

مقاله پژوهشی

## بررسی اثرات استفاده مزمن از کتامین بر نواحی جیروس دندانه دار و CA3 هیپوکامپ

خدیجه فوقی<sup>۱</sup>، شهریار احمدپور<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup>عضو هیات علمی دانشکده پزشکی، بخش علوم تشریحی و پاتوبیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران

<sup>۲</sup>عضو هیات علمی، استادیار بخش علوم تشریحی و پاتوبیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران

\*نویسنده مسئول: بجنورد، خیابان شهریار، دانشکده پزشکی، بخش علوم تشریحی و پاتوبیولوژی

پست الکترونیک: shahahmadpour@gmail.com

وصول: ۱۳۹۱/۷/۶؛ اصلاح: ۱۳۹۱/۸/۴؛ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۷

### چکیده

**زمینه و هدف:** کتامین نوعی داروی بیهوشی است که در بیهوشی انفکاک‌ی استفاده می‌شود. اثرات سایکوتوتونیک به همراه سرخوشی (euphoria) ناشی از مصرف کتامین باعث شده است که به عنوان یک داروی روان گردان مورد سوء استفاده قرار گیرد. هدف از انجام این تحقیق بررسی اثرات مصرف مزمن کتامین بر نواحی جیروس دندانه دار و CA3 هیپوکامپ می‌باشد.

**مواد و روش کار:** در این تحقیق تعداد ۲۰ سرت ۸ هفته نر به وزن ۱۵۰-۲۰۰ گرم به طور کاملاً تصادفی در دو گروه تجربی و گروه شاهد ( $N=10$ ) تقسیم گردیدند. گروه تجربی کتامین به میزان ۱۰ mg/kg به صورت داخل صفاقی (intra peritoneal) به مدت یک هفته دریافت نمودند. در پایان یک هفته نمونه‌ها با استفاده از کرزیل ویوله رنگ آمیزی و برای شمارش نورون‌های دژنره در نواحی جیروس دندانه‌ار و ناحیه CA3 از روش تعدیل یافته استریولوژیک استفاده گردید.

**یافته‌ها:** شمارش نورون‌های تیره در ناحیه گرانولر جیروس دندانه دار گروه مورد اختلاف معنی داری با گروه کنترل نشان داد ( $P<0/001$ ). مقایسه تعداد نورون‌های تیره در لایه پیرامیدال ناحیه CA3 گروه مورد و گروه کنترل اختلاف معنی داری برخوردار بود ( $P<0/001$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج این مطالعه نشان داد که سو مصرف مزمن کتامین می‌تواند مرگ نورونی را در سلول‌های گرانولر و پیرامیدال نواحی جیروس دندانه دار و CA3 را افزایش دهد.

**واژه‌های کلیدی:** کتامین، جیروس دندانه دار، CA3، هیپوکامپ

### مقدمه

آنتاگونیست رسپتورهای NMDA می‌باشد که با عوارضی مشابه اختلالات روان گسیختگی در شی‌زوفرنی و افزایش مارکرهای استرس اکسیداتیو و رادیکال‌های آزاد در بافت مغزی همراه می‌گردد [۳، ۴]. ایبلا<sup>۱</sup> و همکاران در سال ۲۰۰۹ بر روی اثرات تزریق مداوم کتامین بر روی مغز نوزادان رت به مطالعه پرداختند. در این مطالعه با تزریق کتامین به مقدار ۲۰ میلی گرم کیلوگرم هر ۹۰ دقیقه به مدت ۹ ساعت به بررسی تاثیر آن بر دژنراسیون عصبی در

کتامین نوعی داروی بیهوشی است که در بیهوشی انفکاک‌ی از آن استفاده می‌شود. علیرغم استفاده از آن در بیهوشی انسان و حتی حیوانات اما به دلیل اثرات سایکوتوتونیک استفاده از آن محدود شده است. اثرات سایکوتوتونیک به همراه سرخوشی (euphoria) ناشی از مصرف کتامین باعث شده است که به عنوان یک داروی روان گردان مورد سوء استفاده قرار گیرد [۱]. گزارشات نشان از افزایش مصرف آن در برخی از کشورهای آسیایی و همچنین مرگ به دنبال مصرف کتامین دارد [۲]. کتامین به عنوان

### روش کار

در این تحقیق تجربی تعداد ۲۰ سر رت جوان ۴ هفته نر به وزن ۲۰۰-۱۵۰ گرم به طور کاملاً تصادفی در دو گروه تجربی و گروه شاهد (N= ۱۰) تقسیم گردیدند. در گروه تجربی رت های جوان را تحت تزریق داخل صفاقی (intra peritoneal) کتامین (sigma) به میزان ۱۰ mg/kg [۶] به مدت یک هفته دریافت نمودند. پس از هر تزریق حیوان در قفس جداگانه ی قرار می گرفت و به لحاظ تنفسی پایش می گردید. در گروه شاهد نیز نرمال سالیان داخل صفاقی با حجم برابر تزریق گردید. در پایان دوره حیوانات با استفاده از کلروفورم بیهوش و پس از باز نمودن قفسه سینه در ادامه مقدار ۱۰۰ cc سالیان ۰/۹ درصد و هپارین را از طریق بطن چپ به آهستگی تزریق نمودیم تا خون برگشتی از دهلیز کاملاً صاف و زلال شده و رنگ کبد روشن گردید. در ادامه مقدار ۲۰۰ cc محلول فیکساتور (حاوی گلو تار آلدهید ۲/۵ درصد در بافر فسفات pH = ۷/۴) را تزریق نمودیم. [۵]. سپس مجموعه هر حیوان با دقت شکافته و مغز را خارج نمودیم. نمونه ها در محلول فیکساتیو به مدت یک هفته قرار داده شد و سپس برای بررسی های میکروسکوپ نوری به آزمایشگاه بافتی منتقل و پس از پردازش بافتی با کرزیل ویوله ۱٪ طبق مطالعات قبلی رنگ آمیزی گردیدند. برای شمارش نورون های دژنره در نواحی گرانولر جیروس دندانیه و پیرامیدال ناحیه CA3 از روش تعدیل یافته استریولوژیک استفاده گردید [۱۱].

نتایج با استفاده نرم افزار SPSS و تست آماری تی مستقل مورد تجزیه تحلیل و  $P < ۰/۰۵$  معنی دار در نظر گرفته شد.

### یافته ها

در گروه مورد حیوانات پس از دریافت کتامین به شدت دچار انقباضات عضلانی، بیهوشی و عدم تعادل می شدند که پس از گذشت زمان ۱۵ دقیقه این حالت برطرف می گردید. در روز های ۴ پس از تزریق این زمان به کمتر از ۵ دقیقه تقلیل یافت. نتایج بافتی گروه مورد (کتامین) نشان داد که مصرف مزمن کتامین باعث بروز نورون های تیره، هیپرکروماتیک و فشرده در نواحی لایه گرانولر جیروس دندانیه دار و نورون های پیرامیدال لایه CA3 می گردد.

نواحی کورتکس رترواسپلینیال، تمپورال، پاریتال، هیپوتالاموس و تالاموس پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که کتامین در نوزادان رت منجر به دژنراسیون عصبی، بالا رفتن آنزیم های آپوپتیک و همچنین بالا رفتن فاکتور عصبی مشتق از بافت عصبی گردد [۵] پروشولت<sup>۱</sup> و همکاران نتایج تحقیقات ایشان نشان داد که استفاده از نوعی ایزومر + کتامین دارای اثرات حفاظتی در مقابل ایسکمی داد اما قادر به جلوگیری از مرگ نورونی در هیپوکامپ نیست [۶]. لیاو<sup>۲</sup> و همکاران در یک مطالعه با استفاده از مورفومتری بر پایه وکسل نشان دادند افرادی که از کتامین به طور مزمن استفاده می کنند دچار کاهش ماده خاکستری کورتکس پره فرونتال می گردند [۷]. لیاو در یک مطالعه نشان داد که ماده سفید کورتکس فرونتال افرادی که اعتیاد مزمن به کتامین دارند دچار تغییرات پاتولوژیک می گردد که این تغییرات به تغییرات ماده سفید کورتکس فرونتال در اسیکزوفرنی می باشد [۸]. لاریسا<sup>۳</sup> و همکاران در یک مطالعه نشان نداد که استفاده از کتامین باعث افزایش استرس اکسیداتیو در بافت مغزی می شود [۴] یکی از حساس ترین نواحی مغز به اختلالات متابولیک و استرس اکسیداتیو هیپوکامپ است. هیپوکامپ به عنوان بخشی از سیستم لیمبیک در حافظه و یادگیری و همچنین اعمال شناختی و هیجانی نقش مرکزی را ایفا می کند [۵]. بیشتر مطالعات در ارتباط با سو مصرف کتامین تغییرات مورفومتریک مغزی بر پایه تصویر نگاری را گزارش نموده اند [۶،۷]. با توجه به تاثیرات کتامین در افزایش استرس اکسیداتیو و تغییرات رستپتوری در بافت مغز و همچنین حساسیت بالای تشکیلات هیپوکامپ مطالعه میکروسکوپی تأثیرات مصرف مزمن کتامین می تواند اطلاعات ارزشمندی در خصوص درک پاتوفیزیولوژی این ماده بر بافت تشکیلات هیپوکامپی به دست دهد. در این تحقیق بر آن هستیم که تأثیر مزمن مصرف کتامین را بر نورون های پیرامیدال ناحیه CA3 و گرانولر جیروس دندانیه دار را به لحاظ کمی بررسی نماییم.

1-Proescholdt

2-Liao

3- De Oliveira L

این نورون ها با ظاهر چروکیده و رنگ پذیری فراوان نسبت به نورون های سالم مشخص می شوند (تصویر ۴-۱). شمارش نورون های تیره در ناحیه جیروس دنداندار گروه مورد ( $17/2 \pm 10/2$ ) و در گروه کنترل ( $7/8 \pm 11/7$ ) اختلاف معنی داری نشان داد ( $P < 0/001$ ). در لایه پیرامیدال ناحیه CA3 گروه مورد ( $12 \pm 65$ ) و گروه کنترل ( $3 \pm 4$ ) اختلاف از سطح معنی داری برخوردار بود ( $P < 0/001$ ). مقایسه میزان مرگ نورونی جیروس دنداندار و CA3 در گروه های دریافت کننده کتامین نیز اختلاف معنی داری نشان داد ( $P < 0/001$ ).

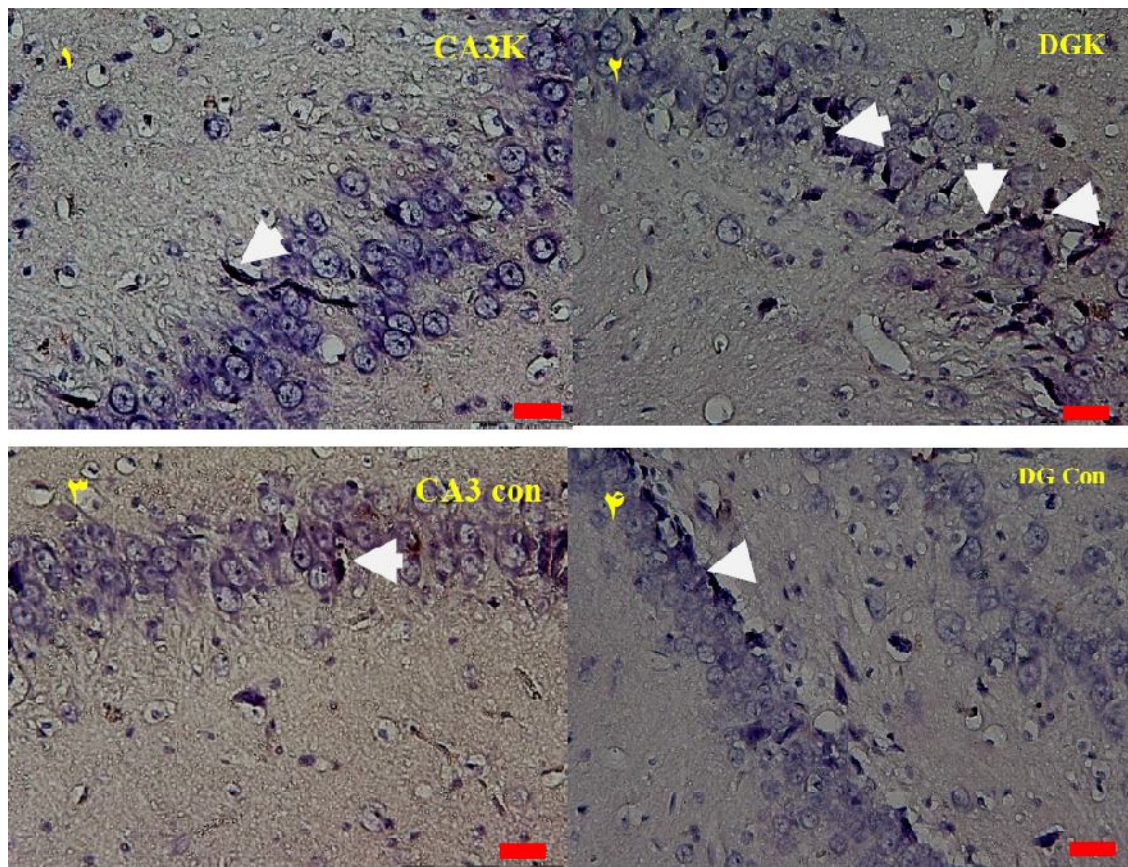
### بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که سو مصرف مزمن کتامین می تواند مرگ نورونی را در سلول های گرانولر و پیرامیدال نواحی جیروس دنداندار و CA3 را افزایش دهد. از ویژگی های نورون های دژنره چروکیدگی و رنگ پذیری بیش از اندازه، ظاهر تیره، آنها در مقایسه با نورون های سالم می باشد. نورون های تیره نوعی از استحالته نورونی می باشند که در شرایط مختلف از جمله ایسکمی، تروما، صرع، دستکاری مکانیکی بافت مغز و هیپرگلیسمی گزارش گردیده اند [۱۱]. بررسی ها نشان داده که روز این نوع از مرگ نورونی با تغییر در گرادیان یونی و مسمومیت ناشی از گلوتامات ارتباط دارد [۱۲]. واکنش نورون ها در این شرایط به صورت از دست دادن حجم زیادی از آب درون سلولی، انقباض سیتواسکلت و تغییر در بار الکتریکی بروز می نماید در این حالت نورون آسیب دیده با رنگ های بار مخالف به شدت رنگ پذیر می شود [۱۳]. بررسی های قبلی ما نشان داده است که این گونه نورون ها به لحاظ الگوی تغییرات فراساختاری تا حدودی نسبت به اپوپتوزیس متفاوت می باشند [۱۱]. مقایسه شدت مرگ نورونی در دو ناحیه جیروس دنداندار و CA3 جیروس دنداندار و CA3 نشان از آسیب پذیری بیشتر سلول های گرانولر جیروس دنداندار دارد. هیپوکامپ از جمله نواحی سیستم عصبی است که دارای توانایی تکثیر سلولی می باشد. تکثیر سلول های گرانولر جیروس دنداندار در تمام طول زندگی ادامه دارد و این تکثیر برای حافظه و اعمال شناختی در انسان و حیوانات ضروری است [۱۴]. پایانه های آکسونی این سلول ها از نوع گلوتامرژیک می

باشد و ارتباط آنها با نورون های CA3 یکی از چرخه های درونی مدار شناختی محسوب می شود [۱۱]. پیچیدگی ساختاری هیپوکامپ موجب شده است تا در برابر تغییرات متابولیک مانند استرس اکسیداتیو بسیار حساس و آسیب پذیر گردد [۱۵]. کتامین نیز با افزایش استرس اکسیداتیو در بافت عصبی [۳، ۴] و بافت حساس هیپوکامپ باعث دژنراسیون عصبی می گردد. با توجه به نقش کتامین در افزایش استرس اکسیداتیو در بافت عصبی مغز و هیپوکامپ و با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می رسد مصرف مزمن کتامین با فعال نمودن مسیر های پیام رسانی مرگ سلولی منجر به تشدید دژنراسیون عصبی در جیروس دنداندار و CA3 گردیده است. نتایج مشابهی توسط ایبلا و همکاران پیشتر گزارش گردید که نشان دهنده تاثیر سوء مصرف حاد کتامین بر نرون های نواحی عصبی مرکزی مانند تالاموس و هیپوتالاموس در نوزادان رت می باشد [۵]. افزایش مرگ نورونی در ناحیه CA1 حیوانات دچار ایسکمی پس از مصرف کتامین توسط چرچ و همکاران گزارش گردیده است [۱۶] نتایج مطالعه ما نیز نشان داد تاثیر مزمن کتامین می تواند روند مرگ نورونی را به خصوص در ناحیه جیروس دنداندار و CA3 را تشدید نماید. مرگ نورونی ناشی از اثر مصرف مزمن کتامین در سلول های گرانولر نسبت به سلول های پیرامیدال از شدت بیشتری برخوردار است که به نوعی آسیب پذیری این سلول ها را در مقایسه با سلول های پیرامیدال می رساند در حال حاضر علت مشخصی را نمی توانیم برای توجیه این پدیده پیشنهاد نماییم اما با توجه به اینکه سلول های گرانولر جمعیت در حال تکثیر منحصر به فرد سیستم عصبی مرکزی می باشند شاید این توانایی به نوعی درجه آسیب پذیری آنها را افزایش می دهد. با عنایت به نتایج بدست آمده در این مطالعه پیشنهاد می گردد تاثیر مصرف مزمن کتامین بر اعمال شناختی بر روی مدل های حیوانی مورد بررسی قرار گیرد.

### نتیجه گیری

بر اساس نتایج این مطالعه سوء مصرف مزمن کتامین باعث دژنراسیون عصبی شدید در هیپوکامپ می گردد.



تصاویر ۱-۴: نورون های دژنره در نواحی جیروس دنداندار و CA3 هیپوکامپ. تصویر ۱ ناحیه CA3 در گروه کتامینی (CA3K) نورون های تیره فشرده و هیپرکروماتیک (فلش). تصویر ۲ ناحیه جیروس دنداندار از گروه کتامینی (DGK) فلش ها نورون های دژنره گرانولر را نشان می دهد این نورون ها ضمن رنگ پذیری شدید نسبت به نورون های سالم دچار چروکیدگی شدیدی شده اند. تصویر ۳ ناحیه CA3 در گروه کنترل (CON) نورون دژنره هیپرکروماتیک. تصویر ۴ ناحیه DG در گروه کنترل (CON) نورون دژنره هیپرکروماتیک فلش در لایه گرانولر جیروس دنداندار را نشان می دهد. (مقیاس ۲۵  $\mu\text{m}$ )

#### قدردانی و تشکر

تحقیق حاضر با حمایت های مادی و معنوی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی و با شماره طرح مصوب ۲۸۷/پ/۹۰ به انجام رسید. بدینوسیله از زحمات و پشتیبانی آن معاونت محترم، جناب آقای دکتر گلشن، تشکر و قدردانی می گردد.

## References

1. Joe-Laidler K, Hunt G, Sit Down to float: The cultural meaning of ketamine use in Hong Kong, *Addict Res Theory* 2008;16:259–271.
2. Fang YX, Wang YB, Shi J, Liu ZM, Lu L Recent trends in drug abuse in China, *Acta Pharmacol Sin*, 2006; 27:140–144.
3. Bi-Dargham A, Mawlawi O, Lombardo I, Gil R, Martinez D, Huang Y, Prefrontal dopamine D1 receptors and working memory in schizophrenia *J Neurosci* 2002;22: 3708–19.
4. De Oliveira L, Spiazzi C M, Different sub-anesthetic doses of ketamine increase oxidative stress in the brain of rats, *Progress in Neuro-Psychopharmacol & Biological Psychiatry*.2009; 33: 1003–1008
5. Ibla JC , Hayashi H, Bajic D, Prolonged Exposure to Ketamine Increases Brain Derived Neurotrophic Factor Levels in Developing Rat Brains, *Current Drug Safety*.2009;4:11-16
6. Proescholdt M, Heimann A, Kempfski O, Neuroprotection of S(1) ketamine isomer in global forebrain ischemia .*Brain Research* 2001;904 :245–25
7. Liao Y, Tang J, Philip R,”et al”, Reduced Dorsal Prefrontal Gray Matter after Chronic Ketamine Use.*BIOL PSYCHIATRY* 2011;69:42–48
8. Liao Y, Tang J, Ma M,”et al” , Frontal white matter abnormalities following chronic ketamine use: a diffusion tensor imaging study, *Brain*. 2010;133; 2115–2122
9. Ahmadpour sh, yousefi S, sheibani M,” et al”, Neuronal death in dentate gyrus and CA3 in diabetic rats: effects of insulin and ascorbic acid .*Journl of Hormozan medical sciences* 2010;13(4):234-45[Persian]
10. Mosfegh M, Saremi E, Hagir H, Fogi KH, Ahmadpour Sh, stereological analysis of sexual dimorphism of amygdale nucleus in rat, *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences* 2012;4(2):237 - 242[Persian]
11. Ahmadpour Sh, Younesi MA, Quantification of TUNEL assay in hippocampus of diabetic rats by Mat lab: comparison with stereological method, *J Clinic Experiment Pathol* 2012, 2:2[Persian]
12. Ahmadpour sh, Haghir H, Diabetes mellitus type1 induces dark neuron formation in the dentate gyrus: A study by gallyas' method and Transmission Electron Microscopy *Rom J Morphol Embryol* 2011;52(2):575–579[Persian]
13. Kellermayer R, Zsombok A, Auer T, Gallyas F, Electrically induced gel-to-gel phase-transition in neurons, *Cell Biol Int* 2006 Feb;30(2):175-82.
14. Kovacs B, Bokovics P, Gallyas F, Morphological effects of transcardially perfused sodium dodecylsulfate on the rat brain, *Biol Cell* 2007 Aug;99(8):425-32
15. Choi JH, Hwang IK, Yi SS, Yoo KS, Lee CH, Shin HC, Yoon YS, Won MH, Effects of streptozotocin-induced type 1 diabetes on cell proliferation and neuronal differentiation in the dentate gyrus; correlation with memory impairment, *Korean J Anat* 2009;42(1):41–48.
16. Church J , Zeman S , Ketamine promotes hippocampal CA1 pyramidal neuron loss after a short-duration ischemic insult in rats. *Neuroscience Letters* 1999;1123( 1);11: 65-68

Original Article

## Effects of chronic exposure to ketamine on Dentate Gyrus and CA3 regions of hippocampus

Foghi Kh<sup>1</sup>, Ahmadpour Sh<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>Faculty member of medicine school, Department of anatomical Sciences&pathobiology, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran

<sup>2</sup>Faculty member of medicine school, Assistant professor of anatomical sciences, Department of anatomical Sciences&pathobiology, North Khorasan University of Medical Sciences, Bojnurd, Iran

**\*Corresponding**      **Author:**  
medicine                      faculty,  
Bojnurd, North  
Khorasan University of Medical  
Sciences,.  
Email:  
shahahmadpour@gmail.com

---

### Abstract

**Background & Objectives:** Ketamine is one of the anesthetic drugs which is used in dissociative anesthesia. Psychotogenic effect of ketamine with its resulted euphoria has made it as a psychotogenic abused drug. The aim of this study was to assess the effects of chronic exposure to ketamine on dentate gyrus and CA3 region of hippocampus.

**Material and Methods:** this study was carried out on 20 male wistar rats (4 weeks old 150-200gr) that were randomly divided into two groups namely experimental and control. Experimental group received ketamine intraperitoneally at dose of 10mg/kg for one week. At the end of week specimens were stained by cresyl violet and degenerated neurons were counted by modified stereological method.

**Results:** the count of dark neurons in granular layer of dentate gyrus of experimental group showed significant level of difference compared with control ( $p < 0.001$ ). The comparison between the dark neurons in pyramidal layer of CA3 region of experimental group showed significant difference with those of control group ( $P < 0.001$ )

**Conclusion:** the results of our study showed that chronic exposure to ketamine can accelerate neuronal death in granular cells of the dentate gyrus and pyramidal neurons of CA3 regions.

**Key words:** ketamine, Dentate gyrus, CA3, Hippocampus

---

**Submitted:** 27 Sep 2012

**Revised:** 25 Oct 2012

**Accepted:** 27 Nov 2012