



## Does PGE<sub>2</sub> mediate indomethacin and theophylline effects on joint diameter and vascular response to saphenous nerve stimulation in chronically inflamed rat knee joint?

Iran Pouraboli<sup>1\*</sup>, Sohrab Hajizadeh<sup>2</sup>, Hamid Najafipour<sup>3</sup>, Ali Khoshbaten<sup>4</sup>, MohammadJavad Rasaei<sup>5</sup>

1. Dept. Biology, School of Sciences, Shaheed Bahonar Univ. Kerman, Iran

2. Dept. Physiology, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares Univ. Tehran, Iran

3. Dept. Physiology, School of Medicine, Kerman Univ. Med. Sci., Kerman, Iran

4. Dept. Physiology, School of Medicine, Baghiyatallah (a.s) Univ. Tehran, Iran

5. Dept. Biotechnology, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares Univ. Tehran, Iran

Received: 15 Aug 2007

Revised: 19 Jan 2008

Accepted: 17 Feb 2008

### Abstract

**Introduction:** In this study the role of PGE<sub>2</sub> as an important inflammatory mediator in indomethacin and theophylline effects on joint diameter and vascular response to saphenous nerve stimulation in chronically inflamed rat knee joint was investigated.

**Methods:** Inflammation was induced by intraarticular injection of 0.2 ml Freund's Complete Adjuvant (FCA). 3, 7, 14 and 21 days post injection, knee joint diameter, blood flow changes induced by saphenous nerve stimulation and PGE<sub>2</sub> content of the joint were assessed using micrometer, laser Doppler flowmeter and an enzyme immunoassay kit, respectively. These variables were also determined in another three groups, control, inflamed receiving indomethacin or inflamed receiving theophylline. also

**Results:** After induction of inflammation in the knee joint, constrictory response of the joint vessels to saphenous nerve stimulation was reduced but joint diameter was enhanced significantly. Theophylline administration decreased both vascular response of the knee joint to nerve stimulation and joint diameter. Daily administration of indomethacin had no effect on joint edema but increased the constrictory response of the joint vessels to nerve stimulation. Furthermore PGE<sub>2</sub> content increased in inflamed knee joint in comparison with control (un-inflamed) during two weeks but in rats receiving indomethacin it was reduced significantly on days 3, 14. Also in inflammation induced rats treated by theophylline, PGE<sub>2</sub> content was significantly decreased only on day 14.

**Conclusion:** In chronic inflammation, PGE<sub>2</sub> as an inflammatory mediator play an important role in edema and modulation of constrictory response of the joint vessels to nerve stimulation. Furthermore antiedema effect of theophylline also may be mediated by PGE<sub>2</sub> through reduction of vascular permeability.

**Keywords:** Indomethacin, Theophylline, PGE<sub>2</sub>, Chronic inflammation

\* Corresponding Author Email: pouraboli\_i@mail.uk.ac.ir  
Available online @: www.phypha.ir/ppj

## آیا PGE<sub>2</sub> اثرات ایندومتاسین و توفیلین بر قطر و پاسخ‌دهی عروق مفصل زانوی موش صحرایی به تحریک الکتریکی عصب صافن را در التهاب مزمن واسطه‌گری می‌نماید؟

ایران پورابولی<sup>۱\*</sup>، سهراب حاجی زاده<sup>۲</sup>، حمید نجفی پور<sup>۳</sup>، علی خوش باطن<sup>۴</sup>، محمدجواد رسایی<sup>۵</sup>

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان  
 ۲. گروه فیزیولوژی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران  
 ۳. گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان  
 ۴. گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران  
 ۵. گروه بیوتکنولوژی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

دریافت: مرداد ۸۶ بازبینی: دی ۸۶ پذیرش: بهمن ۸۶

### چکیده

**مقدمه:** در این مطالعه نقش PGE<sub>2</sub> به عنوان یک واسطه التهابی مهم در بروز اثرات ایندومتاسین و توفیلین بر ادم و پاسخ‌دهی عروق مفصلی به تحریک عصب صافن در التهاب مزمن، بررسی شد.

**روش‌ها:** با تزریق ۰/۲ ml FCA (Freund's Complete Adjuvant) به داخل مفصل زانوی موش صحرایی التهاب القا گردید ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از آن، میزان تغییرات قطر مفصل، جریان خون عروق مفصل زانو پس از تحریک الکتریکی عصب صافن و محتوای PGE<sub>2</sub> مفصل بتدریب با کولیس، دستگاه جریان سنخ لیزری و کیت آنزیم‌ایمنونواسی (EIA) اندازه‌گیری شد. در سه گروه دیگر یعنی حیوانات سالم، ملتهب دریافت‌کننده ایندومتاسین (۳mg/kg, i.p) روزانه و یا توفیلین (۵۰mg/kg, i.p) هر ۱۲ ساعت) نیز، مقادیر متغیرهای فوق تعیین شد.

**یافته‌ها:** التهاب مزمن، علاوه بر افزایش قطر مفصل، پاسخ انقباضی عروق مفصل به تحریک عصب صافن را هم کاهش داد. ضمناً کاربرد توفیلین نیز طی التهاب پاسخ تنگی عروقی به تحریک عصب و همچنین قطر مفصل را کاهش داد، درحالی‌که ایندومتاسین بدون تاثیر معنی‌دار بر میزان ادم، سبب افزایش پاسخ تنگی عروقی گردید. مقایسه مقادیر PGE<sub>2</sub> اندازه‌گیری شده در مفصل زانوی موش‌های صحرایی نشان داد که التهاب سبب افزایش معنی‌دار مقدار PGE<sub>2</sub> در مفصل زانو در روزهای ۳، ۷ و ۱۴ و تزریق روزانه ایندومتاسین در گروه ملتهب سبب کاهش معنی‌دار مقدار PGE<sub>2</sub> در مفصل ملتهب در روزهای ۳ و ۱۴ گردید درحالی‌که توفیلین سبب کاهش مقدار PGE<sub>2</sub> در مفصل ملتهب تنها در روز ۱۴ گردید.

**نتیجه‌گیری:** PGE<sub>2</sub> در ادم التهابی و پاسخ تنگی عروقی کاهش یافته به تحریک عصب صافن در طی التهاب مزمن نقش دارد. ضمناً توفیلین ممکن است با کاهش مقدار PGE<sub>2</sub> در مفصل و کاهش نفوذپذیری عروق آن، سبب کاهش ادم التهابی شده باشد.

**واژه‌های کلیدی:** ایندومتاسین، توفیلین، PGE<sub>2</sub>، التهاب مزمن

### مقدمه

بیماری‌های التهابی مفصل است که با التهاب بافت سینویال، تکثیر ماکروفاژها و سلول‌های شبه فیبروبلاستی و تخریب غضروف و استخوان در ناحیه مفصل همراه است [۳]. از آنجا که بافت غضروف فاقد عروق خونی است و تغذیه آن متکی به روند انتشار می‌باشد، بنابراین ناکافی بودن جریان خون مفصل

رماتیسم مفصلی یا آرتریت روماتوئید (RA) یکی از

\* نویسنده مسئول مکاتبات:  
pouraboli\_j@mail.uk.ac.ir  
www.phypha.ir/ppj

وبگاه مجله:

سازد [۱]. بنابراین اطلاعات چندانی در زمینه اثرات پروستاگلاندین‌ها در تنظیم جریان خون مفصل و تغییر آن در شرایط التهاب مزمن پس از تحریک الکتریکی عصب صافن در دسترس نیست. از طرف دیگر رهایش ATP همراه با نور اپی نفرین از پایانه سمپاتیکی و وجود گیرنده‌های آدنوزینی  $A_1$  و  $A_2$  در عروق سینیوم قبلا محرز گردیده است [۳۰]. ولی در شرایط التهاب مزمن گزارشات محدود و متناقضی در زمینه نقش گیرنده‌های آدنوزینی  $A_1/A_2$  در ادم و پاسخدهی عروق مفصلی به تحریک عصب سمپاتیکی وجود دارد [۱۱، ۲۵]. از آنجا که گزارش شده است، پروستاگلاندین  $E_2$  ( $PGE_2$ )، بطور عمده در واکنش‌های پیش التهابی و بروز علائم بیماری RA نقش داشته و به مقدار زیاد در مایع سینویال بیماران مبتلا به RA یافت می‌شود [۲۹، ۱۹] و ضمنا نشان داده شده است که از پایانه‌های پس عقده‌ای سمپاتیکی، ATP همراه با نور اپی نفرین رها گردیده و این پایانه‌ها قادر به سنتز پروستاگلاندین  $E_2$  هستند [۱۴، ۱۰] که سنتز آن توسط ATP تحریک می‌گردد [۳۱] و پروستاگلاندین‌ها سبب مهار رهایش نوراپی نفرین می‌شوند [۱۵، ۱۳] لذا  $PGE_2$  ممکن است مستقیما یا از طریق مهار رهایش نوراپی نفرین و یا مهار گیرنده‌های  $A_1$  پس سیناپسی بر روی عضله صاف در تعدیل tone عروقی در التهاب مزمن درگیر باشد [۳۵، ۲۵، ۱۲].

بنابراین هدف این مطالعه بررسی اثرات ایندومتاسین و تتوفیلین بر ادم و پاسخدهی عروق مفصلی به تحریک عصب صافن در التهاب مزمن و نقش  $PGE_2$  به عنوان یک واسطه التهابی مهم در بروز این اثرات می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

FCA (Freund's Complete Adjuvant) از سیگما انگلیس، ایندومتاسین و تتوفیلین بترتیب از شرکت‌های بهداشت کار و داروپخش ایران، Prostaglandin  $E_2$  EIA kit از شرکت آمریکایی Cayman Chemical و بقیه مواد از Merck آلمان ویا داخل کشور تهیه شدند. ضمنا ایندومتاسین به کمک کربنات سدیم ۳۰mM و تتوفیلین در سالیان نرمال تهیه شد.

برای ایجاد التهاب مزمن حیوانات با اتر بیهوش می‌شدند و سپس با تزریق FCA ۰/۲ml بوسیله یک سرنگ انسولین به

می‌تواند یکی از علل اصلی و اولیه تخریب این بافت باشد. لذا مطالعه فاکتورهای تنظیم کننده جریان خون مفصل، از دیر باز مورد توجه محققین می‌باشد. سیستم عصبی سمپاتیکی که عروق سینیوم را عصب دهی می‌نماید از مهمترین تنظیم کننده‌های جریان خون این ناحیه محسوب می‌شود. نشان داده شده است که در شرایط التهاب مزمن کاهش پاسخدهی گیرنده‌های آلفا آدرنژیک به نورآدرنالین و فنیل افرین و همچنین کاهش پاسخ انقباضی به تحریک سمپاتیکی وجود دارد که در نتیجه آن جریان خون مفصل افزایش یافته و این امر به بهبود آسیب مفصلی ایجاد شده کمک می‌نماید [۲۷، ۲۴، ۲۳، ۲۲]. البته ساز و کارهای مسئول این تضعیف پاسخدهی سمپاتیکی در روند التهاب مزمن به مقدار اندک شناخته شده است.

در مدل‌های تجربی التهاب مزمن که با تزریق FCA به داخل مفصل زانوی موش صحرایی، التهاب القا شد، نقش NO<sup>۱</sup> و نوروپپتیدهای SP<sup>۲</sup> و CGRP<sup>۳</sup> که از پایانه‌های اعصاب حسی ناحیه مفصلی رها می‌شوند، در تعدیل پاسخهای سمپاتیکی عروق مفصلی به اثبات رسید [۲۱، ۶].

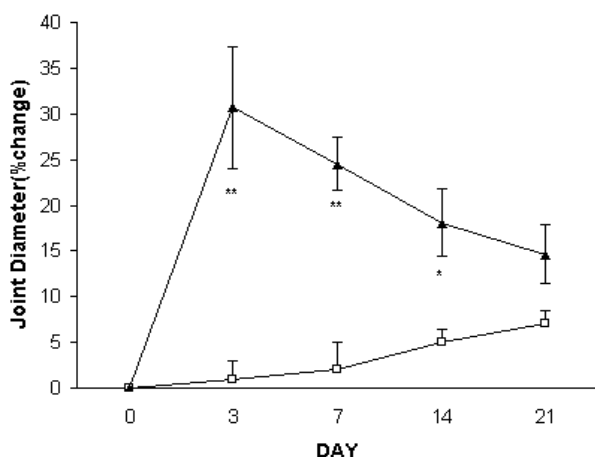
پروستاگلاندین‌ها که توسط آنزیم سیکلواکسیژناز (COX) در مسیر متابولیسم اسید آراشیدونیک در پاسخ به محرک‌های مختلف تولید می‌شوند و در بسیاری از وقایع فیزیولوژیک و پاتولوژیک از جمله التهاب درگیر هستند [۲۴، ۲۳]. مهارگران آنزیم COX (داروهای ضد التهابی غیر استروئیدی) مانند ایندومتاسین که تولید پروستاگلاندین‌ها را متوقف می‌کنند، در درمان علامتی بیماری رماتیسم مفصلی و کاهش ادم التهابی ناشی از آن به طور وسیعی بکار می‌روند [۱۸].

گزارش شده است که پروستاگلاندین‌ها در تضعیف اثرات سیستم آدرنژیک روی عروق خونی در شرایط in vitro دخالت دارند [۳۳، ۸]، در حالیکه نقش آنها در تضعیف پاسخدهی سمپاتیکی عروق در شرایط التهاب حاد به اثبات نرسیده است [۲۸]. اما در پژوهشی دیگر بیان شده است که در موش‌های صحرایی دریافت کننده FCA کاربرد ایندومتاسین نتوانسته است پاسخدهی عروق مفصلی به کاربرد موضعی فنیل افرین را متاثر

<sup>1</sup> - Nitric Oxide

<sup>2</sup> - Substance P

<sup>3</sup> - Calcitonin Gene Related Peptide



شکل ۱- تغییرات قطر مفصل زانوی موش صحرایی (میانگین درصد تغییرات  $\pm$  خطای معیار  $n=8$ ) در گروه کنترل (□-) و گروه دریافت کننده FCA (▲-) در روزهای ۰، ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱. \* $P<0.05$  \*\* $P<0.01$

می کردند و گروه ملتهب دریافت کننده تتوفیلین که هر ۱۲ ساعت آن را به میزان (۵۰ mg/kg, i.p) دریافت می نمودند قرار گرفته و تغییرات قطر مفصل زانو و تغییرات جریان خون عروق مفصل در پاسخ به تحریک عصب در آنها اندازه گیری می شد ( $n=8$ ). در بخش دوم برای اندازه گیری مقدار PGE<sub>2</sub> در مفصل، بدلیل محدودیت تعداد نمونه قابل اندازه گیری به وسیله کیت، با توجه به نتایج بدست آمده در بخش اول، تعداد ۳۹ سر موش صحرایی نر دیگر، در گروههای کنترل، ملتهب، ملتهب دریافت کننده ایندومتاسین و ملتهب دریافت کننده تتوفیلین قرار گرفته و ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز پس از القای التهاب برای اندازه گیری مقدار PGE<sub>2</sub> مورد استفاده قرار گرفتند. لازم به ذکر است که در این بخش در هر گروه ۳ موش قرار گرفت و از هر موش دو نمونه از عصاره بافتی برای اندازه گیری مقدار PGE<sub>2</sub> بکار رفت.

آزمون ANOVA دوطرفه و پس آزمون Tukey برای مقایسه پارامترها در گروههای مختلف در روزهای متفاوت بکار رفت. سطح معنی داری اختلاف بین گروهها  $P<0.05$  در نظر گرفته شد، و دادهها در نمودارها به صورت Mean $\pm$ SEM نشان داده شده است.

## یافتهها

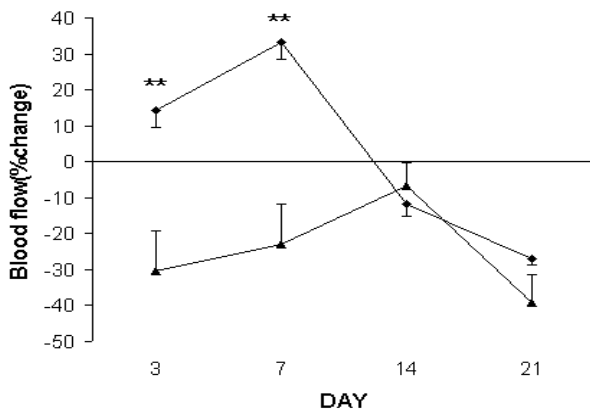
مقایسه درصد تغییرات قطر مفصل زانو در گروه کنترل و ملتهب در روزهای مختلف پس از تزریق FCA نشان می دهد

داخل مفصل زانوی پای راست، التهاب القا می شد [۲۲، ۲۱، ۵]. قطر مفصل زانو با کولیس در گروههای مختلف قبل از تزریق FCA ۱۴، ۷، ۳ و ۲۱ روز بعد از تزریق اندازه گیری و درصد تغییرات آن محاسبه گردید.

برای اندازه گیری تغییرات جریان خون در پاسخ به تحریک عصب صافن، عصب را که در قسمت داخلی-جانبی ران قرار دارد از بافتهای اطراف جدا و از قسمت پروکسیمال بر روی یک الکتروود دو قطبی از جنس فولاد زنگ نزن قرار داده و موج تحریک مربعی با مشخصات: دامنه ۱۰ ولت، پهنای ۱ میلی ثانیه و بسامد ۳۰ هرتز بوسیله یک دستگاه stimulator تولید و به مدت ۳۰ ثانیه بر عصب اعمال می شد و تغییرات جریان خون در پاسخ به تحریک، در عروق ناحیه مفصلی با دستگاه جریان سنج لیزری داپلری (مدل (DRT4) ساخت شرکت Moor انگلستان اندازه گیری شد.

برای اندازه گیری مقدار PGE<sub>2</sub> در مفصل از روش (EIA) Enzyme Immunoassay و کیت مربوطه استفاده شد [۱۷، ۱۶]. ولی قبل از اندازه گیری نمونهها بوسیله این کیت، بایستی مراحل استخراج و تخلیص PGE<sub>2</sub> از نمونه بافت مورد نظر صورت گیرد، بدین منظور ابتدا حیوان مورد نظر با تیوپنتال (۵۰ mg/kg, i.p) بیهوش شده و مفصل پای مورد نظر خارج و پس از جدا کردن عضلات و بافتهای اضافی و توزین، با نیتروژن مایع منجمد و سپس در هاون کوبیده شد و بافر مخصوص بافت به آن اضافه و عصاره بافتی حاصل که بر روی یخ نگهداری می شد با هوموژنایزر یکنواخت شده و سپس سانتریفیوژ گشته و پس از حذف رسوبات، محلول رویی برای تخلیص و اندازه گیری PGE<sub>2</sub> طبق دستورالعمل کیت استفاده شد. مقدار PGE<sub>2</sub> در کل حجم نمونه محاسبه شد و با توجه به وزن بافت مفصل، مقدار PGE<sub>2</sub> نمونهها در هر میلی گرم بافت مفصل محاسبه گردید.

حیوانات مورد مطالعه تعداد ۱۴۳ سر موشهای صحرایی نر از نژاد Wistar با وزن ۲۵۰-۳۰۰ گرم بودند که در شرایط مناسب (دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتیگراد، دوره روشنایی و تاریکی ۱۲ ساعته و دسترسی کافی به آب و غذا) در حیوانخانه نگهداری می شدند، و در دو بخش بکار رفتند. در بخش اول ۱۰۴ سر از آنها در گروههای کنترل، ملتهب، ملتهب دریافت کننده ایندومتاسین که هر روز ایندومتاسین را به میزان (۳ mg/kg, i.p) دریافت

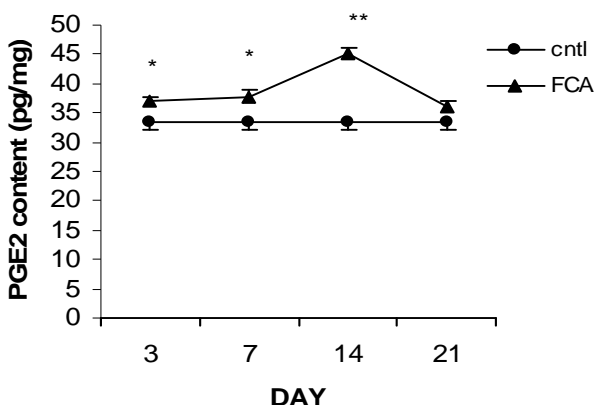


**شکل ۴-** میزان تغییرات جریان خون کیسول قدامی مفصل زانوی موش صحرایی در پاسخ به تحریک عصب صافن (میانگین درصد تغییرات  $\pm$  خطای معیار،  $n=8$ ) در گروه ملتهب (▲) و گروه ملتهب دریافت کننده تئوفیلین (◆) به میزان ۵۰ mg/kg، i.p. در روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ پس از تزریق FCA.  $P < 0.01$  \*\*

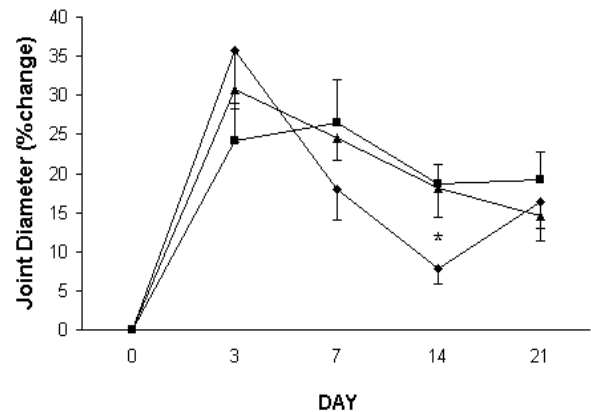
معنی دار پاسخ انقباضی عروق در روزهای ۳ و ۱۴ پس از القای التهاب می گردد (شکل ۳). ضمناً تئوفیلین در شرایط التهاب سبب تشدید پاسخ گشادی عروقی در روزهای ۳ و ۷ پس از القای التهاب می گردد (شکل ۴).

مقایسه مقادیر  $PGE_2$  در مفصل زانوی ملتهب و سالم در روزهای مختلف پس از القای التهاب نشان میدهد که مقدار  $PGE_2$  در گروه ملتهب در همه روزها به جز روز ۲۱ افزایش معنی داری نسبت به گروه کنترل دارد و بیشترین مقدار آن در روز ۱۴ دیده می شود (شکل ۵).

در گروه ملتهب و ملتهب دریافت کننده ایندومتاسین (۳ mg/kg، i.p)، مقادیر  $PGE_2$  اندازه گیری شده ۱۴، ۳ و ۲۱



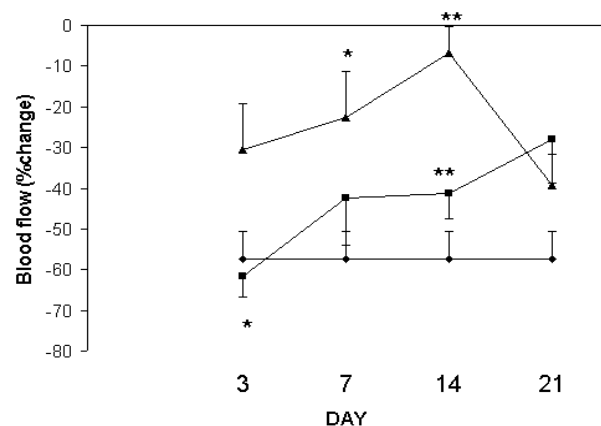
**شکل ۵-** مقایسه مقدار  $PGE_2$  در مفصل زانوی موش صحرایی (میانگین  $\pm$  خطای معیار،  $n=6$ ) در گروههای کنترل (●) و ملتهب (FCA) در روزهای مختلف پس از القای التهاب.  $P < 0.01$  \*\*,  $P < 0.05$  \*



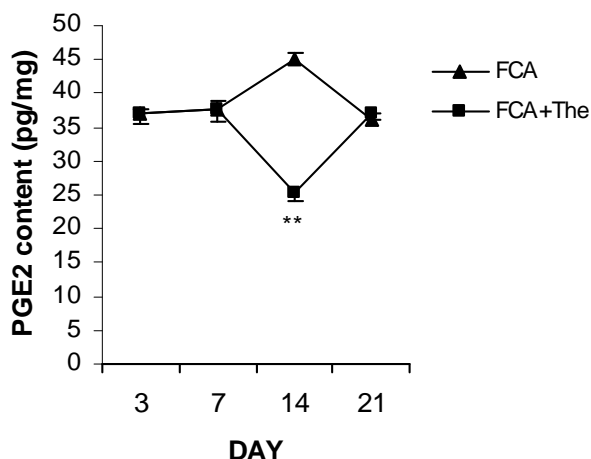
**شکل ۲-** تغییرات قطر مفصل زانوی موش صحرایی (میانگین درصد تغییرات  $\pm$  خطای معیار  $n=8$ ) در گروه دریافت کننده FCA (▲-)، گروه ملتهب درمان شده با ایندومتاسین (۳ mg/kg، i.p) روزانه (■-) و گروه ملتهب دریافت کننده تئوفیلین (۵۰ mg/kg، i.p) هر ۱۲ ساعت (◆-).  $P < 0.05$  \*

که در روزهای ۳، ۷ و ۱۴ قطر مفصل افزایش معنی داری نسبت به گروه کنترل دارد (شکل ۱). مقایسه درصد تغییرات قطر مفصل زانو در گروه ملتهب و گروه ملتهب دریافت کننده ایندومتاسین روزانه به میزان (۳ mg/kg، i.p) نشان میدهد که اختلاف معنی داری بین دو گروه وجود ندارد در حالیکه تئوفیلین (۵۰ mg/kg، i.p) هر ۱۲ ساعت سبب کاهش قطر مفصل زانو در روز ۱۴ پس از القای التهاب گردیده است (شکل ۲).

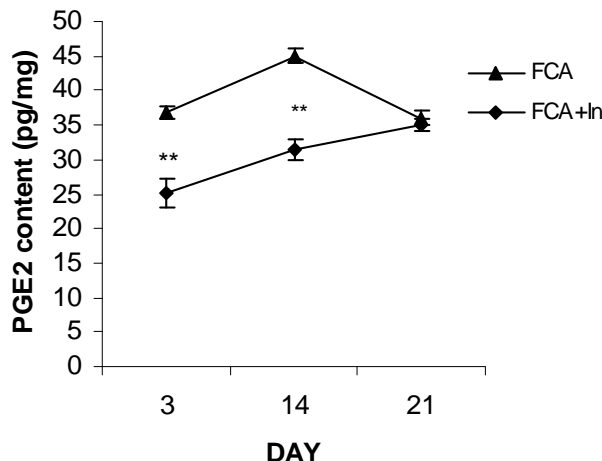
بررسی تغییرات جریان خون در پاسخ به تحریک عصب نشان می دهد که التهاب سبب کاهش معنی دار پاسخ انقباضی عروق مفصل به تحریک عصب در روزهای ۷ و بویژه ۱۴ پس از القای التهاب گردیده است در حالیکه ایندومتاسین سبب افزایش



**شکل ۳-** میزان تغییرات جریان خون کیسول قدامی مفصل زانوی موش صحرایی در پاسخ به تحریک عصب صافن (میانگین درصد تغییرات  $\pm$  خطای معیار  $n=8$ ) گروه کنترل (◆-)، گروه ملتهب (▲-) و گروه ملتهب دریافت کننده ایندومتاسین به میزان ۳ mg/kg، i.p روزانه (■) در روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ پس از القای التهاب.  $P < 0.01$  \*\*,  $P < 0.05$  \*



شکل ۷- مقایسه مقدار PGE<sub>2</sub> در مفصل زانوی موش صحرایی (میانگین ± خطای معیار، n=۶) در گروههای ملتهب (FCA) و ملتهب دریافت کننده تتوفیلین (FCA + The) در روزهای مختلف پس از القای التهاب. \*\* P < ۰/۰۱



شکل ۶- مقایسه مقدار PGE<sub>2</sub> در مفصل زانوی موش صحرایی (میانگین ± خطای معیار، n=۶) در گروههای ملتهب (FCA) و ملتهب دریافت کننده ایندومتاسین (FCA + In) در روزهای مختلف پس از القای التهاب.

PGE<sub>2</sub> در مفصل زانو همراه است و بنابراین PGE<sub>2</sub> ممکن است در ایجاد ادم التهابی نقش داشته باشد. گزارش شده است که افزایش مقدار PGE<sub>2</sub> در التهاب حاد و مزمن سبب خروج پلازما از عروق و ایجاد ادم می‌گردد [۳۷،۴]. نتایج مربوط به اندازه‌گیری مقدار PGE<sub>2</sub> در مایع مفصلی زانوی خرگوش مبتلا به آرتریت تجربی نشان داد که مقدار PGE<sub>2</sub> و TXA<sub>2</sub> بین روزهای ۱۵-۵ افزایش یافته است [۱۶]. در گزارشی دیگر بیان شده است که طی ۲۴ ساعت پس از القای التهاب حداکثر مقدار PGE<sub>2</sub>، پروستاگلندین و TXA<sub>2</sub> در مفاصل آرتریتی وجود دارد [۹، ۳۴، ۳۶]. در بررسی نقش PGs در ادم التهابی نشان داده شد که مصرف روزانه ایندومتاسین (۳۰ mg/kg, i.p) تأثیری بر قطر مفصل زانوی ملتهب ندارد اگر چه ظاهراً آن را کاهش داده (شکل ۲) ولی مقدار PGE<sub>2</sub> را در مفصل بخصوص در روزهای ۱۴ و ۳ کاهش میدهد (شکل ۶)، بنابراین ایندومتاسین سبب مهار تولید PGs از جمله PGE<sub>2</sub> در التهاب مزمن می‌گردد. گزارشهای زیادی وجود دارد که در آنها ایندومتاسین بعنوان کاهنده ادم التهابی معرفی شده است [۳۰، ۴، ۱] که با توجه به نقش ادم زای PGE<sub>2</sub> [۲۰] و کاهش آن توسط ایندومتاسین به نظر نمی‌رسد که اندازه‌گیری با کولیس کاملاً دقیق باشد. البته عده‌ای دیگر از پژوهشگران گزارش کرده‌اند که مصرف روزانه ایندومتاسین اثری بر ورم انگستان و کف پا ناشی از تزریق کلاژن در موشهای صحرایی ندارد [۵] که تاحدودی با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

روز پس از القای التهاب بیانگر کاهش معنی دار آن در روزهای ۳ و ۱۴ نسبت به گروه ملتهب میباشد (شکل ۶) در حالیکه در گروه ملتهب دریافت کننده تتوفیلین مقادیر PGE<sub>2</sub> اندازه‌گیری شده در مفصل زانو نشان داد که مصرف مزمن تتوفیلین مقدار PGE<sub>2</sub> در روز ۱۴ نسبت به گروه ملتهب در همین روز گردید (شکل ۷).

## بحث

در این مطالعه نقش پروستاگلندین‌ها و گیرنده‌های آدنوزینی A<sub>1</sub>/A<sub>2</sub> در پدیده‌های ادم و تغییرات جریان خون عروق مفصلی در پاسخ به تحریک عصب صافن، در التهاب مزمن، بررسی شد. بدین منظور از مهارگر تولید PGs (ایندومتاسین) و آنتاگونیست گیرنده‌های آدنوزینی A<sub>1</sub>/A<sub>2</sub> (تتوفیلین) استفاده شد ضمناً بدنبال یافتن نقش PGE<sub>2</sub> در واسطه‌گری اثرات فوق، مقدار PGE<sub>2</sub> بعنوان یکی از عمده‌ترین متابولیت‌های التهابی در طی یک دوره ۲۱ روزه پس از القای التهاب مزمن، در روزهای معین سنجش و اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری قطر مفصل زانو در طی التهاب، نشان داد که قطر مفصل (شاخص ادم التهابی) نسبت به کنترل افزایش می‌یابد (شکل ۱). نتایج مربوط به اندازه‌گیری مقدار PGE<sub>2</sub> در مفصل زانو (شکل ۵) نشان داد که التهاب با افزایش مقدار

(شکل ۷)، لذا به نظر نمی‌رسد که تئوفیلین و گیرنده‌های آدنوزینی  $A_1/A_2$  با تغییر غلظت PGs بویژه  $PGE_2$  در پاسخ تعدیل یافته عروق به تحریک عصب در التهاب مزمن نقش داشته باشند و این اثر آنها مستقل از غلظت PGs است.

## سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم میدانند که از گروه‌های فیزیولوژی و بیوتکنولوژی دانشگاه تربیت مدرس و گروه فیزیولوژی دانشگاه علوم پزشکی کرمان که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، تشکر نموده و همچنین مراتب قدردانی خود را از دکتر کریمیان، دکتر خوانین، دکتر علامه، مهندس سلطانی نژاد و سرکار خانم محسنی ابراز نمایند.

## منابع

- [۱] پژهان اکبر، نقش پروستاگلاندینها در تعدیل پاسخدهی عروق زانوی موش صحرایی به فینیل افرین در التهاب مزمن. فیزیولوژی و فارماکولوژی ۱ (۱۳۸۰) ۴۳ تا ۵۴
- [۲] پورابولی ایران، حاجی زاده سهراب، نجفی پور حمید، خوش باطن علی، اثر ایندومتاسین و تئوفیلین بر ادم و تغییرات جریان خون مفصل زانوی موش صحرایی پس از تحریک الکتریکی عصب صافن در شرایط التهاب مزمن. *مجله پزشکی کوثر* ۲ (۱۳۸۳) ۱۰۱ تا ۱۱۰.
- [3] Akaogi J, Nozaki T, Satoh M, Yamada H, Role of PGE2 and EP receptors in the pathogenesis of rheumatoid arthritis and as a novel therapeutic strategy. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets* 4 (2006) 383-94.
- [4] Anderson GD, Hauser SD, Mcgraity KL, Bremer ME, Isakson PC, Gregory SA, Selective inhibition of cyclooxygenase (Cox)-2 reverses inflammation expression of COX-2 and interleukin 6 in rat adjuvant arthritis. *J Clin Invest* 97 (1996) 2672-79.
- [5] Anderson SE, and Ekstrom GM, Changes in vascular porosity and joint blood flow during development of collagen induced arthritis in the rat. Modulation by indomethacin and L-NAME. *J Rheumatol* 24 (1997) 2188-95.
- [6] Badavi M, Khoshbaten A, Hajizadeh S, Decreased response of knee joint blood vessels to phenylephrine in

در بررسی نقش گیرنده‌های آدنوزینی در ادم التهابی، نشان داده شد که مصرف مزمن تئوفیلین سبب کاهش معنی دار ادم در روز ۱۴ می‌گردد (شکل ۲) و مقدار  $PGE_2$  اندازه‌گیری شده در مفصل در همین روز نیز کاهش معنی داری را نشان داد (شکل ۶)، لذا ممکن است نقش ضد تورمی تئوفیلین از طریق کاهش دادن مقدار  $PGE_2$  در مفصل باشد. گزارش شده است که در موشهای کوچک آزمایشگاهی فاقد گیرنده‌های  $A_{2a}$  نشت عروقی کاهش می‌یابد [۲۶]. لذا انتظار می‌رود که مهار این گیرنده‌ها توسط تئوفیلین نیز سبب کاهش ادم گردد که با نتایج اخیر مطابقت دارد. از سوی دیگر گزارش شده است که ATP سبب تحریک تولید PGs در پایانه سمپاتیک می‌گردد [۳۲، ۱۱] بنابراین تئوفیلین بعنوان مهارگر گیرنده‌های آدنوزینی ممکن است سبب کاهش تولید PGs و ادم گردد.

تحریک عصب صافن که حاوی شاخه‌های سمپاتیک است و عروق مفصل را عصب دهی می‌نماید و ثبت میزان جریان خون مفصل زانوی ملتهب، نشان داد که التهاب سبب تضعیف پاسخدهی عروق مفصل به تحریک سمپاتیک می‌گردد و PGs در این تعدیل پاسخدهی در روزهای ۳ و ۱۴ پس از القای التهاب نقش دارند (شکل ۳). مقادیر  $PGE_2$  اندازه‌گیری شده در مفصل موشهای ملتهب دریافت کننده ایندومتاسین نیز نشانگر کاهش قابل ملاحظه این متابولیت التهابی در این روزها می‌باشد (شکل ۶). بنابراین  $PGE_2$  ممکن است ایفاگر این نقش تعدیل کنندگی PGs باشد. محققین دیگر هم نشان داده‌اند که ایندومتاسین پاسخ تنگی عروقی به کاربرد موضعی فینیل افرین را در شرایط التهاب مزمن افزایش می‌دهد [۱] که موید نتایج اخیر ما می‌باشد.

مصرف مزمن تئوفیلین در موشهای ملتهب نشان داد که التهاب اثر تئوفیلین در ایجاد گشادی عروقی که قبلاً در موشهای سالم مشاهده شده است [۲] را در روزهای ۳ و ۷ پس از القای التهاب تشدید میکند (شکل ۴). گزارش شده است، که آگونیستهای گیرنده‌های  $A_{2a}$  سبب مهار تولید NO از سلولهای غضروف مفصلی گردیده و لذا تئوفیلین با مهار آنها و افزایش رهایش NO سبب افزایش جریان خون مفصل می‌گردد [۷] که با نتایج اخیر مطابقت دارد. ضمناً بیان شده است که ATP رها شده همراه با نوراپی نفرین از پایانه عصب سمپاتیک در تولید سنتز PGs در پایانه عصب دخالت دارد [۳۲] ولی مقدار  $PGE_2$  در مفصل در این روزها تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته است

- [18] Honda T, Nishida ES, Miyachi Y, Narumiya S, Prostacyclin-IP signaling and prostaglandin E2-EP2/EP4 signaling both mediate joint inflammation in mouse collagen-induced arthritis. *J Exp Med* 2 (2006) 325-335.
- [19] Inoue H, Takamori M, Shimoyama Y, Ishibashi H, Yamamoto S, Koshihara Y, Regulation by PGE2 of the production of interleukin-6, macrophage colony stimulating factor, and vascular endothelial growth factor in human synovial fibroblasts. *Br J Pharmacol* 136 (2002) 287-295.
- [20] Kammer GM, Birch RE, Polmer SH, Impaired immunoregulation in systemic lupus erythematosus: defective adenosine induced suppressor T lymphocyte generation. *J Immunol* 130 (1983) 1706-1712.
- [21] Karimian SM, Mcdougall JJ, Ferrell WR, Neuropeptidergic and autonomic control of the vasculature of the rat knee joint revealed by laser Doppler perfusion imaging. *Exp Physiol* 80 (1995) 341-8.
- [22] Lam FY, Ferrell WR, Acute inflammation in the rat knee joint attenuates sympathetic vasoconstriction but enhances neuropeptide-mediated vasodilation assessed by laser Doppler perfusion imaging. *Neuroscience* 52 (1993) 443-449.
- [23] Mcdougall JJ, Karimian SM, Ferrell WR, Alteration of substance- P mediated vasodilation and sympathetic vasoconstriction in the rat knee joint by adjuvant-induced inflammation. *Neurosci Lett* 174 (1994) 127-129.
- [24] Mcdougall JJ, Karimian SM, Ferrell WR, Prolonged alteration of vasoconstrictor and vasodilator responses in rat knee joints by adjuvant monoarthritis. *Exp Physiol* 80 (1995) 349-357.
- [25] Montesinos MC, Yap JS, Desai A, Posadas I, Cronstein BN, Reversal of the anti inflammatory effects of methotrexate by the nonselective adenosine receptor antagonists Theophylline and caffeine. *Arthritis Rheum* 3 (2000) 656-63.
- [26] Montesinos MC, Desai A, Chen JF, Yee H, Cronstein BN, Adenosine promotes wound healing and mediates angiogenesis in response to tissue injury via occupancy of A2a receptors. *Am J Pathol* 6 (2002) 2009-18.
- [27] Najafipour H, Ferrell WR, Nitric oxide modulates sympathetic vasoconstriction and basal blood flow in normal and acutely inflamed rabbit knee joints. *Exp Physiol* 78 (1993) 615-624.
- [28] Najafipour H, Ferrell WR, Role of prostaglandins in chronic inflammation: involvement of nitric oxide. *Exp Physiol* 85 (2000) 49-55.
- [7] Benton HP, Mcdonald MH, Tesch AM, Effects of adenosine on bacterial lipopolysaccharide and interleukine-1 induced nitric oxide release from equine articular chondrocytes. *Am J Vet Res* 2 (2002) 204-10.
- [8] Blumberg AL, Denny SE, Marshal GR, Needelman P, Blood vessel-hormon interactions: angiotensin, bradykinin, and prostaglandins. *Am J Physiol* 232 (1997) 305-310.
- [9] Brodie MJ, Hensby CN, Park A, Gordon D, Is prostacyclin the major pro-inflammatory prostanoid in joint fluid? *Life Sci* 27 (1980) 603-608.
- [10] Burch RM, Axelrod J, Dissociation bradykinin-induced prostaglandin formation from phosphatidylinositol turnover in Swiss 3T3 fibroblasts: evidence for G-protein regulation of phospholipase A<sub>2</sub>. *Proc Natl Acad Sci USA* 84 (1987) 6374-78.
- [11] Cronstein BN, Adenosine, an endogenous anti-inflammatory agent. *J Appl Physiol* 1 (1994) 5-13.
- [12] Green PG, Basbaum A, Helm SC, Purinergic regulation of bradykinin-induced plasma extravasation and adjuvant-induced arthritis in the rat. *Proc Natl Acad Sci USA* 88 (1991) 4162-4165.
- [13] Gryglewski RJ, Korbut R, Prostaglandin feedback mechanism limits vasoconstrictor action of norepinephrine in perfused rabbit ear. *Experientia* 31 (1) (1975) 89-91.
- [14] Gustad M, Wennmalm A, On the release of prostaglandin E2 from the rabbit heart following infusion of noradrenaline. *Acta Physiol Scand* 87 (1973) 573-74
- [15] Hedqvist P, Effects of prostaglandins on autonomic neurotransmission. In: Karim SMM, editor. *Prostaglandins: Physiological, Pharmacological and pathological aspects*. Baltimor: University Park, 1976, p. 37-61.
- [16] Henderson B, Higgs GA, Synthesis of arachidonate oxidation products by synovial joint tissues during the development of chronic erosive arthritis. *Arthritis Rheum* 10 (1987) 1149-56.
- [17] Hennerbichler A, Fermor B, Hennerbichler D, Weinberg JB, Guilac F, Regional differences in prostaglandin E2 and nitric oxide production in the knee meniscus in response to dynamic compression. *Biochem Bioph Res Co* 358 (2007) 1047-1053.



- oxygen tension synergistically inhibit response of isolated fetal rabbit ductus arteriosus to norepinephrine. *J Cardiovasc Pharm* 17 (1991) 861-866.
- [34] Sturge RA, Yates DB, Gordon D, Franco M, Paul W, Bray MA, Morley J, Prostaglandin production in arthritis. *Ann Rheum Dis* 37 (1978) 315-320.
- [35] Tabrizchi R, Bedi S, Pharmacology of adenosine receptors in the vasculature. *Pharmacol Therapeut* 91 (2001) 133-147.
- [36] Trang LE, Granstrom E, Lovgren O, Levels of prostaglandins F2 $\alpha$  and E2 and thromboxane B2 in joint fluid in rheumatoid arthritis. *Scand J Rheumatol* 6 (1977) 151-154.
- [37] Wang B, Effects of indomethacin on secretory function of synoviocytes from adjuvant arthritis in rats. *Int J Tissue React* 3 (1998) 91-4.
- regulation of blood flow and modulation of sympathetic vasoconstriction in normal and acutely inflamed rabbit knee joints. *Exp Physiol* 79 (1994) 93-101.
- [29] Pelletier JM, Pelletier JP, Fahmi H, New insights into prostaglandin biology. *J Rheumatol* 31 (2004) 14-16.
- [30] Pettipher ERM, Henderson B, Edward JC, Higgs GA, Effect of indomethacin on swelling, lymphocyte influence and cartilage proteoglycan depletion in experimental arthritis. *Ann Rheum Dis* 8 (1989) 623-27.
- [31] Post SR, Jaconson JP, Insel PA, P2 purinergic receptor agonists enhance cAMP production in Madin-Darby canine kidney epithelial cells via an autocrine/paracrine mechanism. *J Biol Chem* 271 (1996) 2029-2032.
- [32] Shaw JE, Prostaglandin release from adipose tissue in vitro evoked by nerve stimulation or catecholamines. *Federation Proc* 25 (1966) 770.
- [33] Smith GCS, McGrath JC, Prostaglandin E2 and fetal