

بررسی اثر ICI118,551 (آنتاگونیست بتا آدرنوسپتور) و آلوم به عنوان ادجوانت به منظور افزایش اثر محافظت بخش واکسیناسیون بر علیه سالمونلا تیفی موریوم

سمیه حسینی^۱، نیما حسینی جزنی*^۲، شهرام شهابی^۳، سیداحمد کرامتی^۴

تاریخ دریافت 1392/06/03 تاریخ پذیرش 1392/08/06

چکیده

پیش زمینه و هدف: سالمونلا تیفی موریوم باسیل گرم منفی است که در موش، علائم حصبه در انسان را تقلید می‌کند. مطالعه بر روی طراحی یک واکسن برای پیشگیری از عفونت‌های این باکتری، می‌تواند راه‌گشای طراحی یک واکسن موفق جهت پیشگیری و کنترل تیفوئید در انسان باشد. در این مطالعه کارایی مخلوط آلوم و ICI118,551 به عنوان ادجوانت در القاء پاسخ‌های ایمنی همورال و سلولار نسبت به جسم سلولی کشته شده سالمونلا تیفی موریوم (HKST)، به عنوان واکسن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش کار: موش‌های بلب سی نر به پنج گروه تقسیم شدند. موش‌ها در گروه‌های تحت آزمایش واکسن سالمونلا تیفی موریوم کشته شده با حرارت را به تنهایی یا در همراهی با ادجوانت آلوم، ICI و یا در همراهی با هر دو ادجوانت دریافت نمودند. موش‌های گروه کنترل منفی تنها با فوسفات سالیین دریافت کردند. کلیه موش‌ها دوبار در روزهای صفر و ۱۴ ایمن شدند، دو هفته پس از آخرین مصون سازی پاسخ‌های ایمنی نسبت به سالمونلا تیفی موریوم مورد سنجش قرار گرفت.

یافته‌ها: تجویز مخلوط آلوم-ICI به عنوان ادجوانت توانایی واکسن HKST را پس از تجویز دوزهای تحت کشنده از باکتری‌ها در کاهش تعداد کلنی‌ها پس از کشت کبد و طحال افزایش می‌دهد، باعث افزایش میزان تولید آنتی‌بادی‌های IgG و IgG2a و میزان بقاء پس از مواجهه با دوز کشنده باکتری‌ها در مدل موشی می‌شود.

بحث و نتیجه گیری: نتایج به دست آمده نشان داد که ICI به عنوان مهار کننده انتخابی بتا دو آدرنوسپتر باعث تشدید پاسخ‌های ایمنی سلولی و آلوم به عنوان ادجوانت ایمنی همورال باعث تشدید پاسخ‌های ایمنی همورال در همراهی با واکسن کشته شده سالمونلا تیفی موریوم در مل موش می‌شود.

کلید واژه‌ها: سالمونلا تیفی موریوم، واکسیناسیون، ادجوانت، ICI118,551، آلوم، موش

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و چهارم، شماره یازدهم، ص ۸۶۱-۸۵۱ بهمن ۱۳۹۲

آدرس مکاتبه: گروه میکروبی شناسی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران، تلفن: ۰۹۱۴۳۴۶۴۲۳۴

Email: n_jazani@yahoo.com

مقدمه

علائم بیماری حصبه در انسان را تقلید می‌کند (۲). بنابراین مطالعه بر روی طراحی یک واکسن مؤثر برای پیشگیری از عفونت‌های ناشی از این باکتری در مدل موش، می‌تواند راه‌گشای طراحی یک واکسن موفق جهت پیشگیری و کنترل بیماری تیفوئید در انسان باشد. هدف از واکسیناسیون ایجاد پاسخ‌های ایمنی مؤثر جهت ایجاد محافظت برای دوره‌های طولانی مدت است.

سالمونلا تیفی موریوم باسیل گرم منفی است که در جنس سالمونلا و خانواده انتروباکتریاسه قرار می‌گیرد، این باکتری عامل ایجاد کننده عفونت‌های روده‌ای یا خارج روده‌ای در انسان، دام‌ها و پرندگان است. در افراد سالم عفونت‌های ناشی از سالمونلا تیفی موریوم اغلب به شکل عفونت‌های روده‌ای با علائمی از قبیل اسهال یا اسهال هموراژیک روی می‌دهد (۱). علائم بیماری ناشی از این باکتری در مدل موش،

^۱ کارشناس ارشد میکروبی شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات مرکزی، واحد اراک

^۲ دانشیار میکروبی شناسی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، دانشکده پزشکی، گروه میکروبی شناسی (نویسنده مسئول)

^۳ دانشیار ایمنی شناسی، مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، دانشکده پزشکی، گروه ایمنی شناسی و ژنتیک

^۴ کارشناس ارشد انگل شناسی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، دانشکده پزشکی، گروه انگل شناسی و قارچ شناسی

توموری بتارا تحریک می‌کنند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاتکول آمین‌های آندوژن باعث سرکوب انتخابی پاسخ‌های تی هلپر ۱ و ایمنی سلولی و شیفت پاسخ‌های ایمنی به سمتی هلپر ۲ می‌شوند. قبلاً کارایی پروپرانولول به عنوان مهار کننده بتا آدرنوسیتورها، در همراهی با واکسن کشته شده سالمونلا تیفی موریوم و آلوم در شیفت پاسخ‌های ایمنی به سمتی هلپر ۱ و القاء تحریک پاسخ‌های ایمنی همورال و سلولار نشان داده شده است (۱۱).

اگرچه ماده شیمیایی آی سی آی ۵۵۱،۱۱۸ که یکی از مهار کننده‌های بتا آدرنوسیتورها است در انسان قابل تجویز است (۱۲)، ولی تاکنون هیچ‌گونه استفاده درمانی در انسان برای آن شناخته نشده است. ولی از آی سی آی به طور گسترده در مطالعات پژوهشی برای درک عملکرد گیرنده بتا آدرنرژیک در مدل آزمایشگاهی استفاده شده است و به عنوان یکی از آنتاگونیست‌های خاص این گیرنده شناخته شده است (۱۳، ۱۴).

آی سی آی مهار کننده انتخابی بتا ۲ آدرنوسیتور بوده و لذا با مهار نمودن بتا آدرنوسیتورها باعث تشدید پاسخ‌های ایمنی و شیفت آن‌ها به سمتی هلپر ۱ می‌شود (۱۵، ۱۶). لذا این احتمال وجود دارد که تجویز آی سی آی به عنوان یک ادجوانت همراه با یک واکسن بتواند با شیفت پاسخ ایمنی به سمتی هلپر ۱ باعث تشدید ایمنی زایی ناشی از واکسن شود. بنابراین در این مطالعه برای اولین بار در دنیا نقش تجویز مخلوط آلوم همراه با آی سی آی به عنوان یک ادجوانت در افزایش کارایی واکسن کشته شده سالمونلا تیفی موریوم در موش بلب سی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

شناسایی و تأیید سویه و تهیه توده سلولی:

سویه مورد استفاده تحت عنوان سالمونلا تیفی موریوم PTCC1735 به صورت لیوفلیزه از کلکسیون میکروبی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شد و با انجام آزمایش‌های میکروسکوپی و بیوشیمیایی مورد تأیید قرار گرفت. پس از کشت سویه مورد نظر بر روی محیط تی اس آ (Merck)^۱ و گرمخانه گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد در طول شب، باکتری‌ها از سطح محیط کشت با استفاده از بافر فسفات ۵۰ میلی مولار (PH=7) جمع‌آوری و در $5000 \times G$ به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شدند و توده سلولی جداسازی شد. پس از سه بار شستشو با بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار (PH=7)، نمونه به مدت دو ساعت در بن ماری با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و جسم سلولی کشته

در ایجاد ایمنی محافظت بخش بر علیه سالمونلا تیفی موریوم تحریک هر دو جزء سیستم ایمنی اختصاصی، همورال و سلولار ضروری است (۳-۵). بر خلاف واکسن‌های زنده ضعیف شده، واکسن‌هایی که حاوی جسم سلولی باکتری کشته شده می‌باشند، سطح بالایی از ایمنی محافظت بخش را ایجاد نموده و جهت کارایی بیشتر نیازمند همراهی در تجویز با ادجوانت‌ها هستند (۷، ۶). ادجوانت‌ها ترکیباتی هستند که باعث تحریک بهتر سیستم ایمنی جهت ایجاد پاسخ‌های مؤثرتر در برابر آنتی‌ژنی می‌شوند که در همراهی با آن تجویز می‌شوند. ادجوانت‌ها به طور عمده به منظور افزایش ایمنی زایی آنتی ژن‌های همراه، کاهش تجویز در مقدار آنتی‌ژن، کاهش تعداد دوزهای یادآور، افزایش کارایی سیستم ایمنی در نوزادان و افراد مبتلا به نقص ایمنی و نیز به عنوان سیستمی جهت تحویل آنتی ژن‌ها به سلول‌های مخاطی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۸، ۹).

مکانیسم کلاسیک ادجوانت اثر ذخیره ایی آن است که در آن ادجوانت آنتی ژن را از رقیق شدگی و تخریب و حذف سریع توسط میزبان حفظ می‌کند.

ادجوانت آلوم تنها ادجوانتی است که توسط اداره کل غذا و داروی آمریکا اجازه استفاده در همراهی با واکسن‌های انسانی را دارد. متأسفانه ادجوانت آلوم در ایجاد پاسخ‌های ایمنی به عنوان ادجوانت ضعیفی عمل می‌کند و تنها قادر به تقویت پاسخ‌های ایمنی همورال است (۱۰). در حال حاضر تنها تعداد معدودی از ادجوانت‌ها برای تحریک ایمنی سلولار در دسترس می‌باشند. سیستم عصبی دارای ارتباط تنگاتنگی با سیستم ایمنی است و محیطی که توسط واسطه‌گرهای عصبی فراهم می‌شود نقش مهمی در جهت گیری پاسخ‌های ایمنی به سمت پاسخ‌های ایمنی سلولی (تی هلپر ۱) یا همورال (تی هلپر ۲) دارد. در این میان می‌توان به نقش سیستم عصبی سمپاتیک اشاره کرد. مطالعات متعددی نشان داده است که تحریک سیستم عصبی سمپاتیک (به خصوص تحریک بتا آدرنوسیتورها) باعث کاهش شدت پاسخ‌های ایمنی و شیفت پاسخ‌ها به سمتی هلپر ۲ یا به عبارت دیگر راه اندازی پاسخ‌های ایمنی همورال می‌شود. هم چنین نشان داده شده است که مهار نمودن بتا آدرنوسیتورها باعث تشدید پاسخ‌های ایمنی و شیفت آن‌ها به سمت تی هلپر ۱ یا راه‌اندازی پاسخ‌های ایمنی سلولی می‌شود. نوراپی نفرین واپی نفرین باعث مهار تولید سیتوکین‌های پیش برنده التهاب مانند اینترلوکین ۲، فاکتور نکروز توموری آلفا و اینترفرون گاما توسط سلول‌های عرضه کننده آنتی ژن و سلول‌های تی هلپر ۱ می‌شوند و بدین ترتیب در حقیقت پاسخ‌های تی هلپر ۱ را مهار می‌کنند. در حالی که تولید سیتوکین‌های ضدالتهابی مانند اینترلوکین ۱۰ و فاکتور رشد

1 Tryptic Soy Agar

شده باکتری به دست آمد. کنترل مرگ باکتری‌ها با کشت نمونه بر روی محیط کشت تی اس انجام شد (۱۱).

ایمنی زایی در موش‌ها:

موش‌های بلب سی نر ۸-۶ هفته‌ای از مرکز نگهداری حیوانات آزمایشگاهی دانشکده پزشکی دانشگاه ارومیه خریداری شده و به پنج گروه تحت آزمایش (شامل گروه کنترل، گروه واکسن، گروه

آلوم+ واکسن، گروه آی سی آی+ واکسن، گروه آلوم + آی سی آی+ واکسن) که هر کدام حاوی پنج موش بودند، تقسیم شدند. به منظور ایمنی زایی تزریق دوبار در روزهای صفر و ۱۴ (۱۷)، به طریق زیر جلدی (۱۸) از ناحیه گردن مطابق با جدول یک انجام شد. مقدار دوز تجویز شده آی سی آی، ۲ mg/kg در موش‌های تحت آزمایش بود.

جدول شماره (۱): روش ایمنی زایی در موش‌ها

حجم	حجم	حجم	حجم
بافر فسفات سالیین (PBS)	واکسن	آلوم	ICI118,551
تزریقی	تزریقی	تزریقی	تزریقی
گروه کنترل	۱۵۰ میکرولیتر	-	-
گروه واکسن	۱۰۰ میکرولیتر	(۱۰ میکروگرم)	-
گروه آلوم+ واکسن	۵۰ میکرولیتر	(۱۰ میکروگرم)	۵۰ میکرولیتر
گروه ICI118,551	۵۰ میکرولیتر	(۱۰ میکروگرم)	-
گروه واکسن+ آلوم	-	۵۰ میکرولیتر	۵۰ میکرولیتر
ICI118,551	-	۵۰ میکرولیتر	۵۰ میکرولیتر

کشت میکروبی کبد و طحال:

موش‌های آزمایشگاهی در پنج گروه پنج تایی گروه بندی شدند، تزریق دو بار در روزهای صفر و ۱۴ صورت گرفت، دو هفته بعد از آخرین تزریق یعنی در روز بیست و یکم موش‌ها با دوز تحت کشنده ($10^3 \times 15$) واحد تشکیل دهنده کلنی از سالمونلا تیپی موریوم به صورت داخل صفاقی مورد تزریق قرار گرفتند (۱۹). پس از ۴۸ ساعت موش‌ها به روش قطع نخاعی کشته شدند و در الکل ۷۰ درصد استریل شدند و به دنبال آن کبد و طحال موش‌ها استخراج شد. پس از یک نواخت نمودن نمونه کبد و طحال در محلول تریتون X-100 (۰/۰۵ درصد) (Applichem) به طور جداگانه، ۱۰ میکرولیتر از نمونه در محیط کشتی اس آ کشت داده شد. پس از گرمخانه‌گذاری در ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تعداد کلنی‌های هر پلیت شمارش و ثبت شد (۲۰).

اندازه‌گیری میزان IGG و زیر کلاس‌های آن:

موش‌های آزمایشگاهی نر در پنج گروه پنج تایی مطابق با جدول یک مورد تزریق قرار گرفتند. موش‌ها دو هفته بعد از آخرین ایمنی‌زایی، با استفاده از کلروفرم بی‌هوش شده و خون‌گیری به عمل

آمد. جداسازی سرم در دمای چهار درجه سانتی‌گراد با دور ۲۰۰۰ rpm انجام شد و جهت تعیین میزان آنتی‌بادی‌های IgG اختصاصی کل، IgG1 و IgG2a اختصاصی سالمونلا تیپی موریوم روش الایزا مورد استفاده قرار گرفت، به طور خلاصه برای انجام الایزا، آنتی ژن در بافر کربنات-بیکربنات حل شد و به چاهک‌های میکروپلیت مورد استفاده اضافه شد، پس از انکوباسیون به مدت یک شبانه روز در ۳۷ درجه سانتی‌گراد، پلیت‌ها با استفاده از محلول پی بی اس-توین شستشو داده شدند و آلومین سرم گاوی ۵ درصد به منظور مهار جایگاه‌های اتصال مورد استفاده قرار گرفت. پس از انکوباسیون و شستشوی مجدد، سرم مورد آزمایش با رقت یک چهارم صدم و حجم ۲۰۰ میکرولیتر به چاهک‌ها اضافه شده و پس از انکوباسیون و شستشو از پراکسیداز آنتی‌آنتی‌بادی کنژوگه و سوبسترای مربوطه به منظور ایجاد رنگ استفاده شد. نهایتاً شدت رنگ ایجاد شده در طول موج ۴۵۰ نانومتر با استفاده از دستگاه الایزا ریدر قرائت شد (۱۱). روش انجام آزمایش محافظت حیوان ایمن در برابر دوز عفونی باکتری بیماری‌زا:

حاکمی از توانایی سویه مزبور در تخمیر قندهای گلوکز، مالتوز، مانیتول و دولسیتول، تولید گاز H₂S، متحرک بودن، ام آر (+)، سیترات (+)، واجد آنزیم‌های آرژنین دهیدرولاز، لیزین دکربوکسیلاز و اورنیتین دکربوکسیلاز بود، اما فاقد قدرت تخمیر قندهای لاکتوز و ساکارز، عدم تولید آنزیم اوره آز، عدم تولید اندول، عدم توانایی استفاده از مالونات بود. بر اساس نتایج به دست آمده از آزمایشات بیوشیمیایی سویه تهیه شده به عنوان سویه سالمونلا تیفی موریوم تایید شد.

نتایج کشت میکروبی کبد و طحال:

نتایج کشت طحال: هم‌چنانکه در نمودار یک مشاهده می‌شود به ترتیب در گروه‌های آلوم+ آی سی آی+ واکسن و به دنبال آن آی سی آی+ واکسن کمترین تعداد کلنی پس از کشت نمونه‌های طحال در محیط کشت جامد مشاهده شد. در گروه کنترل حداکثر تعداد کلنی پس از کشت نمونه طحال بر روی محیط کشت جامد مشاهده شد. در گروه واکسن و آلوم- واکسن نیز اگرچه تعداد کلنی‌ها نسبت به گروه‌های آلوم+ آی سی آی+ واکسن و آی سی آی+ واکسن بیشتر بود ولی در مقایسه با گروه کنترل به شدت کاهش یافته بود.

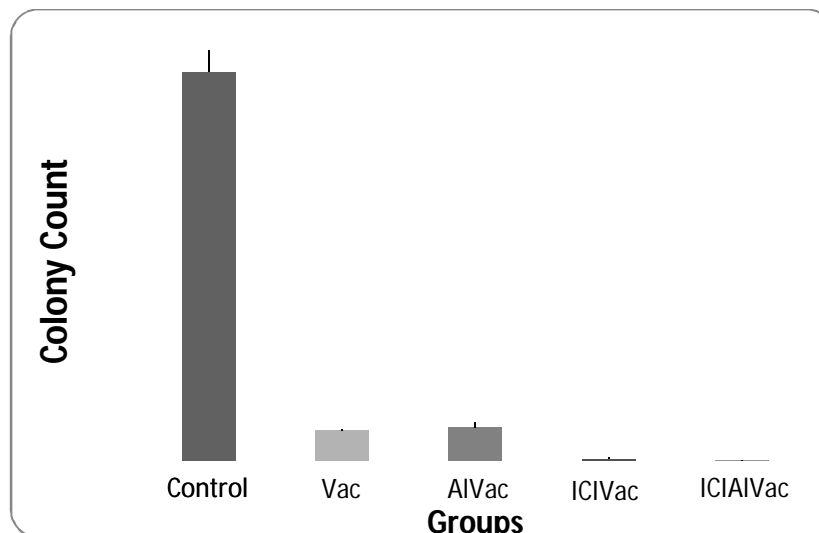
گروه‌های تحت آزمایش و کنترل شامل پنج گروه هر یک حاوی هفت موش طراحی شدند و طبق جدول یک مورد تزریق قرار گرفتند. دوهفته پس از آخرین تزریق موش‌های هرگروه با 10^7 عدد باکتری سالمونلا تیفی موریوم زنده مورد تزریق قرار گرفتند و میزان مرگ و میر تا سه هفته بررسی و ثبت شد (۲۰).
روش‌های آماری:

برای مقایسه‌ی میانگین نتایج بدست آمده از بررسی‌های مختلف ایمنولوژیکی حیوان ایمن شده با مخلوط آلوم+ آی سی آی+ جسم سلولی کشته شده سالمونلا تیفی موریوم با سایر گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) استفاده شد. برای مقایسه اختلاف بین گروه‌ها از آزمون مقایسه چندگانه Tukey استفاده شد. مبنای معنی‌دار بودن اختلافات $P < 0.05$ می‌باشد.

یافته‌ها

شناسایی و تأیید سویه:

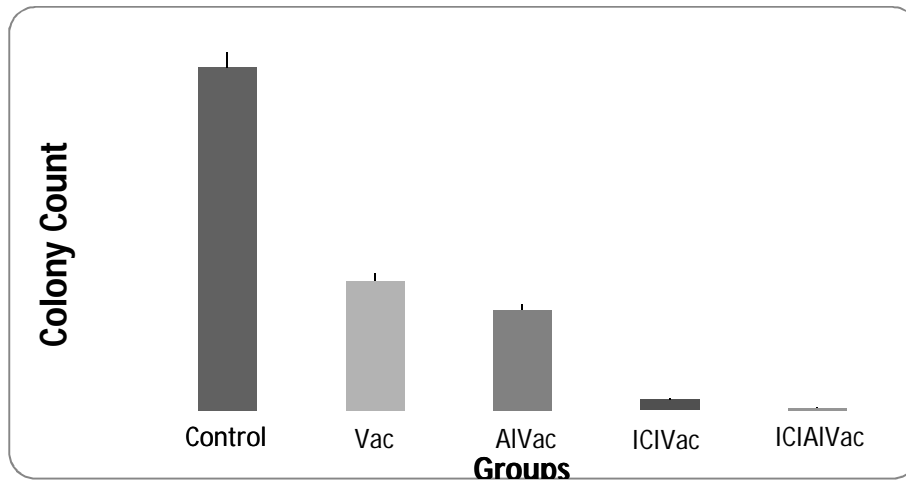
سویه مورد استفاده تحت عنوان سالمونلا تیفی موریوم PTCC1735 به صورت لیوفلیزه از کلکسیون میکروبی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه شد. آزمایشات بیوشیمیایی



نمودار شماره (۱): تعداد کلنی‌های حاصل از کشت طحال در گروه‌های مختلف تحت آزمایش

مشاهده شد. در گروه واکسن و آلوم- واکسن نیز اگرچه تعداد کلنی‌ها نسبت به گروه‌های آلوم+ آی سی آی+ واکسن و آی سی آی+ واکسن بیشتر بود ولی در مقایسه با گروه کنترل به شدت کاهش یافته بود.

نتایج کشت کبد: هم‌چنان که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود به ترتیب در گروه‌های آلوم+ آی سی آی+ واکسن و به دنبال آن آی سی آی+ واکسن کمترین تعداد کلنی پس از کشت نمونه‌های کبد در محیط کشت جامد مشاهده شد. در گروه کنترل حداکثر تعداد کلنی پس از کشت نمونه کبد بر روی محیط کشت جامد



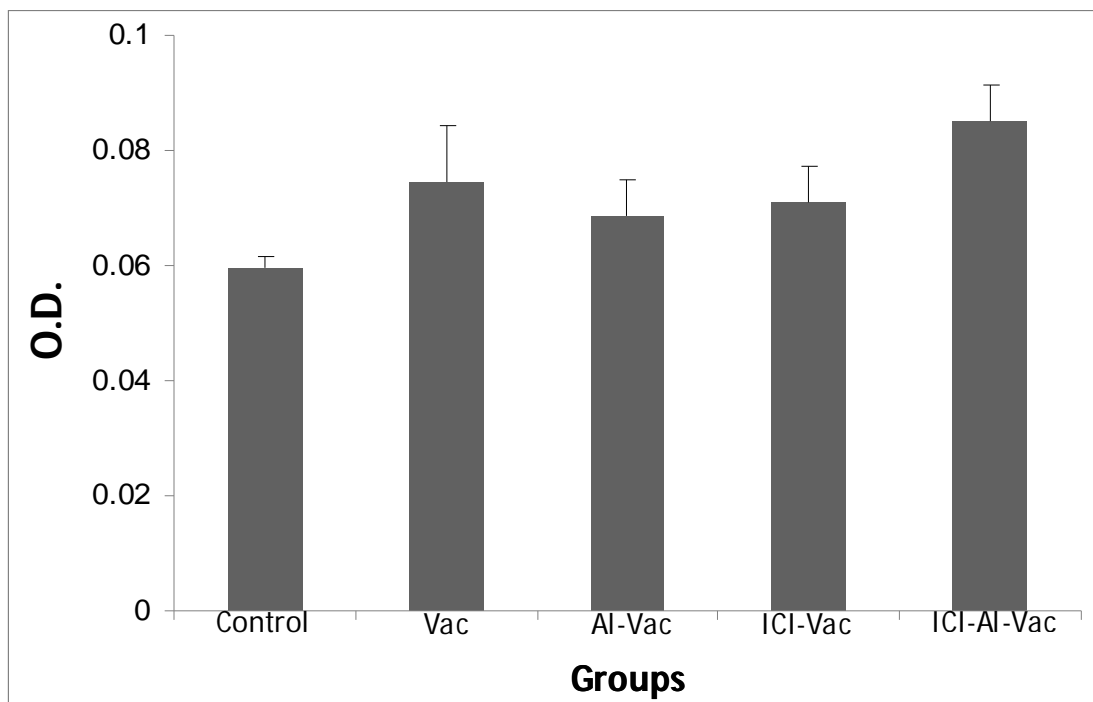
نمودار شماره (۲): تعداد کلنی‌های حاصل از کشت کبد گروه‌های مختلف تحت آزمایش

مقایسه میزان تولید ایمنوگلوبولین توتال جی در گروه‌های مختلف تحت آزمایش نشان داده شده است. حداکثر میزان تولید ایمنوگلوبولین جی اختصاصی کلی در گروه آلوم + آی سی آی + واکسن در مقایسه با سایر گروه‌ها مشاهده می‌شود.

اندازه‌گیری میزان IGG و زیر کلاس‌های آن:

اندازه‌گیری ایمنوگلوبولین جی اختصاصی کلی:

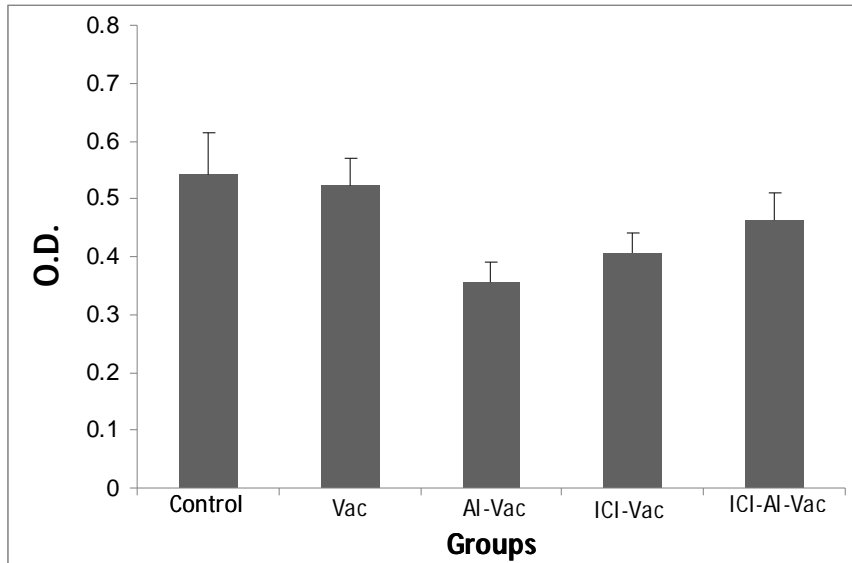
دو هفته بعد از آخرین ایمنی زایی، سرم موش‌های ایمن شده از جهت وجود میزان آنتی‌بادی‌های توتال ایمنوگلوبولین جی ضد سالمونلا تیفی موریوم مورد بررسی قرار گرفت. در نمودار سه نتایج



نمودار شماره (۳): مقایسه میزان آنتی‌بادی‌های ایمنوگلوبولین جی اختصاصی کلی تولید شده بر علیه سالمونلا تیفی موریوم.

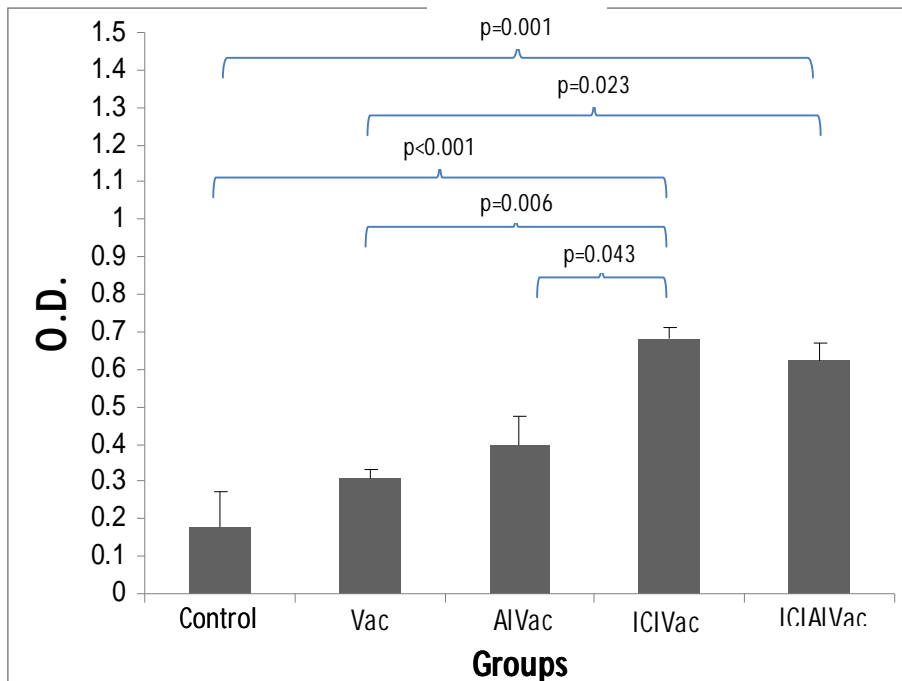
هم چنان که مشاهده می شود مقدار تولید ایمنوگلوبولین جی توتال در گروه واکسن+آی سی آلوم در مقایسه با سایر گروهها بیشتر بوده ولی با سایر گروهها تفاوت معنی داری ندارد. اندازه گیری مقدار ایزوتیپهای مختلف ایمنوگلوبولین جی:

تولید ایزوتیپهای مختلف ایمنوگلوبولین جی مرتبط با حضور سیتوکینهای ویژه ای است که توسط سلولهای تی اختصاصی تولید می شوند. میزان تولید IgG2a و IgG1 و نسبت IgG2a به IgG1 در هر گروه به ترتیب در نمودارهای ۴ و ۵ و ۶ نشان داده شده است.



نمودار شماره (۴): مقایسه میزان تولید IgG1 در گروههای مختلف تحت آزمایش

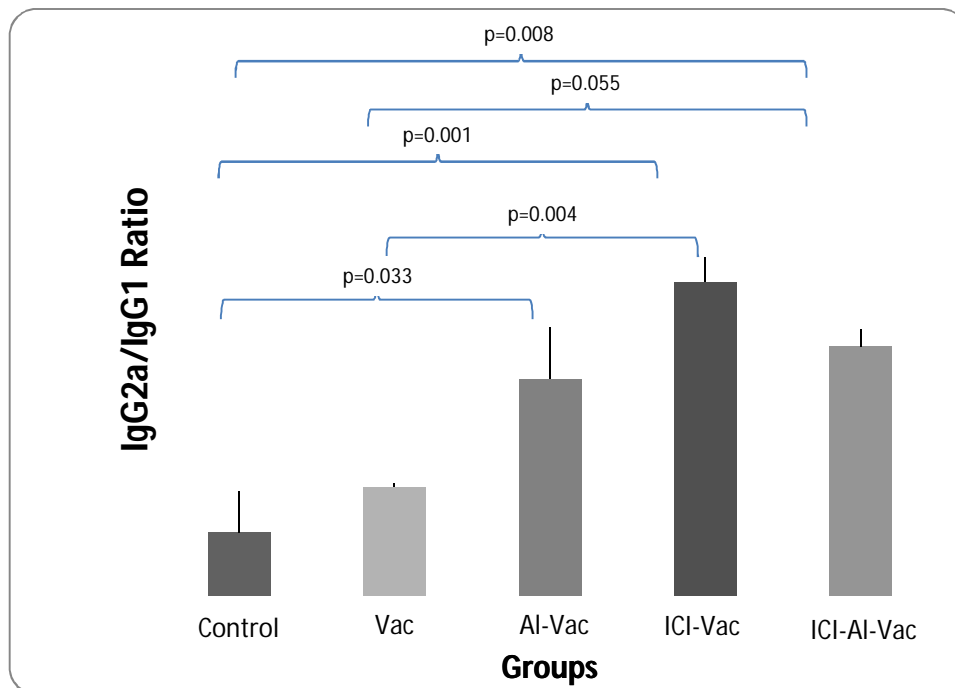
هم چنانکه مشاهده می شود، مقدار IgG1 در هیچ یک از گروههای تحت مطالعه تفاوت معنی داری با گروههای دیگر ندارد.



نمودار شماره (۵): مقایسه میزان تولید IgG2a در گروههای مختلف تحت آزمایش

هم چنانکه مشاهده می‌شود، مقدار IgG2a در گروه آی سی آی + آلوم + واکسن با گروه کنترل ($p=0.001$) و واکسن آی سی آی + آلوم + واکسن با گروه آی سی آی + آلوم + واکسن ($p=0.023$) تفاوت معنی‌داری دارد. مقدار تولید IgG2a در گروه‌های آلوم + واکسن + آی سی آی با واکسن + آی سی آی تفاوت معنی‌داری ندارد.

مقدار IgG2a در گروه آی سی آی + آلوم + واکسن با گروه آلوم + واکسن و کنترل ($p=0.001$) و واکسن آی سی آی + آلوم + واکسن با گروه آی سی آی + آلوم + واکسن ($p=0.023$) تفاوت معنی‌داری دارد. مقدار تولید IgG2a در گروه‌های آلوم + واکسن + آی سی آی با واکسن + آی سی آی تفاوت معنی‌داری ندارد.

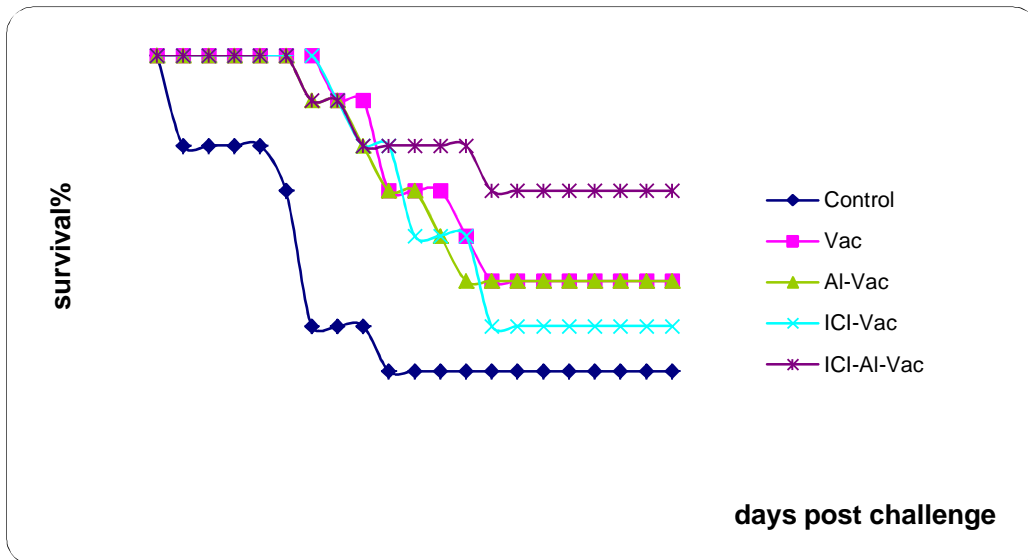


نمودار شماره (۶): مقایسه نسبت غلظت IgG2a به IgG1 در گروه‌های مختلف تحت آزمایش.

دریافت کرده‌اند، اگرچه این تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد. نتایج فوق نشان دهنده این است که تجویز ادجوانت آی سی آی باعث شیفت پاسخ‌های ایمنی به سمتی هلیپر ۱ می‌شود. نتایج آزمایش محافظت حیوان ایمن در برابر دوز عفونی باکتری بیماری‌زا:

دو هفته بعد از آخرین ایمنی زایی، موش‌های بلب سی توسط ۱۰^۷ عدد از باکتری سالمونلا تیفی موریوم زنده مورد مواجهه قرار گرفتند و میزان مرگ و میر به مدت سه هفته پی گیری و ثبت شد. میزان بقاء موش‌ها در موش‌های گروه آلوم + آی سی آی + واکسن به طور معنی‌داری بالاتر از موش‌هایی بود که واکسن را به تنهایی و یا مخلوط آن را با آلوم دریافت نموده‌اند. میزان بقا در موش‌های گروه آلوم + آی سی آی + واکسن به طور معنی‌داری بالاتر از موش‌های گروه کنترل بود (نمودار ۷).

نتایج محاسبه نسبت IgG2a به IgG1 (نمودار ۶) نشان می‌دهد که این نسبت در گروه‌هایی که همراه با واکسن، ادجوانت آلوم، آی سی آی یا مخلوط آی سی آی و آلوم دریافت کرده‌اند به طور معنی‌داری از گروه کنترل بیشتر است (به ترتیب $p=0.033$ ، $p=0.008$ ، $p=0.004$). همچنین در حالی که تفاوت این نسبت در موش‌های گروهی که همراه با واکسن، آلوم دریافت کرده‌اند با موش‌های گروهی که تنها واکسن دریافت کرده‌اند، معنی‌دار نمی‌باشد؛ این نسبت در موش‌های گروهی که همراه با واکسن، آی سی آی دریافت کرده‌اند به طور معنی‌داری بیشتر از موش‌های گروهی است که تنها واکسن دریافت کرده‌اند ($p=0.004$). به علاوه تجویز مخلوط آلوم و آی سی آی باعث افزایش تقریباً معنی‌دار ($p=0.055$) است. نسبت IgG2a به IgG1 در گروه‌هایی که همراه با واکسن، آی سی آی یا مخلوط آلوم و آی سی آی دریافت کرده‌اند بیشتر از موش‌های گروهی است که همراه با واکسن، آلوم



نمودار شماره (۷): مقایسه میزان بقا در پنج گروه مورد آزمایش

پاسخ ایمنی محافظت بخش در برابر سالمونلا تیفی موریوم تحریک هر دو جزء سیستم ایمنی اختصاصی اعم از همورال و سلولار ضروری می‌باشد (۵،۴).

مشخص شده است که آی سی آی یک بتا بلوکر برخوردار از فعالیت آنتاگونیستی برای بتا دو آدرنوسپتور است که برای این گیرنده در مقایسه با گیرنده‌های بتا یک و بتا سه بیش از ۵۰۰ برابر انتخابی عمل می‌کند (۲۲).

بنابراین آی سی آی مهار کننده انتخابی بتا دو آدرنوسپتور بوده و لذا با مهار نمودن بتا آدرنوسپتورها باعث تشدید پاسخ‌های ایمنی و شیفت آن‌ها به سمت تی هلپر ۱ و تحریک پاسخ‌های ایمنی سلولار می‌شود (۲۳).

در سال ۲۰۱۱ حسینی جزئی و همکاران نقش تجویز یکی از آنتاگونیست‌های گیرنده‌های اپوئیدی (نالوکسان) را به عنوان ادجوانت احتمالی همراه با ادجوانت آلوم در کنار پروتئین‌های آنتی ژنی سالمونلا تیفی موریوم بر پاسخ سیستم ایمنی به واکسیناسیون به عنوان الگوی برای طراحی یک واکسن موفق که با تحریک هر دو بازوی ایمنی همورال و سلولی قادر به پیشگیری از عفونت‌های ناشی از سالمونلا تیفی موریوم باشد، مورد بررسی قرار دادند، نتایج به دست آمده توسط این محققین نشان داد که تزریق نالوکسان به عنوان یک ادجوانت همراه با ادجوانت آلوم باعث ایجاد ایمنی همورال و سلولار در موش آزمایشگاهی بآب سی می‌شود، از آنجایی که نالوکسان جنبه مصرفی در مورد انسان را دارد، می‌تواند به عنوان ادجوانت مناسبی جهت ایجاد پاسخ‌های ایمنی تی هلپر ۱ بر علیه این میکروارگانیسم مورد استفاده قرار گیرد، از طرفی تحقیقات این موضوع را به اثبات رسانیده است که آلوم باعث

هم چنانکه مشاهده می‌شود در طی ۲۱ روز پیگیری پس از مواجهه گروه‌های مختلف تحت آزمایش با دوز کشنده باکتری، میزان بقا در موش‌های گروه کنترل در مقایسه با سایر گروه‌ها پس از مواجهه با دوز کشنده باکتری کمتر از بقیه و میزان بقا در موش‌های گروه واکسینه شده با آلوم+آی سی آی + واکسن در مقایسه با سایر گروه‌ها بیشترین بوده است.

بحث و نتیجه گیری

سالمونلا تیفی موریوم باسیل گرم منفی درون سلولی اختیاری است که در جنس سالمونلا و خانواده انتروباکتریاسه قرار می‌گیرد. این باکتری قادر به ایجاد اشکال متنوعی از عفونت‌ها در انسان و حیوانات می‌باشد. مکانیسم‌های ایمنی اختصاصی که در دفاع در برابر عفونت‌های ناشی از این باکتری نقش دارند به دو دسته همورال و سلولار تقسیم می‌شوند و از آنجایی که این باکتری در داخل بدن در داخل سلول‌های سیستم رتیکولاندوتلیال رشد و تکثیر می‌نماید لذا پاسخ‌های سیستم ایمنی سلولار نقش مهمی در کنترل عفونت‌های ناشی از این باکتری به عهده دارند (۲۱).

واکسن‌های تهیه شده از جسم سلولی باکتری‌های کشته شده در القاء پاسخ‌های ایمنی محافظت بخش قابل توجه و پایدار چندان موفق نیستند ولی تجویز این نوع آنتی ژن‌ها در همراهی با ادجوانت‌ها می‌تواند باعث تحریک بیشتر سیستم ایمنی در پاسخ دهی به این آنتی ژن‌ها گردد.

تجویز واکسن تهیه شده از باکتری‌های کشته شده سالمونلا تیفی موریوم در همراهی با ادجوانت آلوم باعث تشدید پاسخ ایمنی همورال نسبت به آنتی ژن همراه می‌گردد، به هر حال در ایجاد

شیفت می‌دهد(۱۱). بنابراین نتایج به دست آمده توسط این محققین در توافق با نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر است. بنابراین مطالعه پیش روی نشان داد که تزریق آبی سی‌آی به عنوان یک ادجوانت همراه با ادجوانت آلوم و جسم سلولی کشته شده باکتری باعث تشدید تحریک پاسخ‌های ایمنی همورال و سلولار در موش آزمایشگاهی بالب سی می‌شود. بر اساس بررسی‌های انجام شده بر روی نتایج منتشر شده، می‌توان ادعا نمود که این مطالعه برای اولین بار در دنیا صورت گرفته است، لذا انجام مطالعات تکمیلی جهت تأیید نتایج این پژوهش الزامی است.

شیفت پاسخ‌های ایمنی به سمتی هلپر ۲ می‌شود، بنابراین با استفاده از دو ادجوانت می‌توان به طور همزمان پاسخ‌های ایمنی سلولار و همورال را در بدن برانگیخت(۲۴).

در سال ۲۰۱۲ مظلومی و همکاران اثرات تجویز هم زمان آلوم و پروپرانولول را در همراهی با واکسن کشته شده سالمونلا تیفی موریوم به منظور بررسی نقش این ترکیبات در القاء ایمنی همورال و سلولار نسبت به این واکسن باکتریایی بررسی نمودند و نشان دادند که تجویز پروپرانولول به عنوان مهار کننده بتا آدرنورسپتورها باعث القاء تحریک پاسخ‌های ایمنی همورال و سلولار در برابر این واکسن می‌شود و الگوی پاسخ‌های ایمنی را به سمتی هلپر ۱

References:

1. Badawi R, Nageh T, Walker D, Wray R. Nontyphoidal Salmonella Pericarditis: a case of Salmonella typhimurium phage type 2 pericarditis. *Int. J. Cardiol* 2002; 82 (2): 187-9.
2. Groisman EA, Ochman H. How Salmonella became a pathogen. *Trends Microbiol* 1997; 5: 343-9.
3. Ramarathnam L, Niesel DW, Klimpel GR. Salmonella typhimurium induces INF-gamma production in murine splenocytes. Role of natural killer cells and macrophages. *J.Immunol* 1993; 150(9): 3973-81.
4. Mittrucker HW, Ravpach B, Kohler A, Kaufmann SH. Cutting edge: role of B lymphocytes in protective immunity against Salmonella typhimurium infection. *J. Immunol* 2000; 164(4): 1648-52.
5. Wijburg, OL, Simmons CP, van Rooijen N, Strugnell RA. Dual role for macrophages in vivo in pathogenesis and control of murine Salmonella enterica var. Typhimurium infections. *Eur. J. Immunol* 2000; 30:944-53.
6. Misfeldt ML, Johnson W. Variability of Protection in inbred mice induced by a ribosomal vaccine prepared from Salmonella typhimurium. *Infect. Immun* 1976; 14(3):652-9.
7. Petrovasky N, Aguilar JC. Vaccine adjuvants: current state and future trends. *Immunol. Cell. Biol* 2004; 82(5):488-96.
8. Schijns VE. Mechanisms of vaccine adjuvant activity: initiation and regulation of immune responses by vaccine adjuvants. *Vaccine* 2003; 21(9-10): 829-31.
9. Stills HF. Adjuvants and antibody production: Dispelling the myths associated with Freund's Complete and Other Adjuvants. *ILAR J* 2005; 46(3) 250-93.
10. Allison AC, Byars NE. Immunological adjuvants: desirable properties and side-effects. *Mol. Immunol* 1991; 28(3):279-84.
11. Mazloomi E, Jazani NH, Shahabi S. A novel adjuvant, mixture of alum and the beta-adrenergic receptor antagonist propranolol, elicits both humoral and cellular immune responses for heat-killed Salmonella typhimurium vaccine. *Vaccine* 2012; 30(16): 2640-6.
12. Tyrer P, Marsden C, Ferguson B, Murphy S, Hannon S, Greenwood D. Clinical and humoral effects of beta-blockade with ICI 118,551 in the general neurotic syndrome. *J Psychopharmacol* 1991; 5(3):238-42.
13. Pietri-Rouxel F, Drumare MF, Stroberg AD. Pharmacological characteristics of β adrenergic receptor. In: Ruffolo RRJr. Editor. Adrenoceptors: Structure, Function. and Pharmacology. 1nd ed.

- Luxembourg: Harwood Academic Publisher; 1995.P. 229-37.
14. Ramos BP, Arnsten AF. Adrenergic pharmacology and cognition: focus on the prefrontal cortex. *Pharmacology & Therapeutics* 2007; 113(3): 523–36.
 15. Hillman KL, Doze VA, Porter JE. Functional characterization of the beta-adrenergic receptor subtypes expressed by CA1 pyramidal cells in the rat hippocampus. *J Pharmacol Exp Ther* 2005;314(2):561–7.
 16. Summerhill S, Stroud T, Nagendra R, Perros-Huguet C, Trevethick M. A cell-based assay to assess the persistence of action of agonists acting at recombinant human beta(2) adrenoceptors. *J Pharmacol Toxicol Methods* 2008;58(3):189–97.
 17. Moayeri N, Collins CM, Ohanely P. Efficacy of a *Proteus mirabilis* outer membrane protein vaccine in preventing experimental *Proteus* pyelonephritis in a BALB/c mouse model. *Infect.Immune* 1991; 59(10):3778-86.
 18. Zhao Z, Xue Y, Wu B, Tang X, Hu R, Xu Y, et al. Subcutaneous vaccination with attenuated *Salmonella enterica* serovar *Choleraesuis* C500 expressing recombinant filamentous hemagglutinin and pertactin antigens protects mice against fatal infections with both *S. enterica* serovar *Choleraesuis* and *Bordetella bronchiseptica*. *Infect Immun* 2008;76(5):2157–63.
 19. Noto Llana M, Sarnacki SH, Giacomodonato MN, Caccuri RL, Blanco GA, Cerquetti MC. Sublethal infection with *Salmonella enteritidis* by the natural route induces intestinal and joint inflammation in mice. *Microbes Infect* 2009; 11(1):74-82.
 20. Jazani NH, Karimzad M, Mazloomi E, Sohrabpour M, Hassan ZM, Ghasemnejad H, et al. Evaluation of the adjuvant activity of naloxone., an opioid receptor antagonist, in combination with heat-killed *Listeria monocytogenes* vaccine. *Microb Infect* 2010; 12(5):382-8.
 21. Hof H, Emmerling P, Hacker J, Hughes C. The role of macrophages in primary and secondary infection of mice with *Salmonella typhimurium*. *Ann.Immunol* 1982; 133(1): 21-32.
 22. Wenzel D, Knies R, Matthey M, Klein AM, Welschoff J, Stolle V, Sasse P, Röhl W, Breuer J, Fleischmann BK. beta(2)-adrenoceptor antagonist ICI 118,551 decreases pulmonary vascular tone in mice via a G(i/o) protein/nitric oxide-coupled pathway. *Hypertension* 2009; 54(1):157-63.
 23. Crestani CC, Alves FH, Resstel LB, Corrêa FM. Both alpha1 and alpha2-adrenoceptors mediate the cardiovascular responses to noradrenaline micro injected into the bed nucleus of the stria terminal of rats. *Br J Pharmacol.* 2008;153(3):583-90.
 24. Jazani NH, Parsania S, Sohrabpour M, Mazloomi E, Karimzad M, Shahabi S. Naloxone and alum synergistically augment adjuvant activities of each other in a mouse vaccine model of *Salmonella typhimurium* infection. *Immunobiology* 2011; 216(6):744-51.

EVALUATION OF THE EFFECT OF ICI118, 551, A BETA ADRENO-RECEPTOR ANTAGONIST, AND ALLUM , AS ADJUVANTS FOR INCREASING THE PROTECTION OF VACCINATION AGAINST *SALMONELLA TYPHIMURIUM*

Somayeh Hasani¹, Nima Hosseini Jazani ^{*2}, Shahram Shahabi³, Seyed Ahmad Karamati⁴

Received: 25 Aug , 2013; Accepted: 28 Oct , 2013

Abstract

Background & Aims: In this study the efficacy of the mixture of ICI118,551 and alum, as an adjuvant, in the induction of humoral and cellular immunity response to heat-killed *Salmonella typhimurium* (*S. typhimurium*) (HKST) as a model vaccine was investigated.

Materials and Methods: BALB/c mice were divided into five groups. Mice in the experimental groups received either the HKST vaccine alone or in combination with the adjuvant alum, ICI or the alum-ICI mixture. Mice in the negative control group received phosphate-buffered saline. All mice were immunized twice on days 0 and 14. Two weeks after the last immunization, immune responses to *S. typhimurium* were assessed.

Results: Administration of the alum-ICI mixture as an adjuvant increased the ability of the HKST vaccine after administration of sub-lethal doses of bacteria in reduction of the colony count after liver and spleen cultures, increased *S. typhimurium* specific IgG and IgG2a and the survival rate after challenge with lethal doses of bacteria in the mouse model.

Conclusion: Administration of the alum-ICI mixture in combination with the HKST vaccine enhanced humoral and cellular immunity in a mouse model.

Keywords: *S. typhimurium*, Vaccination, Adjuvant, ICI 118,551, Alum, Mouse

Address: Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran **Tel:** +989143464234

E-mail: n_jazani@yahoo.com

SOURCE: URMIA MED J 2014; 24(11): 861 ISSN: 1027-3727

¹ M.Sc of Microbiology, Islamic Azad University, Arak Central Research Science Unit, Arak, Iran

² Associate professor, Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran (Corresponding Author)

³ Associate Professor of Immunology, Department of Immunology and Genetics, Faculty of Medicine, Cellular and Molecular Research Center, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

⁴ M.Sc of Parasitology, Department of Medical Parasitology and Mycology, Faculty of Medicine, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran