



بررسی ارتباط سلولی- مولکولی میزان سرمی اینترلوکین ۱۰ با تغییرات هیپرآلژزی در موش‌های صحرایی نر بالغ آرتریتی شده به وسیله ادجوانت

زیب اختر^۱، جلال زرین‌قلم^{۲*}، اکرم عیدی^۱، سیدعلی حائری‌روحانی^۱،
هما مناهجی^۲، الهه تکیه^۲

^۱ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی

^۲ گروه فیزیولوژی، مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

دریافت مقاله: ۹۱/۱۰/۱۴- پذیرش مقاله: ۹۲/۴/۱۶

چکیده

زمینه: با توجه به نقش ضدالتهابی اینترلوکین ۱۰ که به‌عنوان یک سیگنال‌دهی کلیدی طی روند القا التهاب عمل می‌کند، همچنین تغییرات هیپرآلژزی و ادم در مراحل مختلف التهاب و افزایش بیان گیرنده‌های اوپیوئیدی "مو" طی التهاب آرتریتی، محققین در این مطالعه به بررسی ارتباط سلولی- مولکولی میزان سرمی سایتوکاین اینترلوکین ۱۰ با تغییرات هیپرآلژزی در مدل التهابی آرتریتی ناشی از ادجوانت در موش‌های صحرایی نر نژاد ویستار پرداخته‌اند.

مواد و روش‌ها: التهاب به‌وسیله تزریق CFA (complete freund's adjuvant) به کف پای موش‌ها، القا شد و علائم التهابی (هایپرآلژزی و ادم) در روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ ارزیابی شد. آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ به صورت روزانه به مدت ۲۱ روز به گروه‌های مختلف مورد مطالعه تزریق گردید. بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی به‌وسیله تکنیک وسترن‌بلات در روزهای صفر، ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ مطالعه شد. آنالیز نتایج مرتبط با متغیرها توسط نرم افزار آماری SPSS ویرایش ۱۹ با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه انجام شد. یافته‌ها: نتایج نشان داد که تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ در گروه آرتریتی موجب افزایش معنی‌دار ادم و هیپرآلژزی طی ۲۱ روز مطالعه شد. تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ تغییر معنی‌داری در بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نخاعی در رت‌های آرتریتی را نسبت به گروه کنترل ایجاد نکرد.

نتیجه‌گیری: مطالعات اخیر نشان داد که استفاده از آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ موجب القاء هیپرآلژزی و ادم طی مراحل مختلف التهاب القاء شده با CFA می‌گردد. همچنین این یافته‌ها پیشنهاد می‌کنند که افزایش بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نخاعی در فاز مزمن التهاب احتمالاً از طریق تأثیر مستقیم اینترلوکین ۱۰ میانجی‌گری نمی‌شود.

واژگان کلیدی: التهاب، هیپرآلژزی، ادم، CFA، اینترلوکین ۱۰، گیرنده‌های مو

* تهران، گروه فیزیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

مقدمه

آرتریت روماتوئید بیماری التهابی سیستمیک و مزمن با علت ناشناخته است. این بیماری التهابی مخرب، با هیپرتروفی مایع سینوویال و نفوذ سلول‌های التهابی در غضروف و فرسایش پیشرونده استخوان و غضروف با دکلسیفیکاسیون استخوان به صورت موضعی همراه می‌باشد و سیمای سیستمیک آن شامل یک پاسخ فاز حاد مشخص همراه با افزایش مقادیر برخی آنتی‌بادی‌هاست (۱).

این بیماری از طریق درگیر کردن سلول‌های T، روند خود را تداوم می‌بخشد. سطوح بالای سایتوکاین‌های IL-1، TNF α (Tumor Necrosis Factor α) و فاکتورهای مهاجرت ماکروفاژها طی التهاب در بیماران آرتریت روماتوئید یافت شده‌اند. آرتریت روماتوئید روند متغیری دارد که اغلب با دوره‌هایی از عود و گاهی با کاهش علائم همراه است (۲ و ۳).

القاء التهاب توسط تزریق کف پای CFA (complete freund's adjuvant) یکی از روش‌های رایج ۳۰ ساله جهت بررسی تغییرات سلولی، ملکولی و رفتاری طی بیماری‌های التهابی حاد و مزمن مانند آرتریت روماتوئید در انسان می‌باشد و به طور گسترده به عنوان مدل تجربی استفاده می‌شود. این مدل فازهای مختلف آرتریتی را در انسان نشان می‌دهد که در ارزیابی روش‌های درمانی مختلف نیز حائز اهمیت می‌باشد (۴).

تغییرات فیزیولوژیک و فارماکولوژیک ناشی از التهاب معمولاً یک ساعت بعد از تزریق CFA در پای تزریق شده، شروع گردیده و حداقل یک ماه ادامه دارد (۵ و ۶).

مطالعات نشان می‌دهد که مدل التهابی القا شده با

CFA از نظر پاسخ‌های رفتاری یک مدل دو فازی است که در فاز اول با افزایش هیپرالژزی همراه است که به سبب حضور سایتوکاین‌های التهابی نظیر IL-1، TNF- α ، IL-6 می‌باشد، در حالی که در فاز دوم، علی‌رغم بالا بودن این سایتوکاین‌ها هیپرالژزی به طور چشمگیری در هفته سوم کاهش یافته است (۷).

شواهدی وجود دارد که پیش تیمار با آگونیست گیرنده اوپیوئیدی مو (μ)، هیپرالژزی القا شده با آسیب حرارتی را طی فاز آرتریتی کاهش داده است (۸).

دانشمندان نشان داده‌اند که التهاب آرتریتی می‌تواند شماری از گیرنده‌های مو اوپیوئیدی را در هیپوتالاموس و در طناب نخاعی افزایش دهد (۹). به نظر می‌رسد که گیرنده‌های مو اوپیوئیدی یکی از میانجی‌کننده‌های مهم اثرات آنالژژیک اوپیوئیدها باشند. علاوه بر این، گیرنده‌های مو اوپیوئیدی در التهاب تنظیم افزایشی می‌شوند که ممکن است در بیان اثرات ضددردی اوپیوئیدهای اندوژن نقش داشته باشند (۱۰).

مطالعات نشان داده‌اند که سایتوکاین‌ها، پپتیدهای اوپیوئیدی را از سلول‌های ایمنی بافت ملتهب، آزاد می‌سازند که این موضوع سبب اثرات ضددردی بر پایانه‌های عصبی حسی می‌شود (۱۱). از سوی دیگر اینترلوکین ۱۰ (IL-10) یکی از عوامل مسیر ایمنی (T helper type 2) می‌باشد و به عنوان سایتوکاینی با عملکردهای التهابی و ضدالتهابی در نظر گرفته شده است (۱۲) که از طریق مهار تولید TNF α و IL-12 و اینترفرون گاما (IFN γ) عمل می‌نماید تا علائم التهابی را محدود کند. وجود موش‌هایی با نقص اینترلوکین ۱۰ که به طور خود به خودی مبتلا به

مواد و روش‌ها

حیوانات آزمایشگاهی

در این آزمایش از رت‌های نر نژاد ویستار با میانگین وزنی ۱۸۰ تا ۲۰۰ گرم استفاده شد. رت‌ها در قفس‌های پلی‌پروپیلن در شرایط استاندارد (22 ± 2) درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۷۰-۶۰ درصد و سیکل زمانی ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) نگهداری شدند. غذا و آب کافی در اختیار همه حیوانات قرار گرفت. روش استفاده از حیوانات آزمایشگاهی بر اساس قوانین کمیته اخلاق کار با حیوانات آزمایشگاهی بوده و ایجاد درد در حیوانات آزمایشگاهی نیز طبق استانداردهای زیمرمن (Zimmerman) صورت گرفت (۱۸).

طراحی مطالعه

رت‌ها به صورت تصادفی به ۳ گروه آزمایشی متفاوت شامل گروه AA (Adjuvant Arthritis) که تنها CFA را دریافت نمودند، گروه AA+PBS که PBS را به عنوان Vehicle به همراه CFA دریافت کردند و گروه AA+IL Anti-۱۰ که CFA را به همراه آنتی‌بادی ایتروکین ۱۰ دریافت نمودند تقسیم شدند. هر گروه نیز به نوبه خود به ۴ زیر گروه برای بررسی روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ تقسیم شدند. تعداد رت‌ها در هر گروه ۶ سر بود. التهاب به وسیله‌ی تزریق زیر پوستی CFA (تحت بیهوشی سطحی) در پای راست حیوانات در روز صفر ایجاد شد. آنتی‌بادی ایتروکین ۱۰ از روز اول بعد از تزریق CFA به مدت ۲۱ روز به صورت داخل صفاقی به صورت روزانه تزریق شد (۲۲). بررسی‌های مولکولی، رفتاری، سنجش حجم پا و سطح سرمی ایتروکین ۱۰ در روزهای صفر، ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ انجام شد. حیوانات با متوکسی فلوران بیهوش شده و با استفاده از گردن زدن

بیماری التهابی مزمن روده‌ای شده‌اند دلیلی بر نقش ضدالتهابی این ایتروکین می‌باشد (۱۳).

مطالعات نشان داده است که ایتروکین ۱۰ در پاسخ به آنتی ژن، تکثیر و تولید سایتوکاین را از سلول‌های T مهار می‌نماید (۱۴).

دانشمندان پیشنهاد می‌کنند که تولید ایتروکین ۱۰، ۱۶-۱۲ ساعت بعد از فعالیت مونوسیت‌ها طی التهاب القا می‌شود و به عنوان مهار کننده‌ای برای بیان ژن $TNF-\alpha$ ، $IL-12$ ، $IL-1\beta$ ، $GM-CSF$ ، $PGS2$ و $PLA2$ عمل می‌نماید. ایتروکین ۱۰ اثرات خود را بر این واسطه‌ها از طریق کاهش بیان mRNA آنها و مهار فعالیت فاکتورهای رونویسی آنها اعمال می‌نماید (۱۶). ایتروکین ۱۰ یک سیگنال مهاری کلیدی از پاسخ‌های ایمنی است که تولید سایتوکاین‌های پاتوژنیک مانند $TNF-\alpha$ را به طور بالقوه تنظیم می‌نماید. ایتروکین ۱۰ با هدف‌گیری mRNA $TNF-\alpha$ اثرات مهاری خود را بر ترجمه می‌گذارد (۱۷). بنابراین با توجه به تغییرات هیپرآلرژی و ادم در مراحل مختلف التهاب ناشی از CFA، همچنین افزایش بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نخاعی طی التهاب آرتریتی و نقش ضدالتهابی $IL-10$ طی التهاب، تولید و ترشح سایر سایتوکاین‌های التهابی و ضدالتهابی در مراحل مختلف التهاب و هدف قرار دادن برخی از این سایتوکاین‌ها در درمان علائم التهابی در بیماران آرتریت روماتوئید، بنابراین محققین طی این مطالعه ارتباط سلولی-مولکولی میزان سرمی ایتروکین ۱۰ با تغییرات هیپرآلرژی در موش‌های صحرایی نر بالغ آرتریتی شده به وسیله ادجوانت را مورد بررسی قرار می‌دهند.

کشته شده، نخاع آن‌ها به‌طور کامل خارج گردید و ابتدا در نیتروژن مایع، سپس در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد فریز شدند و میزان بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نخاعی به‌روش وسترن بلات مورد سنجش قرار گرفت.

ایجاد التهاب ناشی از CFA

التهاب به‌وسیله‌ی تزریق زیر جلدی ۱۰۰ میکرولیتر CFA (مایکوباکتریوم توبرکلوزیس تضعیف شده) حل شده در روغن معدنی استریل (St Louis, MO, USA, Sigma ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) به کف پای راست حیوانات در روز صفر ایجاد شد. ادم یک طرفه در روز اول بعد از تزریق CFA به کف پا، ایجاد می‌گردد و این شرایط طی ۲۱ روز بعد از تزریق نیز ادامه پیدا می‌کند. لازم به ذکر است که در گروه کنترل صرفاً روغن معدنی استریل با همان حجم و روش تزریق شد.

سنجش ادم پا

برای تأیید سنجش تزریق صحیح CFA، حجم هر پا قبل و بعد از تزریق در طی زمان‌های متفاوت مورد سنجش قرار گرفت. سنجش حجم پا به‌وسیله‌ی جابه‌جایی یک محلول الکترولیتی در پلتیسوموتر (Comerio, Italy, Ugo Basile, VA، مدل ۱۷۱۴۱) انجام شد. مقدار ادم به‌وسیله سنجش تفاوت حجم پا بین روز صفر و زمان‌های مختلف محاسبه شد و حجم اندازه‌گیری شده نسبت به روز صفر گزارش گردید.

سنجش هایپرالژزی حرارتی

پس کشیدن پا (PWL: paw withdrawal latency) در اثر حرارت به‌وسیله‌ی تست‌های کف پای (Italy, Ugo Basile, Verse) در گروه‌های کنترل و آزمایش انجام شد. رت‌ها در اتاقک‌های پلکسی گلاس به‌مدت ۱۵-۱۰ دقیقه

ه قبل از آزمایش قرار داده شدند تا به محیط آزمایش عادت کنند. عقب کشیدن پا به‌طور اتوماتیک به‌وسیله‌ی تایمر دیجیتال که به یک منبع حرارتی متصل بود ثبت شد. در این روش بخش میانی کف پای حیوان در معرض اشعه قرار گرفته و زمان تأخیر در عقب کشیدن پا (paw withdrawal latency) ثبت گردید. PWL سه بار برای هر پا در یک فاصله زمانی ۱۰-۵ دقیقه سنجیده و مقدار میانگین محاسبه شد. Cut off در نظر گرفته شده در این آزمایش ۲۰ ثانیه بود. مقدار محاسبه شده پای تزریق شده، از مقدار محاسبه شده مربوط به پای دیگر کم گردید و مقدار به‌دست آمده در صورت منفی بودن نشان دهنده هایپرالژزی در پای مورد نظر بود (۱۹).

سنجش سطوح اینترلوکین ۱۰ سرمی در نمونه‌های خونی

نمونه خونی از عروق رترواوربیتال گوشه چشم رت‌هایی که با ایزوفلوران بیهوش شده بودند، به‌وسیله‌ی لوله موین هپارینه تهیه شد. نمونه‌های خونی سانتریفیوژ شده و سرم حاصل در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شد. سطوح سرمی اینترلوکین ۱۰ به‌وسیله کیت-Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) استاندارد رت (Bender Med System, Uk) از طریق واکنش متقابل آن با اینترلوکین ۱۰ سرم رت‌ها بر اساس دستورالعمل کیت سنجیده شد.

تجویز آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰

برای سنجش نقش اینترلوکین ۱۰ در ایجاد علائم AA، رت‌ها با آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ به‌منظور کاهش سطوح سرمی اینترلوکین ۱۰ تیمار شدند. آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ توسط سیستم‌های (Abcam/Uk)R&D تهیه شد. برخی از مطالعات، فعالیت مؤثر این آنتی‌بادی نوترکیب را

ساعت در دمای ۲۴ درجه با آنتی‌بادی اولیه‌ی محلول در بافر بلاکینگ شستشو داده شد و سپس با آنتی‌بادی ثانویه محلول در بلاکینگ به مدت یک ساعت در دمای ۲۴ درجه انکوبه شدند. کاغذها ۳ بار با بافر بلاکینگ شسته شدند. فعالیت immunoreactivity پروتئین‌ها با استفاده از ECL (Amersham) chemiluminescence detection system تشخیص داده شد. کاغذها با محلول stripping به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه و با آنتی‌بادی اولیه (Cell Signaling، β -actin ۱:۵۰۰۰) به عنوان یک نمونه کنترل انکوبه شدند. تراکم باندها به وسیله‌ی نرم‌افزار سنجش تراکم NIH Image (۱/۶۰) سنجیده شد و به صورت نسبت تراکم گیرنده‌های مو اوبیوئیدی به تراکم β -actin بیان شد.

آنالیزهای آماری

مقایسه‌ی داخل گروهی ادم و هایپیرآلژزیای حرارتی ایتروکین ۱۰ با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه One way ANOVA (Post hoc Tukey's) صورت پذیرفت. نرم‌افزار مورد استفاده SPSS (USA, II, Chicago, SPSS Inc) ویرایش ۱۹ بود، رسم نمودارها از طریق Excel انجام گردید. در این مطالعه $P < 0.05$ معنی‌دار تلقی شد.

یافته‌ها

تغییرات حجم پا در طی مراحل مختلف AA

تزریق CFA در کف پای راست موش‌ها در روز اول موجب القاء التهاب و ادم در همان پا شد که این افزایش تا روز ۲۱ بعد از تزریق نیز ادامه داشت. حجم پا در روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ بعد از تزریق CFA در مقایسه با روز صفر افزایش مشخص و معنی‌داری را نشان داد

در رت نشان داده‌اند (۲۰)، با توجه به مطالعه خادارو (Khadaroo) و همکاران و طبق دستورالعمل کارخانه تولید کننده (catalogue number ab۹۹۶۹)، در این مطالعه دوز ختشی‌کننده (ND۵۰) برای آنتی‌بادی ایتروکین anti-rat ۱۰ توأم با غلظت ۰/۱ نانوگرم بر میلی‌لیتر در هر رت ۰/۸-۰/۴۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر در نظر گرفته شد (۲۰). آنتی‌بادی تخلیص شده‌ی ایتروکین ۱۰ در محلول PBS (phosphate-buffered saline) برای تزریق داخل صفاقی (i.p.) رقیق شد و گروه شاهد PBS را به عنوان vehicle دریافت کردند.

سنجش بیان گیرنده‌های مو (mOR) اوبیوئیدی نخاعی به وسیله‌ی Western blotting

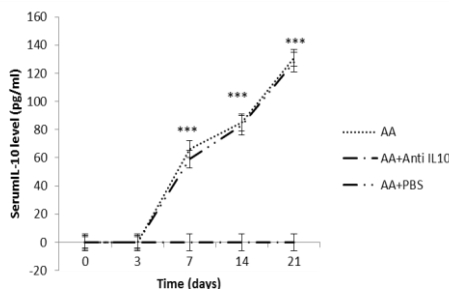
بعد از تست‌های رفتاری، برای سنجش میزان بیان گیرنده‌های مو اوبیوئیدی در نخاع از روش وسترن بلات استفاده شد (۲۱). رت‌ها با استفاده از ایزوفلوران بیهوش و نخاع آن‌ها به سرعت خارج و در یخ قرار گرفت. سپس در بافر استخراج هموژنیزه و نمونه‌ها با دور ۱۰۰۰۰ rpm در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. محلول رویی برای سنجش غلظت پروتئین جدا شد. مقدار مساوی از پروتئین‌ها ($60 \mu\text{g}$) برای ترکیب شدن با loading buffer آماده شد. نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه جوشانده و به مقدار مساوی ($12 \mu\text{l}$) به روش الکتروفورز به مدت ۶۰ دقیقه با ولتاژ ۲۰۷ ودر ژل پلی‌اکریل آمید از هم جدا شدند. پروتئین‌ها با استفاده از miniprotean II (Bio-Rad)، در ولتاژ ۱۰۰V به مدت ۸۵ دقیقه از روی ژل بروی کاغذ PVDF منتقل شدند. سایت‌های غیراختصاصی موجود بر کاغذ به وسیله‌ی انکوباسیون با بافر بلاکینگ به مدت ۹۰ دقیقه در دمای ۲۴ درجه پوشانده شد. سپس دوباره کاغذها به مدت یک

تغییرات حجم پا به دنبال تزریق روزانه آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ طی التهاب ناشی از CFA

تزریق درون صفاقی آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ به صورت روزانه باعث افزایش معنی‌دار ادم ناشی از تزریق CFA در روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ در مقایسه با روز صفر شد ($P < 0.05$). همچنین افزایش حجم پای CFA تزریق شده در روز ۲۱ مطالعه در گروه تیمار شده با آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ نسبت به افزایش حجم پای گروه AA در روز مشابه بیشتر بود ($P < 0.001$) (جدول ۱).

تغییرات سطوح سرمی اینترلوکین ۱۰ طی التهاب ناشی از تزریق CFA

تزریق CFA به کف پای راست حیوان موجب افزایش معنی‌داری در سطح سرمی اینترلوکین ۱۰ در روزهای ۷، ۱۴ و ۲۱ پس از تزریق گردید ($P < 0.001$). مقادیر اینترلوکین ۱۰ در روزهای ۱۴ و ۲۱ افزایش یافت و این افزایش در روز ۲۱ در مقایسه با روز ۱۴ نیز معنی‌دار بود ($P < 0.001$). اما تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ به صورت روزانه به مدت ۲۱ روز موجب کاهش معنی‌داری در سطح سرمی اینترلوکین ۱۰ شد. هیچ اختلاف معنی‌داری در مقادیر سرمی اینترلوکین ۱۰ با تزریق PBS در گروه کنترل مشاهده نگردید (نمودار ۱).



نمودار ۱) نمایش اثر تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ بر تغییرات مقادیر سرمی اینترلوکین ۱۰ در طول التهاب ۲۱ روزه ناشی از CFA. نتایج به صورت $mean \pm SEM$ بیان شده و $n=6$ است. *** ($P < 0.001$): مقایسه تاثیر تزریق CFA در سطح سرمی اینترلوکین ۱۰ در گروه کنترل

($P < 0.001$). حجم پای تزریق شده در روز ۱۴ در مقایسه با روزهای ۳ و ۷ افزایش معنی‌داری داشت ($P < 0.001$) و این افزایش در روز ۲۱ نیز در مقایسه با روز ۱۴ معنی‌دار بود ($P < 0.001$). (جدول ۱).

جدول ۱) تأثیر تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ بر تغییرات حجم پنجه پا

گروه‌ها	تعداد	تغییرات حجم پا در مقایسه با روز صفر
گروه کنترل (AA)	روز صفر	۰۰/۰۰±۰۰/۰۰
	روز ۳ پس از درمان	۱/۱۷±۰/۰۱۹***
	روز ۷ پس از درمان	۱/۳۶±۰/۰۱۷***
	روز ۱۴ پس از درمان	۱/۶۱±۰/۰۱۳***
	روز ۲۱ پس از درمان	۱/۸۰±۰/۰۲۳***
	روز صفر	۰۰/۰۰±۰۰/۰۰
AA+PBS	روز ۳ پس از درمان	۱/۲۰±۰/۰۲۱
	روز ۷ پس از درمان	۱/۳۷۵±۰/۰۱۳
	روز ۱۴ پس از درمان	۱/۶۵±۰/۰۰۷
	روز ۲۱ پس از درمان	۱/۸۶±۰/۰۱۳
	روز صفر	۰۰/۰۰±۰۰/۰۰
	روز ۳ پس از درمان	۱/۳۶±۰/۰۲۱†
AA+Anti-IL10	روز ۷ پس از درمان	۱/۶۲±۰/۰۱۴††
	روز ۱۴ پس از درمان	۱/۸۰±۰/۰۲۶††
	روز ۲۱ پس از درمان	۲/۱۲±۰/۰۲۹††,++

نتایج به صورت $mean \pm SEM$ بیان شده و $n=6$ است. روند ادم پا در روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ به صورت افزایشی بود. ($P < 0.001$)*: مقایسه تأثیر تزریق CFA بر روی تغییرات حجم پنجه پا در روزهای مختلف در گروه کنترل AA ($P < 0.054$)
†† ($P < 0.01$): مقایسه تاثیر تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ در گروه AA + IL10 anti- با گروه کنترل مثبت AA در روزهای مشابه ۳، ۷، ۱۴، ۲۱ بعد از تزریق CFA. ($P < 0.001$) †††: مقایسه تاثیر تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ در گروه AA در روز ۲۱ با گروه کنترل مثبت AA

اختلاف معنی‌داری از نظر ادم پا بین گروه AA و گروه AA+PBS در روزهای مختلف مطالعه طی ۲۱ روز دیده نشد. لازم به ذکر است که تزریق روغن معدنی استریل در گروه کنترل هیچ‌گونه تغییری در پاسخ‌های رفتاری و مولکولی ایجاد نکرد و جهت جلوگیری از ازدحام نتایج در نمودارها اشاره نگردید.

تغییرات هایپراآلرژی حرارتی طی مراحل مختلف AA

موش‌های آرتریتی شده به‌وسیله تزریق CFA تغییرات هایپراآلرژی حرارتی را در پای تزریق شده طی مراحل مختلف التهاب از خود نشان دادند. هایپراآلرژی به‌طور معنی‌داری در روزهای ۳ و ۷ پس از تزریق CFA در مقایسه با روز صفر افزایش نشان داد ($P < 0.001$). همچنین نتایج نشان داد که التهاب مزمن موجب کاهش معنی‌دار هایپراآلرژی در روزهای ۱۴ و ۲۱ مطالعه در مقایسه با روزهای ۳ و ۷ مطالعه شد ($P < 0.001$) (جدول ۲). همچنین تفاوت مشخصی در هایپراآلرژی در طی فازهای مختلف بین گروه AA و گروه PBS+AA وجود نداشت.

تغییرات هایپراآلرژی به‌دنبال تزریق روزانه آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ طی التهاب ناشی از CFA

تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ موجب افزایش هایپراآلرژی در رت‌های آرتریتی شده در روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ در مقایسه با گروه کنترل شد ($P < 0.001$) برای روزهای ۱۴ و ۲۱ و $P < 0.05$ برای روزهای ۳ و ۷). رت‌هایی که آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ را دریافت کرده بودند در مقایسه با گروه AA افزایش معنی‌دار هایپراآلرژی را در روز ۱۴ در مقایسه با روز ۲۱ از خود نشان دادند ($P < 0.01$) (نمودار ۲).

جدول ۲) تاثیر تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ بر تغییرات هایپراآلژیا

میانگین تفاضل زمان	تعداد	گروه‌ها	پس کشیدن پای راست و چپ
روز صفر	۶	گروه کنترل (AA)	۰/۶۴±۰/۰۲۴
روز ۳ پس از درمان	۶	AA+PBS	-۵/۱۳±۰/۱۲۳***
روز ۷ پس از درمان	۶	AA+PBS	-۷/۷۹±۰/۱۲۱***
روز ۱۴ پس از درمان	۶	AA+PBS	-۳/۹۷±۰/۱۸۴***
روز ۲۱ پس از درمان	۶	AA+PBS	-۲/۰۸±۰/۱۱۰***
روز صفر	۶	AA+Anti-IL10	۰/۶۷±۰/۰۲۰
روز ۳ پس از درمان	۶	AA+Anti-IL10	-۵/۳۰±۰/۱۵۶
روز ۷ پس از درمان	۶	AA+Anti-IL10	-۷/۸۸±۰/۱۱۹
روز ۱۴ پس از درمان	۶	AA+Anti-IL10	-۴/۰۱±۰/۱۸۰
روز ۲۱ پس از درمان	۶	AA+Anti-IL10	-۲/۴۱±۰/۱۴۳
روز صفر	۶	AA+Anti-IL10	۰/۶۷±۰/۰۲۲۱
روز ۳ پس از درمان	۶	AA+Anti-IL10	-۵/۸۹±۰/۰۶۶†
روز ۷ پس از درمان	۶	AA+Anti-IL10	-۸/۴۱±۰/۰۹۲†
روز ۱۴ پس از درمان	۶	AA+Anti-IL10	-۸/۹۵±۰/۱۱۴†††
روز ۲۱ پس از درمان	۶	AA+Anti-IL10	-۴/۴۸±۰/۲۹۷††††

نتایج به‌صورت mean±SEM بیان شده و n=۶ است.

*** ($P < 0.001$): مقایسه تأثیر تزریق CFA بر روی تغییرات

هایپراآلژی در روزهای مختلف در گروه کنترل AA. ($P < 0.001$)

††† ($P < 0.05$): مقایسه تأثیر تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ در گروه

AA بر هایپراآلژی در روزهای مختلف. ($P < 0.001$): مقایسه تأثیر

تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ بین روزهای ۱۴ و ۲۱ بر هایپراآلژی.

اثرات درمان با آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ بر روی

بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نخاعی در طی

مراحل مختلف AA

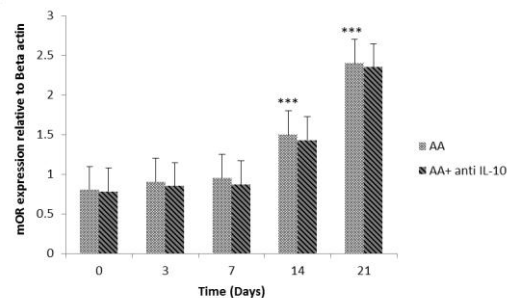
بیان پروتئین گیرنده‌های مو اوپیوئیدی در بخش کمری طناب نخاعی گروه‌های آزمایشی مورد بررسی قرار گرفت. آنتی‌بادی پلی‌کلونال به‌منظور شناسایی پروتئین گیرنده‌های مو اوپیوئیدی در طناب نخاعی به‌کار گرفته شد اما هیچ تغییر چشمگیری در بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نخاعی تا روز هفتم التهاب در مقایسه با روز صفر در رت‌های آرتریتی شده مشاهده نگردید (نمودار ۲).

شد، همچنین تزریق این آنتی‌بادی موجب افزایش هیپرالژزی در رت‌های آرتریتی شده در روزهای ۱۴ و ۲۱ در مقایسه با گروه کنترل شد.

آرتریت روماتوئید یک بیماری سیستمیک اتوایمیون است که با تجمع و تکثیر سلول‌های التهابی در مفصل شناخته می‌شود. اگر چه علت اصلی آن هنوز شناخته نشده، اما این موضوع مشخص شده است که ماکروفاژها، لنفوسیت‌های β ، ماست سل‌ها و لنفوسیت‌های $CD4^+$ در طی التهاب فعال می‌شوند و در ایجاد روند التهاب سینوویال و تخریب مفصل شرکت دارند (۲۳). از سوی دیگر دانشمندان نشان داده‌اند که تزریق CFA به کف پای حیوان موجب ایجاد هیپرالژزی مکانیکی می‌شود که التهاب طولانی مدت در پای تزریق شده ایجاد می‌نماید (۵). همچنین شماری از مطالعات اثبات کرده‌اند که آرتریت یک طرفه‌ی القاء شده به وسیله CFA دارای دو فاز است که در فاز اول (فاز التهاب) ترشح سایتوکاین‌های پیش التهابی مانند β IL۱ و α TNF و IL۶ افزایش می‌یابند که موجب هیپرالژزی و ادم می‌گردند (۷).

مطالعه اخیر نیز مشابه با مطالعات انجام شده نشان داد که سطح سرمی اینترلوکین ۱۰ موجب افزایش چشمگیری در هیپرالژزی در طول فازهای التهابی (هفته اول) و فاز آرتریتی (دو هفته بعد) AA می‌گردد. به علاوه، مطالعات اخیر تأکید کرده‌اند که التهاب مزمن با تغییرات فارماکولوژیکی و فیزیولوژیکی در سیستم مهاری درد در ارتباط است (۲۴). برخی میانجی کننده‌های التهابی مثل سایتوکاین‌های ضد التهابی باعث ایجاد آنالژزیا در مدل‌های حیوانی التهاب شده‌اند که این عمل را از طریق شرکت در فعال‌سازی سیستم اوپیوئیدی اندورژن به انجام می‌رسانند که در پاسخ به التهاب محیطی فعال شده‌اند (۲۵). مطالعات پیشین،

یافته‌ها بیان می‌دارند که بیان پروتئین گیرنده‌های مو اوپیوئیدی به‌طور معنی‌داری روزهای ۱۴ و ۲۱ در مقایسه با روز صفر مطالعه بالاتر بود ($P < 0.001$). اما هیچ‌گونه تفاوتی در بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نخاعی بین رت‌های آرتریتی شده و رت‌هایی که آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ را دریافت کرده بودند، وجود نداشت.



نمودار ۲) نمایش اثر تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ بر تغییرات بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نخاعی طی التهاب ۲۱ روزه ناشی از CFA. تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر بیان پروتئین‌های گیرنده مو اوپیوئیدی نخاعی طی روزهای مختلف از خود نشان نداد. نتایج به‌صورت $\text{mean} \pm \text{SEM}$ بیان شده و $n=6$ است.

($P < 0.001$): مقایسه تغییر بیان پروتئین‌های گیرنده مو اوپیوئیدی نخاعی روزهای مختلف مطالعه نسبت به روز صفر در گروه AA.

بحث

هدف از این مطالعه علاوه بر بررسی روند تغییرات هیپرالژزی و ادم طی التهاب ۲۱ روزه (طولانی مدت) ناشی از CFA، بررسی روند تغییرات بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نیز بود. در ادامه این مطالعه اقدام به بررسی اثرات تزریق طولانی مدت آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ به‌صورت درون صفاقی بر روند علائم التهاب ایجاد شده توسط CFA نمود.

نتایج نشان داد که تزریق درون صفاقی آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ به‌صورت روزانه باعث افزایش معنی‌دار التهاب ناشی از تزریق CFA در روزهای ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ در مقایسه با روزهای مشابه در گروه کنترل AA

دلایل پیشنهادی برای این افزایش تأخیری سرم اینترلوکین ۱۰ در طول مطالعه اخیر در مقایسه با دیگران، می‌تواند به دلیل اختلاف بین مدل‌های حیوانی و یا مسیرهای ایمنولوژیکی مختلف مطالعه و طراحی متفاوت مطالعه باشد.

چندین مطالعه نشان می‌دهد که تنظیم دقیق اینترلوکین ۱۰ برای برقراری هومئوستازی ایمنی در طول التهاب ضروری است. در حقیقت، تنظیم نادرست اینترلوکین ۱۰ علت عفونت‌های بی‌شمار، بیماری‌های آلرژیک و اتوایمیون می‌باشد (۲۷). نتایج این مطالعه آشکار ساخت که هیچ ارتباط معنی‌داری بین سطح افزایش یافته بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نخاعی (به‌عنوان یک کاهش دهنده هیپرالژزی) در طول AA و تزریق آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ وجود ندارد. پس بر طبق این مطالعه چنین به نظر می‌رسد که اثرات ضد هیپرالژزی اینترلوکین ۱۰ سرمی به‌طور مستقیم از طریق اثر بر روی بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی به انجام نمی‌رسد. به‌علاوه برخی مطالعات نشان داده‌اند که اینترلوکین ۱۰ می‌تواند التهاب و هیپرالژزی را از مسیر دیگری مانند مهار تولید انواع نیترژن و اکسیژن راکتیو به‌وسیله ماکروفاژها مهار نماید (۲۸). همچنین برخی مطالعات نشان داده‌اند که افزایش تولید مونوسیت‌ها طی التهاب می‌تواند با تحریک تولید آنتاگونیست‌های رسپتور اینترلوکین ۱۰ باعث تشدید علائم التهابی مانند هایپرالژزی و ادم گردد (۲۸). بنابراین به‌نظر می‌رسد با مزمن شدن التهاب و تداوم حضور سایتوکاین‌ها عوامل دیگری نیز در بروز علائم محیطی و مرکزی نقش داشته باشند و این عوامل واسطه‌ای بتوانند از طرق مختلف اعم از فعال کردن سایتوکاین‌های ضدالتهابی یا تغییر روند سیگنالینگ مولکولی داخل و بین سلولی، پاسخ‌های مزمن متفاوت با فاز حاد را نشان دهند

نقش مهمی را برای اثرات بیان گیرنده‌های مو اوپیوئیدی نخاعی القاء شده با سایتوکاین‌ها بر کاهش هیپرالژزی در طول فاز مزمن التهاب آشکار ساخته است (۲۶).

مدارک گسترده‌ای بر این مسئله تأکید دارند که افزایش در سطح برخی سایتوکاین‌های ضدالتهابی نقش مهمی را در التهاب و کاهش علائم آن ایفا می‌نماید (۱۶).

مطالعات بیان می‌دارد که اینترلوکین ۱۰ یک سایتوکاین ضد التهابی است که تولید $TNF\alpha$ ، IL-12 و IFN- γ را که توسط سلول‌های T-helper ۱ فعال شده بودند، مهار می‌کند و بدین‌وسیله التهاب و علائم آن نظیر درد را کاهش می‌دهند (۲۹).

IL-10 توسط تنظیم کاهشی سنتز سایتوکاین‌های پیش التهابی مثل $TNF-\alpha$ ، IL-6، IL-1 در تنظیم کاهشی پاسخ‌های التهابی سیتوتوکسیک و پاسخ‌های میانجی شده با سلول عمل می‌نماید.

مطالعات نشان داده است که IL-10 در پاسخ به آنتی‌ژن، تکثیر و تولید سایتوکاین را از سلول‌های T مهار می‌نماید (۱۴). اینترلوکین ۱۰ اثرات خود را بر این واسطه‌ها از طریق کاهش بیان mRNA آنها و مهار فعالیت فاکتورهای رونویسی آنها اعمال می‌نماید (۱۷).

برخی مطالعات نشان داده‌اند که تولید اینترلوکین ۱۰ تقریباً ۱۶-۱۲ ساعت بعد از فعال‌سازی مونوسیت‌ها در طول التهاب، فعال می‌شوند، اما نتایج مطالعه‌ی اخیر نشان داد که سطح سرمی اینترلوکین ۱۰ از روز هفتم پس از تزریق CFA افزایش می‌یابد و تا روز ۲۱ پس از تزریق CFA بالا باقی می‌ماند. همچنین گلداسمیت (Goldsmith) و همکاران بیان افزایش یافته سایتوکاین اینترلوکین ۱۰ را پس از القاء LPS گزارش داده‌اند (۲۷). علاوه‌بر این سرچی (Sergey) و همکاران اذعان داشتند که اینترلوکین ۱۰ می‌تواند پاسخ‌های التهابی القاء شده با LPS را کاهش دهد (۱۵).

اوپیوئیدی مو در فاز مزمن با افزایش همراه است اما این افزایش، احتمالاً از طریق تأثیر مستقیم اینترلوکین ۱۰ میانجی‌گری نمی‌شود و مکانیسم‌هایی که در سیگنالینگ داخلی سلولی درگیر شده‌اند، نیازمند تحقیق و بررسی بیشتر می‌باشند.

سپاس و قدردانی

این مطالعه با حمایت معاونت تحقیقات و فناوری ریاست جمهوری و مرکز تحقیقات علوم اعصاب دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شده است.

(۲۹،۳۰). با توجه به اینکه این مطالعه تنها به بررسی اثرات ضدالتهابی اینترلوکین ۱۰ و نقش آن بر بیان گیرنده‌های مو نخاعی طی التهاب پرداخته است، به نظر می‌رسد که در صورت همراه بودن با بررسی مقادیر نخاعی این سایتوکاین و روند سیگنالینگ داخل سلولی آن نتایج متقن‌تر می‌شد.

نتیجه‌گیری

مطالعات ما نشان داد که استفاده از آنتی‌بادی اینترلوکین ۱۰ موجب القاء هیپرالژزی و ادم طی مراحل مختلف التهاب القاء شده با CFA می‌گردد. همچنین این یافته‌ها پیشنهاد می‌کنند که طی التهاب بیان گیرنده‌های

References:

- 1.Scott LD, Wolfe F, Huizinga WJ. Rheumatoid arthritis. *Lancet* 2010; 376: 1094–1108.
- 2.Baumgartner S. Eternercept (Enbrel) in patients with rheumatoid arthritis with recent onset versus established disease: improvement in disability. *J Rheumatol* 2004; 31: 1532-7.
- 3.Feghali CA, Wright TM. Cytokines in acute and chronic inflammation. *Front Biosci* 1997, 2:12-26.
- 4.Möller B, Villiger PM. Inhibition of IL-1, IL-6, and TNF-alpha in immune-mediated inflammatory diseases. *J Immunopathol* 2006; 27:391-408.
- 5.Hargreaves K, Dubner R, Brown F, et al. A new and sensitive method for measuring thermal nociception in cutaneous hyperalgesia. *Pain* 1988; 32(1):77-88.
- 6.Philippe L, Gegout-Pottie P, Guingamp C, et al. Relations between functional, inflammatory, and degenerative parameters during adjuvant arthritis in rats. *Am J Physiol* 1997; 273: 1550-6.
- 7.Chover-Gonzalez AJ, Harbuz MS, Tejedor-Real P, et al. Effects of Stress on Susceptibility and Severity of Inflammation in Adjuvant-induced Arthritis. *Ann New York Acad of Sci* 1999; 876(1):276-86.
- 8.Back SK, Lee J, Hong SK et al. Loss of spinal μ -opioid-receptor is associated with mechanical allodynia in a rat model of peripheral neuropathia. *Pain* 2006; 123:117.-26
- 9.Zhao M, Wang JY, Jia H. et al. μ - but δ - and κ - opioid receptors in the ventro lateral orbital cortex mediate opioid-induced anti allodynia in a rat neuropathic pain model. *Brain Res* 2006; 1076:68-77.
- 10.Thomas J, Martin JT, Eisenach CJ. Pharmacology of Opioid and Nonopioid Analgesics in Chronic Pain States. *J pharmacol ther* 2001; 299: 811-17.
- 11.Medeiros R, Figueiredo CP, Pandolfo P, et al. The role of TNF- α signaling pathway on COX-2 upregulation and cognitive decline induced by β -amyloid peptide. *Behav Brain Res* 2010; 209:165-73.
- 12.Heiskanen M, kahonen M, Huume M, et al. polymorphism in the IL10 promoter region and early markers of atherosclerosis: The cardiovascular risk in young finns study. *Atherosclerosis* 2010; 208:190-96.
- 13.Kontoyiannis D, Kotlyarov A, Carballo E, , et al. Interleukin-10 targets p38 MAPK to modulate ARE-dependent TNF mRNA

- translation and limit intestinal pathology. *The EMBO J* 2001; 20:3760–70.
14. Hedrich CM, Ramakrishnan A, Dabito D, et al. Dynamic DNA methylation patterns across the mouse and human IL10 genes during CD4+ T cell activation; influence of IL-27. *Mol Immunol* 2010; 48: 73–81.
15. Sergey G, Palmer Ch. Interleukin-10 inhibits endotoxin-induced pro-inflammatory cytokines in microglial cell cultures. *J Neuroimmunol* 2005; 162:71-80.
16. Kanaan S, Poole S, Nayef ES, et al. Interleukin-10 reduces the endotoxin-induced hyperalgesia in mice *Top of Form. J Neuroimmunol* 1998; 86: 142-50.
17. Malefyt R, Abrams J, Bennett B, et al. Interleukin 10 inhibits cytokine synthesis by human monocytes: an auto regulatory role of IL-10 produced by monocytes. *J Exp Med* 1991; 174:1209–20.
18. Zimmermann M. Ethical guidelines for investigations of experimental pain on conscious animals. *Pain* 1983; 16:109–10.
19. Tekieh E, Zaringhalam J, Manaheji H, et al. Increased serum IL-6 level time-dependently regulates hyperalgesia and spinal mu opioid receptor expression during CFA-induced arthritis. *EXCLI J* 2011; 10:23-33.
20. Khadaroo RG, Fan J, Powers KA, et al. Impaired induction of IL10 expression in the lung following hemorrhagic shock. *Shock* 2004; 22:333-9
21. Kurien BT, Scofield RH. Western blotting. *Methods* 2006; 38: 283-93.
22. Akhtari Z, Zaringhalam J, Eidi A, et al. Bidirectional effects of serum TNF α level and spinal P38MAPK phosphorylation on hyperalgesia variation during CFA- induced arthritis. *EXCLI J* 2012; 11: 373-85.
23. Anousheh S, Joseph C. Rheumatoid arthritis: A review of the cutaneous manifestations. *J Am Acad Dermatol* 2005; 53: 191-209.
24. Hammonnd DL. Persistent inflammatory nociception and hyperalgesia. *Hyperalgesia: molecular mechanism and clinical implication*. First ed. IASP press 2004; 291-310.
25. Messmer D, Hatsukari I, Hitosugi N, et al. morphine Reciprocally Regulates IL-10 and IL-12 Production by Monocyte-Derived Human Dendritic Cells and Enhances T Cell Activation. *Mol Med* 2006; 12: 284-90.
26. Zaringhalam J, Manaheji H, Mghsoodi N, et al. Spinal mu opioid receptor expression and hyperalgesia with dexamethasone in chronic adjuvant-induced arthritis in rats. *Clin Exp PharmacolPhysiol* 2008; 10: 1-7.
27. Goldsmitha M, Avnia D, Ernst O, et al. Synergistic IL-10 induction by LPS and the ceramide-1-phosphate analog PCERA-1 is mediated by the cAMP and p38 MAP kinase pathways. *Mol Immunol* 2009; 46:1979–87.
28. Hawrylowicz CM, O'Garra A. Potential role of interleukin-10-secreting regulatory T cells in allergy and asthma. *Nat Rev Immunol* 2005; 5: 271-83.
29. Sabat R. IL10 family of cytokines. *Cytokine Growth F R* 2010; 21:315-24.
30. E. Tekieh ,S. Moghadam kia, A. Eidi, et al. Investigation on the anti- inflammatory and analgesic effects of *Olea europaea L.* metanolic extract on male NMRI mouse. *Iranian South Med J (ISMJ)*. 2012, 1: 220-9.

Original Article

Relation cellular- molecular between serum IL10 levels and hyperalgesia variation in adjuvant-induced arthritis

Z. Akhtari¹, J. Zaringhalam^{2*}, A. Eidi¹, A. haeriRuhani¹,
H. Manaheji², E. Tekieh²

¹Department of Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, IRAN.

²Physiology Department, Neuroscience Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, IRAN.

(Received 3 Jun, 2013 Accepted 7 Jul, 2013)

Abstract

Background: Regarding to the important anti-inflammatory role of IL10 during inflammation process and hyperalgesia and edema variation during CFA-induced arthritis and also the increase of Spinal mu opioid receptor (mOR) expression, in this study researchers investigate the role of serum IL10 level on mOR expression and edema and hyperalgesia variation during different stages of Complete Freund's Adjuvant (CFA) - induced arthritis in male Wistar rats.

Materials and Methods: Mono-arthritis was induced by CFA and inflammatory symptoms (hyperalgesia and edema) were assessed on 0, 3, 7, 14th and 21st days of study. Anti-IL10 was administered during the 21 days of study in different experimental groups. mOR expression were detected by western blotting on 0, 3, 7, 14th and 21st days of study. Data was analyzed by SPSS statistical software version 19 with using one way ANOVA (post hoc Tokey's).

Results: Our results showed that anti-IL10 administration in AA group (Adjuvant Arthritis) caused an increase in the paw volume and hyperalgesia until 21st of study. Our study stated that there were no significant differences in spinal mOR expression between AA and AA+anti-IL10rats.

Conclusion: Our study confirmed that anti-IL10administration caused to hyperalgesia and edema during AA inflammation. Also these findings suggested that mOR expression increased in chronic phase of AA inflammation, however an increase in the level of spinal mu opioid receptor (mOR) expression during AA inflammation is not mediated directly via the effect of serum IL-10.

Key word: Inflammation, Hyperalgesia, Edema, CFA, IL-10, mOR expression

*Address for correspondence: Physiology Department, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran,IRAN.
Email: zjaringhalam@yahoo.com

Website: <http://bpums.ac.ir>
Journal Address: <http://ismj.bpums.ac.ir>