تاثیر مهار منتشرشونده قشری بر میزان بیان رسپتورهای گلوتامات در مغز رت

The Effect of Cortical Spreading Depression on Glutamate Receptors in Rat Brain

فاطمه علی پور[۱،۲]، الهام محمدزاده[۱،۳]، فریبا کریم زاده[۱،۴]

Fatemeh Alipour[1, 2], Elham mohammadzadeh[1, 3], Fariba karimzadeh[1, 4]

۱. مرکز تحقیقات علوم اعصاب شفا، بیمارستان خاتم الانبیاء، تهران، ایران.
۲. دانشگاه علوم خوارزمی، تهران، ایران.
۳. دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.
۴. دانشکده فن آوری های نوین پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

1. Shefa Neuroscience Research Center, Khatam-al-Anbia Hospital, Tehran, Iran.
2. Kharazmi University of Biological Sciences,Tehran, Iran.
3. Shahid Behshti University of Medical Science, Tehran, Iran.
4. School of Advanced Technologies in Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

اطلاعات مقاله
دریافت: ۴ تیر ۱۳۹۲
پذیرش: ۱ مرداد ۱۳۹۲

کلید واژه:
مغز،
گلوتامات،
میگرن،
صرع.

چکیده

مقدمه مهار منتشرشونده یک فعالیت بیوالکتریکی ذاتی در سیستم عصبی مرکزی می باشد که نقش مهمی در پاتوفیزیولوژی بیماری های نورولوژیکی از جمله میگرن با اورا، صرع، فراموشی های منتشر گذرا و بیماری های نخاعی دارد. مواد و روش ها در این مطالعه ابتدا رت های نوجوان جراحی شده و کانول (جهت تزریق دارو ها) و الکترودهای ثبات روی قشر مغزی کاشته شدند. مهار منتشرشونده ی قشری در گروه SD با تزریق KCl به مدت چهار هفته متوالی القا گردید. در گروه شم، محلول رینگر تزریق شد. مغز همه ی رت ها شامل گروه های کنترل، شم و SD خارج شده و مراحل آماده سازی برای مطالعه ایمونوهیستوشیمی انجام گردید. یافته ها بیان گیرنده NR_{2B} در ناحیه ی CA1 به طور چشمگیری در گروه SD در مقایسه با گروه کنترل و شم افزایش یافت. همچنین افزایش معنی داری در بیان گیرنده ی GluR1 در نواحی CA1 و CA3 در گروه SD مشاهده گردید. نتیجه گیری مهار منتشر شونده، بیان گیرنده NR_{2B} از زیرواحدهای گیرنده های NMDA و گیرنده ی GluR1 از زیر واحدهای گیرنده های AMPA را در مناطق مختلف هیپوکمپ رت های نوجوان افزایش می دهد.

Article info:
Received: 25 Jun. 2013
Accepted: 23 Jul. 2013

Key words:
Brain,
Glutamates,
Migraine Disorders,
Epilepsy.

ABSTRACT

Introduction Spreading depression (SD) is an intrinsic bioelectrical activity in central nervous system which play important role in pathophysiology of some disorders such as migraine with aura, epilepsy, transient global amnesia, and spinal cord diseases. Materials and methods The juvenile rats were anesthetized and recording electrodes and cannula were implanted over the brain. Repetitive cortical SD events were induced by KCl injection through the cannula. Four weeks after the KCl or Ringer injection, all rats, including control, sham and SD groups, were decapitated and the brains removed. The distribution of NR_{2B} subunit of NMDA receptors and the GluR1 subunit of AMPA receptors were assessed by immunohistochemical staining. Results Expression of NR_{2B} receptors in the CA1 region significantly increased in the SD group compared with the sham and control group ($P<0.05$). Also expression of GluR1 receptors in the CA1 and CA3 regions significantly increased in the SD group ($P<0.01$). Conclusion Our result showed that SD enhanced expression of the NR_{2B} subunit of NMDA receptors and the GluR1 subunit of AMPA receptors in various regions of the juvenile rat brain.

• نویسنده مسئول:
فریبا کریم زاده
آدرس الکترونیکی: Fariba_karimzade@yahoo.com

** Corresponding Author:*
Fariba Karimzadeh
E-mail: Fariba_karimzade@yahoo.com

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.shefa.1.3.23]

مقدمه

مهار منتشر شونده (SD) پدیده ای است که در طی آن یک موج دپلاریزاسیون نورونی– گلیایی با سرعت ۵–۳ میلی متر در دقیقه در سراسر قشر مغز منتشر و در پی آن موجب کاهش شدید و موقتی فعالیت بیوالکتریکی در آن منطقه ی قشر می شود (۲، ۱). در برخی اختلالات مغزی از جمله میگرن با اورا، صرع، بیماری های عروقی مغز، فراموشی های منتشر گذرا و بیماری های نخاعی، SD نقش مهمی دارد (۳، ۱). تحقیقات نشان می دهد که SD فعالیت آمیگدال را تحت تاثیر قرار می دهد. بیش از ۷۵ درصد امواج SD از میان قشر گیجگاهی به آمیگدال می رسد (۴). اعتقاد بر این است که SD تحت شرایط پاتولوژیکی مسئول مرگ نورونی می باشد (۵, ۶) و در مغز سالم رت های بالغ منجر به آسیب یا مرگ سلولی نمی شود (۷). مطالعات اخیر نشان می دهدSD در بافت های طبیعی مغز بی ضرر می باشد. همچنین بیان می کنند القای مکرر SD در مغز سالم رت های نوجوان موجب آسیب نورونی در مناطق قشری و زیرقشری می گردد. القای مکرر SD موجب مرگ نورونی و کاهش حجم نورون های طبیعی در لایه ی پنجم قشر تمپورال و لایه ی گرانولی dentate gyrus و هسته پوتامن رت های نوجوان می گردد (۸). آسیب نورونی و همچنین مرگ نورونی در چندین اختلال وابسته به SD نظیر ایسکمی مغز، صرع و ترومای مغزی در آزمایشات تجربی و بالینی گزارش شده است. مرگ نورونی به دلیل تکرار SD در رت های نوجوان سالم احتمالاً در ارتباط با پاتوفیزیولوژی اختلالات نورولوژیکی در نوزادان و کودکان می باشد (۹). نقش گیرنده های گلوتاماتی در پیشبرد فرآیند آپوپتوز به خوبی بررسی گردیده است (۸). در این مطالعه، با بررسی میزان بیان گیرنده NR_{2B} از زیر واحدهای گیرنده های NMDA و گیرنده GluR1 از زیر واحدهای گیرنده های AMPA ارتباط این گیرنده ها و آسیب نورونی مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

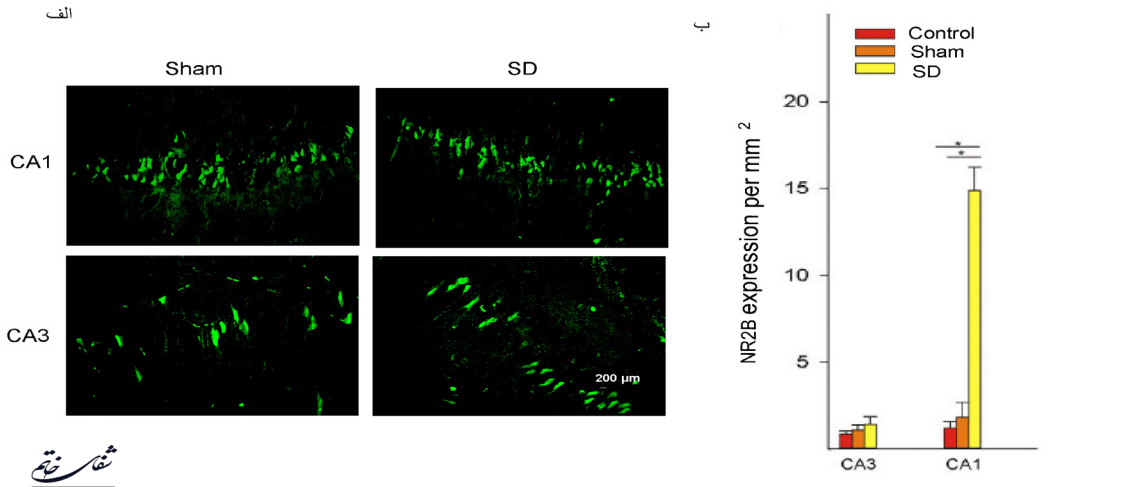
مواد و روش ها

حیوانات

۴۰ رت نر جوان ویستار (۳۵–۲۵ روزه، ۹۰–۴۵ g) در شرایط استاندارد از نظر دسترسی به آب و مواد غذایی، نور (۱۲ ساعت روشنایی، ۱۲ ساعت تاریکی)، رطوبت (۵۵– ۵۰ درصد) و درجه حرارت ۲±۲۲ درجه ی سانتی گراد نگهداری شدند. همه ی آزمایشات بر طبق اساسنامه تصویب شده توسط کمیته ی اخلاقی حیوانات مرکز تحقیقات علوم اعصاب شفا، تهران، ایران انجام شد.

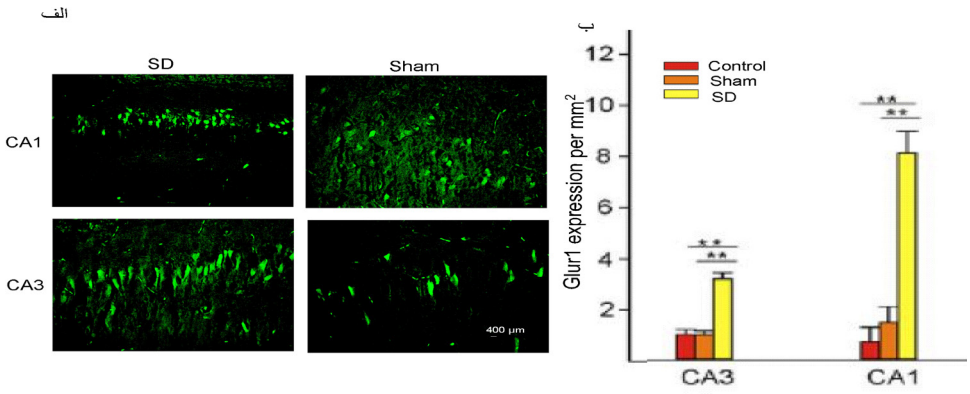
دستورالعمل جراحی

حیوانات با تزریق کتامین (Sigma; ۱۵۰ mg/kg) و زایلازین (Rompun®; Bayer ۰/۱ mg/kg) به صورت درون صفاقی بیهوش شدند و سر آن ها در داخل دستگاه استریوتکس (Stoelting Instruments, USA) قرار داده شد. کانول راهنمای درجه ی ۲۳ و دو الکترود نقره (هر بخش ۳–۲ میلی متر) بر روی قشر حسی–پیکری قرار داده شدند و توسط سیمان آکریلیک دندان پزشکی ثابت شدند. بعد از بخیه، حیوانات به قفس خودشان بازگردانده شدند. قبل از آغاز روش های آزمایشگاهی، رت ها به مدت یک هفته در قفس های مخصوص در یک اتاق با تهویه مناسب به منظور بهبود بعد از جراحی، قرار داده شدند. سپس حیوانات توسط پنتوباربیتال (Sigma; ۶۰ mg/kg, i.p) بیهوش شده و با یک سوزن تزریق درجه ی ۲۷ تزریق انجام شد. سوزن تزریق به یک سرنگ همیلتون ۱۰µl توسط یک لوله ی پلی اتیلن (Harvard Apparatus, Inc) متصل شد. محلولKCl،



تصویر ۱. توزیع گیرنده NR_{2B}. الف) تصاویر گرفته شده با کمک میکروسکوپ فلورسنت از مناطق CA1 و CA3. ب) توزیع گیرنده NR_{2B} به صورت Mean ± SEM نشان داده شده است. بیان این گیرنده به دنبال القا SD در منطقه CA1 نسبت به گروه کنترل و شم افزایش چشمگیری یافته است. این تفاوت در ناحیه CA3 معنا دار نبود. * نشان دهنده ی $P<۰/۰۵$ می باشد.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-04]
[DOI: 10.18869/acadpub.shefa.1.3.23]



تصویر ۲. توزیع گیرنده GluR1. الف) تصاویر گرفته شده با کمک میکروسکوپ فلورسنت از مناطق CA1 و CA3. ب) توزیع گیرنده GluR1 به صورت Mean ± SEM نشان داده شده است. بیان این گیرنده به دنبال القا SD در منطقه CA1 و CA3 نسبت به گروه کنترل و شم افزایش چشمگیری یافته است. ** نشان دهنده ی $P<۰/۰۱$ می باشد.

۳مولار به میزان ۱۰µl در مدت ۶۰ ثانیه تزریق شد (n=۲۲). پس از اتمام تزریق، سرنگ تزریق در کانول راهنما به مدت ۶۰ ثانیه نگه داشته شد تا انتشار دارو تسهیل شود. در گروه شم (n=۱۲)، ۱۰µl محلول رینگر با روش ذکر شده، تزریق شد. تزریق KCl و محلول رینگر هر کدام ۴ بار در چهار هفته ی متوالی انجام شد. بیهوشی به مدت ۶۰ دقیقه بعد از تزریق محلول KCl یا رینگر ادامه یافت. نوار مغزی (EEG) از رت های بیهوش به مدت ۶۰ دقیقه بعد از تزریق محلول KCl یا رینگر گرفته شد. حیوانات گروه کنترل بیهوش شدند ولی هیچ جراحی صورت نگرفت (n=۶). چهار هفته بعد از اولین تزریق محلول KCl یا رینگر، تمامی حیوانات توسط کلرال هیدرات (Sigma-Aldrich; ۳۵۰ mg/kg) تحت بیهوشی عمیق قرار گرفتند و با حدود ۲۰۰ میلی لیتر نرمال سالین و در پی آن با ۶۰۰ میلی لیتر محلول پارافرمالدهید ۴٪ (PFA) پرفیوژن شدند. سپس مغزها خارج شدند و در پارافرمالدهید ۴٪ برای حداقل یک هفته نگهداری شدند. مغزها با عبور از الکل اتیلیک با غلظت افزایشی پاساژ داده شدند و پس از آب گیری، در گزیلن شفاف سازی شدند. در مرحله ی بعد نمونه ها در بلوک های پارافینی قالب گیری و برش های کرونال به صورت تصادفی از نمونه ها تهیه گردید.

روش ایمونوهیستوشیمی

سه لام از برش های تهیه شده، در محدوده (۲/۳- تا ۴/۳-) عقب تر از برگما انتخاب شده و با عبور از گزیلل و الکل، شفاف سازی و آبدهی شدند. در مرحله ی بعدی در بافر فسفات سالین (PBS) سه بار شستشو داده شدند و سپس در سیترات بافر در ۹۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شدند. بعد از سرد شدن در دمای اتاق به مدت ۲۰ دقیقه، برش ها در ۱۰٪ (Normal Goat Serum; NGS) و ۰/۲٪ Triton-X100 در بافر فسفات سالین به مدت ۱ ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند. برش ها سپس سه بار توسط PBS شستشو داده شدند و آنتی بادی تجاری منوکلونال موش برعلیه گیرنده های GluR1 و NR_{2B} (Chemicon International, Temecula, CA) در دمای ۴ درجه ی سانتی گراد به صورت overnight انکوبه شدند. غلظت آنتی بادی ها به ترتیب ۱:۲۵۰ و ۱:۵۰۰ توسط محلول محتوی NGS ۵-۱٪ در Triton-X100 ۰/۳٪ و بافر فسفات سالین ۰/۱ مولار در pH ۷/۴ رقیق شدند. برش ها سپس ۳ بار در بافر فسفات سالین (هر بار به مدت ۱۰ دقیقه) شستشو داده شدند. در مرحله ی بعدی برش ها با آنتی بادی ثانویه فلورسنت (Jackson Immuno Research Labs,Westgrove, PA) که به نسبت ۱:۱۰۰ در دمای ۲۲ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت انکوبه شدند. بعد از چندین شستشو با بافر فسفات سالین، لام ها با ۹۰٪ glycerol mounting buffer پوشانده شدند و سپس توسط میکروسکوپ فلورسنت (BX51WI; Olympus, Tokyo, Japan) مورد بررسی قرار گرفتند. کنترل منفی ها فقط با آنتی بادی ثانویه انکوبه شدند. تصاویری از لام ها، با یک دوربین دیجیتال متصل به میکروسکوپ تهیه شد. تعداد سلول های واکنش داده با آنتی بادی گیرنده های GluR1 و NR_{2B} درگروه های کنترل، شم و SD، در مناطق CA1 و CA3 از هیپوکمپ اندازه گیری شدند.

یافته ها

پیشنهاد شده است که گیرنده NR_{2B} وGluR1 در شروع و گسترش SD دخیل هستند (۱۳-۱۰). به منظور امتحان کردن تغییرات گیرنده های گلوتامات بعد از القای مکرر SD در هیپوکمپ، توزیع گیرنده های NR_{2B} و GluR1 مورد بررسی قرار گرفتند. القای مکرر SD تغییرات خاصی را در بیان گیرنده های NR_{2B} وGluR1 ایجاد نموده است. بیان گیرنده NR_{2B} در ناحیه ی CA1 به طور چشمگیری در گروه SD در مقایسه با گروه کنترل و شم افزایش یافت ($P<۰/۰۵$، تصویر ۱). همچنین افزایش معنی داری در بیان گیرنده GluR1 در نواحی CA1 و CA3 در گروه SD مشاهده گردید ($P<۰/۰۱$، تصویر ۲).

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-04]
[DOI: 10.18869/acadpub.shefa.1.3.23]

بحث و نتیجه گیری

این مطالعه نشان می دهد که القای مکررSD، آسیب هایی را در ساختار و عملکرد بافت مغز در رت های جوان ایجاد می کند. همچنین یافته های این مطالعه حاکی از آن است که القا SD در رت های نوجوان سبب افزایش بیان گیرنده های NR_{2B} و GluR1 می گردد. مرگ نورونی با فعال شدن گیرنده های NMDA و به دنبال آن ورود کاتیون ها از جمله Ca^{2+} و Na^{+} تسریع می گردد. در مطالعه ی انجام شده، القای مکرر SD بیان زیر واحد NR_{2B} و زیر واحد GluR1 را افزایش می دهد. این افزایش می تواند توجیهی برای آسیب نورونی ایجاد شده در برخی اختلالات عصبی که فرآیند SD در آنها دخیل است، باشد. مطالعات نشان داده اند که میزان آپوپتوز با ترکیباتی که به طور ویژه ای زیر واحد NR_{2B} را مسدود می کند، می تواند تضعیف شود (۱۴). از طرف دیگر بیماران مبتلا به برخی بیماری های عصبی نظیر صرع و میگرن با اورا از اختلالات حافظه ای و شناختی رنج می برند. این اختلالات در آزمون های رفتاری انجام شده در مدل های حیوانی نیز گزارش گردیده است. یافته های این مطالعه بیانگر افزایش گیرنده های گلوتاماتی در منطقه ی هیپوکمپ می باشد. هیپو کمپ به عنوان یک مرکز مهم برای ذخیره و تثبیت اطلاعات شناخته شده است. لذا افزایش گیرنده های گلوتاماتی در این منطقه می تواند سبب افزایش مرگ نورونی و به دنبال آن اختلال در شناخت و حافظه گردد. از این یافته ها می توان نتیجه گرفت که اگر این گیرنده ها در کانون مطالعات دارویی قرار بگیرند شاید بتوان با مداخلات دارویی در روند مرگ نورونی، کمک شایانی به مبتلایان به این نوع بیماری ها نمود.

منابع

1. Gorji A. Spreading depression: a review of the clinical relevance. Brain Res Rev. 2001; 38(1-2): 33-60.

2. Leao AAP. Spreading depression of activity in the cerebral cortex. J Neurophysiol. 1944; 7: 359-90.

3. Lauritzen M, Dreier JP, Fabricius M, Hartings JA, Graf R, Strong AJ. Clinical relevance of cortical spreading depression in neurological disorders: migraine, malignant stroke, subarachnoid and intracranial hemorrhage, and traumatic brain injury. J Cerebr Blood F Met. 2011; 31(1): 17-35.

4. Avoli M, Drapeau C, Louvel J, Pumain R, Olivier A, Villemure JG. Epileptiform activity induced by low extracellular magnesium in the human cortex maintained in vitro. Ann NeuroL. 1991; 30(4): 589-96.

5. Dreier JP, Kleeberg J, Alam M, Major S, Kohl-Bareis M, Petzold GC, et al. Endothelin-1–Induced Spreading Depression in Rats Is Associated with a Microarea of Selective Neuronal Necrosis. Exp Biol Med. 2007; 232(2): 204-13.

6. Yanamoto H, Miyamoto S, Tohnai N, Nagata I, Xue J-H, Nakano Y, et al. Induced spreading depression activates persistent neurogenesis in the subventricular zone, generating cells with markers for divided and early committed neurons in the caudate putamen and cortex. Stroke. 2005; 36(7): 1544-50.

7. Nedergaard M, Hansen AJ. Spreading depression is not associated with neuronal injury in the normal brain. Brain res. 1988; 449(1): 395-8.

8. Jafarian M, Rahimi S, Behnam F, Hosseini M, Haghir H, Sadeghzadeh B, et al. The effect of repetitive spreading depression on neuronal damage in juvenile rat brain. Neurosci. 2010; 169(1): 388-94.

9. Somjen GG. Is spreading depression bad for you? Focus on repetitive normoxic spreading depression-like events result in cell damage in juvenile hippocampal slice cultures. J Neurophysiol. 2006; 95(1): 16-7.

10. Faria LC, Mody I. Protective effect of ifenprodil against spreading depression in the mouse entorhinal cortex. J Neurophysiol. 2004; 92(4): 2610-4.

11. Formicola D, Aloia A, Sampaolo S, Farina O, Diodato D, Griffiths LR, et al. Common variants in the regulative regions of GRIA1 and GRIA3 receptor genes are associated with migraine susceptibility. BMC medical genetics. 2010; 11(1): 103.

12. Peeters M, Gunthorpe MJ, Strijbos PJLM, Goldsmith P, Upton N, James MF. Effects of pan- and subtype-selective N-methyl-D-aspartate receptor antagonists on cortical spreading depression in the rat: therapeutic potential for migraine. J Pharmacol Exp Ther. 2007; 321(2): 564-72.

13. Sadeghian H, Jafarian M, Karimzadeh F, Kafami L, Kazemi H, Coulon P, et al. Neuronal death by repetitive cortical spreading depression in juvenile rat brain. Exp Neurol. 2012; 233(1): 438-46.

14. Williams AJ, Dave JR, Lu X, Ling G, Tortella FC. Selective NR2B NMDA receptor antagonists are protective against staurosporine-induced apoptosis. Eur J Pharmacol. 2002; 452(1): 135-6.

[Downloaded from shefayekhatam.ir on 2026-09-04]

[DOI: 10.18869/acadpub.shefa.1.3.23]