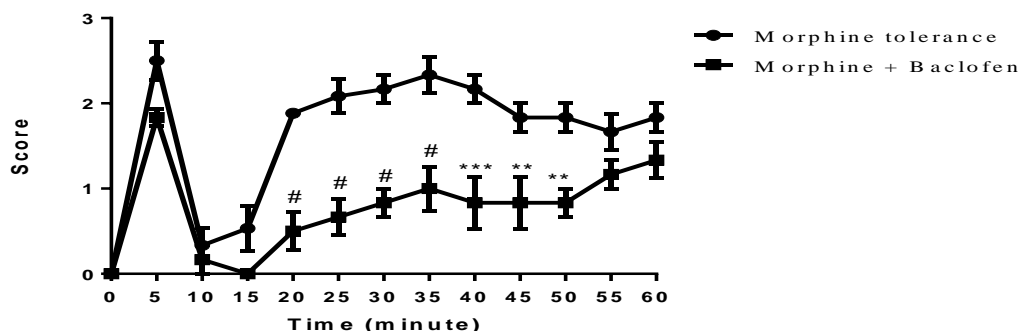
نتایج نشان داد که تجویز موسیمول در روزهای ۷، ۵، ۳، ۱ بعد از ایجاد تحمل به مورفین به طور معنی‌داری باعث کاهش درد یا به عبارتی کاهش ایجاد تحمل به مورفین در فاز ۲ آزمون فرمالین شده است،



شکل ۴: موسیمول به همراه مورفین باعث کاهش معنی‌دار درد در فاز دوم از دقیقه ۲۰ تا ۴۰ شده است. (P<0.05, P<0.01, P<0.0001, P<0.001). نتایج به صورت Mean±SEM بیان شده است، (n=6) مقایسه گروه‌ها با استفاده از آزمون Two way ANOVA و تست تعقیبی Tukey انجام شد.

شده است که از دقیقه ۲۰ تا دقیقه ۵۰ فاز ۲ آزمون فرمالین قابل مشاهده است. (P<0.01, P<0.001, P<0.0001). نمودار (۳-۴). ولی در دقایق ۵۵ تا ۶۰ فاز ۲ این کاهش معنی‌دار نبوده است (شکل ۵).

نتایج نشان داد که تجویز باکلوفن با دوز غیر موثر یک روز قبل از ایجاد تحمل و در روزهای ۷، ۵، ۳، ۱ قبل از تزریق مورفین روی فاز اول فرمالین تاثیری نداشته است ولی به طور معنی‌داری باعث کاهش درد یا به عبارتی کاهش ایجاد تحمل به مورفین در فاز ۲ آزمون فرمالین



شکل ۵) باکلوفن به همراه مورفین باعث کاهش معنی دار درد در فاز دوم از دقیقه ۲۰ تا ۵۰ شده است (  $P < 0.01$ ,  $P < 0.001$  )  
 نتایج به صورت  $Mean \pm SEM$  بیان شده است، (n=6) مقایسه گروه‌ها با استفاده از آزمون Two way ANOVA ( $P < 0.0001$ )  
 و تست تعقیبی Tukey انجام شد.

### بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تجویز  $10 \text{ mg/kg}$  مورفین به مدت ۸ روز باعث بروز تحمل به اثرات ضد دردی مورفین در موش‌های صحرائی نمی‌شود. نتایج تفاوت معنی‌داری را بین گروه کنترل و تحمل یافته به مورفین در آزمون فرمالین نشان نداد. همسو با این نتایج Javan و همکاران (۲۰۰۵) با تزریق داخل صفاقی مورفین با دوز  $20 \text{ mg/kg}$  به مدت ۴ روز تحمل به اثرات ضد دردی مورفین در تست Tail flick را گزارش نمودند (۱۴). Sepehri و همکاران (۱۳۸۷) نیز در تایید این نتایج با تزریق داخل صفاقی مورفین با دوز  $15 \text{ mg/kg}$  به مدت ۸ روز تحمل به اثرات ضد دردی مورفین در تست Tail flick مشاهده نمودند (۱۵). در مطالعه دیگری Asl و همکاران (۲۰۱۱) با تزریق زیر جلدی مورفین با دوز  $50 \text{ mg/kg}$  به مدت ۴ روز ایجاد تحمل به اثرات ضد دردی مورفین را ایجاد نمودند که با تست Hot-plate اندازه‌گیری شد (۱۶). گرچه مکانیسم‌های دخیل در ایجاد تحمل به اثرات ضد دردی مورفین مشخص نمی‌باشد اما مکانیسم‌های مختلفی را برای ایجاد آن ذکر کرده‌اند. گلوتامات و گابا کاندیدای اساسی برای توضیح پدیده ایجاد تحمل به اثرات ضد دردی مورفین می‌باشند (۱۷، ۱۸).

مغزی گابا در ایجاد تحمل به اثرات ضد دردی مورفین در مغز به اثبات رسیده است. بدین صورت که نورون‌های دوپامینی ناحیه VTA و جسم سیاه<sup>۱</sup> بدنال تحریکات دردناک و رفلکس‌های حرکتی از خود فعالیت انفجاری<sup>۲</sup> نشان می‌دهند (۱۹) که این فعالیت توسط اینترنورون‌های گاباژریک موجود در VTA مهار می‌شود (۲۰). مطالعات نشان داده است که مورفین با تاثیر بر رسپتورهای  $\mu$  (MORs) در VTA و جسم سیاه سبب کاهش آزادسازی گابا و در نتیجه کاهش مهار نورون‌های دوپامینی و ایجاد تحمل به اثرات ضد دردی مورفین و همچنین پردردی ناشی از تحمل به مورفین می‌شود (۲۱). مطالعه دیگری نشان داده است که بیکوکولین (آنتاگونیست رسپتور گابا A) با افزایش تولید cGMP و NO فرآیند تحمل به اثرات ضد دردی مورفین را تسریع می‌کند در صورتی که گابای اندوژن با مهار تونیک، فعالیت سیستم NOS/sGC کورتکس، تحمل به اثرات ضد دردی مورفین را کاهش می‌دهد (۲۲). شواهدی نیز مبنی بر کاهش اثر مهاری نورون‌های گاباژریک در ایجاد تحمل به اثر ضد دردی مورفین وجود دارد. مطالعات بسیاری نشان داده است که آگونیست‌های گابا می-

1- Substantia nigra  
 2- Bursting

توانند در کاهش تحمل و وابستگی به اثرات ضد دردی مورفین نقش داشته باشند (۲۳, ۲۴). در بخش دیگر پژوهش حاضر از موسیمول آگونیست گیرنده گابا A و باکلوفن آگونیست گیرنده گابا B mg/kg/۵۰ (زیر دوز موثر) و یک روز قبل از تزریق مورفین و سپس در روزهای ۱, ۳, ۵, ۷ قبل از تجویز مورفین استفاده شد. نتایج نشان داد تجویز موسیمول و باکلوفن به همراه مورفین با افزایش آستانه درد، درد در هر دو فاز آزمون فرمالین کاهش داده است. لذا بنظر می‌رسد آگونیست های گابا حتی به مقادیر غیر موثر و همزمان با مورفین نقش بسزایی در کاهش تحمل به اثر ضد دردی مورفین داشته باشند. همسو با این نتایج Hasanein و همکاران (۲۰۱۴) گزارش نمودند که تجویز ۷ روزه پره گابالین (آگونیست غیر اختصاصی گیرنده گابا) اثر پر قدرتی در کاهش تحمل به اثر ضد دردی مورفین داشته است از اینرو می‌تواند به عنوان یک داروی موثر همراه با مورفین برای افزایش اثرات بی‌دردی آن مورد استفاده قرار گیرد (۲۵). ASL و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که پیش درمانی با میدازولام (آگونیست گیرنده گابا A) ۳۰ دقیقه قبل از تزریق هر روزه مورفین و به مدت ۴ روز توانسته است کاهش معنی‌داری روی تحمل به اثرات ضد دردی مورفین بگذارد (۱۶). همانطور که از این مطالعات به نظر می‌رسد احتمالاً بخشی از کاهش تحمل به اثر ضد دردی مورفین و افزایش بی‌دردی مورفین در رابطه با اثر ضد دردی آگونیسته‌ای گابایی می‌باشد که طی مطالعات استفاده شده است. ولی ما در مطالعه خود از دوز غیر موثر آگونیست‌های گابا همراه مورفین استفاده نمودیم که منجر به کاهش اثر ضد دردی مورفین گشت. از این‌رو کاهش تحمل به اثرات ضد دردی مورفین که در آزمایشات این پژوهش بدست آمد در رابطه با اثر ضد دردی آگونیست گابا نبوده و احتمالاً مکانیسم دیگری

درگیر می‌باشد. مطالعات کاهش اثر مهاری نورون‌های گاباژژیک را در ایجاد تحمل به مورفین به اثبات رسانیده است (۲۴). پژوهش‌های دیگر در بیان مکانیسم ایجاد تحمل به مورفین، آزاد شدن اسید آمینه‌های تحریکی را بصورت پیش سیناپسی در شاخ خلفی نخاع می‌دانند و علت آنرا کاهش برداشت مجدد آن‌ها (اسیدهای آمینه تحریکی) ذکر کرده‌اند. تجویز گاباپنتین (آگونیست گابا) توانسته است با مهار این مسیرها از ایجاد تحمل به مورفین جلوگیری کند (۲۶). شواهد قابل توجهی در دست است که فعالیت تعدیل‌کنندگی سیستم گاباژژیک در مسیر درد اشاره می‌کند (۲۷). بنابراین بی‌دردی القا شده توسط سیستم گاباژژیک غیر حساس به نالوکسان می‌باشد (۲۸). از نتایج حاصل از پژوهش حاضر چنین بر می‌آید که موسیمول و باکلوفن با زیر دوز موثر و به همراه مورفین بطور معنی‌داری موجب کاهش تحمل به اثر ضد دردی مورفین شده‌اند. شاید آگونیست‌های گابا حتی زیر دوز موثر هم در کاهش تحمل به اثر ضد دردی مورفین، از مکانیسم‌های فوق‌الذکر یا مکانیسم‌های کمتر شناخته‌شده تری که به آن‌ها اشاره نشده است بهره گرفته باشند. بنابراین این مطالعه نشان داد که می‌توان از آگونیست‌های گابا حتی در دوزهای پایین به همراه مورفین در مصارف طولانی مدت مورفین مانند استفاده در دردهای سرطانی و مزمن بهره گرفت تا بتوان تحمل به اثرات بی‌دردی آن را به تعویق انداخته و یا حتی از آن جلوگیری کرد. همچنین این مطالعه نشان داد که آگونیست‌های گابا در دوزهای غیر موثر خود که بی‌دردی القا نخواهد کرد می‌تواند بی‌دردی مورفین را افزایش دهد که این اطمینان را می‌دهد که این افزایش بی‌دردی ناشی از بهبود اثرات بی‌دردی مورفین است و کاهش اثر گابا نقش اساسی در ایجاد تحمل به مورفین خواهد داشت. به منظور تکمیل اطلاعات در مورد

اثرات گابا در شرایط تحمل به مورفین می‌توان در بازه- های طولانی مدت تری نسبت به این مطالعه و استفاده از سایر آگونیست‌ها و حتی آنتاگونیست‌های دیگر گابا و همچنین تاثیر تزریق آن‌ها بر پارامترهای مولکولی تغییر یافته در شرایط تحمل یافته به مورفین به فهم بهتری در مورد تغییرات این نوروترانسمیتر مهم در شرایط تحمل به مورفین دست یابیم.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد به شماره: ۱۵۹۵۶۲ بوده است که در مرکز تحقیقات نوروفیزیولوژی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی به انجام رسیده است.

### References

- 1- Vihavainen T, Mijatovic J, Piepponen TP, Tuominen RK, Ahtee L. Effect of morphine on locomotor activity and striatal monoamine metabolism in nicotine-withdrawn mice. *Behavioural brain research*. 2006; 173(1): 85-93.
- 2- Gursoy S, Ozdemir E, Bagcivan I, Altun A, Durmus N. Effects of alpha 2-adrenoceptor agonists dexmedetomidine and guanfacine on morphine analgesia and tolerance in rats. *Upsala journal of medical sciences*. 2011; 116(4): 238-46.
- 3- Tamagaki S, Suzuki T, Hagihira S, Hayashi Y, Mashimo T. Systemic daily morphine enhances the analgesic effect of intrathecal dexmedetomidine via up- regulation of alpha 2 adrenergic receptor subtypes A, B and C in dorsal root ganglion and dorsal horn. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2010; 62(12): 1760-7.
- 4- Shimoyama M, Shimoyama N, Inturrisi CE, Elliott KJ. Gabapentin enhances the antinociceptive effects of spinal morphine in the rat tail-flick test. *Pain*. 1997; 72(3): 375-82.
- 5- Polgár E, Todd A. Tactile allodynia can occur in the spared nerve injury model in the rat without selective loss of GABA or GABAA receptors from synapses in laminae I-II of the ipsilateral spinal dorsal horn. *Neuroscience*. 2008; 156(1): 193-202.
- 6- Miletic G, Miletic V. Loose ligation of the sciatic nerve is associated with TrkB receptor-dependent decreases in KCC2 protein levels in the ipsilateral spinal dorsal horn. *PAIN®*. 2008; 137(3): 532-9.
- 7- Tzeng S, Ho I. Acute and continuous morphine administration on the! g-aminobutyric acid system in the mouse. *Progress in neuro-psycho pharmacology*. 1978.
- 8- Renno WM, Beitz AJ. Peripheral inflammation is associated with decreased veratridine-induced release of GABA in the rat ventrocaudal periaqueductal gray: microdialysis study. *Journal of the neurological sciences*. 1999; 163(2): 105-10.
- 9- Rezvanipour M, Milan H, Haghparast A, editors. The role of a GABA A receptor antagonist on morphine antinociception action in cuneiformis nucleus. *Experimental Neurobiology proceeding for the 3rd FAONS congress*; 2002.
- 10- Cutting D, Jordan C. Alternative approaches to analgesia: baclofen as a model compound. *British journal of pharmacology*. 1975; 54(2): 171-9.
- 11- Sawynok J, LaBella F. On the involvement of GABA in the analgesia produced by baclofen, muscimol and morphine. *Neuropharmacology*. 1982;21(5):397-403.
- ۱۲- علی پ، انتظار من، فائزه ث، سحر م، هایده حز، مسعود ط. اثر وابستگی به مورفین بر یادگیری و حافظه فضایی موش صحرایی نر.
- 13- Dubuisson D, Dennis SG. The formalin test: a quantitative study of the analgesic effects of morphine, meperidine, and brain stem stimulation in rats and cats. *Pain*. 1977;4:161-74.

- 14- Javan M, Motamedi F, Ahmadiani A, Masoudnia F. Possible relevance of tolerance to analgesic effect of morphine due to chronic inflammatory pain and the role of lumbar spinal cord in this interaction. *Physiology and Pharmacology*. 2003;7(1):3-11.
- 15- Sepehri G, Sheibani V, Azarang A, Shamsizadeh A, Afarinesh MR, Azizollahi S, et al. The intracerebroventricular (ICV) administration of W-7, a calmodulin inhibitor, attenuates the development of morphine tolerance in rats. *Pak J Pharm Sci*. 2010;23(2):170-4.
- 16- Habibi Asl B, Hassanzadeh K. Evaluation of effects of dextrometorphan and midazolam on morphin-induced tolerance and dependence in mice. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2008;4(4):253-60.
- 17- Hull L, Gabra B, Bailey C, Henderson G, Dewey W. Reversal of morphine analgesic tolerance by ethanol in the mouse. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 2013;345(3):512-9.
- 18- Noda Y, Nabeshima T. Opiate physical dependence and N-methyl-D-aspartate receptors. *European journal of pharmacology*. 2004;500(1-3):121-8.
- 19- Bromberg-Martin ES, Matsumoto M, Hikosaka O. Dopamine in motivational control: rewarding, aversive, and alerting. *Neuron*. 2010;68(5):815-34.
- 20- Bolam J, Smith Y. The GABA and substance P input to dopaminergic neurones in the substantia nigra of the rat. *Brain research*. 1990;529(1-2):57-78.
- 21- Johnson S, North R. Opioids excite dopamine neurons by hyperpolarization of local interneurons. *Journal of Neuroscience*. 1992;12(2):483-8.
- 22- Pepicelli O, Brescia A, Gherzi E, Raiteri M, Fedele E. GABAA, but not NMDA, receptors modulate in vivo NO-mediated cGMP synthesis in the rat cerebral cortex. *Neuropharmacology*. 2004;46(4):480-9.
- 23- Asl BH, Hassanzadeh K, Moosazadeh S. Effects of ketamine and magnesium on morphine induced tolerance and dependence in mice. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2005;13(3):110-5.
- 24- Tejwani GA, Rattan AK, Sribanditmongkol P, Sheu M-J, Zuniga J, McDonald JS. Inhibition of morphine-induced tolerance and dependence by a benzodiazepine receptor agonist midazolam in the rat. *Anesthesia and analgesia*. 1993;76(5):1052-60.
- 25- Hasanein P, Shakeri S. Pregabalin role in inhibition of morphine analgesic tolerance and physical dependency in rats. *European journal of pharmacology*. 2014;742:113-7.
- 26- Lin J-A, Lee M-S, Wu C-T, Yeh C-C, Lin S-L, Wen Z-H, et al. Attenuation of morphine tolerance by intrathecal gabapentin is associated with suppression of morphine-evoked excitatory amino acid release in the rat spinal cord. *Brain research*. 2005;1054(2):167-73.
- 27- Bonci A, Williams JT. Increased probability of GABA release during withdrawal from morphine. *Journal of Neuroscience*. 1997;17(2):796-803.
- 28- Sivam S, Ho I. GABAergic drugs, morphine and morphine tolerance: a study in relation to nociception and gastrointestinal transit in mice. *Neuropharmacology*. 1983;22(6):767-74.

## Intraperitoneal effect of GBA agonists on pain induced by formalin test in morphine tolerance model

Mehrabadi Shima<sup>1</sup>, Manaheji Homa<sup>2\*</sup>

1- PhD student. Department of Physiology, Faculty of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- Professor of Neurophysiology Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

\*Corresponding Author: Neurophysiology Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran Tel: +982123872522 fax: +982122439971

### Abstract

**Background and Aim:** Opioids are known as the first line of pain relief medications in patients with chronic pain. Frequent use of morphine reduces its analgesic effects in patients, which inevitably leads to an increase in its dosage. One of the most important mechanisms involved in morphine is the reduction of the inhibitory effect of GABAergic interneurons. The aim of this study was to investigate the effects of GABA agonists on morphine antinociception in acute and chronic pain induced by formalin test.

**Material and Method :** 42 male Wistar male rats were divided into 7 groups, randomly: 1- Control 2- Single dose of morphine, 3- Morphine tolerance 4- Single injection of muscimol. 5- Single injection of baclofen 6- GABA<sub>A</sub> agonist (Musimol) + Morphine 7- GABA<sub>B</sub> agonist (Baclofen)+Morphine. GABA agonists were injected intraperitoneally one day before induction of morphine tolerance and on days 1, 3, 5, 7. On the eighth day, morphine analgesic tolerance was measured by formalin test.

**Results :** The results showed that muscimol and baclofen (at subtherapeutic dose 0.5 mg/kg) could reduce pain behaviors in the first and second phases of formalin test.

**Conclusion :** These results show that GABA neurotransmitter reduces morphine tolerance when intraperitoneal injection of GABA with effect on type A or B receptors will compensate for this decrease and increase the morphine antinociceptive effect.

**Keywords :** Morphine tolerance, GABA, Formalin test