

اثرات نورهارمان بر ذخیره حافظه، یادگیری احترازی غیر فعال موش های الزایمری مدل با استرپتوزوتوسین

محمد حسین اسماعیلی^{۱*}، بهناز حیدری^۱، زینب چرم چی^۱، طاهره درگاهی^۱

(۱) گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۱

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۹

چکیده

مقدمه: داروهای بنزودیازپینی خواص ضد اضطرابی و فراموشی آوری دارند، در حالی که بتاکاربولین ها به عنوان آگونیست های معکوس گیرنده های آن ها از خود خواص اضطراب زاوی و افزایش میزان یادگیری نشان می دهند. مطالعه حاضر به منظور بررسی اثرات نورهارمان بر ذخیره حافظه موش های مدل الزایمری ایجاد شده با استرپتوزوتوسین در مدل یادگیری احترازی غیر فعال انجام شد.

مواد و روش ها: ۴۸ سر موش نر نژاد ویستار (۲۰۰ تا ۲۵۰ گرم) به گروه های کنترل، استرپتوزوتوسین، الکل+استرپتوزوتوسین و نورهارمان+استرپتوزوتوسین تقسیم شدند. برای القای آلزایمر استرپتوزوتوسین (۳ میلی گرم بر کیلوگرم، ۱۰ میکرولیتر در هر طرف) به صورت دو طرفه به درون بطن های جانبی تزریق شد. دو هفته بعد موش ها در دستگاه احترازی غیر فعال، (۵۰ هرتز، ۱ میلی آمپر، برای ۳ ثانیه) آموزش داده شدند. بلافاصله بعد از آموزش الکل یا نورهارمان (۱، ۲ و ۴ میلی گرم بر کیلوگرم، داخل صفاقی) به موش ها تزریق شد. ۴۸ ساعت بعد، تست به خاطر آوری انجام شد. مدت زمانی که طول می کشید حیوان وارد محفظه تاریک دستگاه شود، به عنوان معیار ذخیره حافظه اندازه گیری شد.

یافته های پژوهش: تزریق بعد از آموزش نورهارمان در دوز کم (۱ و ۲ میلی گرم بر کیلوگرم) ذخیره حافظه را در موش های الزایمری بهبود بخشید در حالی که دوز بالای آن (۴ میلی گرم بر کیلوگرم) موجب اختلال بیشتر در ذخیره حافظه موش های الزایمری مدل استرپتوزوتوسین شد. به طوری که زمان حضور در ناحیه روشن قبل از ورود به ناحیه تاریک در گروه نورهارمان+استرپتوزوتوسین (۲ میلی گرم بر کیلوگرم) به طور معنی داری بیشتر از گروه استرپتوزوتوسین بود ($P < 0.05$).

بحث و نتیجه گیری: با توجه به یافته ها، نورهارمان در دوز کم به عنوان آگونیست معکوس گیرنده های بنزودیازپینی از طریق تحریک گیرنده های گابا ممکن است برای درمان بیماری الزایمری سودمند باشد.

واژه های کلیدی: نورهارمان، یادگیری احترازی غیرفعال، بیماری الزایمر

*نویسنده مسئول: گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران

این مطالعه تجربی در سال ۱۳۹۲ در دانشگاه علوم پزشکی قزوین انجام شد. تعداد ۴۸ سر موش نر نژاد ویستار (تهیه شده از موسسه رازی) که وزن ۲۰۰ تا ۲۵۰ گرم داشتند در ۶ گروه (۸ موش در هر گروه) مورد آزمایش قرار گرفتند موش ها در ۶ قفس جداگانه در شرایط استاندارد از نظر دما (۲۳±۲ درجه سانتی گراد) و نور نگهداری شدند. در طول مدت آزمایش موش ها آب و غذای طبیعی خود را آزادانه دریافت می کردند. این تحقیق در ۳ مرحله اجرا گردید: ۱- جراحی استرئوتاکسی و تزریق دو طرفه استرپتوزوتوسین به درون بطن های طرفی به منظور ایجاد مدل آلزایمر، ۲- آموزش یادگیری در دستگاه احترازی غیرفعال و تزریق درون صفاقی نورهارمان و حلال آن (الکل) به موش های الزایمری شده توسط استرپتوزوتوسین بلافاصله بعد از مرحله آموزش، ۳- آزمون تست به خاطرآوری ۲ روز بعد از آموزش به منظور ارزیابی اثر نورهارمان بر یادگیری و حافظه موش ها به عنوان معیار ارزیابی بیماری الزایمر. برای القای آلزایمر ۱۰ میکرولیتر از محلول استرپتوزوتوسین با غلظت ۳ میلی گرم بر کیلوگرم به وسیله جراحی استرئوتاکسیک به درون هر کدام از بطن های جانبی مغز با مختصات بر حسب برگما: $AP=-0.5$, $ML=\pm 1.2$, $DV=-3.2$ تزریق شد (۱۵). در این جراحی ابتدا حیوانات با استفاده از کتامین/زیلازین (۶/۶۰ mg/kg) بیهوش و سپس در دستگاه استرئوتاکس قرار داده شدند و پس از فیکس کردن حیوان در این دستگاه در پشت سر حیوان در خط وسط یک برش ایجاد شد. بعد از تمیز کردن سطح جمجمه و یافتن نقطه برگما به عنوان مرجع، با استفاده از اطلس پاکسینوز به روش استرئوتاکسیک محل مورد نظر تزریق در دو طرف سر نشانه گذاری گردید. بعد از علامت گذاری نقاط هدف بر روی سطح جمجمه، دو سوراخ به کمک دریل دندان پزشکی ایجاد شد و سپس با استفاده از سرنگ هامیلتون محلول استرپتوزوتوسین (۳ میلی گرم بر کیلوگرم، ۱۰ میکرولیتر در هر طرف) به صورت دو طرفه به درون بطن های جانبی به آرامی تزریق شد. گروه های مورد آزمایش به شرح زیر بودند: ۱- گروه کنترل، ۲- گروه الزایمری شده با STZ که خود به ۵ زیر گروه به شرح زیر تقسیم شدند: ۱- گروه STZ، ۲- گروه STZ+الکل، ۳- گروه STZ+الکل، ۴- گروه STZ+نورهارمون که دو گروه آخر بلافاصله بعد از آموزش احترازی به آن ها الکل اتانول (۰/۲ میلی لیتر) یا

نشان داده شده است که آگونیست گیرنده های بنزودیازپینی به ویژه بنزودیازپین ها خواص ضد اضطرابی (anxiolytic) و فراموشی آوری (amnesic properties) دارند در حالی که آگونیست های معکوس گیرنده های بنزودیازپینی از قبیل بتا-کاربولین ها (β -carboline) از خود خواص اضطراب زایی و افزایش میزان یادگیری نشان می دهند (۵-۸). بتا-کاربولین (هارمان و هارمالین و نورهارمان) که به صورت اگزوزن در گوشت، میوه های مختلف، دود سیگار، تنباکو و مشروبات الکلی وجود دارند، به صورت اندوزن نیز در بدن یافت می شوند. این بتا کاربولین های داخلی و خارجی و برخی از متابولیت های آن ها اثرات نوروتوکسیک از خود نشان می دهند و تصور می شود که گیرنده های بنزودیازپینی و ایمیدازولین را تحت تاثیر قرار می دهند. این ترکیبات هم چنین می توانند گیرنده های 5-HT_{2A} و 5-HT_{2C} را فعال نموده و آنزیم مونوآمینوآکسیداز (MAO) و مبادله گر Na-H را مهار نمایند (۶،۷). محققین نشان داده اند که بعضی از این ترکیبات در دوز کم بر روی سیستم دوپامینرژیک اثر تحریکی دارند و ضمن افزایش سطح دوپامین، تکثیر دندریت ها و سیناپس ها در هیپوکامپ، باعث بهبود یادگیری و حافظه می شوند. در حال حاضر این یافته باعث تمرکز تحقیقات بر روی اثر تحریکی و حفاظتی بتا کاربولین ها بر سیستم دوپامینرژیک و استفاده بالقوه از آن به عنوان داروی ضد الزایمر شده است. نشان داده شده است که بتا کاربولین ها در دوز بالا تشنج زا، در دوز متوسط اضطراب زا و در دوز کم تقویت کننده یادگیری می باشند (۸). گزارش شده است که بنزودیازپین ها از جمله دیازپام و لورازپام باعث هر دو نوع فراموشی قبلی و بعدی می شوند (۹،۱۰). برعکس آنتاگونیست های بنزودیازپینی از قبیل فلومازنیل اختلال حافظه و یادگیری ایجاد شده توسط داروهای بنزودیازپینی را بهبود می بخشد (۱۱،۱۲). بنا بر این آگونیست های معکوس آن ها از جمله نورهارمان باید بتوانند در جهت معکوس داروهای بنزودیازپینی حافظه و یادگیری را در موش های الزایمری بهبود بخشد. شواهد تحقیقاتی جدید موجود نیز این مسئله را تا حدود زیادی تأیید می کنند (۱۳،۱۴). بنا بر این در این تحقیق سعی شد اثرات تزریق نورهارمان بر ذخیره حافظه موش های الزایمری شده با استرپتوزوتوسین در مدل یادگیری احترازی غیر فعال مورد بررسی قرار گیرد.

آموزش خاتمه یافته تلقی می شد. پس از خارج کردن حیوان از دستگاه نورهارمان و یا حلال آن الکل اتانول به صورت درون صفاقی به حیوان تزریق شد.

تست به خاطرآوری: ۴۸ ساعت بعد از پایان یافتن مرحله آموزش تست حافظه یا به خاطرآوری انجام شد. در این مرحله هم مانند دفعات قبل هر موش ابتدا در قسمت روشن دستگاه پشت به درب قرار گرفت و پدال دستگاه زده شد و ۷ ثانیه بعد درب گیوتین باز شد و مدت زمانی که طول کشید (Step-Through Latency, STL) تا حیوان برای اولین بار به قسمت تاریک وارد شود و کل مدت زمانی که حیوان در مدت ۹ دقیقه تست در قسمت روشن و تاریک به سر می برد توسط دستگاه ثبت شد. در تجزیه و تحلیل داده ها از آزمون های T مستقل و ANOVA یک طرفه (و آزمون تعقیبی توکی) استفاده شد. $P < 0.05$ به عنوان سطح معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته های پژوهش

آنالیز STL گروه های STZ و STZ+الکل نشان داد بین این دو گروه اختلاف معنی داری وجود ندارد ولی اختلاف بین این دو گروه با گروه کنترل و گروه نورهارمان+STZ (۲ میلی گرم بر کیلوگرم) معنی دار بود ($P < 0.01$). آنالیز STL، گروه های مختلف حاکی از این است که تزریق نورهارمان در دوز کم (۲ و ۱ میلی گرم بر کیلوگرم) بلافاصله بعد از آموزش به موش های الزایمری، باعث افزایش وابسته به دوز به خاطرآوری اطلاعات شد در حالی که دوز زیاد (۴ میلی گرم بر کیلوگرم) آن باعث اختلال در به خاطرآوری اطلاعات شد (نمودار شماره ۱).

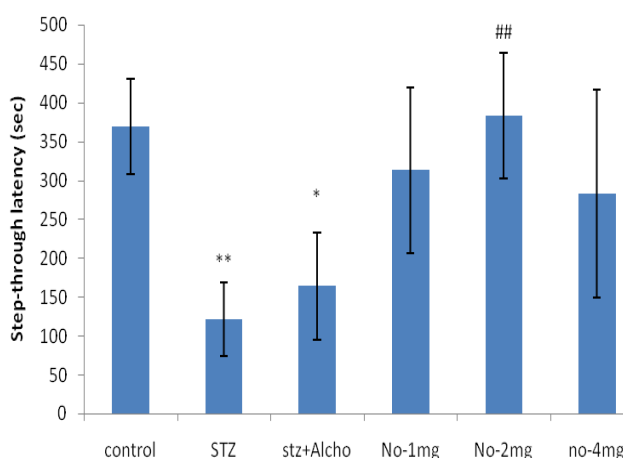
نورهارمون (۱، ۲ و ۴ میلی گرم بر کیلوگرم) به صورت داخل صفاقی تزریق شد.

برای ارزیابی یادگیری و حافظه حیوان از دستگاه احترازی غیر فعال (شاتل باکس) استفاده شد (۹). این دستگاه یک محفظه پلکسی گلاس مکعب مستطیل با طول ۴۰، عرض ۱۰ و ارتفاع ۱۶ سانتی متر می باشد. دستگاه توسط یک درب به شکل گیوتین به دو قسمت تاریک و روشن که طول قسمت تاریک بیشتر است تقسیم می شود. در کف هر دو بخش میله های ضد زنگ به فاصله نیم سانتی متر از هم قرار دارند و کف قسمت تاریک به یک مدار الکتریکی وصل است که جریان الکتریکی با شدت و مدت معین از کف آن عبور می کند.

مراحل آموزشی یادگیری در دستگاه احترازی غیر فعال:

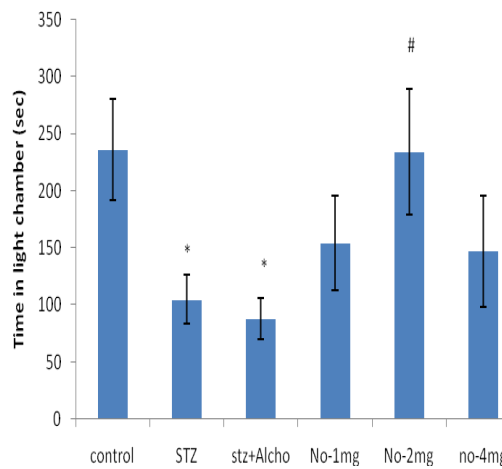
سازش یافتن: هر موش ابتدا در قسمت روشن دستگاه پشت به درب قرار گرفت و پدال دستگاه زده شد. وقتی که حیوان به سمت در چرخید (۷ ثانیه بعد از زدن پدال دستگاه) درب باز شده و به موش اجازه داده شد وارد قسمت تاریک شود. سپس درب بسته شده و پس از چند ثانیه حیوان به قفس بازگردانده شد. این مرحله در دو روز و هر روز به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد.

آموزش: ۲۴ ساعت پس از سازش یافتن، آموزش آغاز شد. در این مرحله هر موش ابتدا در قسمت روشن دستگاه پشت به درب قرار گرفت و پدال دستگاه زده شد. وقتی که حیوان به سمت در چرخید (۷ ثانیه بعد از زدن پدال دستگاه) درب باز شده و به موش اجازه داده شد وارد قسمت تاریک شود. هنگامی که موش وارد قسمت تاریک شد، درب گیوتین دستگاه بسته شده و شوک الکتریکی با شدت ۱ میلی آمپر و به مدت ۳ ثانیه به حیوان اعمال شد. وقتی حیوان از ترس شوک دیدن بیش از ۱۲۰ ثانیه در قسمت روشن می ماند



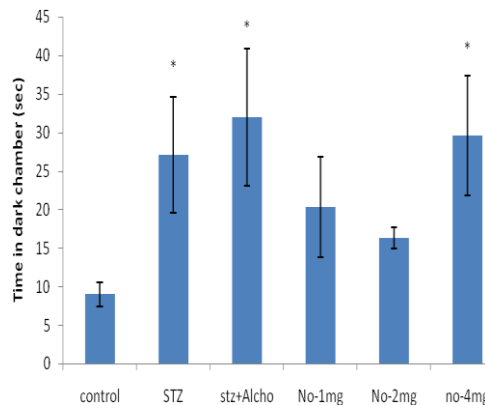
نمودار شماره ۱. مقایسه مدت زمان تاخیر ورود به منطقه شوک (تاریک) در طی آزمایش به خاطر آوری

می‌دهد کل زمان حضور در ناحیه روشن در گروه کنترل و گروه نورهارمان+STZ (۲ میلی گرم بر کیلوگرم) طولانی تر از سایر گروه‌ها است به طوری که اختلاف این دو گروه با دو گروه STZ و STZ+الکل معنی دار بود. این موضوع نشان می‌دهد این دو گروه، در صورت ورود به ناحیه تاریک دریافت شوک را بیشتر به حافظه سپرده‌اند. یافته نشان می‌دهد که تزریق نورهارمان در دوز کم (۱ و ۲ میلی گرم بر کیلوگرم) بلافاصله بعد از آموزش به موش‌های الزایمری باعث افزایش وابسته به دوز حافظه می‌شود (نمودار شماره ۲).



نمودار شماره ۲. مقایسه زمان گذرانده شده در محفظه روشن در طی آزمایش به خاطرآوری ($P < 0.05$) اختلاف از گروه کنترل و ($\#P < 0.05$) اختلاف از گروه STZ را نشان می‌دهد.

شوک را بیشتر به حافظه سپرده‌اند. هم چنین این یافته‌ها نشان می‌دهد که تزریق نورهارمان در دوز کم (۱ و ۲ میلی گرم بر کیلوگرم) بلافاصله بعد از آموزش به موش‌های الزایمری می‌تواند باعث افزایش وابسته به دوز حافظه شود (نمودار شماره ۳).



نمودار شماره ۳. مقایسه زمان گذرانده شده در محفظه تاریک در طی آزمایش به خاطرآوری ($P < 0.05$) اختلاف از گروه کنترل را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه گیری

حدودی مختل کرد که با نتایج محققینی که نشان دادند تحریک مسیر اولیوسربلار مخچه توسط هارمالین (یکی دیگر از بتاکاربولین ها) باعث اختلال در یادگیری و حافظه فضایی می شود هم خوانی دارد (۱۳). به عقیده این محققین مسیر اولیوسربلار باید فعالیت طبیعی خود را داشته تا یادگیری و حافظه روند طبیعی و مطلوبی را داشته باشند و چنان چه این مسیر تحریک یا مهار شود، حافظه و یادگیری مختل می شود. مطالعه این محققین نشان داد هارمالین در دوز ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم از طریق فعال کردن زیتون تحتانی موجب اختلال در زمان بستن پلک می شود (۱۳). این یافته ها هم چنین با نتایج محققینی که نشان داده اند هارمان از طریق اختلال در سیستم دوپامینرژیک و کولینرژیک باعث اختلال در حافظه شده و موجب فراموشی می شود، هم خوانی دارد (۱۴، ۱۵). احتمالاً نورهارمان مورد استفاده در این تحقیق نیز در دوز کم با اثر ضد التهابی و محافظت کنندگی که برای نورون های مغز دارد، (مشابه ۹- متیل کاربولین) باعث افزایش سطح دوپامین و افزایش میزان تکثیر دندریت ها و سیناپس ها در هیپوکامپ و سایر نقاط مهم در فرآیند یادگیری و حافظه موش های الزایمری می شود و از این طریق یادگیری و حافظه را در موش های الزایمری بهبود می بخشد. از طرف دیگر احتمالاً نورهارمون در دوز بالا با اثر سمیتی که برای نورون ها دارد (مشابه هارمالین در دوز ۱۰) باعث اختلال بیشتر در یادگیری و حافظه فضایی موش های الزایمری می شود. اخیراً محققین نشان داده اند که بتاکاربولین ها از طریق کاهش وابسته به دوز سطح آنزیم نیتریک اکسید سنتتاز باعث کاهش سطح میزان نیتریک اکساید پلازما نیز می شوند (۱۶). نیتریک اکساید به عنوان یک پیامبر ثانویه در سیستم عصبی در ایجاد تقویت طولانی مدت (LTP) نقش مهمی دارد (۱۷، ۱۸). مطالعه های زیادی نشان داده اند که نیتریک اکساید به همراه بتاکاربولین ها در یادگیری و حافظه وابسته به هیپوکامپ دخالت دارد. شاید نورهارمان در غلظت بالا از طریق مهار نیتریک اکساید سنتتاز و نتیجتاً اختلال در عمل سیستم نیتریک اکساید باعث اختلال بیشتر در یادگیری و حافظه موش های الزایمری شده است. به طور کلی می توان از این تحقیق نتیجه گیری کرد که نورهارمان در دوز کم باعث بهبود یادگیری و حافظه موش های الزایمری شده، در حالی که در دوز بالا باعث اختلال بیشتر در فرآیند یادگیری و حافظه موش های الزایمری می شود. برای مشخص شدن مکانیسم مولکولی و عصبی نحوه عمل نورهارمون و تاثیرات درمانی آن در بیماران الزایمری نیاز به تحقیقات بیشتر و کارآزمایی بالینی در آینده دارد.

این مطالعه نشان داد که تزریق بلافاصله بعد از آموزش یادگیری احترازی نورهارمون در دوز کم (۱ و ۲ میلی گرم بر کیلوگرم) به خاطرآوری حافظه را در موش های الزایمری مدل استریوتوزوسین بهبود بخشید در حالی که دوز بالای آن (۴ میلی گرم بر کیلوگرم) موجب اختلال بیشتر در حافظه موش های الزایمری شد. این یافته با نتایج محققینی که نشان داده اند بتاکاربولین ها در دوز کم باعث بهبود یادگیری و حافظه می شوند هم خوانی دارد (۸). اگر حافظه به معنای یادآوردن اطلاعات باشد باید این اطلاعات ابتدا دریافت شوند و دریافت اطلاعات تحت تاثیر سطح هوشیاری است و فعالیت طبیعی سیستم واسطه های عصبی مغز برای این امر لازم است. می توان پیش بینی کرد هر ماده ای که سطح هوشیاری را کاهش دهد، سبب اختلال در روند طبیعی یادگیری و حافظه خواهد شد و برعکس هر ماده ای که سبب افزایش سطح هوشیاری شود سبب بهبود یادگیری و حافظه نیز خواهد شد. در این رابطه محققین نشان دادند که داروهای بنزودیازپینی (از جمله دیازپام) که سطح هوشیاری را کاهش می دهند، موجب اختلال در یادگیری، حافظه و هم چنین هر دو نوع فراموشی قبلی و بعدی می شوند. این در حالی است که آنتاگونیست های بنزودیازپینی از قبیل فلومازینیل که باعث افزایش سطح هوشیاری می شوند، اختلال حافظه و یادگیری ایجاد شده توسط داروهای بنزودیازپینی را بهبود می بخشد (۹-۱۱). بنا بر این می توان انتظار داشت که نورهارمان به عنوان آنتاگونیست معکوس بنزودیازپین ضمن افزایش سطح هوشیاری، حافظه و یادگیری را بهبود بخشد. از این نظر نتایج مطالعه حاضر با نتایج محققینی که نشان دادند داروهای بنزودیازپینی موجب اختلال در یادگیری و حافظه می شوند و هم چنین مطالعاتی که نشان دادند آنتاگونیست های بنزودیازپینی باعث بهبود یادگیری و حافظه می شوند، هم خوانی دارد (۱۰، ۱۱). نتایج مطالعه حاضر هم چنین با نتایج محققینی که نشان دادند ۹- متیل کاربولین (برخلاف بسیاری از بتاکاربولین های دیگر که اثرات نوروتوکسیک از خود نشان می دهند) بر نورون های دوپامینرژیک در محیط کشت سلولی اثر تحریکی داشت و تزریق زیرجلدی مزمن ۱۰ روزه این دارو در موش ها ضمن بهبود یادگیری فضایی باعث افزایش سطح دوپامین و افزایش میزان تکثیر دندریت ها و سیناپس ها در هیپوکامپ شد هم خوانی دارد (۱۲). در مطالعه حاضر نورهارمان در دوز بالا یعنی ۴ میلی گرم بر کیلوگرم بر عکس به خاطرآوری حافظه موش های الزایمری را تا

References

1. Samardžić J, Strac DŠ, Obradović M, Oprić D, Obradović DI. DMCM, a benzodiazepine site inverse agonist, improves active avoidance and motivation in the rat. *Behavioural Brain Research* 2012; 235: 195–199.
2. Korpi ER, Grunder G, Luddens H. Drug interactions at GABA(A) receptors. *Progress in Neurobiology* 2002; 67(2):113–59.
3. Chebib M, Johnston GA. GABA-activated ligand gated ion channels: medicinal chemistry and molecular biology. *Journal of Medicinal Chemistry* 2000;43(8):1427–47.
4. Krazem A, Borde N, Beracochea D. Effects of diazepam and beta-CCM on working memory in mice: relationships with emotional reactivity. *Pharmacology Biochemistry & Behavior* 2001; 68(2):235–44.
5. Chapouthier G, Venault P. GABA-A receptor complex and memory processes. *Current Topics in Medicinal Chemistry* 2002;2(8):841–51.
6. Collins MA, Neafsey EJ. Potential neurotoxic “agents provocateurs” in Parkinson’s disease. *Neurotoxicology and Teratology* 2002; 24: 571-577.
7. Spletstoesser F, Bonnet U, Wiemann M, Bingmann D, Büsselberg D. Modulation of voltage-gated channel currents by harmaline and harmane. *Br J Pharmacol* 2005 ;144(1):52-8.
8. Venault P, Chapouthier . G. From the Behavioral Pharmacology of Beta-Carbolines to Seizures, Anxiety, and Memory. *The Scientific World journal* 2007; 7: 204–223.
9. Mejo SL. Anterograde amnesia linked to benzodiazepines. *Nurse Pract* 1992; 17(44):49–50.
10. Rinehart JB, Baker B, Raphael D. Postoperative global amnesia reversed with flumazenil. *Neurologist* 2012; 18 (4): 216-8.
11. Hogan JB, Hodges DB. Effects of CRF1 receptor antagonists and benzodiazepines in the Morris water maze and delayed non-matching to position tests. *Psychopharmacology (Berl)* 2005; 178 (4): 410-9.
12. Gruss M, Appenroth D, Flubacher A. 9-Methyl-β-carboline-induced cognitive enhancement is associated with elevated hippocampal dopamine levels and dendritic and synaptic proliferation. *J Neurochem* 2012; 121 (6): 924-31.
13. Beitz AJ, Saxon D. Harmaline-induced climbing fiber activation causes amino acid and peptide release in the rodent cerebellar cortex and a unique temporal pattern of Fos expression in the olivo-cerebellar pathway. *J Neurocytol* 2004; 33 (1): 49-74.
14. Nasehi M, Sharifi S, Zarrindast MR. Involvement of the cholinergic system of CA1 on harmane-induced amnesia in the step-down passive avoidance test. *J Psychopharmacol* 2012; 26 (8): 1151-61.
15. Nasehi M, Piri M, Nouri M. Involvement of dopamine D1/D2 receptors on harmane-induced amnesia in the step-down passive avoidance test. *Eur J Pharmacol* 2010; 634 (1-3): 77-83.
16. Yoon JW, Kang JK, Lee KR. beta-Carboline alkaloid suppresses NF-kappaB transcriptional activity through inhibition of IKK signaling pathway. *J Toxicol Environ Health A* 2005; 68 (23-24): 2005-17.
17. Cooke RM, Mistry R, Challiss RA, Straub VA. Nitric oxide synthesis and cGMP production is important for neurite growth and synapse remodeling after axotomy. *J Neurosci* 2013; 33 (13): 5626-37.
18. Nasehi M, Piri M, Jamali-Raeufy N, Zarrindast MR. Influence of intracerebral administration of NO agents in dorsal hippocampus (CA1) on cannabinoid state-dependent memory in the step-down passive avoidance test. *Physiol Behav* 2010; 100 (4): 297-304.



The Effects of Norharmane on Memory Retention, Passive Avoidance Learning of Alzheimer's Rats Model by Streptozotocin

Esmaili M^{1*}, Hydari B¹, Charmchi Z¹, Dargahi T¹

(Received: April 29, 2014 Accepted: July 23, 2014)

Abstract

Introduction: benzodiazepine drugs notably have an anxiolytic and amnesic features, while β -carbolines as their receptors inverse agonists show effects of anxiety and increasing learning features. The aim of present study was to investigate the effects of Norharmane on memory retention of Alzheimer model rats induced with streptozotocin (STZ) in passive avoidance learning

Materials & methods: 48 male wistar rats were divided into: control, STZ, STZ+ alcohol and STZ+ norharmane groups. STZ was injected bilaterally into lateral ventricles for induction of AD, (3 mg/kg, i.c.v, 10 μ l on each side). Two weeks later, all rats were trained in the passive avoidance device (50Hz, 1mA, for 3sec). Alcohol (0.2ml) or Norharmane (1, 2, 4 mg/kg, Intraperitoneal) were injected to rats after training immediately. Retention test was done 48 hours later. The time to take

the animal enters the dark chamber device measured as a standard memory.

Findings: Injection of Norharmane in low dose (1, 2 mg/kg) after training improve memory retention in Alzheimer's rats while Norharmane in high dose (4 mg/kg) lead to further impairment of memory retention in Alzheimer's rats of streptozotocin model. So that presence time in the light area before entering to dark area in the STZ+norharmane (2 mg/kg) group were significantly higher than STZ group ($P<0.05$).

Discussion & Conclusion: According to findings, Norharmane, as inverse agonists of benzodiazepine receptors in low doses may be useful through stimulation GABA receptors for Alzheimer's disease treatment.

Keywords: Norharmane, Passive avoidance learning, Alzheimer's disease.

1. Dept of Physiology, faculty of Mediciens, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran

* Correspondin author Email: smail66@yahoo.com