

## اثر بربرین کلراید بر استرس اکسیداتیو هیپوکامپ موش های صحرائی دیابتی شده با استرپتوزوسین

حمید کالیان مقدم<sup>\*</sup>، توراندوخت بلوچ نژاد مجرد<sup>۲</sup>، مهرداد روغنی<sup>۳</sup>، مهدی خاکساری<sup>۱</sup>، پیراسته نوروزی<sup>۱</sup>، مژگان فضل<sup>۱</sup>، ملیحه آهویی<sup>۱</sup>

(۱) گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود

(۲) گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

(۳) مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه شاهد تهران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۸/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۱۳

### چکیده

**مقدمه:** دیابت، خطر ابتلای سیستم اعصاب مرکزی (CNS) به اختلالاتی مانند سکنه مغزی، تشنج، زوال عقل و اختلال شناختی را افزایش می دهد. بربرین یک آلکالوئید ایزوکوئینولین طبیعی است که اثربخشی آن بر اختلالات نورودژنراتیو در مطالعات اخیر گزارش شده است. هم چنین ثابت شده است، هیپرگلیسمی از طریق فرایندهای آنزیمی و غیر آنزیمی موجب القای اکسیداسیون خود به خودی گلوکز گردیده و با تحریک تولید قطعات اکسیژنی و نیتروژنی فعال، منجر به استرس اکسیداتیو می شود هم چنین تولید بیش از حد گونه های فعال اکسیژن (ROS) می تواند، سبب آسیب DNA و پروتئین ها شده، بر عملکرد گیرنده ها، آنزیم ها، انتقال پروتئین ها، و غیره تاثیر گذارده و آنزیم های سیستم دفاع آنتی اکسیدانی و یا آنزیم های مشارکت کننده در ترمیم را غیر فعال نماید.

**مواد و روش ها:** در این مطالعه ۳۰ سر موش صحرائی نر نژاد ویستار به طور تصادفی انتخاب و به پنج گروه: کنترل، کنترل تیمار شده با بربرین (۱۰۰mg/kg)، دیابتی، دیابتی تیمار شده با بربرین (۵۰mg/kg) و دیابتی تیمار شده با بربرین (۱۰۰mg/kg) تقسیم شدند. دیابت با تزریق درون صفاقی استرپتوزوسین (STZ) با دوز ۶۰ mg/kg به صورت درون صفاقی القاء گردید. یک هفته پس از تزریق استرپتوزوسین، تیمار با بربرین با دوز ۱۰۰mg/kg/day و ۵۰ به مدت هشت هفته به صورت خوراکی انجام گردید. قندخون در هفته های ۲، ۴، ۶ و ۸ پس از تزریق STZ با خون گیری از سیاهرگ دمی اندازه گیری شد. پراکسیداسیون لیپیدی، سطح نیتريت و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز به عنوان شاخص های استرس اکسیداتیو در هیپوکامپ اندازه گیری شد. در پایان داده های گروه ها با نرم افزار آماري prism 5 و آزمون های one way ANOVA و Tukey تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته های پژوهش:** هشت هفته پس از القای دیابت، افزایش پراکسیداسیون لیپیدی، کاهش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و افزایش سطح نیتريت در هیپوکامپ موش های دیابتی، نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. تجویز طولانی مدت بربرین (۱۰۰ mg/kg، ۵۰ روزانه) سبب بهبودی استرس اکسیداتیو در مغز موش های دیابتی گردید.

**بحث و نتیجه گیری:** پژوهش حاضر نشان داد که درمان با بربرین به طور معنی داری منجر به کاهش استرس اکسیداتیو در هیپوکامپ موش های صحرائی دیابتی شده با STZ گردید.

**واژه های کلیدی:** دیابت ملیتوس، بربرین، استرس اکسیداتیو، اختلال شناختی، موش صحرائی

\* نویسنده مسئول: گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود

## مقدمه

دیابت ملیتوس به طور عمده با اختلالات دژنراتیو و عملکردی سیستم عصبی مرکزی همراه است، (۱). شواهد متعددی نشان می دهد مسیر مشترک نهایی که از آن طریق عوامل خطر ابتلا به چندین بیماری از جمله دیابت، آثار مخرب خود را اعمال می نمایند، استرس اکسیداتیو است. گونه های اکسیژن فعال (ROS) که از رادیکال های آزاد اکسیژن و دیگر ترکیبات شیمیایی تشکیل شده، می توانند منجر به پیشرفت استرس اکسیداتیو در بدن و در نتیجه سبب مرگ نوروئی گردند که باعث نوروپاتولوژی مرتبط با دیابت می شود، (۲). علاوه بر این، ROS می تواند اکسید نیتریک (NO) را درگیر کند و قندخون بالا نیز سطح سوپراکسید دیسموتاز (SOD) را که یک آنزیم مهم آنتی اکسیدان است کاهش داده و پراکسیداسیون لیپیدی را افزایش دهد، (۳). بافت مغز غنی از فسفولیپیدهایی است که می تواند مورد حمله گونه های بسیار واکنش پذیر اکسیژن (ROS) برای شروع پراکسیداسیون لیپید قرار گیرد، (۴،۵). پراکسیداسیون لیپید منجر به تولید آلدئیدهای سمی گردیده که یکی از سمی ترین آن ها، مالون دی آلدئید است. (MDA) مالون دی آلدئید ترکیبی بی رنگ و محصول نهایی حاصل از تجزیه پر اکسید چربی است که در حال حاضر به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی در نظر گرفته می شود. از این رو می توان با اندازه گیری میزان MDA به مقدار آسیب لیپیدهای سلولی در برابر اکسیداسیون پی برد، (۶). بربرین آکالوئید ایزوکوئینولین است که بنا بر مطالعات دارای آثار ضد اضطرابی، ضد درد، ضد التهابی، آنتی سایکوتیکی، ضد افسردگی و نیز دارای آثار محافظتی بر حافظه است، (۷،۸). تعدادی از مطالعات بالینی و پاراکلینیکی آثار مفید بربرین را در دیابت نشان داده اند که به طور عمده به: افزایش بیان انسولین، بازسازی سلول های B و توان آنتی اکسیدانی آن نسبت داده می شود، (۹،۱۰). علاوه بر این، بربرین فعالیت آنزیم استیل کولین استراز را مهار کرده و نقش مهمی در سندرم متابولیک دارد، (۱۱)

هم چنین مشخص شده که اثر ضد فراموشی بربرین مربوط به افزایش فعالیت کولینرژیک سیستم عصبی مرکزی و محیطی است، (۱۲). به تازگی نیز گزارش شده که بربرین اثرات مفیدی بر روی سلامت و عملکرد سیستم عصبی داشته و نیز می تواند نوروپاتی ها را از آسیب های مختلف مغز حفاظت کند، (۱۳). بنا بر این، در این مطالعه ما اثر تجویز طولانی مدت بربرین (خوراکی) را بر بهبود استرس اکسیداتیو

هیپوکامپ موش های صحرایی دیابتی شده توسط استرپتوزوتوسین مورد بررسی قرار دادیم.

## مواد و روش ها

حیوانات: تعداد ۳۰ سر موش صحرایی نر نژاد ویستار (انستیتو پاستور، تهران، ایران) با وزن ۲۲۵-۲۸۵ gr در حیوان خانه دارای تهویه مطبوع و با چرخه روشنایی/تاریکی قرار داده شدند میزان دمای محیط ۲۳-۲۱ درجه سانتی گراد و رطوبت آن ۴۰-۳۰ درصد بود و به طور آزادانه به آب و غذا دسترسی داشتند. قابل ذکر است که نکات اخلاقی در رابطه با نگهداری و کار با حیوانات آزمایشگاهی مطابق دستورالعمل NIH در تمام مدت کار رعایت گردیده است. موش ها به طور تصادفی به پنج گروه تقسیم شدند: گروه کنترل دیابتی، دیابتی تیمار شده با بربرین هیدروکلراید (۵۰ mg/kg)، دیابتی تیمار شده با بربرین هیدروکلراید (۱۰۰ mg/kg)، کنترل سالم و گروه غیردیابتی تیمار شده با بربرین هیدروکلراید (۱۰۰ mg/kg). داروهای به کار رفته در این مطالعه نیز شامل: بربرین هیدروکلراید و استرپتوزوتوسین (شرکت سیگما آلدريج، سنت لوئیس، MO) بود. تمامی داروها در دو برابر حجم آب حل شد به جزء STZ، که در بافر سیترات (pH=۴/۴) حل شد. داروها در زمان مصرف حل و آماده می شد. القای دیابت با تزریق داخل صفاقی استرپتوزوتوسین (۵۵mg/kg) حل شده در بافر سیترات (۰/۱M) با pH=۴/۴ انجام شد. به منظور کاهش مرگ و میر موش های تحت تزریق STZ ناشی از شوک قندخون، موش های تحت تزریق استرپتوزوتوسین به مدت ۲۴ ساعت پس از تزریق STZ، به جای آب محلول گلوکز ۵ درصد دریافت نمودند. برای اندازه گیری قندخون ۷۲ ساعت پس از تزریق STZ، نمونه خون از سیاهرگ دمی گرفته شد. حیوانات کنترل، تحت تزریق حجم معادل از نرمال سالین قرار گرفتند. یک هفته پس از تزریق STZ، نمونه خون ناشتای حیوانات گرفته شد و غلظت گلوکز سرم با استفاده از روش اکسیداسیون گلوکز (Zistshimi، تهران) اندازه گیری گردید. حیوانات با قندخون بالاتر از ۲۵۰mg/dl به عنوان دیابتی در نظر گرفته شدند. روزی که در آن قندخون تایید شد، به عنوان روز صفر تعیین شد.

یک هفته بعد از تزریق STZ، بربرین کلراید به صورت خوراکی در دوزهای ۱۰۰ و ۵۰ mg/kg/day به مدت ۱۲ هفته تجویز شد. تست های بیوشیمیایی در پایان مطالعه به شرح زیر انجام شد.

تعیین غلظت مالون دی آلدئید هیپوکامپ: رت ها با کتامین (دوز ۱۰۰ mg/kg) بیهوش شده، مغز جدا شد و

سنجش محتوای پروتئینی: سنجش محتوای پروتئینی مایع رویی با روش برادفورد و استفاده از سرم آلبومین گاوی (شرکت سیگما، سنت لوئیس، MO) به عنوان استاندارد انجام شد. (۵)

تجزیه و تحلیل آماری: در این تحقیق نتایج به صورت Mean $\pm$ SEM بیان شد. برای مقایسه داده های سنجش های بیوشیمیایی از آزمون one-way ANOVA و آزمون تعقیبی Tukey استفاده شد. نرم افزار آماری مورد استفاده PRISM, Graph Pad software Inc, USA بوده و P کمتر از ۰/۰۵ به عنوان سطح معنی داری در نظر گرفته شد.

### یافته های پژوهش

دو هفته پس از تزریق STZ، دو تا از موش های گروه تحت درمان با بربرین با توجه به عوارض ناشی گاوژ مردند و از مطالعه حذف شدند. وزن موش های گروه دیابتی کنترل در هفته سوم کاهش معنی داری ( $P < 0.01$ ) نسبت به گروه کنترل سالم داشت. علاوه بر این، در هفته پنجم پس از تزریق STZ، درمان مزمن با بربرین (۱۰۰ mg/kg و ۵۰) سبب افزایش معنی دار وزن بدن در موش های صحرایی دیابتی تحت درمان شد. (به ترتیب  $P < 0.05$  و  $P < 0.001$ ) (نمودار شماره ۱) هم چنین در موش صحرایی دیابتی نیز سطح گلوکز سرم خونی بیش از گروه کنترل بود ( $P < 0.001$ ) و درمان موش صحرایی دیابتی شده با بربرین در هر دو دوز (۱۰۰ mg/kg و ۵۰) طی مدت ۶ هفته باعث کاهش قابل توجهی در گلوکز سرم ( $P < 0.001$ ) در مقایسه با گروه کنترل دیابتی گردید. علاوه بر این، در گروه کنترل تحت درمان با بربرین (دوز ۱۰۰ mg/kg) نیز کاهش در وزن و سطح گلوکز سرم بیش از گروه کنترل بود. (نمودار شماره ۲)

دیابت (ناشی از STZ) منجر به افزایش قابل ملاحظه ای در سطح مالون دی آلدئید هیپوکامپ نسبت به گروه کنترل شد. (نمودار شماره ۳) تجویز بربرین (۱۰۰ mg/kg، ۵۰) سبب کاهش قابل توجه سطح مالون دی آلدئید در هیپوکامپ هموزنه شده نسبت به گروه دیابتی کنترل گردید. به طور مشابه، میزان نیتريت در هیپوکامپ هموزنه گروه شاهد دیابتی به طور قابل توجهی افزایش یافته بود و در گروه تحت درمان با بربرین به طور معنی داری در مقایسه با گروه کنترل دیابتی کاهش یافته بود. (نمودار شماره ۴)

سطح آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در بافت های ناحیه هیپوکامپ موش های صحرایی دیابتی کاهش معنی داری

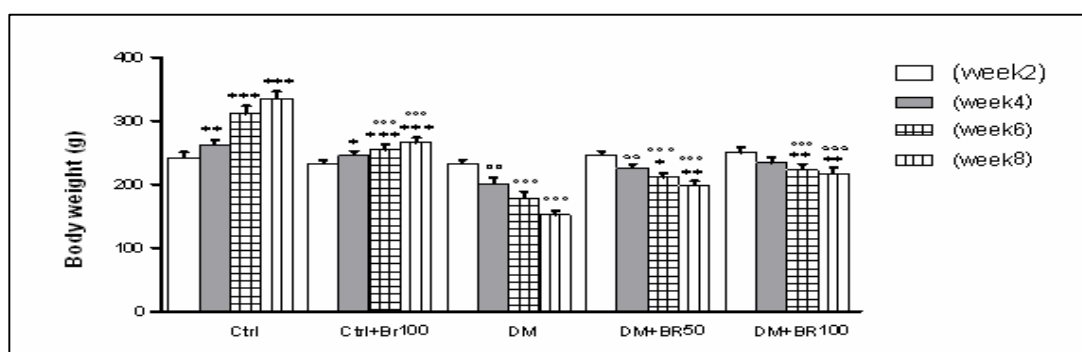
سومین بخش قدامی چپ از بلوک مغز میانی چپ جدا شده، وزن شد و سپس بافت هموزنیزه ۱۰ درصد در محلول سالین سرد ۰/۹ درصد تهیه شد، برای حذف ذرات، از سانتریفیوژ (۱۰۰۰×g، ۴ درجه سانتی گراد، ۱۰ دقیقه) استفاده شد محلول رویی به دست آمده، جمع آوری شد و در دمای ۸۰° - نگهداری شد تا مورد سنجش قرار گیرد. غلظت MDA (ماده فعال اسید تیوباربیتریک = TBARS) در محلول رویی جمع آوری شده اندازه گیری شد. به طور خلاصه، تری کلرواستیک اسید و معرف TBARS به محلول رویی اضافه شد، پس از آن مخلوط شده و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۸۰ دقیقه در انکوباتور قرار داده شد. سپس بر روی یخ خنک گردید، نمونه ها در دور ۱۰۰۰ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و قدرت جذب محلول رویی در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد. نتایج TBARS به عنوان معادل MDA با استفاده از منحنی استاندارد تترا اتانوکسی پروپان بیان شد.

سنجش فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز هیپوکامپ: اساس این اندازه گیری بر مهار احیا نیتروبلوتترازولیوم توسط سیستم گزانتین-گزانتین اکسیداز به عنوان تولید کننده سوپراکسید می باشد. در این آزمایش از محلول کاری شامل: گزانتین، گزانتین اکسیداز در بافر پتاسیم فسفات و نیتروبلوتترازولیوم استفاده شد. جذب نوری هر نمونه در طول موج نوری ۵۵۰ نانومتر به مدت ۵ دقیقه هر ۳۰ ثانیه یک بار خوانده شد. برای به دست آوردن درصد مهار احیا NBT انجام شده توسط آنزیم SOD، داده های به دست آمده از فرمول مربوطه بر اساس دستورالعمل کیت استفاده شد. با انطباق درصد مهار بر روی منحنی استاندارد، فعالیت آنزیم به دست آمد و فعالیت آن برحسب واحد بین الملل در میلی گرم پروتئین گزارش شد. (۱۴)

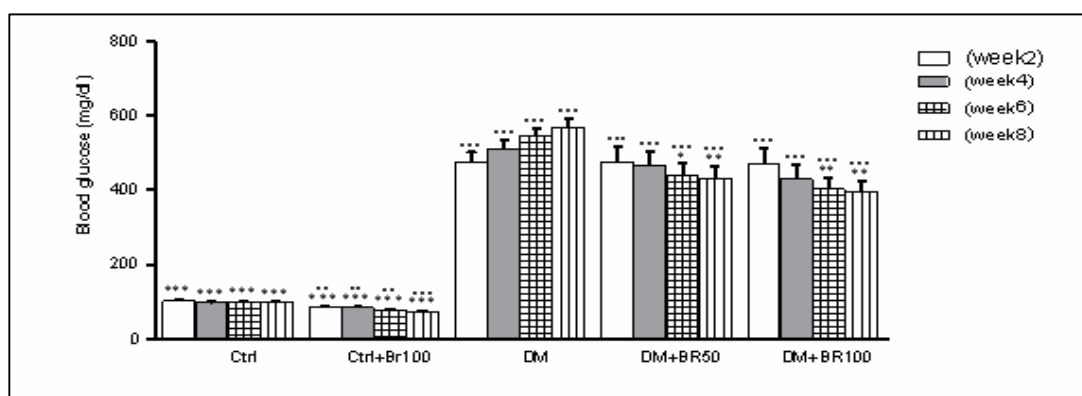
سنجش نیتريت هیپوکامپ: سنجش میزان نیتريت بر اساس واکنش گریس انجام شد. به علت این که سنجش مستقیم نیتريك اکساید در بافت های زنده مشکل است، میزان نیتريت و نترات به عنوان شاخصی برای نیتريك اکساید محسوب می شود. محلول کاری شامل سولفانیل آمید ۱ درصد، نفتیلن اتیلن دی آمید دی هیدرو کلرید ۰/۱ درصد و ارتو فسفریک اسید ۲/۵ درصد بود. برای سنجش آن ۱ ml از بافت هموزنیزه و ۱ ml از محلول گریس استفاده شد. مخلوط این دو به مدت ۱۰ دقیقه در درجه حرارت اتاق نگهداری شد و جذب نوری آن در طول موج نوری ۵۴۰ نانومتر خوانده شد و برای منحنی استاندارد از رقت های مختلف نیتريت سدیم استفاده گردید. (۱۴)

صحرایی کنترل دیابتی گردید. ( $P < 0.05$ ) بربرین به خودی خود سطح GSH را تحت تاثیر قرار نمی دهد. (نمودار شماره ۵)

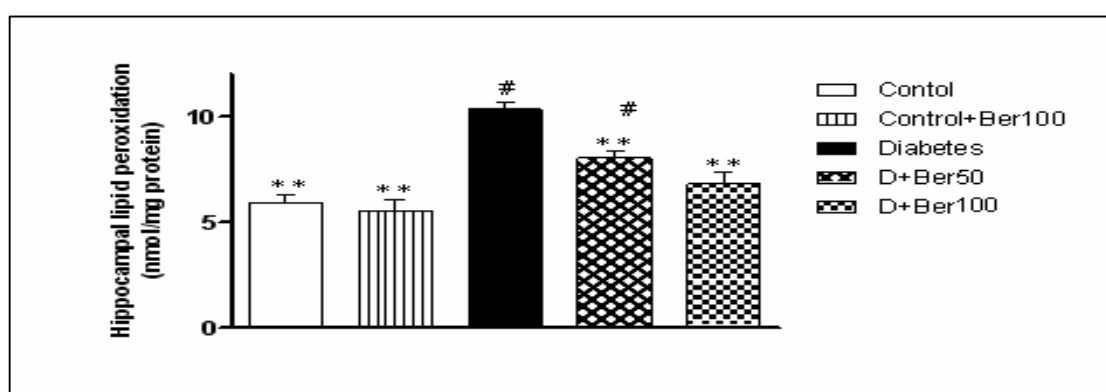
نسبت به گروه کنترل غیردیابتی نشان داد. درمان با بربرین ( $50, 100 \text{ mg/kg}$ ) به طور قابل توجهی سبب افزایش معنی دار سطح سوپراکسید دیسموتاز در مقایسه با موش



نمودار شماره ۱. مقایسه وزن بدن حیوانات در هفته دوم، چهارم، ششم و هشتم نتایج به صورت (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) بیان شده است. تفاوت معنی دار با گروه دیابتی ( $P < 0.05$ ), ( $P < 0.01$ ), ( $P < 0.001$ ) تفاوت معنی دار با گروه کنترل ( $P < 0.05$ ), ( $P < 0.01$ ), ( $P < 0.001$ )

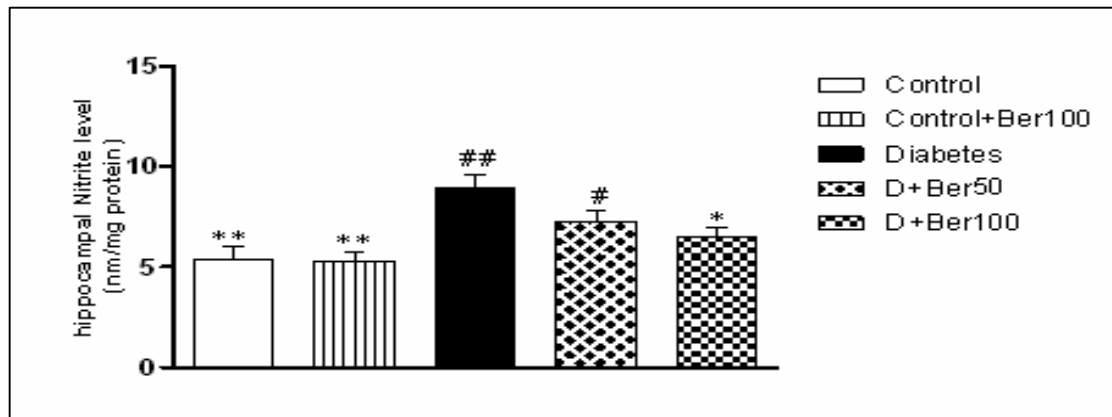


نمودار شماره ۲. مقایسه قندخون حیوانات در هفته دوم، چهارم، ششم و هشتم نتایج به صورت (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) بیان شده است. تفاوت معنی دار با گروه دیابتی ( $P < 0.05$ ), ( $P < 0.01$ ), ( $P < 0.001$ ) تفاوت معنی دار با گروه کنترل ( $P < 0.05$ ), ( $P < 0.01$ ), ( $P < 0.001$ )



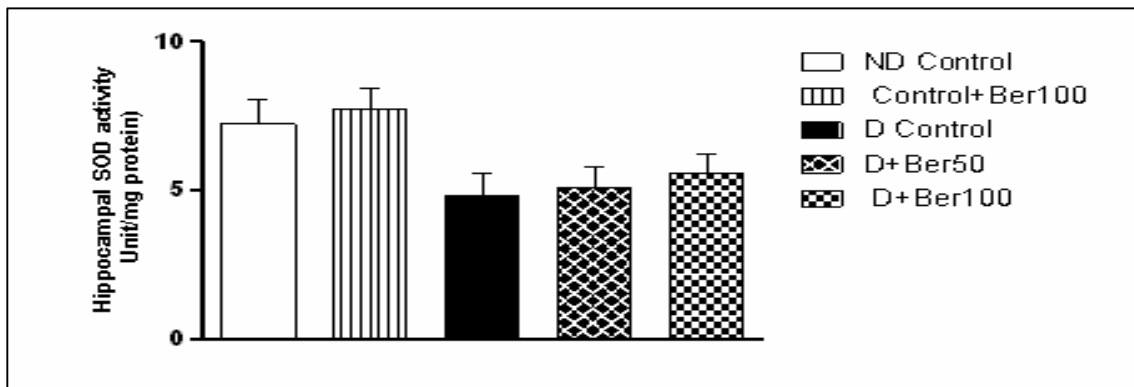
نمودار شماره ۳. مقایسه میانگین مالون دی آلدئید نمونه ها پس از ۸ هفته دریافت دارو، یا تحمل شرایط دیابت بین گروه های مختلف نتایج به صورت (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) بیان شده است.

تفاوت معنی دار با گروه دیابتی ( $P < 0.05$ ), ( $P < 0.01$ ), تفاوت معنی دار با گروه کنترل ( $P < 0.05$ )



نمودار شماره ۴. مقایسه میانگین نیتريت نمونه ها پس از ۸ هفته دریافت دارو یا تحمل شرایط دیابت بین گروه های مختلف نتایج به صورت (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) بیان شده است.

تفاوت معنی دار با گروه دیابتی ( $P < 0.05$ )،  $## (P < 0.01)$ ، تفاوت معنی دار با گروه کنترل ( $P < 0.05$ )،  $## (P < 0.01)$



نمودار شماره ۵. مقایسه میزان فعالیت سوپراکسیددیسموتاز (SOD) نمونه ها پس از ۸ هفته دریافت دارو، یا تحمل شرایط دیابت بین گروه های مختلف نتایج به صورت (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) بیان شده است. تفاوت معنی داری بین گروه ها با ( $P < 0.05$ ) مشاهده نشد.

## بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه نشان داده شد که تجویز بربرین در موش های صحرایی دیابتی، به مدت هشت هفته، علاوه بر کاهش قندخون، به طور معنی داری سبب کاهش استرس اکسیداتیو گردید. در واقع کاهش معنی دار سطح نیتريت و فرآورده های پراکسیداسیون لیپید و افزایش فعالیت سوپراکسیددیسموتاز نشان دهنده تاثیر بربرین در پیشگیری از ایجاد نوروپاتی در گروه های دیابتی شده با استرپتوزوتوسین می باشد. پاتولوژی نوروپاتی دیابت از چندین مکانیسم مرتبط تشکیل شده است، (۱۵،۱۶). هیپرگلیسمی از طریق فرایندهای آنزیمی و غیر آنزیمی موجب القای اکسیداسیون

خود به خودی گلوکز گردیده و با تحریک تولید قطعات اکسیژنی و نیتروژنی فعال، (۱۷)، منجر به استرس اکسیداتیو می شود، (۱۸). و تقریباً در این زمینه دارویی که به طور مستقیم قادر به درمان نوروپاتی دیابتی باشد، وجود ندارد. (۱۹) مطالعات مشابه نشان داده است که در افراد مبتلا به دیابت هر دو عامل یعنی تولید ترکیبات واکنش گر اکسیژن دار (ROS) افزایش و دفاع آنتی اکسیدانی کاهش می یابد، (۲۰). لذا این پاتولوژی ما را بر آن داشت تا ضمن ارزیابی میزان استرس اکسیداتیو در ناحیه هیپوکامپ نمونه های دیابتی و تحت درمان به بررسی مکانیسم عملکرد بربرین در مهار استرس اکسیداتیو با ۳ شاخص: میزان

میزان بالای پراکسیداسیون چربی و نیتريت در موش های صحرایی دیابتی کاهش سطوح سوپراکسیددسموتاز است که یک آنتی اکسیدان قوی درون زا است. گونه های بسیار واکنش پذیر اکسیژن (ROS) به وسیله تعدادی از مکانیسم های آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی حذف می شوند. یکی از آنزیم های مهم در این زمینه آنزیم سوپراکسید دسموتاز است، (۳۱). هم چنین در این مطالعه آشکار شد که دیابت درمان نشده سبب کاهش سطح سوپراکسید دسموتاز در منطقه هیپوکامپ می شود که با نتایج پژوهش های انجام شده در این زمینه هم خوانی دارد تجویز بربرین به موش های دیابتی، باعث کاهش معنی دار سطح نیتريت و فرآورده های پراکسیداسیون لیپید و افزایش فعالیت سوپراکسید دسموتاز شد.

علاوه بر این بربرین به عنوان یک پاک کننده مستقیم و یک آنتی اکسیدان غیر مستقیم در سلول عمل می کند. هم چنین بربرین به طور مستقیم انواع گونه های اکسید کننده را خنثی می کند و همان طور که در بالا اشاره شد، سلول ها را از آسیب اکسیداتیو با تحریک سنتز GSH و ارتقای فعالیت آنزیم های مختلف آنتی اکسیدان، از جمله GSH-Px محافظت می - کند، (۳۲،۳۳). شواهدی وجود دارد که بربرین می تواند سنتز NO را تنظیم کند. هم چنین بربرین سطوح نیتريك اکساید سینتاز (iNOS) را افزایش می دهد و دارای اثر مهاري روی آنزیم های سیکلواکسیژناز می باشد، (۳۴)، بدین ترتیب، ممکن است خواص ضد التهابی و محافظت نورونی بربرین ناشی از ایجاد تعادل در سیستم NO باشد، (۳۵،۳۶). بربرین به راحتی می تواند از سد خون مغزی عبور کرده و پس از انتقال به سلول های عصبی، با سرعت آرام دفع شود که نشان از اثر مستقیم آن روی سلول های عصبی و تجمع در هیپوکامپ است اگر چه هنوز مکانیسم دقیق اثر محافظت نورونی بربرین در هیپوکامپ حیوانات دیابتی آشکار نیست اما فرضیه های مختلفی پیشنهاد شده است، (۳۷). مکانیسم های دیگر شامل اثر مهاري بربرین بر نورایی نفرین، افزایش القای H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> [Ca<sup>2+</sup>i] می باشد، (۳۸). در مجموع این مطالعه نشان داد که کاهش استرس اکسیداتیو عاملی است که به وسیله آن بربرین فعالیت محافظت نورونی خود را در هیپوکامپ موش صحرایی دیابتی شده با STZ ایفا می نماید که با تایید آن در آزمایش های بالینی می تواند در پیشگیری و احتمالاً در درمان اختلالات شناختی عصبی بیماران دیابتی مورد استفاده قرار گیرد، (۷،۳۹). البته جهت بررسی مکانیسم های آن مطالعات بیشتری مورد نیاز می باشد.

نیتريت، میزان مالون دی آلدئید و میزان فعالیت سوپراکسیددسموتاز بافت هیپوکامپ بربرین. در مجموع شواهد متعددی اختلالات مرتبط با استرس اکسیداتیو را در بیماران دیابتی نشان داده و ارتباط معنی داری را بین کنترل قندخون و بهبود این اختلالات نشان داده اند، (۲۸،۲۹). نتایج مطالعات نشان می دهد که عملکرد بربرین در کاهش گلوکز سلول های کبدی مشابه متفورمین، مستقل از انسولین بوده تاثیر بر ترشح انسولین ندارد. هم چنین قادر است به عنوان یک عامل مؤثر حساس به انسولین و انسولینوتروپیک در مطالعات کشت سلولی عمل کند، (۲۱)، آزمایشات دیگری نشان داد که بربرین آثار هیپوگلیسمی خود را حداقل تا حدودی به سبب مهار آنزیم  $\alpha$ -گلوکوزیداز اعمال می کند. علاوه بر این، ممکن است تا حدودی انتقال قند از اپیتلیوم روده به خون را نیز کاهش دهد، (۲۲). در این بررسی نیز درمان طولانی مدت با بربرین (۵۰،۱۰۰ mg/kg) سبب کاهش سطح گلوکز خون و افزایش وزن بدن در موش های صحرایی دیابتی گردید که به خوبی مطالعات قبلی را تایید می نماید، (۲۳،۲۴). NO پس از سنتز، قادر است با ملکول اکسیژن واکنش کرده و N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> تولید کند که N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> نیز به نوبه خود با ملکول های اکسیژن از قبیل: سوپر اکسید (O<sub>2</sub><sup>-</sup>) واکنش کرده و پراکسی نیتريت (ONOO-) تولید می کند که این ماده موجب تخریب بافت ها می شود، (۲۵)، لذا میزان نیتريت می تواند به عنوان شاخصی معتبر، (۲۶)، برای ارزیابی استرس اکسیداتیو در نمونه ها به کار رود، (۲۷،۲۸). بررسی میزان نیتريت در بافت هیپوکامپ نشان دهنده افزایش آن در گروه دیابتی (DM) و گروه دیابتی + BR50 mg/kg در مقایسه با گروه کنترل بود. به علاوه، در گروه دیابتی + BR 100 mg/kg میزان نیتريت هیپوکامپ در مقایسه با گروه دیابتی کاهش معنی داری یافت که این یافته هماهنگ با سایر شواهد است، (۲۶). پراکسیداسیون لیپید منجر به تولید آلدئیدهای سمی گردیده که یکی از سمی ترین آن ها، مالون دی آلدئید است. این ماده محصول نهایی تجزیه پراکسید چربی است که در حال حاضر به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی در نظر گرفته می شود، (۲۹). در این مطالعه میزان مالون دی آلدئید در حیوانات گروه دیابتی افزایش چشمگیری یافت و درمان این حیوانات با بربرین توانست موجب کاهش میزان آن گردد. هم چنین بربرین در گروه کنترل تغییری در میزان مالون دی آلدئید ایجاد نکرد که مشابه نتایج سایر محققین است، (۳۰). یکی از دلایل

## سیاسگزاری

به تصویب رسید و توسط بخش مالی دانشگاه علوم پزشکی تهران پشتیبانی گردید.

مطالعه حاضر بخشی از پروژه پایان نامه دکتری بود که

## References

1. Northam EA, Rankins D, Lin A, Wellard RM, Pell GS, Finch SJ, et al. Central Nervous System Function in Youth With Type 1 Diabetes 12 Years After Disease Onset. *Diabetes Care* 2009; 32:445-50.
2. Evans JL, Goldfine ID, Maddux BA, Grodsky GM. Are Oxidative Stress- Activated Signaling Pathways Mediators of Insulin Resistance and  $\beta$ -Cell Dysfunction? *Diabetes* 2003;52:1-8.
3. Pitocco D, Zaccardi F, Di Stasio E, Romitelli F, Santini SA, Zuppi C, et al. Oxidative stress, nitric oxide, and diabetes. *Rev Diabetic Stud* 2010;7:15-9.
4. Hong JH, Kim MJ, Park MR, Kwag OG, Lee IS, Byun BH, et al. Effects of vitamin E on oxidative stress and membrane fluidity in brain of streptozotocin-induced diabetic rats. *Clin Chim Acta* 2004;340:107-15.
5. Uluş NN, Sahilli M, Avci A, Canbolat O, Ozansoy G, Ari N, et al. Pentose phosphate pathway, glutathione-dependent enzymes and antioxidant defense during oxidative stress in diabetic rodent brain and peripheral organs: effects of stobadine and vitamin E. *Neurochem Res* 2003;28:815-23.
6. Garcia YJ, Rodriguez-Malaver AJ, Penaloza N. Lipid peroxidation measurement by thiobarbituric acid assay in rat cerebellar slices. *J Neurosci Method* 2005;144:127-35.
7. Kulkarni SK, Dhir A. Berberine: A plant alkaloid with therapeutic potential for central nervous system disorders. *Phytother Res* 2010;24:317-24.
8. Kulkarni SK, Dhir A. On the mechanism of antidepressant-like action of berberine chloride. *Eur J Pharmacol* 2008;589:163-72.
9. Kong WJ, Zhang H, Song DQ, Xue R, Zhao W, Wei J, et al. Berberine reduces insulin resistance through protein kinase C-dependent up-regulation of insulin receptor expression. *Metab Clin Experimen* 2009; 58:109-19.
10. Zhou JY, Zhou SW, Tang JL, Zhang KB, Guang LX, Huang YP, et al. Protective effect of berberine on beta cells in streptozotocin- and high-carbohydrate/high-fat diet-induced diabetic rats. *Eur J Pharmacol* 2009;606:262-8.
11. Huang L, Shi AD, He F, Li XS. Synthesis, biological evaluation, and molecular modeling of berberine derivatives as potent acetylcholinesterase inhibitors. *Bioorgan Med Chem* 2010;18:1244-51.
12. Peng W-H, Lo K-L, Lee Y-H, Hung T-H, Lin Y-C. Berberine produces antidepressant-like effects in the forced swim test and in the tail suspension test in mice. *Life Sci* 2007;81:933-8.
13. Xu D, Yang W, Zhou C, Liu Y, Xu B. Preventive effects of berberine on glucocorticoid-induced osteoporosis in rats. *Planta Med* 2010;76:1809-13.
14. Bagheri M, Joghataei MT, Mohseni S, Roghani M. Linköping University Post Print;2010.
15. Vincent AM, Callaghan BC, Smith AL, Feldman EL. Diabetic neuropathy: cellular mechanisms as therapeutic targets. *Nat Rev Neurol* 2011;7:573-83.
16. Callaghan BC, Hur J, Feldman EL. Diabetic neuropathy: one disease or two? *Curr Opin Neurol* 2012;25:536-41.
17. Al-Nimer MS, Al-Ani FS, Ali FS. Role of nitrosative and oxidative stress in neuropathy in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Neurosci Rural Pract* 2012;3:41-4.
18. Edwards JL, Vincent AM, Cheng HT, Feldman EL. Diabetic neuropathy: Mechanisms to management. *Pharmacology & Therapeutics* 2008;120:1-34.
19. Zhang M, Chen L. Berberine in type 2 diabetes therapy: a new perspective for an old antidiarrheal drug? *Acta Pharmaceutica Sinica B* 2012;2:379-86.
20. Figueroa-Romero C, Sadidi M, Feldman EL. Mechanisms of disease: the oxidative stress theory of diabetic neuropathy. *Rev Endocr Metab Disord* 2008;9:301-14.
21. Ko BS, Choi SB, Park SK, Jang JS, Kim YE, Park S. Insulin sensitizing and insu-

- linotropic action of berberine from *Cortidis rhizoma*. *Biol Pharm Bull* 2005; 28:1431-7.
22. Pan GY, Wang GJ, Sun JG, Huang ZJ, Zhao XC, Gu Y, et al. [Inhibitory action of berberine on glucose absorption]. *Yao Xue Xue Bao* 2003; 38:911-4.
23. Lee YS, Kim WS, Kim KH, Yoon MJ, Cho HJ, Shen Y, et al. Berberine, a natural plant product, activates AMP-activated protein kinase with beneficial metabolic effects in diabetic and insulin-resistant states. *Diabetes* 2006;55:2256-64.
24. Leng SH, Lu FE, Xu LJ. Therapeutic effects of berberine in impaired glucose tolerance rats and its influence on insulin secretion. *Acta Pharmacol Sin* 2004; 25:496-502.
25. Pitocco D, Zaccardi F, Di Stasio E, Romitelli F, Santini SA, Zuppi C, et al. Oxidative stress, nitric oxide, and diabetes. *Rev Diabet Stud* 2010;7:15-25.
26. Nunes SF, Figueiredo IV, Soares PJ, Costa NE, Lopes MC, Caramona MM. Semicarbazide-sensitive amine oxidase activity and total nitrite and nitrate concentrations in serum: novel biochemical markers for type 2 diabetes? *Acta Diabetol* 2009; 46:135-40.
27. Yamagishi S, Matsui T. Nitric oxide, a janus-faced therapeutic target for diabetic microangiopathy-Friend or foe? *Pharmacol Res* 2011;64:187-94.
28. Ischiropoulos H, Zhu L, Beckman JS. Peroxynitrite formation from macrophage-derived nitric oxide. *Arch Biochem Biophys* 1992;298:446-52.
29. Janero DR. Malondialdehyde and thiobarbituric acid-reactivity as diagnostic indices of lipid peroxidation and peroxidative tissue injury. *Free Radical Bio Med* 1990; 9:515-40.
30. Ramsey C. Forecasting risk. Risk management will become increasingly critical in accountable care models. *Health Manag Technol* 2011;32:22-8.
31. Mizobuchi N, Nakata H, Horimi T, Takahashi I. [Serum superoxide dismutase (SOD) activity in diabetes mellitus]. *Rinsho Byori*. 1993;41(6):673-8.
32. Ashby DM, Habib D, Dringenberg HC, Reynolds JN, Beninger RJ. Subchronic M-K-801 treatment and post-weaning social isolation in rats: Differential effects on locomotor activity and hippocampal long-term potentiation. *Behavioural Brain Research* 2010;212:64-70.
33. Baydas G, Reiter RJ, Yasar A, Tuzcu M, Akdemir I, Nedzvetskii VS. Melatonin reduces glial reactivity in the hippocampus, cortex, and cerebellum of streptozotocin-induced diabetic rats. *Free Radical Bio Med* 2003;35:797-804.
34. Yoo HJ, Kang HJ, Jung HJ, Kim K, Lim CJ, Park EH. Anti-inflammatory, anti-angiogenic and anti-nociceptive activities of *Saururus chinensis* extract. *J Ethnopharmacol* 2008;120:282-6.
35. Kulkarni SK, Dhir A. Possible involvement of l-arginine-nitric oxide (NO)-cyclic guanosine monophosphate (cGMP) signaling pathway in the antidepressant activity of berberine chloride. *Eur J Pharmacol* 2007;569:77-83.
36. Ingkaninan K, Phengpa P, Yuenyongsawad S, Khorana N. Acetylcholinesterase inhibitors from *Stephania venosa* tuber. *J Pharm Pharmacol* 2006;58:695-700.
37. Zhu FQ, Qian CY. Berberine chloride can ameliorate the spatial memory impairment and increase the expression of interleukin-1 beta and inducible nitric oxide synthase in the rat model of Alzheimer's disease. *Bmc Neurosci* 2006;7:134-9.
38. Peng WH, Hsieh MT, Wu CR. Effect of long-term administration of berberine on scopolamine-induced amnesia in rats. *Jpn J Pharmacol* 1997;74:261-6.
39. Murphy KPSJ, Errington ML, Bliss T-VP. Long-term potentiation: A synaptic model for learning and memory. *Ser Biophys Biocyber* 1998;4:452-7.



## The Effect of Berberine Chloride on Hippocampus Oxidative Stress of Streptozotocin-diabetic Rats

Kalalianmoghadam H<sup>1</sup>\*, Balochnejadmojarad T<sup>2</sup>, Raoghani M<sup>3</sup>, Khaksari M<sup>1</sup>, Pirasteh N<sup>1</sup>,  
Mojgan F<sup>1</sup>, Ahoee M<sup>1</sup>

(Received: August 4, 2013 Accepted: November 6, 2013)

### Abstract

**Introduction:** Diabetes mellitus increases the risk of central nervous system (CNS) disorders such as stroke, seizures, dementia, and cognitive impairment. Berberine, a natural isoquinoline alkaloid, is reported to exhibit beneficial effect in various neurodegenerative and neuropsychiatric disorders. Through enzymatic and non-enzymatic processes, hyperglycemia induces glucose spontaneous oxidation and leads to oxidative stress by stimulating the production of active oxygen and nitrogen. Also, overproduction of ROS can cause DNA and proteins damage and affect the function of receptors, enzymes, transport proteins, and inactive antioxidant defense system enzymes or enzymes involved in the repair.

**Material & Methods:** In this study, the male wistar rats (n = 90) were randomly allocated into five groups: control, control berberine-treated (100 mg/kg), diabetic, berberine-treated diabetic (50, 100 mg/kg) groups. Diabetes was induced intraperitoneally STZ administration at the dose of 60mg/kg. Berberine was orally administered at doses of 50 and 100 mg/kg/day one week after STZ injection for a period of 8 weeks. Blood samples were taken from

the tail vein 2, 4, 6, 8 weeks after STZ injection to measure blood glucose levels. Lipid peroxidation, nitrite levels and superoxid dismutase activity were evaluated as biomarkers of oxidative stress. Data were analyzed using Prism-5, one-way ANOVA and Tukey tests.

**Findings:** Eight weeks after diabetes induction we observed an increased lipid peroxidation, decreased superoxide dismutase activity, and elevated nitrite levels in the hippocampus of STZ-diabetic rats than the control brains. In contrast, chronic treatment with berberine (50 and 100 mg/kg, p.o., once daily) lowered hyperglycemia, oxidative stress, and prevented the up regulation of GFAP in the brain of diabetic rats.

**Discussion & Conclusion:** The present study demonstrated that treatment with berberine resulted in an obvious reduction of oxidative stress in hippocampus of STZ - induced diabetic rats.

**Keywords:** Diabetes Mellitus; Berberine; oxidative stress; Cognitive dysfunction; Rat.

1. Dept of Physiology, Faculty of Medicine, Shahrood University of Medical Sciences, Shahrood, Iran

2. Dept of Physiology, Faculty of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3. Neuroscience Research Center, Shahed University, Tehran, Iran

\*(Corresponding author)