



اثر تزریق داخل هیپوکامپی پروژسترون بر حافظه و یادگیری

احترازی غیرفعال در موش صحرایی نر بالغ

طهمورث شهریور^۱، احمدعلی معاضدی^۲، عبدالرحمن راسخ^۲

سحر الماسی ترک^۳، امراه روزبهی^{*۱}

^۱ مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج

^۲ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز

^۳ گروه علوم تشریحی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

(دریافت مقاله: ۹۱/۲/۲۶ - پذیرش مقاله: ۹۱/۴/۱)

چکیده

زمینه: پروژسترون به‌عنوان هورمونی تولید مثلی در ساختمان مغز مورد بررسی قرار گرفته است. در پژوهش‌های جدید که بیشتر با تزریق سیستمیک انجام گردیده است، گزارش شده که پروژسترون بر حالت‌های مختلف حافظه اثرات متفاوتی دارد. ولی اینکه آیا صرفاً هیپوکامپ واسطه پروژسترون در تقویت حافظه و یادگیری بوده است روشن نیست. بنابراین در بررسی کنونی تزریق داخل هیپوکامپی پروژسترون بر حافظه و یادگیری احترازی غیرفعال در ناحیه CA1 موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها: حیوانات به ۸ گروه هفت‌تایی شامل گروه‌های کنترل، شاهد سرم فیزیولوژی، شاهد روغن بادام (به‌عنوان حلال) و گروه‌های پروژسترون (۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن) تقسیم شد. در همه گروه‌ها به‌جز گروه کنترل جراحی و کانول‌گذاری با دستگاه استریوتاکس در ناحیه CA1 سمت چپ صورت گرفت. یک هفته بعد از بهبودی همه گروه‌ها با شاتل باکس آموزش داده شدند و بلافاصله بعد از آموزش دوزهای مختلف پروژسترون در حجم ۰/۵ میکرولیتر با کانول به ناحیه CA1 هیپوکامپ تزریق گردید و گروه‌های شاهد به همان حجم سرم فیزیولوژی یا روغن بادام دریافت کردند، سپس حافظه همه گروه‌ها پس از ۴۸ ساعت مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: تجزیه و تحلیل آماری نشان می‌دهد که پروژسترون با دوزهای ۰/۵، ۱/۵ و ۲ میکروگرم به‌طور معنی‌داری ($P < 0/001$) حافظه و یادگیری احترازی غیرفعال را افزایش می‌دهند. اما مقادیر پروژسترون ۱ و ۳ میکروگرم تأثیر معنی‌داری در حافظه و یادگیری احترازی غیرفعال ندارد. روغن بادام باعث افزایش حافظه و یادگیری احترازی غیرفعال در مقایسه با سالیین می‌شود ($P < 0/001$).

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد که اثرات پروژسترون به‌عنوان یک نورواستروئید، بر حافظه و یادگیری وابسته به دوز استفاده شده از این هورمون می‌باشد و روغن بادام نیز با داشتن ترکیبات ویتامین E، امگا ۳ و اسید اولئیک نیز در تقویت حافظه و یادگیری نیز اثرات مفیدی دارد.

واژگان کلیدی: یادگیری، حافظه، پروژسترون، هیپوکامپ، شاتل باکس

* یاسوج، دانشگاه علوم پزشکی یاسوج، مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی

مقدمه

هیپوکامپ در پستانداران، ساختار اصلی در یادگیری فضایی و ضبط حافظه می باشد (۱-۳). چندین مطالعه ثابت می کند، هیپوکامپ پشتی برای حافظه فضایی مهم می باشد (۴).

ناحیه CA1 در هیپوکامپ فرایندهایی را که در ارتباط با حافظه میان مدت می باشد را حمایت می کند (۵). در هیپوکامپ گیرنده هایی برای پروژسترون مثل برخی نواحی مختلف مغز وجود دارد (۶). در هیپوکامپ پریمات های غیر انسانی ماده، پروژسترون قادر به تنظیم سطوح پروتئین های پیش و پس سیناپسی در ناحیه CA1 می باشد (۷).

نورواستروئیدها در سیستم عصبی مرکزی و محیطی، به طور ویژه ای از سلول های گلیال میلین دار، کلسترول و استروئیدهای پیشرو که به عنوان منابع پیرامونی می باشند، ساخته می شوند (۸).

برخی از نورواستروئیدها در شکل پذیری سیناپسی و تغییرات نورونی که در تنظیم طولانی مدت حافظه و یادگیری نقش دارند مشارکت می کنند (۹).

پروژسترون به عنوان استروئیدی مغزی بر خلاف استروئیدهای معمولی که دارای گیرنده های داخل سلولی و مکانیسم طولانی هستند، ابا گیرنده های غشایی و در مدت زمان کوتاهی عمل می کند (۱۰). بخش عمده پروژسترون از سلول های گرانولوزای فولیکول های تخمدانی، جفت، جسم زرد و سلول های گلیال و نورون ها ساخته می شود. پروژسترون چند دقیقه بعد از ترشح به استروئیدهای دیگر تبدیل می شود. از جمله اثرات پروژسترون، اثرات آن بر روی مغز می باشد (۱۱).

امروزه پروژسترون را به عنوان نورواستروئیدی می شناسند که تحریک پذیری سیستم عصبی مرکزی را

تغییر می دهد و تنوعی در عملکرد سیستم عصبی مرکزی را نشان می دهد (۱۱). گیرنده های پروژسترون در سلول های گلیال شناسایی شده است (۱۲). یافته های آزمایشگاهی اخیر نشان می دهد که پروژسترون نقش مهمی را در بازیابی نورون ها و ایجاد غلاف میلین بازی می کند (۱۳).

بررسی ها نشان می دهد که کاهش هورمون پروژسترون در طول یائسگی، عاملی خطرناک در پیشرفت بیماری آلزایمر می باشد (۱۷-۱۴). شیوع بیماری آلزایمر در زنان به دلیل کاهش هورمون پروژسترون دو برابر مردان می باشد (۱۸ و ۱۹).

حافظه مرتبط با نورون های کولینرژیک که توسط اسکوپولامین تخریب شده با پروژسترون بهبود می یابد (۷). پروژسترون عملکرد سلول هایی که برای فرایند یادگیری و حافظه لازم می باشد را شناسایی می کند (۸). تزریق داخل بطنی یا تزریق داخل هیپوکامپی پروژسترون پس از آموزش، حافظه شیئی وابسته به هیپوکامپ را در موش های صحرایی تخمدان برداشته شده افزایش می دهد (۲۰). استروئیدهای گنادی برای نگهداری ساختار سلول های پیرامیدال CA1 هیپوکامپ بالغ ضروری می باشد (۲۱).

تزریق درون صفاقی پروژسترون با دوزهای متفاوت اثرات متفاوتی بر حافظه و یادگیری داشته است (۲۰). اثرات پروژسترون بر حافظه به خوبی اثرات استروژن بررسی نگردیده است. اگر چه گزارش شده است که تزریق سیستمیک پروژسترون دقیقاً بعد از آموزش در جوندگان ماده باعث ارتقای شناخت فضایی و شیئی می شود (۲۲). ولی اینکه چه بخشی از مغز واسطه این تغییرات می گردد مورد سؤال می باشد. با توجه به تناقضاتی که در رابطه با اثر پروژسترون بر عملکرد

سخت شامه انجام شد. کانول توسط سیمان دندانپزشکی و پیچ عینک روی مجموعه ثابت شد.

روند آزمایش

پس از جراحی حیوانات به صورت تصادفی در ۸ گروه ۷ تایی ($N=56$)؛ گروه کنترل بدون مداخله، گروه کنترل سرم فیزیولوژی، گروه کنترل روغن بادام (حلال پروژسترون) با حجم ۰/۵ میکرولیتر و گروه های پروژسترون (۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن) تقسیم شدند. یک هفته بعد از کانول گذاری با طی دوره بهبودی^۳، حیوان با دستگاه شاتل باکس آشنا و سازگار می گردید. ۲۴ ساعت بعد حیوان در دستگاه شاتل باکس آموزش داده شد و بلافاصله بعد از آموزش تزریق مواد (پروژسترون یا روغن بادام و یا سرم فیزیولوژی) با کانول ها به صورت یک سویه در ناحیه CA1 انجام گرفت. عمل تزریق با یک سر سوزن شماره ۲۷ دندانپزشکی که توسط یک لوله پلی اتیلن ۱/۵ سانتی متری به سرنگ هاملتون ۱۰ میکرولیتری متصل شده بود طی زمان یک دقیقه انجام گرفت. هورمون پروژسترون مورد استفاده محلول در روغن بادام ساخت شرکت ایران هورمون می باشد.

جمع آوری داده ها

به منظور جمع آوری داده های مربوط به حافظه احترازی غیرفعال از دستگاه شاتل باکس استفاده گردید. دستگاه شاتل باکس از دو جعبه یکسان به ابعاد (۲۰×۲۰×۳۰) سانتی متر از جنس پلکسی گلاس تشکیل شده است.

کف هر جعبه از میله های فلزی به قطر ۲/۵ میلی متر و با فاصله ۸ میلی متر از هم تشکیل شده است. پنجره ای به ابعاد ۸×۶/۵ سانتی متر دو جعبه را بهم متصل می کند

حافظه و یادگیری وجود دارد، دست اندرکاران این پژوهش تأثیر پروژسترون را به شیوه تزریق داخل هیپوکامپی بر یادگیری و حافظه احترازی غیر فعال در موش های صحرایی نر بالغ با استفاده از دستگاه شاتل باکس (shuttle box) بررسی نموده اند.

مواد و روش ها

برای بررسی اثر تزریق پروژسترون در ناحیه CA1 هیپوکامپ بر حافظه و یادگیری احترازی غیرفعال، موش های صحرایی نر بالغ نژاد ویستار ۲ ماهه در محدوده وزنی 180 ± 20 گرم از مؤسسه پرورش حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه جندی شاپور تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. حیوانات پس از جراحی به طور انفرادی در قفس نگهداری می شدند و پیش از آزمایش به هشت گروه ۷ تایی تقسیم شدند. محل نگهداری حیوانات دارای دوره تاریکی - روشنایی ۱۲ ساعته و دمای 23 ± 2 درجه سانتی گراد بود. آب و غذا به اندازه کافی در اختیار حیوانات قرار داشت. حیوانات قبل از جراحی با داروی کتامین ۱۰۰ (میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن) و زایلازین ۱۰ (میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن) که با یکدیگر مخلوط شده و به صورت عضلانی تزریق گردیده بود، بیهوش شدند.

کانول گذاری

کانول گذاری تحت بیهوشی عمیق حیوانات و با استفاده از دستگاه استریوتاکسی^۱ ساخت شرکت استولتینگ طبق اطلس پاکسینوس و واتسون^۲ سال ۱۹۹۸، در ناحیه CA1 هیپوکامپ سمت چپ با مختصات، $AP = -3/8$ میلی متر از برگما، $ML = \pm 2/2$ میلی متر از خط وسط، $DV = -2/4$ میلی متر از سطح

¹ Sterotomy

² Paxinos & Watson

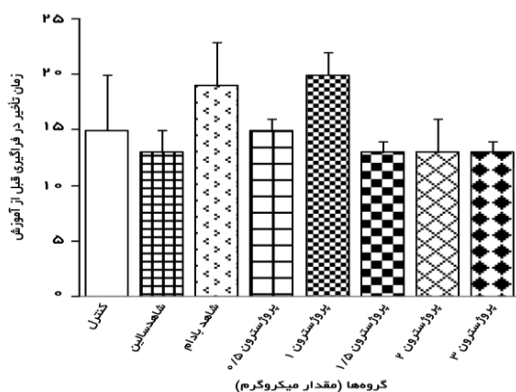
³ Recovery

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS (SPSS Inc, Il.Chicago, USA) ویرایش ۱۱ انجام پذیرفت. جهت مقایسه از آنالیز واریانس (ANOVA) و روش LSD استفاده گردید. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید. به منظور بررسی تأثیر پروژسترون بر یادگیری و حافظه احترازی غیرفعال معنی‌داری در سطح $(P < 0.05)$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

برای مطالعات از ۵ نمودار استفاده گردید. در مقایسه میانگین زمان تأخیر قبل از شوک (آموزش) بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (نمودار ۱).



نمودار ۱) مقایسه میانگین زمان تأخیر در قبل از آموزش در همه گروه‌ها

مقایسه میانگین زمان تأخیر گروه‌های مختلف در ورود به جعبه تاریک ۴۸ ساعت بعد از آموزش نشان داد که بین گروه‌های دریافت کننده پروژسترون با دوزهای (۵، ۱۰/۵ و ۲ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن) و گروه شاهد سالیین تفاوت معنی‌داری آماری وجود دارد ($P < 0.001$).

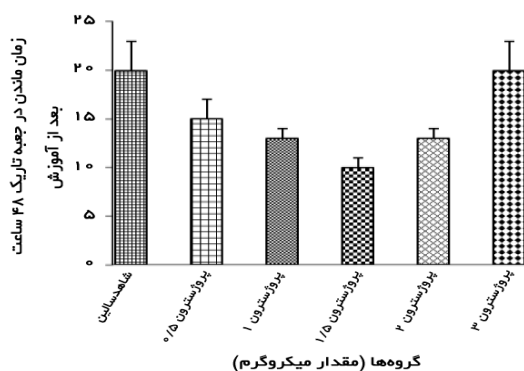
اما بین گروه‌های دریافت کننده پروژسترون با دوزهای (۱ و ۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن) و گروه شاهد سالیین تفاوت معنی‌داری آماری وجود ندارد (نمودار ۲).

که به‌وسیله یک درب گیوتینی باز و بسته می‌شود. یکی از جعبه‌ها کاملاً تاریک و جعبه دیگر یک لامپ ۴۰ وات روشن است. دستگاه شوک الکتریکی قابل برنامه‌ریزی و کنترل شده با شدت و فرکانس و مدت مشخص را در زمان دلخواه از طریق میله‌های فلزی به کف پای حیوان اعمال می‌کند. در مرحله سازگاری حیوان را به مدت ۳ دقیقه در داخل اتاقک روشن دستگاه قرار داده و درجه بین دو قسمت را باز کرده تا موش ارتباط بین اتاقک روشن و تاریک را بیاموزد و اگر زمان ورود از جعبه روشن به تاریک از ۱۰۰ ثانیه بیشتر شود حیوان از مطالعه حذف می‌شود. در مرحله آموزش ۲۴ ساعت بعد از سازگاری حیوان در اتاقک روشن (در حالی که درب گیوتینی بسته است) قرار داده شده و ۳۰ ثانیه بعد درب گیوتینی باز گردید و سپس زمان تأخیر در ورود از جعبه روشن به تاریک را یادداشت و درب گیوتینی بسته شد. ۵ ثانیه بعد از ورود حیوان به اتاقک تاریک شوک الکتریکی به‌شدت ۰/۵ میلی‌آمپر به مدت ۲ ثانیه از طریق میله‌های کف به پای حیوان اعمال و بعد از ۲۰ ثانیه از جعبه خارج گردید. در مرحله بررسی حافظه و یادگیری، ۴۸ ساعت بعد موش را به مدت ۳۰ ثانیه در جعبه روشن قرار داده و سپس درب را باز، و مدت زمان تأخیر در ورود از جعبه روشن به تاریک را یادداشت می‌کنیم. مدت زمان تأخیر در ورود به جعبه تاریک تا حداکثر ۳۰۰ ثانیه ثبت و سپس زمان ماندن در جعبه تاریک نیز ثبت گردید.

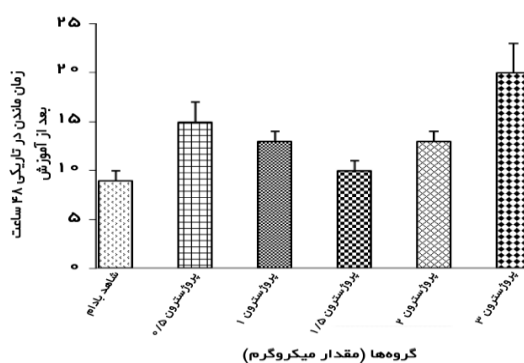
ملاحظات اخلاقی کار با حیوانات

حیوانات قبل از جراحی کاملاً دستی شدند و به اندازه کافی آب و غذا داشتند. موش‌های از رده خارج شده با کلروفورم در محیط بسته از رده خارج شدند.

میانگین زمان باقی ماندن در جعبه تاریک ۴۸ ساعت بعد از آموزش بین گروه‌های دریافت کننده پروژسترون و گروه شاهد روغن بادام تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نگردید (نمودار ۵).



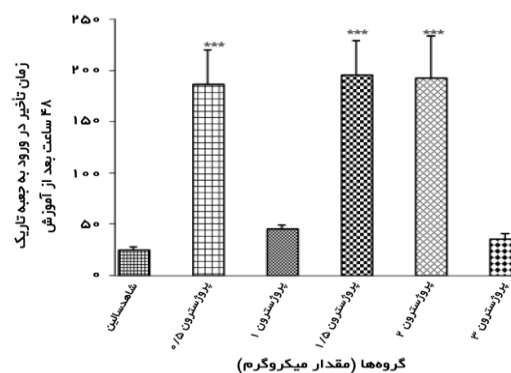
نمودار (۴) مقایسه میانگین زمان باقی ماندن در جعبه تاریک ۴۸ ساعت بعد از آموزش بین گروه‌های دریافت کننده پروژسترون و گروه شاهد سالی



نمودار (۵) مقایسه میانگین زمان باقی ماندن در جعبه تاریک ۴۸ ساعت بعد از آموزش بین گروه‌های دریافت کننده پروژسترون و گروه شاهد روغن بادام

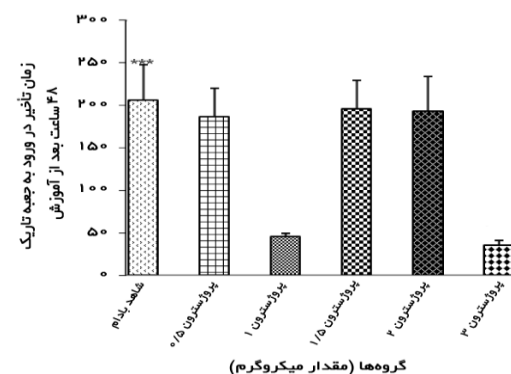
بحث

پروژسترون به عنوان یک نورواستروئید، عملکرد شناختی در موش‌های پیر و تخمدان برداشته شده را بهبود بخشیده و در شناخت هدف در هیپوکامپ پستی نقش دارد. در حقیقت هیپوکامپ پستی، نقش اساسی در افزایش القاء شده پروژسترون در شناخت هدف ایفا می‌کند. این هورمون شکل دندریت‌ها در هیپوکامپ، که یک ناحیه درگیر در حافظه می‌باشد را تغییر می‌دهد (۱۰، ۲۲ و ۲۳).



نمودار (۲) مقایسه میانگین زمان تأخیر در ورود به جعبه تاریک ۴۸ ساعت بعد از آموزش بین گروه‌های دریافت کننده پروژسترون و گروه شاهد سالی

مقایسه میانگین زمان تأخیر در ورود به جعبه تاریک ۴۸ ساعت بعد از آموزش بین گروه‌های دریافت کننده پروژسترون با دوزهای (۰/۵، ۱/۵ و ۲ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن) در مقایسه با گروه شاهد روغن بادام تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. اما پروژسترون با دوزهای (۱ و ۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن) نسبت به شاهد روغن بادام تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.001$)، (نمودار ۳).



نمودار (۳) مقایسه میانگین زمان تأخیر در ورود به جعبه تاریک ۴۸ ساعت بعد از آموزش بین گروه‌های دریافت کننده پروژسترون و گروه شاهد روغن بادام

مقایسه میانگین زمان باقی ماندن در جعبه تاریک ۴۸ ساعت بعد از آموزش بین گروه‌های مختلف دریافت کننده پروژسترون و گروه شاهد سالی تفاوت معنی‌داری آماری را نشان نداد (نمودار ۴). مقایسه

یافته‌های این بررسی نشان می‌دهد که اثرات پروژسترون بر حافظه و یادگیری وابسته به دوز استفاده شده از این هورمون می‌باشد. مقایسه میانگین زمان تأخیر در ورود به جعبه تاریک بین گروه‌های مختلف پروژسترون با شاهد سرم فیزیولوژی تغییر معنی‌دار آماری، در دوزهای ۵/۵، ۱/۵ و ۲ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن رت پروژسترون مشاهده گردید در حالی که دوزهای ۱ و ۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن رت تغییر معنی‌دار آماری نشان نداد (نمودار ۲). به نظر می‌آید نتایج گزارش لوئیس (Lewis) و همکاران بخشی از این یافته‌ها را تأیید می‌نماید آن‌ها گزارش نمودند که تزریق سیستمیک پروژسترون پس از آموزش شناخت هدف جدید را بهبود می‌بخشد. و پس از آموزش بر تقویت حافظه در موش‌های پیر مفید می‌باشد. بنابراین پروژسترون عملکرد خود را توسط اتصال به گیرنده‌های بیشتری در سراسر هیپوکامپ تنظیم می‌کند (۲۴).

تغییر معنی‌دار آماری دوزهای ۱ و ۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن رت را می‌توان چنین تحلیل نمود که پروژسترون با دوز ۱ (میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن) اثر تحریکی بر روی سینیاس‌ها و دندریت‌ها ندارد و با دوز ۳ میکروگرم که دوز بالایی می‌باشد، تعداد گیرنده‌های آن در سطح غشاء کاهش می‌یابد یا ممکن است گیرنده‌ها مخفی شوند. افزایش میزان پروژسترون باعث کاهش ارتباطات سینیاسی و کاهش دندریت‌ها و در نتیجه کاهش حافظه و یادگیری می‌گردد.

مقایسه میانگین زمان تأخیر در ورود به جعبه تاریک بین گروه شاهد روغن بادام (۵/۵ میکرولیتر) افزایش معنی‌دار آماری نسبت به دوزهای ۱ و ۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن رت پروژسترون مشاهده گردید، در حالی که نسبت به دوزهای ۵/۵، ۱/۵ و ۲ میکروگرم بر

کیلوگرم وزن بدن رت پروژسترون تغییر معنی‌دار آماری مشاهده نگردید (نمودار ۳).

اینکه روغن بادام نسبت به دوزهای ۱ و ۳ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن رت پروژسترون اثرات مفیدتری دارد پیش از این قید گردید که دوزهای پروژسترون تغییر معنی‌داری نسبت به گروه کنترل سرم فیزیولوژی ندارند در حالی که روغن بادام با داشتن ترکیباتی مانند اولئیک اسید، امگا ۳، ۶، ۹ و ویتامین E می‌باشد که ویتامین E با جلوگیری از کم شدن سطوح استیل کولین و با فعالیت سیستم کولینرژیک در قسمت‌هایی از مغز، که در فرایند ضبط حافظه نقش دارند بر تقویت حافظه اثر می‌گذارد (۲۵ و ۲۶) امگا ۳ باعث تغییر در پاسخ‌های جدید و اصلاح برخی نقص‌های حافظه می‌شود (۲۷ و ۳۲). و در سایر دوزهای پروژسترون با روغن بادام به دلیل اینکه هر دو اثرات مثبت بر حافظه و یادگیری داشته‌اند تغییر معنی‌دار آماری نسبت به هم نشان ندادند.

مقایسه میانگین زمان باقی ماندن در تاریکی در تمامی گروه‌ها تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (نمودار ۴ و ۵). اگرچه مقایسه میانگین‌ها در گروه‌های متفاوت معنی‌دار نبودند ولی می‌توان این یافته‌ها را چنین تحلیل نمود که در بررسی تأثیر داروها بر رفتار حیوانات به دلیل وجود عوامل محیطی مخدوش کننده، بررسی زمان باقی ماندن در اطاق تاریک نیاز به بررسی جداگانه دارد.

مقایسه میانگین زمان تأخیر قبل از آموزش در گروه‌های مختلف تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. شاید بتوان اینگونه توجیه نمود که تنها مداخله در همه گروه‌ها کانول‌گذاری است که به شکل یکسان برای همه گروه‌ها انجام شده است (نمودار ۱).

کاهش پروژسترون بعد از قاعدگی، فاکتوری خطرناک

عملکرد شناخت هدف را افزایش می‌دهد (۳۱). بر خلاف استرادیول، اثرات پروژستین‌ها، مانند پروژسترون بر روی حافظه و فیزیولوژی هیپوکامپ بسیار دورتر شناخته شد (۲۰).

با توجه به یافته‌های بررسی پیش رو می‌توان عنوان کرد که هورمون پروژسترون می‌تواند در زنان در بهبود حافظه، در درمان بیماری آلزایمر و جلوگیری از نقص عملکرد شناختی می‌تواند مؤثر باشد که این امر به توجه و پژوهش‌های بیشتری نیاز دارد.

مطالعات ثابت می‌کند که هورمون پروژسترون در بهبود حافظه و یادگیری مؤثر می‌باشد و این هورمون با اثر بر روی نواحی مانند هیپوکامپ در بهبود حافظه و یادگیری و جلوگیری از نقص عملکردی ایجاد شده در موش‌های پیر که در اثر بیماری آلزایمر ایجاد می‌شود مؤثر می‌باشد.

سپاس و قدردانی

هزینه این پژوهش توسط معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز تأمین اعتبار گردید که نویسندگان برخود لازم می‌دانند که قدردانی لازم را از این حیث بنمایند.

برای گسترش بیماری آلزایمر در زنان می‌باشد (۲۸) و مکانیسم نورونی اثرات پروژسترون بر روی حافظه ناشناخته باقی می‌ماند. این نتایج برای بررسی اثرات پروژسترون بر روی عملکرد شناختی در موش‌های پیر مهم می‌باشد (۳۰). در بررسی‌های اخیر، اثرات پروژسترون در موش‌های پیر بر روی عملکرد شناختی، توسط کورتکس و هیپوکامپ صورت می‌گیرد (۱۸ و ۳۱).

اطلاعات اخیر ثابت می‌کند که تزریق پروژسترون پس از آموزش در هیپوکامپ پستی، تشخیص هدف را در موش افزایش می‌دهد. پروژسترون گیرنده‌های GABA، که در هیپوکامپ وجود دارد و در عملکردهای حافظه در هیپوکامپ اثر دارد را تنظیم می‌کند. همچنین تزریق سیستمیک پروژسترون پس از آموزش، تشخیص هدف را در موش‌های تخمدان برداشته شده میان سال و پیر را بهبود می‌بخشد (۲۷).

همچنین روغن بادام دارای ترکیباتی می‌باشد که با اثر بر روی هیپوکامپ باعث افزایش حافظه و یادگیری می‌گردد. گزارش‌های گوناگونی در مورد تأثیر پروژسترون بر فرایند حافظه مشاهده می‌شود. نقش هیپوکامپ به عنوان یک هدف برای اثرات هورمون‌های استروئیدی، در فرایندهای شناختی مهم می‌باشد. پروژسترون در موش‌های تخمدان برداشته شده

References:

1. Garew TJ. Behavioral Neurobiology: The cellular organization of natural behavior. Sinauer Associates 2000 375-413.
2. Lathe R. Hormone and the hippocampus. J Endocrinol 2001; 169: 205-31.
3. Talaei Zavareh SA, Hamidi G, Salami M. Long Term Potentiation as a Mechanism for Learning and Memory. Yakhteh Me J 2009; 11: 88-105.
4. Hock BJ Jr, Bunsey MD. Differential effects of dorsal and ventral hippocampal lesions. J Neurosci 1998; 18: 7027-32.
5. Kesner RP, Lee I, Gilbert PA. A behavioral assessment of hippocampal function based on a sub regional analysis. Rev Neurosci 2004; 15: 333-51.
6. Brinton RD, Thompson RF, Foy MR, et al. Progesterone receptor: from and function in brain. Front Neuroendocrinol 2008; 29: 313-9.
7. Choi JM, Romeo RD, Brake WG, et al. Estradiol Increases Pre- and Post-Synaptic Proteins in the CA1 Region of the Hippocampus in Female Rhesus Macaques (Macaca mulatta). Endocrinology 2003; 144: 4734-8.
8. Baulieu EE. Neurosteroids: of the nervous

- system, by the nervous system, for the nervous system. *Recent Prog Horm Res* 1997; 52: 1-32.
9. Vallée M, Mayo W, Koob GF, et al. Neurosteroids in learning and memory processes. *Int Rev Neurobiol* 2001; 46: 273-320.
 10. Bahrevar M, Taherianfard M. The analysis of communion of steroids in the activity related to neurotransmitter GABA. *J Med Sci Azad Univ* 2007; 1: 9-15.
 11. Palizvan MR, Rajabian H, Mirzazadeh EJ, et al. Effect of progesterone administration in newborns rats on Morris Water Maze learning susceptibility after adolescence. *J Arak Univ Med Sci* 2009; 11: 23-31.
 12. Pluchino N, Luisi M, Lenzi E. Progesterone and progestins: Effects on brain, allopregnanolone and β -endorphin. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2006; 102: 205-13.
 13. Schumacher M, Akwa Y, Guennoun R, et al. Steroid synthesis and metabolism in the nervous system: trophic and protective effects. *J Neurocytol* 2000; 29: 307-26.
 14. Gibbs RB. Long-term treatment with estrogen and progesterone enhances acquisition of a spatial memory task by ovariectomized aged rats. *Neurobiol Aging* 2000; 21: 107-16.
 15. Nourjah P, Rostami P, Barzegar Befrouei MH. The role of GABA_B receptors of NBM in learning and memory. *Iranian J Biol* 2007; 20: 278-87.
 16. Sato T, Tanaka KI, Ohnishi Y, et al. Effects of estradiol and progesterone on radial maze performance in middle-aged female rats fed a low-calcium diet. *Behav Brain Res* 2004; 150: 33-42.
 17. Tanabe F, Miyasaka N, Kubota T, et al. Estrogen and progesterone improve scopolamine-induced impairment of spatial memory. *J Med Dent Sci* 2004; 51: 89-98.
 18. Frye CA, Walf AA. Effects of progesterone administration and APP^{swe}+PSEN1^{De9} mutation for cognitive performance of mid-aged mice. *Neurobiol Learn Mem* 2008; 89: 1726.
 19. Frye CA, Walf AA. Progesterone enhances performance of aged mice in cortical or hippocampal tasks. *Neurosci Lett* 2008; 437: 116-20.
 20. Harburger LL, Saadi A, Frick KM. Dose-dependent effects of post-training estradiol plus progesterone treatment on object memory consolidation and hippocampal ERK activation in young ovariectomized mice. *Neuroscience* 2009; 160: 6-12.
 21. Gould E, Woolley CS, Frankfurt M, et al. Gonadal steroids regulate dendritic spine density in hippocampal pyramidal cells in adulthood. *J Neurosci* 1990; 10: 1286-91.
 22. Orr PT, Lewis MC, Frick KM. Dorsal hippocampal progesterone infusions enhance object recognition in young female mice. *Pharmacol Biochem Behav* 2009; 93: 177-82.
 23. Gresack JE, Frick KM. Post-training estrogen enhance spatial and object memory consolidation in female mice. *Pharmacol Biochem Behav* 2006; 84: 172-9.
 24. Lewis MC, Orr PT, Frick KM. Differential effects of acute progesterone administration on spatial and object memory in middle-aged and aged female C57BL/6 mice. *Horm Behav* 2008; 54: 455-62.
 25. Eidi A, Eidi M, Mahmoodi G, et al. Effect of vitamin E on memory retention in rats: Possible involvement of cholinergic system. *Eur Neuropsychopharmacol* 2006; 16: 101-6.
 26. Carroll JC, Rosario ER, Pike CJ. Progesterone blocks estrogen neuroprotection from kainate in middle-aged female rats. *Neurosci Lett* 2008; 445: 229-32.
 27. Fontani G, Corradeschi F, Felici A, et al. Cognitive and physiological effects of Omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in healthy subjects. *Eur J Clin Invest* 2005; 35: 691-9.
 28. Moreira JD, Knorr L, Ganzella M, et al. Omega-3 fatty acids deprivation affects ontogeny of glutamatergic synapses in rats: Relevance for behavior alternatoin. *Neurochem Int* 2010; 56: 753-9.
 29. Rosario ER, Ramsden M, Pike CJ. Progestins inhibit the neuroprotective effects of estrogen in rat hippocampus. *Brain Res* 2006; 1009: 206-10.
 30. Harburger LL, Bennett JC, Frick KM. Effects of estrogen and progesterone on spatial memory consolidation in aged female. *Neurobiol Aging* 2007; 28: 602-10.
 31. Frye CA, Duffy CK, Walf AA. Estrogens and progestins enhance spatial learning of intact and ovariectomized rats in the object placement task. *Neurobiol Learn Mem* 2007; 88: 208-16.
 32. Asle Iranifam N, Papahn AA, Moazedi AA, et al. The effect of sesame oil consumption during pregnancy and lactation on the memory of rat offspring in 30 days after birth. *ISMJ* 2013; 16: 92-9.

Original Article

The effects of intrahippocampus injection of progesterone on passive avoidance learning and memory in adult male rats

T. Shahrivar^{1*}, AA. Moazedi², AR. Rasekh²,
S. Almasi-Turk³, A. Roozbehi¹

¹Cellular and Molecular Research Center, School of Medicine, Yasouj University of Medical Sciences, Yasouj, IRAN

²Department of Biology, School of Science, Shahid Chamran University, Ahwaz, IRAN

³Department of Anatomical Sciences, School of Medicine, Boushehr University of medical Sciences, Boushehr, IRAN

(Received 15 May, 2012 Accepted 21 Jun, 2013)

Abstract

Background: Progesterone as a reproductive hormone is studied in the brain structure. New studies are mainly about systemic injection and have shown that the progesterone has different effects on memory. But it is not clear if hippocampus is mediator of progesterone in reinforcement of memory and learning. So, the effects of intra-hippocampal injection of progesterone on passive avoidance memory and learning was studied in male Wistar rats.

Material and Methods: Animals were divided in eight groups as a control, saline, almond oil (as a vehicle) and progesterone groups (0.5, 1, 1.5, 2, 3 µg/Kg. body weight). All groups except the control were cannulated in left CA1 area by stereotaxic device. One week after recovery, all groups were trained by shuttle box and immediately after training different doses of progesterone in the volume of 0.5 µL were injected through the cannula in CA1 of hippocampus and control groups received saline and almond oil at the same volume and condition respectively. After 48 hours passive avoidance memory and learning was evaluated.

Results: Statistical analysis showed that 0.5, 1.5, 2 µg/µl progesterone groups had significantly improved passive avoidance learning and memory compared with saline group ($p < 0.001$), but 1 and 3 µg/µl progesterone groups did not show significant effect on passive avoidance learning and memory compared with saline group. Also almond oil increased passive avoidance learning and memory compared with saline group ($p < 0.001$).

Conclusion: It seems that effects of progesterone as a neurosteroid on memory and learning depend on its dose. Also almond oil contains vitamin E, omega 3 and oleic acid that has beneficial effects on learning and memory.

Key words: learning, memory, progesterone, hippocampus, shuttle box

*Address for correspondence: Cellular and Molecular Research Center, School of Medicine, Yasouj University of Medical Sciences, Yasouj, IRAN; E-mail: aroozbehi@yahoo.com